

Les parcs éoliens flottants peuvent-ils générer un risque d'enchevêtrement et de blessure pour la mégafaune marine ?

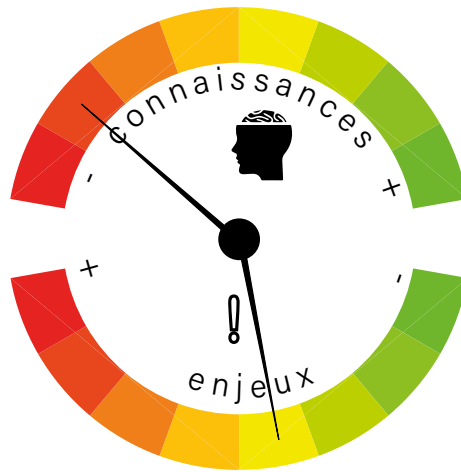


© France Energies Marines

Bulletin n°9
Juillet 2023



COME3T, COMité d'Expertise pour les Enjeux Environnementaux des énergies marines renouvelables, réunit des experts neutres et indépendants pour apporter des éléments de connaissances scientifiques et des recommandations en réponse à un enjeu environnemental en lien avec les énergies marines renouvelables.



Problématique jugée comme « à enjeu intermédiaire et dont l'état actuel des connaissances est jugé faible en particulier concernant le comportement de la mégafaune marine au sein des parcs éoliens flottants »

Expertise scientifique

Karine HEERAH - Écologie marine, interactions mégafaune marine et environnement (France Énergies Marines)

Jean-Luc JUNG - Biodiversité marine, faune marine mobile (Station marine de Dinard - Muséum National d'Histoire Naturelle)

Ludivine MARTINEZ - Biologie marine, interactions activités humaines et faune marine (Cohabys)

Claude MIAUD - Écologie des tortues marine (Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive de Montpellier, École Pratique des Hautes Études)

Coordination, synthèse et rédaction

Sybill HENRY - France Énergies Marines

Introduction

Au cours de ces dernières décennies, l'essor technologique associé aux énergies marines renouvelables a permis le développement de parcs éoliens flottants en mer dans des zones considérées autrefois comme trop profondes pour les parcs éoliens posés (cas du parc éolien flottant « Hywind » en Écosse mis en service en 2017).

En France, plusieurs projets de parcs éoliens flottants doivent voir le jour au cours de la décennie 2020 au large des côtes atlantiques et méditerranéennes. Ce changement technologique a des conséquences sur les systèmes de transport d'électricité et d'ancrage des éoliennes. Il suscite de nouvelles préoccupations environnementales avec des câbles électriques désormais en pleine eau et des lignes d'ancrage qui traversent l'ensemble de la colonne d'eau. Ces préoccupations environnementales portent notamment sur les risques de collision et d'enchevêtrement de certaines espèces de grande taille (ici réunies sous le terme « mégafaune marine ») avec ces structures.

Après avoir défini la notion d'**enchevêtrement** appliquée à la mégafaune marine, les experts mobilisés pour ce bulletin posent les fondements d'une **évaluation des risques** en :

- identifiant les sources de **pressions potentielles** de l'éolien flottant susceptibles de générer des **effets** sur la **mégafaune marine** ;
- définissant les principales **caractéristiques biologiques** de la mégafaune marine. Les **impacts potentiels** à l'échelle des individus sont également abordés. L'éolien flottant ne dispose que d'un faible retour d'expérience à l'échelle européenne. Les experts proposent un ensemble de recommandations visant à améliorer les connaissances des effets potentiels des parcs éoliens flottants sur l'environnement, et plus particulièrement sur la mégafaune marine.



Lignes d'ancrage d'une structure flottante

Définitions

Mégafaune marine

La faune représente communément l'ensemble des espèces animales vivant dans un habitat et/ou un espace géographique donné. Associé au préfixe « méga » (signifiant « grand » en grec) la **mégafaune** comprend littéralement l'ensemble des espèces animales de grande taille. Dans ce bulletin, la notion de **mégafaune marine** se rapportera à l'ensemble des vertébrés mobiles de grande taille vivant en milieu marin : mammifères marins (cétacés, phoques, etc.), tortues marines et grands poissons pélagiques (thons, requins, raies, etc.).

Pression anthropique

Traduction des **activités anthropiques** dans le milieu pouvant se matérialiser éventuellement par le changement d'état, dans l'espace ou dans le temps, des caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques du milieu¹. L'aire ou la zone d'influence de cette pression est l'étendue géographique à l'intérieur de laquelle cette pression est exercée. Elle dépend du compartiment environnemental impacté.

Effet

Conséquence objective de l'introduction d'une ou plusieurs pressions susceptibles de générer un impact sur le milieu marin. Un **effet** peut générer ou non un impact sur les différents compartiments de l'écosystème marin en fonction de leur **sensibilité** (capacité à tolérer des modifications du milieu – **résistance**, et au temps nécessaire à sa récupération suite à ces modifications – **résilience**)¹.

Risque

Probabilité de survenue d'un phénomène redouté et/ou indésirable sur une espèce, un groupe d'espèces, un habitat voire sur l'ensemble de l'écosystème et résultant de son exposition directe ou indirecte à une ou plusieurs pressions¹.

Population

Les populations sont souvent définies comme des ensembles d'individus de la même espèce, vivant dans une même zone géographique et susceptibles de se reproduire entre eux. De grandes précautions doivent être prises pour appliquer ce type de définition aux espèces mobiles présentant des structures sociales complexes comme la mégafaune marine. Ainsi, des individus d'une même espèce qui se rencontrent n'ont pas tous les mêmes chances de se reproduire. Ceci peut se traduire par l'existence de groupes d'individus au sein d'une même espèce, plus ou moins isolés les uns des autres, qui peuvent pourtant être présents au même endroit.

Communauté

Ensemble d'espèces présentes à un même endroit ou à une même période, souvent liées entre elles par des interactions biologiques comme la prédation par exemple².

Unité de gestion (UG)

Ensemble ou groupe d'individus d'une même espèce qui subit une même pression et est suffisamment isolé des autres groupes de cette même espèce pour nécessiter une gestion spécifique.

Collision

Une **collision** résulte d'un choc entre deux corps dont au moins un est en mouvement. Dans ce bulletin, la collision fait référence au choc non intentionnel survenant entre un objet sans vitesse (une ligne d'ancrage par exemple) et un animal en déplacement. La collision peut résulter d'un défaut de détection qui peut être propre à l'espèce (comportement de chasse, incapacité morphologique ou sensoriel, etc.) ou résulter d'une altération des capacités de détection par un facteur extérieur (turbidité, émissions sonores, etc.).

¹ Adaptées des définitions issues des travaux du GT ECUME (groupe de travail sur les effets cumulés) du Ministère en charge de l'environnement et dérivées de l'arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique

² D'après la définition du Millennium Ecosystem Assessment, (2005) : Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Island Press, Washington, DC. 155p.

Qu'est-ce que l'enchevêtrement ?

Dans son sens littéral, l'**enchevêtrement** correspond à un ensemble d'éléments mêlés les uns aux autres d'une façon désordonnée. Associé au développement des énergies marines renouvelables (EMR), le terme « enchevêtrement » est couramment utilisé pour décrire spécifiquement les animaux pris dans des cordes, des lignes, des câbles ou toute autre infrastructure linéaire d'origine anthropique conduisant à la capture ou à l'immobilisation involontaire d'animaux marins sans possibilité d'en sortir (Benjamin *et al.*, 2014 ; Garavelli, 2020).

La notion d'enchevêtrement est à distinguer de la notion de **prises accessoires ou accidentelles** qui sera utilisée pour décrire les cas d'animaux pris involontairement dans des engins de pêche (filets, palangres, etc.) que ces derniers soient actifs (en activité de pêche) ou passifs (filets perdus et/ou abandonnés).

Quelles sont les causes de l'enchevêtrement ?

En milieu marin, les causes possibles d'enchevêtrement sont **multiples** et résultent de différentes activités anthropiques utilisant des structures linéaires plus ou moins souples et flexibles comme la pêche (engins de pêche, filets, etc.), l'aquaculture (lignes d'ancrage, filets, etc.), le transport maritime et la plaisance (lignes d'ancrage, mouillages, etc.), les connexions au réseau (câbles de télécommunication, etc.) ou encore les parcs éoliens flottants (lignes d'ancrage, câbles de transport d'électricité) (Benjamin *et al.*, 2014).

S'il existe peu de connaissances sur la façon dont la mégafaune marine s'enchevêtre dans ce dernier type de structures, la majorité des observations concerne l'enchevêtrement d'animaux dans des engins de pêche (filets, câbles d'attache, etc.) et d'aquaculture (filets anti-prédateurs) (Kropp, 2013).

Il y a plusieurs décennies, des cas d'enchevêtrement dans des câbles de communication ont été observés, mais ils concernaient majoritairement des cachalots enchevêtrés suite à un relâchement excessif des câbles en eau profonde ou à une mauvaise conception des câbles (Kropp, 2013 ; Garavelli, 2020). Les cachalots sont particulièrement sensibles car ils chassent près du fond dans une zone de faible luminosité, la bouche largement ouverte pour attraper leurs proies. Depuis les années 1960, l'absence d'observation de cas d'enchevêtrement dans ce type de câbles est due aux progrès technologiques (conception des câbles, technique d'enfouissement et de protection, etc.) et à leur dimensionnement, prévu pour ne pas former de boucles (notamment à cause des fibres optiques) (Kropp, 2013).

Le développement des parcs éoliens flottants (et plus largement des énergies marines renouvelables) au large des côtes françaises va se traduire par une augmentation du nombre d'infrastructures linéaires d'origine anthropique susceptibles de traverser la colonne d'eau. Cela interroge donc la communauté scientifique sur les risques d'enchevêtrement pour la mégafaune marine.



© David Waschbüsch / Pexels

En quoi les parcs éoliens flottants peuvent-ils générer un risque d'enchevêtrement ?

Principales sources de pressions au sein des parcs éoliens flottants

Au sein des parcs éoliens flottants, les sources potentielles d'enchevêtrement sont :

- (1) les **lignes d'ancrage** (en rouge sur la figure) qui maintiennent les infrastructures flottantes en place ;
- (2) les **câbles** (en orange sur la figure) utilisés pour transporter l'électricité produite au cours de la phase d'exploitation des parcs (Fig. 1).

Deux catégories principales de câbles sont utilisées au sein des parcs éoliens en mer : les **câbles inter-éoliennes**, qui vont transporter l'électricité produite par les éoliennes jusqu'au poste électrique en mer ; et les **câbles d'export**, qui vont exporter l'électricité produite en mer vers le réseau de transport d'électricité à terre. Les sources potentielles d'enchevêtrement existeront donc pendant toute la **phase d'exploitation** des parcs éoliens flottants, d'une durée moyenne estimée entre 25 et 30 ans.

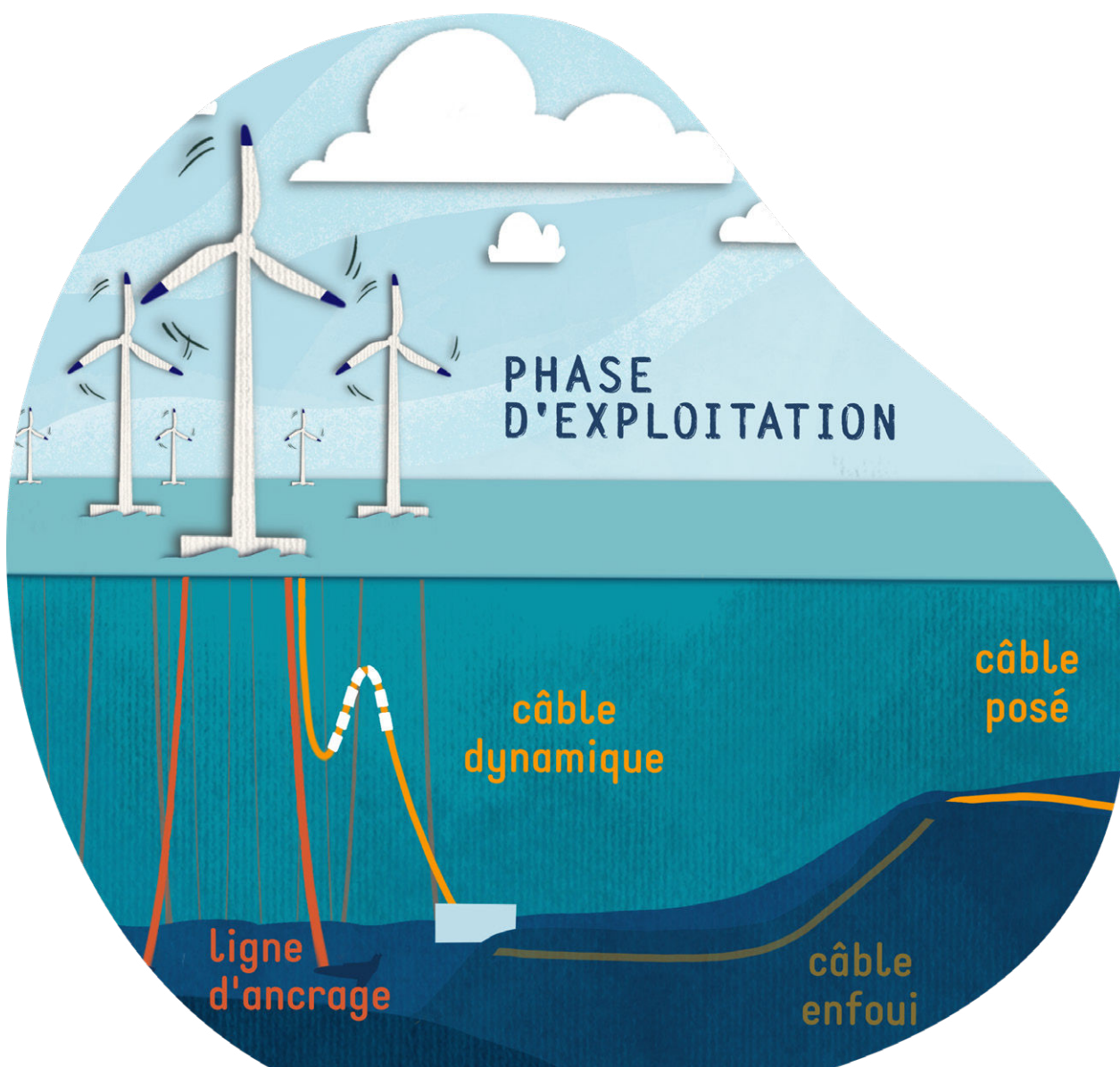


Fig. 1 Synthèse des principales sources d'enchevêtrement générées par les parcs éoliens flottants. En rouge, les lignes d'ancrage. En orange, les câbles de transport d'électricité (ou câbles inter-éoliennes) et les câbles d'export. Les câbles protégés par des enrochements ou des structures spécifiques en béton ne sont pas représentés ici car ils ne présentent pas de risques pour l'enchevêtrement.

Caractéristiques des parcs susceptibles d'influencer les sources de pressions

Plusieurs caractéristiques propres aux câbles et aux lignes d'ancrage peuvent influencer le niveau de risque d'enchevêtrement (Tab. 1).

Caractéristiques communes à toutes les infrastructures linéaires d'origine anthropique	
Comportement de l'infrastructure linéaire dans la colonne d'eau et en particulier du niveau de courbure (capacité à former des boucles et à se replier sur soi-même)	
Niveau de flexibilité et de rigidité	
Durée de vie (dans le cas de l'éolien flottant en mer, cela correspond à la durée d'exploitation moyenne des parcs éoliens)	
Profondeur d'implantation (dans le cas de l'éolien flottant en mer, la profondeur est estimée entre 50 et 100 mètres* en France métropolitaine) <i>*Estimation de la profondeur moyenne d'implantation au regard des technologies utilisées en 2023.</i>	
Densité locale dans la colonne d'eau (dans le cas de l'éolien en mer, cela correspond au nombre de câbles et de lignes d'ancrage au sein d'un même parc éolien)	
Caractéristiques techniques (diamètre, longueur, masse, systèmes de flottaison/protection associées, etc.)	
Caractéristiques spécifiques aux câbles utilisés au sein des parcs éoliens en mer	Caractéristiques spécifiques aux lignes d'ancrage utilisées au sein des parcs éoliens en mer
Émissions électromagnétiques émises par les câbles sous tension	Configuration (les lignes d'ancrages peuvent présenter différents niveaux de tension - lignes tendues, semi-tendues, etc.)
Mode d'installation (enfouissement, posé sur le fond, etc.)	Type de matériaux (les chaînes d'ancrages peuvent être constituées d'une succession de maillons en acier et/ou de fibres synthétiques en nylon ou en polyester)
	Niveau de tension mécanique (dépend de la capacité des matériaux à recevoir les ondes de choc générées par la mise en mouvement des infrastructures flottantes en réponse au mouvement de la houle et des courants de surface)
	Émissions sonores émises par la mise en mouvement des lignes d'ancrage en fonction des conditions météorologiques

Tab. 1 Tableau récapitulatif des caractéristiques propres aux infrastructures linéaires d'origine anthropique utilisées au sein des parcs éoliens flottants.

Les principales différences entre les sources de pressions générées par les parcs éoliens en mer et d'autres activités susceptibles d'induire un risque d'enchevêtrement (pêche, mouillage de plaisance, etc.) reposent sur les **caractéristiques techniques** des câbles et des lignes d'ancrage. Les dimensions de ces infrastructures linéaires (taille, diamètre, masse, longueur) ne sont pas comparables avec des lignes d'ancrage destinées à maintenir des casiers de pêche ou des bouées de mouillage. Elles sont beaucoup plus importantes (22 cm de diamètre pour les lignes d'ancrages en nylon de l'éolienne flottante FLOATGEN³ contre quelques centimètres en moyenne pour les cordes qui retiennent les casiers de pêche). La flexibilité des câbles et des lignes d'ancrage est également différente. Les câbles et les lignes d'ancrage sont dimensionnés pour ne pas subir de contraintes de torsion trop fortes et sont suffisamment rigides pour ne pas être en mesure de former des boucles.

³ L'éolienne flottante FLOATGEN est installée sur le site d'essai du SEM-REV au large du Croisic. Plus d'informations sur le site de FLOATGEN : <https://floatgen.eu/>

Comment distinguer l'enchevêtrement primaire et secondaire ?

● L'enchevêtrement primaire

L'enchevêtrement direct (ou « **enchevêtrement primaire** ») des animaux marins dans les câbles ou lignes d'ancrage utilisés au sein des parcs éoliens flottants est peu probable en raison des caractéristiques techniques et du niveau de flexibilité très faible de ces infrastructures. En condition normale d'utilisation, le risque de désensouillage des câbles est limité grâce aux techniques actuelles d'ensouillage et/ou de protection des câbles. Une interaction directe entre les câbles et les lignes d'ancrage et la mégafaune marine proviendrait plus probablement d'une **collision** due à une difficulté de détection de ces infrastructures par l'animal que d'un enchevêtrement primaire. La multiplication des câbles/lignes d'ancrage dans le périmètre d'un même parc (dont la surface dépendra de l'ampleur du projet) contribuera à augmenter la densité d'infrastructures linéaires traversant la colonne d'eau. Cette densité sera fonction des caractéristiques des technologies mises en œuvre (type de flotteur, nombre de lignes d'ancrage, etc.) et des parcs (configuration des infrastructures les unes par rapport aux autres, distances entre les infrastructures, etc.). Cette densité plus ou moins importante d'infrastructures linéaires sur une surface limitée pourrait conduire à un « **effet barrière** ». Cet effet barrière se traduit par la formation d'un obstacle à la libre circulation de la mégafaune marine pouvant conduire à une désertion ou à un évitement de la zone (Fig. 2).

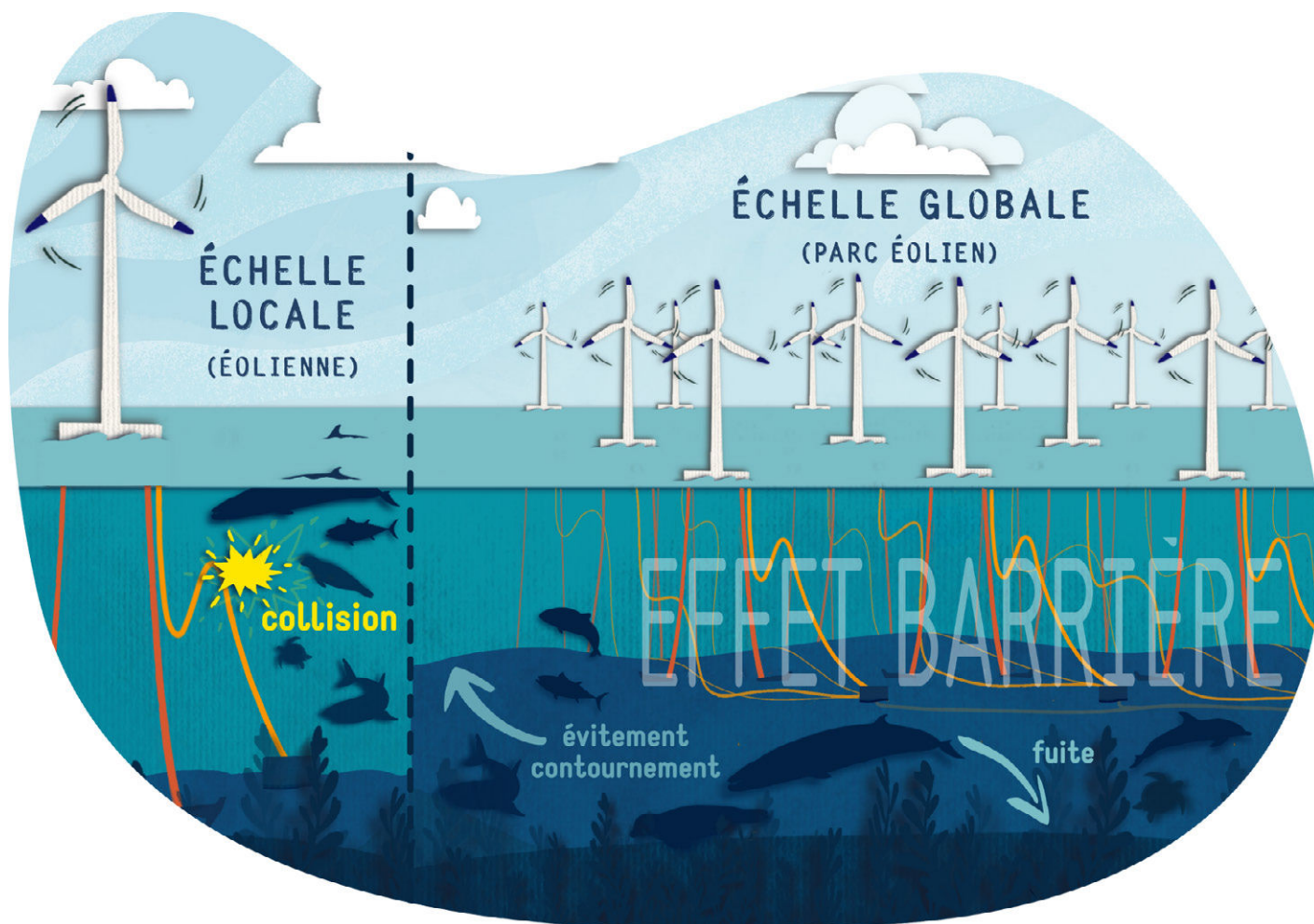


Fig. 2 Représentation graphique des effets potentiels directs induit par les parcs éoliens flottants sur la mégafaune marine. A noter que les espèces, les infrastructures anthropiques (éoliennes, câbles, lignes d'ancrage) et la configuration du parc éolien flottant ne sont pas à l'échelle. Ils sont illustrés ici à titre indicatif.

● L'enchevêtrement secondaire

La possibilité d'enchevêtrements indirects est appelée « **enchevêtrement secondaire** ». Le risque d'enchevêtrement secondaire de la mégafaune marine liée à la présence des câbles/lignes d'ancrage apparaît plus probable et dépend principalement du taux d'accumulation des déchets dans ces infrastructures. Un parc éolien flottant situé dans le panache d'un estuaire par exemple sera probablement plus soumis à l'accumulation de déchets qu'un parc situé dans une zone marine moins soumise aux pollutions d'origine terrestre.

En milieu marin, les sources de déchets susceptibles de générer un risque d'enchevêtrement secondaire sont multiples : agriculture (bâches plastiques de protection, sacs de transport de fruits et légumes, etc.), commerce et industries (sacs plastiques, filets d'emballage, etc.), pêche et aquaculture (filets perdus ou abandonnés, etc.) ou trafic maritime (sacs plastiques, etc.). La succession d'infrastructures linéaires dans la colonne d'eau peut servir de support d'accroche pour ces déchets en mer et conduire à un **enchevêtrement**, proche de ce qui s'observe déjà en mer en cas de captures accidentelles de la mégafaune marine.

La présence de ces déchets emmêlés autour des câbles/lignes d'ancrage peut également induire un risque de **lésions physiques** (blessures, coupures, etc.) par contact direct de l'animal avec des déchets solides (résidus de plastiques durs, morceaux de métaux, etc.) entremêlés à des déchets plus souples (filets, sacs, cordages, etc.). Les déchets accumulés peuvent aussi être colonisés par de petits organismes vivants et attirer une communauté de poissons pouvant susciter un phénomène d'**attractivité** auprès de certaines espèces prédatrices (thons, requins, etc.) attirées par cette potentielle source de nourriture. Enfin, le degré d'accumulation des déchets au sein d'un parc éolien flottant peut renforcer l'**effet barrière** par augmentation du matériel d'origine anthropique sur une surface limitée (**Fig. 3**).

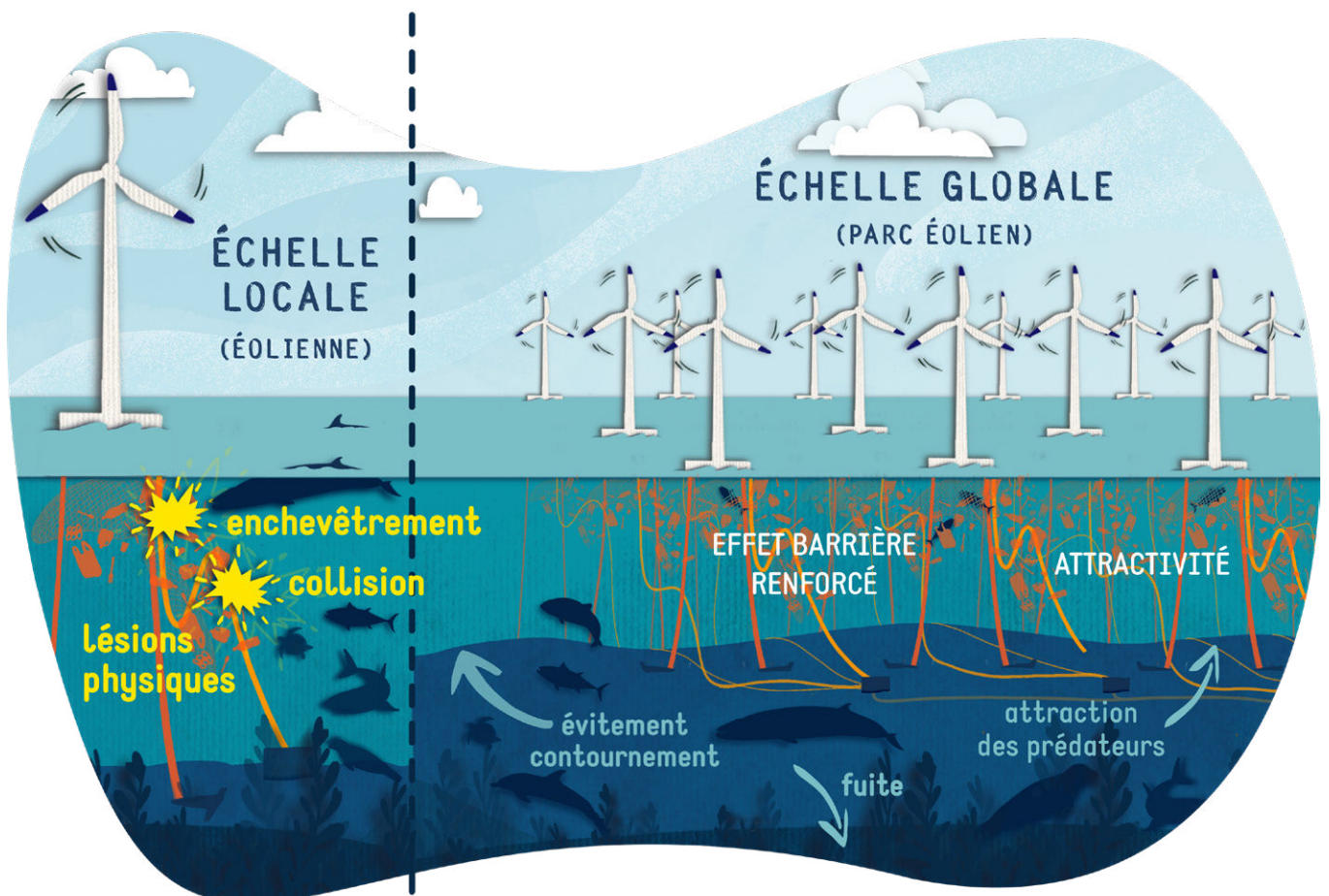


Fig. 3 Représentation graphique des effets potentiels indirects induits par les parcs éoliens flottants sur la mégafaune marine. A noter que les espèces, les infrastructures anthropiques (éoliennes, câbles, lignes d'ancrage) et la configuration du parc éolien flottant ne sont pas à l'échelle. Ils sont illustrés ici à titre indicatif.

Quels critères influencent la sensibilité de la mégafaune marine face au risque d'enchevêtrement ?

On distingue trois types de réponses comportementales des animaux marins face à un câble ou à une ligne d'ancrage :

- **L'attraction.** La présence d'une nouvelle infrastructure linéaire d'origine anthropique va susciter l'intérêt de l'animal de façon directe (curiosité) ou indirecte (l'infrastructure génère un effet, par exemple un effet récif⁴ qui va attirer une nouvelle communauté de poissons) ;
- La **neutralité.** La présence d'une nouvelle infrastructure linéaire d'origine anthropique ne suscite aucune réaction de la part de l'animal qui ne modifie pas son comportement ;
- La **répulsion.** La présence d'une nouvelle infrastructure linéaire d'origine anthropique va conduire à l'évitement voire à un mouvement de fuite de l'animal qui va s'en éloigner d'une manière plus ou moins marquée (changement de comportement plus ou moins brusque et rapide) et anticipée (à plus ou moins grande distance de l'infrastructure).

Selon les espèces considérées et leurs caractéristiques individuelles, la **sensibilité** des individus face à des infrastructures linéaires d'origine anthropique va varier en suivant ce gradient « attraction > neutralité > répulsion ». Elle sera fonction d'un ensemble de caractéristiques susceptibles d'influencer la capacité des animaux à détecter et éviter les câbles/lignes d'ancrage. Ces caractéristiques vont varier en fonction des espèces (voire des individus) et peuvent être de deux types (Fig. 4) :

- **Caractéristiques biologiques** (en bleu) c'est-à-dire qui sont propres aux caractéristiques morpho-biologiques de l'espèce et qui conditionnent les capacités de détection et d'évitement des infrastructures linéaires par les animaux ;
- **Caractéristiques environnementales** (en blanc) c'est-à-dire qui vont influencer la capacité de détection des infrastructures linéaires par les animaux et qui sont toutes étroitement liées les unes aux autres.

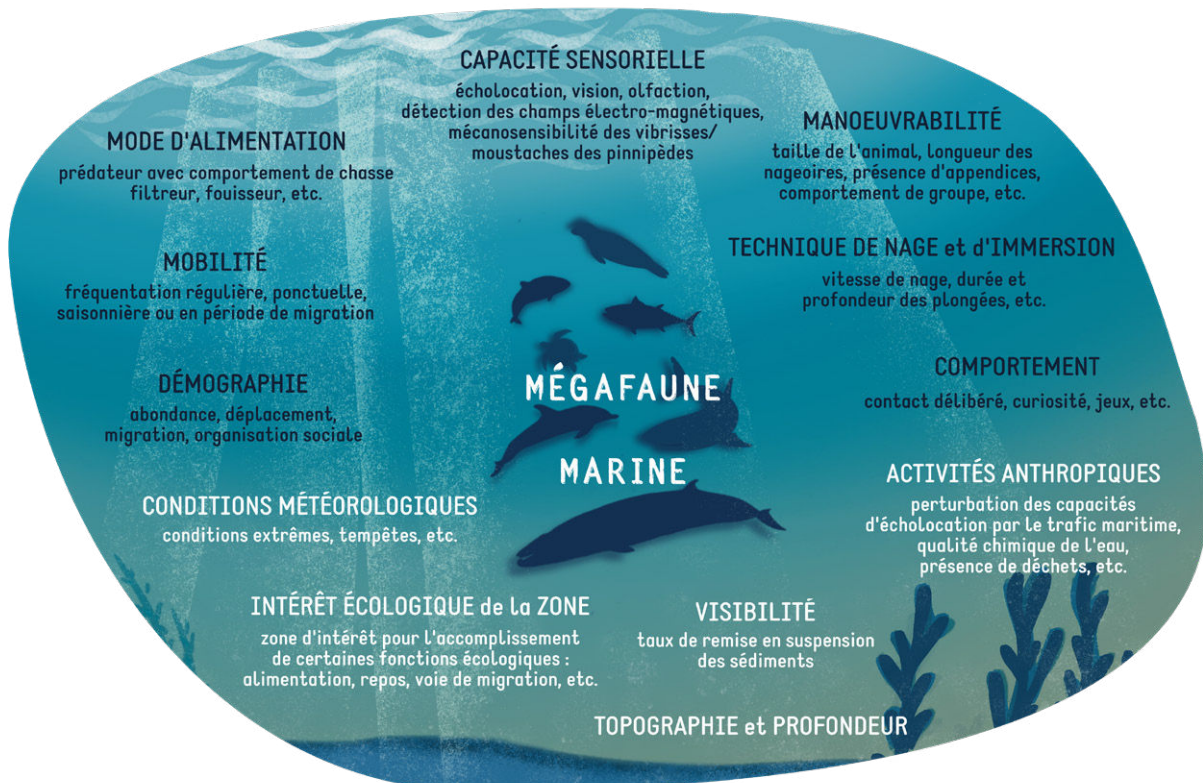


Fig. 4 Représentation graphique des caractéristiques biologiques et environnementales qui conditionnent les capacités de détection et d'évitement des infrastructures linéaires par la mégafaune marine.

La réponse comportementale des animaux pourra influencer la probabilité de fréquentation de la zone et donc le risque d'enchevêtrement. A noter que certaines caractéristiques environnementales, comme la remise en suspension des sédiments provoquée par le mouvement des chaînes sur le fond, peuvent, en fonction des espèces et des individus, générer un phénomène d'attraction (espèces qui fréquentent les milieux turbides pour se nourrir) ou de répulsion (espèces qui fuient les milieux turbides par manque de visibilité). L'intérêt écologique de la zone et/ou l'effet récif⁴ résultant de l'ajout d'une infrastructure d'origine anthropique dans le milieu marin (ici des infrastructures flottantes et linéaires) peut également renforcer la probabilité de fréquentation. Le risque d'enchevêtrement de certaines espèces aux capacités biologiques de détection des câbles/lignes d'ancrage limitées peut donc être plus important, en particulier pour l'enchevêtrement secondaire. Le risque d'enchevêtrement primaire dans les câbles et lignes d'ancrage reste limité compte tenu de leurs caractéristiques techniques.

⁴ Cf. Bulletin COME3T n°3 « L'effet récif induit par les parcs éoliens et leur raccordement »

Quels sont les impacts potentiels de l'enchevêtrement ?

Le lien entre les effets liés à l'enchevêtrement (qu'il soit primaire ou secondaire) et leurs impacts potentiels sur la mégafaune marine est difficile à faire pour la communauté scientifique. **L'estimation des risques résulte souvent d'hypothèses « à dire d'experts » reposant sur les observations faites, à l'échelle des individus, sur des équipements anthropiques similaires.**

Dans le cas d'une **collision** entre des câbles/lignes d'ancrage et un individu, l'impact potentiel le plus probable serait une lésion physique (contusion, œdème, etc.) plus ou moins temporaire en fonction de la vitesse de déplacement de l'animal. L'**effet barrière** généré par la densité des infrastructures linéaires sur une surface restreinte peut, quant à lui, induire une fragmentation des habitats et des unités de gestion. En fonction des espèces, il peut également conduire à des changements comportementaux de type désertion ou évitement de la zone. Dans les deux cas, l'augmentation de la dépense énergétique lié au contournement ou à la désertion d'une zone d'intérêt écologique (zone de nourrissage, de repos, de soin des jeunes, etc.) peut conduire à une dégradation de l'état de santé des individus. A terme, cette dégradation de l'état de santé peut avoir des conséquences à l'échelle de l'unité de gestion (cf. focus).

L'**enchevêtrement secondaire** dans des déchets accumulés peut conduire à l'asphyxie si l'animal n'est pas en mesure de se dégager. Il peut également conduire à un amaigrissement de l'animal si les déchets constituent une entrave à ces déplacements. A long terme, ce genre d'entrave au mouvement peut avoir des impacts physiologiques importants sur l'état de santé général de l'individu et sur son

FOCUS

Si le risque d'enchevêtrement direct dans des câbles/lignes d'ancrage est jugé peu probable, il n'en est pas de même pour les déchets marins (filets, cordages, etc.). Les parcs éoliens flottants étant susceptibles d'accumuler ce type de déchets perdus ou abandonnés en mer, ils représentent un risque d'enchevêtrement indirect ou secondaire.

L'impact des lignes flottantes utilisées pour la pêche aux casiers

Lorsque les impacts individuels concernent un nombre trop élevé d'individus ou concernent des individus essentiels au maintien de la structure de l'unité de gestion (femelles en capacité de se reproduire par exemple), les conséquences sur la viabilité d'un groupe peuvent conduire à la diminution du nombre d'individus. Cela a notamment été mis en avant par Moore (2019) dans son étude sur les populations de baleine noire d'Atlantique nord (*Eubalaena glacialis*). Celle-ci montre que le nombre de décès et de blessures graves résultant des activités anthropiques dépassent régulièrement la valeur seuil définissant le nombre maximal d'animaux pouvant disparaître de la population sans porter atteinte à la structure de l'unité de gestion dans le temps. Eu égard aux traces et marques observées sur les animaux enchevêtrés, les lignes de fond flottantes utilisées pour la pêche au casier ont été identifiées parmi les activités anthropiques ayant entraîné le déclin de la population depuis 2010 (Moore, 2019).

activité métabolique, avec des conséquences possibles sur sa croissance et ses capacités de reproduction. Enfin, les **lésions physiques** occasionnées par le contact avec certains déchets peuvent, en fonction de leur gravité, favoriser l'apparition d'infections, de maladies ou conduire à des malformations (excroissance des nageoires, etc.).

S'il est possible d'émettre des hypothèses à l'échelle des individus, il est difficile de les extrapoler à l'échelle d'un groupe d'individus. Les interactions qui régissent le fonctionnement d'un groupe sont complexes et dépendent d'un grand nombre de paramètres (espèces, nombre d'individus, zone étudiée, etc.). C'est d'autant plus vrai pour la mégafaune marine dont les représentants sont des espèces à longue durée de vie et ayant un taux de reproduction faible. Pour estimer les impacts à l'échelle des unités de gestion, il est donc nécessaire de déterminer à partir de quand les impacts individuels concerneront un nombre suffisamment élevé d'individus pour avoir un impact sur la viabilité d'un groupe entier (cf. focus).

Comment améliorer les connaissances et limiter les risques ?



Les espèces associées à la mégafaune marine des eaux métropolitaines sont bien identifiées et connues de la communauté scientifique. Cependant, un manque de connaissances fondamentales persiste sur le fonctionnement des unités de gestion pour les espèces vivant en groupe (mammifères marins, tortues marines, grands poissons, etc.). L'étude des effets potentiels ne doit donc pas se limiter aux individus mais doit considérer les groupes d'individus qui évoluent et changent au cours du temps. Sur ce point, l'amélioration des connaissances est rendue difficile par la diversité des méthodes et des suivis à mettre en place pour les évaluer.

Considérant ce manque de connaissance, il est d'autant plus difficile de prédire les effets générés par différentes sources de pressions. Et cela, qu'elles soient dues au développement des parcs éoliens flottants, aux autres activités anthropiques, ou aux changements globaux. C'est d'autant plus vrai en raison du faible retour d'expérience actuel sur les risques associés à l'enchevêtrement (qu'ils soient primaires ou secondaires) spécifiques à l'éolien flottant.

La compréhension du comportement de la mégafaune marine en présence des câbles/lignes d'ancrage est fondamentale pour l'évaluation des risques. En l'absence de zone prédéfinie et d'espèces cibles, réaliser une évaluation quantitative des risques d'enchevêtrement de la mégafaune marine dans les parcs éoliens flottants n'est

pas possible. En revanche, identifier les sources de pressions potentielles susceptibles de générer un risque d'enchevêtrement, les caractéristiques biologiques des espèces et les caractéristiques environnementales, apportent les premiers jalons indispensables à une évaluation de ce type.

Sur la base des caractéristiques identifiées dans ce bulletin, les experts peuvent émettre plusieurs propositions afin de connaître, prévenir, réduire et suivre les risques d'enchevêtrement au sein des parcs éoliens flottants :

- **Améliorer les connaissances** fondamentales et acquérir des données sur le comportement des animaux au sein des parcs éoliens flottants. Cette amélioration des connaissances doit être globale et doit considérer, par site d'implantation des parcs, l'ensemble des espèces présentes (taux de fréquentation des sites, structures sociales des groupes, etc.) ;
- **Mettre en place des mesures de prévention** afin de réduire les risques et la probabilité d'enchevêtrement secondaire dans des déchets marins d'origine anthropique. La mise en place de mesures de contrôle, de suivi et de nettoyage contribuera à limiter l'accumulation de déchets. Au sein des parcs éoliens flottants, ces opérations de suivi/contrôle/nettoyage peuvent être mutualisées avec les opérations de maintenance réalisées sur site. Si la meilleure façon de réduire les déchets marins est d'agir à la source d'émission (gestion des déchets à terre), des protocoles d'évaluation des sources potentielles de déchets au sein des parcs éoliens sur toute la durée de vie du projet peuvent contribuer à limiter et réduire le nombre de déchet sur site ;
- **Réduire les risques d'enchevêtrement secondaire** grâce à des mesures de répulsion adaptées. L'utilisation de dispositifs de répulsion acoustique pour éloigner la mégafaune marine des

parcs éoliens flottants et réduire les risques liés à l'enchevêtrement est vivement déconseillée. Au regard de la durée de vie des parcs, l'utilisation de ce genre de dispositif risque de générer un phénomène d'habituation de certaines espèces et de générer une pression supplémentaire continue et à long terme (25 à 30 ans, équivalent à la durée de vie moyenne des parcs éoliens en mer). Basées sur les connaissances et les observations comportementales faites au sein des parcs éoliens flottants grâce aux mesures de suivis proposées ci-après, des mesures de répulsion adaptées pourront être proposées si elles s'avèrent être nécessaires pour certaines espèces ;

- **Suivre les effets potentiels sur la mégafaune marine** grâce à l'étude du comportement de la mégafaune marine au sein des parcs éoliens flottants. Les suivis classiques (observations et suivis aériens et/ou depuis la mer) ne peuvent que partiellement répondre au besoin de connaissances. Pour comprendre ce qui se passe sous l'eau et quel type de comportement adopte la mégafaune marine face à une succession d'infrastructures linéaires qui traversent la colonne d'eau, il est nécessaire de coupler les méthodes de suivi les plus pertinentes et les plus adaptées à l'étude du comportement (imagerie - caméra, télémétrie, acoustique - échosondeurs, hydrophones, etc.). Ces méthodes de suivi doivent être innovantes et propres au contexte de l'éolien flottant et aux capacités cognitives de la mégafaune marine. L'échelle spatio-temporelle de ces suivis doit également être adaptée au cycle biologique des espèces, à leur longévité et à leur grande mobilité. En complément des mesures de suivi mises en œuvre dans le cadre des études d'impact et des mesures de suivi imposées par la réglementation, encourager le développement des sciences participatives peut contribuer à améliorer les connaissances. À partir de protocoles adaptés, standardisés et définis en collaboration avec les scientifiques, les sciences participatives représentent souvent une opportunité non négligeable de collecte d'informations. En plus des usagers de la mer, ces suivis pourraient être mis en œuvre en partenariat avec les professionnels opérant à l'intérieur et/ou à proximité immédiate des parcs éoliens flottants (opérateurs de maintenance, pêcheurs, etc.).



Conclusion

Il existe une bonne connaissance de l'enchevêtrement de la mégafaune marine dans les déchets marins. Transposer certains effets observés, pour les cas d'enchevêtrement dans des déchets marins, au risque d'enchevêtrement secondaire généré par les déchets (filets, cordages ou autres déchets perdus ou abandonnés) qui se retrouveraient piégés au sein des parcs éoliens flottants est possible. Mais le faible retour d'expérience au sein des parcs éoliens flottants ne permet pas de qualifier de façon robuste les risques identifiés. La capacité et le niveau d'accumulation de déchets au sein des parcs éoliens flottants sont encore méconnus. En fonction des observations qui seront faites sur site (taux d'accumulation de déchets) et des mesures éventuellement mises en œuvre pour réduire la présence des déchets au sein des parcs éoliens flottants et plus largement en mer (réduction des déchets à la source, modification des pratiques de pêche, sensibilisation des professionnels et usagers de la mer, etc.), le niveau d'enjeu lié au risque d'enchevêtrement secondaire (plus important que celui d'enchevêtrement primaire considéré comme négligeable) pourra éventuellement être réduit.

EN BREF

Le terme « enchevêtrement » décrit le phénomène de capture ou d'immobilisation involontaire d'animaux marins dans des infrastructures linéaires d'origine humaine (filets, cordages, lignes d'ancrage, etc.). On distingue deux types d'enchevêtrement. L'enchevêtrement primaire correspond à l'enchevêtrement direct d'un animal dans des infrastructures linéaires. L'enchevêtrement secondaire correspond à l'enchevêtrement indirect d'un animal dans les déchets accumulés sur ces infrastructures linéaires.

Les parcs éoliens flottants ne seront probablement pas des sources d'enchevêtrement primaire compte tenu des caractéristiques techniques des câbles et des lignes d'ancrage. En revanche, le risque d'enchevêtrement secondaire dans des déchets marins issus des activités anthropiques maritimes (plaisance, pêche, aquaculture, trafic maritime, etc.) et terrestre (agriculture, industries, etc.) est considéré comme non négligeable au regard de l'impact des déchets marins déjà observé par la communauté scientifique sur la mégafaune marine.

Bibliographie

- Benjamins, S., Harnois, V., Smith, H.C.M., Johanning, L., Greenhill, L., Carter, C., Wilson, B., (2014). Understanding the potential for marine megafauna entanglement risk from renewable marine energy developments. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 791., 95p.
- Garavelli, L., (2020). Encounters of Marine Animals with Marine Renewable Energy Device Mooring Systems and Subsea Cables. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES). pp. 146-153.
- Kropp, R.K., (2013). Biological and existing data analysis to inform risk of collision and entanglement hypotheses. Environmental effects of marine and hydrokinetic energy. Pacific Northwest national laboratory, PNNL report-22804. US Department Energy, DE-AC05-76RL01830, 42p.
- Moore, M.J., (2019). How we can all stop killing whales: a proposal to avoid whale entanglement in fishing gear. ICES Journal of Marine Science, 76:781-786.

Tous droits réservés.

Les textes de ce bulletin sont la propriété de France Energies Marines.

Ils ne peuvent être reproduits ou utilisés sans citer la source et sans autorisation préalable. Les photos, les schémas et les tableaux (sauf indication contraire) sont protégés par le droit d'auteur.

Ils restent la propriété de France Energies Marines et ne peuvent être reproduits sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de France Energies Marines.

Citer le document comme ci-dessous :

Henry S, Heerah K, Jung J-L, Martinez L et Miaud C.

Les parcs éoliens flottants peuvent-ils générer un risque d'enchevêtrement et de blessure pour la mégafaune marine ?

Bulletin COME3T n°09

Plouzané : France Energies Marines, 2023, 20 pages.

Edition : juillet 2023

Dépôt légal à parution.

Maquettage : France Energies Marines

Conception graphique des figures : Siegrid Design



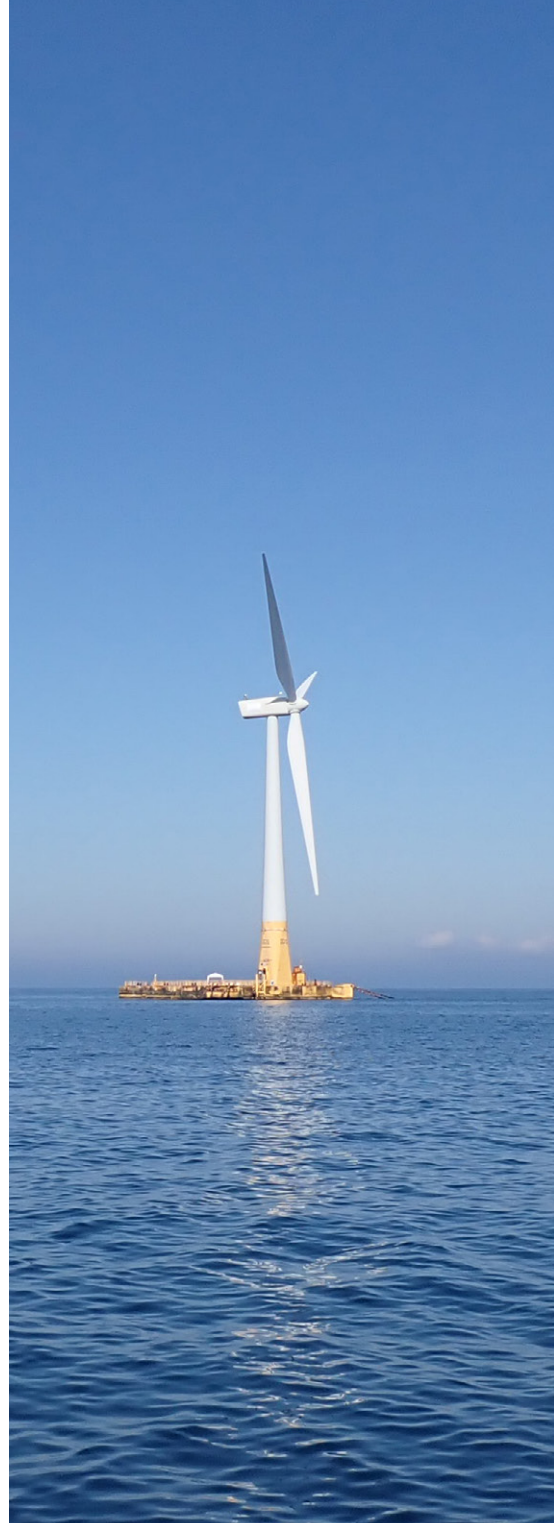
COME3T est une initiative qui réunit un ensemble d'acteurs nationaux et régionaux (universités, industriels, bureaux d'études, régions, services de l'État, etc.) au sein d'un comité de pilotage qui soumet des questions, issues des interrogations du public et des principaux enjeux environnementaux et socio-économiques identifiés par les acteurs, à des comités d'experts neutres et indépendants. Pour chaque thématique, un comité d'experts est constitué suite à un appel à candidature et apporte des éléments d'information, de synthèse et de recommandation sur les enjeux environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables.

<https://www.france-energies-marines.org/projets/come3t/>



Une initiative coordonnée par France Energies Marines.

France Energies Marines est l'Institut pour la Transition Énergétique dédié aux énergies marines renouvelables. Ses missions : fournir, valoriser et alimenter l'environnement scientifique et technique nécessaire pour lever les verrous liés au développement des technologies des EMR tout en assurant une intégration environnementale optimale. De par son fonctionnement reposant sur un partenariat public-privé, l'Institut se situe à l'interface entre les acteurs institutionnels (collectivités territoriales, régions, etc.), académiques, scientifiques et industriels (développeurs et porteurs de projet).



Bâtiment Cap Océan
Technopôle Brest Iroise
525, Avenue Alexis De Rochon
29280 Plouzané
02 98 49 98 69
www.france-energies-marines.org

ISSN 2743-6896



9 782493 115331

© France Energies Marines - 2023