

Quels sont les effets potentiels des champs électromagnétiques produits par les câbles de transport d'électricité des parcs éoliens sur les organismes marins ?



© Olivier Dugornay / Ifremer

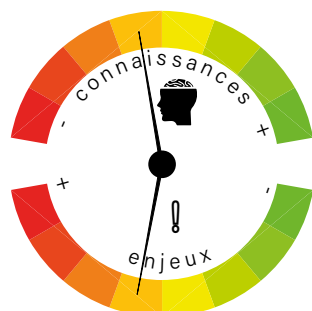
Bulletin n°7
Juin 2023

 COMEST



Le **LABEL COME3T** valorise les projets de recherche visant à améliorer les connaissances des enjeux environnementaux et socio-économiques liés au développement des énergies marines renouvelables.

Il s'inscrit dans l'initiative COME3T, COMité d'Expertise pour les Enjeux Environnementaux des énergies marines renouvelables, qui réunit des experts neutres et indépendants pour apporter des éléments de connaissances scientifiques et des recommandations en réponse à ces enjeux.



Problématique jugée comme « à enjeux modérés au regard de l'état actuel des connaissances jugées moyennes pour les effets potentiels des CEM en milieux naturels » par les experts

Expertise scientifique

Antoine CARLIER - Écologie benthique et impacts des projets EMR (Ifremer)

Sylvain CHAUVAUD - Interactions activités humaines et faune marine (TBM Environnement)

Jean-François D'EU - Instrumentation et mesures de champs électro-magnétiques (Mappem Geophysics)

Sandrine DERRIEN-COURTEL - Écologie benthique (Muséum national d'histoire naturelle)

Aurélié JOLIVET - Interactions activités humaines et faune marine (TBM Environnement)

Martial LAURANS - Écologie et biologie des crustacés (Unité Halgo, Ifremer)

Nolwenn QUILLIEN - Écologie marine, interactions benthos et EMR (France Énergies Marines)

Marine REYNAUD - Interactions activités humaines et faune marine, suivis environnementaux (École Centrale de Nantes)

Bastien TAORMINA - Interactions activités humaines et communautés benthiques (Norwegian Institute of Marine Research)

Coordination, synthèse et rédaction

Sybill HENRY - France Énergies Marines

Introduction

Les champs électromagnétiques (CEM) sont naturellement présents dans l'environnement, y compris dans le milieu marin. De nombreux organismes vivants sont en mesure de les détecter. La sensibilité aux champs magnétiques existe chez de nombreuses espèces marines (cétacés, requins, raies, poissons, tortues marines, crustacés, etc.) et certaines espèces, comme les raies et les requins, possèdent des organes électroréceptifs qui les rendent sensibles aux champs électriques.

Les CEM d'origine artificiels s'ajoutent aux CEM naturels et peuvent perturber ces espèces dites magnétosensibles et électroréceptrices. En milieu marin, la principale source de CEM anthropiques provient des câbles électriques en fonctionnement qui sont utilisés pour plusieurs usages (raccordement des îles aux continents, alimentation des plateformes en mer, etc.). Avec le développement des parcs éoliens en mer (mais aussi des énergies marines renouvelables dans leur ensemble) au large des côtes françaises, le nombre de câbles électriques installés en milieu marin va augmenter au cours des prochaines décennies et interroge la communauté scientifique sur les effets potentiels de ces câbles sur les organismes marins et l'environnement.

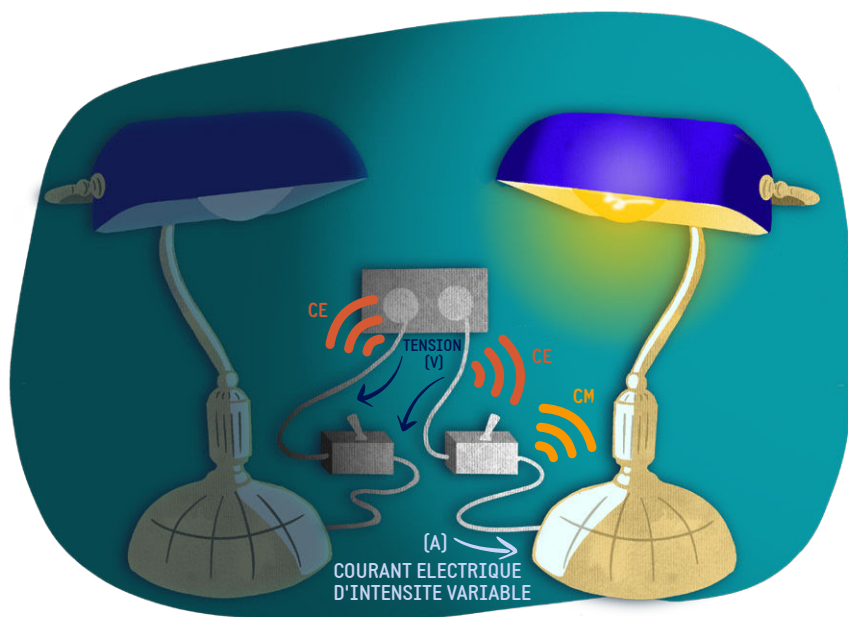


Coupe d'un câble électrique

Définitions

Tension et courant

Pour comprendre la différence entre « tension » et « courant » électriques, il est possible de faire une analogie entre les réseaux d'eau et d'électricité. La pression exercée dans un réseau d'eau peut être comparée à la tension dans un réseau électrique, tandis que le débit de l'eau peut être comparé au courant électrique. Ainsi, le courant correspond à la mise en circulation d'électrons dans un matériel conducteur et est caractérisé par une intensité (exprimée en Ampères, A). Lorsqu'une lampe est branchée au réseau électrique par exemple, elle est sous tension (exprimée en Volts, V) et émet un **champ électrique** (exprimé en Volts/mètre, V/m). Ce n'est que



© Siegrid Design

Fig. 1 Illustration de l'exemple de la lampe et des unités de mesures propre à la définition du courant électrique - Tension (en V) et intensité (en A). D'après RTE¹.

lorsque la lampe est allumée qu'un courant électrique circule au sein des câbles d'alimentation avec une certaine intensité et génère un **champ magnétique** (Fig. 1). Il peut être statique (en présence d'un courant continu) ou alternatif (si le courant est alternatif) (voir encadré page suivante). Le couplage du champ électrique et du champ magnétique est appelé, **champ électromagnétique**¹.

Ondes et champs électromagnétiques

Une onde ou un champ électromagnétiques sont caractérisés par une **fréquence** (nombre de répétitions d'un motif en une seconde exprimée en Hertz, Hz) et une **longueur d'onde** (c'est-à-dire la distance parcourue pendant la durée du motif, exprimée en mètre, m). Plus la longueur d'onde est courte (autrement dit, plus la fréquence est élevée), plus l'énergie portée par l'onde est importante. Lorsque la notion de propagation est importante, on parle d'**ondes électromagnétiques**. C'est le cas notamment des hautes fréquences utilisées en télécommunication. Dans le domaine des basses fréquences, c'est le terme **champ électromagnétique** qui est privilégié.

Conductivité

Capacité d'un matériau à être traversé par un courant électrique, exprimée en Siemens (S) en fonction de la distance (S/m). L'inverse est la **résistivité**, soit l'aptitude à s'opposer à la circulation d'un courant électrique, exprimée en Ohms (Ω) en fonction de la distance ($\Omega.m$).

Effet

Conséquence objective de l'introduction d'une ou plusieurs pressions susceptibles de générer un **impact** sur le milieu vivant 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)².

¹ MOOC « Comprendre les champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences » proposé par RTE : <https://mooc.cem-50hz.info/>

Quelle est la différence entre un courant alternatif et un courant continu ?

Un courant électrique correspond à la mise en circulation d'électrons dans un matériel conducteur. En fonction de la manière dont les électrons vont circuler, le courant sera qualifié de courant alternatif ou de courant continu.

Le courant alternatif transporte alternativement les électrons dans un sens puis dans l'autre. Sa fréquence, exprimée en Hz, témoigne du nombre de changement de sens effectué par seconde. En France par exemple, la fréquence utilisée pour le courant alternatif est de 50 Hz, ce qui signifie que les charges électriques font 50 alternances en une seconde. Ce type de courant est caractéristique des systèmes de production par alternateur dont le rotor tourne sur lui-même pour produire de l'énergie.

Le courant continu transporte les charges électriques dans un seul sens. Il est caractéristique des courants délivrés par les piles ou les accumulateurs avec un courant unique qui circule dans un seul sens, du pôle positif vers le pôle négatif.

Effet cumulé

Combinaison dans le temps et/ou dans l'espace de plusieurs effets (issus d'une ou de plusieurs activités anthropiques différentes) qui peuvent se cumuler de manière **additionnelle** (la somme des effets équivaut à la somme de chaque effet pris individuellement), **antagoniste** (les effets observés seront inférieurs à la somme de chaque effet pris individuellement), **synergique** (les effets observés seront supérieurs à la somme de chaque effet pris individuellement) ou **masquante** (un effet domine le signal et masque les autres effets pris individuellement) sur un **récepteur écologique** (c'est-à-dire un individu, une espèce, un groupe d'espèces ou un habitat)³.

Benthique

Qui est relatif au fond marin. Un organisme **benthique** est un organisme qui passe la plus grande partie de son cycle de vie (voir son cycle de vie entier) sur ou à proximité du fond ou dans le sédiment. En opposition, un organisme **pélagique** est un organisme dont tout ou partie de son cycle de vie est réalisé en nageant ou en flottant dans la colonne d'eau.

² 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

³ Adaptée de la définition des « effets cumulés » proposé par l'OES-environmental : <https://tethys.pnnl.gov/about-oes-environmental>

Les champs électromagnétiques en milieu marin

Qu'est-ce qui caractérise un champ électromagnétique en milieu marin ?

Un **champ électromagnétique (CEM)** apparaît dès que des charges électriques sont mises en mouvement. Il présente deux composantes : un **champ électrique** et un **champ magnétique**. Le **champ électrique (CE)** est directement lié à la tension électrique. Sa force dépend donc de la tension et de la distance à l'émetteur (exprimé en Volts/m). Le **champ magnétique (CM)** co-existe avec le champ électrique et est généré par la circulation d'un courant électrique. Ce champ magnétique dépend de l'intensité du courant électrique et de la distance à l'émetteur (exprimé en Ampères/m ou bien plus souvent en μTesla selon l'équivalence $1 \text{ A/m} = 1,25 \mu\text{T}$). En présence d'un élément conducteur (courant marin, passage d'un animal, etc.), le champ magnétique peut être à l'origine d'un **champ électrique induit (CEi)** de l'ordre de quelques $\mu\text{V/m}$ (Fig. 2).

La particularité de la diffusion des CEM en milieu marin résulte de la **conductivité** de l'eau mer qui est relativement **élevée** (entre 3 et 5 S/m) comparativement aux sols (environ 0,001 S/m) ou à l'eau douce (entre 0,02 et 0,08 S/m). Cela est directement corrélé aux **propriétés physico-chimiques de l'eau de mer** et en particulier la salinité, la température et la profondeur.

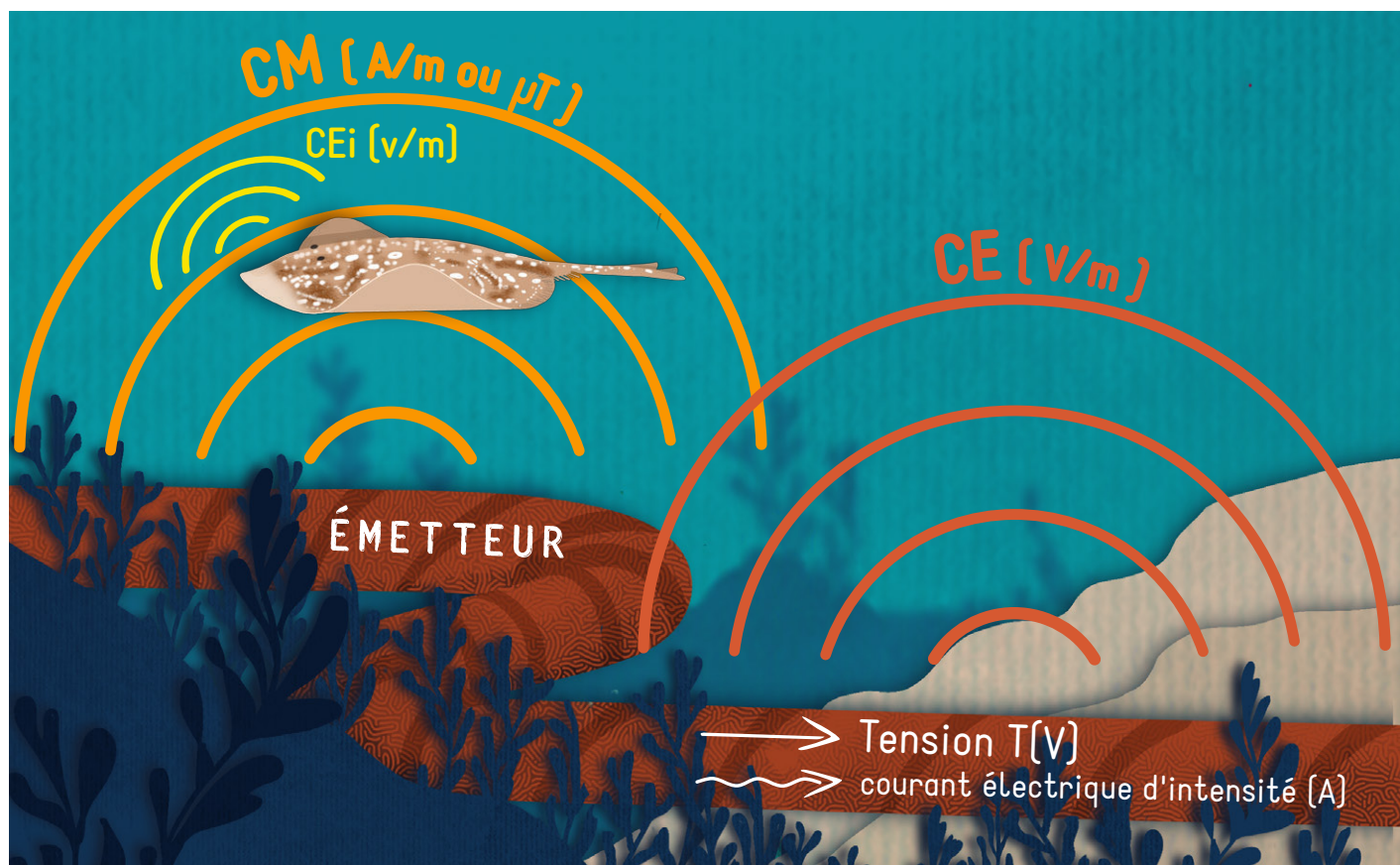


Fig. 2 Composantes du champ électromagnétique en milieu marin.

Les CEM existent **naturellement** dans l'environnement. Le champ magnétique terrestre (aussi appelé **champ géomagnétique**) est le plus connu. Présent sur l'ensemble du globe, son intensité varie de $20 \mu\text{T}$ à l'équateur à $70 \mu\text{T}$ aux pôles et est de l'ordre de $50 \mu\text{T}$ en France métropolitaine. Ce champ géomagnétique prend sa source dans le noyau terrestre (entre 3000 et 5000 km de profondeur) et est considéré comme relativement stable. Les organismes marins eux-mêmes peuvent être considérés comme des sources naturelles d'émission de champs électriques faibles et très localisés, appelés **champs bioélectriques**.

Les activités humaines vont également être génératrices de CEM. En milieu marin, elles sont majoritairement induites par les activités terrestres (à proximité des côtes) et les câbles sous-marins.

Comment les mesurer ?

Le suivi et les mesures des **CEM anthropiques** peuvent être assurés par différents types d'instruments de mesure sensibles aux faibles variations des champs magnétiques et électriques. Étant donné la faible résistivité de l'eau de mer, ces mesures sont difficiles à réaliser en milieu marin et nécessitent des instruments de mesure spécialisés. L'**électromètre** permet de mesurer la tension et le **magnétomètre** permet de donner une estimation du champ magnétique en mesurant le champ électrique induit (conversion du champ magnétique en un champ électrique induit grâce à un trans-conducteur).

Entre 2017 et 2020, deux systèmes innovants de mesure des CEM ont été déployés dans le cadre du projet SPECIES⁴ : les systèmes PASSEM et STATEM. Le système de mesure tracté PASSEM contient un magnétomètre et des électrodes permettant de mesurer les champs magnétiques et électriques dans l'eau et d'identifier les zones émettrices. La station de mesure STATEM, installée sur le fond marin contient des capteurs magnétiques et électriques. Elle permet (i) de mesurer des signaux électromagnétiques à proximité de la source, (ii) de suivre les CEM dans le temps et (iii) de les coupler à des observations biologiques sur site.

⁴Projet SPECIES : Caractérisation des impacts potentiels des câbles électriques sous-marins associés aux projets d'énergies marines renouvelables (2017-2020)

Champs électromagnétiques et parcs éoliens en mer

Quelles sont les sources d'émission de CEM au sein des parcs éoliens ?

Au sein des parcs éoliens en mer, les principales sources de CEM sont les câbles utilisés pour le transport de l'électricité produite au cours de la phase d'exploitation des parcs. Il existe deux catégories principales de câbles utilisés au sein des parcs éoliens en mer. Ces câbles peuvent présenter des caractéristiques très différentes (type de courant, puissance, longueur, etc.) en fonction des parcs (Fig. 3) :

- les **câbles inter-éoliennes**
- les **câbles d'export**

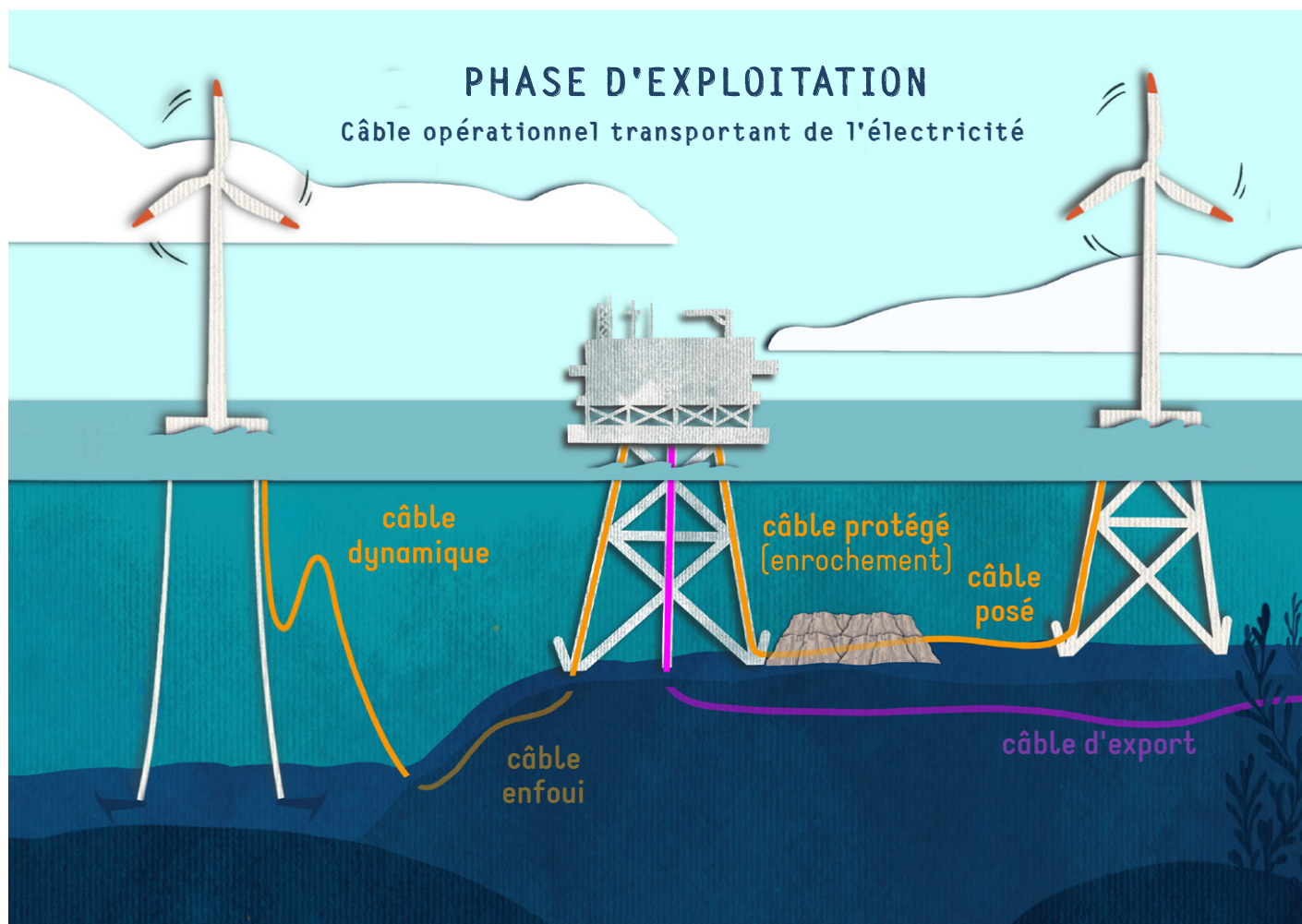


Fig. 3 Synthèse des différentes sources de CEM issus des parcs éoliens en mer. En fonction du type d'infrastructures, les câbles inter-éoliennes (en orange) peuvent être dynamiques, enfouis, protégés ou posés, alors que les câbles d'export (en violet) sont nécessairement enfouis, protégés ou posés.

Les **câbles inter-éoliennes** vont transporter l'électricité produite par les éoliennes jusqu'au poste électrique en mer où la tension sera élevée à haute tension (supérieur à 200 kV) grâce à des transformateurs électriques. Cette opération permet de réduire les pertes potentielles d'électricité lors du transport sur de longues distances et de réduire le nombre de câbles nécessaire au transport de l'électricité de la mer vers la terre (raccordement au réseau public de distribution de l'électricité). Ces câbles inter-éoliennes sont généralement des câbles de courant alternatif d'une puissance de 10 à 36 MW et de faible diamètre (environ 15 cm).

Les **câbles d'export** vont permettre d'exporter l'électricité produite au sein des parcs vers le réseau électrique de transport d'électricité à terre, en faisant la liaison entre le poste électrique en mer et le poste

de raccordement à terre. En fonction de la distance au poste de raccordement à terre, ces câbles d'export seront en **courant alternatif** (distance courte < 50 km) ou en **courant continu** (distance > 50 km).

Les câbles en courant alternatif sont privilégiés puisque que l'utilisation de câbles en courant continu nécessite une conversion préalable du courant alternatif, issu des câbles inter-éoliennes, en courant continu. Les câbles d'export sont généralement d'un diamètre plus important (de 20 à 30 cm) et en mesure de transporter un courant dont la tension vaut typiquement 230 kV⁵.

Quels sont les conditions d'émissions des CEM au sein des parcs ?

En fonctionnement, les câbles inter-éoliennes et les câbles d'export vont générer des champs électriques et magnétiques. Malgré des diamètres et des tensions différents entre ces deux types de câbles, le flux de courant et les CEM qui en découlent sont relativement similaires. Les champs électriques inhérents à la tension qui parcourt les câbles restent confinés à l'intérieur du câble grâce aux gaines métalliques de protection les entourant. **Les câbles ne génèrent donc pas directement de champs électriques en milieu marin.**

En revanche, ces gaines métalliques ne permettent pas de confiner les champs magnétiques à l'intérieur des câbles sous-marins. Ces derniers vont donc émettre des champs magnétiques dont les niveaux dépendront de l'intensité du courant qui traverse les câbles et de leurs paramètres d'installation (disposition des câbles les uns par rapport aux autres). **L'intensité des champs magnétiques émis par différents câbles étudiés (câble à courant continu, câble à courant alternatif, etc.) est localisée et décroît avec la distance aux câbles.**

Les taux d'émission de **champs magnétiques** émis par les câbles sont *a priori* les mêmes qu'ils traversent la colonne d'eau (cas des câbles inter-éoliennes dynamiques utilisés par les systèmes de production d'énergies marines flottants), qu'ils soient posés sur le fond, ensouillés dans le sédiment ou protégés par des systèmes de protection. En revanche, les taux d'exposition aux champs magnétiques peuvent varier en fonction du type de câble et du mode de vie des espèces. L'exposition aux champs magnétiques émis par les câbles inter-éoliennes dynamiques peut, par exemple, être plus élevée pour certaines espèces pélagiques. Dans le cas des câbles enfouis, le taux d'exposition aux champs magnétiques varie en fonction des espèces. Ce taux d'exposition sera réduit pour les espèces benthiques, alors qu'il sera augmenté pour les espèces fouisseuses et inféodées au substrat ; même si, d'après Clavier (1984), entre 1 et 1,5 m de profondeur (correspondant à la profondeur moyenne d'enfouissement des câbles) l'abondance des espèces fouisseuses est considérée comme faible.

⁵Projet SPECIES : Caractérisation des impacts potentiels des câbles électriques sous-marins associés aux projets d'énergies marines renouvelables (2017-2020)

Champs électromagnétiques et faune marine

Les câbles utilisés pour le raccordement des parcs éoliens en mer peuvent induire des champs magnétiques dont l'intensité dépasse celle du champ géomagnétique terrestre. Même si leur intensité décroît avec la distance au câble, les CEM anthropiques peuvent contribuer à masquer/modifier localement les signaux électromagnétiques naturels.

Quels sont les mécanismes de détection des CEM des espèces marines ?

Chez les poissons cartilagineux comme les raies et les requins par exemple, le mécanisme de détection des champs électriques est bien connu. Il résulte de la présence de cellules électro-réceptrices, appelées « ampoules de Lorenzini » (Fig. 4). Ces cellules particulières sont constituées d'un tube rempli d'une substance épaisse et conductrice qui permet de transférer un signal électrique depuis l'ouverture du tube (formant un pore à la surface de la peau) à son extrémité reliée au système nerveux. Sensible à des variations de $0,5 \mu\text{V/m}$, ces ampoules de Lorenzini permettent essentiellement aux poissons cartilagineux de détecter et capturer des proies. Les battements du cœur, la respiration ou les mouvements dans l'eau des organismes marins génèrent un champ bioélectrique et/ou un champ électrique induit susceptible d'être détectés.

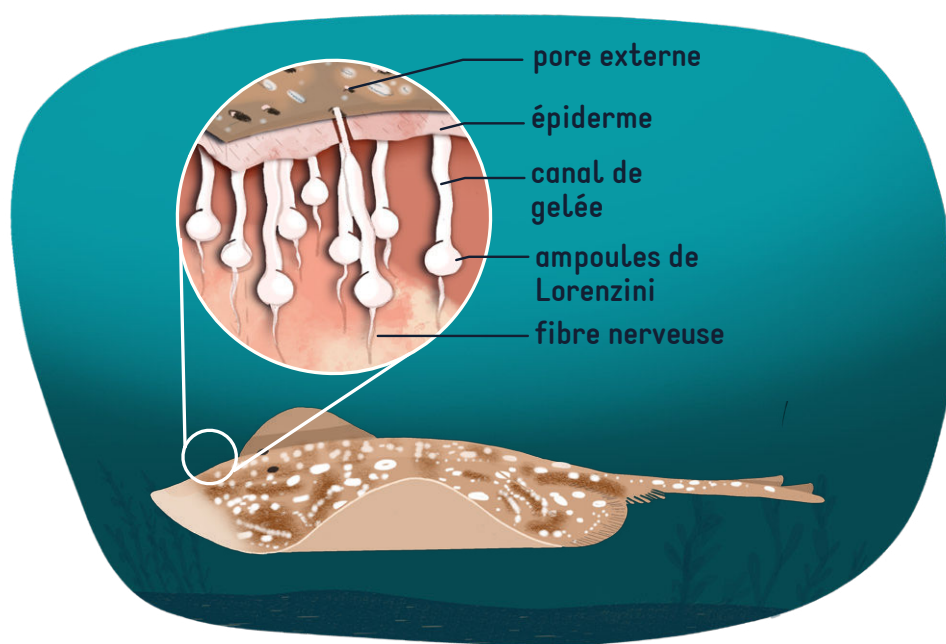


Fig. 4 Schéma des ampoules de Lorenzini, cellules électro-sensorielles des poissons cartilagineux.

En revanche, les mécanismes de détection des champs magnétiques par les organismes marins à l'origine de la magnétoréception demeurent inconnus et il existe plusieurs hypothèses proposées par la communauté scientifique (présence de récepteurs spécialisés, etc.). Si les mécanismes de détection des champs magnétiques restent incertains, le phénomène de magnétoréception est reconnu et démontré chez de nombreuses espèces marines, notamment migratrices (tortues marines, poissons, crustacés, amphipodes, etc.).

Quels effets potentiels les CEM peuvent-ils avoir sur les organismes marins ?

D'une manière générale, les études portant sur la perception des champs magnétiques artificiels par les organismes marins ont été menées uniquement à l'échelle des individus. A cet égard, selon Boehlert et Gill (2010), seule la notion d'**effets potentiels** peut être abordée ici car il n'existe pas d'éléments scientifiques suffisants pour affirmer que les CEM générés par les câbles de transport d'électricité induisent des impacts sur les populations, les communautés ou les processus écologiques.

De plus, l'étude des effets potentiels est rendue d'autant plus complexe qu'elle dépend de différents facteurs tels que : la sensibilité de l'espèce et de chaque individu au sein de cette même espèce, la probabilité de rencontre entre un individu et un câble de transport d'électricité, la distance de l'individu au champ magnétique artificiel, etc.

Les effets potentiels identifiés par la communauté scientifique pour l'ensemble des organismes marins en mesure de détecter des CEM peuvent être regroupés comme suit (Fig. 5) :

- Modifications comportementales [1] dont les effets d'attraction/répulsion [2] ;
- Altération des capacités de navigation et d'orientation [3] ;
- Effet physiologique [4].

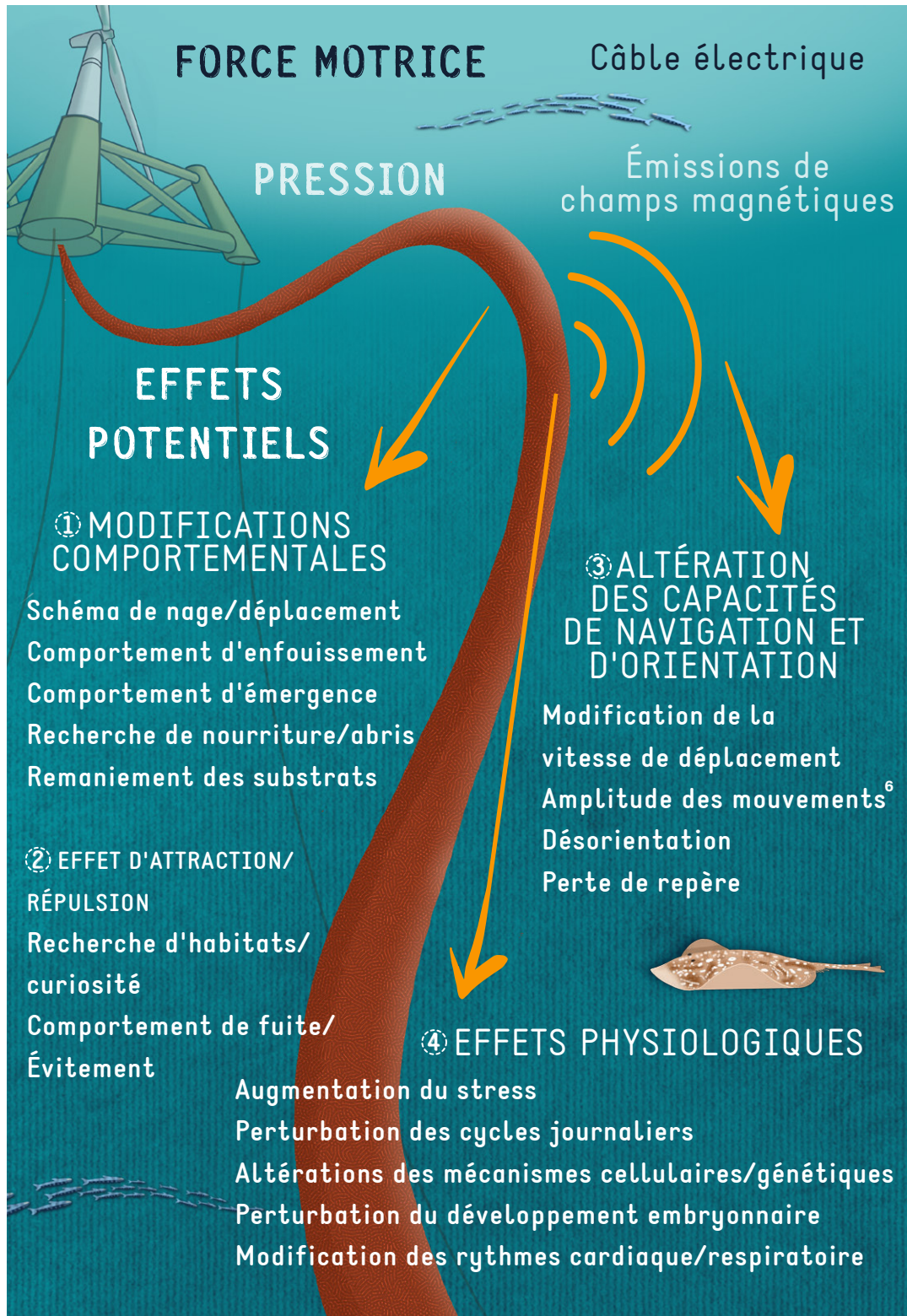


Fig.5 Synthèse des effets potentiels des CEM d'origine anthropique sur les organismes marins (la liste des exemples associés à chaque catégorie d'effets potentiels n'est pas exhaustive et dépend des résultats issus d'expériences réalisées en milieu contrôlé pour des espèces et un stade de vie choisis).

⁶ Correspond à l'amplitude des mouvements de coquilles observés chez des bivalves comme la moule, l'huître ou la coquille-saint-jacques.

Quelles lacunes de connaissance persistent encore aujourd'hui ?

Dans l'état actuel des connaissances, les champs magnétiques peuvent induire des réponses spécifiques à chaque espèce, voire à chaque individu. Il faut donc être prudent lorsque des résultats obtenus pour une seule espèce sont extrapolés à d'autres espèces. Les travaux de recherche portant sur l'évaluation de ces effets potentiels sont encore lacunaires pour plusieurs raisons :

- Un manque de connaissances fondamentales sur la magnétosensibilité et l'électrosensibilité persiste pour de nombreuses espèces. La sensibilité d'une même espèce aux CEM peut varier en fonction de son stade de vie (œufs, larves, juvéniles, adultes) et limite ainsi la compréhension des effets potentiels ;
- La majorité des études est réalisée en laboratoire dans des conditions contrôlées et pour des expositions aux champs magnétiques d'origine anthropique uniquement. Les intensités testées en laboratoire sont souvent élevées et ne sont pas toujours représentatives des niveaux d'exposition en milieu naturel. Elles sont limitées par les choix méthodologiques propres à l'expérience (choix des espèces, des paramètres mesurés, des niveaux de champs testés, etc.) ;
- La majorité des études portent sur les effets potentiels des champs magnétiques et peu s'intéressent aux champs électriques induits ;
- Les études portent majoritairement sur les champs magnétiques émis par les câbles posés et enfouis. Peu d'études s'intéressent aux CEM émis par les câbles dynamiques qui se propagent dans la colonne d'eau et peuvent impacter les espèces pélagiques. Cette lacune est essentiellement due au manque de retours d'expériences sur les technologies du houlomoteur et de l'éolien flottant ;
- Les expérimentations mises en œuvre pour suivre et évaluer les effets potentiels des CEM portent essentiellement sur les modifications comportementales et peu de suivis s'intéressent aux seuils de sensibilité des organismes et sur les effets à long terme.

Recommandations

D'une manière générale, l'ensemble des experts mobilisés met en avant le peu de retour d'expérience scientifique relatif aux effets des CEM sur les organismes marins et le besoin d'approfondir les connaissances pour pouvoir répondre aux préoccupations environnementales actuelles. Pour combler ces lacunes, plusieurs recommandations issues de différents rapports scientifiques (voir la bibliographie) portant sur les effets des CEM sont proposées ici :

- Focaliser les recherches sur les espèces potentiellement les plus exposées aux CEM telles que les espèces fouisseuses ou ayant un stade de vie benthique (œufs, larves, etc.), effectuant des migrations sur le fond ou susceptibles d'utiliser les câbles et leurs structures de protection associées comme abri ou support de fixation ;
- Améliorer les connaissances des capacités de détection des CEM spécifiques à chaque espèce afin de définir des seuils de sensibilité ;
- Mesurer sur le terrain et sélectionner les valeurs de champs magnétiques et électriques pertinentes pour l'étude des effets potentiels. Aujourd'hui, peu de mesures *in situ* existent et la majorité des valeurs utilisées pour l'étude des effets potentiels reposent sur des valeurs théoriques d'émission basées sur les données de performance des câbles. Des valeurs fortes sont généralement testées (de l'ordre du mT) et ne sont pas représentatives des émissions réelles ;
- Identifier les zones où la densité des câbles de transport d'électricité peut être importante et où les effets potentiels peuvent se cumuler et entraîner des conséquences sur une surface plus étendue que l'emprise unique des câbles. C'est le cas par exemple, des zones d'implantation des postes électriques en mer, zone de ralliement de l'ensemble des câbles inter-éoliennes où le risque d'effets cumulés peut être plus important ;
- Caractériser les CEM en prenant en compte les caractéristiques du courant (alternatif ou continu), la configuration et la densité des câbles, etc.
- Caractériser les effets potentiels des câbles inter-éoliennes et développer des mesures de réduction adéquates en cas d'impacts avérés ;
- Développer et mettre en œuvre des suivis à long terme au sein des parcs éoliens pour évaluer les potentiels effets cumulés sur les différents stades de vie des espèces.

Perspectives

Le développement des parcs éoliens en mer à l'échelle des façades maritimes françaises va contribuer à augmenter le nombre de câbles électriques installés en milieu marin. Ces sites seront soumis à des suivis environnementaux réglementaires qui, couplés à la mise en œuvre de projets de recherche dédiés, pourront contribuer à améliorer l'étude des effets potentiels des CEM en milieu naturel. Ces suivis spécifiques nécessiteront le développement d'instruments de mesure adaptés et spécialisés dans la détection de CEM. Ils pourront s'appuyer sur les infrastructures de recherche existantes développées dans le cadre d'autres projets de recherche pour étudier les effets des parcs éoliens en mer sur la faune marine. L'objectif serait de coupler les approches et de mutualiser les efforts dans l'étude des pressions générées par les parcs éoliens en mer.



Plongée d'étude au niveau d'un câble électrique réalisée dans le cadre du projet SPECIES

Conclusion

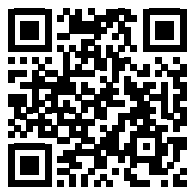
S'il existe une bonne connaissance des effets des CEM d'origine anthropique à terre, les connaissances sur leurs effets en milieu marin demeurent lacunaires. Plusieurs études sur les effets des CEM sur différentes espèces en conditions expérimentales existent mais les études *in situ* sont encore trop peu nombreuses et couvrent une diversité d'espèces trop limitée. A noter que les expériences réalisées en laboratoires sont souvent réalisées pour des niveaux d'émission de champs magnétiques élevés qui ne correspondent pas aux gammes d'émission susceptibles d'être rencontrées en milieu marin. En l'état actuel des connaissances, il est difficile d'anticiper d'éventuels effets cumulés, en particulier au sein des zones de concentration des câbles (poste électrique en mer par exemple) justifiant un enjeu plutôt élevé.

EN BREF

Les CEM sont naturellement présents dans l'environnement et certains organismes marins sont en mesure de les détecter. Au sein des parcs éoliens en mer, les câbles de transport d'électricité seront sources d'émission de CEM susceptibles d'être détectés par certaines espèces dites « magnétosensibles ». Grâce aux gaines métalliques de protection entourant les câbles, seuls des champs magnétiques, dont l'intensité est localisée et décroît avec la distance au câble, seront émis dans le milieu marin. Le niveau d'exposition des espèces à ces champs magnétiques va dépendre du type de câble (dynamique, posé, protégé, enfoui), de ses caractéristiques (type de courant, puissance, etc.) et du mode de vie de l'espèce (benthique, pélagique, fousseuse, etc.). Les effets potentiels des CEM sur la faune marine peuvent être regroupés en trois catégories principales : (1) les modifications comportementales incluant les phénomènes d'attraction et de répulsion ; (2) l'altération des capacités de navigation et d'orientation ; (3) les effets physiologiques. L'approfondissement des connaissances, notamment sur les mécanismes de perception des CEM par les espèces marines ou sur l'évaluation des effets potentiels en conditions réelles, est indispensable à une meilleure compréhension des effets potentiels des CEM sur la faune marine.

En savoir plus

- Rendez-vous sur la chaîne YouTube de France Énergies Marines pour consulter les résultats du projet SPECIES :
- Consultez le rapport de recommandation du projet SPECIES, disponible en ligne :



Bibliographie

- Albert L., Deschamps F., Jolivet A., Olivier F., Chauvaud L., Chauvaud S., (2020). A current synthesis on the effects of electric and magnetic fields emitted by submarine power cables on invertebrates. In Marine Environmental Research. 159-104958, 16 p. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104958>
- Carlier A., Vogel C., Alemany J., (2019). Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. Rapport IFREMER. 99 p. + Annexes. <https://doi.org/10.13155/61975>
- Clavier J., (1984). Distribution verticale de la macrofaune benthique dans un sédiment fin non exondable. Cah. Biol. Mar, 25(2), pp. 141-152.
- Cresci A., Perrichon P., Durif C.M.F., Sorhus E., Johnsen E., Bjelland R., Larsen T., Skiftesvik A.B., Browman H.I., (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). In Marine Environmental Research 176:105609, 6 p. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609>
- Gill A.B., Desender M., (2020). Risk to animals from electro-magnetic fields emitted by electric cables and marine renewable energy devices. In: Copping, A.E., Hemery, L.G., (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. 86-103. <https://doi.org/10.2172/1633088>
- Heilig B., Beggan C., János L., (2018). Natural sources of geomagnetic field variations (n° CERN-ACC-2018-0033). European Organization for nuclear research (CERN), 16 p.
- Poulbot V., (1993). Contribution à l'études des champs électriques très basses fréquences en milieu océaniques. Autre. Ecole Centrale de Lyon, 1933. Français, p. 247
- Taormina B., Bald J., Want A., Thouzeau G., Lejart M., Desroy N., Carlier A., (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations, and future directions. In Renewable and Sustainable Energy Reviews 96, pp. 380-397. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.026>
- Taormina B., (2019). Potential impacts of submarine power cables from marine renewable energy projects on benthic communities. Ecology, environment. Université de Bretagne Occidentale – Brest, 2019. English, 252p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31061.04326>
- Taormina B., Quilien N., Lejart M., Carlier A., Desroy N., Laurans M., D'eu J.F., Reynaud M., Perignon Y., Erussard H., Derrien-Courtel S., Le Gal A., Derrien R., Jolivet A., Chauvaud S., Degret V., Saffroy D., Pagnet J.P., Barillier A., (2020). Caractérisation des impacts potentiels des câbles électriques sous-marins associés aux projets d'énergies marines renouvelables. France Energies Marines Ed. 74 p.

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., Carlier A., Chauvaud S., Derrien-Courtel S., D'Eu J.-F., Jolivet A., Laurans M., Quillien N., Reynaud M. et Taormina B.

Quels sont les effets potentiels des champs électromagnétiques produits par les câbles de transport d'électricité des parcs éoliens sur les organismes marins ?
Bulletin COME3T n°07

Plouzané : France Energies Marines, 2023, 20 pages.

Edition : juin 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



© France Energies Marines - 2023