

Résumé Exécutif



Ce rapport résume l'état des connaissances scientifiques sur les effets environnementaux des énergies marines renouvelables et sert de mise à jour et de complément au rapport de l'Annex IV de 2016, qui peut être consulté à l'adresse suivante <http://tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2016>.

Traduction: Morgane Lejart

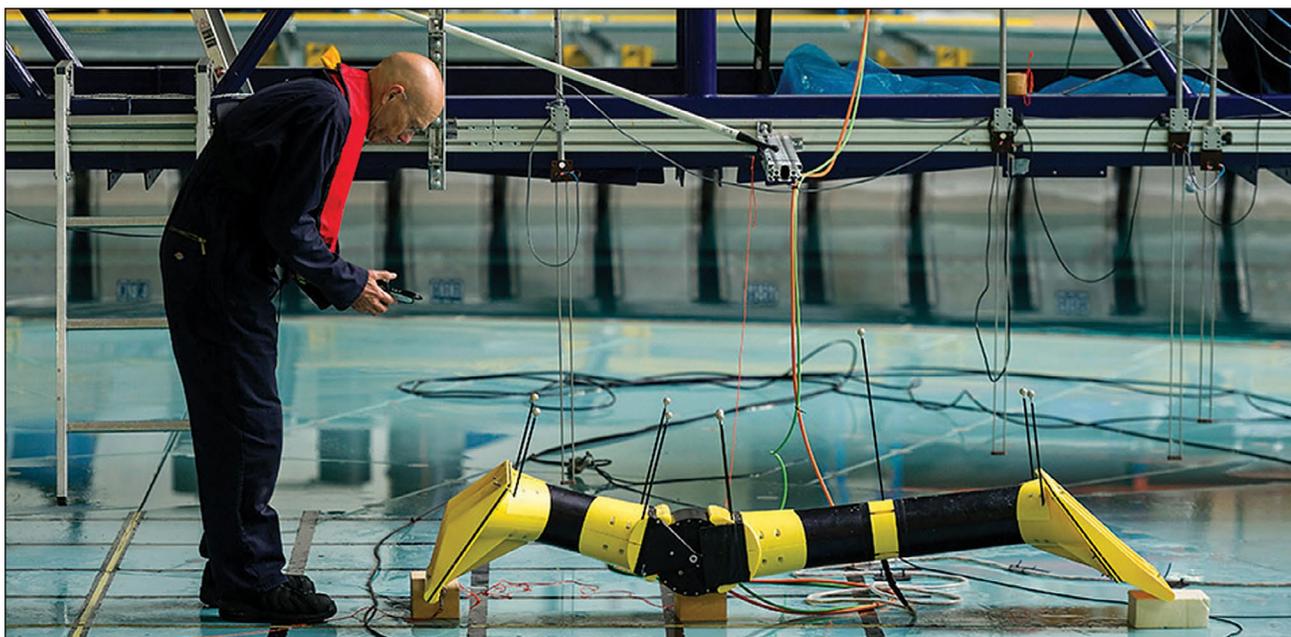
RÉSUMÉ EXÉCUTIF





Les énergies marines renouvelables (EMR) sont issues des vagues, des marées, des courants marins, ainsi que des gradients de température et de salinité des océans, et du débit des grands fleuves (qui utilisent des technologies similaires à celles qui permettent de récupérer l'énergie des courants de marée). Ce rapport se concentre sur les effets environnementaux potentiels de la production d'électricité à partir des vagues en utilisant des dispositifs houlomoteurs, des courants de marées en utilisant des hydroliennes marines, et des grands fleuves en utilisant des hydroliennes fluviales. Les enseignements tirés d'autres domaines d'activités offshore, comme l'éolien, l'industrie pétrolière et gazière ou les câbles électriques et de communication, sont inclus, le cas échéant.

Le Rapport 2020 sur l'Etat de la Science a été produit par l'initiative collaborative Ocean Energy Systems (OES)-Environnemental (anciennement appelée Annex IV) qui se trouve sous l'égide du Programme pour les Energies Océaniques de l'Agence Internationale de l'Energie (<https://www.ocean-energy-systems.org>). Dans le cadre de l'OES-Environnemental, 15





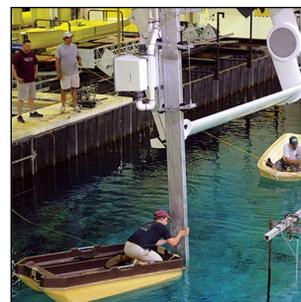
L'interaction entre pressions et récepteurs est une méthode couramment utilisée pour évaluer les potentiels effets environnementaux du développement des énergies océaniques. Les pressions sont émises par tout ou partie d'un dispositif EMR pouvant créer un préjudice pour le milieu marin. Les récepteurs sont les animaux marins, les habitats, les processus océanographiques ou les fonctions des écosystèmes qui pourraient être altérés par les pressions.

pays ont collaboré pour réaliser la synthèse des travaux scientifiques portant sur les effets environnementaux potentiels liés au développement des énergies océaniques et pour comprendre comment ceux-ci peuvent affecter les processus d'autorisation ou de concertation (regroupés ci-après sous le terme "autorisations") concernant le déploiement de dispositifs de récupération d'EMR (ou dispositifs EMR).

Les travaux examinés et les informations synthétisées dans ce rapport concernent les risques potentiels que les dispositifs EMR présentent pour les animaux marins, les habitats et l'environnement en général. Elles peuvent être utiles aux parties

prenantes du secteur, notamment les chercheurs, les organismes de réglementation, les concepteurs de technologies, les développeurs de projets, etc. Cet ensemble de connaissances peut aider les organismes de réglementation internationaux à une prise de décision fondée sur la science, ainsi que les porteurs de projet à choisir les sites d'implantation, à concevoir techniquement des systèmes et à définir des stratégies opérationnelles et des programmes de suivi environnemental. Ce rapport devrait plus particulièrement aider la communauté scientifique à s'informer quant aux dernières réflexions sur les interactions entre environnement marin et énergies océaniques, à identifier des collaborations scientifiques et à contribuer à enrichir le corpus de connaissances qui ne cesse de croître. Utilisé en complément d'informations spécifiques au site, ce rapport peut aider à rationaliser le processus d'autorisation concernant les dispositifs EMR. Bien que la plupart des activités de suivi de dispositifs EMR se limitent aujourd'hui à des unités (un seul dispositif déployé) ou à de très petits réseaux de dispositifs, une grande partie de cette recherche et de ce suivi sera utile à mesure que le secteur se développera. Les informations synthétisées dans le Rapport 2020 sur l'Etat de la Science représentent l'état des connaissances issues d'études et de suivis qui s'appuient sur des revues scientifiques à comité de lecture en libre accès et sur les rapports publiés par des chercheurs, des développeurs et des organismes gouvernementaux, vus à travers le prisme des meilleurs chercheurs travaillant sur les effets environnementaux des énergies océaniques. Les analyses et conclusions de ce rapport ne sont pas

destinées à remplacer des analyses site-spécifiques ou des études réalisées dans le but de prendre des décisions sur le choix du site d'un projet, ou pour orienter les actions ayant trait aux autorisations.



RÉSUMÉ DES POTENTIELLES INTERACTIONS ENVIRONNEMENTALES ASSOCIÉES AU DÉVELOPPEMENT DE DISPOSITIFS DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

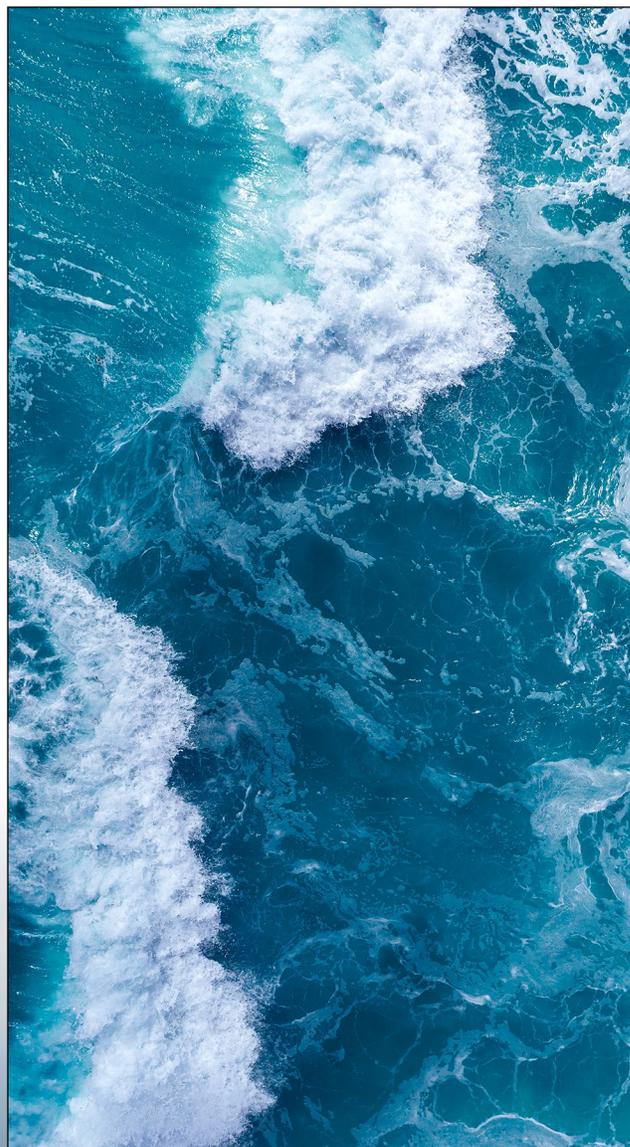
Les énergies océaniques sont un secteur émergent qui a connu un nombre limité de déploiements de petite ampleur et, jusqu'à présent, aucun déploiement commercial à grande échelle. En conséquence, la rareté des données d'état initial et post-installation continue de générer un certain niveau d'incertitude parmi les autorités de réglementation et les parties prenantes. Cela accroît ainsi la perception du risque pour de nombreuses interactions potentielles entre les dispositifs EMR et les animaux marins, les habitats et l'environnement. Ce manque de données nous empêche de différencier les risques réels des risques perçus. En fin de compte, le risque pour les animaux marins, les habitats et l'environnement est lié aux caractéristiques du dispositif (statique ou dynamique), au type de technologie (houlomotrice, hydrolienne marine ou fluviale) et à l'échelle spatiale de l'installation (dispositif unique ou ferme). Le risque est défini comme la relation entre la probabilité ou la vraisemblance d'un effet délétère, et les conséquences si un tel effet se produit.

À mesure que le secteur des énergies océaniques va progresser, la connaissance des effets potentiels de son développement sur l'environnement va se développer, éclairant ainsi notre perception du risque. Au fur et à mesure de la collecte de données supplémentaires, il se peut que nous puissions retirer ou fixer une priorité moindre pour certains risques. La base d'éléments probants pour la suppression des risques sera alimentée par nos connaissances croissantes sur la nature des interactions spécifiques entre les pressions et les récepteurs. Ceci permettra de déterminer quelles interactions présentent suffisamment d'éléments de preuve pour que les risques associés soient retirés, et dans le cas contraire, de révéler les risques pour lesquels des incertitudes importantes subsistent. Toutefois, les risques pour les animaux marins, les habitats et l'environnement au sens large peuvent continuer à poser des problèmes pour les autorisations de développement commercial.



LES BÉNÉFICES DES ÉNERGIES MARINES RENOUEVABLES

L'accélération de la recherche concernant les EMR et leur développement dans le monde entier contribue à la mise au point de sources d'énergie fiables d'origine locale, susceptibles d'apporter des bénéfices significatifs, notamment des retombées positives sur les communautés locales, les infrastructures et les services locaux, l'emploi et les entreprises locales, ainsi que l'export de produits et de services. Par ailleurs, le développement des EMR peut permettre de lutter contre les effets du changement climatique, notamment l'acidification des océans et l'augmentation de la température de l'eau de mer. Les effets délétères du changement climatique affectent déjà de nombreuses ressources marines et côtières et continueront d'affecter les animaux et les habitats marins ainsi que les bénéfices retirés par les sociétés humaines de la pêche et de l'aquaculture des organismes marins, de la protection des côtes contre les tempêtes et de l'érosion des rivages.





RISQUE DE COLLISION POUR LES ANIMAUX AUTOUR DES TURBINES

Les hydroliennes marines et fluviales peuvent présenter un risque de collision pour les mammifères marins, les poissons et les oiseaux marins en plongée. À ce jour, aucune collision de mammifères ou d'oiseaux marins avec une turbine n'a été observée, et le nombre limité d'observations de poissons à proximité immédiate d'une turbine n'a pas indiqué de dommages évidents pour les poissons. On s'attend à ce que les collisions, si elles se produisent, soient des événements très rares qui seront difficiles à observer dans des environnements à forts courants et souvent turbides. En outre, les conséquences d'une collision ne sont pas connues, les hypothèses allant de blessures sans gravité à la mort de l'animal. Les retours d'expérience et la connaissance du comportement des animaux marins en présence de structures sous-marines sont limités ; il est difficile de déterminer dans quelle mesure les mammifères marins, les poissons et les oiseaux marins peuvent être capables de détecter, de réagir et d'éviter une turbine en fonctionnement. En l'absence de ces informations comportementales, la plupart des progrès dans la compréhension des risques de collision se sont concentrés sur la compréhension de la présence des animaux à proximité des turbines, soutenue par des travaux de modélisation qui simulent le comportement en champ proche de ces animaux et les collisions potentielles.



RISQUE POUR LES ANIMAUX MARINS DÙ AU BRUIT SOUS-MARIN GÉNÉRÉ PAR LES DISPOSITIFS DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Les animaux marins utilisent le son dans l'océan comme les animaux terrestres et les humains utilisent la vue sur terre pour communiquer, naviguer, trouver de la nourriture, socialiser et échapper aux prédateurs. Le bruit anthropique dans l'environnement marin a le potentiel d'interférer avec ces activités.

Les progrès réalisés dans la quantification des effets directs et indirects du bruit sous-marin sur les animaux marins ont été freinés par le nombre relativement faible de dispositifs EMR déployés. Les défis relevant de la mesure précise du bruit émis par les dispositifs EMR et de la qualification/quantification de l'influence du bruit sous-marin sur le comportement des animaux marins, limitent notre compréhension actuelle de ce risque potentiel. Cependant, les spécifications techniques internationales fournissent une approche standardisée pour mesurer le bruit des dispositifs EMR. Le bruit sous-marin de plusieurs dispositifs EMR a été mesuré selon ces spécifications et s'est avéré inférieur aux niveaux d'action réglementaire et aux orientations élaborées aux États-Unis pour protéger les mammifères marins et les poissons des dommages causés par le bruit sous-marin.

Il est prouvé que le bruit sous-marin émis par les dispositifs EMR en phase de fonctionnement ne risque pas de modifier sensiblement le comportement ou de causer des dommages physiques aux animaux marins.



RISQUE POUR LES ANIMAUX DÛ AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ÉMIS PAR LES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET LES DISPOSITIFS D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Les champs électromagnétiques (CEM) se produisent naturellement dans l'environnement marin, mais les activités anthropiques peuvent modifier les CEM naturels, par exemple via la présence de câbles de raccordement de dispositifs EMR dans l'environnement marin. Les câbles de transport de courant sont ensouillés, posés sur le fond marin, ou déployés dans la colonne d'eau entre les dispositifs EMR flottants et le câble de raccordement à la station électriques (on parle alors de câbles dynamiques). Les émissions de CEM sont évaluées en mesurant les champs magnétiques et électriques induits par les câbles des dispositifs EMR. Tous les animaux marins ne sont pas capables de détecter les CEM ; seules quelques espèces ont les capacités sensorielles nécessaires pour détecter et réagir à ces stimuli. Les animaux les plus susceptibles de rencontrer et d'être affectés par les CEM provenant des dispositifs EMR sont ceux qui passent du temps à proximité d'un câble électrique sur de longues périodes - le plus souvent des organismes benthiques sédentaires. Les CEM provoqueraient des changements de comportement des animaux sensibles, et potentiellement des changements à long terme sur la croissance ou le succès reproducteur. Les données disponibles à ce jour suggèrent que les impacts écologiques des CEM émis par les câbles électriques des dispositifs EMR à l'échelle de l'unité ou de petits réseaux sont probablement limités, et que les animaux marins vivant à proximité des dispositifs EMR et des câbles de raccordement ne sont pas susceptibles d'être affectés par les CEM émis.





LES CHANGEMENTS CAUSÉS AUX HABITATS BENTHIQUES ET PÉLAGIQUES PAR LES DISPOSITIFS D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Les effets de l'installation de dispositifs EMR sur les habitats benthiques et pélagiques sont très similaires à ceux observés pour l'éolien offshore, la prospection et la production de pétrole et de gaz, la présence de bouées de navigation ou encore l'installation de câbles électriques et de communication en mer. Le déploiement de dispositifs EMR nécessite l'installation de fondations gravitaires ou d'ancrages qui peuvent altérer les habitats benthiques, ainsi que l'installation de lignes d'amarage, de câbles de transmission et de pièces mécaniques mobiles dans la colonne d'eau qui peuvent affecter les habitats pélagiques. Ces structures déployées sur le fond marin ou dans la colonne d'eau peuvent modifier la présence ou le comportement des animaux et peuvent agir comme des récifs artificiels. L'installation de câbles électriques d'exportation peut perturber et modifier les habitats sur une zone longue et étroite. L'affouillement des sédiments autour des ancres et des fondations peut également modifier les habitats benthiques.

Les dispositifs EMR peuvent fournir un habitat pour les organismes fixés formant ce que l'on appelle le « biofouling », ainsi qu'attirer des poissons et d'autres animaux mobiles, créant de ce fait des récifs artificiels et des zones marines protégées. L'attraction des poissons peut également stimuler la dynamique de population de poissons des alentours. Dans l'ensemble, les modifications de l'habitat causées par les dispositifs et les réseaux EMR présentent un risque relativement faible pour les animaux et les habitats si les projets sont implantés hors de zones abritant des habitats rares ou fragiles.





LES CHANGEMENTS DES SYSTÈMES OCÉANOGRAPHIQUES ASSOCIÉS AUX DISPOSITIFS D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Le mouvement de l'eau dans l'océan définit les systèmes physiques et biologiques au sein desquels les organismes et les habitats marins existent. Le déploiement de dispositifs EMR peut affecter les systèmes océanographiques, entraînant des changements dans la circulation de l'eau, la hauteur des vagues et la vitesse des courants, qui peuvent à leur tour affecter le transport des sédiments et la qualité de l'eau, dans les environnements proches et lointains autour des dispositifs d'EMR. Si un petit nombre de dispositifs EMR n'entraînera pas de changements mesurables par rapport à la variabilité naturelle du système, les déploiements de réseaux à plus grande échelle pourraient perturber les processus naturels.

Les preuves de changements potentiels des systèmes océanographiques proviennent en grande partie de modèles numériques, validés par des données issues d'un petit nombre d'études réalisées en canaux (courant reproduit artificiellement en laboratoire) et *in situ*. Des données de terrain supplémentaires seront nécessaires pour valider les modèles numériques au fur et à mesure du déploiement de réseaux EMR commerciaux. Pour un petit nombre de dispositifs EMR, ce risque est très faible.

INTERACTION ENTRE ANIMAUX MARINS ET SYSTÈMES D'ANCRAGE DES DISPOSITIFS D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES OU CÂBLES SOUS-MARINS

La plupart des dispositifs houlomoteurs flottants et hydroliennes flottantes doivent être ancrés sur le fond marin, et nécessitent donc des lignes d'ancrage pour assurer le maintien des dispositifs à une position donnée dans la colonne d'eau ou à la surface de l'eau. Par ailleurs, les réseaux de dispositifs EMR incluent des câbles d'interconnexion entre dispositifs et pour les connecter (câbles dynamiques) aux sous-stations en mer. Les lignes d'ancrage et câbles électriques associés aux dispositifs EMR peuvent potentiellement induire l'enchevêtrement ou le piégeage de grands animaux marins. Les espèces considérées comme risquant de rencontrer des systèmes d'ancrage et des câbles dynamiques de dispositifs EMR sont les grandes baleines à fanons, qui migrent au cours de leur vie. Ces préoccupations sont évoquées en raison de l'enchevêtrement des mammifères marins avec les engins et les lignes de pêche. Cependant, les câbles et lignes d'EMR n'ont pas d'extrémités libres ou suffisamment de mou pour créer une boucle d'enchevêtrement, comme le font les engins de pêche. Ce risque est considéré comme très faible.



LA COLLECTE DE DONNÉES SOCIALES ET ÉCONOMIQUES POUR LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Les impacts sociaux et économiques potentiels liés au développement des EMR (incluant les impacts sur les communautés, l'emploi, les infrastructures et services, et le commerce régional) doivent être pris en compte lors des processus de concertation et dans les objectifs de planification stratégique. Par ailleurs, dans le cadre du suivi réglementaire et pour alimenter le retour d'expérience des développeurs de projets EMR, il serait utile de suivre les tendances des données socio-économiques afin de comprendre si la promesse d'amélioration pour les communautés locales est tenue.

La responsabilité de la collecte de données sociales et économiques à des fins de concertation et de suivi des tendances à long terme devrait être répartie entre les développeurs de projets EMR qui collectent des données spécifiques aux sites, et les gouvernements qui assument la responsabilité de régions plus vastes et d'analyses au niveau stratégique.



LES TECHNOLOGIES ET TECHNIQUES DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT POUR DÉTECTER DES INTERACTIONS ENTRE ANIMAUX MARINS ET TURBINES

L'interaction des animaux marins avec les hydroliennes marines et fluviales reste l'aspect le moins bien compris des effets potentiels des EMR et cette connaissance a été freinée par l'incapacité à observer ces interactions. Ces défis nécessitent la conception d'équipements de surveillance capables de résister dans des environnements marins difficiles, et la capacité de gérer l'énergie pour faire fonctionner ces instruments et les systèmes d'acquisition de données embarqués.

Les instruments les plus couramment utilisés pour observer les interactions des animaux marins avec les dispositifs EMR sont les instruments acoustiques passifs et actifs et les caméras optiques. La surveillance acoustique passive utilise des hydrophones qui enregistrent les sons sous-marins, y compris les vocalisations des mammifères marins. Les systèmes acoustiques actifs génèrent des sons et enregistrent le signal de retour pour visualiser les objets. Ils produisent ainsi des images à haute résolution des environnements sous-marins permettant de quantifier l'abondance et la distribution des poissons. Des caméras optiques sont utilisées pour surveiller la distribution des animaux marins à proximité d'un dispositif EMR et pour déterminer les espèces, la taille des animaux et leur abondance. Des groupes de capteurs peuvent être intégrés à des plates-formes de surveillance, qui peuvent être déployées de manière autonome, en s'appuyant sur l'alimentation par batterie, ou câblées à la terre pour l'alimentation et le transfert de données.



LA PLANIFICATION DE L'ESPACE MARITIME ET LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

La croissance des EMR entraînera une utilisation accrue de l'espace maritime et un risque de conflit avec les usages actuels des océans, qui peuvent être partiellement traités par la mise en œuvre de la planification de l'espace maritime (PEM). La PEM cherche à gérer les utilisations concurrentes du milieu marin tout en équilibrant les intérêts environnementaux, sociaux et économiques afin de soutenir le développement durable des océans. La PEM peut accroître la transparence et l'assurance pour l'industrie, améliorer la protection de l'environnement, réduire les conflits sectoriels et offrir des possibilités de synergies.

Les 15 nations de l'initiative OES-Environnemental ont été interrogées sur leurs pratiques en matière de PEM en ce qui concerne le développement des EMR. Leurs pratiques varient grandement, allant de l'inclusion intentionnelle des EMR dans les processus de PEM à l'application des principes de PEM sans plan officiel de PEM, en passant par l'absence de mise en œuvre de la PEM pour le développement des EMR.





LA GESTION ADAPTATIVE ET LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

La gestion adaptative (GA) a le potentiel de soutenir le développement durable de l'industrie des EMR en permettant le déploiement progressif de projets face à l'incertitude des effets potentiels, et de contribuer à combler les lacunes dans les connaissances grâce à une surveillance et une analyse rigoureuse. La GA est un processus itératif, également appelé "apprentissage par la pratique", qui vise à réduire l'incertitude scientifique et à améliorer la gestion par un examen périodique des décisions en réponse aux connaissances acquises grâce à la surveillance.

La GA a été utilisée pour guider la mise en œuvre des programmes de surveillance des projets EMR et a permis à un certain nombre de projets dans le monde de progresser. Si les informations issues de la surveillance en continu montrent que le niveau d'un effet est susceptible de provoquer un impact inacceptable, des mesures correctives peuvent être prises. Inversement, si les informations issues de la surveillance indiquent que les risques ont été surestimés, les exigences en matière de surveillance et de réduction des effets peuvent être réduites.

Le retrait des risques est un processus visant à faciliter l'autorisation d'un petit nombre de dispositifs EMR où chaque risque potentiel n'a pas besoin d'être étudié en profondeur pour chaque projet. À la place, les développeurs des EMR peuvent s'appuyer sur ce qui est connu des projets déjà autorisés, des études de recherche connexes ou des résultats d'industries offshore analogues.



RETRAIT DES RISQUES ET TRANSFÉRABILITÉ DES DONNÉES POUR LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Le retrait du risque ne remplace pas les processus réglementaires existants, ni la nécessité de collecter toutes les données avant ou après le déploiement des dispositifs EMR. Les autorités de réglementation peuvent demander une collecte de données supplémentaires pour vérifier les résultats qui soutiennent un retrait de risque, pour enrichir la base de connaissances croissante ou pour informer les évaluations des effets environnementaux spécifiques au site.

En appliquant de manière appropriée l'ensemble de données existantes en matière d'apprentissage, d'analyse et de surveillance d'un pays à l'autre, ou entre les projets et au-delà des frontières juridictionnelles, les organismes de réglementation peuvent être en mesure de rendre les exigences de surveillance moins strictes, réduisant ainsi les coûts pour l'industrie des EMR au fil du temps.

Afin de faciliter l'autorisation d'un petit nombre de technologies EMR, une voie de retrait des risques a été mise au point pour évaluer les risques potentiels d'interactions spécifiques entre les pressions et les récepteurs. Ces évidences préliminaires indiquent que le risque du bruit sous-marin et d'émission de CEM provenant d'un petit nombre de convertisseurs EMR pourraient être retirés. À mesure que de plus grands réseaux de dispositifs EMR seront développés, ces facteurs de stress devront peut-être être réévalués.



VOIE À SUIVRE POUR LA SURVEILLANCE ET LA RECHERCHE SUR LES ÉNERGIES MARINES

Au cours des quatre années qui ont suivi la publication du *Rapport 2016 sur l'État de la Science*, notre compréhension de plusieurs interactions entre les pressions et les récepteurs s'est améliorée grâce aux multiples déploiements et efforts de surveillance des dispositifs EMR, aux recherches en laboratoire et sur le terrain, et aux travaux de modélisation. Il subsiste des incertitudes importantes qui nécessitent des efforts de recherche et une surveillance permanente, notamment en ce qui concerne les collisions possibles entre les animaux et les turbines, et les effets des futurs grands parcs.

L'ensemble des connaissances sur les effets potentiels du développement des EMR devrait être utilisé pour aider à faciliter et accélérer les processus d'autorisation et soutenir le développement responsable des EMR par la mise en œuvre de stratégies telles que la planification de l'espace marin, la gestion adaptative et le retrait des risques. La manière dont ces stratégies de gestion peuvent soutenir l'autorisation et la gestion des projets EMR doit être considérée sous cet angle :

- ◆ La collecte, l'analyse et la communication des données pour l'obtention d'une autorisation doivent être proportionnelles à la taille du projet EMR et au risque probable pour les animaux et les habitats marins.
- ◆ La PEM et la GA peuvent toutes deux jouer un rôle essentiel pour déterminer si des preuves suffisantes ont été recueillies pour évaluer les risques potentiels du développement des EMR pour le milieu marin. La GA fournit également un cadre pour gérer le déploiement des dispositifs tant que l'incertitude sur les effets demeure.
- ◆ Les connaissances acquises lors des déploiements EMR autorisés, ainsi que les enseignements tirés d'industries et de projets de recherche offshore analogues, peuvent être évalués pour déterminer leur applicabilité à l'obtention d'une autorisation pour de nouveaux sites EMR. La transférabilité des données, dans le cadre du processus de retrait des risques, peut rendre plus efficace le transfert systématique des évidences.
- ◆ Un processus de retrait des risques entièrement fondé sur les données peut aider à déterminer quelles interactions sont suffisamment étayées par des évidences et où il subsiste des incertitudes importantes. En retirant certaines questions spécifiques pour les projets limités à quelques dispositifs EMR, les ressources peuvent être réorientées vers l'examen des relations entre les pressions et les récepteurs les plus complexes et vers le comblement des lacunes en matière d'évidences.





RAPPORT ET INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Rapport complet 2020 sur l'État de la Science d'OES-
Environnemental et résumé exécutif disponibles sur : [https://
tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2020](https://tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2020)

CONTACT

Andrea Copping
Pacific Northwest National
Laboratory
andrea.copping@pnnl.gov
+1 206.528.3049

Allez sur <https://tethys.pnnl.gov> pour
une collection complète de documents,
rapports, présentations archivées et
autres médias sur les effets environne-
mentaux du développement des éner-
gies marines renouvelables.

