LES NOTES DE L'OBSERVATOIRE
#14 DÉCEMBRE 2021

FRANCE ÉNERGIES MARINES, L'INSTITUT POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

La filière des énergies marines renouvelables fait face à de nombreux défis à la fois technologiques, économiques et environnementaux. **France Énergies Marines,** Institut pour la Transition Energétique, est, parmi les organismes de recherche recensés par l'OEM, un **outil majeur** en France au service du secteur des EMR pour **coordonner et impulser des programmes de R&D** répondant à ces défis. L'Observatoire des énergies de la mer a souhaité valoriser ces travaux à travers cette note dédiée qui montre l'étendue et la diversité des sujets de R&D portés par France Énergies Marines ainsi que les modalités de montage de tels projets.

©Free Photos/Pixabay

Fournir, valoriser et alimenter l'environnement scientifique et technique nécessaire pour lever les verrous liés au développement des technologies des énergies marines renouvelables, tout en assurant une intégration environnementale optimale : telle est la mission de France Énergies Marines. Organisées autour de quatre programmes de recherche, les activités de cet **« Institut pour la transition énergétique »** (ITE, structure pensée par l'État comme plateforme interdisciplinaire devant permettre le développement industriel et/ou de services dans les filières énergétiques décarbonées) sont majoritairement tournées vers la **R&D collaborative** et comprennent la réalisation de **travaux de recherche intégrant le montage, la coordination et le pilotage scientifique de projets.** Pour pérenniser son modèle de développement et transférer ses connaissances, l'Institut propose également une offre de services de R&D et d'expertise basée sur une analyse fine du marché et **en adéquation avec les besoins des acteurs de la filière.** Les activités de France Énergies Marines sont portées par une SAS dont l'actionnariat est également réparti entre les secteurs public et privé. L'Institut fédère **18 membres associés et 10 membres contributeurs,** tous acteurs clés du secteur des énergies marines renouvelables en France.

En lien avec la feuille de route de l'Institut, **de nouveaux projets de R&D sont élaborés tous les ans sur des thématiques au cœur des enjeux de la filière.** Ils peuvent être montés de façon ouverte associant les membres de l'ITE ou en partenariat restreint pour répondre à une exigence de confidentialité. Chaque projet proposé passe par une phase d'évaluation à l'issue de laquelle il est sélectionné ou non. Au cours de ce processus où **l'excellence scientifique est une préoccupation majeure, un comité scientifique et technologique, composé de 8 experts académiques internationaux indépendants, évalue à deux reprises les projets élaborés** par l'ITE et ses membres et oriente les périmètres scientifiques proposés dans un contexte international.

3 QUESTIONS À JEAN-FRANÇOIS FILIPOT, DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DE FRANCE ÉNERGIES MARINES

Selon vous, qu'est-ce qui fait la force de France Énergies Marines ?
C'est avant tout la pluridisciplinarité de son équipe dotée de compétences complémentaires mises à profit dans des projets de R&D transversaux. Avec plus de 60 collaborateurs, il s'agit, au niveau national, de la plus grande équipe dédiée à la R&D appliquée aux EMR. 90 % de notre effectif est dévolu à la recherche avec 30 docteurs, 17 ingénieurs et 8 étudiants en thèse, tous animés par l'excellence scientifique.

Pouvez-vous donner un exemple de projets qui illustre la pluridisciplinarité de l'Institut ?
Les projets DUNES et MODULLES, qui s'intéressent à la mobilité des dunes sous-marines au large de Dunkerque, offrent un bon exemple car ils font appel aux compétences des quatre programmes de R&D de l'Institut. Les écosystèmes dunaires dynamiques étant peu connus, il est nécessaire de caractériser leur structure et leur fonctionnement pour pouvoir évaluer l'impact potentiel d'un parc éolien. Ces études relevant de l'intégration environnementale sont complétées par des travaux liés à la caractérisation de sites, au dimensionnement des systèmes et à l'optimisation des parcs. DUNES et MODULLES visent ainsi à mieux comprendre l'influence des courants et des vagues, notamment en période de tempêtes, sur le déplacement des dunes. Il étudie également les effets de la dynamique sédimentaire sur les fondations des éoliennes et l'ensouillage des câbles électriques (enfouissement sous le fond marin, ndlr) reliant les machines et permettant l'acheminement de l'énergie à terre.

Jean-François Filipot
©France Énergies Marines

Quelles thématiques de recherche l'Institut va-t-il renforcer dans les prochaines années ?
En lien avec les projets de développement de l'éolien en mer en France et notamment de l'éolien flottant, la feuille de route scientifique et technologique de France Énergies Marines est en cours de révision et sera publiée prochainement. Elle souligne l'importance d'un certain nombre de thématiques sur lesquelles la filière des EMR exprime des besoins croissants. Parmi elles, peuvent être citées : les conditions météo-océaniques extrêmes et le changement climatique, les jumeaux numériques pour le suivi en service des systèmes offshore, l'étude des interactions entre l'éolien en mer et l'avifaune, l'optimisation des opérations et de la maintenance pour l'éolien flottant et enfin le développement de la complémentarité éolien en mer et production d'hydrogène.

CHIFFRES CLÉS

60 COLLABORATEURS
DONT 55 DÉDIÉS AUX ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

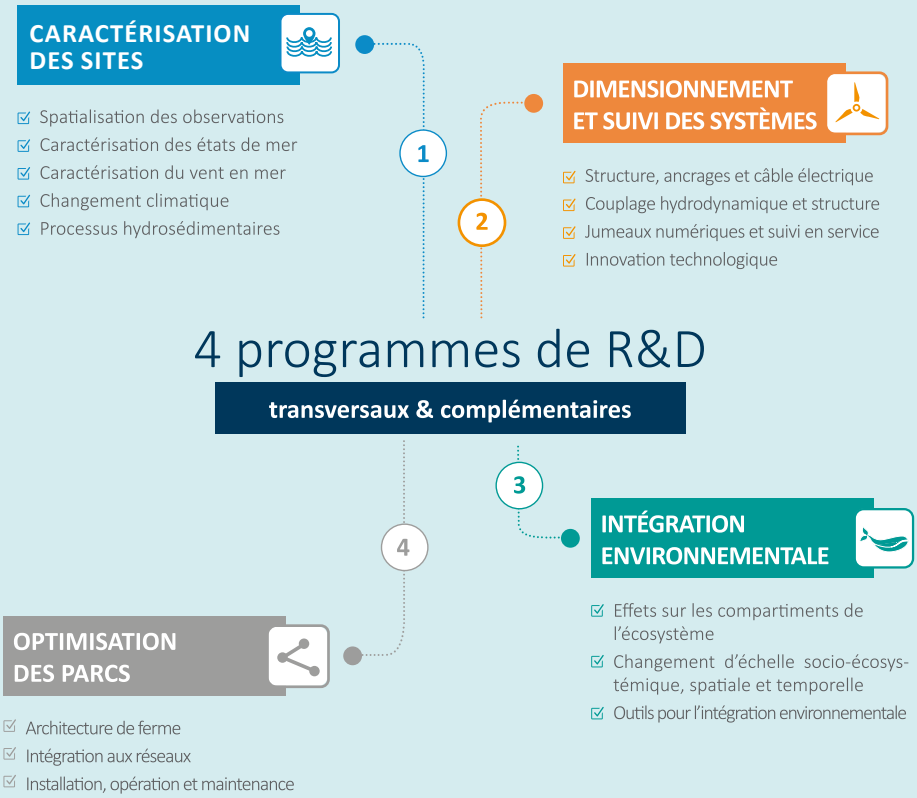
3 SITES : BREST, MARSEILLE ET NANTES

6 MILLIONS D'EUROS
AU BUDGET 2021

PLUS DE 55 PROJETS
DE R&D INITIÉS DEPUIS 2015

PLUS DE 80 PARTENAIRES
À L'INTERNATIONAL

LES TRAVAUX DE L'INSTITUT



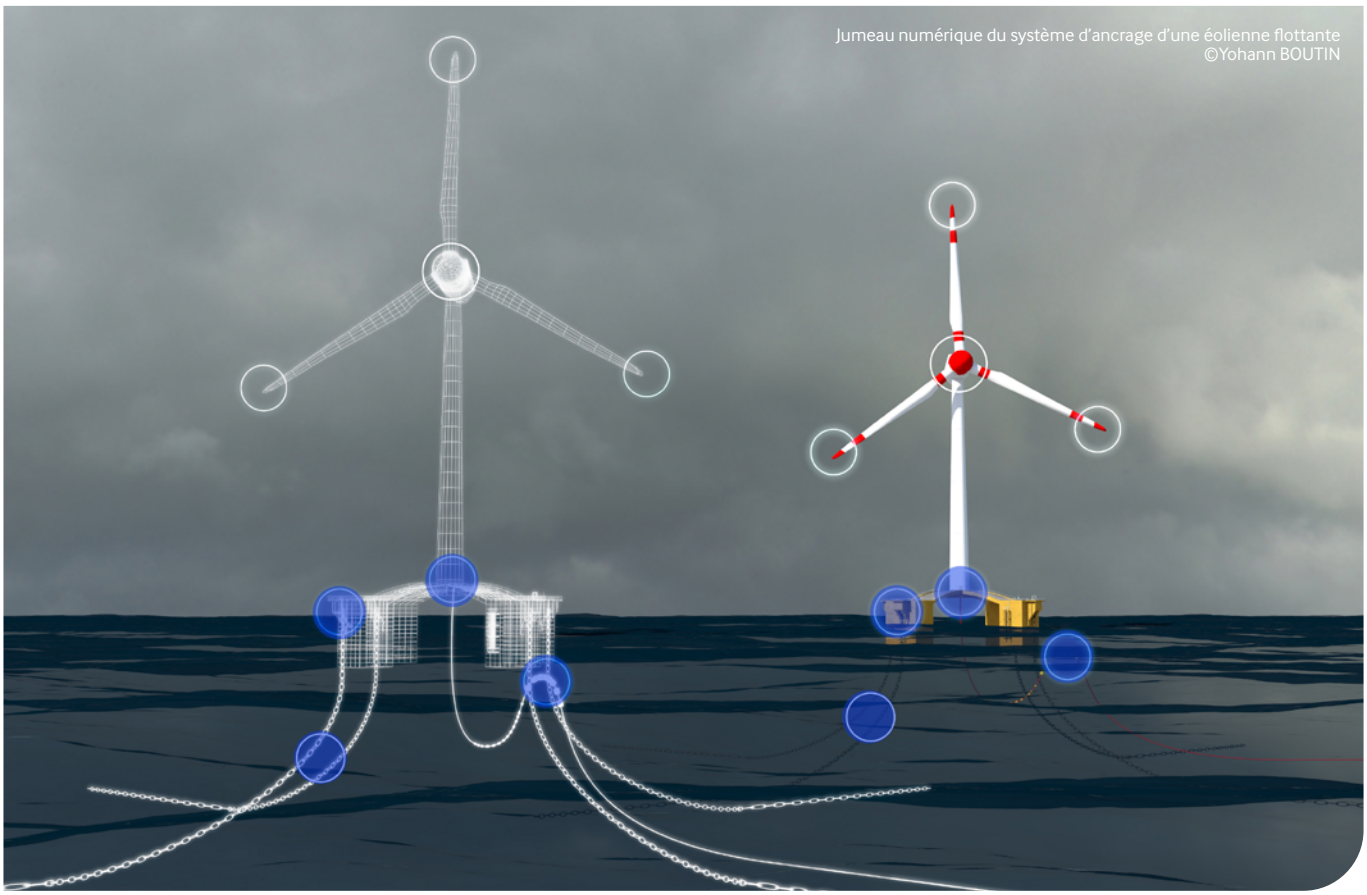
Les 4 programmes de recherche présentés ci-dessus sont déclinés à travers de nombreux projets scientifiques dont quelques-uns sont décrits ci-dessous.

Des observatoires en mer pour mieux comprendre et prévoir les vagues déferlantes

Les **déferlantes** constituent un danger particulier pour les éoliennes, en raison des efforts extrêmes qu'elles peuvent induire sur les structures. Il est primordial de collecter des informations sur ce type de vagues et les forces qu'elles engendrent. France Énergies Marines pilote ainsi plusieurs projets de R&D collaborative portant sur la constitution **d'observatoires en mer des déferlantes de tempêtes.** Le projet DIME, initié en 2017 et achevé en 2021, comprenait ainsi une expérimentation inédite menée près de l'île d'Ouessant. Le principe : utiliser le phare de la Jument, situé dans une zone représentative de la bathymétrie des aires d'implantation d'éoliennes flottantes, comme un dispositif expérimental à l'échelle 1 et réaliser des mesures sur site. Une campagne est ainsi menée chaque hiver depuis quatre ans. Une **vague déferlante géante de 24,6 m de hauteur a été observée en 3D** grâce au système de caméras en stéréo-vidéo installé au sommet du phare, et une **corrélation aux accélérations** de la structure a pu être réalisée : une première mondiale ! Le projet DIMPACT, initié en 2020, prévoit une nouvelle expérimentation en mer, cette fois-ci sur une éolienne flottante au large de la Norvège. Les mesures réalisées *in situ* (sur site) seront couplées à des essais en bassin et des simulations numériques pour améliorer la **modélisation des efforts de claque** (dus à l'impact des vagues), en vue ensuite de **faire évoluer les documents de certification.**

Installation d'un radar à bande X sur le phare de la Jument au large de l'île d'Ouessant – © France Énergies Marines

À l'heure actuelle, très peu de travaux sont consacrés au suivi en service et à la **stratégie de maintenance des éoliennes flottantes.** Or, ce sont des points structurants pour les fermes commerciales, tant sur le plan technique que financier. Le développement de **jumeaux numériques, c'est-à-dire de simulations calculées pendant toute l'exploitation des machines,** en réduisant les incertitudes sur la durée de vie en fatigue des composants, va permettre de **faciliter l'exploitation des parcs éoliens flottants.** Dans le cadre des projets MHM-EMR, SUBSEE 4D et DIONYSOS, France Énergies Marines, ses membres et partenaires, développent les bases d'un jumeau numérique d'éolienne flottante qui assimile des données issues de capteurs déployés en mer afin de calibrer, enrichir et mettre à jour les modèles de simulations numériques. L'Institut est d'ores et déjà, en mesure **d'accompagner le développement de solutions de suivi en service pour les ancrages des éoliennes flottantes.** Parmi les challenges de l'éolien flottant figure également la **biocolonisation** (colonisation des surfaces par des organismes vivants). Celui-ci représente un défi pour les ingénieurs lors des phases de conception et de maintenance, mais aussi pour les organismes de certification. **Plusieurs études sur le biofouling sont ainsi menées :** qu'il s'agisse de développer des protocoles standardisés pour mesurer ses variables critiques (Projets ABIOP et ABIOP+), d'évaluer ses effets sur les comportements mécanique, hydrodynamique et thermique du câble dynamique d'export (Projet OMDYN2), ou de déterminer son influence sur la durée de vie en fatigue des ancrages (Projet MONAMOOR). Après avoir publié en 2018 un **atlas bibliographique** sur le sujet, l'Institut construit petit à petit un véritable **observatoire du biofouling** sur les différentes façades maritimes françaises, à proximité des sites d'implantation des futurs parcs éoliens offshore.



Jumeau numérique du système d'ancrage d'une éolienne flottante
©Yohann BOUTIN

Un programme de recherche à part entière pour améliorer l'intégration environnementale et socio-économique des EMR

Les EMR doivent s'intégrer dans un contexte de contraintes multiples, ce qui représente un défi à la fois technique, juridique, sociétal et écologique
©Patrick BONNOR/AdobeStock

Les technologies EMR peuvent induire différents types d'effets sur l'écosystème marin : bruit, champs électromagnétiques, risque de collision, création de nouveaux substrats ou de zones protégées, etc. Aussi, France Énergies Marines consacre l'un de ses quatre programmes de recherche à **identifier, comprendre et évaluer ces effets sur les différents compartiments de l'écosystème :** oiseaux, mammifères marins, poissons, benthos, mais aussi sur les activités humaines telles que la pêche. L'objectif est de **développer des outils permettant de s'assurer de la préservation des écosystèmes et des activités économiques,** gage de l'acceptabilité des projets en cours et à venir. L'un des enjeux actuels est d'optimiser ou développer des méthodologies robustes pour suivre la **mégafaune marine** (espèces animales de grande taille) et les **peuplements de poissons** dans les parcs éoliens en mer. Les suivis aériens des oiseaux et des mammifères marins durant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement d'un parc seront réalisés à plus de 300 mètres de hauteur pour des raisons de sécurité. À cette altitude, l'œil humain ne peut plus discerner les espèces et le recours à une prise automatique d'images est inévitable. Le projet OWFSOMM vise à s'assurer que les données ainsi collectées soient bien comparables aux données jusqu'à présent acquises par des observateurs embarqués dans des avions volant plus bas. **Plusieurs dizaines de milliers d'images** ont déjà été collectées sur le site du parc éolien de Courseulles-sur-Mer et sont en cours d'analyse. En Manche, **un réseau de télémétrie sera bientôt mis en place sous l'eau** pour suivre les déplacements de poissons et crustacés équipés d'émetteurs acoustiques. Déployé dans le cadre des projets FISH INTEL et FISHOWF, il permettra de mieux comprendre comment des espèces telles que le bar et le lieu jaune occupent et utilisent leur habitat au sein des parcs éoliens en mer. D'autres projets étudient les effets générés par les EMR à une **échelle plus globale et intégrée,** via la construction de modèles conciliant tout autant les dimensions humaines que naturelles. Autrement dit, en replaçant l'homme dans l'écosystème. Cette approche, désormais au cœur de la feuille de route de l'Institut, est notamment développée dans le cadre du projet APPEAL pour **mesurer les effets des parcs éoliens flottants sur le fonctionnement des socio-écosystèmes côtiers** et proposer des outils d'aide à la décision.

DTOcean+, une suite d'outils logiciels pour fermes hydroliennes et houlomotrices ©Tecnalia

L'accompagnement des technologies permettant d'exploiter les **énergies océaniques,** telles que l'hydrolien et le houlomoteur, vers la **maturité technique et commerciale** est essentiel afin de permettre leur déploiement à grande échelle. Proposer un **outil numérique opérationnel** pour la conception des fermes houlomotrices et hydroliennes : tel était l'objectif que s'étaient fixés les 18 partenaires du projet européen DTOceanPlus qui s'est achevé en août 2021. En tant que membre du consortium, France Énergies Marines a contribué significativement au développement de la suite logicielle *open source* maintenant disponible sur le logiciel GitLab. L'Institut a pris la responsabilité de trois modules portant sur : la **caractérisation de sites, les ancrages et fondations et l'intégration environnementale et sociétale.** Ce développement a été conduit en tenant compte des attentes des utilisateurs finaux, et en proposant des fonctionnalités non couvertes par les outils existants. Les différents modules de cette suite peuvent fonctionner seuls ou de manière intégrée. L'ensemble a été testé avec des scénarios réels, proposés par les partenaires industriels du projet. L'outil final permet **d'améliorer l'étape de conception des fermes** en se basant sur des indicateurs d'évaluation globaux.

MUTUALISATION ET RAYONNEMENT À L'INTERNATIONAL

Le **rapprochement des acteurs publics et privés** au sein de France Énergies Marines, en lien avec les associations professionnelles compétentes, dans un contexte de R&D collaborative soutenue par l'État, permet une **mutualisation des efforts et des coûts en vue d'un développement plus rapide et efficient de la filière** des énergies marines renouvelables. L'Institut travaille ainsi de manière étroite avec un panel d'experts académiques afin d'accompagner les acteurs institutionnels et les entreprises du secteur sur l'ensemble de la chaîne de valeur. **Les quelques 55 projets de R&D initiés depuis 2015** par France Énergies Marines ont permis la publication de rapports publics de recommandations, notamment pour la mise en place d'une **approche environnementale globale,** dite écosystémique (Projet TROPHIK), pour **l'évaluation du risque associé à la dispersion des métaux** issus des anodes galvaniques, pièces métalliques « sacrificielles » qui par leur oxydation, permettent la protection de systèmes EMR de la corrosion (Projet ANODE), et pour le **suivi des effets potentiels des champs magnétiques** des câbles électriques sous-marins (Projet SPECIES). Plusieurs outils numériques ont également été élaborés dans des domaines très variés : **estimation des efforts induits par les vagues déferlantes** sur les structures en mer (Projet DIME), **caractérisation de la turbulence** sur les sites hydroliens (Projet THYMOTE), **comportement à long terme des lignes d'ancrage** en nylon (Projet POLYAMOOR), **dimensionnement des monopieux d'éoliennes posées** (Projet SOLCYP+), **conception de fermes houlomotrices et hydroliennes** (Projet DTOCEANPLUS)... Ces derniers, souvent complétés par des protocoles expérimentaux éprouvés, sont utilisables par les acteurs de la filière via différentes modalités. Grâce à des **collaborations et des engagements aux niveaux européen et international,** France Énergies Marines s'est forgé une reconnaissance qui bénéficie directement à l'ensemble de la R&D nationale sur les EMR. **Toutes ces initiatives participent à la montée en puissance des EMR, à leur meilleure intégration sociale et environnementale, ainsi qu'à l'essor du secteur industriel des régions littorales.**

Les énergies marines renouvelables, dont l'histoire est encore récente, **bénéficient d'un potentiel très important, les rendant incontournables dans tous les scenarii de mix énergétique** visant la neutralité carbone à horizon 2050. Pour atteindre ces objectifs, la **R&D collaborative et des efforts de recherche actifs,** tout comme les coopérations internationales, seront essentiels. Ainsi, **France Énergies Marines est un véritable atout dans ce contexte,** plaçant la France au cœur de la recherche scientifique sur les énergies marines renouvelables.

Le déploiement à grande échelle de l'éolien en mer passe également par un exercice de planification à long terme sur chacune des façades nécessitant d'une part une **bonne connaissance de l'environnement maritime** et d'autre part des **outils adaptés permettant d'appréhender à long terme l'ensemble des effets des activités anthropiques sur l'écosystème.** Les annonces récentes du Gouvernement sur la mise en place en 2022 d'un **observatoire des interactions entre l'éolien en mer et l'environnement marin,** doté d'une enveloppe financière de 50 M€ sur trois ans, vont permettre d'accélérer la constitution de ces bases de connaissances et la mise en place d'outils dans une vision long terme. **C'est par des actions intégrées et mutualisées que la filière apportera des réponses efficaces aux enjeux de la transition énergétique.**

FRANCE ENERGIES MARINES

Note réalisée par l'Observatoire des énergies de la mer du Cluster Maritime Français
Rédaction sous la coordination de :
Étienne Pourcher, Christophe Clergeau, Marc Lafosse
www.merenergies.fr
Conception : www.forget-menot.com