



Créé en 2006 le label Carnot a vocation à développer la recherche contractuelle entre les laboratoires publics et les entreprises. Dans ce cadre, l'objectif de l'Institut Carnot MERS est de répondre aux attentes suscitées par les enjeux sociétaux et économiques majeurs de l'économie bleue.

L'Institut Carnot MERS se donne pour ambition d'être un moteur du développement dérisqué, durable et digital des activités maritimes. Il mène des projets de recherche collaborative et contractuelle sur la performance des structures en mer, la minimisation de leurs impacts sur les écosystèmes marins, sur l'impact de l'environnement marin sur ces structures et sur l'émergence de nouvelles filières responsables de valorisation de l'océan.

Contact et Informations :

innovation@carnot-mers.com

<https://carnot-mers.com/>

CAHIER D'ACTEUR

Sites d'Essai : Préparer les solutions de demain

Prévoir dès l'Appel d'Offres une option pour aménager une capacité d'essais en marge de sites commerciaux au sud de la Bretagne ?

RESUME

Le sud de la Bretagne a été identifié dans le document stratégique de façade comme une zone particulièrement favorable au développement de l'éolien flottant. Deux parcs éoliens en mer flottants ainsi que leur raccordement mutualisé y sont ainsi prévus.

L'ensemble de ce projet étant soumis au débat public, il a semblé opportun de rassembler les éléments montrant l'intérêt que cette mutualisation de raccordement puisse également s'ouvrir à une activité de recherche et démonstration de technologies, complémentaire de celle déjà à l'oeuvre sur des infrastructures en mer opérationnelles de moindre capacité.

Comme pour toute filière industrielle en croissance, le développement conjoint des solutions industrielles et de moyens de R&D est à même de garantir dans la durée la maturation des innovations.

Floatgen, prototype d'éolienne flottante développé par Ideol, en test sur le site d'essai SEM-REV au large du Croisic



LES SITES D'ESSAIS : UN OUTIL POUR LE DÉPLOIEMENT DES ENERGIES MARINES RENOUVELABLES

Avec 6,1 GW de nouvelles capacités installées dans le monde, 2019 constitue une nouvelle année record pour l'éolien offshore, dont les capacités installées ont atteint 29,1 GW fin 2019, selon le dernier rapport du Global Wind Energy Council (GWEC). Le marché mondial de l'éolien offshore progresse de 24% par an en moyenne depuis 2013, et reste dominé à 75% par l'Europe, qui vise un objectif de 450 GW installés en 2050. Mais les autres continents accélèrent : le GWEC prévoit 23 GW de nouvelles capacités installées en Amérique du Nord et 52 GW en Chine d'ici 2030. Ainsi, d'ici 2030, les capacités installées devraient atteindre 234 GW, dont au moins 6,2 GW d'éolien en mer flottant.

Selon l'Agence Internationale de l'Energie, le développement de l'éolien offshore sera porté non seulement par une baisse des coûts de production mais également par des percées technologiques remarquables au premier rang desquelles s'illustrent les turbines de très grandes puissances et les installations flottantes capables de tirer parti des gisements éoliens plus éloignés de nos côtes. L'éolien flottant est une technologie d'avenir qui permet l'installation de fermes éoliennes à plus grande profondeur et donc à plus grande distance des côtes. Elle génère ainsi moins de pollution visuelle et permet de placer ces éoliennes là où les vents sont forts et stables, et d'obtenir presque sans interruption, une électricité de grande puissance.

Avec l'attribution de capacités éoliennes en mer, posées et flottantes, et le travail en cours sur les futures attributions, la France rejoint la liste des grands acteurs de l'éolien maritime.

La naissance d'une filière industrielle s'opère actuellement pour l'éolien flottant, à l'aune de l'urgence de la transition énergétique. Dans ce contexte, le site d'essais est un outil efficace et un atout indéniable de la chaîne de maturation des technologies et des savoirs.

Un site d'essais se définit par sa capacité à accueillir des projets de démonstration technologiques pour des durées généralement courtes. Cette réactivité est possible car le site est préalablement « autorisé » c'est-à-dire qu'il dispose a priori d'une concession d'utilisation du domaine public, des autorisations environnementales et d'autorisations électriques associées à son raccordement aux réseaux de transport ou de distribution. Ceci représente au final un gain de temps significatif pour un développeur de technologie qui vise un déploiement rapide en milieu réel pour fiabiliser ses équipements. De par son infrastructure, un site d'essais permet la connexion d'équipements au réseau électrique tout comme le transfert de données acquises en mer. La mutualisation de ces actifs – autorisations et infrastructures électriques – pour une multiplicité de tests permet d'optimiser de manière significative les coûts de mise à disposition d'infrastructure. Il permet ainsi la démonstration de prototypes unitaires, tout en effaçant une part importante de la complexité de mise en œuvre de nouvelles d'infrastructures dédiées sur le domaine public maritime.

Grâce à leurs équipes opérationnelles, les sites d'essais mettent en commun des compétences clés pour le bon déroulé d'essais (interfaçage avec les équipements existants, expérience des opérations en mer, suivi environnemental, mécanique et électrique adapté aux prototypes et démonstrateurs...). Cette interface permet de faire bénéficier aux projets accueillis d'une expertise souvent précieuse et de permettre une capitalisation des expériences passées.

Le site d'essais constitue le berceau du « premier vol » d'un prototype ou démonstrateur et permet à lui seul de diminuer de près de 50% le montant des investissements d'une même unité à l'échelle commerciale¹.

LES SITES D'ESSAIS, DES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES ET LA DIFFUSION DES SAVOIRS

Les infrastructures françaises opérationnelles pour la conduite d'essais en mer en lien avec les besoins de l'éolien en mer sont actuellement réunies au sein de l'infrastructure de recherche nationale THEoREM (<http://theorem-infrastructure.org/>). Elles permettent de mener à bien un grand nombre d'études et de programmes de recherche pour l'innovation dans les domaines concernés par le test en conditions réelles de structures éoliennes et de composants associés. Le panel d'infrastructures réunies par ailleurs dans THEOREM, du laboratoire au site d'essais en mer, permet de suivre les projets à toutes les phases du développement depuis la preuve de concept (échelle de maturité : TRL 1-3) jusqu'aux phases d'industrialisation (échelle de maturité : TRL7-9). Le développement des connaissances et leur diffusion sont des objectifs inhérents à ces infrastructures en mer, tant par la nature des entités de recherche scientifique et d'enseignement supérieur qui les portent, que par le type d'activités conduites à travers des projets collaboratifs, à l'interface entre les filières industrielles et le monde académique.

Un projet industriel de démonstration accueilli sur une ces infrastructures s'insère ainsi classiquement dans un contexte collaboratif plus large, avec des objectifs de meilleures performance des systèmes, de réduction des risques et incertitudes, et d'évaluation des impacts pour leur réduction. Le déploiement du prototype à l'échelle 1:10^{ème} de l'éolienne Eolink sur le site d'essais de Sainte-Anne du Portzic a permis à la PME éponyme de faire la preuve d'un concept éolien flottant tout à fait innovant.

Cela lui a permis de passer une étape clé de son développement vers une éolienne à l'échelle 1:1. L'accueil sur le site SEM-REV de la première éolienne en mer en France, le prototype flottant Floatgen de la société Ideol, a servi de terreau fertile pour un panel de projets d'envergure actuellement en cours, et rassemblant des experts régionaux, français et européens sur des thématiques variées (conditions de site, effets de sillage, performance du système, suivi du comportement de composants innovants, champs électromagnétiques, suivi des écosystèmes environnants, etc.).

Les équipements dont ces installations sont dotées et les équipes scientifiques et techniques qui les opèrent sont au cœur d'un foisonnement et d'une émergence de nouvelles connaissances permanentes. Ils contribuent ainsi à accompagner les nouveaux besoins des filières industrielles des Energies Marines Renouvelables.

LE FUTUR DES SITES D'ESSAIS : ANTICIPER LES LIMITES DE CAPACITES

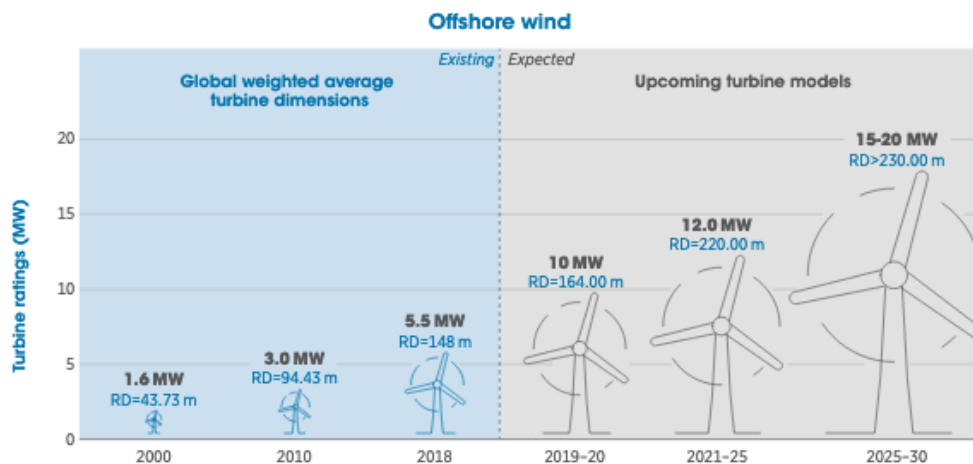
Des infrastructures existantes face aux évolutions technologiques déjà à l'œuvre

Avec la mise en opérations ces dix dernières années d'un site nurserie (plateforme d'essai de Sainte-Anne du Portzic) et un site d'essai à pleine échelle (SEM-REV, Le Croisic) pour l'éolien flottant, adossés à des expertises historiques en ingénierie océanique, la France a repris une place stratégique parmi ses partenaires européens. Les moyens à l'œuvre actuellement sont à la pointe des capacités, mais la dynamique à l'œuvre pour l'accroissement de taille des turbines et des flotteurs annonce déjà les limites des infrastructures à accueillir des tests à pleine échelle pour ces machines d'ici moins d'une décennie (voir 1).

Avec une connexion étendue à 10 MW en terme de capacité de connexion au réseau Enedis, et une

¹ Source : Carbon Trust

1 - Evolution de la taille des turbines éoliennes : Accroissement d'un facteur 3.4 sur la précédente décennie, et estimation d'une croissance unitaires de 15 à 20 MW d'ici 2030 (Source : International RENewabel Agence, 2019 - https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Oct/IRENA_Future_of_wind_2019.pdf)



Source: GE Renewable Energy, 2018; IRENA, 2019c, 2016b; MHI Vestas, 2018.

profondeur d'eau de de 35 mètres, SEM-REV pourra encore accueillir des tests d'une unité de la génération de turbines et flotteurs actuellement en préparation, mais la suivante nécessitera à pleine échelle des infrastructures électriques plus compatibles, tout comme des gammes de profondeurs plus importantes.

Par ailleurs, l'accès de prototypes à des infrastructures de fermes pilotes ne constitue pas en l'état une alternative crédible à un besoin d'essais, du fait des impératifs commerciaux et réglementaires intrinsèques à ces projets.

En ce sens, le questionnaire « Plug & Test » préparé conjointement courant 2020 par des représentants de la filière (France énergies marines, RTE, l'ADEME, l'Ecole centrale de Nantes, France énergie éolienne, le Syndicat des énergies renouvelables et les pôles Mer) a déjà permis d'éclairer par les retours obtenus des besoins avérés et variés, autant sur les moyens existants que sur les évolutions nécessaires et les attentes liées à l'accroissement des capacités d'accueil sur des infrastructures de test.

OBJECTIFS DE MUTUALISATION ET D'OPTIMISATION DES RACCORDEMENTS : COMPLETER LA RATIONALISATION DES IMPLANTATIONS EN INCLUANT L'USAGE D'ESSAIS ?

L'évolution du cadre légal régissant les ouvrages du réseau public de transport d'électricité en 2018 a reporté la prise en charge par RTE des réseaux jusqu'aux postes électriques en mer. Dans ce contexte, l'État a précisé le rôle de RTE en mer et posé les principes d'usage autour des points de raccordement, par l'intermédiaire du Comité Interministériel de la MER du 09/12/2019

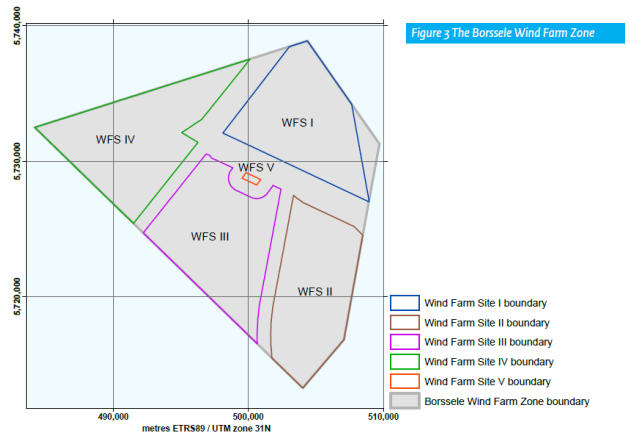
« Dans le cadre de la mise en oeuvre de la PPE sur l'éolien en mer, l'État étudiera systématiquement, lors du lancement d'un nouveau projet, les possibilités d'extension de ce dernier afin de pouvoir mettre en place un raccordement mutualisé. RTE devra proposer des mesures pour optimiser le réseau de transport pour l'éolien en mer, en concertation étroite avec l'État, le régulateur et les acteurs maritimes.

Afin d'éclairer le débat public, RTE mettra à disposition des simulations sur les conséquences des différents scénarios d'implantations des parcs en termes de réseau et de coûts.

Les futures plateformes en mer devront être « multi-usages » et faire l'objet d'une co-construction avec les territoires pour favoriser les co-usages en mer, mieux connaître les milieux marins et l'impact des énergies marines renouvelables sur les écosystèmes ».

Comme cela a pu être évoqué préalablement, l'objet d'une infrastructure dédiée aux essais en mer s'inscrit pleinement dans ce cadre : en mutualisant un usage commercial à un usage d'essais, l'implantation d'une infrastructure de test éviterait de futurs raccordements indépendants sur la façade maritime, et contribuerait par nature à travers ses activités scientifiques à l'accroissement des connaissances sur le milieu marin, les énergies marines renouvelables et leurs impacts sur les écosystèmes. Si ce type de mutualisation d'infrastructure a déjà été opéré en Europe pour l'éolien posé (voir Image 2 par exemple), l'émergence des premiers parcs commerciaux français en éolien flottant constitue ici une opportunité inédite de par le monde

2 - Implantation mutualisée d'une zone d'innovation de capacité 20 MW (Site V) conjointe à 4 sites commerciaux (Site I à IV) sur le parc de Borssele, NL (source : <https://offshorewind.rvo.nl/file/download/44692942>)



pour appliquer ce modèle de mutualisation à l'éolien flottant.

Dans le cadre des appels d'offres relatifs aux parcs éoliens offshore flottants, prévoir dans le cahier des charges des futures fermes commerciales une option relative à l'implantation d'une infrastructure d'essai mutualisée permettrait à des porteurs de projet d'enrichir leurs réponses face aux exigences de co-usage et de meilleure connaissance du milieu et des impacts des énergies marines renouvelables.

