



Dispositif houlomoteur WaveRoller  
développé par AW Energy.



# 243,4 MW

La puissance énergies marines  
officiellement recensée dans l'UE fin 2018

## BAROMÈTRE ÉNERGIES MARINES

Une étude réalisée par EurObserv'ER  EurObserv'ER

La filière des énergies marines est en pleine effervescence avec un nombre significatif de prototypes immergés ces trois dernières années, que ce soit au large des côtes britanniques ou de la Bretagne, en mer du Nord ou en mer Méditerranée. Dans cette course à l'océan, l'énergie des courants a un temps d'avance sur l'énergie des vagues et les autres technologies. Cette filière fait pour la première fois l'objet d'un suivi thématique dans le cadre des baromètres EurObserv'ER.

### 3 678,5 kW

La puissance des projets et prototypes hydroliens  
(énergie des courants) déployés dans l'UE en 2018

### 444,2 kW

La puissance des projets et prototypes houlomoteurs  
(énergie des vagues) déployés dans l'UE en 2018



Usine marémotrice de La Rance, entre les communes de La Richardais et de Saint-Malo, en Ille-et-Vilaine (Bretagne).

YANNICK LE GAL/EDF

Les zones économiques exclusives de tous les États de l'Union européenne, Royaume-Uni inclus, représentent un domaine maritime de plus de 25 millions de km<sup>2</sup>, soit la plus grande zone au monde, et offrent de fait un potentiel de valorisation énergétique gigantesque. L'industrie européenne des énergies marines estime que 100 GW de capacités utilisant l'énergie des vagues et des courants marins peuvent être déployés en Europe d'ici 2050. Cette puissance pourrait répondre à 10 % des besoins électriques européens actuels. Certaines technologies marines, comme l'énergie des courants ou le marnage, (voir ci-dessous) ont pour elles l'avantage d'une prédictibilité de leur production à venir supérieure à celle de l'éolien. L'énergie des vagues présente un autre atout : elle est plus abondante en hiver, durant la période la plus gourmande en consommation électrique. Selon la publication *Energy Technology Perspectives 2012* de l'Agence internationale de l'énergie (International Energy Agency - IEA), les énergies marines pourraient afficher une puissance mondiale installée de 337 GW en 2050 avec environ

30 % (101 GW) provenant des courants marins et 70 % (236 GW) issus des vagues. Ce chiffre peu paraître faible en comparaison de ceux du photovoltaïque, qui a déjà franchi en 2018 le cap des 500 GW raccordés, ou avec l'éolien qui a atteint début 2019 le cap des 600 GW (591 GW fin 2018 selon le Global Wind Energy Council (GWEC). Il n'en reste pas moins qu'à l'échelle de certains pays côtiers ou insulaires comme le Royaume-Uni, la contribution potentielle des énergies marines est loin d'être négligeable dans l'optique d'une décarbonisation totale du mix électrique et justifie les efforts actuellement menés par les développeurs.

### UN JEU À CINQ FAMILLES

Les énergies marines comprennent cinq familles distinctes regroupant chacune des technologies spécifiques.

Historiquement, **L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE** (*tidal range energy*), est la première énergie océanique à avoir été déployée en

Europe. Elle représente l'énergie potentielle liée à la marée, plus précisément à la différence de hauteur entre la pleine et la basse mer (le marnage). Elle est exploitée grâce à la construction d'un barrage équipé de turbines (les mêmes que celles utilisées dans les barrages hydroélectriques) situé dans une baie ou un estuaire. C'est le flux et le reflux de la marée qui permettent alternativement de remplir ou de vider la retenue d'eau en actionnant des turbines qui produisent de l'électricité. Les usines marémotrices, à l'instar des barrages hydroélectriques, peuvent également être équipées d'un système de pompage-turbinage pour augmenter la réserve d'eau stockée qui augmentera la production lors du reflux. C'est le cas de l'unique usine marémotrice en activité dans l'Union européenne et qui est située en Bretagne, dans l'estuaire de La Rance. La puissance de l'installation est de 240 MW dont une vingtaine de mégawatts dévolus au pompage-turbinage. D'autres projets utilisant cette technologie sont actuellement à l'étude. C'est le cas au Royaume-Uni avec le projet de Swansea Bay Tidal lagoon (320 MW). Il s'appuie sur une conception nouvelle,

**Tabl. n° 1**

Puissance des énergies marines installée dans l'Union européenne fin 2017 (en MW)

	2017				Total
	Énergie des vagues	Énergie des courants	Énergie marémotrice	Autres	
France*	0,0	0,0	218,9	0,0	218,9
Royaume-Uni**	5,7	12,7	0,0	0,0	18,4
Espagne	0,5	0,0	0,0	4,5	5,0
Portugal***	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4
<b>Total UE 28</b>	<b>6,6</b>	<b>12,7</b>	<b>218,9</b>	<b>4,5</b>	<b>242,7</b>

Puissance des énergies marines installée dans l'Union européenne fin 2018 (en MW)

	2018				Total
	Énergie des vagues	Énergie des courants	Énergie marémotrice	Autres	
France*	0,0	0,0	218,0	0,0	218,0
Royaume-Uni**	5,7	14,7	0,0	0,0	20,4
Espagne	0,5	0,0	0,0	4,5	5,0
Portugal***	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>6,2</b>	<b>14,7</b>	<b>218,0</b>	<b>4,5</b>	<b>243,4</b>

\* En France, seule la puissance de l'usine marémotrice de La Rance est prise en compte dans les statistiques officielles. La puissance totale de cette centrale est de 240 MW, mais elle inclut un dispositif de pompage-turbinage. Seule la puissance renouvelable est comptée dans ce tableau.

\*\* Au Royaume-Uni, certaines machines pouvant être qualifiées d'opérationnelles ne sont pas en permanence déployées sur leur site de test et ne sont donc pas plongées dans l'eau de manière continue.

\*\*\* Au Portugal, la centrale houlomotrice de Pico exploitée par Wavec (0,4 MW), située dans les Açores a été déconnectée le 17 avril 2018.

Source : *Eurobserv'ER 2019* (certains prototypes ou projets pilotes peuvent ne pas être comptés).

**Tabl. n° 2**

Évolution de la puissance des énergies marines installée depuis 2010

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
France	216,0	214,7	215,9	218,5	220,0	218,3	220,2	218,9	218,0
Royaume-Uni	4,0	4,0	9,0	8,0	9,0	9,0	13,0	18,4	20,4
Espagne							5,0	5,0	5,0
Portugal					1,0			0,4	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>220,0</b>	<b>218,7</b>	<b>224,9</b>	<b>226,5</b>	<b>230,0</b>	<b>227,3</b>	<b>238,2</b>	<b>242,7</b>	<b>243,4</b>

Source : *Eurobserv'ER 2019* (certains prototypes ou projets pilotes peuvent ne pas être comptés).

celle d'un lagon artificiel. Ce lagon fonctionnerait à la manière d'un lac artificiel en se remplissant d'eau à marée haute puis en se vidant par des sas équipés de turbines.

**L'ÉNERGIE DES COURANTS** (*tidal stream energy*) exploite l'énergie cinétique des

courants de marées et des courants océaniques. Elle est généralement captée par des machines de type hydroliennes. Ces dispositifs qui s'apparentent à des éoliennes sous-marines sont posés sur les fonds marins ou arrimés (souvent par paire) sous une barge ou un flotteur. Selon Ocean

Energy Europe, association européenne représentant les acteurs industriels du secteur, 18 projets étaient en activité durant l'année 2018, incluant 6 nouvelles machines immergées l'an passé (**voir tableau 5, p. 11**) en France, au Royaume-Uni et en Belgique pour une puissance cumulée de 3 678,5 kW.



Mise à l'eau de l'hydrolienne Sabella D10.

NATHALIE WERNIMONT-DONFUT/BALAO/SABELLA

**L'ÉNERGIE DES VAGUES OU ÉNERGIE HOULOMOTRICE** (wave energy) est produite par le mouvement des vagues. Il existe une multitude de technologies pour convertir l'énergie des vagues en électricité, comme l'utilisation de flotteurs ponctuels ou linéaires, de systèmes à déferlement ou encore de colonnes d'eau oscillantes. En 2018, selon les données de l'association Ocean Energy Europe, 24 projets houlomoteurs étaient opérationnels sur les côtes de 9 pays de l'Union européenne. Pas moins de 8 machines (réparties sur 7 projets) ont été immergées en 2018 en Italie, Royaume-Uni, France, Danemark et Grèce (voir tableau 4, p. 9), pour une puissance cumulée de 444,2 kW.

**L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS** (ETM ou OTEC en anglais pour *ocean thermal energy conversion*) exploite au sein d'un cycle thermodynamique classique la différence de température entre l'eau

chaude de surface disponible dans certaines parties du globe (entre 25 et 30 °C) et l'eau froide des profondeurs (environ 4 °C à partir de 800 m). Cette technologie n'en est encore qu'au stade de démonstrateurs de faible puissance et son développement commercial est nettement moins avancé que celui des hydroliennes ou des houlomoteurs. Depuis quelques années, les projets actuels ETM se concentrent sur des installations terrestres plutôt que sur des installations flottantes techniquement plus contraignantes. Naval Energies a installé en 2012 un prototype ETM à terre de 15 kW sur l'île de La Réunion et un banc d'essai en 2017 en Martinique dans le cadre du projet Marlin (porté par l'Ademe). L'énergie thermique des mers peut également être valorisée par d'autres procédés. En Espagne, le fournisseur de gaz Enagás a eu l'idée d'utiliser son terminal portuaire méthanier de regazéification de gaz naturel liquéfié (GNL) dans le port de La

Huelva au sud de pays. Il exploite ainsi sur son site une centrale de 4,5 MW qui utilise la différence de température entre l'eau de mer (qui sert de point chaud) et le gaz naturel liquéfié (qui sert de point froid) pour générer de l'électricité. L'énergie thermique des mers peut également être utilisée pour la production de chaleur ou de froid. Des projets de taille commerciale de systèmes de climatisation par eau de mer de type Swac (*sea water air conditioning*) sont déjà opérationnels en Europe. Ce procédé exploite la différence de température entre l'eau chaude de surface et l'eau froide des fonds marins, pompées grâce à des canalisations. Sur la côte, des échangeurs et des pompes à chaleur permettent de produire, selon les besoins, du chaud ou du froid. L'eau est ensuite acheminée vers les bâtiments pour les chauffer ou les climatiser. Ce procédé est notamment utilisé par la centrale Thalassia d'Engie inaugurée en 2016 dans le

port de Marseille. Elle alimente en chaud et en froid l'ensemble des bâtiments qui lui sont raccordés grâce à un réseau de 3 km. À terme, le réseau devrait être relié aux 500 000 m<sup>2</sup> de bureaux de l'écoquartier Euroméditerranée.

La dernière énergie océanique recensée est **L'ÉNERGIE OSMOTIQUE** (*salinity gradient*) qui utilise l'énergie exploitable à partir de la différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce. Phénomène naturel, l'osmose se caractérise par le transfert, à travers une membrane semi-perméable (perméable uniquement à l'eau), de l'eau depuis le milieu où elle est la moins concentrée en sel (eau douce) vers celui où elle est la plus concentrée (eau salée), jusqu'à l'équilibre des concentrations de part et d'autre de la membrane. La différence de salinité provoque un mouvement d'eau, qui exerce une pression dans le compartiment d'eau

salée, pression qui peut être turbinée pour produire de l'électricité. À l'instar de l'ETM, cette technologie est encore en phase de développement. Un premier prototype de 4 kW a été testé en 2009 en Norvège par l'entreprise publique Statkraft, sur le site de Tofte au sud-ouest d'Oslo. Une variante technologique appelée "électrodialyse inverse" (*reversed electro dialysis*) a également été testée avec succès aux Pays-Bas sur la digue d'Afsluitdijk, avec d'un côté la mer, et de l'autre, de l'eau douce. Opéré par la société Redstack depuis 2014, le démonstrateur néerlandais a une puissance de 50 kW et utilise 1 m<sup>3</sup>/s d'eau douce et autant d'eau de mer. L'entreprise ambitionne d'utiliser son procédé pour produire directement de l'hydrogène et d'augmenter la puissance à 1 MW.

#### AU MOINS 263 MW EN ACTIVITÉ FIN 2018

Les filières marines, très diverses, se situent entre deux eaux concernant leur suivi statistique. Les prototypes connectés ne font pas l'objet d'un suivi statistique systématique de la part des organismes officiels et le *turnover* incessant (phases d'immersion, d'amélioration et de mise hors service) des prototypes testés sur des durées relativement courtes (de l'ordre d'un à deux ans) ne facilite pas non plus un décompte précis des projets en activité. Les résultats de l'enquête réalisée par EurObserv'ER auprès des organismes statistiques officiels sont présentés dans les **tableaux 1 et 2**. Ces résultats sont cohérents avec le suivi des indicateurs de la base de données Eurostat sur une série longue. La puissance renouvelable connectée (hors pompage-turbinage, comme dans le cas particulier de l'usine marémotrice de La Rance) des énergies marines est ainsi officiellement estimée dans l'Union européenne à 243,4 MW en 2018 (242,7 MW en 2017). La production d'électricité (hors pompage-turbinage) est quant à elle en légère diminution, passant de 526,2 GWh à 489,3 GWh (voir tableau 3, p. 8). Dans ce baromètre, EurObserv'ER a fait le choix de publier un autre indicateur de suivi de la puissance des énergies marines prenant en compte l'ensemble des prototypes et démonstrateurs pré-commerciaux en activité durant l'année 2018 (voir tableau 4, p. 9). Il s'appuie cette

fois, en ce qui concerne les technologies utilisant les courants marins et l'énergie des vagues, sur la liste des projets en activité communiquée par Ocean Energy Europe. Cette liste a été complétée par EurObserv'ER avec les quelques projets en activité utilisant les autres énergies marines comme les technologies marémotrice, ETM et osmotique. Cet indicateur est légèrement différent puisqu'il estime la puissance ayant été en activité durant l'année 2018 à 263,4 MW en tenant compte des 4,1 MW de projets ayant été connectés cette même année. Les quelques différences statistiques au niveau des pays sont explicitées dans les paragraphes suivants.

La puissance des sites océaniques en activité, pour les raisons précédemment énoncées, n'est pas représentative de l'ensemble des machines qui ont été testées sur la dernière décennie. L'association Ocean Energy Europe, dans sa publication annuelle, *Ocean Energy - Key Trends and Statistics 2018*, a effectué un suivi des projets hydroliens et houlomoteurs. Selon cette publication, 3,7 MW de projets utilisant les courants marins ont été immergés durant l'année 2018, soit plus du double par rapport à 2017 (voir tableau 5, p. 11). Par ailleurs, 26,8 MW de projets utilisant l'énergie des courants ont été déployés depuis 2010. Sur ce total, 11,9 MW sont actuellement opérationnels, ce qui signifie que 14,9 MW de projets ont été mis hors service après avoir complété leur programme de test. Concernant la technologie houlomotrice, Ocean Energy Europe a recensé 7 nouveaux projets pour une puissance cumulée de 444,2 kW en 2018 (voir tableau 6, p. 11). 11,3 MW de projets ont été déployés depuis 2010, mais seuls 2,9 MW étaient opérationnels en 2018, et 8,4 MW ont été mis hors service après l'aboutissement de leur programme de test.

#### DIX PAYS DE L'UNION SUR LES RANGS

##### EN FRANCE, LA BRETAGNE RELÈVE LE DÉFI DE L'HYDROLIEN

En France, les données de puissance et de production relatives aux énergies marines, communiquées par le Service de la donnée et des études statistiques au sein du ministère de la Transition éco-



Embarquement de l'hydrolienne HydroQuest Ocean.

PHILIPPE COSSÉLIN/AVOTRIMAGE/HYDROQUEST

logique et solidaire, font uniquement référence à la centrale marémotrice de la Rance. La puissance de cette centrale est de 240 MW, mais inclut un dispositif de pompage-turbinage. La puissance renouvelable hors pompage de la centrale varie très légèrement d'une année sur l'autre. Elle a ainsi été comptabilisée à 218 MW en 2018 contre 218,9 MW en 2017. La production d'électricité de la centrale est en diminution entre 2017 et 2018. En prenant en compte la production issue du pompage, elle est passée de 565 GWh en 2017 à 522 GWh en 2018. Sans le pompage, elle passe de 522 GWh en 2017 à 480 GWh en 2018.

Les données officielles ne prennent donc pas en compte le projet de démonstrateur préindustriel hydrolien Sabella D10 immergé dans le passage du Fromveur au large de l'île d'Ouessant (Finistère). Ce projet de 1 MW (diamètre de 10 mètres) avait été raccordé une première fois en 2015 au réseau électrique ERDF et testé pendant une année. L'hydrolienne a ensuite été relevée en 2016 afin d'améliorer son système. En octobre 2018, elle a de nouveau été replongée, une fois modifiée, au même endroit, puis sortie de l'eau une

nouvelle fois en avril 2019 pour corriger un défaut détecté dans le système de refroidissement de l'engin et a finalement retrouvé la mer d'Iroise le 5 octobre 2019. Il est prévu que l'hydrolienne soit exploitée jusqu'en 2021 en attendant la mise en service du projet Phares porté par Akuo Energy. Ce dernier projet décline un modèle énergétique insulaire hybride mutualisant trois énergies renouvelables et prévoit l'installation de deux hydroliennes Sabella D12-500 (12 mètres de diamètre et 500 kW unitaires), une éolienne de 0,9 MW, un parc solaire photovoltaïque de 500 kW et un système de stockage d'énergie de 2 MWh apporté par EDF SEI. Ce projet multi-énergie, qui reçoit les soutiens et financements publics du PIA 3 (programme investissement d'avenir) et de la Région Bretagne, combiné aux projets énergétiques existants, permettra d'atteindre environ 70 % de pénétration en énergie renouvelable à Ouessant en 2023. Une deuxième hydrolienne, dénommée "HydroQuest Ocean" et développée par le fabricant isérois HydroQuest et son partenaire Constructions mécaniques de Normandie (CMN), a été raccordée au réseau national fin mai 2019 et injecte

de l'électricité depuis mi-juin 2019. Cette hydrolienne de 1 MW de puissance, mesurant 25 mètres de large et 11 mètres de haut, a été immergée pour une durée d'un an sur le site d'essai développé par EDF au large de l'île de Brehat (Côtes-d'Armor). Le fabricant estime le gisement hydrolien à 3 GW en France et 10 GW en Europe.

#### UN FOISONNEMENT DE PROJETS AU ROYAUME-UNI

L'intérêt du Royaume-Uni pour les énergies marines s'explique par le potentiel du pays. Selon une note du BEIS (le département des Affaires, de l'Énergie et des Stratégies industrielles) publiée en 2013, l'énergie des vagues et des courants marins a le potentiel théorique de répondre à 20 % de la demande d'électricité du Royaume-Uni, représentant une puissance installée de 30 à 50 GW. Au Royaume-Uni, les filières courant marin et houlomotrice sont particulièrement actives, avec une volonté politique et stratégique forte de faire émerger au plus vite les industries de ces deux filières. Le décompte officiel du BEIS recense, en 2018, 18 projets en activité pour une puissance cumulée de 20,4 MW (+ 2 MW par

### Tabl. n° 3

Production d'électricité des énergies marines dans les pays de l'Union européenne en 2017 (en GWh)

	2017				Total
	Énergie des vagues	Énergie des courants	Énergie marémotrice	Autres	
France*	0,0	0,0	522,0	0,0	522,0
Royaume-Uni	0,0	4,2	0,0	0,0	4,2
Portugal	0,006	0,0	0,0	0,0	0,006
Espagne	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a.
<b>Total UE 28</b>	<b>0,006</b>	<b>4,2</b>	<b>522,0</b>	<b>0,0</b>	<b>526,2</b>

Production d'électricité des énergies marines dans les pays de l'Union européenne en 2018 (en GWh)

	2018				Total
	Énergie des vagues	Énergie des courants	Énergie marémotrice	Autres	
France*	0,0	0,0	480,0	0,0	480,0
Royaume-Uni	0,0	9,3	0,0	0,0	9,3
Portugal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Total UE 28</b>	<b>0,0</b>	<b>9,3</b>	<b>480,0</b>	<b>0,0</b>	<b>489,3</b>

\* La production d'électricité de l'usine de La Rance prenant en compte le pompage-turbinage est de 565 GWh en 2017 et 522 GWh en 2018.  
Source : Eurobserv'ER 2019

rapport à 2017). Sur ces 18 projets, seuls 3 font l'objet d'un suivi sur le plan de la production (soit un total de 9,3 GWh). Le décompte de l'association Ocean Energy Europe est un peu inférieur puisqu'il aboutit à une puissance de 13,3 MW fin 2018. La différence entre les deux listes s'explique principalement par le retrait de certains projets considérés comme définitivement mis hors service par Ocean Energy Europe. Le Royaume-Uni a la particularité de posséder le premier et le plus grand parc hydrolien à vocation commerciale, sur le site du projet MeyGen dans le Pentland Firth, en Écosse. La première phase de ce projet (MeyGen phase 1A) a consisté en l'installation en octobre 2016 de 4 turbines de 1,5 MW. Les trois premières turbines hydroélectriques (de type AH 1000 MK1) ont été construites par Andritz Hydro Hammerfest et la quatrième (AR 1500) par Simec Atlantis Energy. La production électrique de cette centrale recensée par le BEIS a été de 7,2 GWh durant l'année 2018. Le projet est accrédité depuis mars 2017 par l'OFGEM (Office of Gas and Elec-

tricity Markets) qui gère le système des ROC (*renewable obligation certificates*) et il a été formellement mis en service en avril 2018 avec une durée d'exploitation prévue de 25 ans. Le site est actuellement dans sa deuxième phase de développement (phase 1B) qui prévoit la mise en place d'un hub qui permettra de connecter plusieurs turbines à un seul câble de raccordement et la connexion de deux nouvelles hydroliennes (de type Atlantis AR 2000) de 2 MW chacune, soit les plus puissantes jamais construites, en 2019 ou 2020. Cette phase sera réalisée dans le cadre du projet Stroma qui bénéficie d'un financement européen sous le programme NER300. Une troisième phase (phase 1C) prévoit d'ajouter 49 turbines supplémentaires (73,5 MW). Le permis d'exploitation accordé par le Crown Estate pour le site est, lui, de 398 MW, ce qui laisse augurer de nouvelles phases de développement en cas de succès des précédentes. Parmi les derniers projets significatifs, le développeur espagnol Magallanes Renovables a acheminé depuis le port

espagnol de Vigo son hydrolienne sur barge flottante ATIR (2 MW) sur son site test en Écosse. Le prototype a été plus précisément installé sur le site britannique d'essai d'énergie des courants de Fall of Warness, The European Marine Energy Centre (EMEC<sup>1)</sup>, un des grands sites tests d'Écosse, qui propose aux développeurs différents emplacements permettant une connexion au réseau sur des profondeurs allant de 12 à 50 mètres. Cette barge, qui mesure 45 mètres de longueur, porte deux rotors immergés de 19 mètres de diamètre. La barge a été mise en service et connectée au réseau en

1) Le Centre européen d'énergie marine situé dans les îles Orcades à l'extrême nord de l'Écosse est un centre d'essai et de recherche principalement dédié aux énergies océaniques. Il offre aux développeurs la possibilité de tester et de connecter au réseau leurs prototypes dans de très bonnes conditions de courant marin et de vagues à travers différents sites d'essais spécialisés.

**Tabl. n° 4**

Liste des projets utilisant les énergies marines ayant été en activité durant l'année 2018

Description	Développeur de la machine	Technologie	Localisation	Date de mise en service	Puissance totale (MW)
<b>France</b>					
Estuaire de La Rance*	EDF	Marémotrice	La Richardais – Saint-Malo	1966	240,000
EEL de Brest	EEL	Énergie des courants	Port de Brest	2017	0,010
Ouessant	Sabella	Énergie des courants	Passage de Fromveur	2018	1,000
Test de La Rochelle	HACE	Énergie des vagues	Port de la Rochelle	2018	0,050
Test de Seeneoh	DesignPro Renewables et Mitsubishi Electric	Énergie des courants	Seeneoh – Bordeaux	2018	0,025
Test p66	Guinard Énergies	Énergie des courants	Port de Brest	2018	0,004
<b>Total France</b>					<b>241,089</b>
<b>Royaume-Uni</b>					
Open Hydro scale demonstration	Naval Energies	Énergie des courants	EMEC/Écosse	2006	0,250
Eco Wave Power - Gibraltar	Eco Wave Power	Énergie des vagues	Gibraltar	2016	0,100
MeyGen phase 1A	Andritz	Hydrolienne	Pentland Firth/Écosse	2016	4,500
Scotrenewables Tidal Power Ltd	Orbital Marine Power	Énergie des courants	EMEC/Écosse	2016	2,000
MeyGen phase 1A	Simec Atlantis Energy	Énergie des courants	Pentland Firth/Écosse	2016	1,500
Shetland Tidal Array	Nova Innovation	Énergie des courants	Bluemull Sound, Shetland/Écosse	2016	0,300
Mingary Bay	Albatern	Énergie des vagues	Mingary Bay/Écosse	2016	0,045
EMEC	Wello Oy	Énergie des vagues	EMEC/Écosse	2017	1,000
Nautricity demonstration EMEC	Nautricity	Énergie des courants	EMEC/Écosse	2017	0,500
Sustainable Marine Energy Plat-I	Schottel Hydro	Énergie des courants	Connell Sound/Écosse	2017	0,280
InToTidal	Tocado	Énergie des courants	EMEC/Écosse	2017	0,250
HiWave	CorPower Ocean	Énergie des vagues	EMEC/Écosse	2017	0,025
Marine Power Systems	Marine Power Systems	Énergie des vagues	Ramsey Sound/Pays de Galles	2017	0,010
Magallanes Renovables EMEC demonstration	Magallanes Renovables	Énergie des courants	EMEC/Écosse	2018	2,000
Fish Farm Shetland	Aqua Power Technologies	Énergie des vagues	Shetland/Écosse	2018	0,005
Holyhead Deep	Minesto	Énergie des courants	Anglesey/Pays de Galles	2018	0,500
<b>Total Royaume-Uni**</b>					<b>13,265</b>
<b>Espagne</b>					
Voith Hydro, Ente Vasco de la Energia (EVE) Project	Voith Hydro	Énergie des vagues	Pays basque	2011	0,296
Planta de Huelva, OTEC (between ocean and liquified natural gas)	Enagás	ETM	La Huelva/Andalousie	2013	4,500
Wedge	Wedge	Énergie des vagues	Plocan/Grande Canarie	2014	0,200
Oceantec – oscilating water column prototype	Oceantec	Énergie des vagues	BiMEP/Côte basque	2016	0,030
<b>Total Espagne</b>					<b>5,026</b>
<b>Pays-Bas</b>					
IHC Merwede	IHC Merwede	Énergie des vagues	Escaut occidental	2009	0,030
Afsluitdijk Project (reverse electrodi-lysis techno)	Redstack	Énergie osmotique	Afsluitdijk	2014	0,005

Oosterscheldedam	Tocado	Énergie des courants	Escaut oriental	2015	1,250
Tocado Afsluitdijk	Tocado	Énergie des courants	Afsluitdijk	2015	0,300
<b>Total Pays-Bas</b>					<b>1,585</b>
<b>Suède</b>					
Seabased - Sotenäs Phase 1A***	Seabased	Énergie des vagues	Sotenäs – Västra Götaland	2016	1,080
<b>Total Suède</b>					<b>1,080</b>
<b>Portugal</b>					
Projet Pico	Wavec	Énergie des vagues	Les Açores	1999	0,400
<b>Total Portugal</b>					<b>0,400</b>
<b>Italie</b>					
Messina Strait	ADAG	Énergie des courants	Messine	2000	0,050
Wave for Energy	Wave for Energy	Énergie des vagues	n.a.	2015	0,200
Port of Naples	University of Campania	Énergie des vagues	Port de Naples	2015	0,003
Wavenergy	Wavenergy	Énergie des vagues	Civitavecchia	2016	0,020
40South Marina di Pisa	40South energy	Énergie des vagues	Marina de Pise	2018	0,050
Adriatic	OPT	Énergie des vagues	Mer Adriatique	2018	0,003
<b>Total Italie</b>					<b>0,326</b>
<b>Danemark</b>					
Wavepiston at DanWEC prototype project	Wavepiston	Énergie des vagues	Danish Wave Energy Centre, Hanstholm	2017	0,012
Test in Denmark	Crestwing	Énergie des vagues	Port de Frederikshavn	2018	0,300
Wavepiston at DanWEC prototype project	Wavepiston	Énergie des vagues	Danish Wave Energy Centre, Hanstholm	2018	0,012
<b>Total Danemark</b>					<b>0,324</b>
<b>Belgique</b>					
Demo Antwerp	Water2Energy	Énergie des courants	Port d'Antwerp	2018	0,150
<b>Total Belgique</b>					<b>0,150</b>
<b>Grèce</b>					
Port de Héraklion	SINN Power	Énergie des vagues	Héraklion	2016	0,024
Port de Héraklion	SINN Power	Énergie des vagues	Héraklion	2017	0,048
Port de Héraklion	SINN Power	Énergie des vagues	Héraklion	2018	0,048
<b>Total Grèce</b>					<b>0,120</b>
<b>Total UE 28</b>					<b>263,365</b>

\* La centrale marémotrice de La Rance a une capacité de 240 MW, comprenant une capacité de pompage-turbinage. \*\* Il existe un décalage entre les données officielles du BEIS concernant la puissance totale des énergies marines installées au Royaume-Uni et celles issues de la base de données de Ocean Energy Europe, ce dernier ayant retiré certains projets ne les considérant plus comme opérationnels. \*\*\* En raison de l'efficacité accrue des nouveaux générateurs, les 36 WEC du projet Seabased Sotenäs suggèrent une capacité installée allant jusqu'à 3 MW au lieu de 1 MW.  
Source : Ocean Energy Europe 2019 (pour les projets sur énergie des vagues et sur énergie des courants), EurObserv'ER 2019 (pour les projets sur énergie marémotrice, énergie osmotique et ETM).

2019. Ce démonstrateur a été développé et financé à hauteur de 1,9 million d'euros dans le cadre du projet européen Ocean\_2G (technologies de deuxième génération dans l'énergie des océans) du programme de recherche et d'innovation

de la Commission européenne Horizon 2020. Sur ce même site, le développeur écossais Orbital Marine Power (anciennement Scotrenewables Tidal Power Ltd) a retiré en septembre 2018 sa barge hydrolienne SR 2000 installée depuis 2016. Il

se concentre désormais sur le développement du démonstrateur commercial Orbital O2 de 2 MW, qui consiste en une barge longue de 73 mètres, supportant deux rotors de 1 MW de 20 mètres de diamètre. Ce démonstrateur sera installé

**Tabl. n° 5**

Déploiement des hydroliennes par pays durant l'année 2018

Pays	Localisation	Développeur	Type de turbine	Puissance (en kW)	Nombre de turbines
France	Seeneoh - Bordeaux	DesignPro Renewables et Mitsubishi Electric	Axe vertical	25,0	1
	Port de Brest	Guinard Énergies	Axe horizontal	3,5	1
	Fromveur	Sabella	Axe vertical	1 000,0	1
GB (Écosse)	EMEC	Magallanes Renovables	Axe vertical	2 000,0	1
GB (Pays de Galles)	Anglesey	Minesto	Cerfs-volants sous-marins	500,0	1
Belgique	Port d'Antwerp	Water2Energy	Axe vertical	150,0	1
<b>Total</b>				<b>3 678,5</b>	<b>6</b>

Source : Ocean Energy Europe 2019.

**Tabl. n° 6**

Déploiement des houlomoteurs par pays durant l'année 2018

Pays	Localisation	Développeur	Type de machine	Puissance (en kW)	Nombre de machines
Italie	Port de Pise	40South energy	Différentiel de pression-immersé	50	1
	Adriatique	OPT	Absorbeur ponctuel	3	1
GB (Écosse)	Shetland	Aqua Power Technologies	Absorbeur ponctuel	5,2	1
Danemark	Port de Fredrikshaven	Crestwing	Atténuateur	300	1
	Danish Wave Energy Centre, Hanstholm	Wavepiston	Atténuateur	12	1
France	Port de La Rochelle	HACE	Colonne d'eau oscillante	50	1
Grèce	Héraklion	SINN Power	Absorbeur ponctuel	24	2
<b>Total</b>				<b>444,2</b>	<b>8</b>

Source : Ocean Energy Europe 2019

toujours sur le même site en 2020. Il a été développé dans le cadre du projet FloTEC (Floating Tidal Energy Commercialisation) et a bénéficié d'un financement de 10 millions d'euros (7,74 millions de livres) via le programme Horizon 2020.

#### LES AUTRES PAYS EUROPÉENS INTÉRESSÉS

Derrière le Royaume-Uni et la France, huit autres pays côtiers de l'Union européenne développent des prototypes et des démonstrateurs innovants. On peut préciser que certains fabricants ne testent pas systématiquement leurs prototypes dans

leurs eaux territoriales et font le choix de tester et raccorder leurs démonstrateurs dans les centres de test dédiés, en Écosse notamment, comme par exemple l'Espagnol Magallanes Renovables précédemment cité.

L'Espagne recense ainsi officiellement une puissance de 5 MW sachant que le pays prend en compte le concept innovant de valorisation de l'énergie thermique des mers de la centrale exploitée par Enagás située en Andalousie et celui de la centrale houlomotrice exploitée par l'Agence basque de l'énergie dans la baie de Mutriku, dans le golfe de Gascogne

(296 kW). Cette centrale est également particulière car c'est la première usine brise-lames au monde utilisant l'énergie des vagues avec plusieurs turbines. La centrale, abritée par une digue, produit de l'électricité grâce à la force des vagues qui viennent se briser dessus. La production d'électricité de ces deux centrales n'est pas publique en raison de la législation espagnole sur la protection des données statistiques, le nombre de projets et la puissance étant trop faibles. Une indication est cependant apportée par le rapport d'information annuel d'Enagás de 2013 qui estime que le régime



La quatrième hydrolienne du projet MeyGen en Écosse.

SIMEC ATLANTIS ENERGY

normal de fonctionnement de la centrale océanothermique du port de La Huelva est approximativement de 24 GWh par an, celle de la baie de Mutriku étant de l'ordre de 1,3 GWh selon l'Agence basque de l'énergie.

Le Portugal ne recense quant à lui plus aucune centrale en activité. Son unique centrale houlomotrice (projet Pico) en activité située dans les Açores ayant été définitivement mise hors service après un accident en avril 2018.

Dans les autres pays où sont également recensés des projets et des fabricants, comme en Italie, en Suède, au Danemark, en Belgique, aux Pays-Bas et en Grèce, le statut de prototype ou de centrale de démonstration utilisée à des fins de R&D ou encore le faible niveau des puissances connectées explique que la filière ne fasse

pas encore l'objet d'un suivi statistique officiel. Parmi les derniers projets mis à l'eau, on peut citer le projet houlomoteur danois de Crestwing qui porte sur une machine de type atténuateur de 300 kW installée dans le port de Frederikshavn et la nouvelle version du houlomoteur à pression différentielle (50 kW), développé par 40South Energy en Italie. Cet équipement est testé sur le site d'essai de la Marina de Pise, au large de la Toscane. Parmi les autres projets intéressants en activité, on note le projet de démonstration du parc houlomoteur de Sotenäs (phase 1) en Suède, connecté fin 2015 en mer du Nord à 50 mètres de profondeur au large des villes de Sotenäs et de Smögen. Ce projet, développé par l'entreprise Seabased et financé par la compagnie énergétique Fortum et l'Agence suédoise de l'énergie,

a permis l'installation de 36 engins houlomoteurs de 30 kW, soit un peu plus de 1 MW. L'Irlande a également des visées stratégiques de développement d'une filière houlomotrice. Le gestionnaire de réseau ESB Network a déjà contractualisé deux sites de projets de raccordement d'énergie des vagues. Le premier permettra de raccorder le site de test Atlantic Marine Energy Test Site (Amets), prévu pour une capacité d'accueil de 10 MW et le second, le projet WestWave Killard de 5,4 MW est situé au large des côtes du comté de Clare.

#### UNE FORTE BAISSÉ DES COÛTS ATTENDUE ET MESURÉE

À l'image de l'éolien offshore, les coûts actuels des énergies marines varient significativement selon les projets (lieu,

## Un soutien important de la Commission européenne

La question des coûts de production est essentielle pour assurer le développement commercial des technologies marines. Pour diminuer ces coûts, les développeurs bénéficient de différents soutiens via des fonds régionaux, des programmes nationaux ou européens. La Commission européenne est particulièrement impliquée dans le développement des énergies marines. Les développeurs bénéficient ainsi de financements dans le cadre du programme de recherche et d'innovation de la Commission européenne Horizon 2020 via des projets dédiés (ex : projet Ocean\_2G, projet FloTEC) ou via le programme NER 300 (ex : projet Stroma). Les développeurs peuvent également s'appuyer sur les financements de projets interrégionaux via le programme européen Interreg. Son objectif est de financer des projets de coopération entre régions européennes dans le domaine du développement économique ou de la gestion de l'environnement. Un projet Interreg particulièrement ambitieux concernant directement la filière hydrolienne a été annoncé le 16 octobre 2019. Il s'agit du projet Tiger (Tidal Stream Industry Energiser), mis en place dans le cadre du programme Interreg France (Manche) – Angleterre. Son but est de permettre le développement des turbines submergées au large des côtes pour exploiter l'énergie des courants de marées. Il a ainsi pour but de stimuler la croissance dans le domaine des énergies hydroliennes en développant des machines ayant une capacité pouvant aller jusqu'à 8 MW. Ce programme servira à démontrer la rentabilité économique de l'énergie hydrolienne afin que celle-ci puisse rentrer dans le bouquet énergétique de l'Angleterre et de la France, en exploitant les économies d'échelle via une production en masse. Selon les attendus du projet, la capacité totale théorique de l'énergie hydrolienne dans la région de la Manche atteint presque les 4 GW – suffisamment pour alimenter 3 millions de foyers. Avec un budget de 46,8 millions d'euros, ce projet a la particularité d'être le plus important jamais financé sur l'ensemble des 75 programmes Interreg de la période 2014-2020. Selon Carolyn Reid, responsable du programme Interreg France (Manche) – Angleterre : « Sur le long terme, le but est d'aider l'industrie à réduire ses coûts de production d'énergie hydrolienne des 300 €/MWh actuels à 150 €/MWh en 2025, et ainsi d'en augmenter l'utilisation. L'UE souhaite atteindre les 100 €/MWh pour 2030. » Le financement bénéficiera notamment à des fabricants de machines (HydroQuest, Orbital Marine Power, CMN, Minesto AB, etc.), à des programmes de recherches universitaires, au centre EMEC et à d'autres acteurs français et britanniques impliqués dans l'hydrolien.

profondeur, capacité, etc.) et il est encore trop tôt pour avoir un coût standard de référence pour l'hydrolien comme pour le houlomoteur. La mise en service de parcs, à l'instar de ce qui se passe dans l'éolien offshore, devrait rapidement faire diminuer le coût LCOE (coût actualisé de l'énergie) des projets. ORE Catapult, l'un des principaux centres de recherche sur les énergies offshore au Royaume-Uni, a apporté en mai 2018 des premiers éléments sur la trajectoire de réduction des coûts dans *Tidal Stream and Wave Energy Cost Reduction and Industrial Benefit*. Selon cette publication, le coût moyen de l'hydrolien pour les projets pilotes déjà opérationnels est approximativement de 300 €/MWh (34,7 c€/kWh). Se basant sur leurs analyses et les engagements de l'industrie, les auteurs prévoient que des réductions permanentes seront réalisées sur un volume de déploiement relativement modeste. Ils ambitionnent ainsi un LCOE de 150 €/MWh (17,39 c€/kWh) à partir de 100 MW installés, de 130 €/MWh (15,07 c€/kWh) à partir de 200 MW et de 90 €/MWh (10,43 c€/kWh) à partir de 1 GW. Pour la technologie houlomotrice, le coût moyen des projets pilotes opérationnels

serait au-dessus de 300 €/MWh. Ce chiffre est à prendre avec précaution car il est compliqué de parler de LCOE pour une technologie encore au stade du prototype. Selon des calculs du Centre commun de recherche (JRC) de la Commission européenne, le LCOE des technologies utilisant les courants marins, basé sur une douzaine de mégawatts de projets opérationnels fin 2018 était compris entre 34 et 38 c€/kWh en 2018. Le même indicateur réalisé en 2015 évaluait le LCOE à 60 c€/kWh. C'est donc une réduction de plus de 40 % qui a été observée en trois ans. Le JRC note que cette réduction est plus importante que celle qui était escomptée en 2015 puisque la courbe prévoyait alors un LCOE de 40 c€/kWh pour un niveau de déploiement de 12 MW. Ces importantes réductions de coûts sont liées à la fiabilité croissante des appareils déployés dans le cadre de projets de démonstration. Ceux en cours montrent que l'électricité peut être générée en continu et que des facteurs de charge de 37 %, voire plus, sont réalisables. En mars 2018, la Commission européenne a publié un plan de mise en œuvre pour l'énergie océanique réalisé dans le cadre du Strategic Energy Technology Plan

(SET Plan). Ce document décrit les étapes nécessaires, le calendrier et les besoins de financement estimés pour la commercialisation des technologies énergies marines en Europe d'ici 2025 et 2030. Des objectifs ont été quantifiés concernant les coûts LCOE de l'hydrolien et du houlomoteur. L'objectif est une réduction de coût pour l'hydrolien à 15 c€/kWh en 2025 et à 10 c€/kWh en 2030, liée à une montée en puissance des projets installés. Pour le houlomoteur, une même convergence de diminution des coûts est prévue, mais avec un décalage au maximum de 5 ans, à savoir 20 c€/kWh en 2025, 15 c€/kWh en 2030 et 10 c€/kWh en 2035. Selon Ocean Energy Europe, ces objectifs sont en phase avec ceux fixés par le secteur en 2016 qui sont pour l'hydrolien de 20 c€/kWh d'ici 2030 pour une capacité installée de 10 GW et un coût de 10 c€/kWh pour le houlomoteur à horizon 2035 pour une même capacité de 10 GW.

### AU SEUIL DE LA PHASE DE COMMERCIALISATION

Si on excepte l'énergie marémotrice, très proche technologiquement des barrages hydroélectriques, les technologies éner-



Hydrolienne flottante de 2 MW d'Orbital Marine Power

gies marines n'ont pas encore atteint de phase commerciale où les machines seraient produites en grande série avec un niveau de robustesse et de fiabilité permettant une exploitation sur une durée longue. La filière la plus avancée est celle de l'hydrolien qui se situe dans une phase de retour d'expériences sur des prototypes à l'échelle 1, soit des turbines de taille "commerciale" à l'échelle du mégawatt. Durant cette phase, les turbines sont encore évolutives et perfectibles et elles sont destinées à être testées sur une durée relativement courte, typiquement un ou deux ans, en vue de valider les choix technologiques. Selon Ocean Energy Europe, l'hydrolien va entrer d'ici 2020 dans une nouvelle phase de projets avec des machines plus robustes qui ouvrent la perspective d'une exploitation commerciale avec des parcs de plus grande puissance. Cette étape nécessitera la mise en place de systèmes de rémunération garantie, comme des tarifs d'achat. Un indice positif est l'intérêt de plus en plus marqué de gros industriels de taille mondiale comme peut l'être General Electric. Ainsi, la branche Power's GE Conversion Business de l'entreprise américaine a annoncé en mai 2019 avoir conclu un accord de partenariat technologique et de fourniture avec la division Turbine et services d'ingénierie (ATES) de l'anglais Simec Atlantis Resources. Ce partenariat s'inscrit dans le développement d'hydroliennes de grande puissance sur courants marins baptisées Atlantis AR 2000. Ce type d'hydrolienne sera alors la plus grande et la plus puissante turbine à un seul axe

disponible au monde. Ce système devrait être déployé au cours des phases futures du projet MeyGen emblématique d'Atlantis en Écosse (lire p. 8).

De leur côté, les technologies ETM et osmotiques sont prometteuses, mais nécessitent encore des développements supplémentaires et des décisions publiques d'investissement pour la mise en œuvre de projets importants. Le projet Nemo annonçait une première centrale électrique offshore de 10,7 MW fonctionnant grâce à l'énergie thermique des mers en Martinique. Porté par Akuo Energy et Naval Energy (filiale de Naval Group), il a été officiellement gelé en avril 2018, suite à des difficultés techniques pour développer un système fiable de pompage d'eau à grande profondeur et la décision des élus locaux de ne plus le soutenir. Enfin, les projets d'énergie marémotrice, s'ils ont déjà fait leurs preuves sur le plan technique, ne suscitent pas de franche adhésion du fait de leurs impacts environnementaux dans les estuaires qui sont des zones écologiquement très sensibles.

### LE FINANCEMENT PARTICIPATIF SOLLICITÉ

À l'instar des filières renouvelables plus standards, les énergies marines font également appel à des campagnes de financement participatif (ou crowdfunding) pour réaliser leur projet. Il n'est jamais facile de mobiliser des capitaux pour une nouvelle entreprise ou projet et cela est particulièrement vrai dans le cas des filières marines où les délais de procédure ou de réglementation peuvent être longs, où

les investissements de départ sont souvent importants et où les risques d'échec sont plus élevés que pour des technologies rodées. En plus de leur apporter une source supplémentaire de revenus, en complément des traditionnels prêts bancaires, le financement participatif est également un moyen de s'assurer du soutien et d'une reconnaissance de la part du grand public qui s'identifie aux projets financés. La publication américaine *The Marine Executive* a ainsi recensé sur la période 2012-2018 des levées de fonds pour plus de 20,7 millions d'euros pour des projets situés principalement en Europe. Décomposés par type de technologie, les projets d'énergie houlomotrice ont attiré 6,2 millions d'euros contre plus du double, soit 13,9 millions d'euros, pour les technologies hydroliennes. Parmi les principales entreprises, on retrouve les Anglais de Simec Atlantis Energy (anciennement Atlantis Resources) et de WITT Energy ainsi que les Finlandais de Wello Oy ou les Écossais d'Orbital Marine Power. En 2018, l'entreprise suédoise Seabased a lancé une campagne de financement participatif dans le but de contribuer à ses travaux de R&D. Initialement ouverte pour un objectif de 550 000 €, la firme a décidé d'étendre sa campagne au vu de la rapidité avec laquelle le premier objectif avait été atteint. Au final, la campagne aura permis de lever 1,5 million d'euros. Autre exemple, Orbital Marine Power a bouclé en janvier 2019 une campagne pour le financement de son projet de première turbine flottante marémotrice à visée commerciale d'une capacité de

2 MW. Une levée de fonds de 8,1 millions d'euros a ainsi été obtenue auprès de 2 300 personnes. L'investissement moyen a été de 3 000 € (3 475 euros) pour lequel les particuliers peuvent bénéficier de réductions d'impôt. Orbital Marine Power s'est engagé à rembourser chaque emprunteur dans un délai de 2,5 ans et avec un taux annuel d'intérêt de 12 %.

### DES OBJECTIFS PRUDENTS À L'HORIZON 2030

Force est de constater que les objectifs de déploiement des énergies marines (hors éolien offshore) à l'horizon 2020, définis en 2010 par les plans d'action nationaux énergies renouvelables (National Renewable Energy Action Plans) dans le cadre de la précédente Directive énergie renouvelable de 2009, ont anticipé une montée en puissance trop hâtive des filières. Ces plans ambitionnaient en effet des objectifs de 1 300 MW au Royaume-Uni, 380 MW en France, 250 MW au Portugal, 135 MW aux Pays-Bas, 100 MW

en Espagne, 75 MW en Irlande et 3 MW en Italie (voir graphique 1). Au cours de l'actuelle décennie, la plus grande précocité industrielle et "commerciale" des filières éoliennes (terrestre et marine), photovoltaïque et biomasse ont certainement retardé le déploiement des énergies marines. Aussi, à l'horizon 2030 la prudence reste de mise sur les capacités de déploiement de ces filières. Et même si les différentes pièces du puzzle commencent à se mettre en place, il est encore trop tôt pour connaître avec précision quel sera le rythme de croissance des différentes technologies marines durant la prochaine décennie, sinon à émettre différents scénarios de croissance. La Commission européenne s'est d'ailleurs pliée à cet exercice en commandant et publiant en mai 2018, une étude de marché, *Market Study on Ocean Energy*, réalisée par WavEC (bureau en ingénierie marine) et Cogea (Construction générale de l'Atlantique). Ce travail met en avant trois scénarios de croissance des capacités des filières marines jusqu'à 2030 aux niveaux mondial et européen. Dans le scénario optimiste, les technologies utilisant les courants

marins (hydrolien) atteindraient 2,4 GW en 2030, dont 93 % en Europe (soit environ 2,2 GW), ainsi que 0,5 GW d'énergie houlomotrice dont 87,5 % en Europe (soit environ 0,44 GW). L'énergie marémotrice atteindrait de son côté 1 GW dont 72 % déployés en Europe (0,72 GW), correspondant à la mise en service de deux nouveaux sites sur le continent dont le projet clé de Swansea Bay Tidal Lagoon (320 MW) situé au large du Pays de Galles. L'énergie thermique des mers atteindrait 28,5 MW, essentiellement déployée en Europe dans les territoires d'outre-mer. Au final, la puissance européenne des énergies marines représenterait 3,4 GW. Dans le scénario médium, l'hydrolien atteindrait, à ce même horizon 2030, 1,6 GW (dont 90 % en Europe), le houlomoteur, 370 MW (dont 85 % en Europe), l'énergie marémotrice, 840 MW (dont 66,7 % en Europe, soit 560 MW et donc seul le projet de Swansea serait ajouté) et l'ETC, 18,5 MW en outre-mer. Le total du scénario médium atteindrait alors un peu plus de 2,3 GW. Enfin, dans le scénario pessimiste, l'hydrolien n'atteindrait que 700 MW (dont 92 %

en Europe), le houlomoteur, 70 MW (58 MW en Europe), aucun nouveau projet d'énergie marémotrice ne verrait le jour (520 MW dans le monde dont les 240 MW de La Rance) et l'ETC, 17,5 MW en outre-mer. La conclusion de ce premier baromètre EurObserv'ER dédié aux énergies marines est donc que ces filières prometteuses ont encore beaucoup de chemin à parcourir, notamment sur le plan industriel, pour atteindre leurs objectifs de commercialisation et pour faire partie intégrante des mix électriques nationaux. Cependant, gageons que l'important soutien apporté par les programmes nationaux et européens en matière de programme de recherche et de développement per-

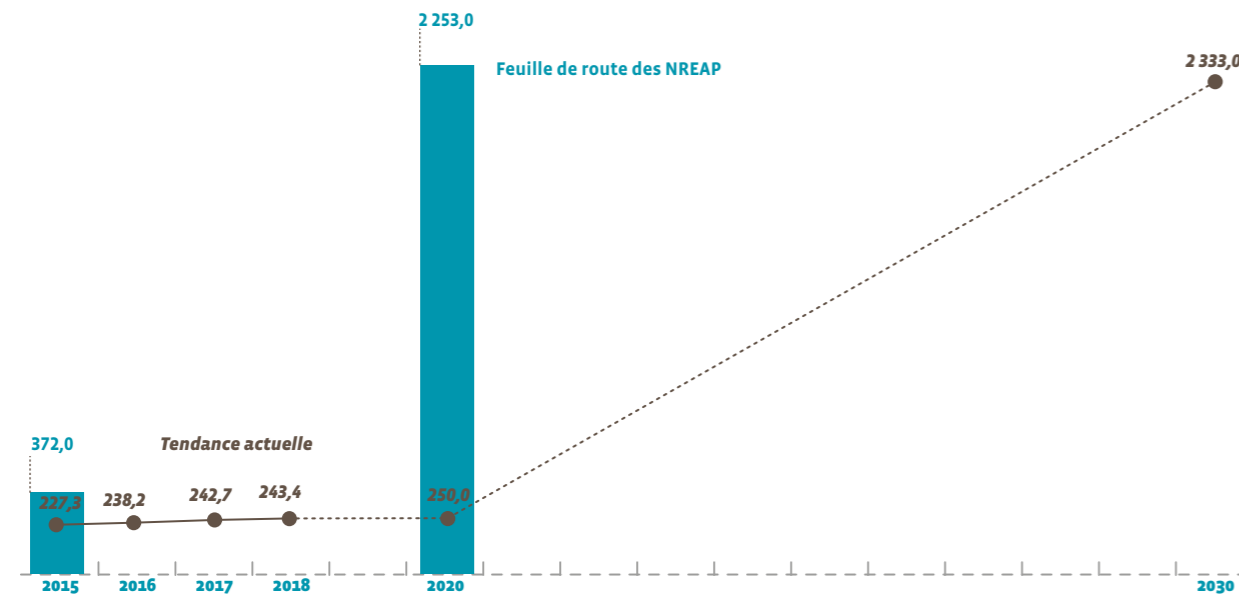
mettra à ces filières, qui bénéficient globalement d'une image très positive auprès du grand public, d'accomplir leur avènement. □

Le prochain baromètre traitera de la biomasse solide

Sources : SDES (France), BEIS (Royaume-Uni), CBS (Pays-Bas), IDAE (Espagne), DGEG (Portugal), SEAI (Irlande), Swedish Energy Agency (Suède), ENS (Danemark), ETIPOCEAN, Observ'ER, Ocean Energy Europe.

## Graph. n° 1

Tendance actuelle de la puissance installée des énergies marines par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en MW)



Source : EurObserv'ER 2019.



La version française de ce baromètre et sa diffusion ont bénéficié du soutien de l'Ademe.

Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER (FR), ECN part of TNO (NL), Renac (DE), Frankfurt School of Finance & Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) et Statistics Pays-Bas (NL). Ce document a été préparé pour la Commission européenne, mais il ne représente que l'opinion de ses auteurs. Ni la Commission européenne, ni l'Ademe ne peuvent être tenues responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.