

# HYDROLIEN : EN ROUTE POUR LE DÉPLOIEMENT COMMERCIAL

**P**rédictible, produite par des machines invisibles ou quasi-invisibles depuis la côte et à l'origine d'un impact faible sur la faune et la flore marines, l'énergie hydrolienne dispose de nombreux avantages<sup>1</sup> pour contribuer à la décarbonation du futur mix énergétique français. Forte d'un important gisement avec les puissants courants marins du Raz-Blanchard (Normandie) et du Fromveur (Bretagne), la France franchira prochainement une étape majeure pour cette technologie avec la construction de deux fermes pilotes. Leur exploitation pourrait permettre de confirmer et d'accroître la compétitivité de l'hydrolien ainsi que de développer une chaîne de valeur nationale grâce à des plans industriels qui misent sur une production locale. À l'heure où, tout électron renouvelable additionnel sera bienvenu pour faire face à l'augmentation de la demande d'électricité, l'hydrolien représente une technologie fiable et prête à contribuer aux objectifs de transition énergétique nationaux. Ce marché technologique est en train de changer

d'échelle, comme en témoigne le lancement d'appels d'offres commerciaux au Royaume-Uni. Un passage rapide à la phase commerciale est ainsi nécessaire pour permettre aux entreprises françaises de disposer d'un avantage concurrentiel au sein de cette compétition internationale.



©Hydroquest

### → PRÉDICTIBLE

**Une énergie renouvelable 100% prédictible** : les mouvements naturels des marées sont principalement liés aux forces gravitationnelles de la Lune et garantissent ainsi une production d'électricité totalement prédictible.

### → COMPÉTITIVE

**Une énergie à un coût compétitif dès le 1<sup>er</sup> GW installé** : avec un coût de production de l'hydrolien estimé à environ 100 €/MWh à partir de cette capacité installée (cf page 4), l'hydrolien serait rapidement compétitif et gagnerait une place de choix dans un mix électrique décarboné.

### → PEU IMPACTANTE

**Une énergie à l'impact environnemental minimal** : la littérature de référence du secteur démontre le très faible impact environnemental des hydroliennes sur le milieu marin. Les suivis environnementaux des déploiements commerciaux permettront de confirmer ces résultats.

### → FAIBLE VISIBILITE

**Une technologie discrète** : partiellement ou entièrement immergées selon les technologies et amarrées au fond de la mer, les hydroliennes génèrent peu de perturbations visuelles et les sous-stations nécessaires aux fermes feront l'attention d'une intégration paysagère allant dans ce sens, renforçant leur acceptabilité.

1. Cette note fait suite à une précédente publiée en mars 2022 décrivant plus précisément la technologie hydrolienne, ses avantages, son potentiel, etc.

## LA FILIÈRE FRANÇAISE ENTRE DANS UNE NOUVELLE ÈRE

**Les autorisations administratives permettant le déploiement des premières hydroliennes dans le Raz Blanchard (Manche) ont été publiées le 13 octobre 2023.** Accordées pour une exploitation de vingt-cinq ans, elles ouvrent la voie à la construction des deux fermes pilotes françaises : Flowatt et NH1. Lorsque celles-ci seront en service d'ici 2027, la France disposera alors d'une capacité installée totale d'environ 30 MW. Pour l'heure, les tours de table financiers se clôturent et les phases de construction devraient démarrer en 2025.

→ **Le projet Flowatt<sup>2</sup>** est constitué de 7 turbines de 2,5 MW fabriquées par les chantiers navals CMN à Cherbourg-en-Cotentin, soit une capacité installée totale de 17,5 MW, correspondant à la production annuelle de 41 GWh d'électricité, qui en fait la ferme hydrolienne la plus puissante au monde. Le projet, développé par Qair, HydroQuest et leur actionnaire de référence CMN Naval a reçu le soutien de l'État au travers d'un investissement d'au moins 65 millions d'euros via le programme France 2030 et d'un tarif d'achat de l'électricité. Sa mise en service est prévue à horizon 2027. **HydroQuest est prêt à lancer la production des turbines dès 2024.** Une ultime validation administrative de l'Union européenne concernant les aides attribuées enclenchera la décision finale d'investissement. 60% des fournisseurs sont déjà identifiés : CMN (Normandie), ENAG (Bretagne), FMGC (Pays de la Loire), CMD Gears (Hauts-de-France), participeront notamment à l'aventure. **Plus de 80% de la valeur sera localisée en France pour la production des turbines,** sur un projet global d'environ 150 M€. En plus de l'activité de production au sein des chantiers CMN, l'assemblage des génératrices, des pales et les essais « à sec » seront effectués sur le port de Cherbourg, au sein de **la nouvelle usine d'HydroQuest.** La production des turbines de Flowatt durera 2 ans et mobilisera environ 330 ETP (dont 80 emplois directs).

2. Site internet du projet FloWatt

3. Site internet de la société Normandie Hydroliennes

→ **Le projet NH1** est constitué de 4 hydroliennes AR3000 de 3 MW chacune (soit l'hydrolienne la plus puissante au monde à ce jour), soit une capacité installée de 12 MW, dans le Raz Blanchard<sup>3</sup>. Le projet NH1 est porté par Normandie Hydroliennes (issu d'une collaboration de trois partenaires : Normandie Participations, PROTEUS et EFINOR). Avec une mise en service fin 2026, **celui-ci approvisionnera 16 000 habitants en électricité.** Le consortium peut compter sur l'expérience et l'expertise de son turbinier, qui a produit plus de 20 GWh d'électricité. La technologie série AR a en effet participé aux succès de plusieurs projets, tels que Meygen ou Tiger, et produit de l'énergie, connecté au réseau écossais depuis mars 2018. Avec une chaîne de valeur bien définie, le développement du projet NH1 et son déploiement commercial, ainsi que son exploitation s'appuieront majoritairement sur le savoir-faire de fournisseurs français. **Plus de 75% de la valeur du projet sera produite en France.** EFINOR, industriel cherbourgeois, réalisera l'assemblage et assistera notamment la fabrication des turbines au sein de son usine située sur le port de Cherbourg-en-Cotentin. La ferme pilote de Normandie Hydroliennes permettra la démonstration d'une technologie innovante (AR3000) et il ne manque plus que l'obtention d'un tarif d'achat de l'électricité et une aide publique à l'investissement pour sa réalisation. Dans un second temps, Normandie Hydroliennes planifie la construction d'une usine de fabrication de pales à Cherbourg, en 2027/2028, dès l'attribution de parcs supplémentaires.



Forts des retours d'expérience et des connaissances accumulées ces dernières années, **les acteurs de la filière sont désormais prêts à passer à une étape d'industrialisation et de déploiement à grande échelle.** L'hydrolien atteint un point de bascule charnière : il s'agit désormais d'envoyer un signal de soutien fort à la filière, et d'amorcer un déploiement commercial de l'hydrolien à court terme, c'est-à-dire **sans attendre la réalisation des fermes pilotes pour le lancement d'appels d'offres aux volumes significatifs** (sur le modèle de l'éolien flottant), car même dans ce schéma,

les parcs commerciaux bénéficieront des retours d'expérience des premières fermes. À date, les investissements pour adapter l'outil de production aux besoins des projets futurs sont (relativement) modestes, toutefois ils ne peuvent être consentis sans une visibilité à moyen et long terme. **Ainsi, un enchaînement rapide dans l'attribution de projets est nécessaire.**



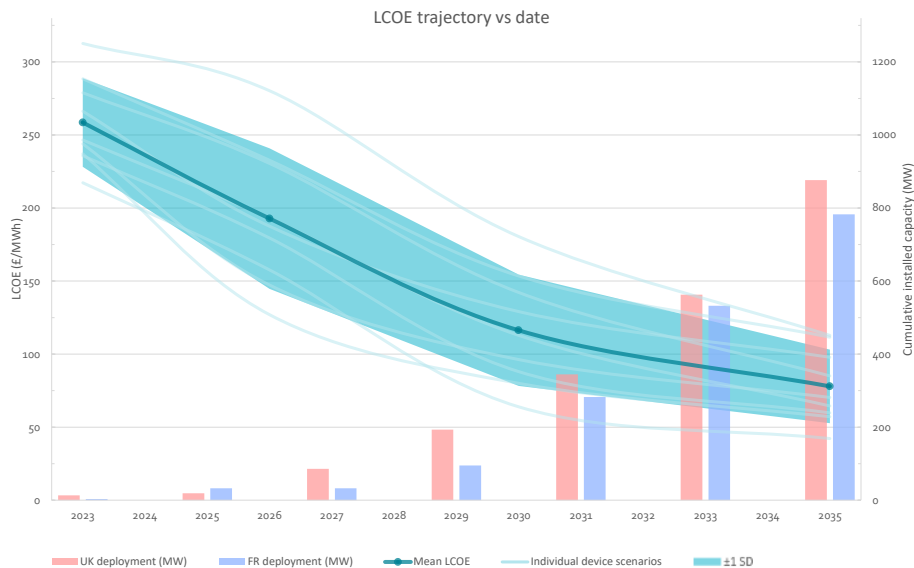
L'Observatoire des énergies de la mer a comptabilisé 218 ETP directs relatifs à la filière hydrolienne à fin 2022. Le Syndicat des énergies renouvelables évalue à **près de 6 000 les emplois industriels en France** (directs et indirects) qui pourraient être créés dès l'installation du premier GW dans les eaux françaises. Ces chiffres sont tirés par la production des turbines en France, avec une valeur de contenu local estimée **entre 65% et 80% des projets.**<sup>4</sup>

## UNE TRAJECTOIRE DE BAISSÉ DES COÛTS DÉJÀ BIEN AMORCÉE

**Le coût de l'énergie hydrolienne produite a d'ores-et-déjà amorcé une baisse qui se poursuivra avec le passage aux parcs commerciaux.** Un récent rapport rédigé par ORE Catapult dans le cadre du projet Interreg France-Manche-Angleterre TIGER et s'appuyant sur de nombreux retours d'expérience, décrit la trajectoire possible pour le futur. Estimé à 300 €/MWh ( $\pm 35$  €) en 2022, le coût moyen actualisé de l'énergie hydrolienne pour-

rait s'établir à 90 €/MWh ( $\pm 30$  €), soit **une diminution de près de 70%**. Ce scénario qui présente une moyenne diffère selon les technologies ainsi que selon les critères conjoncturels retenus. Ainsi, neuf scénarios distincts ont pu être modélisés dans le graphique suivant, présentant tous une nette baisse des coûts. Comme figuré dans le graphique, ces scénarios reposent sur une hypothèse de 1,6 GW installés en France et Royaume-Uni.

4. Note du Syndicat des énergies renouvelables « Développer une filière compétitive de l'hydrolien français »



5

UK and French TSE market projection and associated LCOE trajectories for the three devices and nine cost scenarios examined.

Trois principaux leviers de réduction des coûts ont été identifiés :

- ➔ **L'augmentation des performances des turbines** (38% de réduction du LCOE)
- ➔ Le passage à **des parcs de plus grande échelle** (28% de réduction du LCOE pour des fermes de 100 MW)
- ➔ Réduction du coût moyen pondéré du capital (10% de réduction du LCOE)

D'autres postes de réduction ont également été identifiés mais sont moins importants et concernent les fondations (recours à des pieux), les systèmes d'ancrage, les matériaux utilisés pour les pales, le générateur et sa maintenance ou encore l'optimisation des opérations marines.

Ainsi, les LCOE sont estimés à environ 300 €/MWh pour une ferme pilote. L'étude menée sur le sujet démontre que les coûts sont encore amenés à fortement diminuer

pour atteindre, en fonction des technologies et des sites, un prix inférieur à 100 €/MWh à partir de 1 GW installé. **Pour arriver à ces niveaux de prix, il est nécessaire de garantir un volume d'attribution de projets permettant à la filière de bénéficier des effets d'échelle** (production de turbines en série, massification des installations et mutualisation des opérations en mer, etc.).



© Seeneoh

Indispensables au développement et à l'optimisation technologique, **les sites d'essais sont mobilisés pour la baisse des coûts du prototype au démonstrateur mais aussi pour intégrer les innovations qui émergeront à l'avenir**, notamment à la suite des retours d'expérience des fermes pilotes et parcs commerciaux. Certaines d'entre elles nécessiteront d'être démontrées sur des sites d'essais afin de réduire les risques technologiques, environnementaux ou financiers et permettre ainsi leur déploiement à grande échelle. Certaines hydroliennes y ont déjà été testées à l'image de du prototype d'1 MW Oceanquest, développé par HydroQuest. Aussi, les sites d'essais de Paimpol-Bréhat et de Bordeaux (SENEOH) sont désormais opérés par la Fondation OPEN-C depuis mars 2023, au sein de laquelle ils conforteront leur place dans le paysage national et européen des sites d'essais pour les énergies marines renouvelables.

5. Cost reduction pathway of tidal stream energy in the UK and France

## L'HYDROLIEN CHANGE DE DIMENSION ET AMORCE SON PASSAGE AU STADE COMMERCIAL

Le Royaume-Uni a une politique très volontariste pour le développement de l'hydrolien et a lancé des appels d'offres avec un round très attendu en 2022 (AR4 – Auction Round No 4), suivi d'un nouveau round en 2023 (AR5). L'AR4 a vu l'attribution de près de 40 MW à moins de 180 £/MWh répartis dans 4 projets<sup>6</sup> tandis que l'AR5 a désigné 11 projets pour environ 53 MW à un peu moins de 200 £/MWh. Ce sont donc environ **93 MW** qui ont fait l'objet de Contracts for Difference ou contrats d'achat de l'électricité produite sous forme de complément de rémunération<sup>9</sup> et qui devraient être mis en service entre 2026 et 2028. Aussi, Nova Innovation et Orbital Marine Power ont été désignés lauréats d'un appel à projets Horizon Europe. La première entreprise citée va installer 16 hydroliennes (technologie notamment mise à l'eau en Bretagne en 2022) sur le site de l'EMEC au Nord de l'Ecosse grâce à ce financement. Le UK Marine Energy Council milite pour la mise en service d'1 GW d'hydrolien à horizon 2035<sup>10</sup>.

**UNE DOUZAINÉ DE TURBINES TESTÉES DANS LE MONDE ENTRE 2022 ET 2023<sup>6</sup>**

**13 MW** immergés en Europe<sup>7</sup>

**41,2 MW** installés dans le monde depuis 2010 dont les  $\frac{3}{4}$  en Europe (2022)

AR4 Applicant	Location	Capacity (MW)	Delivery year
Orbital Marine	Scotland	4.8	2026/27
Magallanes Renovables	Wales	5.62	2025/26
Orbital Marine	Scotland	2.4	2026/27
Meygen	Scotland	28	2026/27
AR5 Applicant	Location	Capacity (MW)	Delivery year
Meygen	Scotland	11.8	2027/28
Hydrowing	Wales	10	2027/28
Meygen	Scotland	5.6	2027/28
Verdant Isles	Wales	4.9	2027/28
Orbital Marine	Scotland	4.8	2027/28
Mor Energy	Wales	4.5	2026/27
Magallanes Renovables	Wales	3	2027/28
Meygen	Scotland	2.94	2027/28
Orbital Marine	Scotland	2.4	2027/28
Meygen	Scotland	1.6	2027/28
Magallanes Renovables	Scotland	1.5	2027/28



©Proteus

6. Ocean Energy Systems

7. Ocean Energy Europe

8. <https://www.offshore-energy.biz/uks-fourth-contracts-for-difference-round-awards-40mw-of-new-tidal-power-capacity/>

9. À l'image du Complément de rémunération qui remplace en partie les tarifs d'achat en France, il s'agit d'une prime versée à un producteur d'énergie renouvelable en complément de la vente sur le marché de l'électricité qu'il a produite. Lorsque les prix de marchés sont supérieurs au prix fixé par le projet, c'est alors le producteur qui reverse la différence à l'État.

10. <https://committees.parliament.uk/writtenevidence/109715/html/>

11. <https://www.regen.co.uk/ar5-tidal-stream-benefits-from-missing-floating-offshore-wind-bids/>

**Le marché européen est essentiellement franco-britannique avec 15 GW<sup>12</sup> exploitables** (1/3 en France et 2/3 au Royaume-Uni). Au vu du dynamisme et du potentiel présents au Royaume-Uni, il est impératif de pérenniser la filière industrielle française, ouvrant la voie à des perspectives à l'export. Des appels d'offres commerciaux dans les prochaines années sont ainsi attendus par la filière, afin que les entreprises françaises de la chaîne de

valeur puissent bénéficier d'une première expérience qui leur permettra de capter des parts de marché stratégiques, tant en France qu'à l'étranger (potentiel mondial de 100 GW).

Aussi des échanges se développent avec les entreprises présentes de part et d'autre de la Manche, à l'image des initiatives portées par Scottish Development International.

## DES ANNONCES POLITIQUES QUI DOIVENT SE CONCRÉTISER DANS LA PPE

Par ses mots prononcés à Nantes le 28 novembre 2023 lors des Assises de l'économie de la mer, Emmanuel Macron, Président de la République française, a posé les bases du passage prochain de l'hydrolien au stade commercial en France. **Désormais, cette annonce doit se traduire concrètement à travers un calendrier et des volumes inscrits dans la prochaine PPE.** La filière réclame un minimum de **2,5 GW** dont 750 MW dès la première période d'ici 2030. Ces volumes pourraient être répartis en deux tranches sur les principaux sites français du Raz Blanchard et du Fromveur : une première tranche de 250 MW au Raz Blanchard et une seconde de 500 MW afin d'enclencher une dynamique vertueuse qui pourrait permettre la production de 10 TWh d'électricité renouvelable décarbonée et prédictible à horizon 2040. **Le sujet de la planification spatiale de l'hydrolien doit être abordé dès aujourd'hui**, notamment lors du débat public « La mer en débat » qui aura lieu de fin 2023 à avril 2024, afin que le déploiement de cette technologie puisse faire l'objet d'une concertation avec tous les acteurs du monde maritime. Par conséquent, **le déploiement de parcs commerciaux d'hydrolien doit s'anticiper dès maintenant** : les besoins en infrastructures portuaires, navires d'installation, moyens de production industrielle, infrastructures réseau et ressources humaines doivent être étudiés rapidement. En plus de sa complémentarité énergétique avec les autres EMR, l'hydrolien pourra s'appuyer sur les investissements déjà effectués pour l'éolien en mer et développer des synergies avec cette technologie pour faciliter son déploiement.

«NOUS N'ALLONS PAS LÂCHER LA BATAILLE DE L'HYDROLIEN. NOUS ALLONS METTRE EN PLACE DES APPELS D'OFFRES COMMERCIAUX POUR SOUTENIR CETTE TECHNOLOGIE DANS LA FUTURE PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ENERGIE.»

**Emmanuel Macron**, Président de la République française, durant les Assises de l'économie de la mer – Ouest France le 28/11/2023



12. Ocean Energy Systems



Note réalisée par l'Observatoire des énergies de la mer du Cluster Maritime Français

Rédaction sous la coordination d'Étienne Pourcher

[www.merenergies.fr](http://www.merenergies.fr)

Conception : [www.forget-menot.com](http://www.forget-menot.com)