

GÉOPHYSIQUE

OCÉANO-MÉTÉOROLOGIE

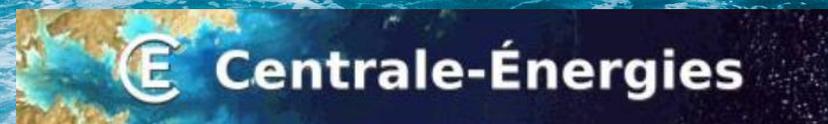
ACOUSTIQUE

CONSEILS

17 18 19 **2021** 22 23 24



Hydrolien: état des lieux et perspectives



Centrale – Métiers de la Mer
Groupe Professionnel du Réseau des Ecoles Centrales



SOMMAIRE

1. QUI SOMMES NOUS ?
2. L'HYDROLIEN KÉZAKO
3. LE MARCHÉ HYDROLIEN MONDIAL
4. LE MARCHÉ HYDROLIEN FRANCAIS
5. LE MARCHÉ HYDROLIEN EUROPÉEN
6. UN RETOUR D'EXPÉRIENCE DE FOND DE LA MER ET DU FLEUVE
7. CONTACT





01

QUI
SOMMES-NOUS ?



ENERGIE DE LA LUNE est un cabinet d'ingénierie en énergies marines renouvelables et génie océanographique

Pôle ingénierie & recherche

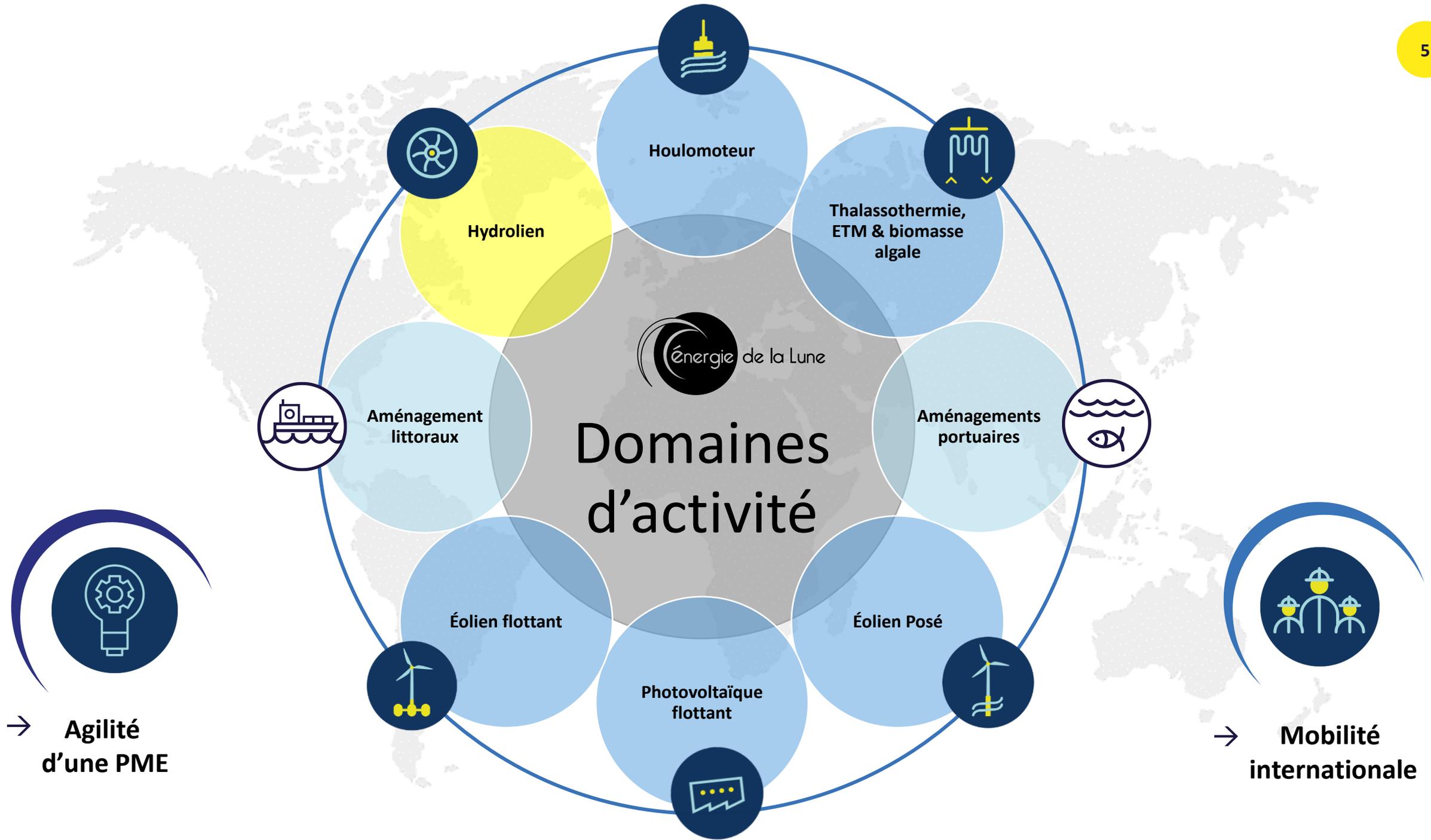
- Etudes de gisement
- Etudes environnementales
- Etudes d'impacts
- Projets de recherche
- Exploitation scientifique
- Conseil & audit

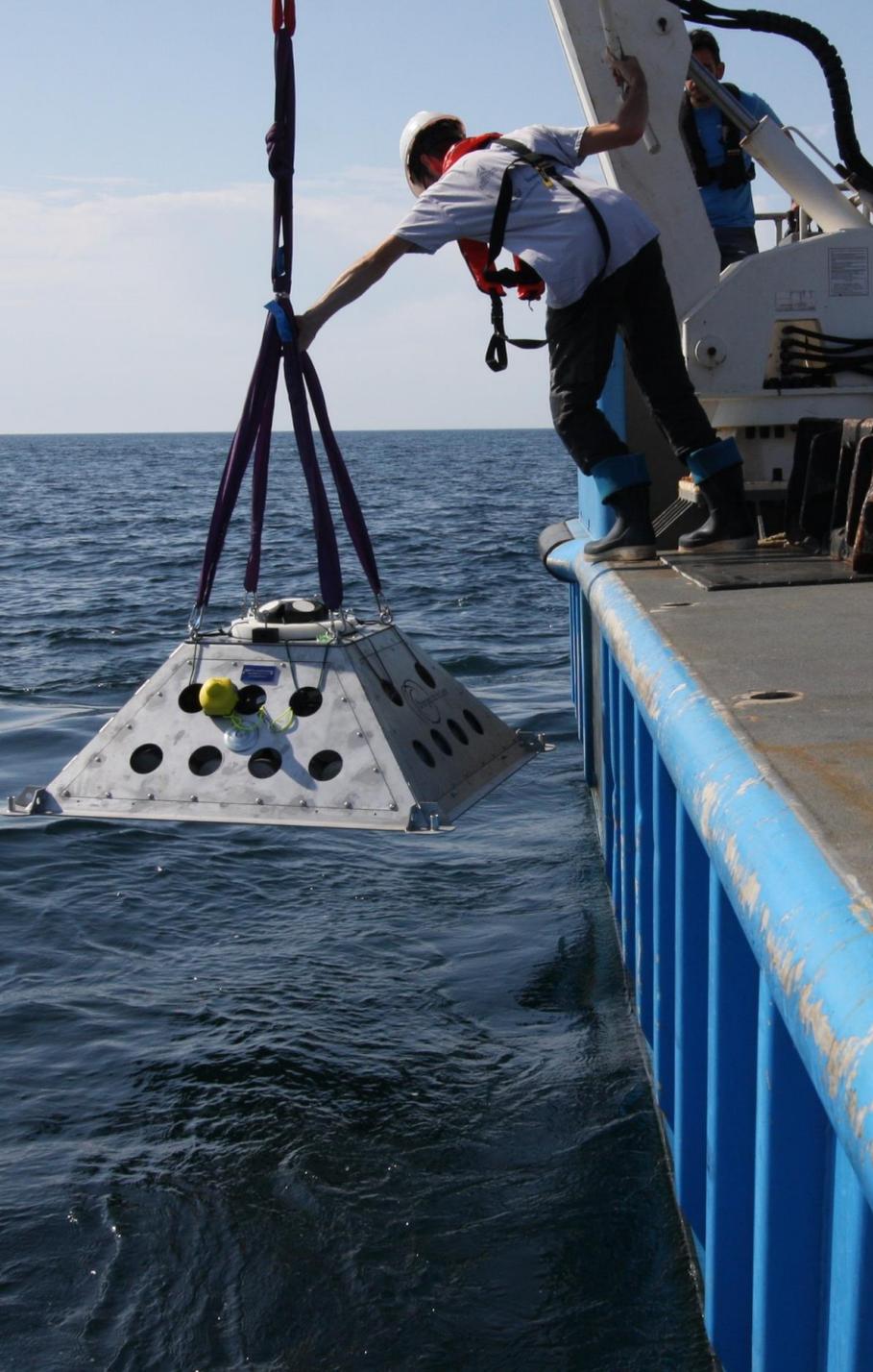
Pôle développement

- Accompagnement des utilisateurs des sites d'essais hydroliens (Bordeaux & Paimpol-Bréhat)
- Projets à l'export
- Projets collaboratifs européens
- Conseils et audit stratégie, marché

Membre actif des associations
professionnelles des EMR







ENERGIE DE LA LUNE & SES ENTREPRISES

DES INVESTISSEMENTS SIGNIFICATIFS DANS LE SECTEUR DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES



Société de gestion des sites d'essais hydroliens à Bordeaux (estuaire) et Paimpol –Bréhat (océan)

Agence événementielle en charge de la convention d'affaires internationale dédiée aux EMR SEANERGY



UN EQUIPAGE D'EXPERTS...



Activités océanographiques et environnement, acquisition/traitement des données & coordination



Suivi de la performance énergétique & évaluation et certification de la courbe de puissance



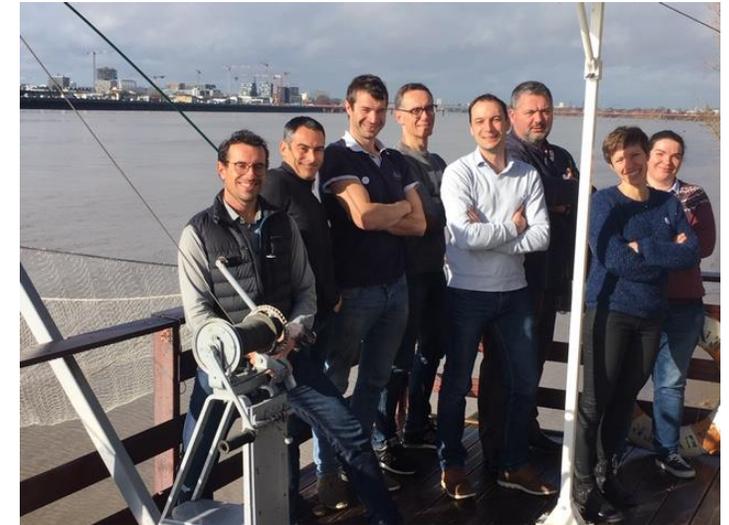
Surveillance et maintien de la sécurité en conditions opérationnelle



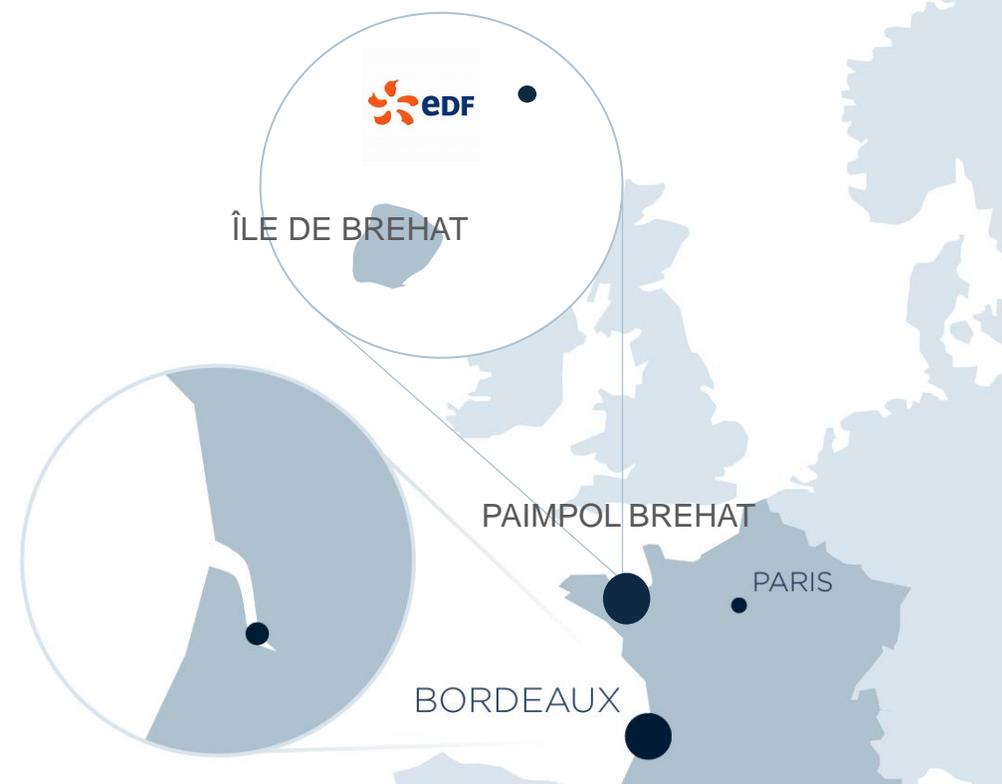
Système d'ancrage, études et fourniture - installation maritime



Gestion, administration, finances



...OPERATEUR DE SITE D'ESSAIS:



Les sites d'essais de Bordeaux et de Paimpol-Bréhat ont été principalement conçus pour les technologies Hydroliennes

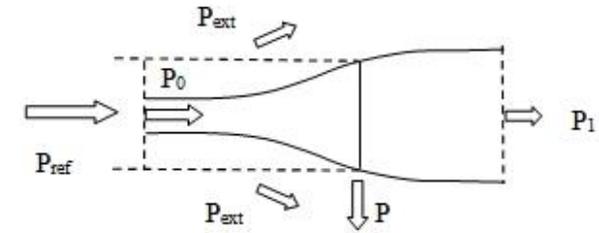
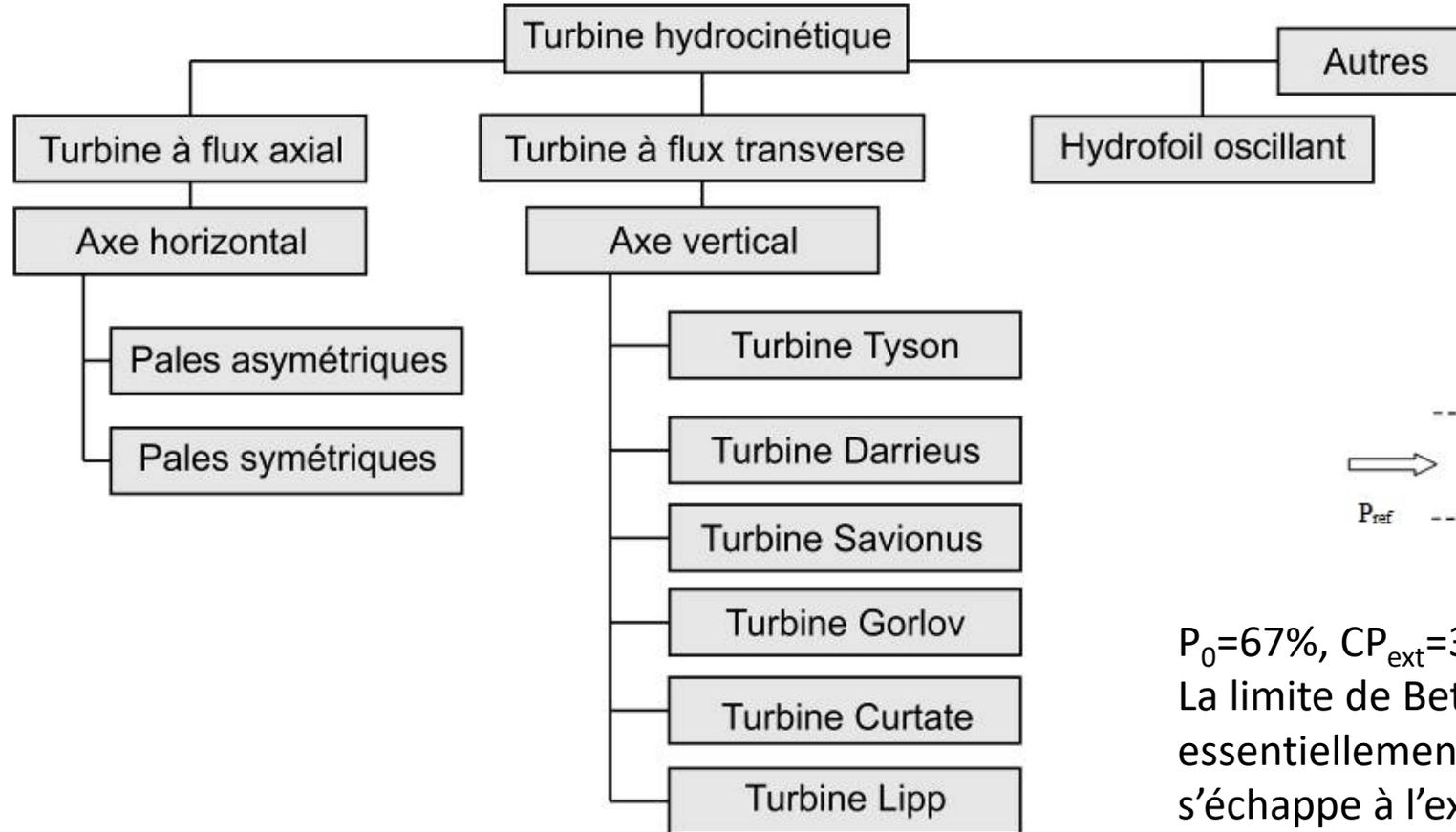
Ces laboratoires en conditions réelles peuvent également accueillir un large éventail de possibilités d'essais dans un environnement naturel, avec une expertise adéquate, des autorisations, infrastructures et instruments appropriés.



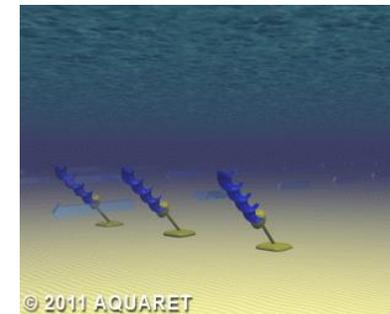
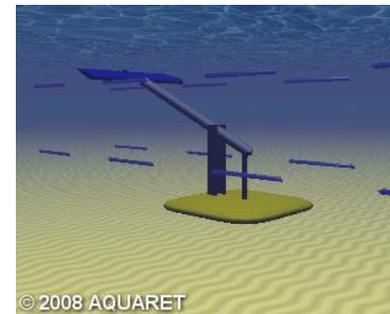
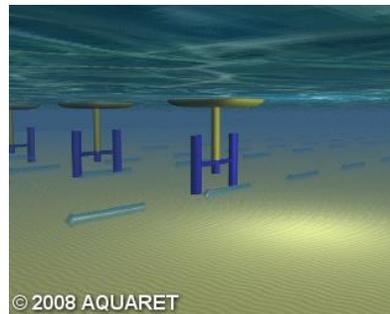
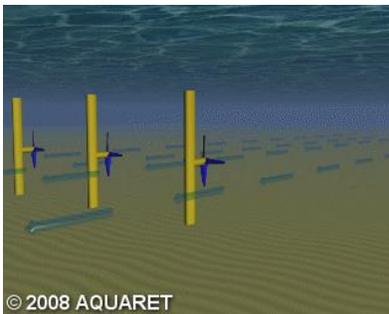
02

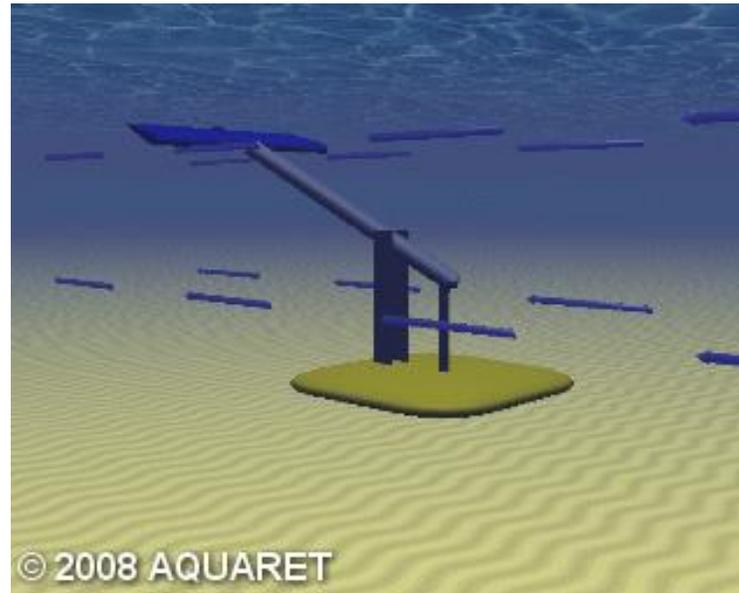
L'HYDROLIEN
KÉZAKO ?





$P_0=67\%$, $CP_{ext}=33\%$, $CP=59\%$ et $CP_1=7\%$
 La limite de Betz de 59% s'explique essentiellement par la part de 33% qui s'échappe à l'extérieur.





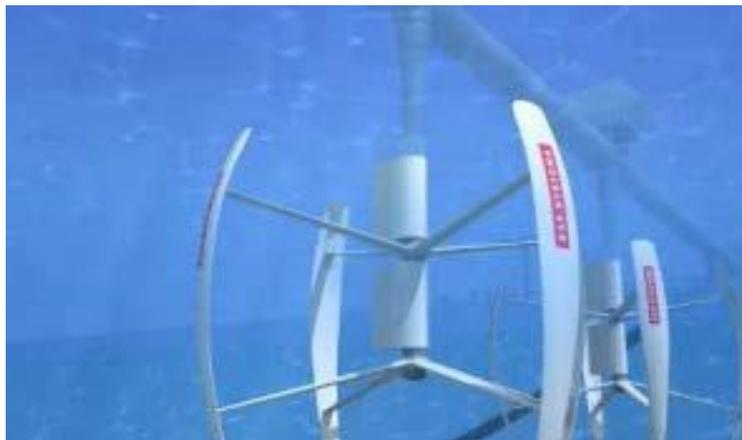
BioStream (Australia)



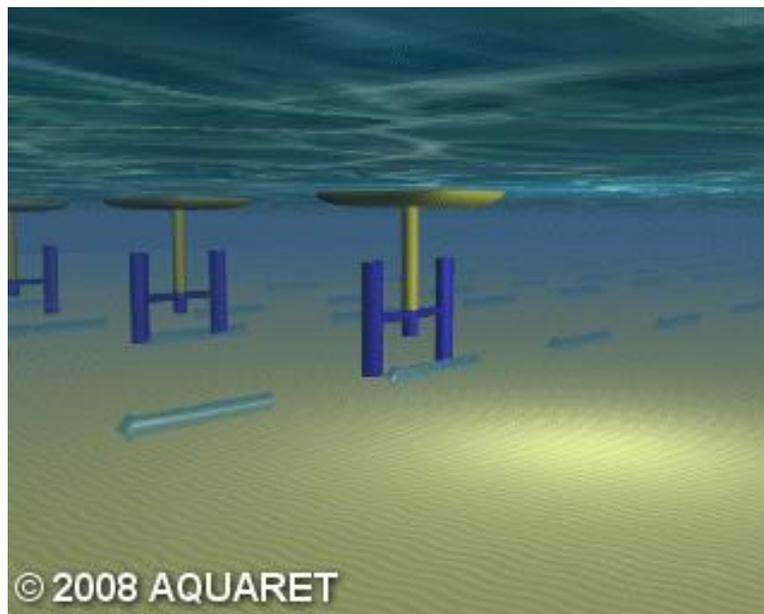
Eel Energy (France)



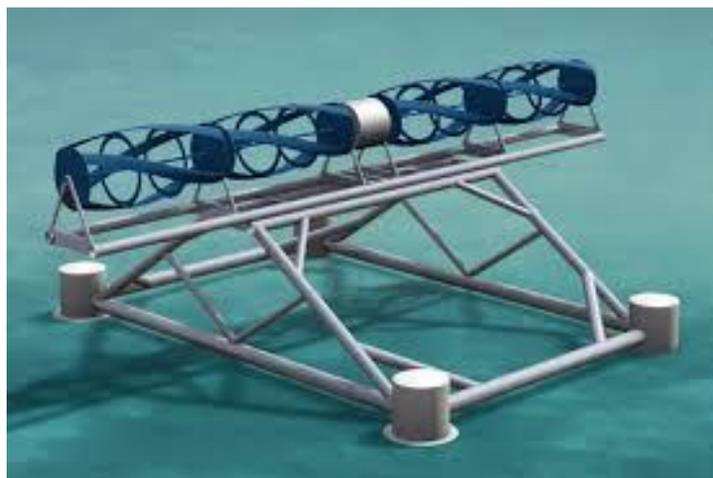
StreamWings (France)



Instream Energy System (CANADA)



OCK technology (USA)

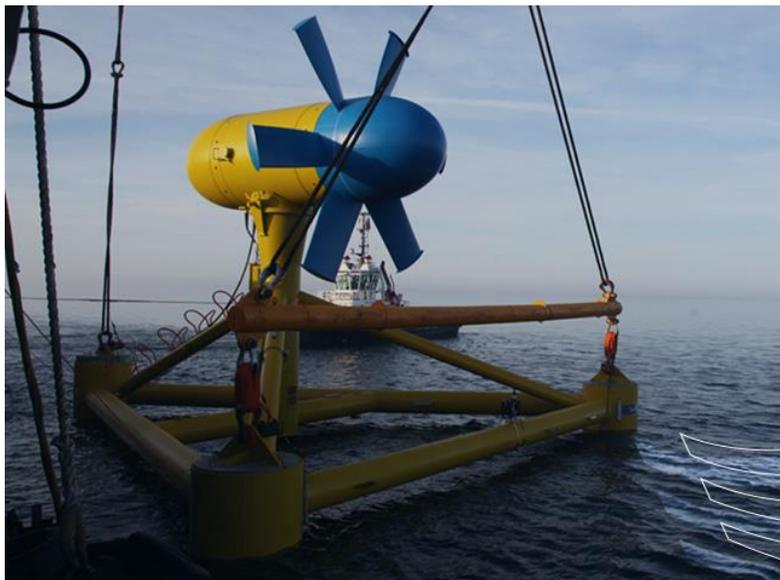


ORPC (USA)

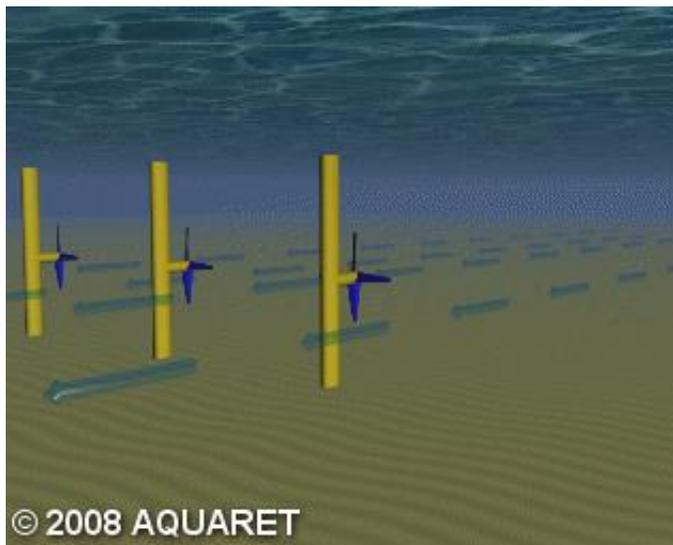


Hydroquest (FRANCE)





Sabella (FRANCE)



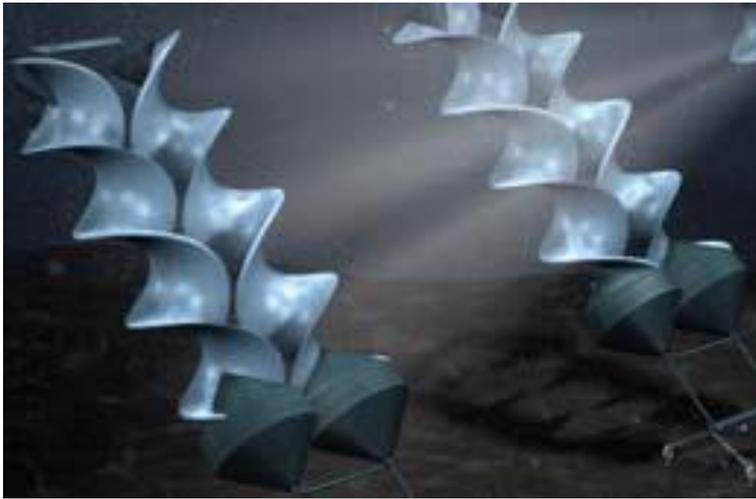
Orbital power (UK)



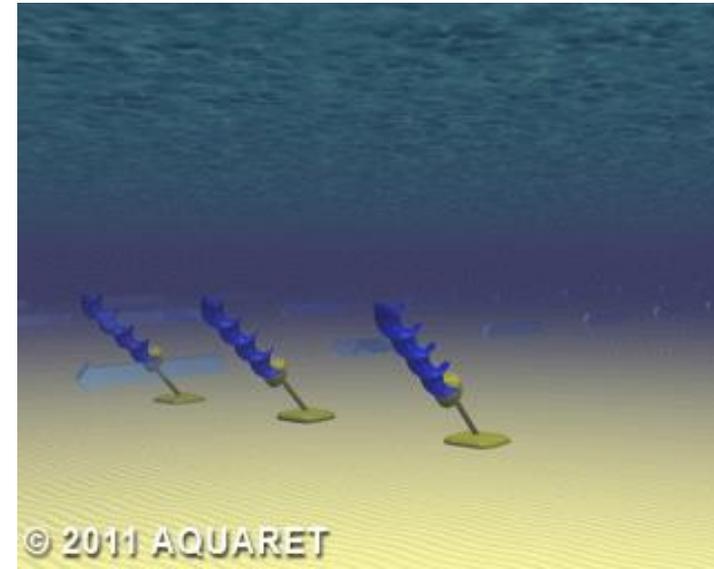
Nova Innovation (UK)

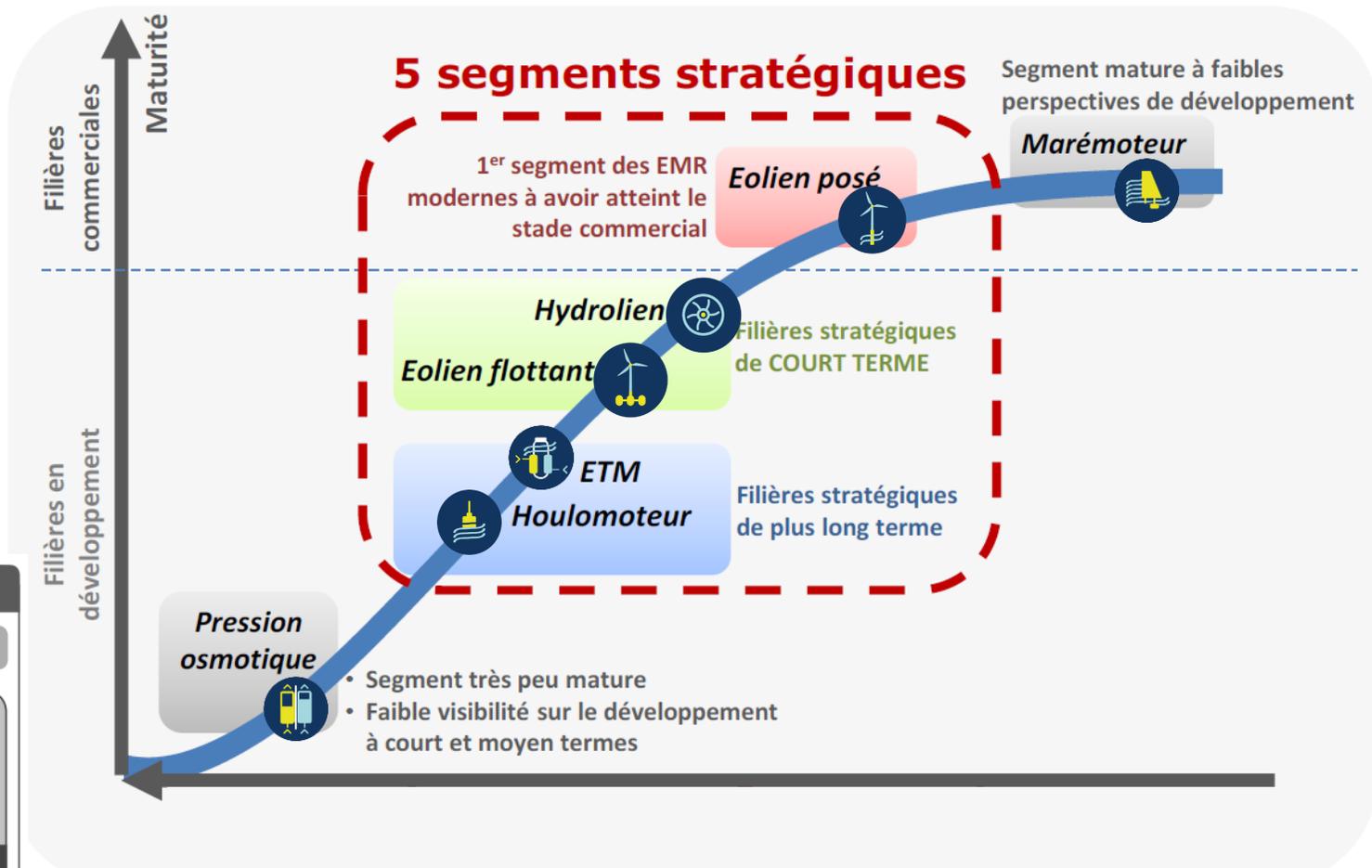


Guinard Energies (FRANCE)



Flumill (NORVEGE)





ÉNERGIES MARINES : PTE MONDIAL DES 5 FILIÈRES STRATÉGIQUES				
PTE > 3 000 GW	PTE > 1 000 GW		PTE ~ 100 GW	
ÉOLIEN OFFSHORE FLOTTANT	ÉOLIEN OFFSHORE POSÉ	HOULOMOTEUR	HYDROLIEN	ETM (Énergie Thermique des Mers)
Vecteur énergétique : vents marins	Vecteur énergétique : vents marins	Vecteur énergétique : courant des marées	Vecteur énergétique : courants des marées	Vecteur énergétique : différentiel de température fond/surface
≈ 3 000 à 4 000 GW	≈ 1 000 à 1 500 GW	≈ 1 000 à 1 500 GW	≈ 75 à 100 GW	≈ 100 à 150 GW
FILIÈRES À POTENTIEL MONDIALISÉ				TROPIQUES (sans rupture technologique)
PTE EMR mondial : 20 000 TWh, soit l'équivalent de la consommation électrique mondiale actuelle				

(Source : INDICTA)



LE MARCHÉ HYDROLIEN MONDIAL



Hydrolien océanique

Hydrolien fluvial



LA RESSOURCE MONDIALE DE PLUS DE 100GW

ROYAUME UNI
7,5 GW

Ness of Duncansby, Brough Ness,
Cantick Head, Point of Ayre,
Fair Head, Torr Head

CANADA
26 GW
grands estuaires

Bay of Fundy, Hudson Strait,
Ungava, Vancouver Island

USA
25 GW
Canaux,
grands fleuves

Admiralty Inlet, Clarence Strait,
Chatham Strait, Cook Inlet,
Southern Alaska

CHILI
5 GW
Fjords

Atacama-Los Lagos, Magallanes

INDE
3GW
Bassin versant
himalayen

Gulf of Khambhat, Gulf of Kutch, Mumbai

Raz Blanchard, Fromveur, Golfe du Morbihan,
Raz Barfleur

FRANCE
4 GW

Estuaires,
grands fleuves, atolls

East China Sea,
South China Sea,
Yellow Sea

CHINE
8,5 GW
Grands fleuves

Incheon,
Maenggol,
Changjuk,
Uldolmok

JAPON & CORÉE
3,4 GW

San Bernadino Strait,
Surigao Region

PHILIPPINES
6 GW

Bali, Boling, Alas,
Lombok

INDONÉSIE
12,1 GW

Banks Strait, Backstairs
Passage, Clarence Strait,
Dundas Strait, King Sound,
Port Philip Bay, Western Port
Thursday island

AUSTRALIE & NZ
3,2 GW



04

LE MARCHÉ
HYDROLIEN
FRANCAIS



PAIMPOL BRÉHAT
CMN /HYDROQUEST
1 MW

PAIMPOL BRÉHAT
OPENHYDRO
1 MW

PASSAGE DU FROMVEUR
AKUO ENERGY / SABELLA
1 MW

RIA D'ÉTEL
GUINARD ENERGIE
4 kW à 250 kW

SENEOH BORDEAUX
CMN /HYDROQUEST
80 kW

SENEOH BORDEAUX
DESIGN PRO RENEWABLES
25 kW

BORDEAUX
HYDROTUBE ÉNERGIE H3
20 kW

BAYONNE
BERTIN TCHNOLOGIES/NALDEO
18kW



	ETP	CA 2019 (k€)	Investissements 2019 (k€)
ÉOLIEN POSÉ	2054 (68%)	240494 (82%)	277357 (75%)
ÉOLIEN FLOTTANT	636 (21%)	42415 (14%)	82316 (22%)
HYDROLIEN	159 (5%)	5801 (2%)	5324 (1%)
HOULOMOTEUR	33 (1%)	875 (0%)	2871 (1%)
ETM	29 (1%)	385 (0%)	1210 (0%)
AUTRES	103 (3%)	4408 (1%)	2927 (1%)
TOTAL	3015	294378	372005

CALUIRE & CUIRE
HYDROWATT/HYDROQUEST
320 kW

Site d'essais

Moyens d'essais

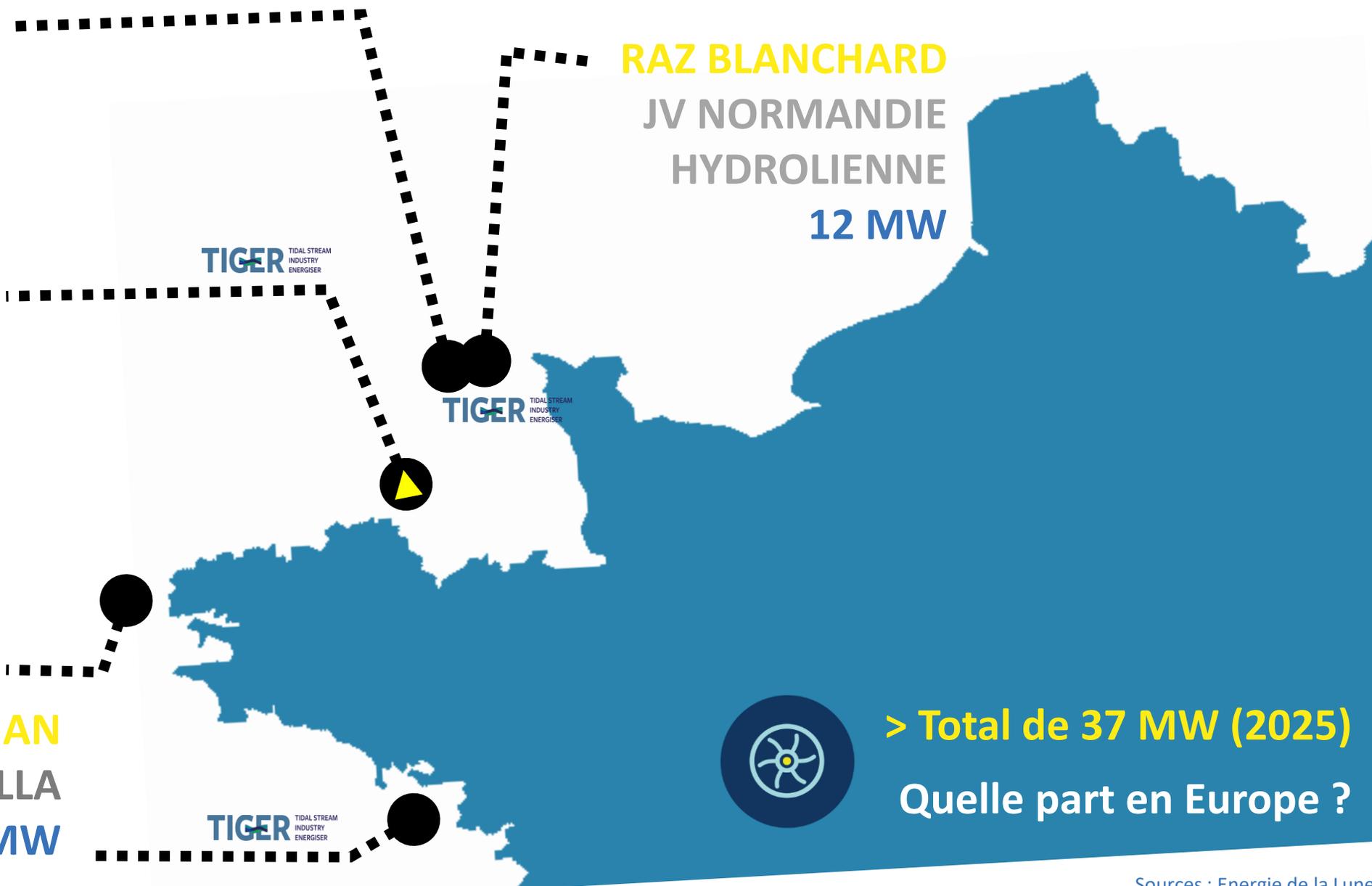
RAZ BLANCHARD
HYDROQUEST
17,5 MW

PAIMPOL-BRÉHAT
Site d'essais
2,5 MW (en DC)

FROMVEUR
AKUO ENR - SABELLA
4 MW

GOLFE DU MORBIHAN
MHE - SABELLA
1 MW

RAZ BLANCHARD
JV NORMANDIE
HYDROLIENNE
12 MW



> Total de 37 MW (2025)
Quelle part en Europe ?

Les ambitions politiques pour l'hydrolien

La France en attente des projets de démonstrateurs



SRADDET 07/2020
Région Normandie

- Objectif 1400GWh/an d'hydrolien en 2030
- Représente 500MW en service en 2030
- Production d'électricité pour 280,000 foyers soit 602,000 habitants



PPE 2019-2023



- Pas d'appel d'offre hydrolien prévu à ce stade
- « *le gouvernement suivra attentivement les projets de démonstrateurs qui seraient poursuivis, ainsi que l'évolution des performances de la filière dans les prochaines années* »...



Stratégie EMR 11/2020

- 100MW d'énergies océaniques (hors éolien offshore) en service en 2025 en Europe



Mais il existe deux bases légales permettant aux porteurs de projets d'obtenir un soutien financier à la production (tarif d'achat ou complément de rémunération):

Le dispositif du contrat expérimental créé par la loi énergie-climat du 8 novembre 2019
Les dispositions du code de l'énergie (possibilité d'arrêté tarifaire introduit par le décret du 28 avril 2017).



05

LE MARCHÉ
HYDROLIEN
EUROPÉEN



OVER 1 GW OF PROJECTS UNDER DEVELOPMENT IN THE UK

12.4MW Operational

124MW Preparing for AR4

960MW AR5 and future CfD

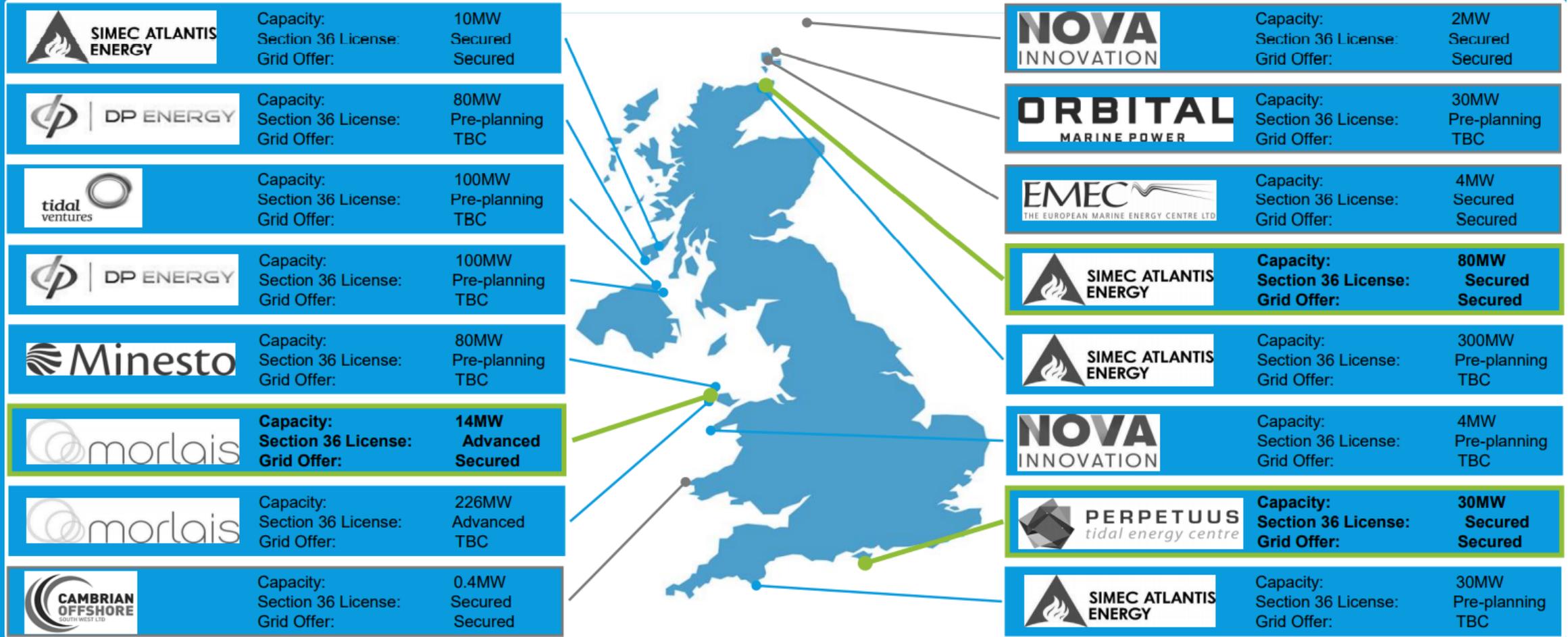
5GW Competitive with other renewables

Technology development & proof of concept

Secure industrial opportunity & accelerate cost reduction

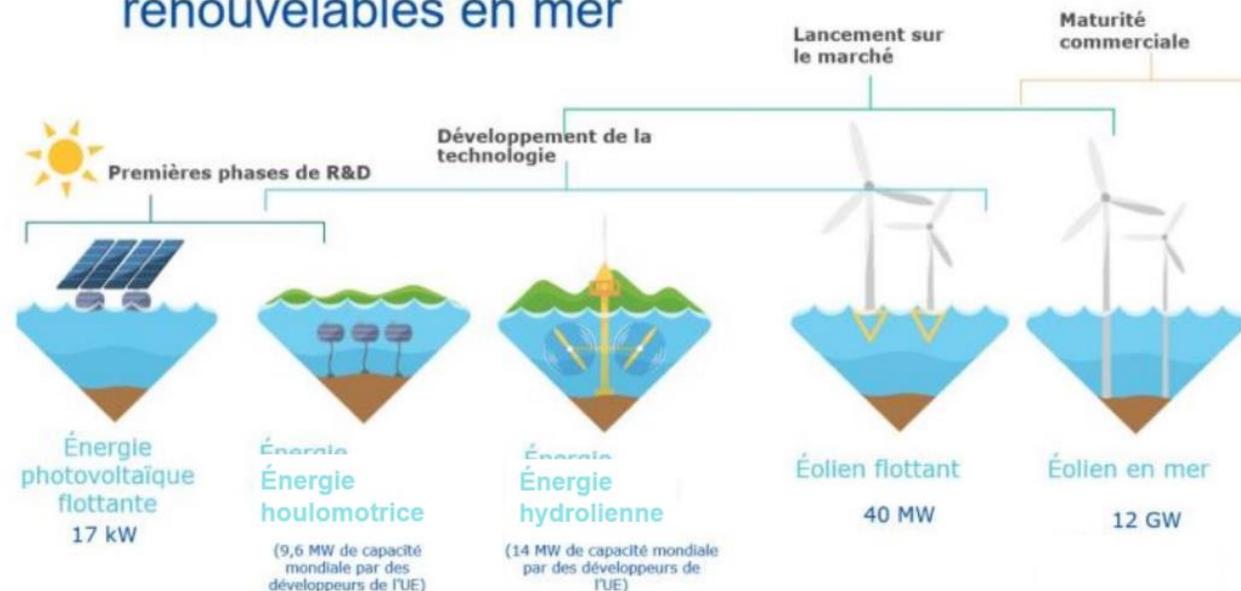
Economies of scale & building financier confidence

UK industry exporting around the world





Technologies liées aux énergies renouvelables en mer



Éolien offshore: au moins 60 GW en 2030 et 300 GW en 2050
150 MW éolien flottant en 2024

Hydrolien, houlomoteur: 100 MW en 2025, au moins 1 GW en 2030,
40 GW en 2050

800 milliards d'euros d'investissement d'ici 2050

Ocean energy costs & deployed capacity

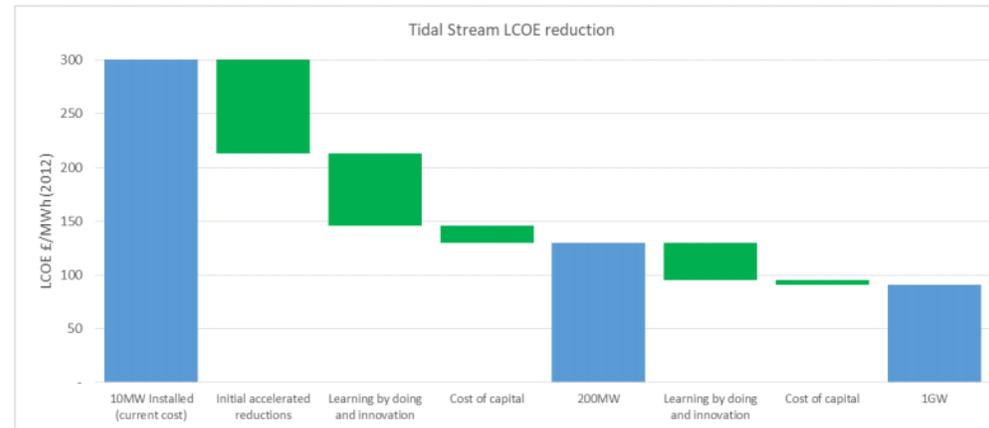
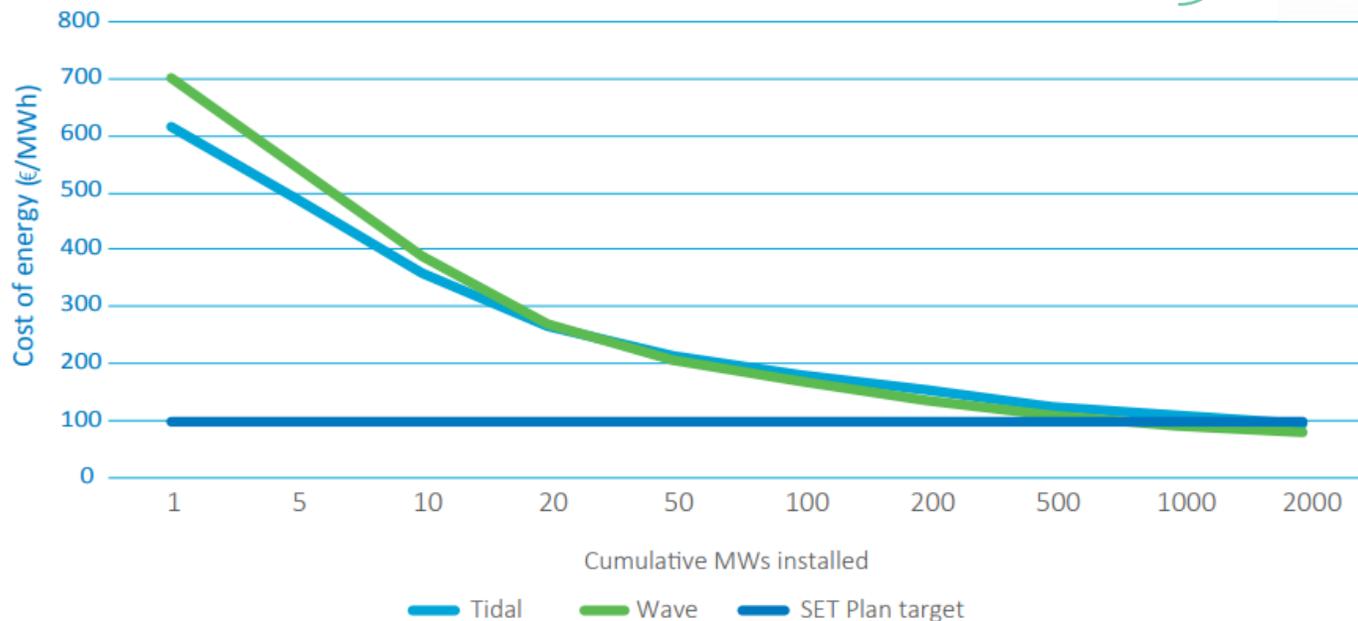


Figure 1: Tidal stream LCOE reduction

HIGH Growth Scenario
A European recovery driven by decarbonisation

TIDAL STREAM

2,388 MW
installed by 2030

93%
of capacity in
EUROPE

Cost reduced to circa
€90/MWh

WHAT THIS LOOKS LIKE

- ▶ Tidal farms at utility scale in France, Netherlands, UK and specific sites in Mediterranean
- ▶ Exploitation of first lower-flow sites with improved technology and kite technology
- ▶ First exports to markets such as Canada, Indonesia, Japan

Megawatts (MW)	1	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
TIDAL	616	489	361	267	214	181	154	126	108	94

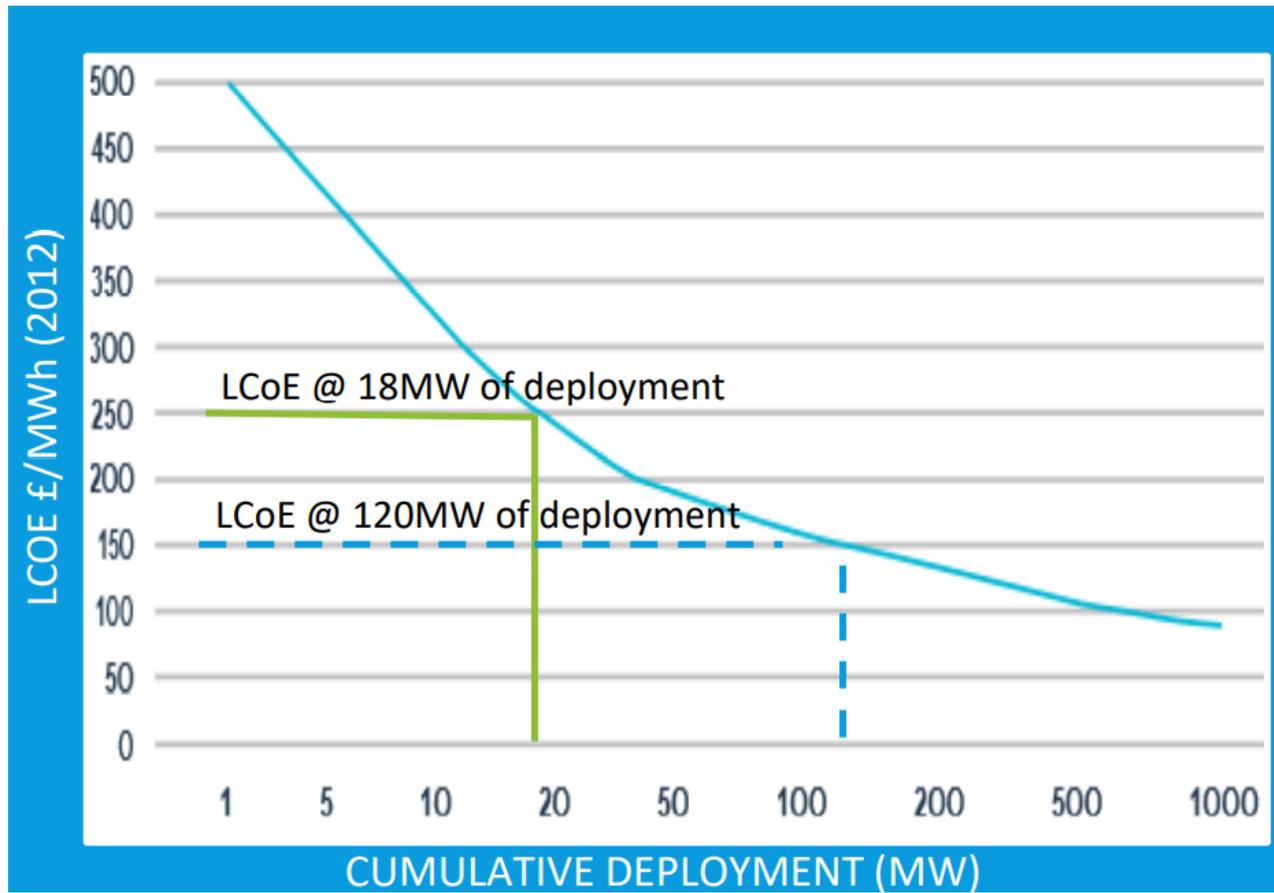
Les perspectives de réduction des coûts, tant en termes de **vitesse d'ouverture du marché** que de **décroissance de coût** attendu au regard **des volumes construits**, confirment une convergence avec les scénarios sur lesquels s'appuient les industriels français. Ainsi, sur la base de cette étude, les acteurs français estiment que l'énergie hydrolienne pourrait atteindre un LCOE :

- **185 à 250€/MWh à partir de 100 MW installés,**
- **110 à 150€/MWh dès 1000 MW installés (fort effet d'apprentissage)**

D'autres réductions sont possibles en mettant davantage l'accent sur l'innovation et la réduction du coût du capital.

EUR € - Euro 1,00 ⇌ GBP £ - Livre sterling 0,87

FUTURE COST REDUCTION TRAJECTORY



- £500/MWh: 18MW supported to date via technology prototypes & demonstrations
- £250/MWh 100MW required in AR4
Secure industrial opportunity & accelerate cost reduction
- £150/MWh 500MW supported through 2020's. Economies of scale & building financier confidence
- >£90/MWh 5GW domestic market UK industry exporting around the world

220€ /MWh

130€ /MWh

78€ /MWh





UN RETOUR D'EXPÉRIENCE DU FOND DE LA MER ET DU FLEUVE



2017 : HydroQuest



L'ENTREPRISE

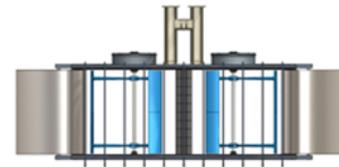
Nom : **Hydroquest**

Date de création : **2001**

Nationalité : **Française**

Site web: **www.hydroquest.net**

À noter : entrée au capital des Constructions Mécaniques de Normandie en 2014



LA TECHNOLOGIE : Hydroquest River 1.40 et 2.80

Puissance unitaire : **40kw ou 80kW à 3,1 m/s**

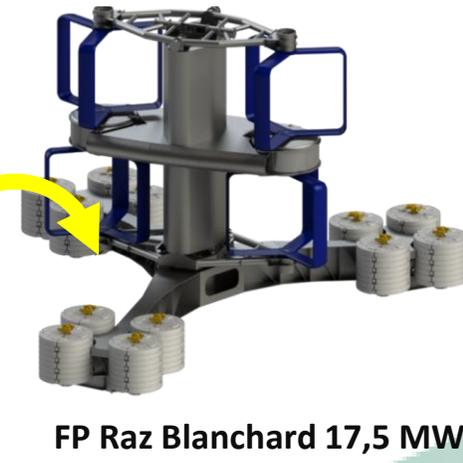
Dimensions : **jusqu'à 5 m d'arête**

Poids : **6t**

Type de support : **barge flottante**

Ancrage: **pieu ou lignes d'amarrage**

Projets en cours ou réalisés : plusieurs projets de démonstration unitaire, ferme pilote de 4 machines, version océanique de l'hydrolienne en test.



2018-2020: DesignPro Renewables

L'ENTREPRISE

Nom : **DesignPro Renewables, filiale de DesignPro Automation**
Date de création : **2007 (maison mère fondée en 2004)**
Nationalité : **Irlandaise**
Site web: <https://designprorenewables.com>

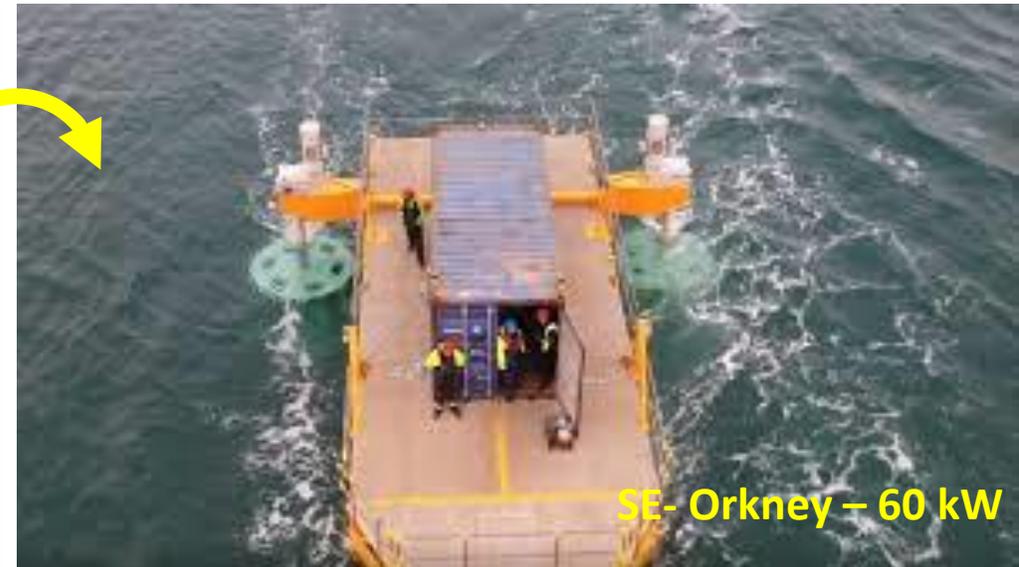
À noter : La technologie hydrolienne a été développée à l'origine par GKinetic Energy puis rachetée par DesignPro automation, une entreprise spécialisée dans les automatismes industriels.



LA TECHNOLOGIE

Puissance unitaire : **25kW ou 60kW**
Dimensions : **6 x 2,5m**
Poids : **1,8t (25kW) à 2,8t (60kW)**
Type de support : **barge flottante**
Ancrage : **pieu ou lignes d'amarrage**

Projets en cours ou réalisés : Démonstration unitaire de la machine de 25 kW en cours sur SEENEH.





MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

Marc LAFOSSE – Président Directeur Général
m.lafosse@energiedelalune.fr

Energie de la Lune S.A.S.U.
Ecosystème Darwin – 87, quai des Queyries
33100 BORDEAUX – France
T. 0033- 556-77-79-80



www.energiedelalune.fr

