

Energies Marines Renouvelables

Les hydroliennes: le passage des principes aux fermes d'exploitation est-il pour maintenant ?



Brayima DAKYO



Remerciements à Mohamed Benbouzid Université de Bretagne Occidentale : pour son apport d'éléments de sa conférence:
Tidal Stream Turbines With or Without a Gearbox?

Thème de l'exposé

- Peut-on aborder pleinement l'essor des hydroliennes à l'instar des éoliennes dites offshore. Afin de se doter de modèles socioéconomiques qui restent aujourd'hui encore à valider, des projets collaboratifs de Recherche et Développement et Innovation (R&D&I) faisant appel au génie électrique sont en cours. En Normandie, un projet interreg transmanche associe industriels et laboratoires ainsi que les collectivités pour tenter de répondre aux défis multiples du déploiement en milieu marin.
- Des questions de réception sociale mais aussi de performances « systèmes » sont adressées via le projet ITEG –(Integrating Tidal Energy into the European Grid) avec des partenaires issues de huit pays : Allemagne, Belgique, France, Irlande, Luxembourg, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suisse. Il porte un sur investissement de 370 millions d'euros du Fonds européen de développement régional (FEDER) dans des activités fondées sur la coopération des organisations.

Plan de l'exposé

INTRODUCTION

TURBINES A ENGRENAGE vs TURBINES SANS ENGRENAGE

PROBLEME DU BIOFOULING

DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION EN OFFSHORE

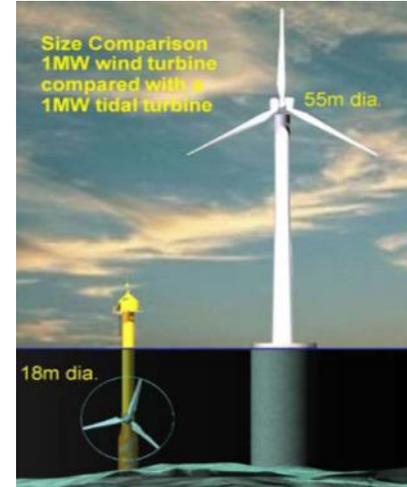
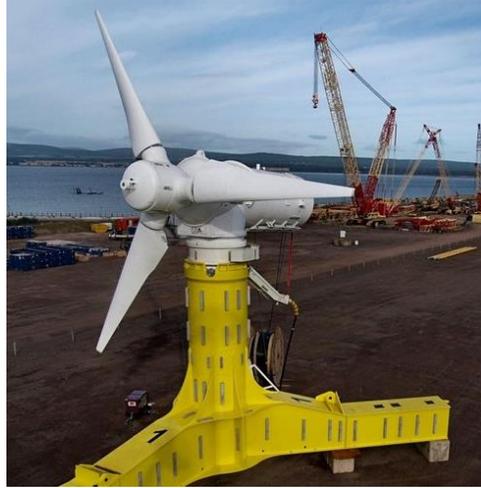
LE SCENARIO ENERGETIQUE « OFFSHORE »

POWER TO GAS

APPROCHE ITEG

INTRODUCTION

● Similitudes entre les hydroliennes et les éoliennes



- Les connaissances et le savoir-faire en matière d'éoliennes sont exploités
- Évaluer la fiabilité des turbines marémotrices en s'appuyant sur les données sur les pannes d'éoliennes.
- Quelques différences notables dans la conception et le fonctionnement
 - Biofouling
 - Turbulence du courant marin

INTRODUCTION

DISPONIBILITÉ DE LA CHAÎNE CINÉMATIQUE DES TURBINES MARÉMOTRICES

● Défaillances signalées pour les turbines marémotrices

➤ Turbine marémotrice OpenHydro de 1 MW dans la baie de Fundy en 2009

● Défaillance des pales pour cause de fatigue après 3 semaines

➤ Atlantis Resources AK1000 défaillance d'une pale de turbine marémotrice en 2010

● Pale arrachée en raison d'un défaut de fabrication

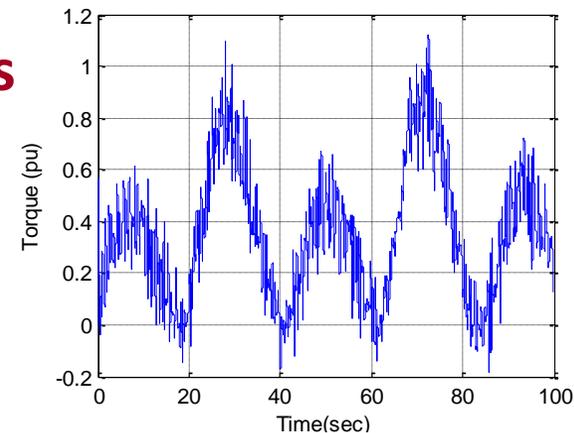
● Spécificités des hydroliennes par rapport aux éoliennes

➤ La variabilité de charge diffère

● Turbines hydroliennes le rotor subit des couples de charge très élevés en raison de la densité et de la vitesse de l'eau

➤ Couple de charge plus important

● contraintes d'intégrité de la boîte de vitesses



INTRODUCTION

● Disponibilité des turbines marémotrices et coût de l'énergie

- Coût impacté par les d'options de la chaîne cinématique et de la génératrice
- L'option d'entraînement direct a été adoptée pour réduire au maximum les occurrences des problèmes d'entretien dus aux défaillances des boîtes de vitesses



- Fiabilité de la boîte de vitesses s'améliore
- les projets récents bénéficient de Normes disponibles dans l'industrie



- Les systèmes à engrenages et à entraînement direct présentent des avantages et des inconvénients

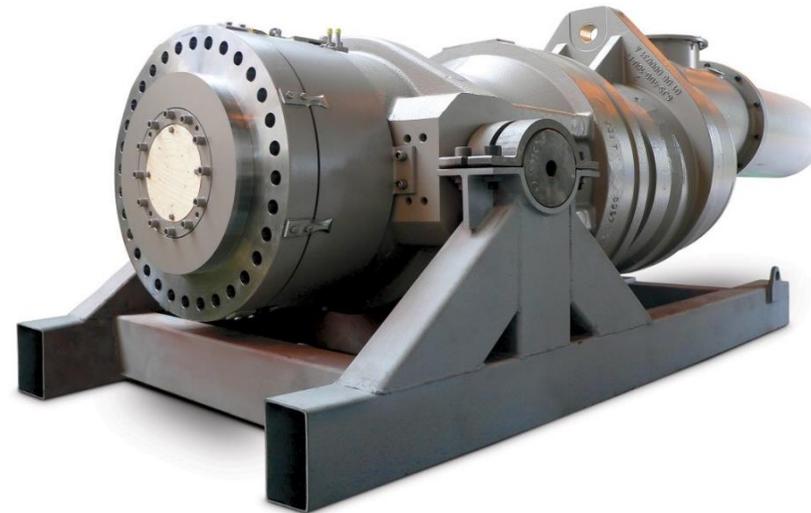


- L'industrie n'a pas encore convergé vers une topologie préférée

TURBINES A ENGRENAGE vs TURBINES SANS ENGRENAGE

- Turbines marémotrices industrielles à engrenage

- Turbine marémotrice SeaGen (©Simec Atlantis Energy)



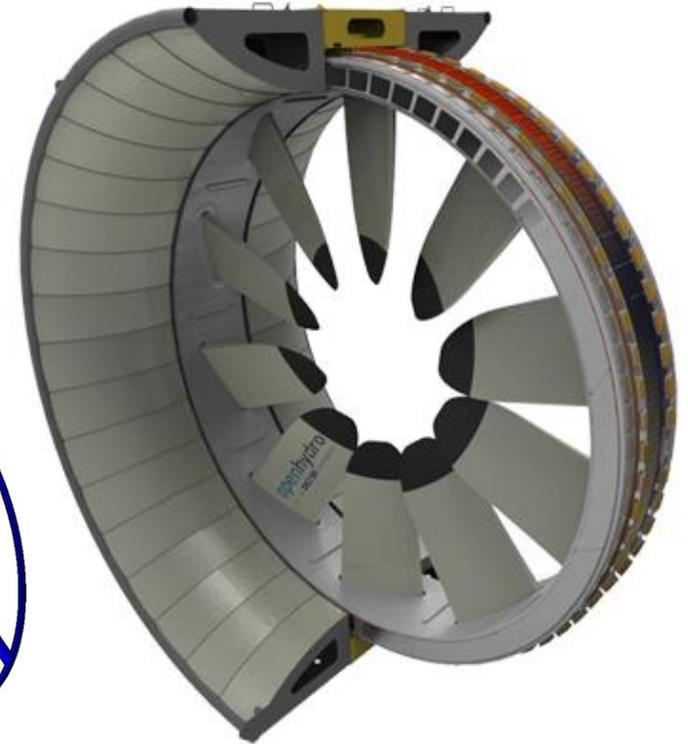
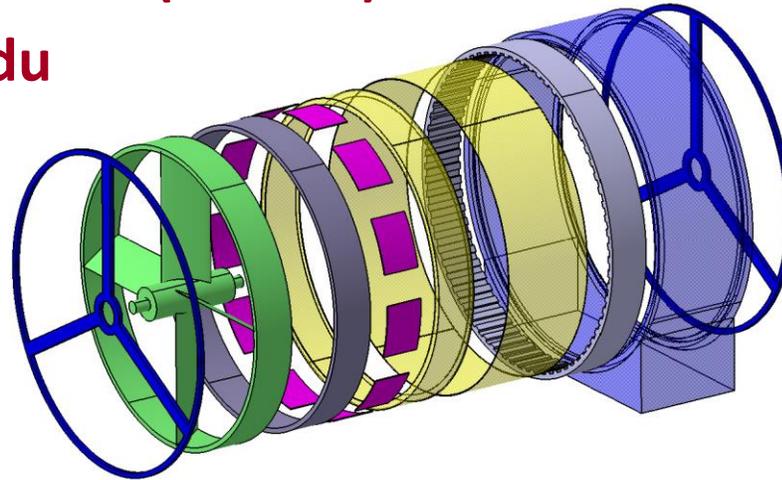
- Générateur 650kW avec un réducteur planétaire

TURBINES A ENGRENAGE vs TURBINES SANS ENGRENAGE

● Turbines à entraînement direct

➤ Concept " anneaux de roue "

- Générateur placé à la périphérie de la turbine
- Plus avantageux en termes de rendement hydrodynamique qu'un système POD (nacelle)
- Poids considérable en raison du diamètre structurel important.



TURBINES A ENGRENAGE vs TURBINES SANS ENGRENAGE

● Que dire sur certains autres aspects?

➤ La fiabilité?

● On observe un taux de défaillance des génératrices à entraînements directs synchrones à rotor bobiné double du taux de défaillance des génératrices à engrenages.

➤ Il a été observé que le Convertisseur et son électronique ont un taux de défaillance plus élevés dans les éoliennes à entraînement direct par rapport aux éoliennes à engrenages.

➤ La disponibilité des éoliennes à engrenages est plus faible parce qu'une boîte de vitesse a un temps moyen de réparation (MTTR) plus élevé que celui de l'électronique et des composants.

➔ Les générateurs synchrones à rotor bobiné à entraînement direct ne sont pas recommandés pour les turbines marémotrices

PROBLEME DU BIOFOULING

- Quels sont les problèmes? encrassement biologique !!!
 - Deux problèmes potentiels pour les turbines marémotrices
 - Rugosité des pales
 - Encrassement des pales par la croissance d'une faune marine



PROBLEME DU BIOFOULING

● Option turbine vs encrassement biologique

- L'option adoptée pour la turbine conditionnera l'encrassement biologique
 - Turbine marémotrice à entraînement direct complet avec pièces statiques de grandes dimensions,
 - favorisera le développement de l'encrassement biologique



Installation
en Septembre 2006

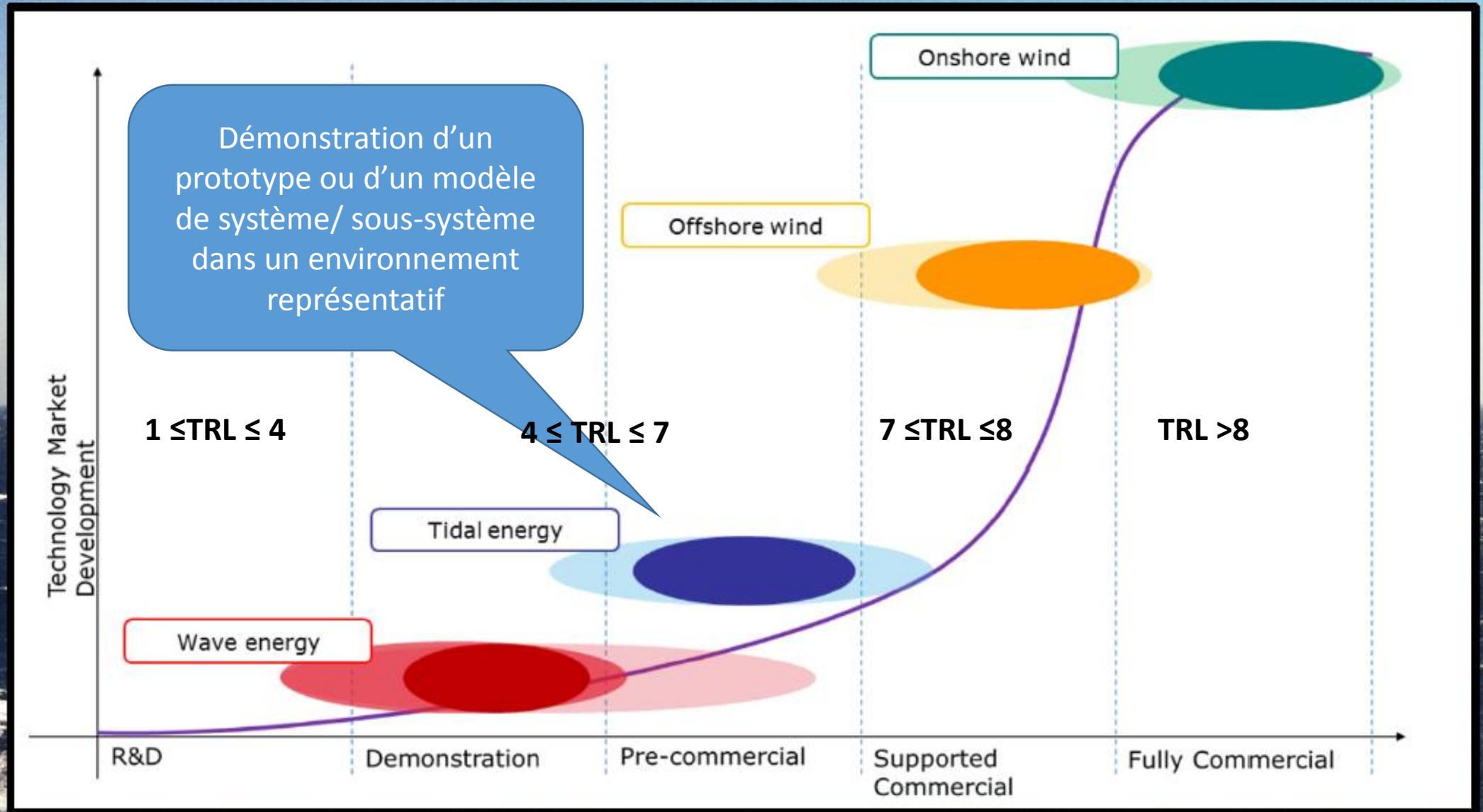


Récupération
en Octobre 2011



Turbine marémotrice récupérée en raison d'une perte de performance

DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE



Source: D. Magagna, JRC, European Commission (2017)

Distributed renewable energy sources

Local and remote
power loads

Bidirectional power flows

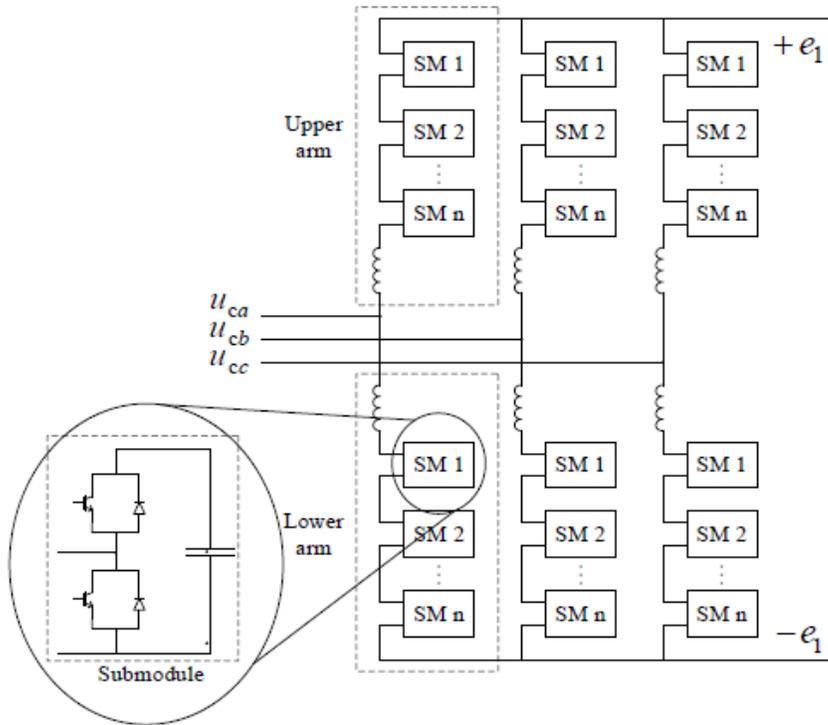
Increased penetration
of electronic power
processors

Potentially
weak grid

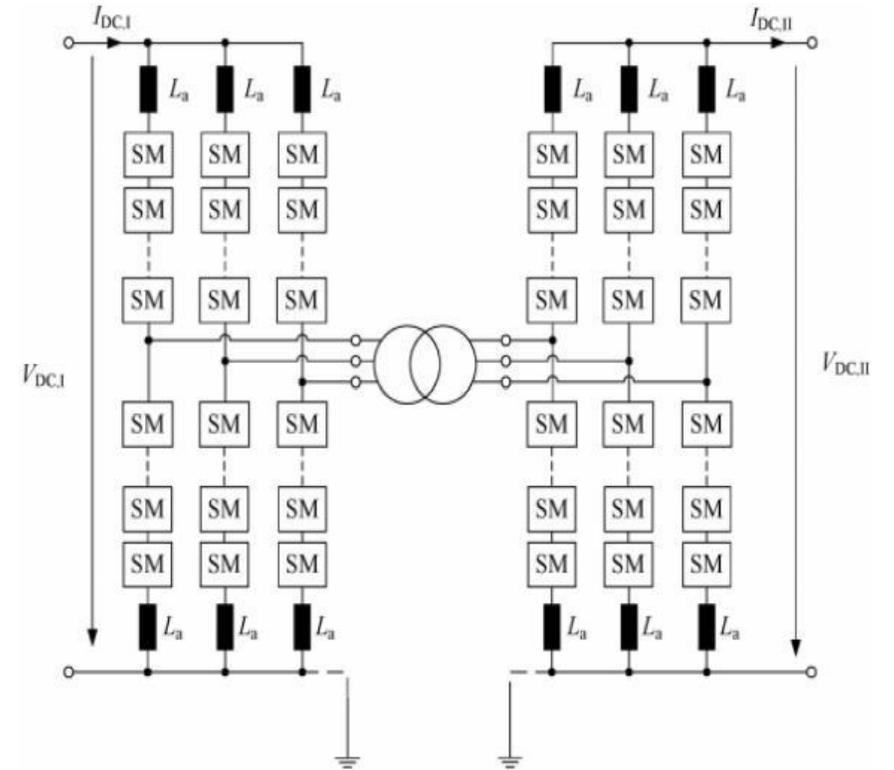
Une complémentarité profitable existe entre
Éolienne, hydrolienne et houlo-génératrice



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION EN OFFSHORE

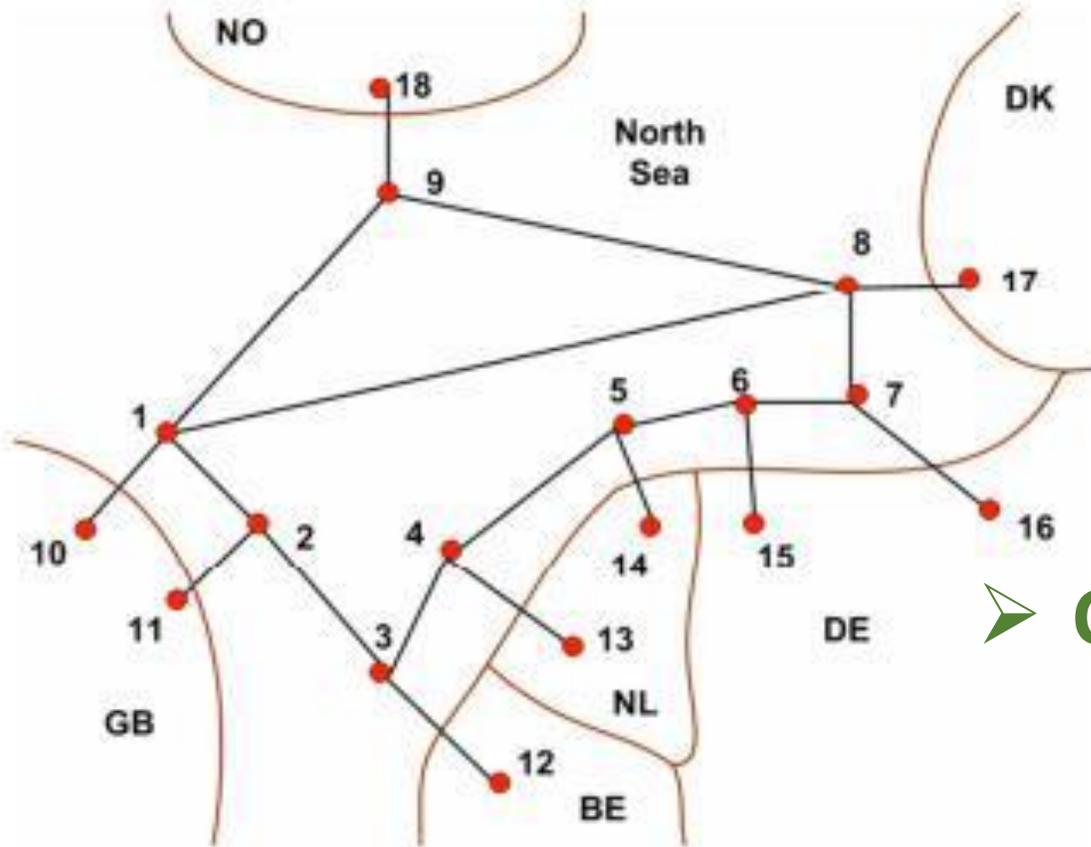


Source: Siemens



Nouvelles topologies de convertisseurs optimisés

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION EN OFFSHORE



➤ Défis dans le control de la stabilité

➤ Complexité topologique croissante

➤ Nouvelles topologies de convertisseurs optimisés

LE SCENARIO ENERGETIQUE « OFFSHORE »

● Le scénario "offshore" se caractérise par:

- des sources renouvelables intermittentes et des charges réparties importantes.
- Le réseau en mer se transformera en un réseau maillé et sera caractérisé comme un système cyber-physique.
- Le déploiement d'une telle infrastructure électrique " offshore " en est à ses débuts, avec la possibilité de mettre en œuvre des stratégies innovantes de gestion de l'énergie.

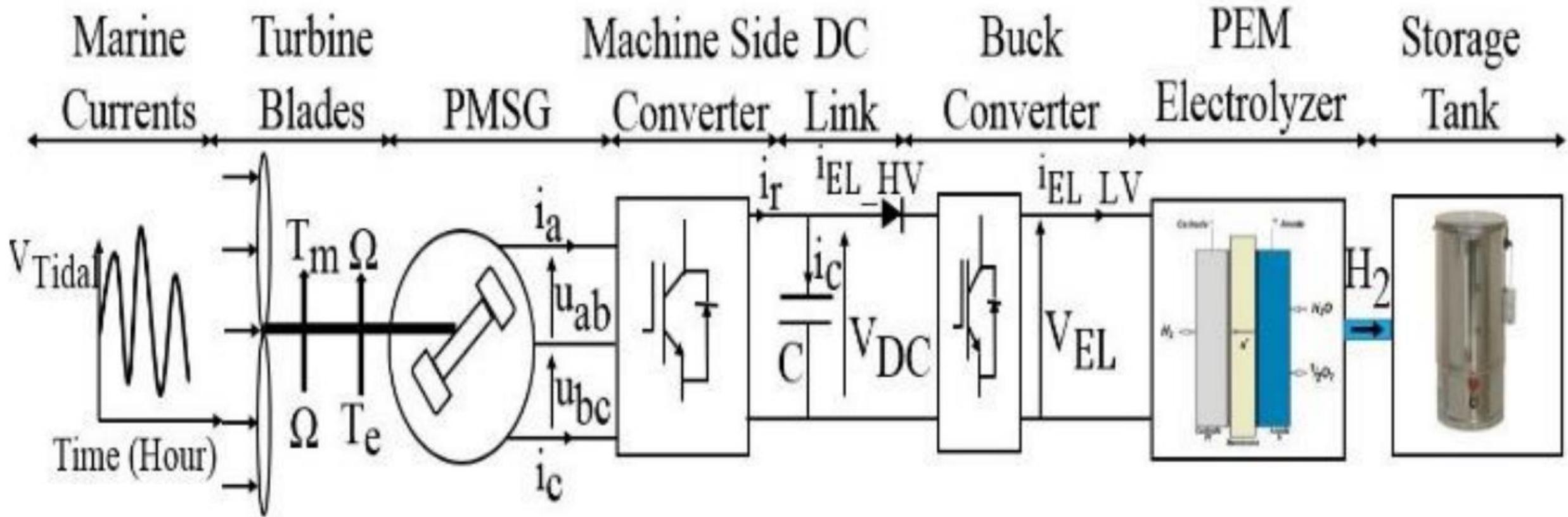
Les perspectives de croissance de l'économie « bleue » sont énormes.

POWER TO GAS

- **Nous sommes face à un changement de paradigme drastique**
 - **Nous passons d'une production d'énergie en fonction de la demande à une production décentralisée à fort impact climatique.**
 - **Il existe des enjeux d'équilibre entre l'offre et la demande sur le réseau électrique.**
 - **L'hydrogène est une solution pour mieux valoriser les énergies « offshore » et les intégrer au système énergétique globalisé.**

Les perspectives de croissance de l'économie « bleue » sont énormes.

POWER TO GAS



MCT-Hydrogen Generation Micro-Grid

APPROCHE ITEG

ITEG - Integrating Tidal energy into the European Grid



•EU FUNDING

•€ 6.46 m

•TOTAL BUDGET

•€ 11.79 m

•TIMELINE

•2017-2020

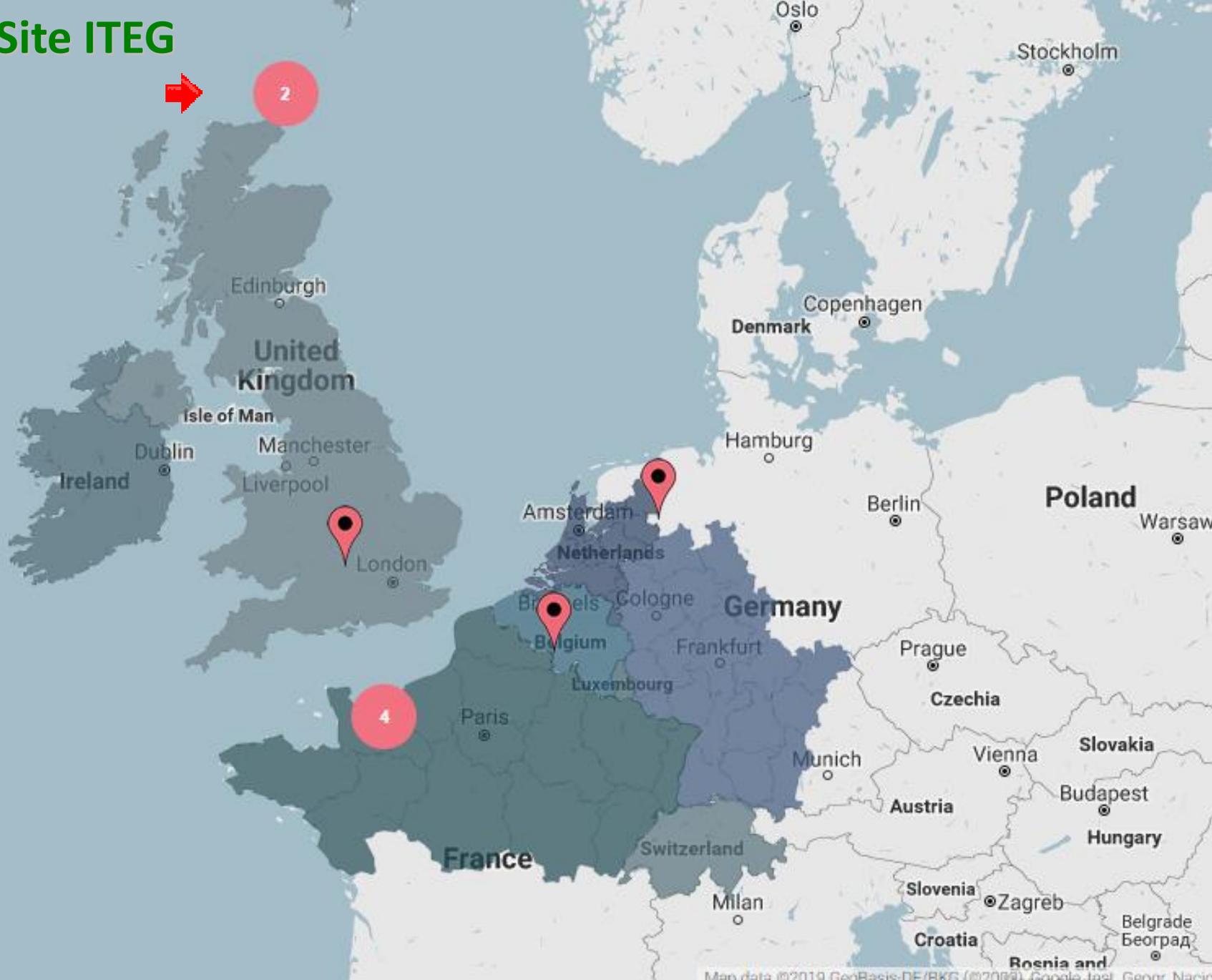
•PARTNER ORGANISATIONS

- Agence de Développement pour la Normandie
- Orbital Marine Power
- Energy Valley

LEAD PARTNER ORGANISATION

European Marine Energy Centre

Site ITEG



European Regional Development Fund

Orientation générique

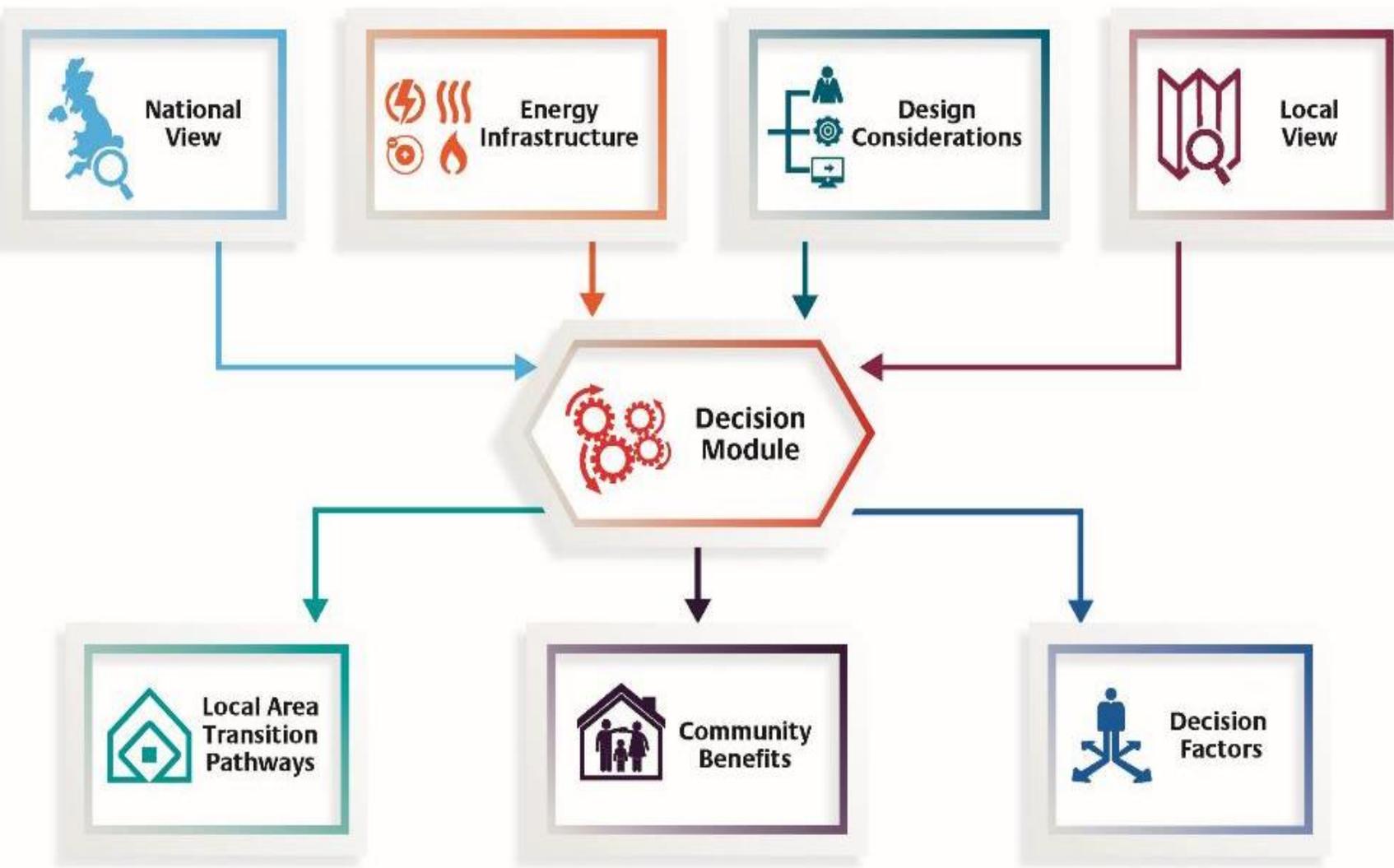
Basé à Orkney

- développer une solution tout-en-un pour la production d'énergie propre prédictible.
- assurer la gestion du réseau et la production d'hydrogène à partir de la surcapacité.

Le consortium

EMEC, Orbital Marine Power, AREVA H2Gen, the Energy Systems Catapult, Energy Valley/New Energy Coalition, University of Caen Normandy, University of Le Havre Normandy, Ghent University and the Normandy Development Agency.

APPROCHE ITEG



EnergyPath Networks (EPN) modélisation qui utilise une approche d'analyse globale des systèmes pour aider à fournir des plans locaux de transition énergétique.

EnergyPath Networks assure la résilience à long terme des décisions prises aujourd'hui.

EnergyPath Networks est un réseau technico-économique

APPROCHE ITEG

● **context de développement $4 \leq \text{TRL} \leq 7$**

- **Le coût de la démonstration pré commerciale de l'énergie marine est élevé et les investisseurs hésitent à investir jusqu'à ce que la technologie ait fait ses preuves en mer à grande échelle.**
- **L'ITEG a pour objectif de réduire ces coûts par le développement d'une solution intégrée de production d'hydrogène.**

APPROCHE ITEG



ORBITAL MARINE POWER



- ✓ **G. Caraiman, C. Nichita, V. Mînză, B. Dakyo, C. H. Jo, « Concept study of offshore wind and tidal hybrid conversion based on real time simulation », Renewable Energy and Power Quality Journal, No.9, RE&PQJ-8 ISSN 2172-038X, on-line publication: <https://doi.org/10.24084/repqj09.459> 12th May 2011.**
- ✓ **M.O.F.Diallo, M.B. Camara, S.Youssef, H. Gualous, B. Dakyo,"Permanent Magnet Synchronous Generator For Tidal Turbine Application In Raz Blanchard - Modeling And Control Strategy", IEEE, 16th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), Antalya/Turkey, 21-24 September, 2014, ISBN:978-1-4799-2062-4, pp.465-469.**
- ✓ **F. Spinato, P. J. Tavner, G. J. W. van Bussel, and E. Koutoulakos, "Reliability of wind turbine subassemblies," *IET Renewable Power Generation*, vol. 3, n°4, pp. 387-401, 2009.**
- ✓ **P. J. Tavner, G. J. W. van Bussel, and F. Spinato, "Machine and converter reliabilities in wind turbines," in *Proceedings of the 2006 IET PEMD*, Dublin (Ireland), pp. 127-130, April 2006.**
- ✓ **M. Barakat, B. Tala-Ighil, H. Gualous D. Hissel « Energy Management of a Hybrid Tidal Turbine-Hydrogen Micro-Grid: Losses Minimization Strategy » FDFC 12-14 Feb 2019 Nantes-France**
- ✓ **Prof. Elisabetta Tedeschi: the role of offshore renewable energies in the offshore grid development EVER 2018 Monte Carlo, Monaco**
- ✓ **S. Djebbari, J. F. Charpentier, F. Scuiller, and M. E. H. Benbouzid, "Design and performance analysis of double stator axial flux PM generator for rim-driven marine current turbines," IEEE Journal on Oceanic Engineering, vol. 41, n°1, pp. 50–66, January 2016.**
- ✓ **M.O.F.Diallo, M.B. Camara , S. Youssef, H.Gualous, Brayima Dakyo, "Energetic capability Characterization of the Raz Blanchard area for the tidal turbine farm implementation", IEEE International Conference on Sustainable Engineering for a Better Future, IEEE AFRICON2013, 9-12 September 2013, Ile Maurice, Proceedings USB, ISBN: 978-1-4673-5940-5,pp.996-1000.**

<http://www.emec.org.uk/about-us/our-tidal-clients/orbital-marine-power/>

https://twitter.com/emec_ltd/status/1006180237951029248

<https://youtu.be/9hN3dBpPu8Q>

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !!

Energies Marines Renouvelables
Les hydroliennes: le passage des principes aux fermes d'exploitation est-il pour maintenant ?



Brayima DAKYO



Remerciements à **Mohamed Benbouzid Université de Bretagne Occidentale** : pour son apport d'éléments de sa conférence:
Tidal Stream Turbines With or Without a Gearbox?