

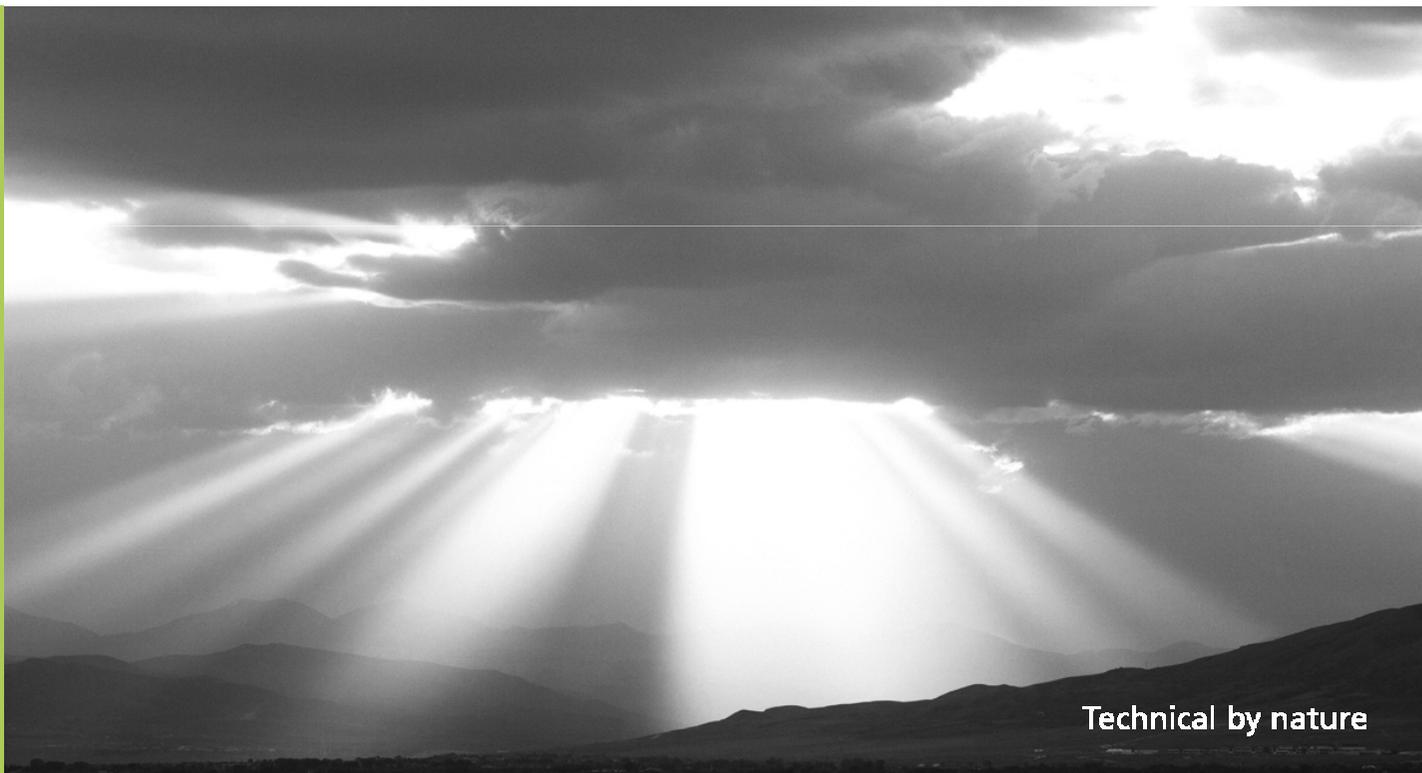
Renewable energy consultants

**GL** Garrad Hassan



## **Basse Normandie – Benchmark Energies Marines Renouvelables**

Jérôme Jacquemin – Joseph Phillips (contributions de L Falbe Hansen, J. Clayton, J. Kellner)



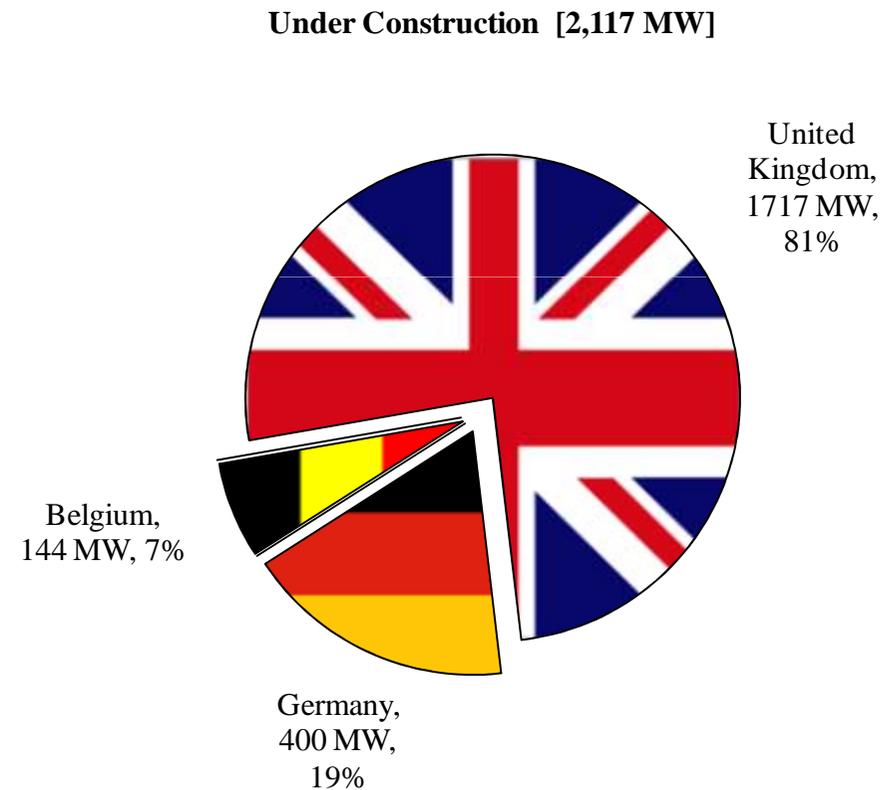
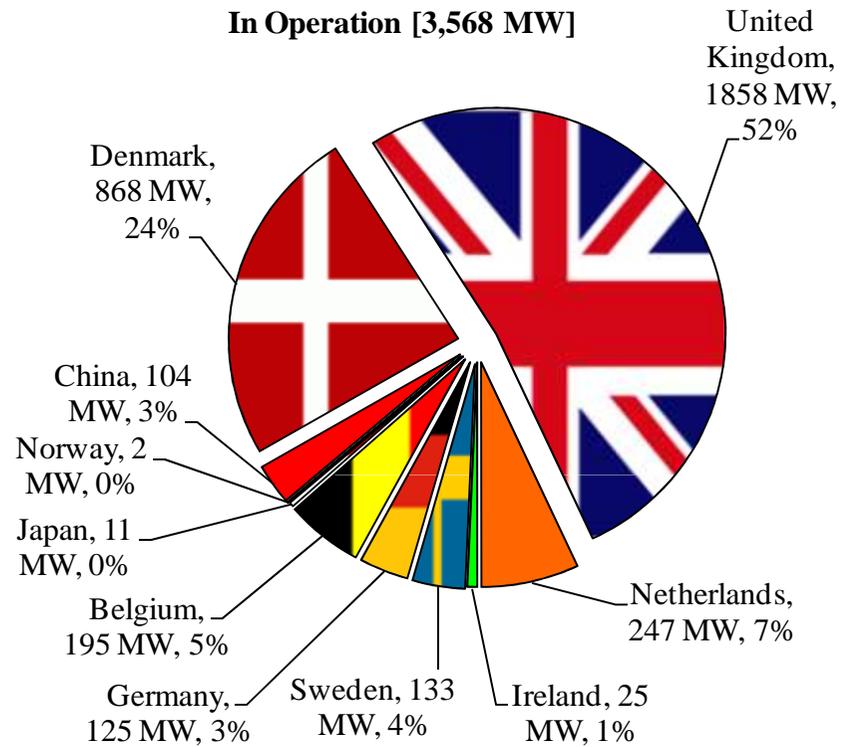
[www.gl-garradhassan.com](http://www.gl-garradhassan.com)



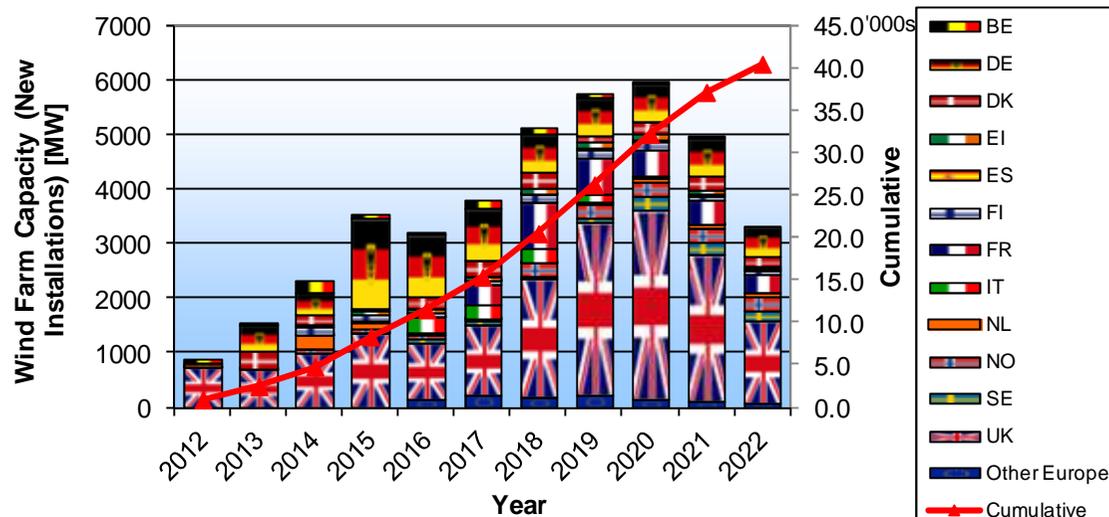
## EMR – Filières objet de ce rapport

	Disponibilité commerciale
• Eolien offshore posé:.	2012 →
• Hydrolien:	2015 →
• Eolien flottant:	2020 →
• Houlomoteur:	2017 →

## EMR – Eolien posé, marchés historiques



# EMR – Eolien posé, marchés de la prochaine décennie



## Marchés Européens

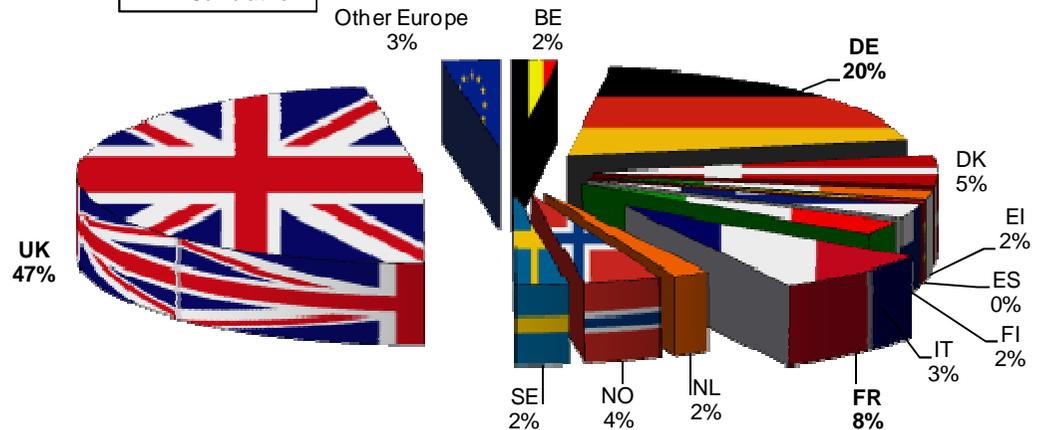
Le RU sera le principal marché, avec les sites du Round 3 et des eaux territoriales écossaises.

Une croissance annuelle de 25-30%.

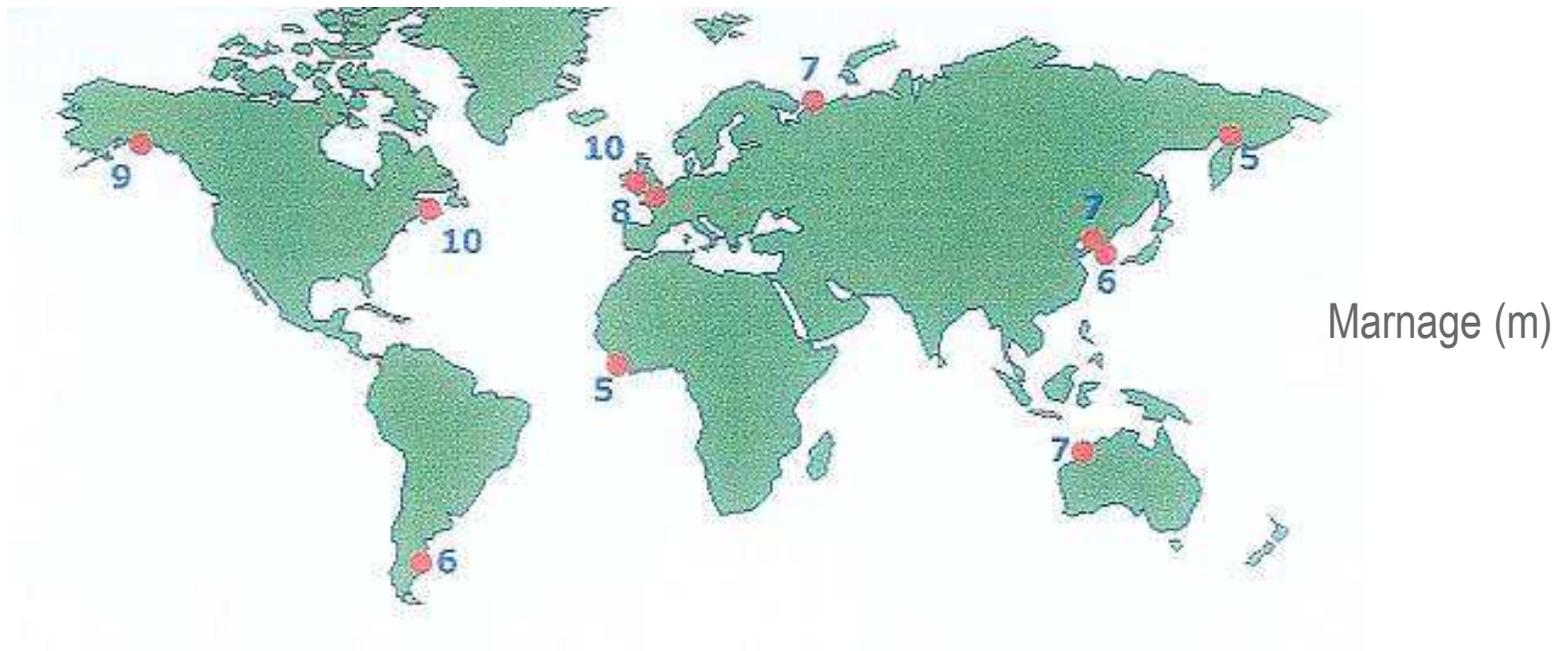
## Volume du marché 2012 – 2020

RU représente à lui seul la moitié du marché.

Un marché 6 fois moindre en France mais le 3ème marché en volume.



## EMR – Hydrolien, marchés potentiels

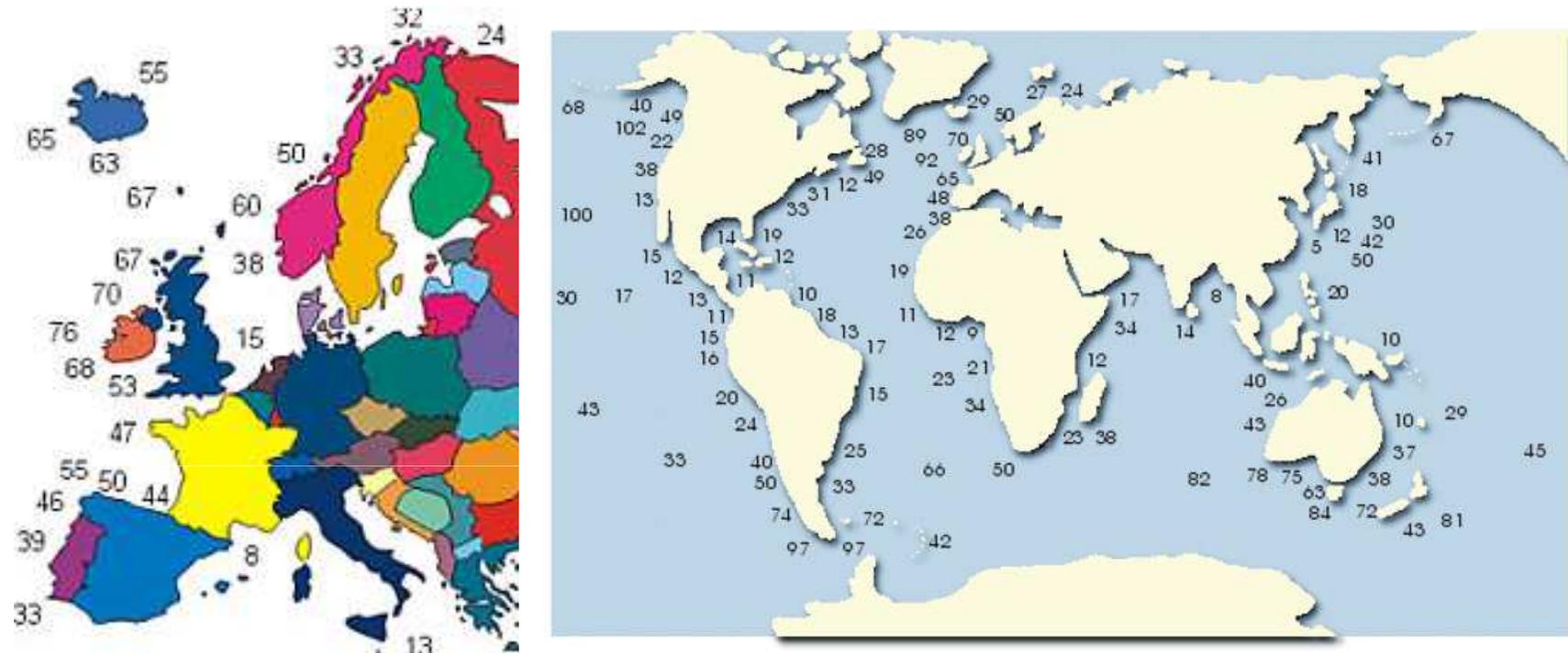


**Le gisement hydroquinétique est très localisé**

Potentiel ~ 12GW en Europe (CA OE)

~ 1TW globalement en eaux peu profondes (CA OE)

## EMR – Houlomoteur, marchés potentiels

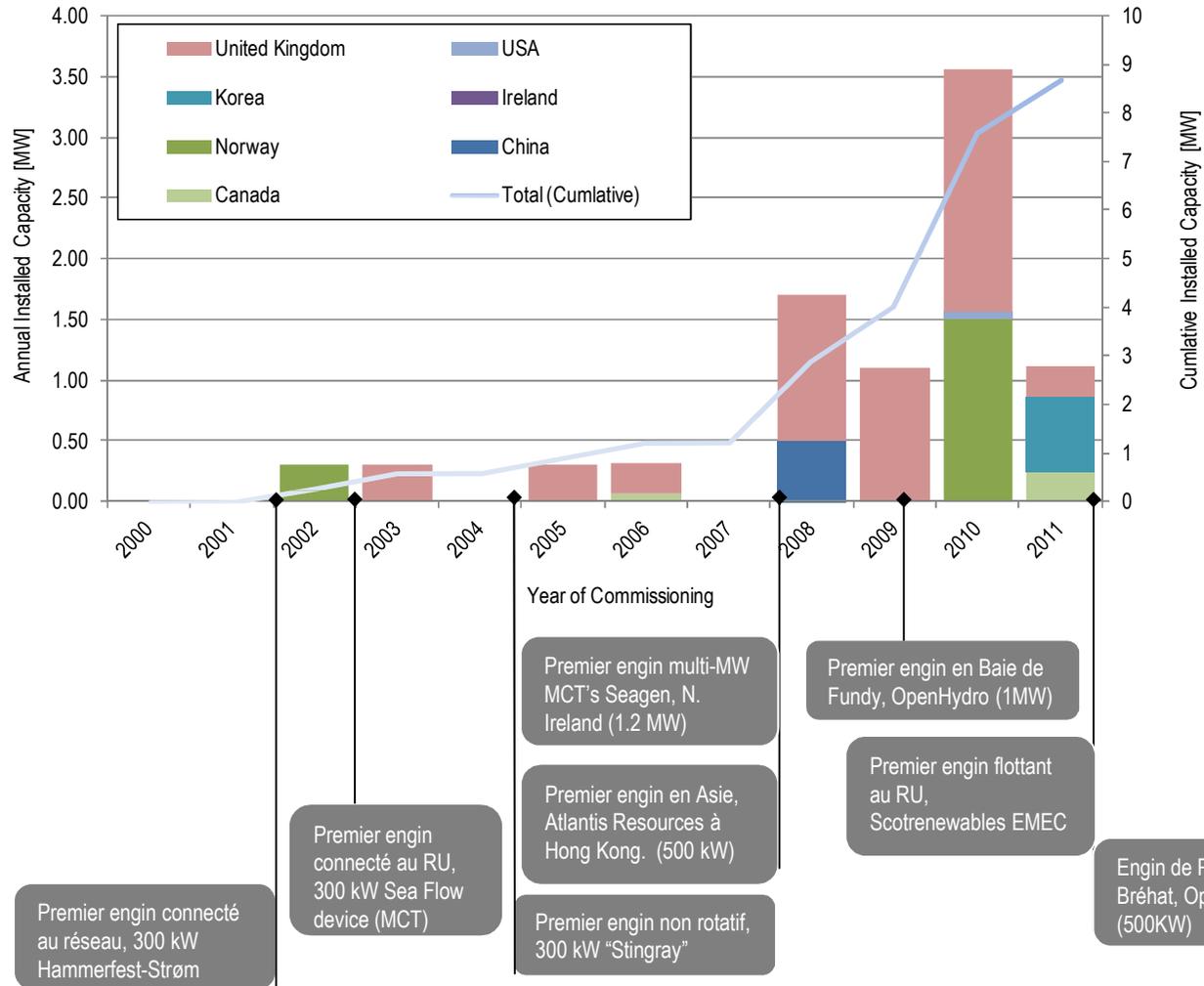


Le gisement est globalement assez réparti sur les mers du globe, avec la meilleure ressource entre 30° et 60° de latitude dans les deux hémisphères.

Potentiel ~ 300GW en Europe du Nord (CA OE)

> 2TW globalement (Tom Thorpe 1999)

# EMR – Hydrolien, développements notables à ce jour

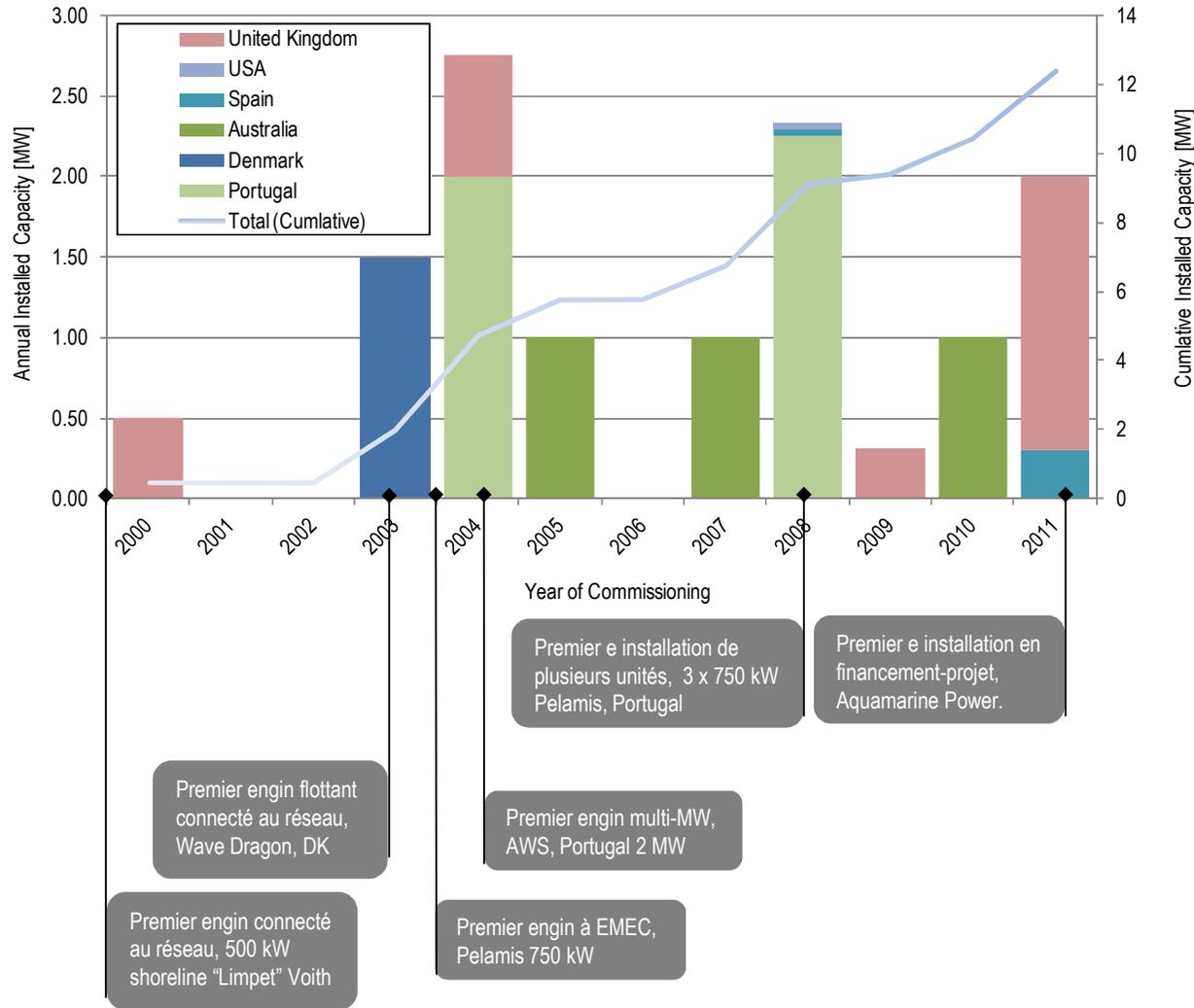


FORCE, Baie de Fundy

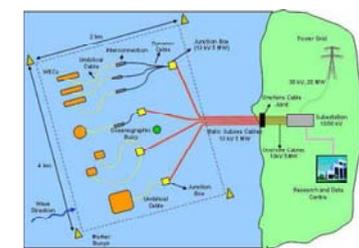


Site d'essai de Paimpol-Bréhat

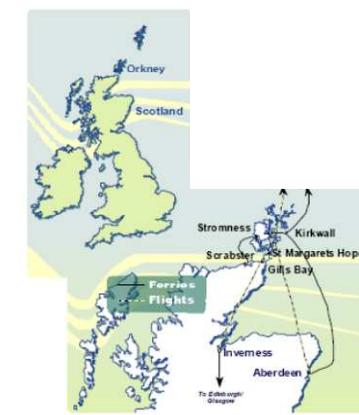
# EMR – Houlomoteur, développements notables à ce jour



Wave Hub

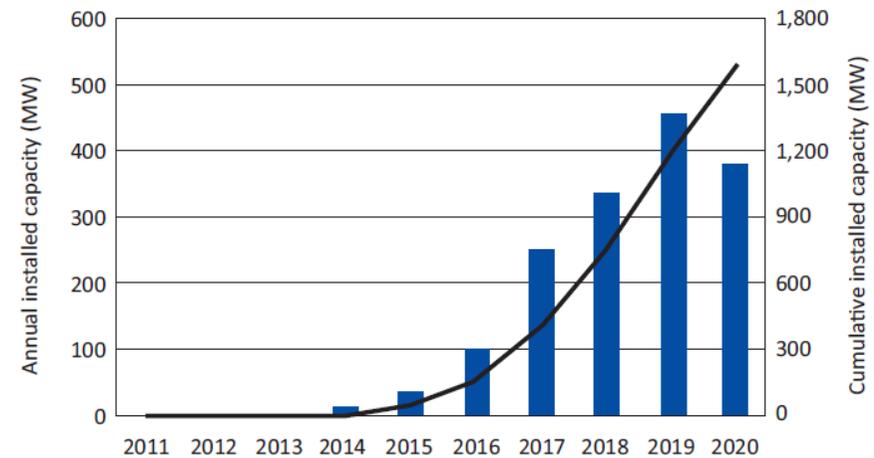
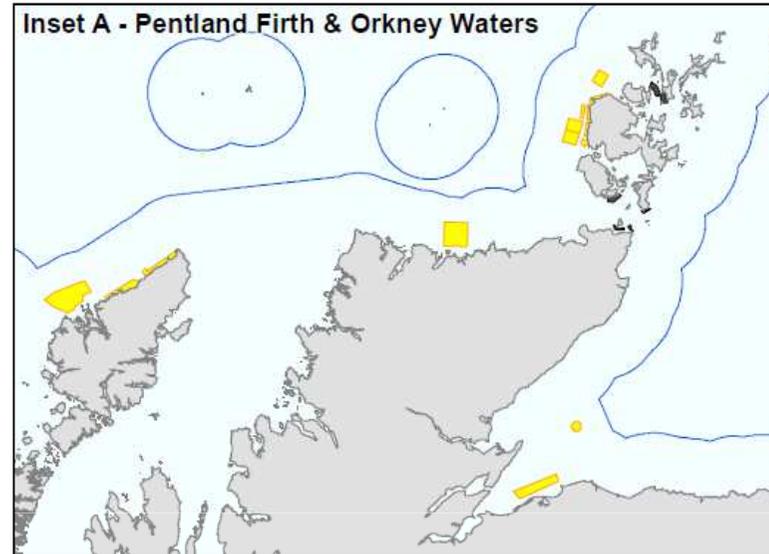
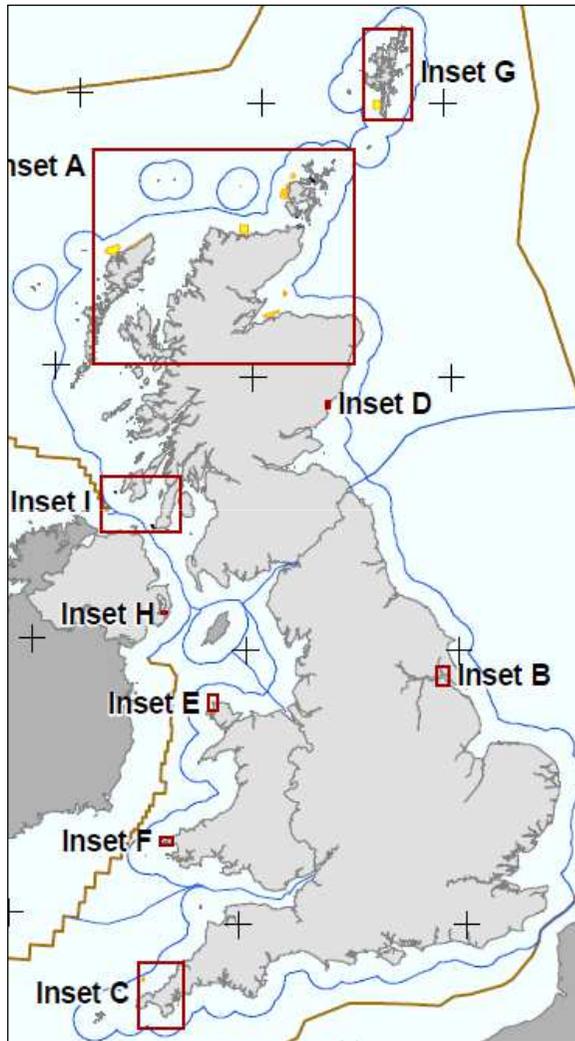


BIMEP

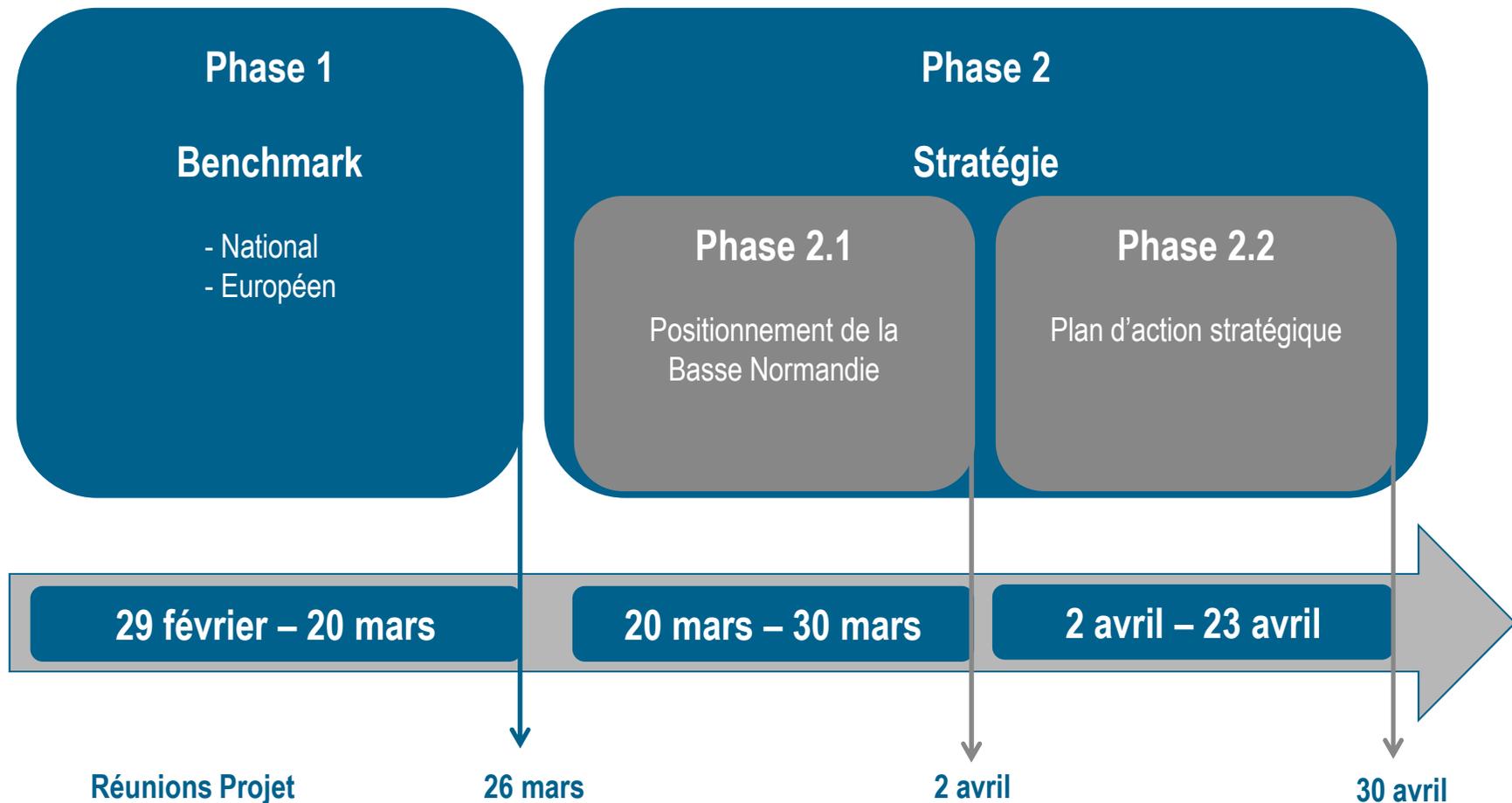


EMEC

# EMR – Hydrolien & houlomoteur, un seul vrai marché



# Stratégie EMR Basse Normandie



## EMR – Benchmark (régions & critères)

### Critères

- 1. Position géographique:
  - Gisement local, et
  - Proximité des marchés;
- 2. Infrastructures portuaires et disponibilité foncière;
- 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs;
- 4. Education et formation professionnelle; et,
- 5. Expérience;



Basse Normandie (1,5m)

Haute Normandie (1,8m)

Pays de la Loire (3,5m)

Bretagne (3,1m)

Ecosse (5,2m)

Danemark (5,5m)

Brême Basse Saxe (8,3m)

# 1. Position géographique

## 1.1 Gisement local

	Eolien Posé	Eolien Flottant	Hydrolien	Houlo-moteur
Ecosse	++	+	++	++
Brême Basse Saxe	++	--	--	-
Danemark	++	-	--	-
Haute Normandie	++	--	--	--
Pays de la Loire	+	+	--	++
Bretagne	-	++	+	++
<b>Basse Normandie</b>	+	-	++	+
-- = Aucun      - = Faible      + = Moyen      ++ = Fort				

Gisement local considération faite du potentiel technique et des possibles contraintes (lecture verticale pour chaque filière les unes indépendamment des autres).

# 1. Position géographique

## 1.2 Proximité des marchés

Méthode:

- Limité à l'éolien posé
- Chaque région représentée par un seul port
- Distance à chaque projet éolien posé calculée
- Base de données des projets offshore Européens GL GH

Notes:

- Distances calculées à vol d'oiseau
- Seuls les projets situés à moins de 500km ont été retenus

**Offshore North West Norway**



Shetland Islands

NORWAY

NORTH SEA

DENMARK

NORTHERN IRELAND

IRISH SEA

NETHERLANDS

UNITED KINGDOM

BELGIUM

GERMANY

FRANCE

THE CHANNEL

**LEGEND**

- Offshore Wind Farm in Operation
- Offshore Windfarm Under Construction
- Planned (Fully Consented) Wind Farm
- Proposed Wind Farm Location
- 12 Nautical Mile Limit
- International Marine Boundary
- Approved Area/Lease/Licence for Windfarm
- Application for Approved Windfarm Area
- Proposed Wind Farm Area
- Operational Interconnector
- Planned Interconnector
- Cables Routes in Operation
- Planned Cable Route
- Cable Routes in Planning
- Site Name
- Generating Capacity (MW)
- North Hoyle (60 MW) power renewables
- Owner/Operator
- No. of T

European Offshore Wind Projects Map  
 3rd Edition - November 2011  
 Researched, Designed and Produced by  
 La Teme Maps in collaboration with  
 the European Wind Energy Association  
 La Teme Maps  
 P.O. Box 6096, Foreock, Dublin 18, Ireland.  
 Tel: +353-1-2847914 Fax: +353-1-2826311  
 Email: enquiries@lateme.com  
 Website: www.lateme.com  
 Copyright © 2011 La Teme Maps

Notes:  
 1. Whilst every effort has been made to ensure the accuracy of this map, La Teme Maps or its European Wind Energy Association are not responsible for any errors or omissions whatsoever.  
 2. La Teme Maps acknowledges that the data is taken from the European Wind Energy Association and other companies who collaborate with and contribute to the organisation of this map.  
 3. As there are different licensing regimes across the region shown, it is essential to compare between countries. Matters which are offshore wind farm may be built in all the necessary planning permissions. Change areas are areas which are applied for Green areas or projects are which are proposed for wind farm areas.  
 4. Wind symbols are only used on this map where necessary consent is in place. They are mainly in those countries that do not have special planning instruments yet in place.  
 5. All boundaries and limits are indicative only.  
 6. Any errors or omissions notified to us corrected in the next edition.  
 7. Not to be used for Navigation.

2

1

7

4

500 Km

300 Km

100 Km

500 Km

300 Km

300 Km

100 Km

100 Km

500 Km

300 Km

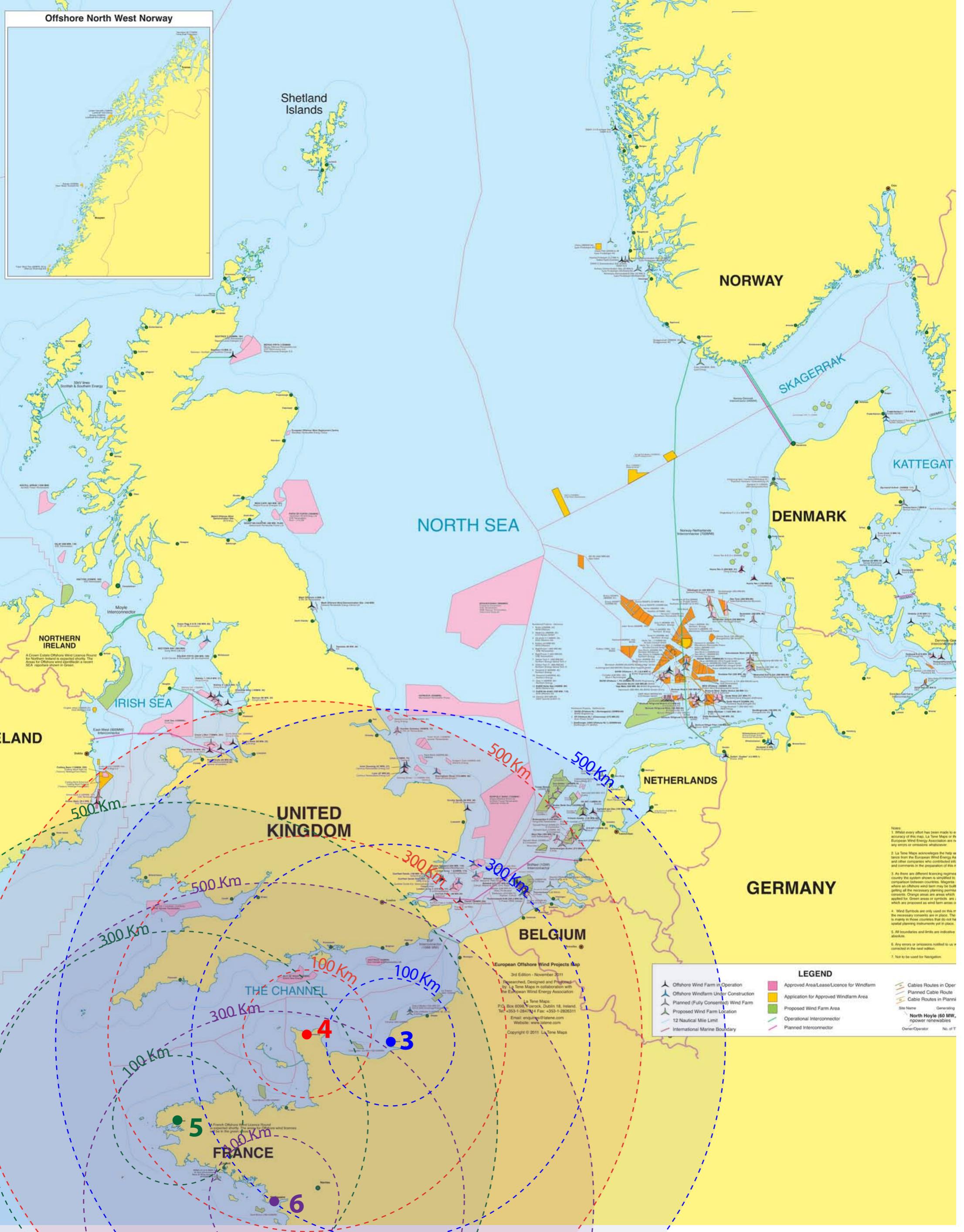
100 Km

SKAGERRAK

KATTEGAT

IRELAND

**Offshore North West Norway**



Shetland Islands

NORWAY

SKAGERRAK

KATTEGAT

NORTH SEA

DENMARK

NORTHERN IRELAND

IRISH SEA

NETHERLANDS

UNITED KINGDOM

GERMANY

BELGIUM

THE CHANNEL

FRANCE

- Notes:
1. While every effort has been made to ensure the accuracy of this map, La Tene Maps or the European Wind Energy Association are not responsible for any errors or omissions whatsoever.
  2. La Tene Maps acknowledges the help and assistance from the European Wind Energy Association and other companies who contributed data and comments in the preparation of this map.
  3. As there are different licensing regimes across the system shown is simplified to comparison between countries. Magenta where an offshore wind farm may be built getting all the necessary planning permits complete. Change areas are areas which are planned for. Green areas or symbols are which are proposed as wind farm areas.
  4. Wind Symbols are only used on this map if the necessary consents are in place. This is mainly in those countries that do not have spatial planning instruments yet in place.
  5. All boundaries and limits are indicative only.
  6. Any errors or omissions notified to us corrected in the next edition.
  7. Not to be used for Navigation.

European Offshore Wind Projects Map  
3rd Edition - November 2011  
Researched, Designed and Produced by La Tene Maps in collaboration with the European Wind Energy Association  
La Tene Maps  
P.O. Box 6096, Feroock, Dublin 18, Ireland  
Tel: +353-1-2847814 Fax: +353-1-2826311  
Email: enquiries@latene.com  
Website: www.latene.com  
Copyright © 2011 La Tene Maps

**LEGEND**

	Offshore Wind Farm in Operation		Approved Area/Lease/Licence for Windfarm		Cables Routes in Oper
	Offshore Windfarm Under Construction		Application for Approved Windfarm Area		Planned Cable Route
	Planned (Fully Consented) Wind Farm		Proposed Wind Farm Area		Cable Routes in Planni
	Proposed Wind Farm Location		Operational Interconnector		Planned Interconnector
	12 Nautical Mile Limit				
	International Marine Boundary				

Site Name Generating  
Owner/Operator No. of T

500 Km  
300 Km  
100 Km  
500 Km  
300 Km  
100 Km  
500 Km  
300 Km  
100 Km  
500 Km  
300 Km  
100 Km

4

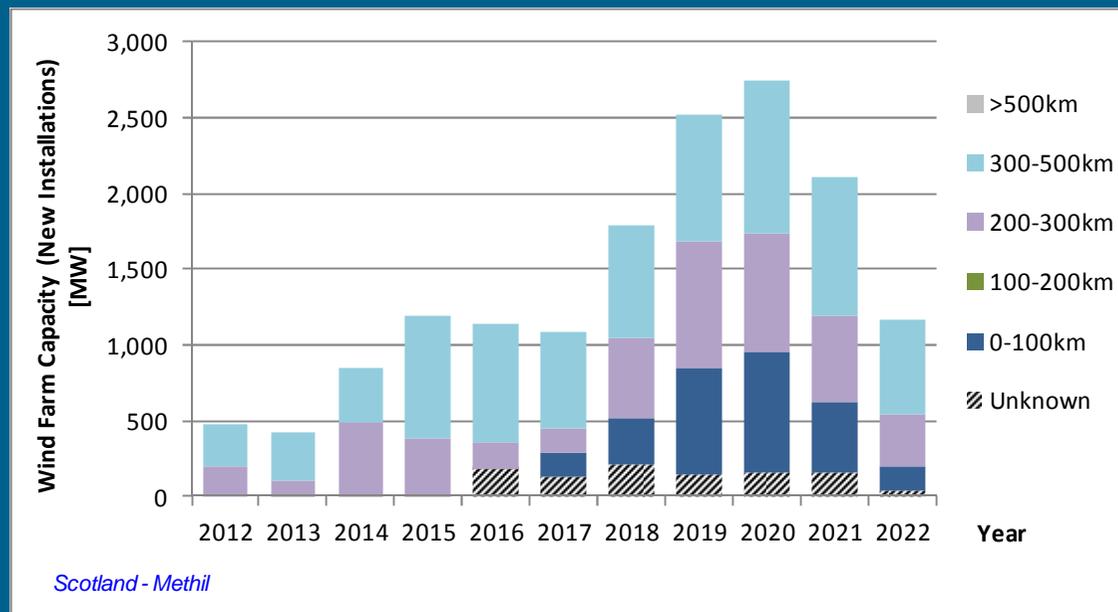
3

5

6

# 1. Position géographique: *Ecosse*

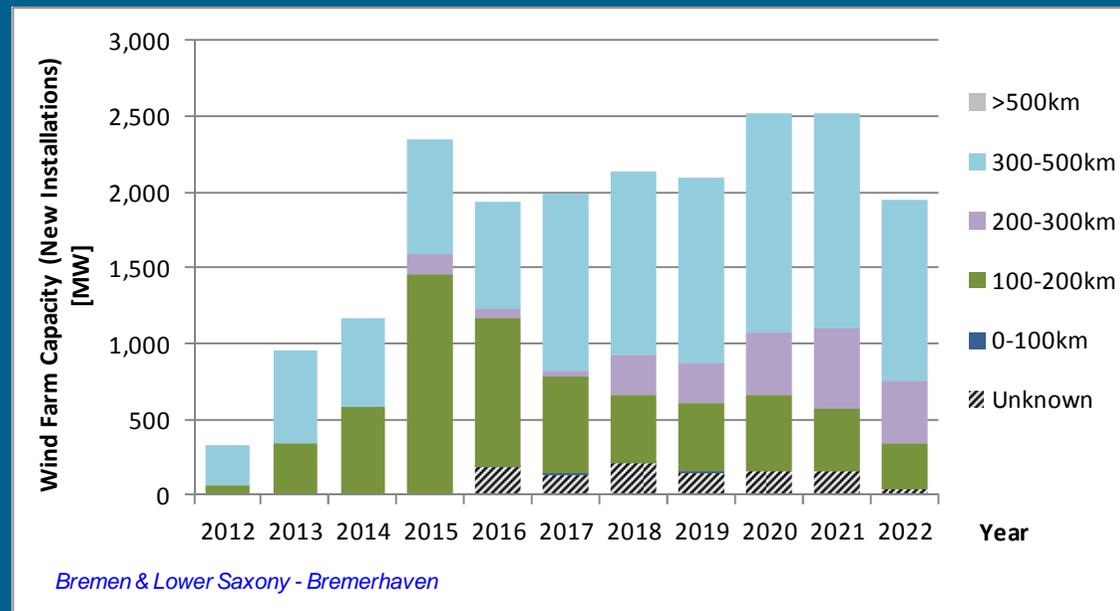
## 1.2 Proximité des projets éoliens posés



Projets d'ampleur à proximité avec les sites du Round 3 et des eaux territoriales écossaises.  
Possible accès aux projets de la Mer du Nord - Allemagne, Danemark, Pays-Bas à 200km-400km.

# 1. Position géographique: *Brême Basse Saxe*

## 1.2 Proximité des projets éoliens posés

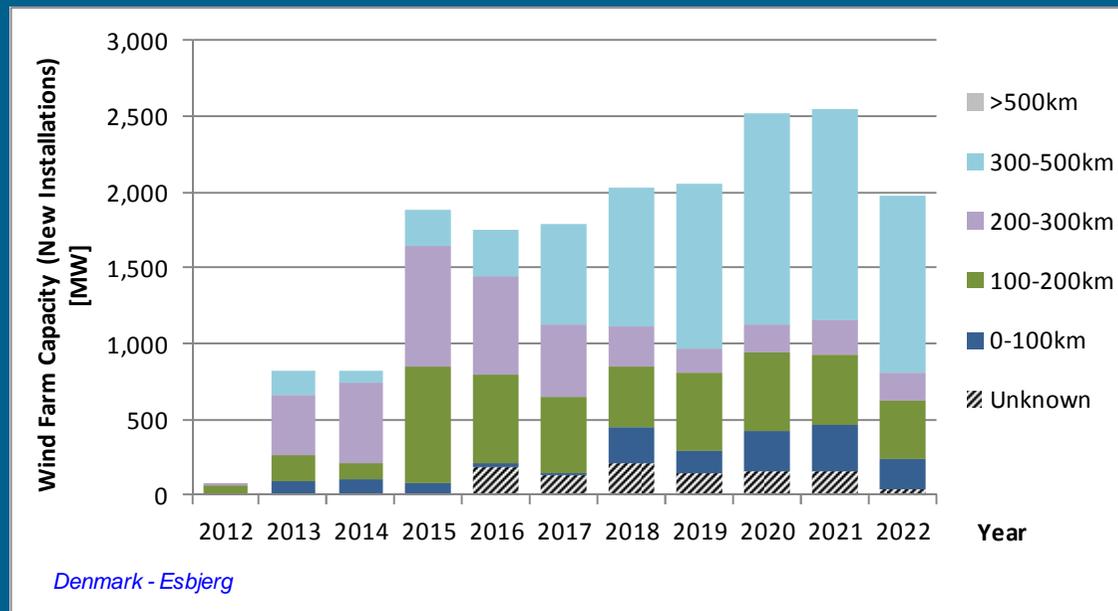


Grands nombre de projets en Mer du Nord allemande.

Possible accès aux projets de la Mer du Nord - RU, Danemark, Pays-Bas à 200km-400km.

# 1. Position géographique: *Danemark*

## 1.2 Proximité des projets éoliens posés

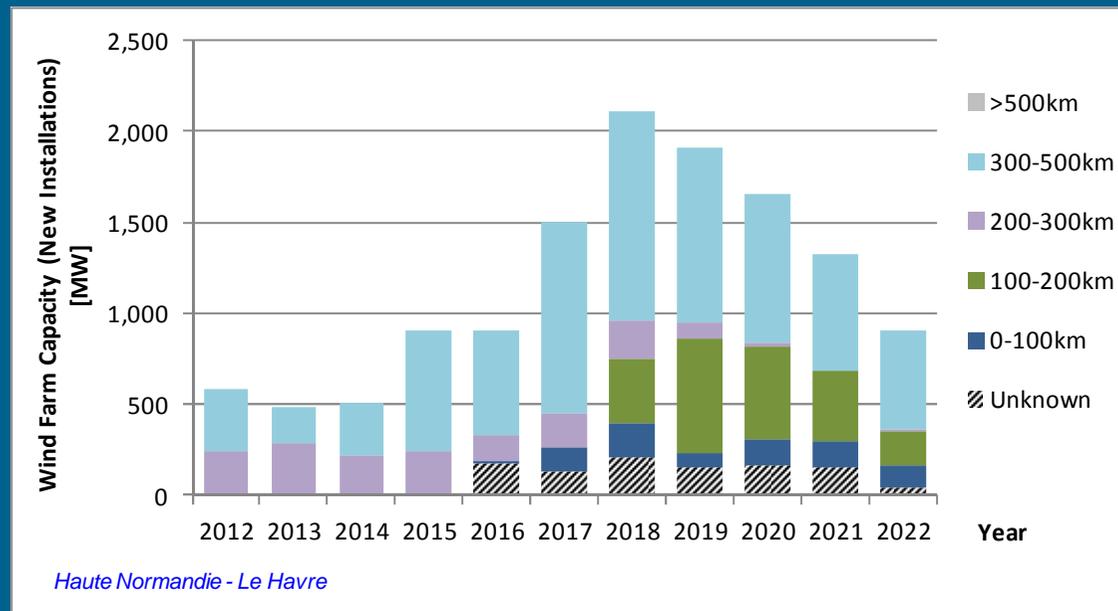


Développement local assez faible.

Possible accès aux projets de la Mer du Nord - RU, Allemagne, Pays-Bas à 200km-400km.

# 1. Position géographique: *Haute Normandie*

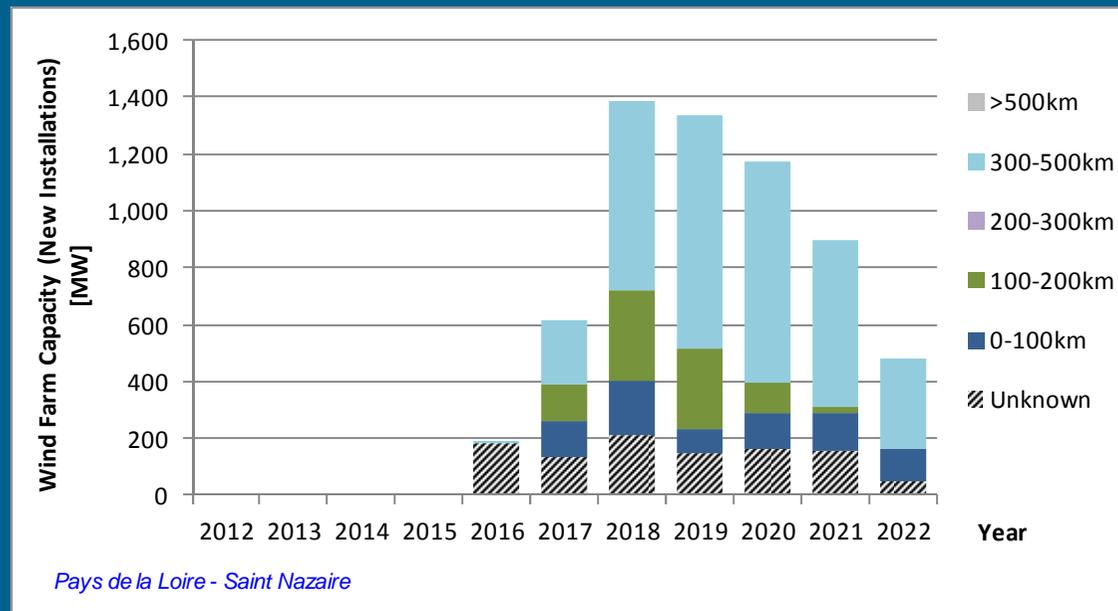
## 1.2 Proximité des projets éoliens posés



Plusieurs projets du Round 1 et probable Round 2 Français à proximité.  
Projets du Round 3 RU, “Southern Array” & “West Isle of Wight” de l’autre coté de la Manche.

# 1. Position géographique: *Pays de la Loire*

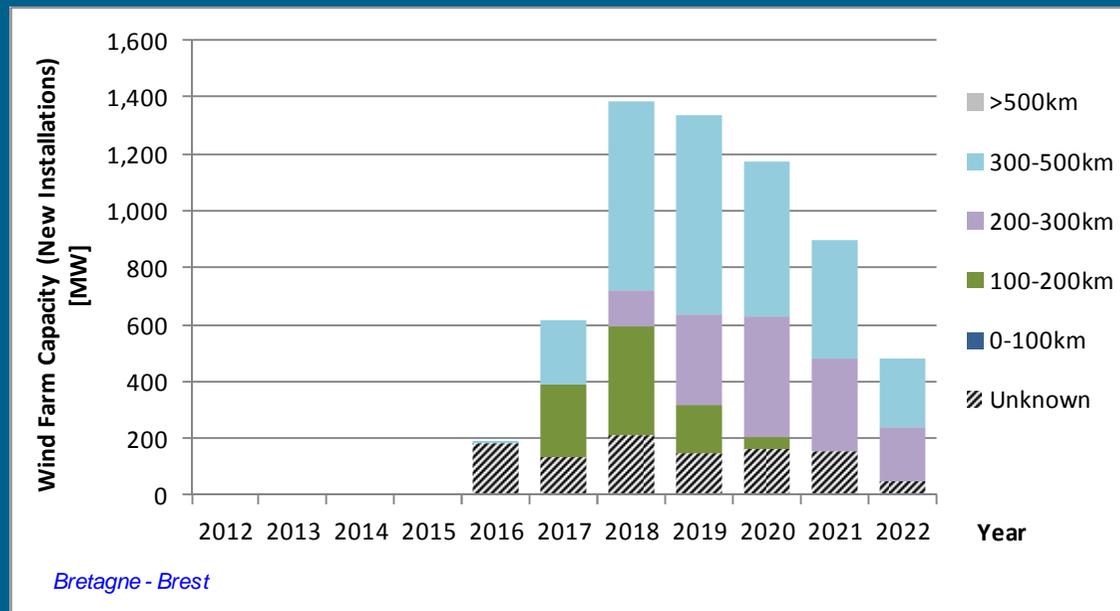
## 1.2 Proximité des projets éoliens posés



Un projet du Round 1 et un du probable Round 2 Français à proximité.

# 1. Position géographique: *Bretagne*

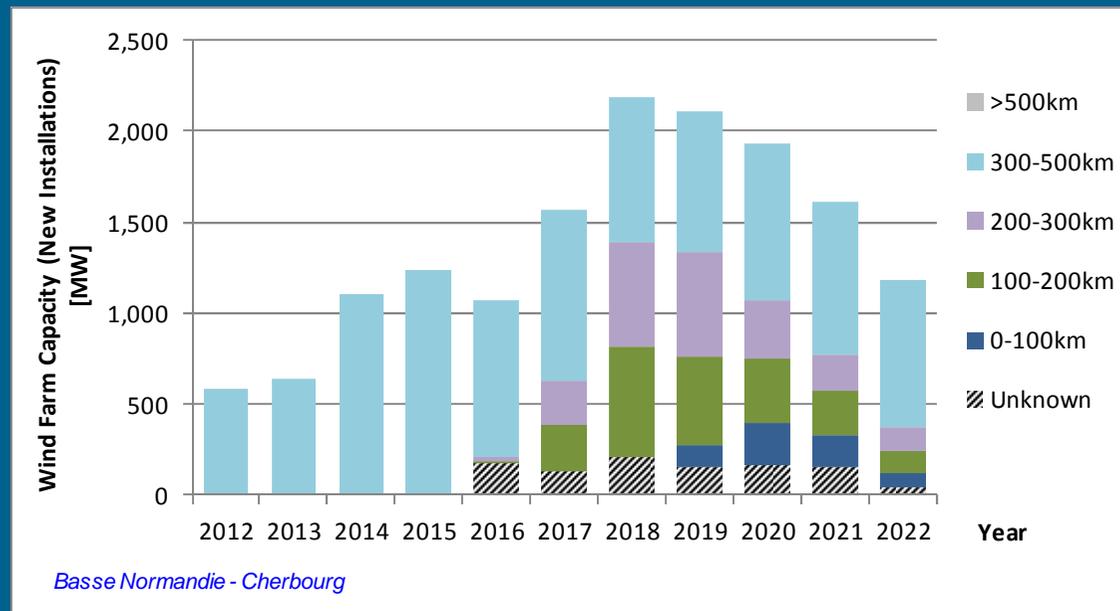
## 1.2 Proximité des projets éoliens posés



Deux projets du Round 1 Français à proximité.

# 1. Position géographique: *Basse Normandie*

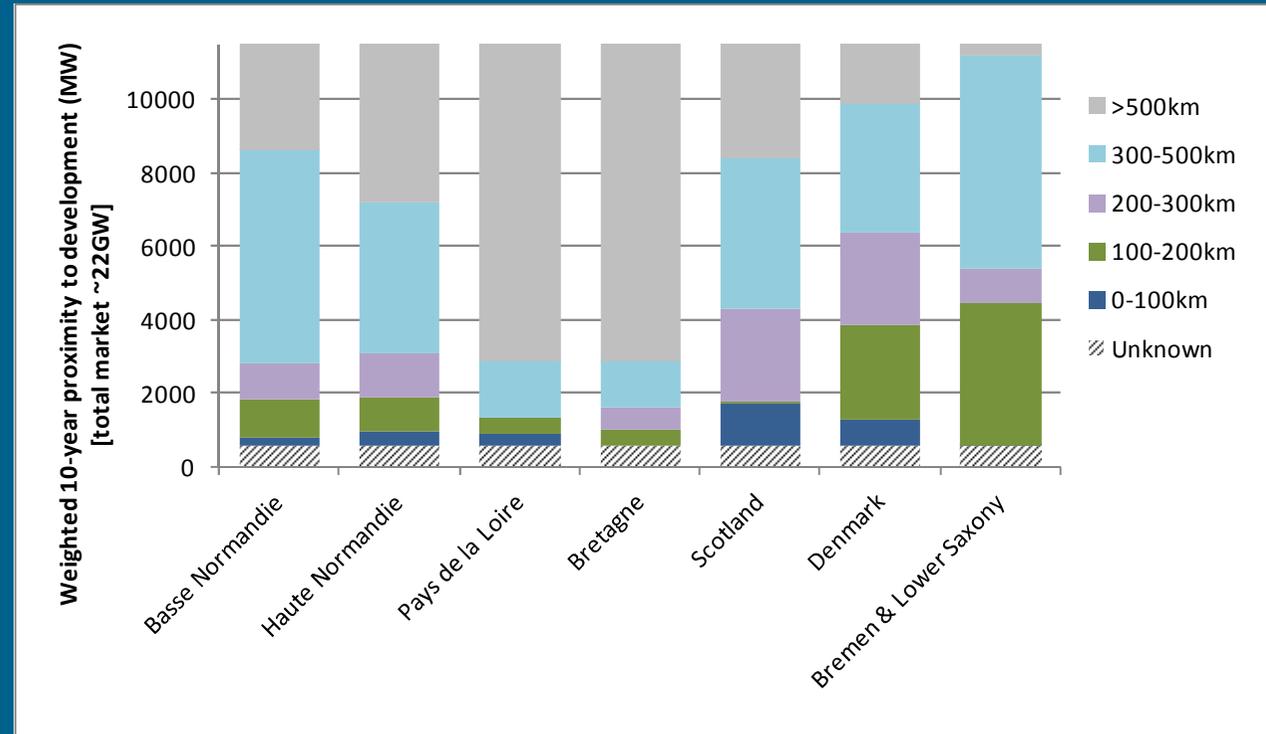
## 1.2 Proximité des projets éoliens posés



Plusieurs projets du Round 1 et probable Round 2 Français à proximité.  
Projets du Round 3 RU, "Southern Array" & "West Isle of Wight" de l'autre côté de la Manche.

# 1. Position géographique

## 1.2 Proximité des projets éoliens posés – Comparaison inter-régions



Méthode: Taux d'attrition annuel de 10% pour les projets 2013- 2022. Capacités cumulées.

# 1. Position géographique

## 1.2 Proximité des projets éoliens posés – Comparaison inter-régions

	Proximité des marchés éolien posé
Ecosse	++
Brême Basse Saxe	++
Danemark	++
Haute Normandie	+
Pays de la Loire	-
Bretagne	-
<b>Basse Normandie</b>	+

⊖ ⊖ = Très éloignés    ⊖ = Assez éloignés    + = Proches    ++ = Très proches

## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières



No Port	MP <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	OWE <sup>3</sup>	No Port	MP <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	OWE <sup>3</sup>	No Port	MP <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	OWE <sup>3</sup>
1 Aalborg	●	●	✓	18 Frederikshvn.	○	○	✓	35 Peterhead	○	○	×
2 Aarhus	○	○	✓	19 Gdansk	○	○	×	36 Portland	●	○	×
3 Barrow	●	○	✓	20 Great Yarmouth	●	○	✓	37 Ramsgate	●	○	✓
4 Belfast	●	○	✓	21 Hartlepool & tees	○	○	✓	38 Riga	○	○	×
5 Bremerhaven	●	●	✓	22 Humber	○	●	✓	39 Rostock	●	●	✓
6 Brest	○	○	×	23 Hunterston	○	○	×	40 Rotterdam	●	●	✓
7 Caen	○	○	×	24 Le Havre	○	○	×	41 Sassnitz	●	○	✓
8 Cherbourg	○	○	×	25 Zeebrugge	○	○	×	42 Southampton	○	○	×
9 Copenhagen	○	○	×	26 Lubmin	○	●	✓	43 St Malo	○	○	×
10 Cape Firth	○	○	×	27 Malmo	○	○	×	44 St Nazaire	○	○	×
11 Cuxhaven	●	●	✓	28 Medway	○	●	×	45 Stavanger	○	○	✓
12 Dieppe	○	○	×	29 Methil	●	●	✓	46 Swansea	○	○	×
13 Dundee	○	○	×	30 Milford H	○	○	×	47 Tallin	○	○	✓
14 Dunkirk	●	○	✓	31 Montrose	○	○	×	48 Tyneside	○	○	×
15 Eemshaven	●	○	✓	32 Mostyn	●	○	✓	49 Vlissingen	○	○	✓
16 Emden	●	●	✓	33 Newhaven	○	○	×	50 Wismar	○	○	×
17 Esbjerg	●	●	✓	34 Nyborg	●	○	✓				

**Notes:**

- "MP": suitable as Mobilisation Port
- "M": Manufacturing infrastructure serving the offshore wind sector
- "OWE": Offshore Wind Experience

**Legend:**

- Currently or likely in future
- Possible in future
- Unlikely

## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *Ecosse*

### Infrastructures existantes

- Des installations portuaires et de fabrication issues des activités historiques dans le transport maritime et le pétrolier - gazier offshore
- Le yard de Methil a attiré la majeure partie de l'activité EMR en Ecosse pour la fabrication de jackets.

### Développements notables

- Scottish Enterprise (SE) et Highlands et Islands Enterprise (HIE) ont établi un plan national d'infrastructures renouvelables (N-RIP) pour faciliter le développement d'une industrie renouvelable offshore compétitive.
- 11 sites ont été affectés au développement d'une industrie de l'éolien offshore, dont les sites de Leith, Methil, Aberdeen, Nigg, Hunterston, Peterhead et Ardersier. Un investissement total de €250m est nécessaire au développement des sites en vue de la production de 750 unités éoliennes offshore par an.
- Un fond national d'infrastructures renouvelables (N-RIF) de €80 million a été mis en place pour aider le développement des ports et des sites de productions à proximité.
- BiFab a reçu une aide de €7m (subventions et prêts) en avril 2010 pour agrandir ses installations de fabrication de Methill.
- HIE a investi €17m au total pour le yard de Arnish depuis 2001, pour soutenir l'industrie locale à destination des EMR autour de la côte ouest de l'Ecosse (principalement BiFab).
- Ofgem a affecté €8bn pour la mise à niveau du réseau de transport en Ecosse entre 2013 et 2021.

### Evaluation globale

- Infrastructures existantes correctes en attente de mises à niveau majeures.
- Investissement programmé et soutenu par des fonds publics.

Infrastructure / Foncier



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *Brême & BS*

### Infrastructures existantes

- Avec Emden, Bremerhaven et Cuxhaven, Brême Basse Saxe dispose de 3 ports de premier ordre.
- Emden accueille le site de fabrication d'éolienne de BARD. Le fabricant de mâts SIAG y est aussi basé.
- Bremerhaven est le site principal de fabrication des éoliennes offshore de Repower and Areva. Repower y fabrique également ses pâles et Areva ses mâts. Weser Wind, fabricant de fondations, y est aussi basé.
- Cuxhaven accueille le fabricant de mâts Ambau. Cuxhaven Steel Construction, filiale de BARD, est basé à Cuxhaven. Le groupe de BTP Züblin y construit un site de fabrication de fondations gravitaires.
- Les aéroports régionaux de Emden, Bremerhaven et Wilhelmshaven accueillent le trafic hélicoptère à destination des sites de construction.
- Depuis 2006, la Basse Saxe, avec des aides européennes, a investi plus de €80m dans le port de Cuxhaven.

### Développements notables

- La Basse Saxe a prévu d'investir €58m en 2012-13 pour le développement de l'industrie offshore dans la région.
- A Emden, 134ha, potentiellement 500ha, à Rysumer Nacken vont être libérés pour construire un nouveau port.
- A Cuxhaven, un second terminal (ca. 250ha) est en cours de construction.
- A Bremerhaven, un terminal offshore OTB de 25ha avec 500m de quais en eau libre est prévu.
- Des problèmes de raccordement pourraient cependant sérieusement ralentir le développement de l'industrie.

### Evaluation globale

- Infrastructures existantes très bonnes. De forts investissements pour accueillir de nouvelles unités de production et d'installation vu la forte croissance prévue.

### Infrastructure / Foncier



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *Danemark*

### Infrastructures existantes

- Les ports d'Esbjerg, Aalborg et Nyborg au Danemark ont une longue tradition dans l'industrie éolienne offshore.
- Esbjerg est la capitale de l'industrie offshore danoise . Base opérationnelle pour les principaux groupes pétroliers et de services, c'est aujourd'hui le principal point d'expédition des turbines Siemens et Vestas à destination des parcs éoliens offshore de la Mer du Nord et historiquement la plateforme portuaire de plusieurs parcs éoliens offshore au Danemark.

### Développements notables

- En 2011, le Port d'Odense et le parc industriel de Lindø ont uni leurs forces sous l'appellation LINDØ, s'éloignant de l'activité de construction navale et offrant ainsi une large combinaison de possibilités d'installations pour les futurs projets éoliens offshore. Le groupe Smulders, premier producteur européen de fondations et de tours pour les projets éoliens offshore, a signé un bail avec le parc industriel Lindø.
- Esbjerg a décidé d'étendre les installations portuaires existantes avec la construction d'un nouveau site nommé "East Port". "East Port" proposera 65ha supplémentaires et 1 km de quais afin de satisfaire une demande croissante. La construction du "East Port" nécessitera un investissement de €70m.

### Evaluation globale

- Infrastructures existantes de premier ordre mais limitées en capacité – investissement assuré pour une extension majeure.
- Foncier supplémentaire limité à Esbjerg.

Infrastructure / Foncier



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *HN*

### Infrastructures existantes

- Le Havre est deuxième plus grand port français de commerce.
- Les activités principales sont le trafic conteneurisé, les produits pétroliers et chimiques, l'énergie thermique, ...
- Le Havre dispose de nombreux quais, docks et sites situés le long de la Seine et sur bassins.
- Il dispose d'une réserve foncière importante autour du port pour de futures extensions – mais certaines sont situées dans les bassins du port et reliées à la mer par des écluses..
- L'infrastructure portuaire de Fécamp est adaptée aux opérations d'exploitation & maintenance de ce côté de la Manche.

### Développements notables

- Prévu
  - Areva: Implantation des ses unités de production de nacelles et de pales, si Areva est sélectionné pour l'appel d'offre français.
  - Le site de Joannes , 60 ha à l'entrée du port est disponible pour une implantation industrielle, du stockage ainsi que de la logistique de construction de parcs éoliens.
  - Le site de Bougainville, 60 ha relié par de larges écluses est disponible pour du implantation industrielle.

### Evaluation globale

- Infrastructures existantes adaptées à la logistique et à la fabrication à grande échelle sur les sites de Joannes et Bougainville .
- Réserve foncière importante mais reliée à la mer par des écluses.

Infrastructure / Foncier



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *Pays de Loire*

### Infrastructures existantes

- Le “Port Atlantique Nantes Saint Nazaire” est un port de commerce et d’industrie important.
- Activités principales: Construction navale, aérospatial, raffinage de pétrole, conteneurs et fret, etc...
- Le “Port Atlantique” dispose de nombreux quais, docks et sites le long de la Loire de Saint Nazaire à Nantes.
- Réserve foncière importante mais conditions des sols défavorables et risques environnementaux.

### Développements notables

- Prévus :
  - Amélioration des infrastructures portuaires et ferroviaires (investissement de € 30m sur plusieurs années).
  - Redéveloppement d’un terminal logistique de stockage à Montoir-de-Bretagne.
  - Alstom: Implantation des ses unités de production de nacelles à Montoir-de-Bretagne , si Alstom est retenu pour l’appel d’offre français.
- Possible:
  - Réaménagement de la zone Joubert pour la fabrication de fondations pour les projets éoliens offshore.
  - Création d’une nouvelle zone logistique à Grand Tourteau pour l’installation des projets éoliens offshore, entre autre.
  - Zone spécifique de 100ha au Carnet dédié à de nouvelles activités liées aux EMR.

### Evaluation globale

- Infrastructures existantes adaptées à la fabrication à grande échelle à Montoir.
- Infrastructure limitée pour la logistique d’installation des parcs éoliens.
- Importante réserve foncière.

**Infrastructure / Foncier**



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *Bretagne*

### Infrastructures existantes

- Brest est le plus grand port de la région , doté d'un terminal de fret multi-usages , vrac et réparation navale.
  - 38ha de polders disponibles bien que la capacité portante du sol soit limitée.
  - Qualités nautiques très bonne dans la baie. Quais en eau profonde. Accès 24/7 sans écluses.
- D'autres port à Lorient – aménagé pour des grands navires – et à Saint Brieuç, Saint Malo.

### Développements notables (à Brest)

- Prévu :  
€134m d'investissements pour :
  - Mesures générales d'amélioration du port.
  - Développement du polder . 17 ha stabilisés ; un quai de déchargement-chargeement de 300 m ; des accès maritimes sécurisés et renforcés pour les quais et un accès maritime pour le polder pour 2012.
  - Quai lourd de 250 m, perpendiculaire au polder à l'horizon 2017.

### Evaluation globale

- Très bonnes infrastructures mais espace limité pour des activités industrielles ou de logistique de construction – investissements assurés pour les améliorations.
- Réserve de terrains limitée au-delà des polders.

Infrastructure / Foncier



## 2. Infrastructures portuaires et disponibilités foncières: *BN*

### Infrastructures existantes

- Cherbourg et Caen-Ouistreham sont les principaux ports de la région avec une rotation quotidienne de ferry ainsi qu'une activité de fret à Caen et de construction navale / colis lourds à Cherbourg.
  - Cherbourg: accès 24/7 en eau profonde sans écluses et digues étendues tout au long de la baie. 40ha de zones pour du stockage et des activités industrielles. 360m de quais attenants.
  - Caen: avant-port pour l'activité ferry et quelques amarrages 24/7. La majeure partie des activités est située dans l'arrière-port, relié à la Manche par des écluses.
- Cherbourg historiquement dédié aux colis lourds, notamment les éoliennes et la fabrication de structures pour les industries pétrolières et gaz dans les années 70-80.

### Développements notables

Prévu à Cherbourg:

- Extension du quai des Flamands de 360m à ~550m pour des colis lourds.
- Extension de 20ha pour du stockage ou des activités logistiques et 18ha pour un usage industriel.
- Alstom: Implantation des ses capacités de production de pâles et de mâts, si Alstom est retenu.
- Possible à Cherbourg:
  - Autres extensions sur nouveaux terre-pleins dans la baie.

### Evaluation globale

- Infrastructures de premier ordre au niveau nautique et industriel à Cherbourg mais foncier limité pour de nouvelles activités industrielles ou logistiques.
- Réserve de terrains limitée au-delà des extensions prévues.

Infrastructure / Foncier



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs;



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Ecosse*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

- Le European Marine Energy Centre (EMEC) est basé à Orkney. Un investissement initial de €20m a été réalisé par diverses sources régionales et gouvernementales; DECC a rajouté €10m pour l'extension du site d'essai.
- AREG a été fondé en 2001 pour développer les EMR, transférer des compétences du secteur pétrolier, et établir Aberdeen comme un centre majeur des EMR. Le gouvernement écossais a contribué à hauteur de €25m.
- En 2009, Scottish and Southern Energy (SSE) a fondé le Centre for Engineering Excellence for Renewable Energy (CEERE) à Glasgow. Des accords de coopération ont été signés avec Siemens, Mitsubishi et d'autres entreprises autour de programme de R&D sur les technologies à faibles émissions, dont l'éolien offshore.
- En 2010, ScottishPower a établi un département spécialisé éolien offshore à Glasgow.
- En 2011, Gamesa a établi son centre spécialisé éolien offshore à Glasgow avec un investissement de €14m.

#### Développements notables

- En 2010, SE a lancé un fond de €16m (WATERS Wave And Tidal Energy: Research, Development and Demonstration Support).
- En 2012, le Offshore Renewable Energy Catapult Centre a été créé par le fond stratégique pour la technologie avec le Carbon Trust, NAREC et Ocean Energy Innovation à Glasgow. Il bénéficiera au total de €60m sur 5 ans.
- En 2012, SSE a reçu l'aval des autorités pour établir un site d'essai éolien à Hunterston.
- Mitsubishi (2010), Samsung (2012) ont aussi annoncé la constitution de centres R&D en Ecosse.

#### Evaluation globale

- Infrastructure d'essai et programmes R&D étendus d'origines publique et privé.
- SE et HIE utilisent les fonds publiques comme levier à l'investissement privé.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Brême Basse Saxe*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

- IWES (Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology) emploie 120 chercheurs à Bremerhaven.
- Les moyens d'essais à IWES incluent notamment un banc d'essais statiques pour pâles jusqu' à 90m.
- ForWind est le centre R&D pour l'énergie éolienne des universités d'Oldenburg, Hanovre et Brême.
- ForWind et IWES travaillent en commun au sein de "National Wind Energy Research Association" depuis 2011.
- German Wind Energy Institute (DEWI) a été fondé en 1990 par la Basse Saxe pour faciliter le développement de l'énergie éolienne. Le département offshore de DEWI est basé à Cuxhaven.
- FK- Wind, institut pour l'énergie éolienne de l'université des sciences appliquées de Bremerhaven réalise des recherches pour les industries onshore et offshore.
- Research at Alpha Ventus (RAVE) est un programme R&D du BMU qui a bénéficié de €50m.
- Un site d'essai éolien existe à Bremerhaven depuis 2003. Il a accueilli cinq éoliennes Repower and Areva.
- FINO 1 est une plateforme R&D établie en 2003 sur le futur site démonstrateur d'Alpha Ventus.
- En 2009-2010, le projet démonstrateur "Alpha Ventus" a été construit 45km au large de l'île de Borkum.

#### Développements notables

- Un site démonstrateur pour fondations gravitaires de 10 machines, du nom d'"Albatros", sera créé en 2012/2013.
- En 2013, IWES inaugurera son DyNaLab (Banc d'essai dynamique pour train éolien - €29m investis).

#### Evaluation globale

- Infrastructure d'essai et programmes R&D étendus à dominante publique.
- Très forte dominante éolienne.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Danemark*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

- Risø DTU (aujourd'hui DTU Wind Energy) est un des plus grands centres R&D pour l'énergie éolienne dans le monde. Il emploie plus de 230 chercheurs / doctorants. DTU Wind Energy est financé par des fonds publiques.
- Il existe plusieurs programmes de financements publiques destinés au secteur de l'énergie, notamment:
  - Energy Technology Development and Demonstration Program (EUDP): Subventions apportées à 10 projets R&D éolien en 2011 pour un total de €10m.
  - Danish National Advanced Technology Foundation (HTF): Soutien à 10 projets R&D éoliens pour un total de €16m sur 4 ans.
- Un site d'essai éolien existe à Høvsøre depuis 2002. Il a accueilli cinq éoliennes.
- Frederikshavn est le site démonstrateur éolien offshore de DONG Energy.
- Lindoe Offshore Renewables Center (LORC) est un site d'essais pour les EMR avec DONG, Siemens, Vattenfall et Vestas comme partenaires.
- Danish Wave Energy Center a été constitué en 2009 à Hanstholm. Deux engins sont à l'essai.

#### Développements notables

- Site d'essai éolien d'Østerild. 7 éoliennes (jusqu'à 20 MW unitaire) y seront installées. Le chantier débutera en 2012.
- LORC offrira un banc d'essai dynamique pour train éolien. €11.6m de fonds publics ont été apportés au projet.

#### Evaluation globale

- Infrastructure d'essai et programmes R&D étendus d'origines publique et privé.
- Très forte dominante éolienne.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Haute Normandie*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

##### Spécifique à la filière EMR

- Plateforme Technologique de Fécamp (Lycée Maupassant).

##### Multifilière

- LOMC - Laboratoire d'Ondes en Milieux Complexes (Civil, mécanique, matériaux).
- GREAH - Groupe de Recherche en Électrotechnique et Automatique du Havre.

#### Développements notables

- Site d'essai éolien WIN 1.0 pour 2 machines au Havre. Démonstrateur éolien offshore et station en mer WIN 2.0.
- Centre R&D CEVEO au Havre pour regrouper les efforts de R&D universitaires et publiques.

#### Evaluation globale

- Quelques initiatives spécifiques à la filière EMR lancées mais encore en démarrage.
- Financement WIN1.0-2.0 encore incertain.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Pays de la Loire*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

##### Spécifique à la filière EMR

- "Fondéole", "Poséole", "Wattéole" programme R&D STX financé par la Région.
- Ecole Centrale De Nantes: Un acteur historique de la R&D à destination des EMR en France.
  - Bassin d'essais des carènes de 148m de long
  - Bassin de houle de 50m de longueur, 30m de large et 5m
  - Sem-rev, site d'expérimentation à 10 MN à l'Ouest de la pointe du Croisic (€5m Région, en construction).
- Site d'essai Alstom pour le prototype d'éolienne Haliade (provisoire).

##### Multifilière

- IRT Jules Verne sur l'optimisation des processus industriels.
- Technocampus EMC2 sur les tructures composites innovantes, complexes et/ou de grande dimension.

#### Développements notables

- Antenne FEM à Nantes.

#### Evaluation globale

- Quelques initiatives spécifiques à la filière EMR, principalement aux filières éolienne et houlomoteur.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Bretagne*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

##### Spécifique à la filière EMR

- Pole Mer Bretagne (PMB):
  - Labelisation des projets éolien flottant (Winflo, Diwet), hydroliens (Sabella, Orca, Megaforce et Blustream), houlomoteur (Espadon).
  - Obtention de soutiens financiers Ademe pour les demonstrateurs Sabella, Winflo et Orca.
- France Energies Marines constituée avec 50 chercheurs à Brest. Ifremer et PMB pilotes de la création de FEM.
- Collaboration avec la Cornouaille dans le cadre du projet MERiFIC.
- Participation de Bretagne Développement Innovation au Atlantic Power Cluster (projet Interreg IVA).
- Site d'essai de Paimpol-Bréhat pour l'hydrolien dans le cadre de France Energies Marines.

##### Multifilière

- Grand centre Ifremer avec 690 employés en Bretagne dont 610 à Brest.

#### Développements notables

- Futur site d'essai de Groix pour l'éolien flottant dans cadre de France Energies Marines.

#### Evaluation globale

- Quelques initiatives spécifiques, notamment pour l'éolien flottant et l'hydrolien.
- Siège de France Energies Marines à Brest.



### 3. R&D, sites d'essai et démonstrateurs: *Basse Normandie*

#### Programmes R&D, Sites d'essai et Démonstrateurs existants

##### Multifilière

- Centre Ifremer à Port en Bessin avec 30 employés au laboratoire Ressources Halieutiques et laboratoire Environnement-Ressources de Normandie (LERN).
- Laboratoire Corrodys à Cherbourg.
- Intechmer à Cherbourg.
- LUSAC, Laboratoire universitaire des sciences appliquées à Cherbourg.
- Unités de recherche des universités de Caen (Morphodynamique, Physico-chimie et Recherche en environnement côtier).
- Institut Supérieur de la Plasturgie d'Alençon.
- Centre d'essais techniques et d'évaluations DCNS à Cherbourg.

#### Développements notables

- -

#### Evaluation globale

- Pas d'initiative spécifique à la filière EMR.



## 4. Education et formation professionnelle;



## 4. Education et formation professionnelle: *Ecosse*

### Enseignement Supérieur

- L'Ecosse dispose d'universités de rang mondial à Glasgow, Edinbourg et St Andrews.
- Scottish Enterprise investit environ €27m dans l'International Technology and Renewable Energy Zone à Glasgow. Cette initiative vient en complément du €100m Technology and Innovation Centre de Strathclyde University's, ainsi que des centres R&D propres aux industriels. L'objectif recherché est d'encourager et de concentrer la R&D pour les EMR.
- ETI (Energy Technologies Institute) et EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council ) ont apporté €8m pour un centre de doctorats industriels EMR (IDCORE), au sein des universités d'Edinburgh, de Strathclyde et d'Exeter.

### Formation professionnelle

- Des formations au travail offshore sont proposées par Falck Nutec et Petrofac Training à Aberdeen.

### Evaluation globale

- Base de jeunes diplômés de premier rang issus des universités écossaises.
- Enseignements supérieurs et formations professionnelles EMR disponibles.



## 4. Education et formation professionnelle: *Brême Basse Saxe*

### Enseignement Supérieur

- Brême et la Basse Saxe disposent d'universités de rang national à Brême et Hanovre.
- Les trois universités membres de ForWind proposent des enseignements sur l'énergie éolienne de niveau maîtrise et master.
- Des enseignements sur l'énergie éolienne de niveau maîtrise et master sont également proposés par l'université des sciences appliquées de Bremerhaven.
- Un programme de formation continue "Wind Energy Technology and Management" est proposé par ForWind. L'académie ForWind-Academy propose également des séminaires spécialisés.

### Formation professionnelle

- Des formations au travail et à la sécurité en mer sont disponibles au Offshorecompetence center de Cuxhaven, et chez Falck Nutec Bremerhaven, INASEA Bremen et Offshore Wind Akademie Emden. Des formations d'hélicoptère sont proposées par HeliService International (Bremerhaven) et Helicopter Travel Munich (Emden).

### Evaluation globale

- Bonne base de jeunes diplômés issues des universités de la région.
- Enseignements supérieurs et formations professionnelles EMR disponibles.



## 4. Education et formation professionnelle: *Danemark*

### Enseignement Supérieur

- Le Danemark dispose d'universités de rang mondial à Copenhague, Aalborg, Aarhus et avec DTU.
- Les principales universités danoise proposent des cours sur l'énergie éolienne.
- Un Master et des doctorats sur l'énergie éolienne sont offerts à DTU.
- En 2013, un enseignement spécialisé sur la conception des sous-systèmes éolien offshore sera proposé.
- Des enseignements secondaires spécialisés existent également, notamment sur:
  - La sécurité et le travail offshore.
  - Le montage et la maintenance des projets éoliens.

### Formation professionnelle

- Des formations sur l'éolien et la sécurité en mer sont disponibles chez Falck Nutec Esbjerg. Les formations couvrent le travail en hauteur, premiers secours, survie en mer, les transferts par bateau et hélicoptère.

### Evaluation globale

- Base de jeunes diplômés de premier rang issus des universités danoises.
- Enseignements supérieurs et formations professionnelles pour la filière éolienne très largement disponibles.



## 4. Education et formation professionnelle: *Haute Normandie*

### Enseignement Supérieur

- Il existe deux universités de rang national en Haute Normandie à Rouen et au Havre.
- Deux écoles d'ingénieurs (génie électrique - ESIGELEC) et (génie mécanique / civil - INSA) sont basées à Rouen.
- Un des quatre centres de l'Ecole Nationale Supérieure Maritime est basé au Havre.
- Il n'existe pas pour l'instant d'enseignements spécifiques aux EMR dans la région.

### Formation professionnelle

- Il n'existe pas pour l'instant de formations professionnelles spécifiques aux EMR dans la région.

### Evaluation globale

- Bonne base de jeunes diplômés issues des universités et écoles d'ingénieurs.
- Manque des enseignements et formations professionnelles spécifiques aux EMR dans la région.



## 4. Education et formation professionnelle: *Pays de la Loire*

### Enseignement Supérieur

- La région Pays de la Loire dispose d'universités de rang national à Nantes, Angers et Le Mans.
- Deux écoles d'ingénieurs de premier ordre (Centrale Nantes, Mines Nantes) sont basées à Nantes.
- Il existe d'autres écoles d'ingénieurs spécialisées dans la région.
- Un Master Energies Nouvelles et Renouvelables est proposé à l'université de Nantes.
- Un Master TPM - Travaux Publics et Maritimes - est également proposé à l'université de Nantes.

### Formation professionnelle

- Une formation post-BTS de technicien de maintenance en parc éolien est proposé par le GRETA Le Mans.
- Une collaboration avec le Centre d'Etude et de Pratique de la Survie de Lorient permet de compléter cette formation pour la maintenance d'éoliennes offshore.

### Evaluation globale

- Bonne base de jeunes diplômés issues des universités et écoles d'ingénieurs.
- Quelques enseignements supérieurs de niveau BTS et Ingénieur sont proposés.



## 4. Education et formation professionnelle: *Bretagne*

### Enseignement Supérieur

- Il existe trois universités de rang national en Bretagne à Rennes, Brest et Lorient.
- Deux écoles d'ingénieurs sont basées à Rennes (INSA) et Brest (Ensta).
- Il existe d'autres écoles d'ingénieurs spécialisées dans la région.
- Un Master Energies Marines Renouvelables est proposé à l'Ensta de Brest.
- Un des quatre centres de l'Ecole Nationale Supérieure Maritime est basé à Lorient.

### Formation professionnelle

- Le Centre d'Etude et de Pratique de la Survie de Lorient propose des formations adaptées en travail offshore (Basic Offshore Survival Training, et Helicopter Underwater Egress Training notamment)..

### Evaluation globale

- Bonne base de jeunes diplômés issues des universités et écoles d'ingénieurs.
- Quelques enseignements supérieurs et formations professionnelles sont proposés.



## 4. Education et formation professionnelle: *Basse Normandie*

### Enseignement Supérieur

- La région Basse Normandie dispose d'une université de rang national à Caen.
- Trois écoles d'ingénieurs sont basées à Caen et Cherbourg (ESITC, ENSICAEN, ESIX).
- Un Master Ouvrages maritimes et portuaires avec une composante EMR est proposé à l'ESITC.
- Il n'existe pas pour l'instant d'enseignement purement EMR dans la région.

### Formation professionnelle

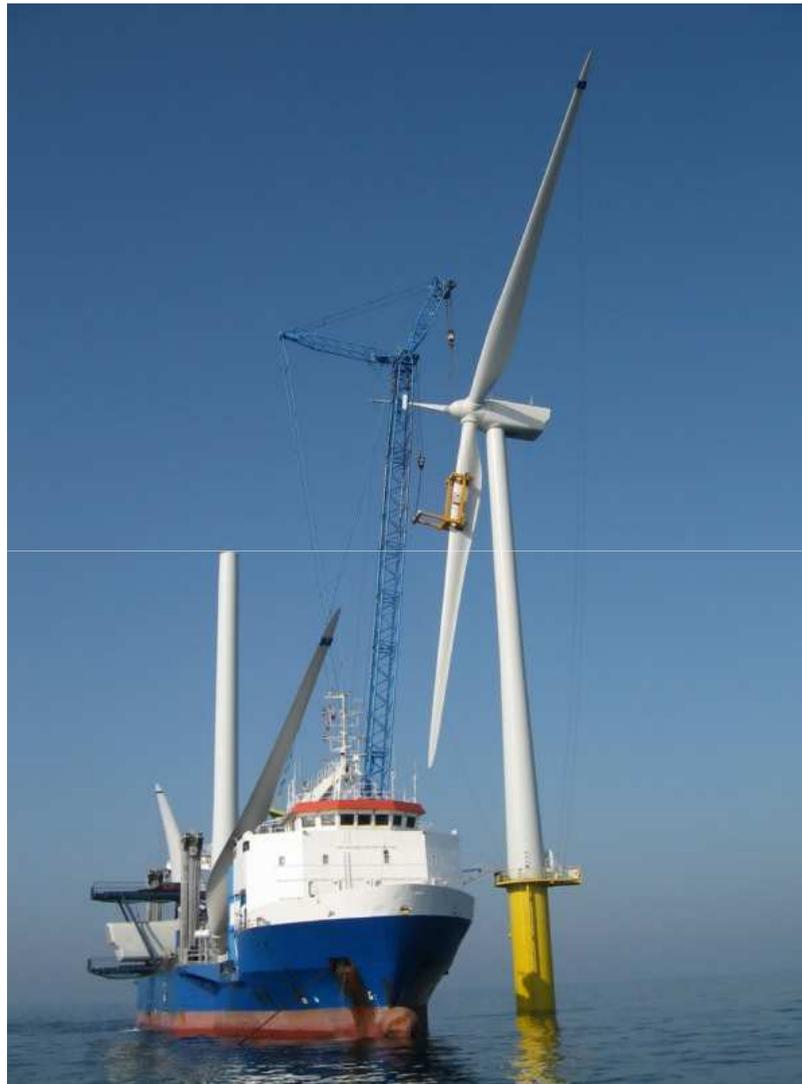
- Il n'existe pas pour l'instant de formations professionnelles spécifiques aux EMR dans la région.

### Evaluation globale

- Bonne base de jeunes diplômés issues des universités et écoles d'ingénieurs.
- Peu d'enseignements supérieurs et de formations professionnelles spécifiques aux EMR sont proposés dans la région



## 5. Expérience;



## 5. Expérience;

### Expérience directe

	Eolien Posé	Eolien Flottant	Hydrolien	Houlo-moteur
Ecosse	+	- -	+ +	+
Brême Basse Saxe	+	- -	- -	- -
Danemark	+ +	- -	- -	+
Haute Normandie	- -	- -	- -	- -
Pays de la Loire	- -	- -	- -	-
Bretagne	- -	- -	+	- -
<b>Basse Normandie</b>	- -	- -	- -	- -
- - = Aucune      - = Faible      + = Moyenne      + + = Forte				

## 5. Expérience;

### Expérience indirecte

	Maritime	Offshore petr & gaz	Energie éolienne	Total
Ecosse	+	++	++	++
Brême Basse Saxe	++	-	++	++
Danemark	++	+	++	++
Haute Normandie	++	-	-	-
Pays de la Loire	++	-	+	+
Bretagne	+	-	+	-
<b>Basse Normandie</b>	+	-	-	-
- - = Aucune      - = Faible      + = Moyenne      ++ = Forte				

## Bilan Benchmark – Eolien posé

Avantage compétitif	Gisement local	Proximité des marchés	Infrastructures et foncier	R&D, sites d'essai et démonstrateurs	Education et formation pro.	Expérience
 <p>Fort</p> <p>Faible</p>	1. Brême BS	1. Brême BS	1. Brême BS	1. Danemark	1. Brême BS	1. Danemark
	= Danemark	= Danemark	2. Pays de la Loire	= Brême BS	= Danemark	2. Brême BS
	= Ecosse	= Ecosse	3. Haute Normandie	3. Ecosse	3. Ecosse	= Ecosse
	4. Haute Normandie	4. Basse Normandie	4. Basse Normandie	4. Pays de la Loire	4. Pays de la Loire	4. Pays de la Loire
	5. Basse Normandie	= Haute Normandie	= Denmark	= Bretagne	= Bretagne	5. Basse Normandie
	= Pays de la Loire	6. Bretagne	= Scotland	6. Basse Normandie	6. Basse Normandie	= Haute Normandie
	7. Bretagne	7. Pays de la Loire	7. Bretagne	= Haute Normandie	= Haute Normandie	= Bretagne
BN - Position Nationale	<i>Co-Lead</i>	<i>Co-Lead</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Mid-Table</i>
BN - Position Europe	<i>Mid-Table</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>

# Bilan Benchmark – Hydrolien

Avantage compétitif	Gisement local	Proximité des marchés	Infrastructures et foncier	R&D, sites d'essai et démonstrateurs	Education et formation pro.	Expérience
	1. Ecosse	1. Ecosse	1. Brême BS	1. Ecosse	1. Brême BS	1. Ecosse
	2. Basse Normandie	2. Danemark	2. Pays de la Loire	2. Bretagne	= Danemark	2. Bretagne
	3. Bretagne	3. Brême BS	3. Haute Normandie	3. Brême BS	3. Ecosse	3. Brême BS
	4. Brême BS	4. Basse Normandie	4. Basse Normandie	= Danemark	4. Pays de la Loire	= Danemark
	= Danemark	= Haute Normandie	= Danemark	= Pays de la Loire	= Bretagne	5. Pays de la Loire
	= Haute Normandie	6. Bretagne	= Ecosse	6. Basse Normandie	6. Basse Normandie	= Basse Normandie
	= Pays de la Loire	7. Pays de la Loire	7. Bretagne	= Haute Normandie	= Haute Normandie	= Haute Normandie
BN - Position Nationale	<i>Lead</i>	<i>Co-Lead</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>
BN - Position Europe	<i>Co-Lead</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Mid-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>	<i>Bottom-Table</i>

Renewable energy consultants

**GL** Garrad Hassan



## Contact Details

Jerome Jacquemin

DDI: +33 (0)1 44 50 56 16

Mob: +33 (0)6 88 44 53 07

[jerome.jacquemin@gl-garradhassan.com](mailto:jerome.jacquemin@gl-garradhassan.com)



[www.gl-garradhassan.com](http://www.gl-garradhassan.com)



### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 1. Scotland

- The Aberdeen Renewable Energy Group (AREG) were set up in 2001 with the aim of developing renewables, facilitating oil & gas knowledge transfer, and establishing Aberdeen as a centre of renewable energies. Stated investment from the Scottish Government is €25m. AREG is working with Vattenfall and Technip to develop the European Offshore Wind Deployment Centre off the coast near Aberdeen.
- Scottish and Southern Energy (SSE) in 2009 established the Centre for Engineering Excellence for Renewable Energy (CEERE) in Glasgow, at an estimated cost of £20m. They have since announced co-operation agreements with a number of companies including Siemens and Mitsubishi relating to R&D on low carbon technology including offshore wind.
- In March 2010, ScottishPower Renewables established an Offshore Wind Division based in Glasgow to act as the company's global hub for offshore wind development and engineering.
- In 2010, Mitsubishi confirmed its commitment to establishing a Centre for Advanced Technology in Edinburgh to support offshore wind technology development. Stated investment £100m
- In September 2011, Gamesa opened a €14m Offshore Wind Technology Centre in Glasgow
- In 2012, SSE gained consent to develop a wind turbine test facility at Hunterston. This extension to the CEERE project will test three new technology turbines in collaboration with manufacturers.

### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 1. Scotland (continued)

- In January 2012, Samsung (SHI) chose the Fife Energy Park (Methil) for developing its offshore wind technology. Stated investment up to £100m.
- In February 2012, the Offshore Renewable Energy Catapult Center was created by Technology Strategy Board with Carbon Trust, NAREC and Ocean Energy Innovation. The new Catapult will focus on technologies applicable to offshore wind, tidal and wave power and be based in Glasgow.
- SE and HIE are using public sector funds to leverage private sector investment in the sector
  
- The European Marine Energy Centre (EMEC) is based on Orkney, with the wave test site opened in 2003, and the tidal test site in 2007. Companies who have made use of the facility include Pelamis Wave Power, Aquamarine Power Ltd, E.On, ScottishPower Renewables, Seatricity, OpenHydro, Hammerfest Strom UK Ltd, RWE Innogy, and Kawasaki Heavy Industries. Initial investment to establish the site was €20m from a range of government departments; DECC have added a further €10m to extend the site.
- Scottish Enterprise in March 2010 launched a €16m fund named WATERS (Wave And Tidal Energy: Research, Development and Demonstration Support). This is to support wave and tidal device development to full scale prototypes.

### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 2. Bremen & Lower Saxony

- Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology (IWES) employs 120 R&D staff in Bremerhaven.
- ForWind initiative: Founded in 2003 by the Ministry for Science and Culture of Lower Saxony, ForWind is the joint centre for wind energy research of the universities of Oldenburg, Hannover and Bremen. In 2009 the university of Bremen joined the initiative. It conducts fundamental research, providing independent scientific cooperation in industry-oriented projects and organizing the education and further education of future experts with a focus on offshore wind energy. ForWind is a partner of the RAVE project (next slide).
- ForWind and IWES joined forces to form the “National Wind Energy Research Association” in 2011 and started the “Wind Energy 2020” research initiative.
- German Wind Energy Institute (DEWI): DEWI was founded in 1990 in Wilhelmshaven by the State for the purpose of supporting the wind energy industry. Key areas are basic research, development of measuring methods and support for political decision-making. The offshore department is based in Cuxhaven.
- FK- Wind” institute for wind energy: The institute for wind energy at the University of Applied Sciences Bremerhaven carries out applied research in the field of on- and offshore wind energy. Research key areas are: Load monitoring, aerodynamics and structure analysis of rotor blades.

### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 2. Bremen & Lower Saxony (continued)

- Bremerhaven test field for five offshore turbines from Repower and Areva has been operating since 2003.
- FINO 1 research platform near the Borkum wind farm cluster was established in 2003. The FINO 1 platform serves as a basis for an extensive technical and biological measuring programme.
- Offshore test site “Alpha Ventus”: the test site consists of six turbines of the wind turbine manufacturer REpower with jacket foundations and six turbines of Areva Wind with tripod foundations 45km north of the island Borkum in water depth up to 30m.
- Research at Alpha Ventus (RAVE): the RAVE research initiative runs simultaneously with the construction and operation of the “Alpha Ventus” test site to attain broad based experience and knowledge for future offshore wind parks. RAVE is sponsored by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Reactor Safety (BMU) and is co-ordinated by IWES. It joins the scientific activities of industry and a multitude of research institutions. In total the BMU has allocated €50m for the research.
- Testing facilities at IWES include a blade load test center for blades up to 90m and, in 2013, a nacelle test stand DyNaLab (Dynamic Nacelle Laboratory) built at a cost of €29m.
- Offshore gravity foundation test site “Albatros”: in 2012/2013 another test site for gravity foundations should be installed approximately 100 km from shore in the German Exclusive Economic Zone (EEZ) north of Lower Saxony.

### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 3. Denmark

- Risø DTU today called DTU Wind Energy: DTU Wind Energy is one of the largest research centre for wind energy worldwide with more than 230 staff members, including 150 academic staff members and nearly 60 PhD students. DTU Wind Energy is mainly public funded . DTU Wind Energy do have a research programme focused on Offshore wind energy.

- The are Public energy research funding available in Denmark via a number of differenced programs the most noticeable with relation to wind energy are:

- The Energy Technology Development and Demonstration Program (EUDP): Established by law in 2007. Grant support for ten wind related projects in 2011 for €10m in total. The program is expected to be continuing for at least the coming 5 years.

- The Danish National Advanced Technology Foundation (HTF). Established by law in 2004. Currently supporting six wind related projects with €16m over a period of 4 years. One project related to offshore wind for cost-effective deep water foundations for large offshore wind turbines.

### 3. R&D, testing and demonstration facilities;

#### Existing or planned R&D, testing and demonstration facilities

- 3. Denmark (continued)

- Høvsøre test centre with five turbines under test currently test Vestas V 100 1.8 MW, Vestas V 90-2.0 MW, Siemens 3,6 MW, Nordex N90/2500, Siemens 2,3 MV 2300.
- Østerild test centre for testing of large turbines up to 250 meter high. Seven turbines of up to 20 MW will be installed at the site. Installation of first turbines is expected to start during 2012.
- Frederikshavn offshore project is DONG Energy's demonstration site in the waters off Frederikshavn. Established to demonstrate new technology offshore. Up to six turbines are to be installed including the Vestas V164-7.0 MW currently under development.
- Lindoe Offshore Renewables Center (LORC) tests and demonstrates technology for offshore renewable energy. LORC offers a test stand for full-sized nacelles and other tests. Founders of LORC include Dong, Siemens, Vattenfall and Vestas Offshore A/S.