



AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

# Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017



21 et 22 novembre

Artigues-près-Bordeaux



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE





AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017

21 et 22 novembre



Artigues-près-Bordeaux

# L'éolien en mer

## Etat des lieux et perspectives

Vincent Guénard  
vincent.guenard@ademe.fr

ADEME  
Service Réseaux et Energies Renouvelables





# L'éolien en mer



## L'éolien en mer

- Eolien posé
- Eolien flottant



## L'éolien en mer dans le monde et en Europe

- Développement
- Réduction des coûts



## L'éolien en mer en France

- Politique énergétique française
- Les projets attribués par appels d'offres
- Les spécificités de l'éolien en mer français
- La Recherche et Développement
- Les Fermes Pilotes éoliennes flottantes
- Les retombées socio-économiques
- Les impacts environnementaux





# Pourquoi l'éolien en mer ?

- Une ressource importante et de meilleure qualité que l'éolien terrestre
  - ➔ Plus de vent qu'à terre
  - ➔ Moins de turbulence
- Une ressource moins distribuée et proche des zones de consommation
  - ➔ projets EnR terrestre ~ 15 MW, en mer 500 MW
  - ➔ Zones littorales aux besoins énergétiques croissants
- Projets implantés sur le domaine public maritime
  - ➔ Moins d'opposition pour des raisons d'impacts paysagers et acoustiques
  - ➔ Restent des conflits d'usages avec d'autres activités
  - ➔ Impacts environnementaux à identifier, mesurer, quantifier, éviter, réduire et compenser



# L'éolien posé

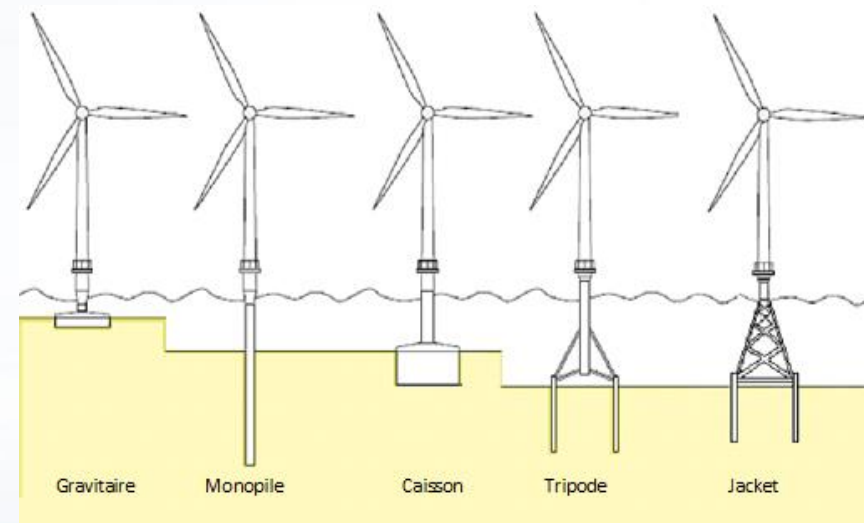


- Eoliennes fixées sur le fond marin
- Profondeurs inférieures à 50 m
- Filière la plus mature

➔ 1<sup>er</sup> projet exploité dès 1991 au Danemark, démantelé en 2017

- Eoliennes « danoises » tripale à axe horizontal
- Fondations dépendant du type de sol, de la profondeur, des conditions océaniques et présentant des impacts différents (principalement en phase des travaux maritimes)

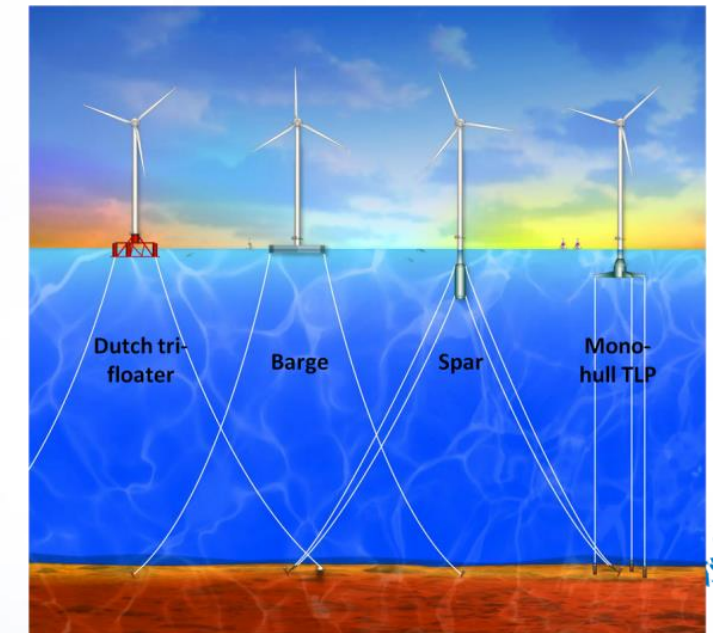
- ➔ Gravitaire
- ➔ Monopieu
- ➔ Tripode
- ➔ Jacket



# L'éolien flottant



- Eoliennes supportées par des plateformes maintenues en position par des systèmes d'amarrage issus de l'industrie parapétrolière
- Profondeurs supérieures à 50 m
- Filière peu mature au stade de la R&D, des démonstrateurs voire des fermes pilotes
  - ➔ Les 1<sup>ers</sup> démonstrateurs de petite taille (puissance de 2 MW) installés en 2009 (Norvège) puis 2012 (Portugal), Japon (2013) et en France (2017)
  - ➔ 1<sup>ère</sup> ferme pilote de 5 éoliennes de mise en service en octobre 2017 en Ecosse (30 MW)
- Eoliennes pouvant être de technologies différentes
  - ➔ Tripale à axe horizontal
  - ➔ Bipale à axe horizontal
  - ➔ Bipale à axe vertical
- Fondations flottantes peu dépendantes du type de sol mais plus sensibles à la profondeur et des conditions océaniques
  - ➔ Semi-submersible
  - ➔ Barge
  - ➔ Bouée crayon (SPAR)
  - ➔ Plateforme à lignes tendues (TLP)

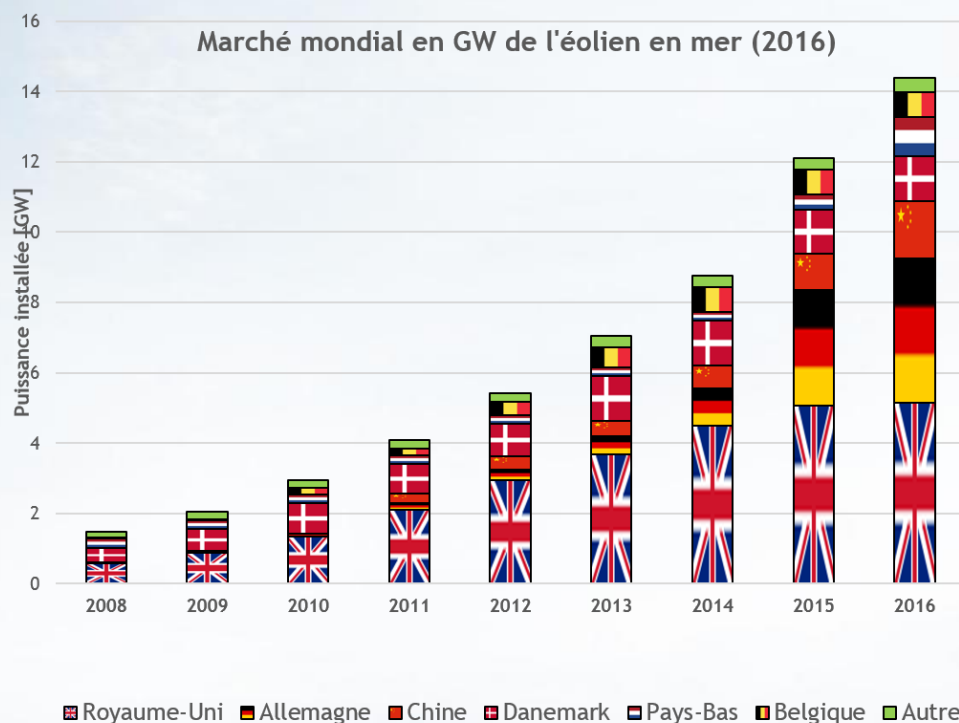




# L'éolien en mer dans le monde



- Démarrage dès 1991 au Danemark puis dès 2005 au Royaume-Uni et Allemagne
- Fort développement en Chine à partir de 2012
- Fort développement dans le monde avec un taux de croissance moyen de 30 % sur la période 2008 - 2016
- Plus de 14 GW installés dans le monde fin 2016
- Capacité mondiale prévue de doubler d'ici 2020



Pays (Source AIE)	Capacité installée en 2016 [GW]	Nouvelle capacité en en 2020 [GW]
Royaume-Uni	5,2	5,3
Allemagne	4,0	3,9
Chine	1,6	6,0
Danemark	1,3	1,2
Pays-Bas	1,2	1,0
Belgique	0,7	1,5
<b>TOTAL MONDE</b>	<b>14,4</b>	<b>36,2</b>

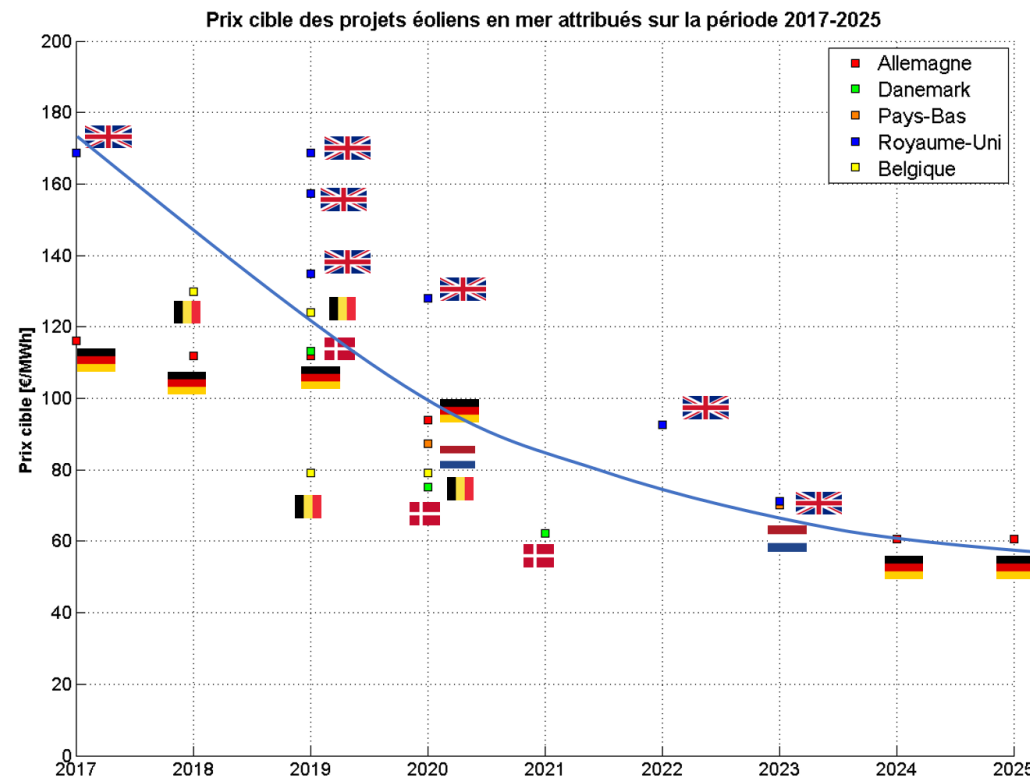




# L'éolien en mer en Europe

- Des coûts de production en forte baisse
- Les récents appels d'offres en mer du Nord permettent d'envisager de fortes baisses des coûts de production d'ici 2025 (60 % en moins de 10 ans)

2017  
170 €/MWh



2025  
60 €/MWh



# L'éolien en mer en France



## L'éolien en mer dans la politique énergétique française

Des objectifs de politique énergétique:
Garantir l'indépendance énergétique nationale et la sécurité d'approvisionnement
Préserver l'environnement et renforcer la lutte contre l'effet de serre
Garantir un prix compétitif de l'énergie
Garantir cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie
Contribuer à la création d'emplois dans les filières de la transition énergétique
Améliorer la balance commerciale et la compétitivité de la France
Redynamiser le savoir-faire industriel

... qui s'articulent avec :
Directives européennes
Libéralisation du marché de l'électricité
Compétences régionales et nationales



# L'éolien en mer en France



## L'éolien en mer et les objectifs environnementaux

- La France s'est donnée pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et de diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte, LTECV)
- Les énergies renouvelables devront atteindre 23 % de la consommation finale d'énergie brute française en 2020 (Loi Grenelle) et 32 % en 2030 (LTECV) soit 32 % de la production totale d'électricité en 2023 et 40 % en 2030
- La Programmation Pluri-annuelle de l'Energie (PPE) fixe l'objectif de 3 GW d'éolien en mer en 2023
- La PPE pour fixer l'objectif à 2028 est en cours. Cette PPE fixera les objectifs de développements de l'éolien en mer posé et flottant sachant que la LTECV fixe un objectif de 10 GW d'éolien en mer à l'horizon 2030



# L'éolien en mer en France



## Les projets attribués par appels d'offres



Les projets sélectionnés au cours de 3 procédures d'appels d'offre sont :

- 2005 : La Côte d'Albâtre à Veulettes/mer (Enertrag, Areva, 120 MW) : projet abandonné
- 2012 : Les éoliennes du Calvados à Courseulles/mer (EDF-EN, Enbridge, WPD, 450 MW): projet autorisé, délai de recours non purgé
- 2012 : Les éoliennes des Hautes Falaises à Fécamp (EDF-EN, Enbridge, WPD, 450 MW): projet autorisé, délai de recours non purgé
- 2012 : Le parc du Banc de Guérande à Saint-Nazaire (EDF-EN, Enbridge, Nass & Wind, 480 MW): projet autorisé, délai de recours non purgé
- 2012 : Le parc de la Baie de Saint-Brieuc (Iberdrola, RES, Caisse des Dépôts, 496 MW): projet autorisé, délai de recours non purgé
- 2014 : Le projet de Dieppe-Le Tréport (ENGIE, EDPR, Caisse des Dépôts, 496 MW): instruction des dossiers d'autorisation en cours
- 2014 : Le projet des Iles d'Yeu et de Noirmoutier (ENGIE, EDPR, Caisse des Dépôts, 496 MW): instruction des dossiers d'autorisation en cours



Une procédure d'appel d'offre est en cours pour un projet au large de Dunkerque



# L'éolien en mer en France



## Les spécificités de l'éolien en mer français

- Une ressource importante estimée par l'ADEME à 44 GW en posé et 77 GW en flottant
- Mais aucune installation réalisée alors que d'autres pays sont beaucoup plus avancés
- Délais d'obtention des autorisations très importants du fait de nombreux recours sur les projets
- Industrie de l'éolien en mer a du mal à se développer en France :
  - Difficultés de l'usine d'assemblage de General Electric / Alstom à Saint-Nazaire
  - Plan industriel de Siemens Gamesa (ex Adwen, Areva) au Havre incertain
  - Retards dans la mise en place de l'usine de fabrication de pales de LM (leader mondial) au Havre
- Fortes oppositions sur les projets aboutissant à des situations de blocage pour le développement de tout nouveau projet
- Fonds marins complexes (roches, calcaire) et conditions de vent moins favorables qu'en mer du Nord
- Zones pour l'éolien en mer posé limitées du fait de conflit d'usage
- Coûts de production plus élevés que chez nos voisins européens



# L'éolien en mer en France



## Les spécificités de l'éolien en mer français

- Les coûts élevés ne favorisent pas l'acceptabilité des projets, le potentiel de projets réalisables est estimé à 12 GW en posé et 20 GW en flottant (Estimations ADEME)
- Cependant, les coûts de production en France devraient rapidement diminuer avec la réalisation des projets et l'amélioration des équipements et des services (innovations attendues)

2015  
~200 €/MWh



2030  
~100 €/MWh





# L'éolien en mer en France

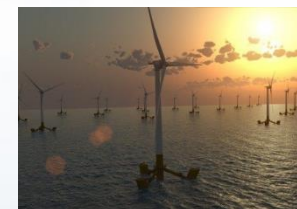
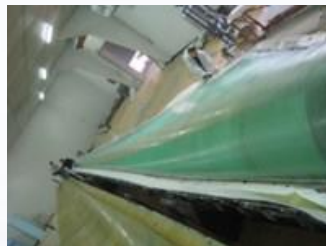
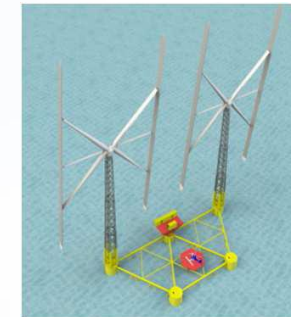
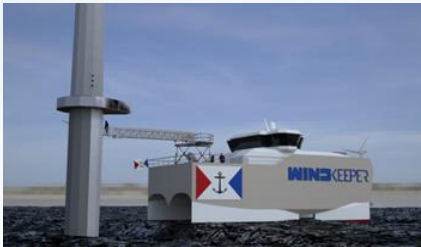


## La Recherche et Développement



Depuis 2010, le Programme des Investissements d'Avenir a permis de financer des projets en lien direct ou indirect avec l'éolien en mer

- ➔ Turbines : Jeolis (Jeumont, génératrices), Wind Process (NTN-SNR, roulements), Effiwind (Canoe, pales composites)
- ➔ Logistiques : WindKeeper (CNIM, navires de maintenance), Navalis (Chambon, navire de transfert de personnel)
- ➔ Eolien flottant : Winflo - Sea Reed (Naval Energies, ex-DCNS), VertiWind - TwinFloat (Nenuphar), FloatGen - OceaGen (Ideol), Eolfloat (Dietswell)





# L'éolien en mer en France



## Les fermes pilotes éoliennes flottantes

- En 2016, le Programme des Investissements d'Avenir a financé 4 projets de fermes pilotes éoliennes flottantes
- L'intérêt de ces opérations est de collecter les retours d'expériences nécessaires au développement de projets à plus large échelle

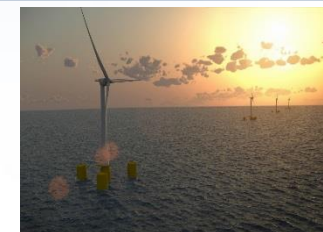
- ➔ Données technico-économiques
- ➔ Impacts environnementaux
- ➔ Conflits d'usage

Groix & Belle-Ile

24 MW

4 éoliennes

EOLFI, CGN-EE, NAVAL, VINCI, GE



Leucate : Les Eoliennes du Golfe du Lion

24 MW

4 éoliennes

ENGIE, EIFFAGE, CDC, GE



Port Saint Louis : Provence Grand Large

24 MW

3 éoliennes

EDF-EN, SBM,

IFP-EN, SGRE

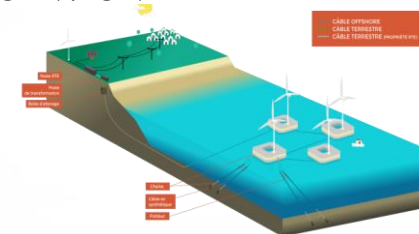


Gruissan : EOLMED

24 MW

4 éoliennes

QUADRAN, IDEOL, BOUYGUES, SENVION



# L'éolien en mer en France



## Les retombées socio-économiques

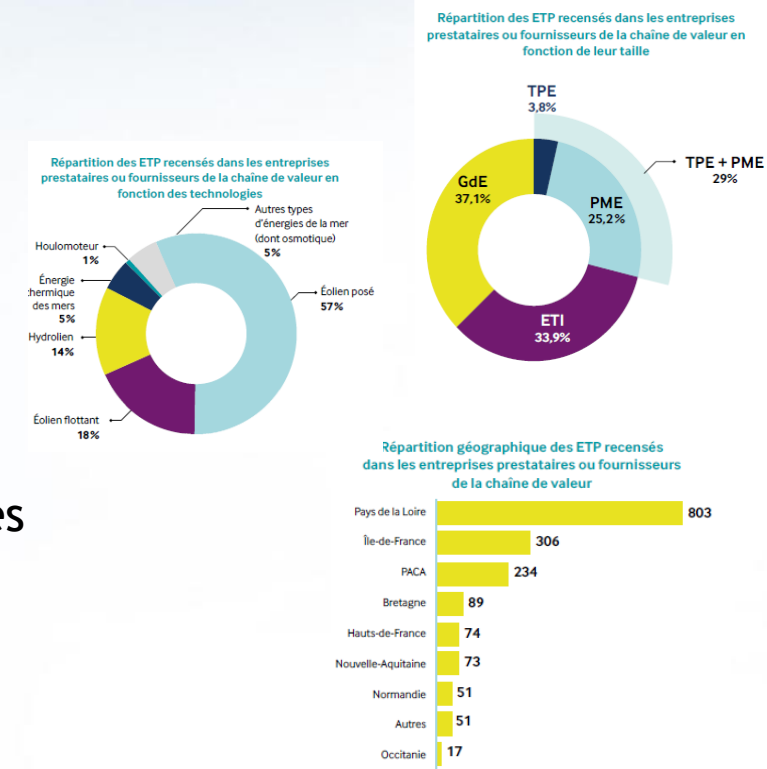
L'éolien en mer présente d'importants potentiels de retombées socio-économiques du fait du savoir-faire et des compétences des entreprises françaises (génie civil, parapétrolier, naval, militaire, aéronautique, génie électrique, ...)

1600 ETP recensés à fin 2016 sur les Energies marines

- ➔  $\frac{3}{4}$  concerne directement l'éolien en mer (posé et flottant)
- ➔ Porté par des TPE-PME à 30 %
- ➔ Pour la moitié basé en Pays de la Loire

8000 emplois directs estimés pour les 6 parcs français par appels d'offres

- ➔ Usine d'assemblage à Saint-Nazaire (General Electric)
- ➔ Usine de pales au Havre (LM Wind Power)
- ➔ Usine d'assemblage au Havre (Siemens Gamesa)
- ➔ Emplois locaux liés à la construction et maintenance



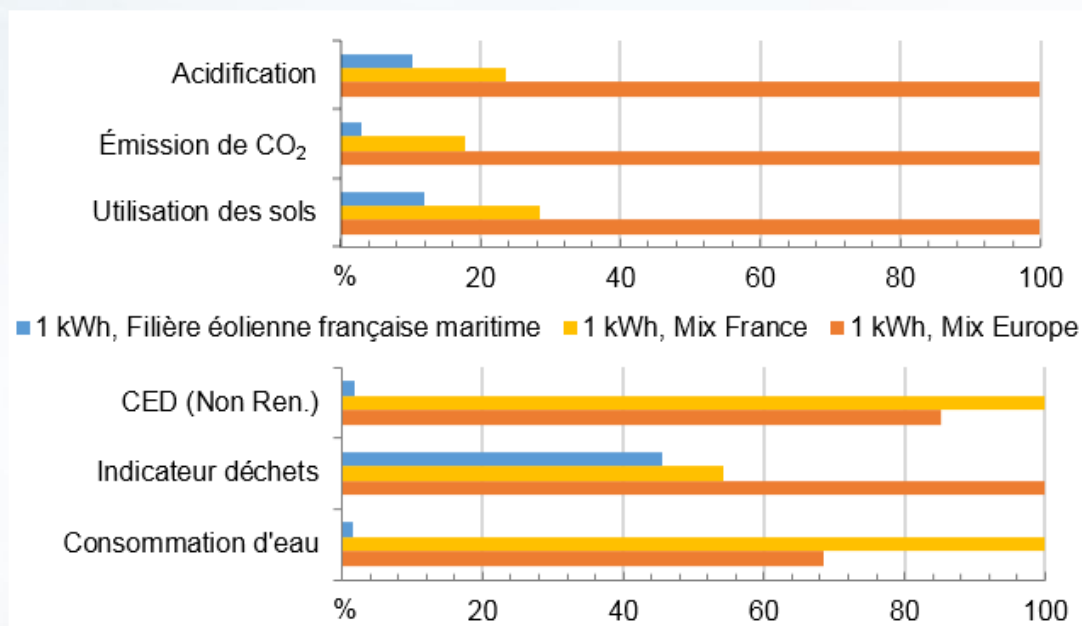
Sources : Observatoire des Energies de la Mer, 2017

# L'éolien en mer en France



## Les impacts environnementaux

- Une analyse du cycle de vie préliminaire a été conduite pour estimer l'impact environnemental des parcs éoliens en mer français attribués par les appels d'offres de 2012 et 2014
- Les résultats de l'éolien en mer sont comparés aux valeurs des mix électriques français et européens sur plusieurs indicateurs (changement climatique, écologiques, utilisation des sols, ...)
- L'étude montre que l'éolien en mer contribue à construire un système électrique plus durable



# Bibliographie



- Etude de la filière éolienne : Bilan, Prospective et Stratégie. ADEME 2017  
<http://www.ademe.fr/etude-filiere-eolienne-francaise-bilan-prospective-strategie>
- Caractérisation des innovations technologiques du secteur de l'éolien et maturités des filières. ADEME 2017  
<http://www.ademe.fr/caracterisation-innovations-technologiques-secteur-leolien-maturites-filieres>
- Impacts environnementaux de l'éolien français. ADEME 2016  
<http://www.ademe.fr/impacts-environnementaux-leolien-francais>
- Opportunité de l'économie circulaire dans le secteur de l'éolien. ADEME 2015  
<http://www.ademe.fr/opportunit-economie-circulaire-secteur-leolien>
- Coûts des énergies renouvelables en France - Edition 2016  
<http://www.ademe.fr/couts-energies-renouvelables-france>
- Les Energies de la mer : une réalité industrielle, une dynamique collective, 2017, Observatoire des Energies de la Mer  
<http://www.merenergies.fr/>
- REWIND offshore report. Comparative Analysis of International Offshore Wind Energy Development. Agence Internationale de l'Energie, 2017





AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017



21 et 22 novembre

Artigues-près-Bordeaux

Merci de votre attention

--

Toute l'ADEME sur

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



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

