



Observatoire de l'éolien 2018

Analyse du marché, des emplois et du futur de
l'éolien en France

Octobre 2018

9^e Colloque National Eolien



Parc Floral de Paris

17 et 18 octobre 2018

Transition énergétique : l'éolien au cœur des territoires



Chaque année, France Energie Eolienne organise le Colloque National Eolien qui regroupe les professionnels de l'éolien. La 9^{ème} édition a lieu les 17 et 18 octobre 2018, centrée sur l'innovation, avec comme thème **"Transition énergétique : l'éolien au cœur des territoires"**.





Avant Propos

La France s'est fixé des objectifs ambitieux en termes d'énergie renouvelable : d'ici à 2030, le mix énergétique national devra comporter 32 % d'énergie renouvelable dont 40 % d'électricité d'origine renouvelable. L'éolien, qu'il soit marin ou terrestre, a un rôle déterminant à jouer dans cette transition.

Le parc national terrestre en éolien représentait 13,5 GW raccordés fin 2017, pour un objectif fixé par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) de 15 GW et entre 21,8 et 26 GW à la fin 2023. Alors que s'approche la première échéance de la PPE, la révision de cet outil de pilotage de la politique énergétique nationale viendra confirmer les objectifs ambitieux pour la filière. Bien que nous soyons dans le cadre de la trajectoire que nous avons fixée, le Gouvernement poursuivra ses efforts pour aider au développement de cette filière. Je suis convaincu qu'il y a beaucoup à faire pour se donner les moyens de nos objectifs.

La première année du quinquennat a témoigné d'une forte volonté du Gouvernement d'avancer sur le plan des énergies renouvelables.

Le groupe de travail sur l'éolien terrestre, piloté par Sébastien Lecornu, a ouvert la voie du grand chantier de libération des énergies renouvelables. Ce groupe a adopté en janvier des mesures permettant d'améliorer l'acceptabilité des projets sur le territoire (réduction des flashes nocturnes, financement participatif, intéressement fiscal des communes), de simplifier les procédures administratives de renouvellement des parcs et la mobilisation de nouveaux espaces jusque-là fermés à l'implantation d'éolienne. Surtout, la suppression d'un niveau de juridiction pour le traitement des contentieux va permettre de diviser par deux la durée de montage d'un projet éolien terrestre.



Avant Propos

Je tiens à saluer le succès de ce groupe de travail, la motivation et l'implication de l'ensemble des parties prenantes : professionnels, élus, parlementaires, associations environnementales et l'ensemble des administrations présentes. Je veillerai personnellement à l'aboutissement des mesures issues de cette réflexion commune.

En parallèle, le Gouvernement a engagé des actions fortes pour accélérer sur les énergies marines, notamment l'éolien en mer posé et flottant, qui représentent un enjeu majeur pour la transition énergétique. Cette énergie ne pourra cependant être développée massivement que si des prix compétitifs sont obtenus, ce qui nécessite de réduire le coût des projets engagés, de moderniser le cadre réglementaire et de donner une visibilité pluriannuelle.

Dans cette perspective, le Gouvernement a engagé en mars 2018 une négociation avec les porteurs de 6 premiers projets de parcs éolien offshore pour réduire le coût pour la collectivité de ses projets, tout en confortant la filière de l'éolien en mer. Je me réjouis tout particulièrement du dialogue responsable avec la filière que nous avons mené qui permet la poursuite des 6 premiers projets de parcs éoliens en mer en réduisant le coût du soutien public de 40 %.

Par ailleurs, en intégrant notre retour d'expérience et en se fondant sur les meilleures pratiques internationales, le Gouvernement a modernisé et simplifié le cadre réglementaire pour les prochains appels d'offres sur l'éolien en mer. Le nouveau cadre donne notamment la possibilité au lauréat de l'appel d'offres de demander un « permis enveloppe » permettant d'intégrer des évolutions et d'adapter le projet, dans des limites définies, après avoir obtenu les autorisations.



Avant Propos

L'implication plus importante de l'Etat en amont des projets et leur flexibilité permet de mieux prendre en compte les attentes du public, de sécuriser leur réalisation, de bénéficier de toutes les avancées technologiques, de faciliter leur autorisation et d'accélérer leur développement.

Je tiens enfin à saluer les professionnels de la filière qui mettent en œuvre au quotidien la transition énergétique et qui prouvent que cette dernière, véritable dynamique de fond, passe aussi par la création de valeur et d'emploi dans les territoires. Je retiendrai pour ma part le chiffre avancé par la FEE de 17 100 emplois éoliens sur le territoire national en 2017, soit une augmentation de +7,8 % en un an.

Chaque jour qui passe, nous faisons de la transition écologique et solidaire une réalité un peu plus concrète. C'est par une volonté toujours réaffirmée, des efforts communs et une collaboration complète que nous arriverons, le plus rapidement possible, au terme de cette transition.

François de Rugy

Ministre d'Etat, Ministre de la transition écologique et solidaire.



Editorial

Trois ans après la promulgation de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le parc éolien poursuit sa croissance en France, dépassant le seuil des 13,8 GW installés à la fin de l'année 2017. L'année dernière a également été synonyme de record en termes de raccordements, avec près de 1,7 GW de nouvelles capacités. L'éolien a représenté 5% de la consommation nationale d'électricité en 2017. Ce dynamisme, qui devrait être confirmé en 2018, permettra d'atteindre les objectifs que la France s'est fixés, à savoir 15.000 MW installés en 2018 dans l'éolien terrestre et entre 21.800 et 26.000 MW en 2023. Cependant, une accélération du rythme actuel sera nécessaire pour atteindre l'objectif réaliste de 26 GW à horizon 2023 mentionné dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie.

Avec 1 230 emplois créés en 2017 et plus de 2 600 sur les deux dernières années, la pertinence de l'éolien comme levier de création d'emplois durables dans les territoires est confirmée de façon incontestable : l'augmentation des capacités éoliennes continue de contribuer à la croissance de l'emploi sur le territoire.

Etablie en association avec le cabinet BearingPoint, cette édition 2018 de l'Observatoire vous permettra d'évaluer les emplois et le marché de l'éolien sur la période écoulée, tout en mettant en exergue les évolutions par rapport aux quatre éditions précédentes. Il s'appuie sur un vaste recensement mené auprès de l'ensemble des acteurs sur trois volets : les emplois, le marché et le futur de l'éolien. Révélateur de la structuration industrielle de la filière éolienne, l'Observatoire présente ainsi un panorama précis de la filière éolienne et de toutes ses composantes. Par ailleurs, nous vous proposons cette année des réflexions approfondies concernant la formation, les retombées socio-économiques, le système électrique, l'éolien en mer ainsi que des cartes régionales de l'éolien en grand format.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

Nicolas Wolff et Cécile Maisonneuve

Président et Vice-Présidente de la Commission Industrie

France Energie Eolienne

Emmanuel Autier

Associé en charge du secteur Utilities

BearingPoint

Sommaire



Les emplois éoliens

- A. Une filière qui poursuit sa croissance** P.10
- La dynamique de la filière éolienne se confirme
 - La chaîne de valeur de l'éolien se consolide
 - Les acteurs sont diversifiés sur l'ensemble de la chaîne de valeur
- B. Une filière qui continue de créer des emplois sur l'ensemble du territoire français** P.20
- Le maillage territorial est toujours fin
 - L'éolien est un levier de développement régional sur l'ensemble de la chaîne de valeur

Le marché éolien

- A. Bilan du marché de l'éolien** P.30
- Le développement du marché en deçà des attentes 2023
 - L'arrivée de l'éolien offshore se prépare
 - Le marché, concurrentiel, poursuit sa consolidation
 - Les régions augmentent les raccordements
 - L'Europe de l'éolien continue sa croissance, avec de fortes disparités par pays
- B. Des technologies poursuivant leur évolution** P.50
- La tendance vers des machines plus performantes se confirme
 - L'éolien conforte sa place dans le mix énergétique français

Le futur de l'éolien

- A. Des formations adaptées aux exigences de la filière éolienne** P.58
- Le tissu dense de formations, généralistes ou spécialisées, englobe tous les aspects de l'éolien à tous les niveaux
- B. Les technologies de demain se préparent sur tout le territoire** P.68
- L'effort de R&D dynamise la filière
 - Les opérateurs de réseau se mobilisent pour concevoir le réseau du futur
 - Le stockage
- C. Une filière qui poursuit sa structuration** P.96
- Une filière animée par des acteurs multiples

Focus

Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

P.108

Sommaire



Annexes

A. *Cartes de l'implantation du tissu éolien en régions*

P.116

B. *Cartes d'identité des acteurs éoliens par catégorie*

P.132



Les emplois éoliens

A. Une filière qui poursuit sa croissance





Etat des lieux des 17 100 emplois éoliens

La croissance de la filière s'est poursuivie sur l'année 2017, avec une augmentation de 7,8% des emplois éoliens, soit 1 230 emplois supplémentaires

Dans la continuité de l'édition 2017, **ce nouvel observatoire confirme la bonne dynamique de la filière industrielle de l'éolien**. En 2017, **17 100 emplois directs et indirects ont été recensés sur la chaîne de valeur au total**, soit une augmentation de 7,8% par rapport à 2016, et **une croissance de plus de 18% depuis 2015**.

Ce vivier d'emplois s'appuie sur **1 070 sociétés actives constituant un tissu industriel diversifié**. Réparties sur l'ensemble du **territoire français**, ces sociétés sont de tailles variables, allant de la TPE au grand groupe industriel.

Fortement ancrées dans les territoires, **ces entreprises contribuent à la structuration de l'emploi en régions** en se positionnant sur un marché d'avenir, dont le développement est encadré par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE). **La capacité totale installée a atteint les 13 760,35 MW** sur l'ensemble du territoire au 31 décembre 2017.

Le développement de la filière offshore sur laquelle se positionnent fortement les acteurs français par des investissements en outils industriels et en R&D, contribue également à l'emploi et **positionne les acteurs français à l'export**.



Les chiffres clés de l'Observatoire de l'Eolien 2018

13 760 MW installés sur le territoire

17 100 emplois éoliens localisés en France, dont...

1 230 emplois éoliens supplémentaires en 2017 répartis sur...

1 070 sociétés actives dans l'éolien

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Etat des lieux des 17 100 emplois éoliens

L'observatoire confirme la dynamique du secteur et mobilise les industriels



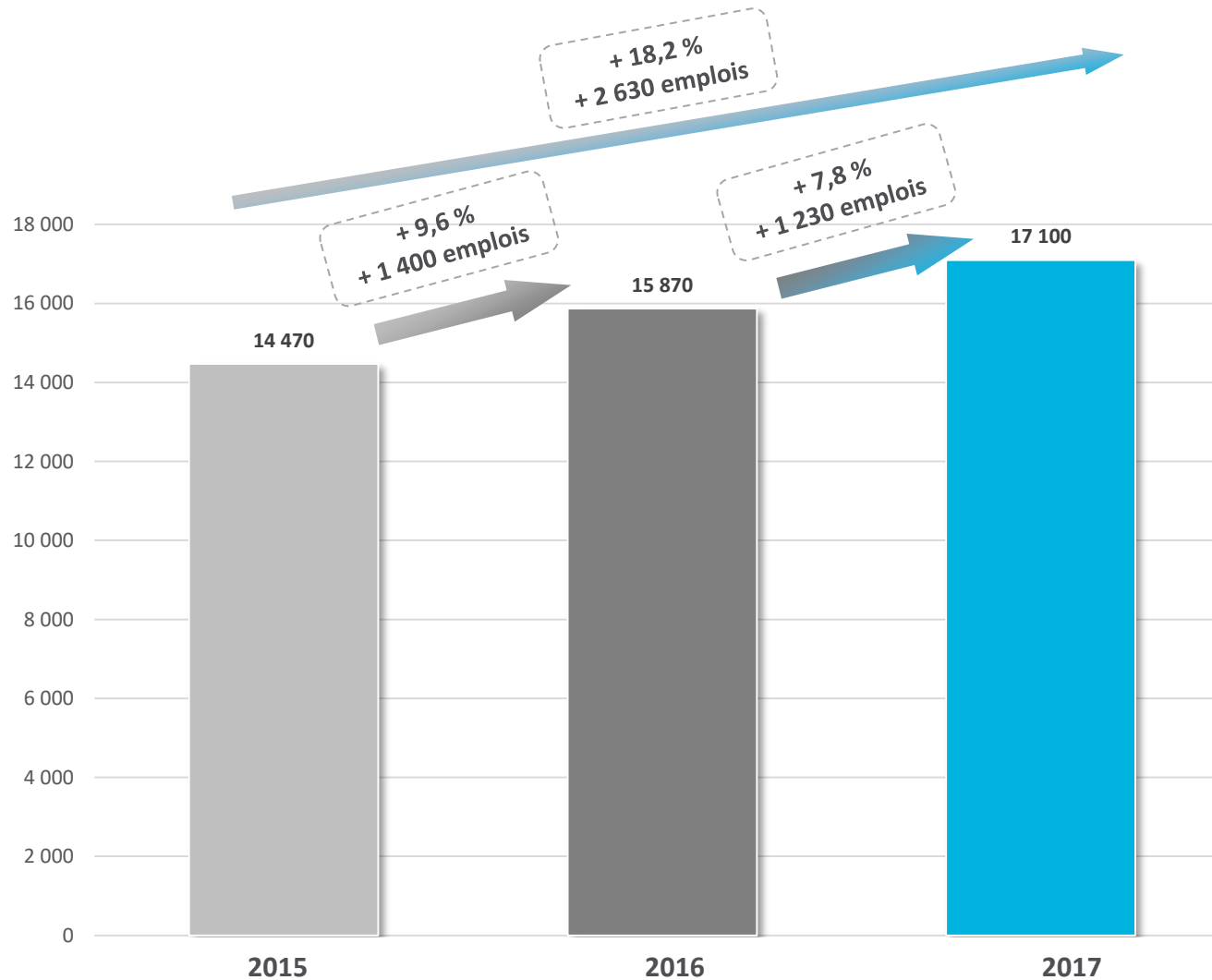
La structuration de la filière éolienne va de pair avec la croissance du parc éolien installé sur le territoire français. Avec 13,8 GW de capacités installées au 31 décembre 2017, l'énergie éolienne a su s'organiser en véritable filière industrielle, d'abord dans le cadre du développement éolien terrestre, ensuite autour de l'éolien en mer... De la TPE au grand groupe, la filière se rassemble chaque année à l'occasion d'événements structurants comme la conférence annuelle de WindEurope, le colloque national éolien de France Energie Eolienne (FEE), l'atelier Eole Industrie de FEE ou encore le séminaire santé-sécurité au Travail de FEE.

Ci-contre, la dernière conférence annuelle d'Eole Industrie ayant eu lieu à Nantes, les 25 et 26 juin 2018 sur le thème « Eolien terrestre et en mer : perspectives et innovations technologiques ».

Cet évènement régional a lieu chaque année au sein d'un territoire et comprend des visites techniques, des conférences et des échanges entre les acteurs de la filière.



Dynamique de l'évolution des emplois éoliens entre 2015 et 2017



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Etat des lieux des 17 100 emplois éoliens

Une activité qui se concentre sur la fabrication de composants, l'ingénierie et la construction

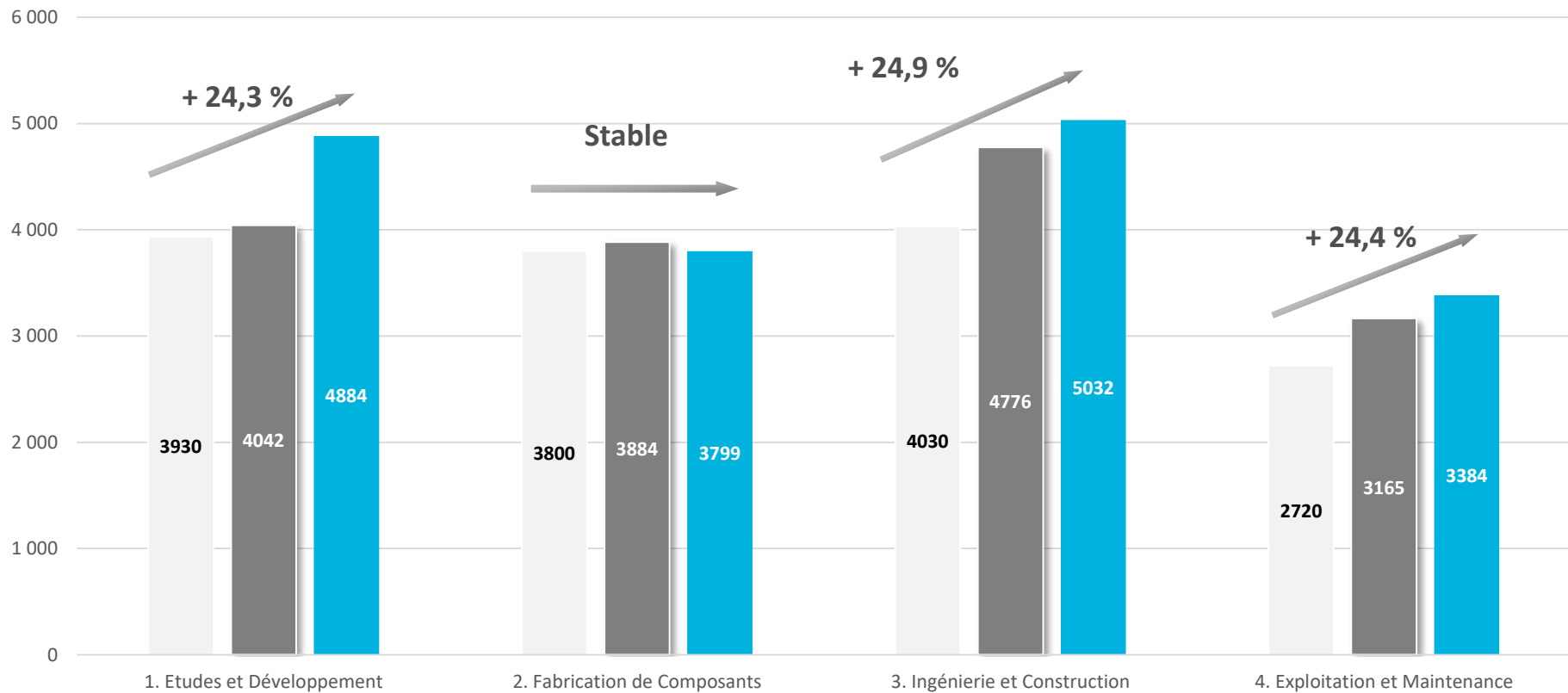
Les acteurs éoliens implantés en France couvrent l'ensemble des segments de la chaîne de valeur, sur lesquels les emplois éoliens sont répartis :

- | | |
|---|--|
| 1. Etudes et Développement : | Ex. : bureaux d'études, mesures de vent, mesures géotechniques, expertise technique, bureaux de contrôle, développeurs, financeurs |
| 2. Fabrication de composants : | Ex. : pièces de fonderie, pièces mécaniques, pales, nacelles, mâts, brides et couronnes d'orientation, freins, équipements électriques pour éoliennes et réseau électrique |
| 3. Ingénierie et Construction : | Ex. : assemblage, logistique, génie civil, génie électrique parc et réseau, montage, raccordement réseau |
| 4. Exploitation et Maintenance : | Ex. : mise en service, exploitation, maintenance, réparations, traitement des sites, gestion de l'énergie par les agrégateurs |

Sur les trois dernières éditions (2016, 2017 et 2018) de l'observatoire, **les activités industrielles « Ingénierie et construction » et « Exploitation et maintenance » révèlent une très nette progression** (respectivement de +24,9% et +24,4% entre 2015 et 2017). Ces tendances s'expliquent par la poursuite de l'augmentation de la capacité totale installée, en forte croissance en 2017.



Dynamique de l'emploi éolien sur la chaîne de valeur : évolution des emplois éoliens depuis 2015



LES EMPLOIS
LE MARCHÉ
LE FUTUR
FOCUS



Etat des lieux des 17 100 emplois éoliens

Des acteurs diversifiés sur l'ensemble de la chaîne de valeur

La mise en œuvre de projets éoliens fait appel à **de multiples compétences** apportées par des entreprises de corps de métiers très différents :

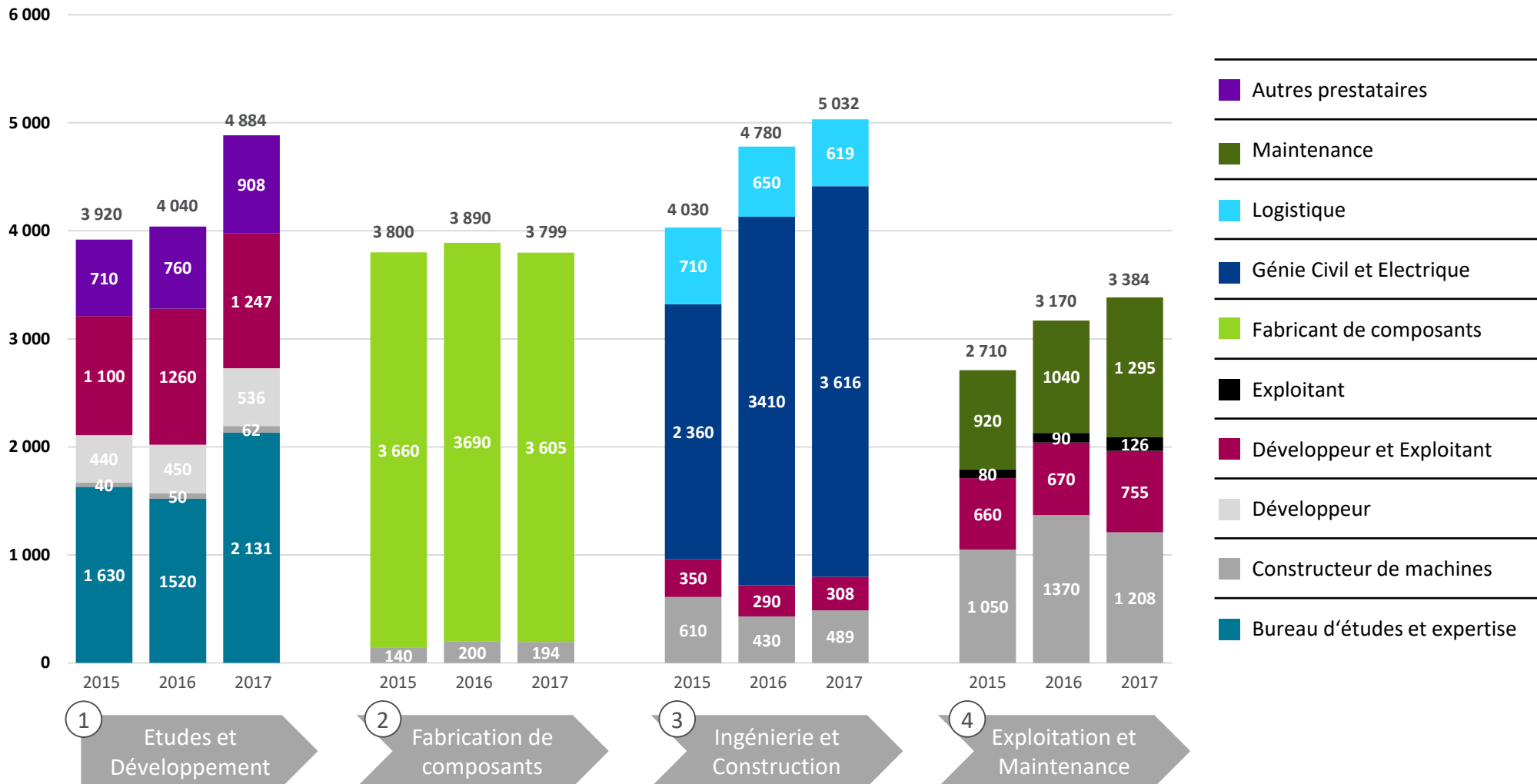
	Etudes et Développement	Fabrication de composants	Ingénierie et Construction	Exploitation et Maintenance
Bureau d'études & Expertise	✓			
Constructeur de machines	✓	✓	✓	✓
Développeur	✓			
Développeur & Exploitant	✓		✓	✓
Exploitant				✓
Fabricant de composants		✓		
Génie Civil et Electrique			✓	
Logistique			✓	
Maintenance				✓
Autres prestataires	✓			

Les emplois éoliens se répartissent sur **une chaîne de valeur complexe et diversifiée**, depuis des structures spécialisées, positionnées sur un des différents maillons de la chaîne de valeur, jusqu'aux acteurs intégrés couvrant plusieurs types d'activités.

Plus jeunes et gravitant autour **d'une centaine de PME**, ces entreprises sont imprégnées par une forte **culture entrepreneuriale** et disposent d'un **réservoir de savoir-faire variés**, accompagnant la **croissance du secteur éolien**. Ces entreprises font preuve d'une grande flexibilité, illustrée par la croissance des effectifs éoliens en 2017.



Dynamique des emplois éoliens par catégorie d'acteurs sur la chaîne de valeur depuis 2015



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Les emplois éoliens

B. Une filière qui continue de créer des emplois sur l'ensemble du territoire français





Localisation des emplois éoliens sur le territoire

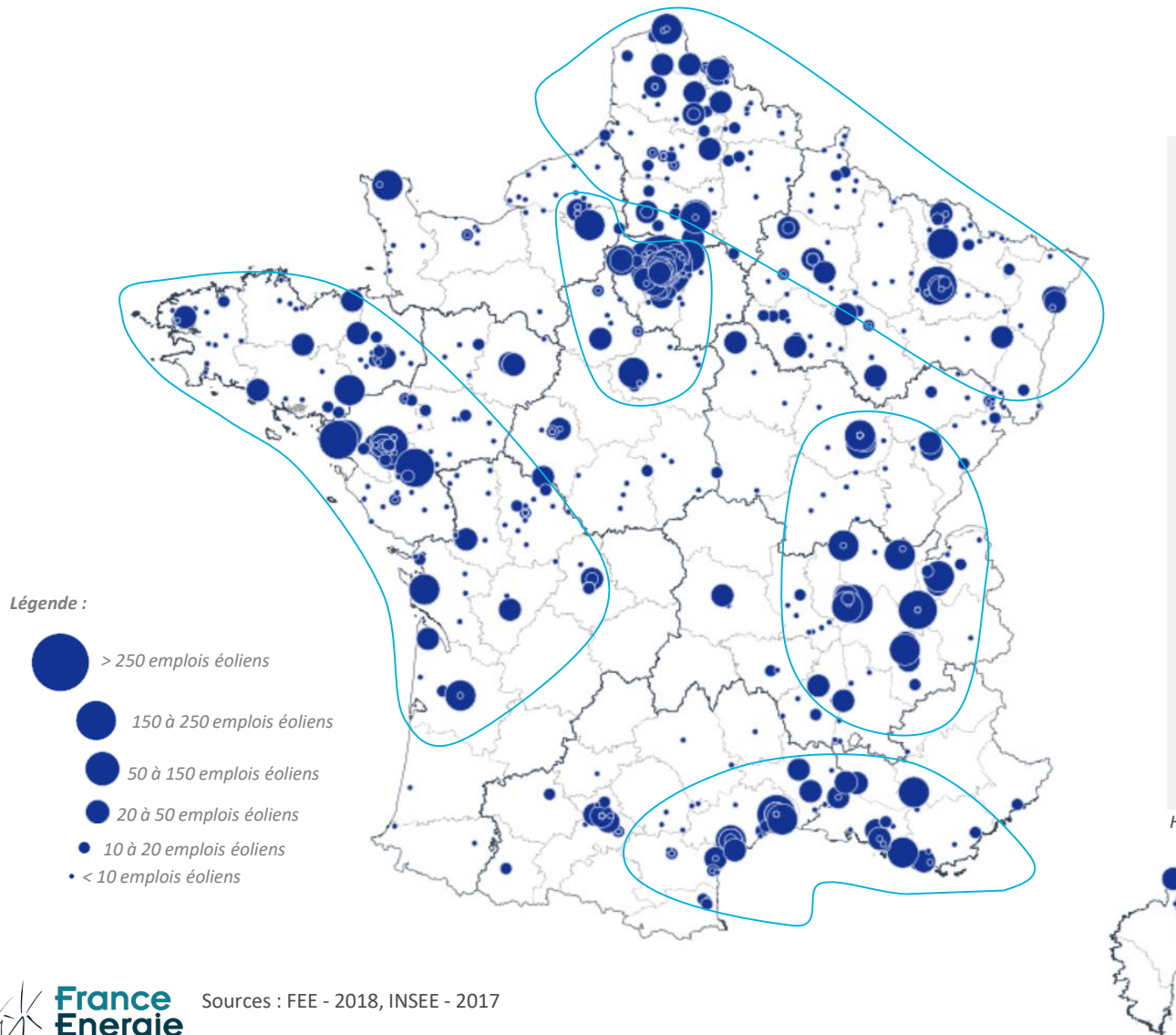
Un maillage fin du territoire

La répartition géographique des emplois éoliens met en avant des bassins d'emplois éoliens au plus près des territoires :

- **Les régions Grand Est et Hauts-de-France**, territoires où la filière éolienne connaît un très fort développement des parcs éoliens, contribuant au dynamisme économique local,
- **Le Bassin parisien (Île-de-France** ainsi qu'une partie des régions **Centre-Val de Loire** et **Normandie**), regroupant traditionnellement une part importante des sièges sociaux d'entreprises,
- **Le Grand Ouest (Bretagne, Pays de la Loire** et une partie de la région **Nouvelle-Aquitaine**), importante aire d'implantation de l'éolien dont la façade maritime va bénéficier de la croissance de l'éolien en mer,
- **Les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté**, régions industrielles anciennes diversifiant leurs activités et spécialisées dans la fabrication de composants pour l'activité éolienne,
- **La Méditerranée (Régions Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur** et **Occitanie**), berceau de l'industrie éolienne et de plusieurs de ses acteurs historiques.



Localisation des bassins d'emplois éoliens



Emplois éoliens par région		
1	Île-de-France	4 290
2	Hauts-de-France	1 759
3	Auvergne-Rhône-Alpes	1 748
4	Pays de la Loire	1 712
5	Occitanie	1 694
6	Grand Est	1 597
7	Nouvelle-Aquitaine	978
8	Bourgogne-Franche-Comté	799
9	Bretagne	771
10	Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur	674
11	Normandie	522
12	Centre-Val de Loire	476

Hors Corse et DOM-TOM

LES EMPLOIS

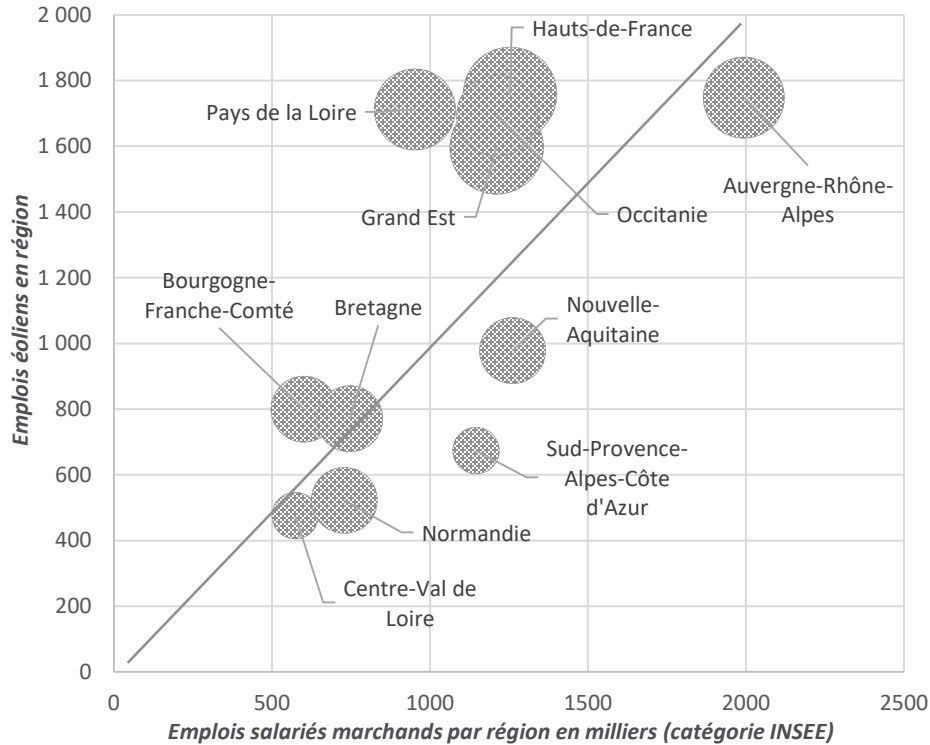
LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Contribution de la filière éolienne à l'emploi en région

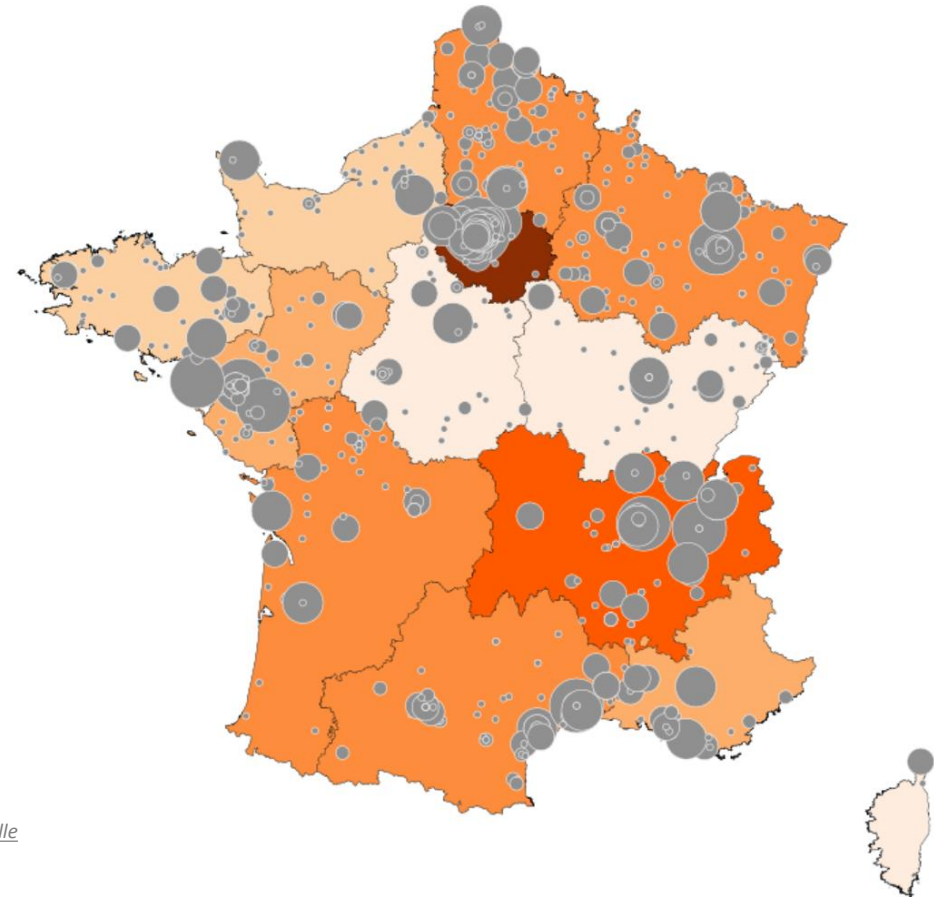


Légende :

Entreprises actives dans l'éolien implantées dans la région

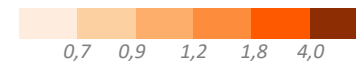


NB : Île-de-France et Corse hors échelle



Légende :

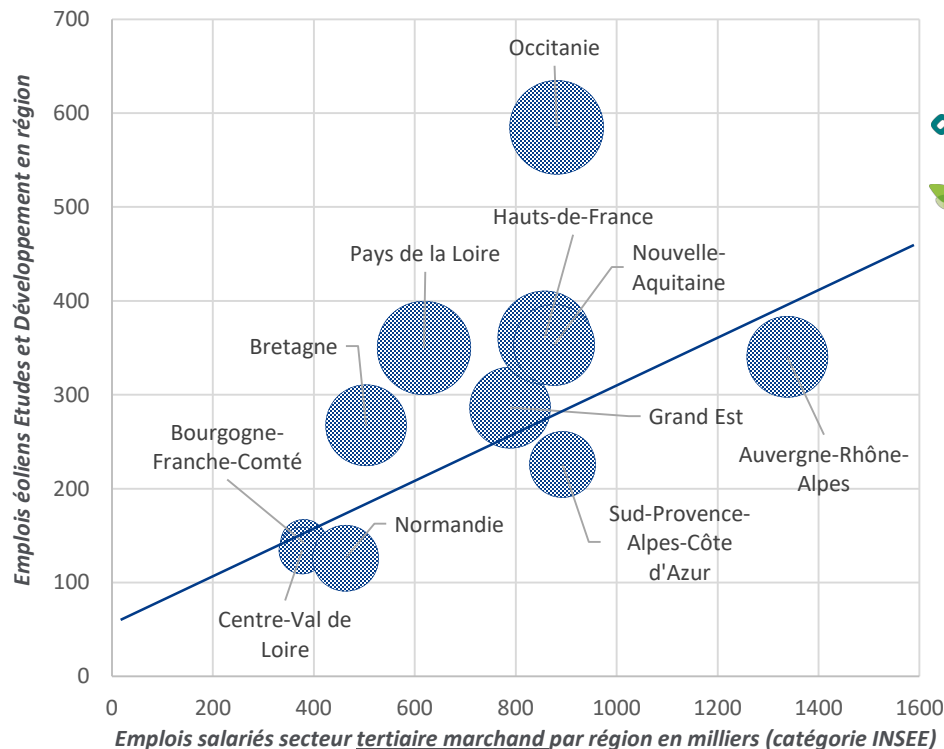
Emploi salarié marchand par région (INSEE) – en millions



Nb emplois éoliens (<1,5 à >250)

Sources : FEE - 2018, INSEE - 2017

Les emplois éoliens liés aux activités d'études et développement

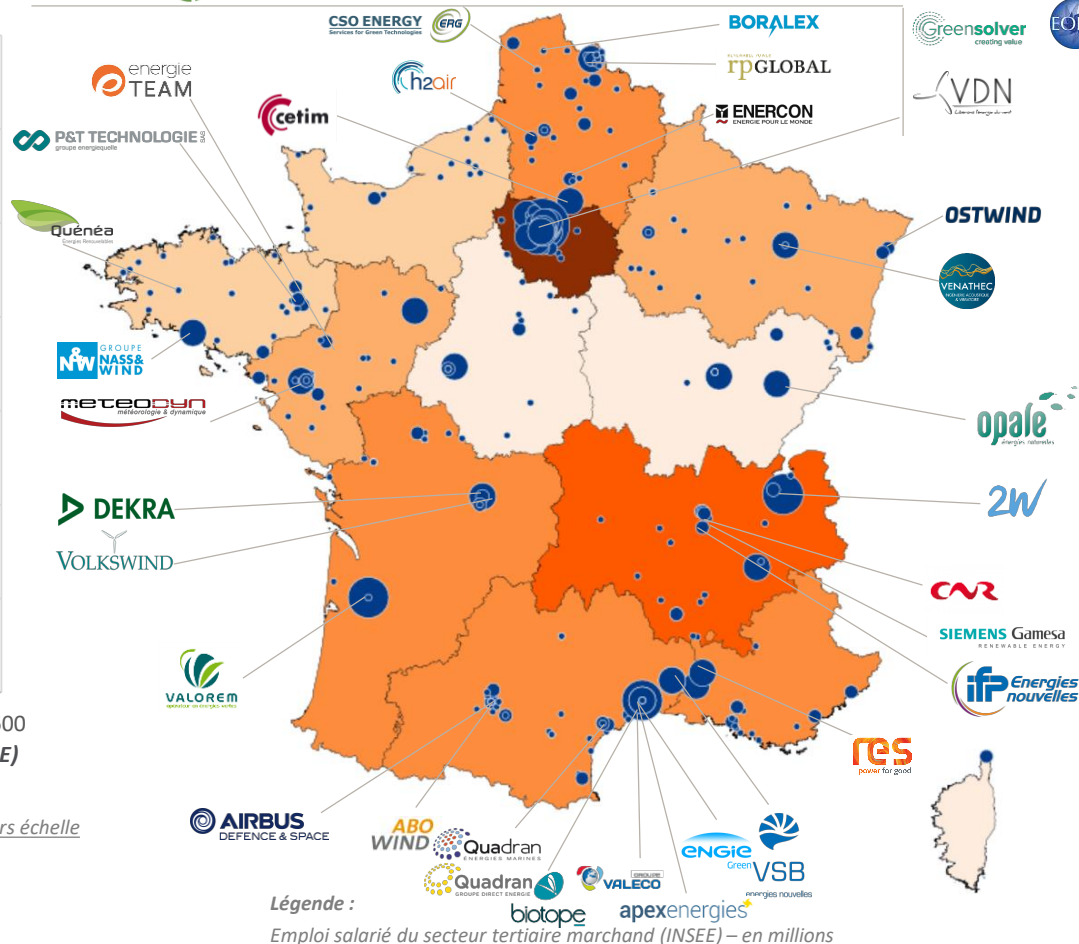


Légende :

Entreprises actives dans l'éolien implantées dans la région



NB : Île-de-France et Corse hors échelle

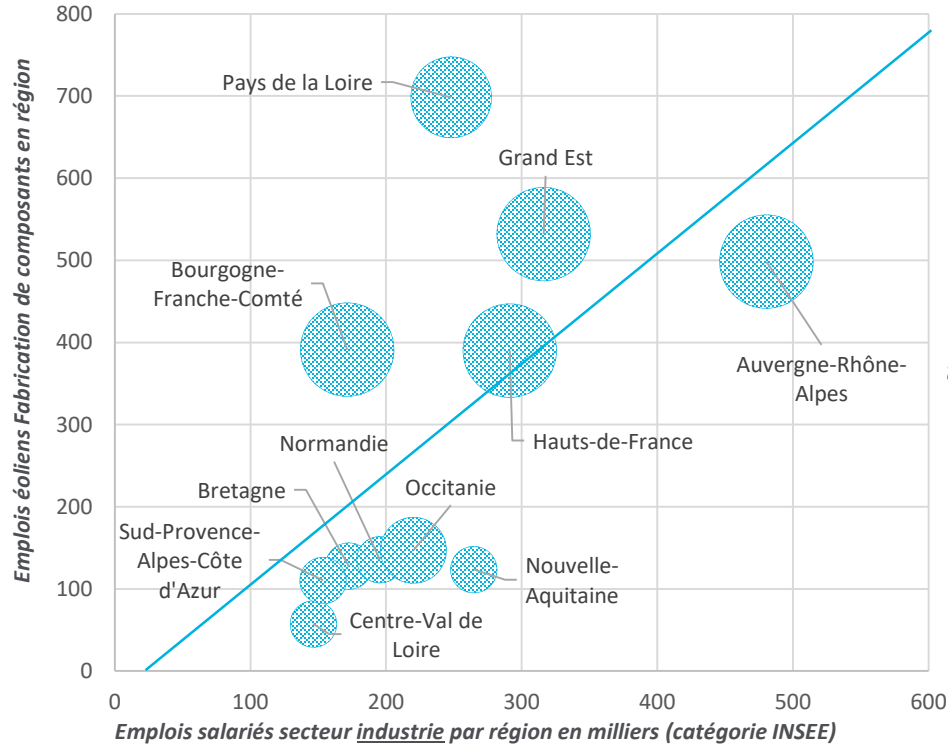


Logos non exhaustifs
Entreprises multi-sites

Sources : FEE - 2018, INSEE - 2017



Les emplois éoliens liés aux activités de fabrication de composants



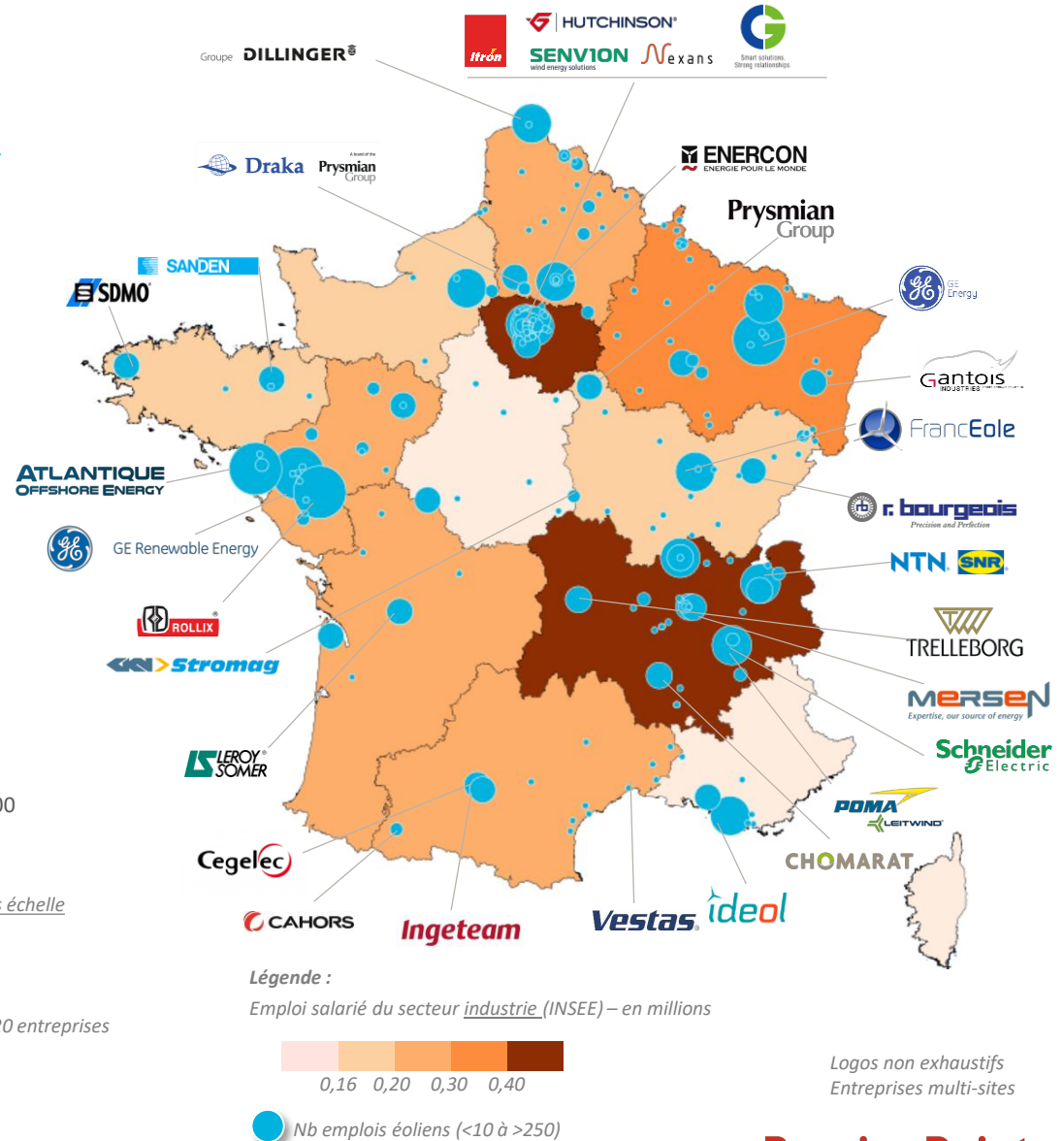
Légende :

Entreprises actives dans l'éolien implantées dans la région



NB : Île-de-France et Corse hors échelle

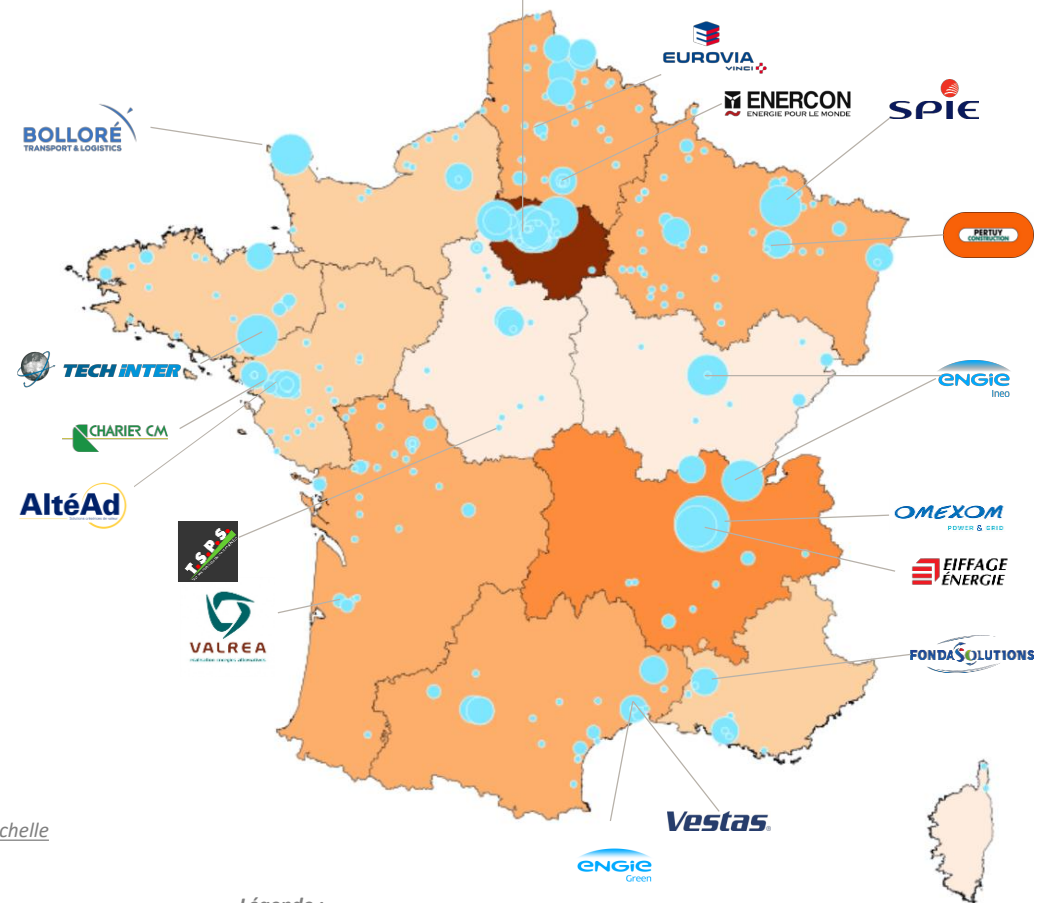
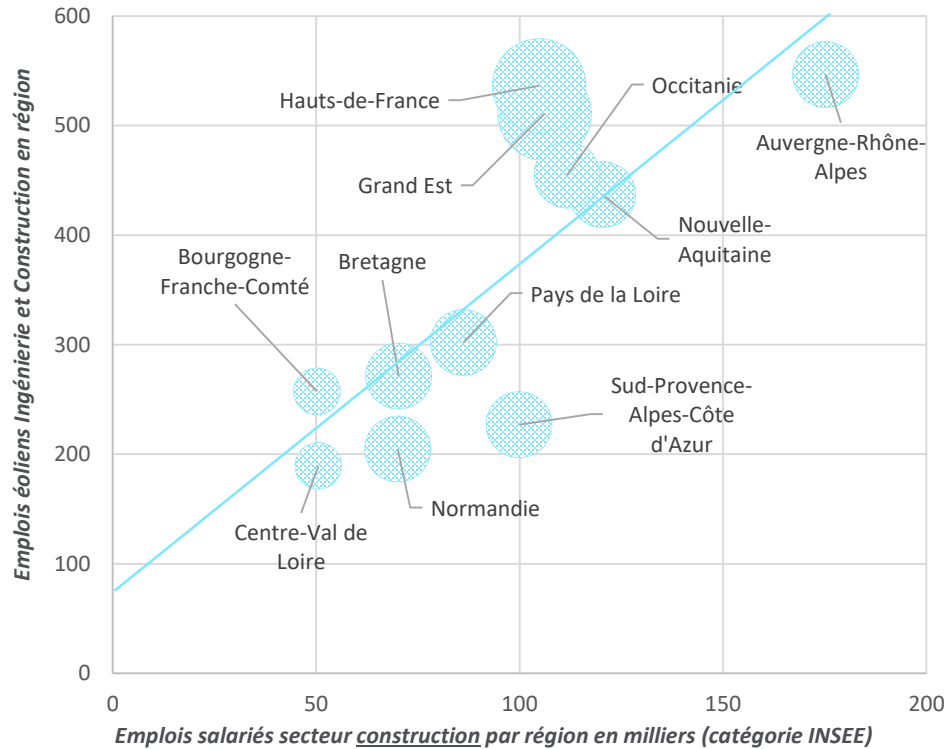
Sources : FEE - 2018, INSEE - 2017



LES EMPLOIS
LE MARCHÉ
LE FUTUR
FOCUS



Les emplois éoliens liés aux activités d'ingénierie et construction



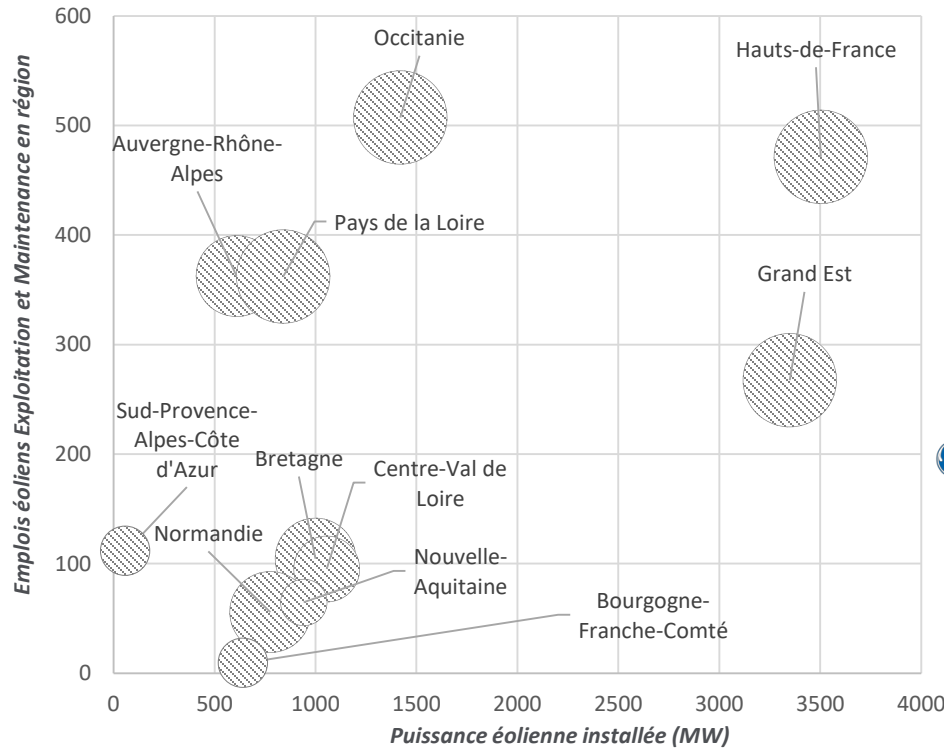
LES EMPLOIS
LE MARCHÉ
LE FUTUR
FOCUS



Sources : FEE - 2018, INSEE - 2017



Les emplois éoliens liés aux activités d'exploitation et maintenance

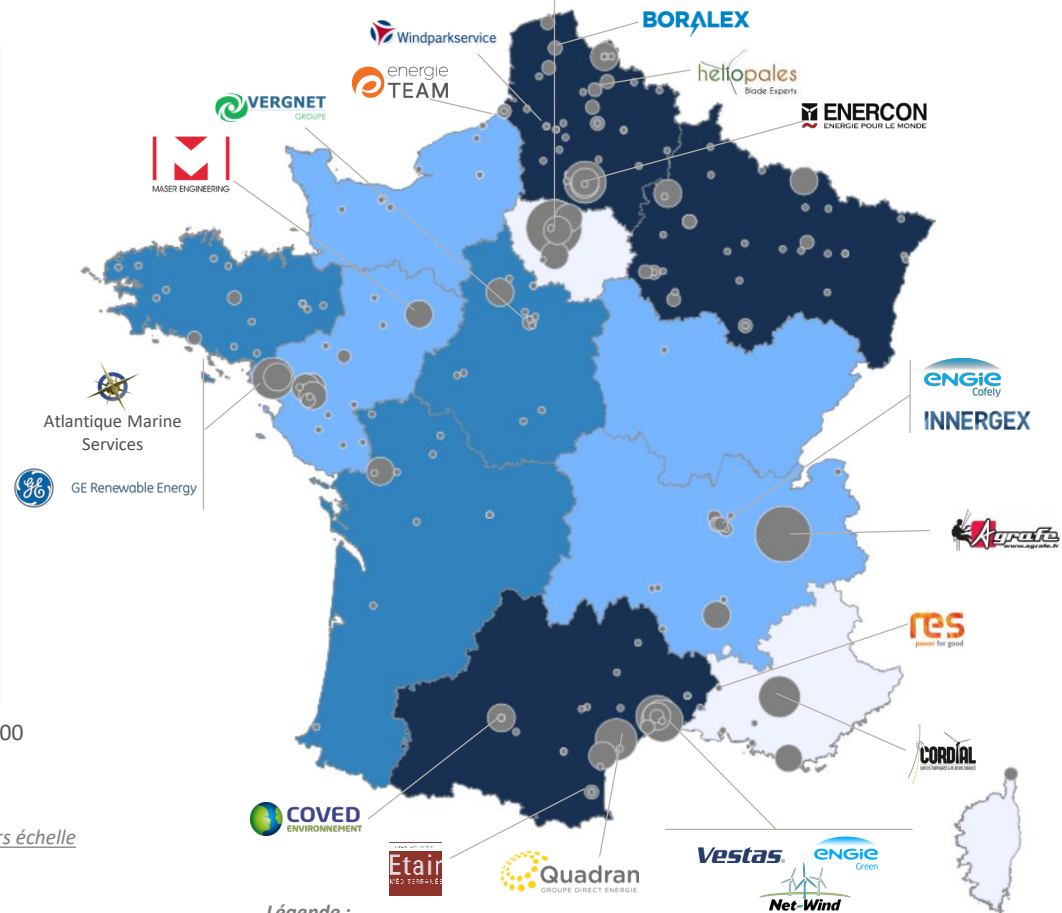


Légende :

Entreprises actives dans l'éolien implantées dans la région



NB : Île-de-France et Corse hors échelle



Légende :

Puissance totale des parcs éoliens installés – en MW

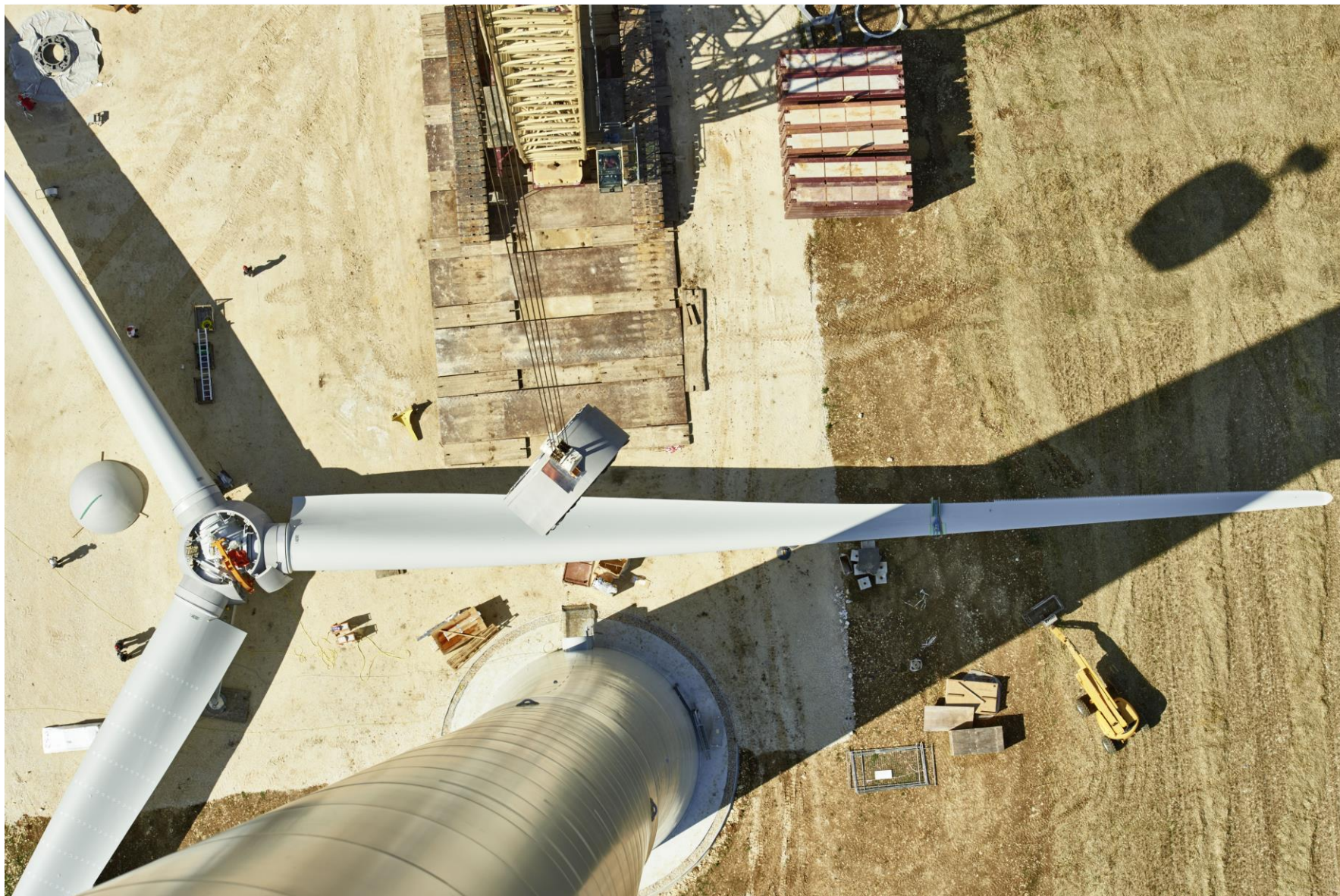


Nb emplois éoliens (<10 à >250)

Logos non exhaustifs
Entreprises multi-sites

BearingPoint.

Sources : FEE - 2018, INSEE - 2017





Le marché de l'éolien

A. Bilan du marché de l'éolien





Bilan du marché de l'éolien

Une capacité éolienne terrestre installée en croissance, en ligne avec l'objectif de la PPE 2018 mais en deçà des attentes 2023

Avec 1,7 GW installé en 2017, la France a su maintenir une forte croissance de son parc éolien pour la deuxième année consécutive, ayant ainsi à son actif un parc éolien de **13 760 MW** au 31 décembre 2017. L'accélération récente des volumes installés et raccordés s'explique par une relative stabilité du cadre économique éolien et par une volonté de simplification des procédures, environnementales notamment. L'adoption de la Loi sur la Transition Energétique a également permis d'assurer une visibilité à plus long terme pour les énergies renouvelables, dont l'éolien.

La performance du secteur a notamment engendré l'augmentation des emplois éoliens sur le territoire français renforçant ainsi la structuration industrielle de la filière et contribuant au dynamisme économique des territoires. Impulsées par la croissance du parc éolien, les créations d'emplois devraient se poursuivre. Le renforcement du réseau électrique et l'anticipation de nouvelles capacités jouent également un rôle clé dans la croissance de la filière en 2017.

Avec **1,7 GW raccordé en 2017**, le développement de la filière éolienne s'inscrit nettement dans la trajectoire des objectifs nationaux en termes de capacités installées à horizon 2018 (15 GW).

Ce rythme d'installation devrait se poursuivre, à condition que de nouveaux obstacles ne ralentissent pas la dynamique. Les conclusions du Groupe de Travail éolien animé par le Secrétaire d'Etat, Sébastien Lecornu, devraient aboutir à une simplification du cadre réglementaire et à une accélération du développement éolien en France. De plus, favoriser l'introduction de machines de dimensions plus grandes et plus performantes permettra la mise en production de plus de sites. Dans la perspective des objectifs 2023 de 26 GW, **le rythme des nouvelles installations devrait être porté à 2 GW par an à partir de 2018.**

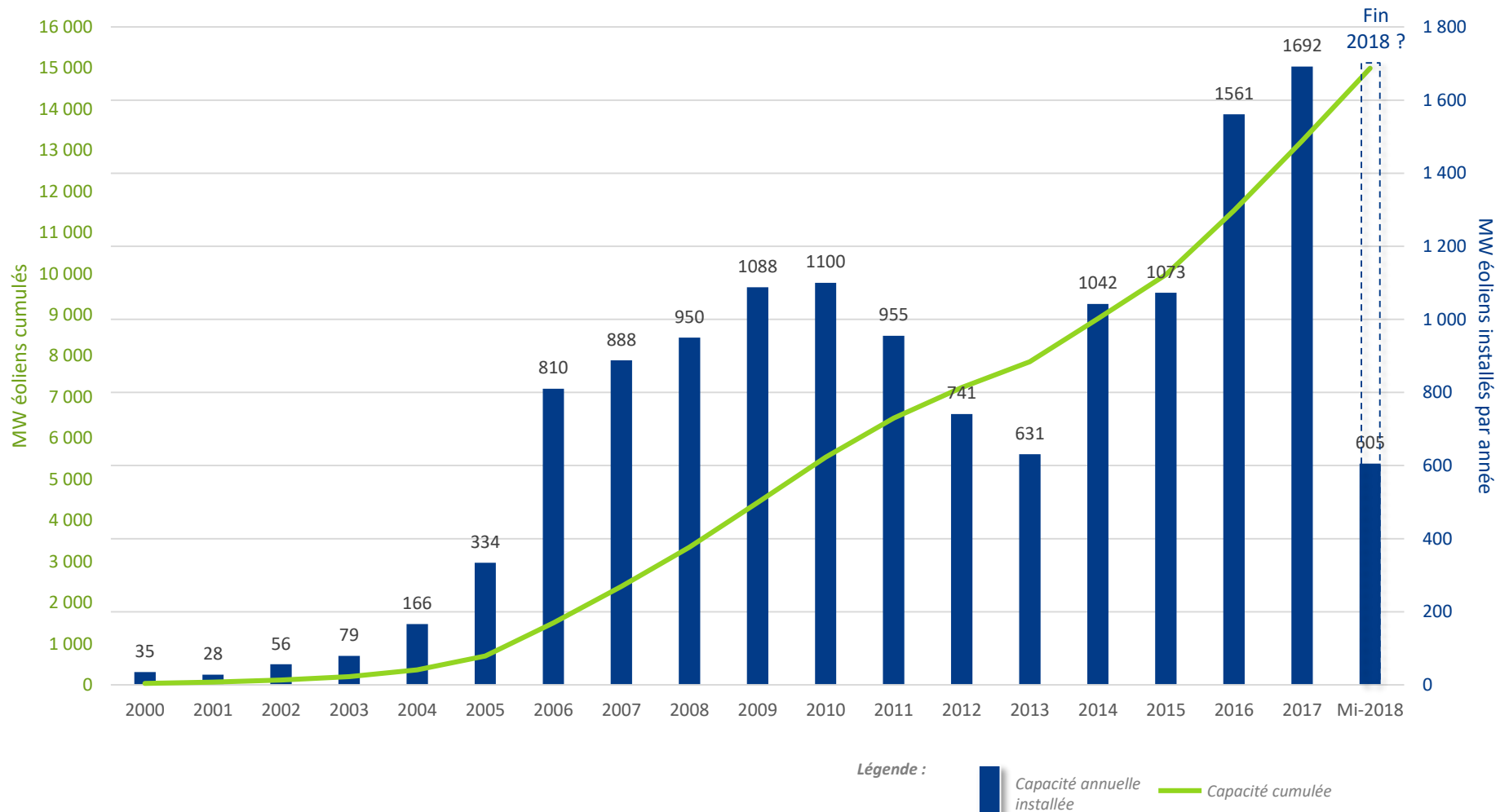
(1) Sources :

FEE – communiqué de presse du 18 janvier 2018

RTE, SER, Enedis et ADEEF – Panorama de l'électricité renouvelable en 2017



Evolution de la puissance éolienne installée en France à mi-2018



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS





Bilan du marché de l'éolien

Positionner la France dans un marché de l'éolien en mer européen en pleine croissance

Avec **3 500 km de côtes**, la France métropolitaine bénéficie de conditions géographiques très favorables au développement de l'éolien en mer.

C'est le **2ème gisement éolien d'Europe**, derrière la Grande-Bretagne et devant l'Allemagne. Pourtant, la France est aujourd'hui moins ambitieuse que ses voisines européennes : le Grenelle de la mer s'était fixé pour objectif 6 GW d'éolien en mer posé à l'horizon 2020 alors que l'objectif du gouvernement britannique pour l'éolien en mer sur cette période est trois fois plus important avec une ambition initiale affichée de plus de 20 GW. L'Allemagne devrait dépasser son objectif 2020 fixé à 6,5 GW et table sur 15 GW à horizon 2030.

Calendrier de l'éolien en mer en France depuis 2011

- **2011** : Lancement du 1er AO éolien en mer posé, attribué en 2012 avec 4 projets, pour un total de 2 GW environ
- **2013** : Lancement du 2ème AO éolien en mer posé, attribué en 2014 avec 2 projets, pour un total de 1 GW environ
- **2015** : Lancement de l'AAP fermes pilotes éoliennes flottantes, attribué en 2016, avec 4 projets, pour un total de 96 MW
- **2016** : Lancement du 3ème AO éolien en mer posé au large de Dunkerque, attribution prévue début 2019
- **2017** : Inauguration de la 1ère éolienne en mer en France, Floatgen, avant sa mise en service sur le site d'essai EMR SEM-REV (au large du Croisic) en 2018.
- **2018** : Confirmation des projets éoliens en mer des AO1 & 2
- **2019** : Lancement souhaité du 1er AO commercial éolien en mer flottant. Adoption prévue des documents stratégiques de façade (planification de l'éolien en mer et des activités maritimes)
- **A partir de 2020-2021** : Mise en service de projets du 1er AO éolien en mer posé ; mise en service des fermes pilotes éoliennes flottantes
- **2023-2024** : Mise en service des projets du 2nd AO éolien en mer posé
- **2025-2026** : Mise en service proposée des projets commerciaux éoliens flottants



Bilan du marché de l'éolien

Les atouts de la France en matière d'éolien en mer sont particulièrement nombreux : vaste espace maritime, savoir-faire industriel, énergétique et maritime, infrastructures portuaires solides

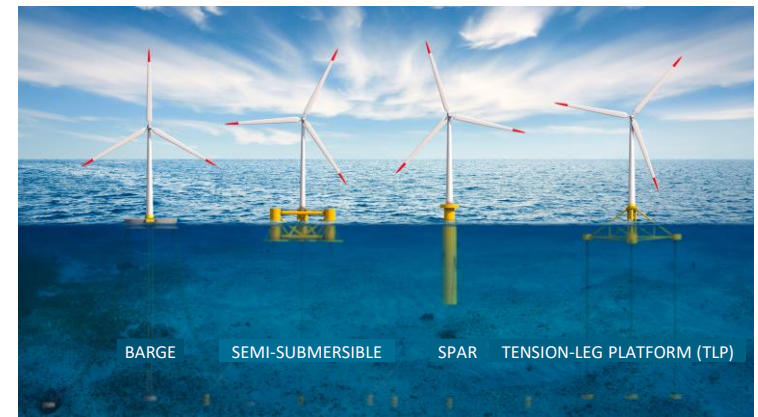
Les éoliennes en mer constituent des **technologies de pointe, innovantes et matures**, spécifiquement conçues pour un milieu marin très exigeant. Plus puissantes que leurs homologues terrestres, les éoliennes en mer exploitent également des vents plus forts et plus réguliers.

Ces nouvelles installations de production d'énergie renouvelable en mer contribueront d'une part à **concrétiser les objectifs nationaux en matière de mix énergétique** et permettront d'autre part la mise en place d'une filière nationale qui pourrait conquérir des marchés à l'international. Plusieurs usines et des centaines d'emplois dédiés à cette filière ont déjà été créés, plusieurs milliers d'autres pourront voir le jour à partir de l'installation et de la mise en service des projets (voir le focus dédié à l'Observatoire des énergies de la mer 2018).

Planification de l'éolien en mer et retours sur expérience

Les retours sur expérience des premiers appels d'offres (AO) français et les progrès de la filière en Europe devraient permettre une baisse significative des coûts de l'éolien en mer en France, à partir du 3^{ème} AO éolien en mer posé (Dunkerque) et des suivants. La planification de l'ensemble des parcs, dans le temps et dans l'espace, permettra un développement harmonieux, pérenne et efficace.

L'objectif initial de la filière des 18 GW en service à horizon 2030 représente une emprise d'environ 0,7% de l'espace maritime métropolitain.

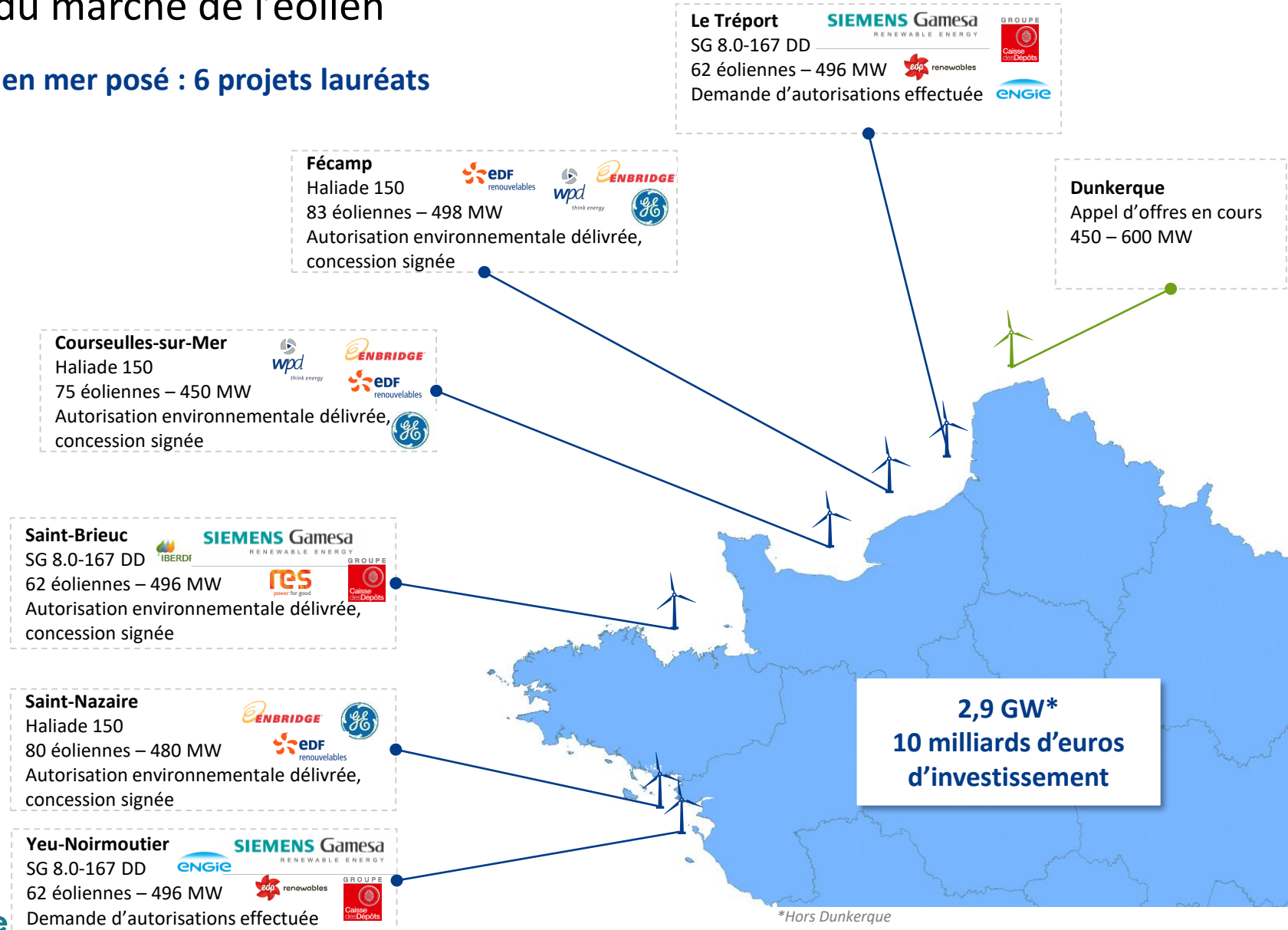


les 4 « leading technologies » du flottant dans le monde dont 3 sont prévues en France : barge, semi-submersible et tension leg platform



Bilan du marché de l'éolien

L'éolien en mer posé : 6 projets lauréats



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Bilan du marché de l'éolien

La France fait de l'éolien en mer flottant une priorité industrielle et énergétique

En France, la **mer Méditerranée** bénéficie d'un gisement conséquent pour l'installation de parcs éoliens flottants en raison de ses régimes en vent très favorables et réguliers et de sa bathymétrie (fonds océaniques plongeant très rapidement au-delà de 60m de profondeur). **3 projets de fermes pilotes éoliennes flottantes** sont prévus dans la zone. Des parcs commerciaux pourront voir le jour par la suite, à **hauteur de 3 GW** en service à horizon 2030. Chaque année depuis 5 ans, le Pôle Mer Méditerranée, la CCI Marseille-Provence et FEE organisent **FOWT**, plus grand rendez-vous mondial de l'éolien en mer flottant localisé sur les côtes méditerranéennes françaises.

La **façade maritime occidentale, au large des côtes bretonnes notamment**, est également pourvue de ressources très favorables pour le flottant. La profession ambitionne de développer et de mettre en service, au-delà du parc pilote prévu au large de Groix-Belle Ile, *a minima* 3 GW de projets commerciaux en service à horizon 2030.

Les **premiers projets pilotes** (voir tableau ci-dessous) poursuivent leur développement en Bretagne et en Méditerranée, suite à l'attribution de l'appel à projet de l'ADEME en 2016.

FLOATGEN, démonstrateur d'éolienne flottante

Objectif : confirmer la performance de la combinaison de l'éolienne et de la fondation flottante

Capacité : 2 MW (Vestas V-80)

Site d'installation : Le Croisic

Profondeur d'eau : 33 mètres

Consortium :



Ferme	Caractéristiques	Partenaires industriels
Faraman	3 éoliennes - 24 MW	
Groix-Belle Ile	4 éoliennes - 24 MW	
Gruissan	4 éoliennes - 24 MW	
Leucate-Barcarès	4 éoliennes - 24 MW	

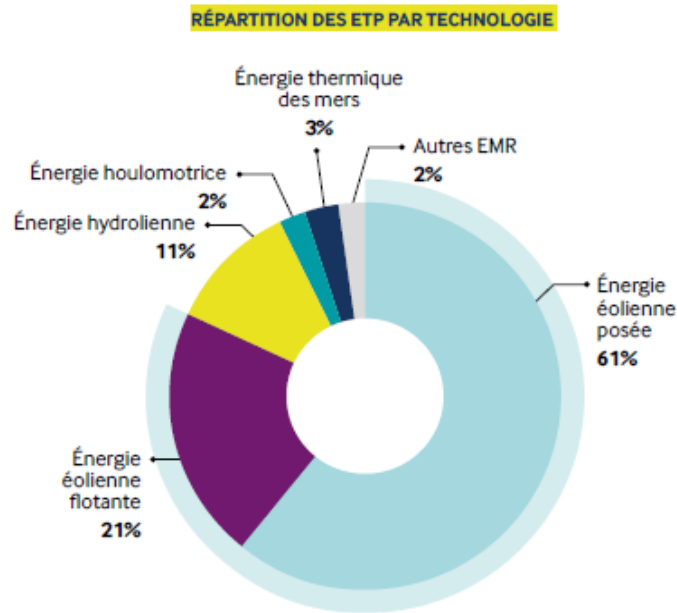
Source : FEE 2018 - France Energies Marines



Bilan du marché de l'éolien

Focus sur l'observatoire des énergies de la mer : les emplois de l'éolien en mer et sa place dans les EMR

L'Observatoire des énergies de la mer, commandité par le Cluster maritime français, a publié son rapport d'analyse (www.merenergies.fr) de la filière des énergies marines renouvelables (EMR) en France.



Fin 2017, le nombre **d'ETP pour l'éolien en mer** représentait **82% de l'ensemble des ETP sur les EMR**, soit **2 173 ETP** (dont 61% pour l'éolien posé et 21% pour l'éolien flottant, soit 1 617 ETP pour l'éolien posé et 556 ETP pour l'éolien flottant). **Ces ETP sont en hausse par rapport aux chiffres de fin 2016, avec un gain de 318 ETP pour l'éolien posé et de 140 ETP pour l'éolien flottant.** Cette augmentation des emplois dans le secteur de l'éolien en mer est notamment due à la montée en charge des sites industriels, à l'export et aux nouvelles fermes pilotes pour l'éolien flottant.

Parmi toutes les technologies marines, l'énergie éolienne est la **principale source de chiffre d'affaires** en France. L'éolien en mer reste en outre la technologie qui concentre la **plus grande part d'investissement** dans les EMR avec 84% de l'investissement total.



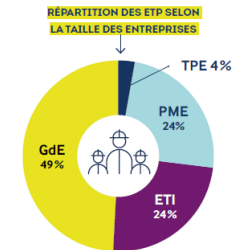
Source : Observatoire des énergies de la mer 2018



Bilan du marché de l'éolien

Focus sur l'observatoire des énergies de la mer : répartition des ETP sur l'éolien en mer par taille d'entreprise

Il existe une très forte corrélation entre la taille des entreprises et les différentes technologies qu'elles ciblent. Les TPE (Très Petites Entreprises) et les PME (Petites et Moyennes Entreprises) ont tendance à explorer de nouvelles technologies tandis que les ETI (Entreprises de Taille Intermédiaire) et les GdE (Grandes Entreprises) vont axer leurs industries sur les technologies jugées matures (comme l'éolien posé).



Concernant les **TPE**, **37%** des emplois sont consacrés à l'éolien en mer (14% pour l'éolien posé et 23% pour l'éolien flottant). Ces entreprises vont principalement accompagner les technologies en voie de maturation.

Pour ce qui est des **PME**, **68%** des emplois sont tournés vers l'éolien en mer (31% pour l'éolien posé et 37% pour le flottant).

S'agissant des **ETI**, **83%** des emplois sont consacrés à l'éolien en mer (65% pour l'éolien posé et 18% pour l'éolien flottant). Les ETI se tournent en priorité (voire exclusivement) vers les technologies les plus avancées.

Pour les **grandes entreprises**, les ETP recensés sont très largement tournés vers l'éolien en mer avec **93%** des ETP des grandes entreprises (78% pour l'éolien posé et 15% pour l'éolien flottant). **La priorité des grandes entreprises tournées vers l'énergie en mer reste donc le développement de l'éolien**, que ce soit en France ou à l'export.

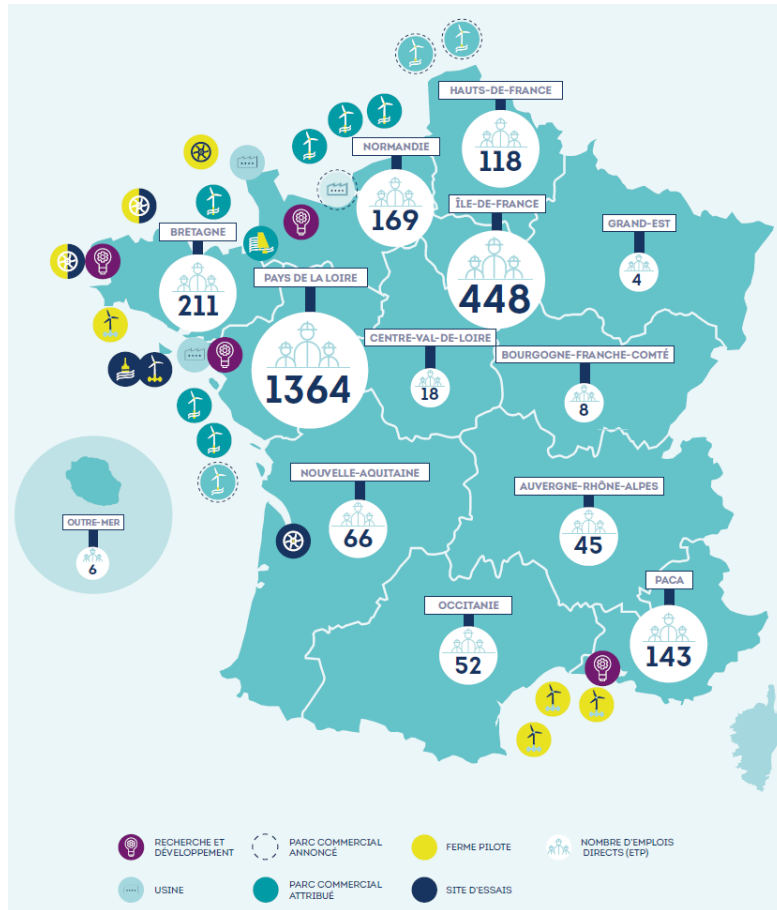


Source : Observatoire des énergies de la mer 2018



Bilan du marché de l'éolien

Focus sur l'observatoire des énergies de la mer : répartition des ETP sur les énergies maritimes en France



Les emplois en France tournés vers les énergies marines sont en hausse depuis fin 2016. **Plus de la moitié des ETP** en lien avec les énergies de la mer sont localisés dans **les Pays de la Loire**, ce qui montre bien l'avance de la région dans les différents domaines liés aux énergies marines, notamment dans l'éolien en mer. Elle conforte ainsi, à travers son nombre d'ETP, son poids dans cette filière avec un **gain de 490 ETP** dans la région. Avec les Pays de la Loire, deux autres régions enregistrent une forte augmentation de leurs ETP dans le domaine des énergies marines depuis fin 2016 : la **Bretagne** (avec un **gain de 69 ETP**) et la **Normandie** (avec un **gain de 107 ETP**).

Cependant, **les régions Sud-Provence-Alpes-côte d'Azur et Ile-de-France** enregistrent une **légère baisse de leurs ETP** entre fin 2016 et 2017. Pour la première, cette baisse s'explique par une diminution des effectifs dédiés aux énergies de la mer dans plusieurs PME. Pour la région Ile-de-France, la baisse s'explique par la ventilation des équipes de développeurs dans les régions sièges des futurs projets en mer.



Source : Observatoire des énergies de la mer 2018



Bilan du marché de l'éolien

Un marché concurrentiel et européen, poursuivant sa tendance de consolidation

Le paysage industriel français dans le secteur de l'éolien terrestre est constitué d'une dizaine de constructeurs de turbines. Les 4 premiers détiennent chacun plus de 1 460 MW de puissance installée, soit plus de **80 % de la puissance totale installée**. Les constructeurs de machines présents sur le marché français appartiennent exclusivement à l'Union européenne.

L'exploitation des parcs éoliens est plus éclatée et compte une centaine d'exploitants actifs en France, qui peuvent opérer leurs parcs en propre ou pour le compte de tiers via un contrat d'exploitation.

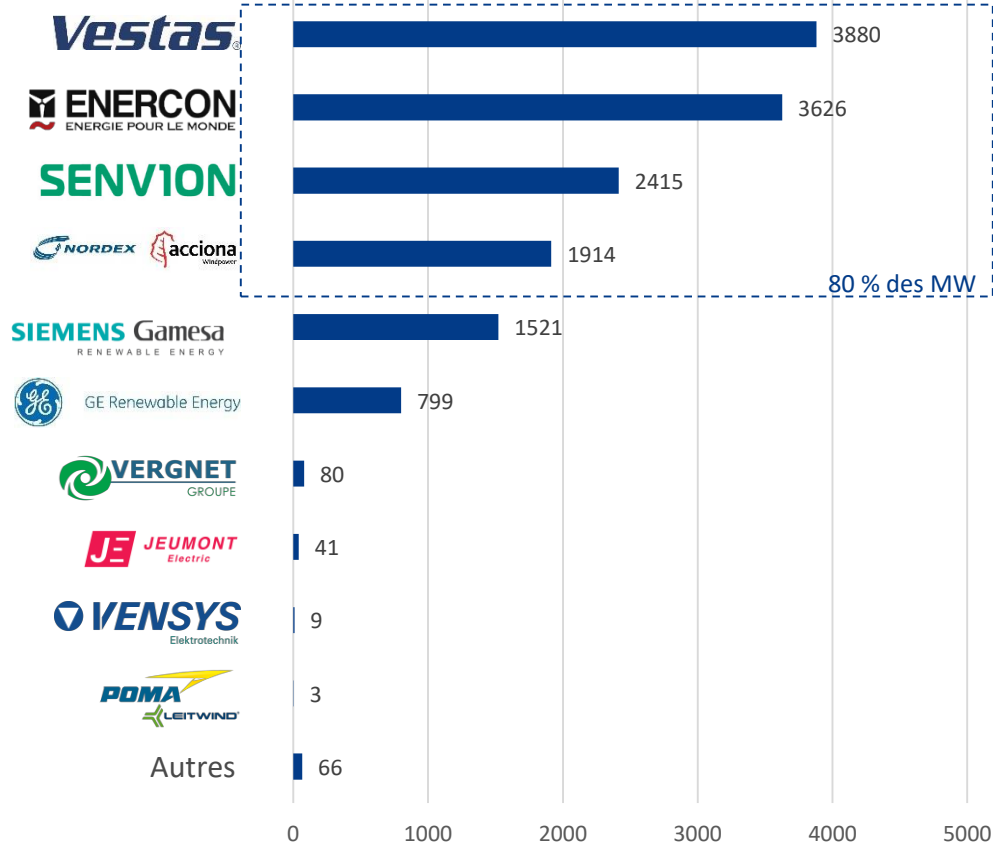
12 exploitants gèrent chacun plus de 300 MW de capacités éoliennes. Parmi les exploitants, le groupe Engie est le premier exploitant éolien de France, avec plus de 1 900 MW gérés par ses filiales et participations (Engie Green, la CNR). EDF Energies Nouvelles se classe deuxième avec 1 488 MW en France, suivi par Energieteam avec la gestion de 802 MW.



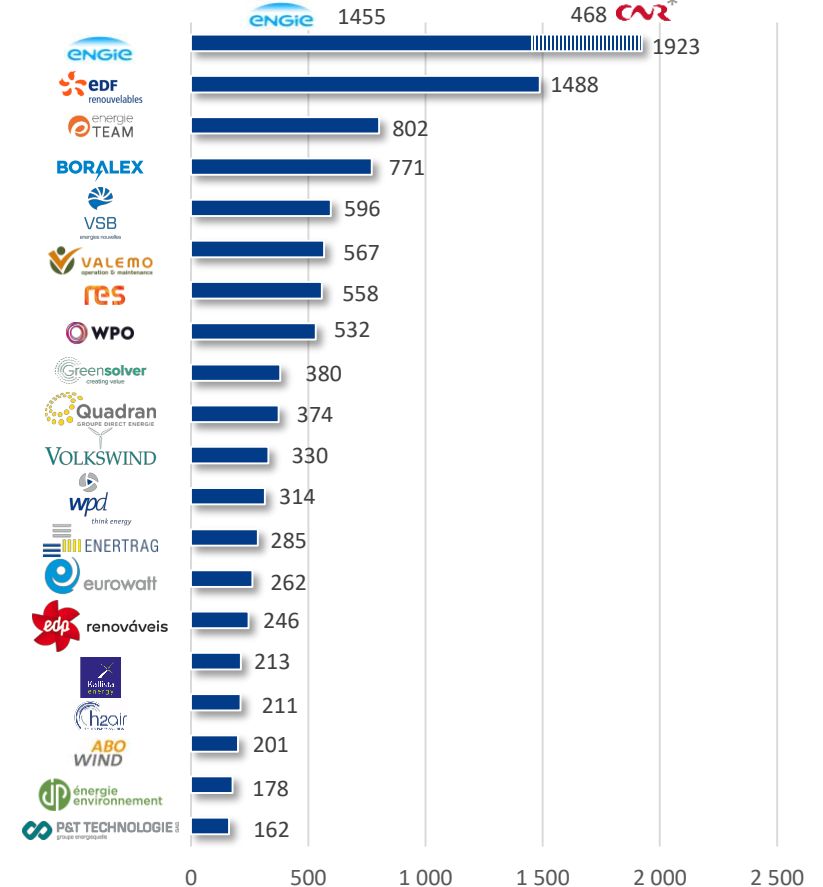
Installation des parcs par constructeur et exploitant à mi-2018

Capacité éolienne cumulée en France :
14 354 MW au 30/06/2018

MW installés⁽¹⁾ par constructeur



MW installés⁽¹⁾ par exploitant en direct et pour compte de tiers



(1) : Installés = raccordés aux gestionnaires de réseaux électriques
Données issues de la base de données FEE au 01/07/2018
Les données du dernier semestre sont consolidées sur le semestre suivant

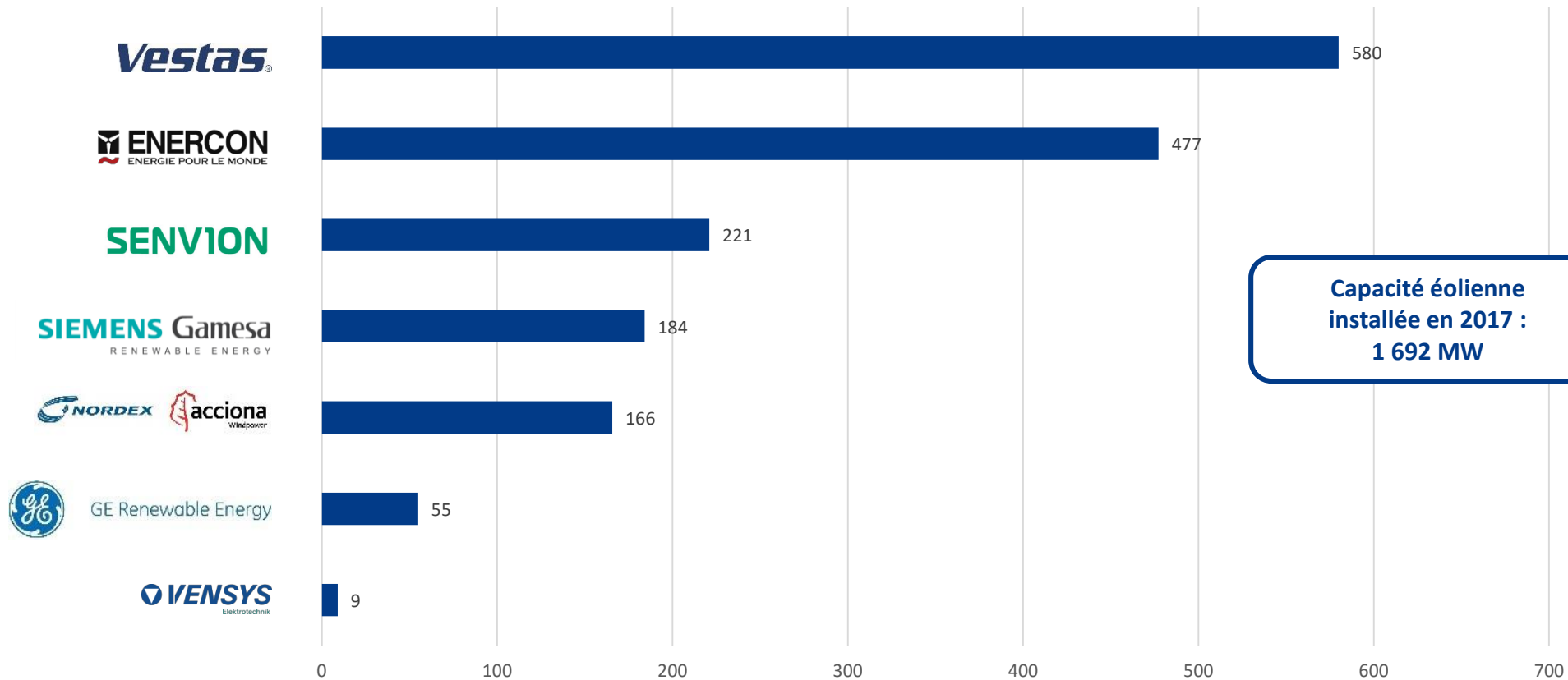
* Parcs CNR opérés par EnergieTEAM

LES EMPLOIS
LE MARCHÉ
LE FUTUR
FOCUS



Puissance annuelle installée par constructeur

MW installés par **constructeur**
sur l'année calendaire 2017 (arrondis à l'unité)



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS





Bilan du marché de l'éolien

Des régions françaises dynamiques

Les capacités éoliennes sont réparties sur l'ensemble du territoire français, **avec 1 260 parcs comptant 7 370 éoliennes**, implantés dans l'ensemble des régions métropolitaines ainsi qu'en Outre-Mer.

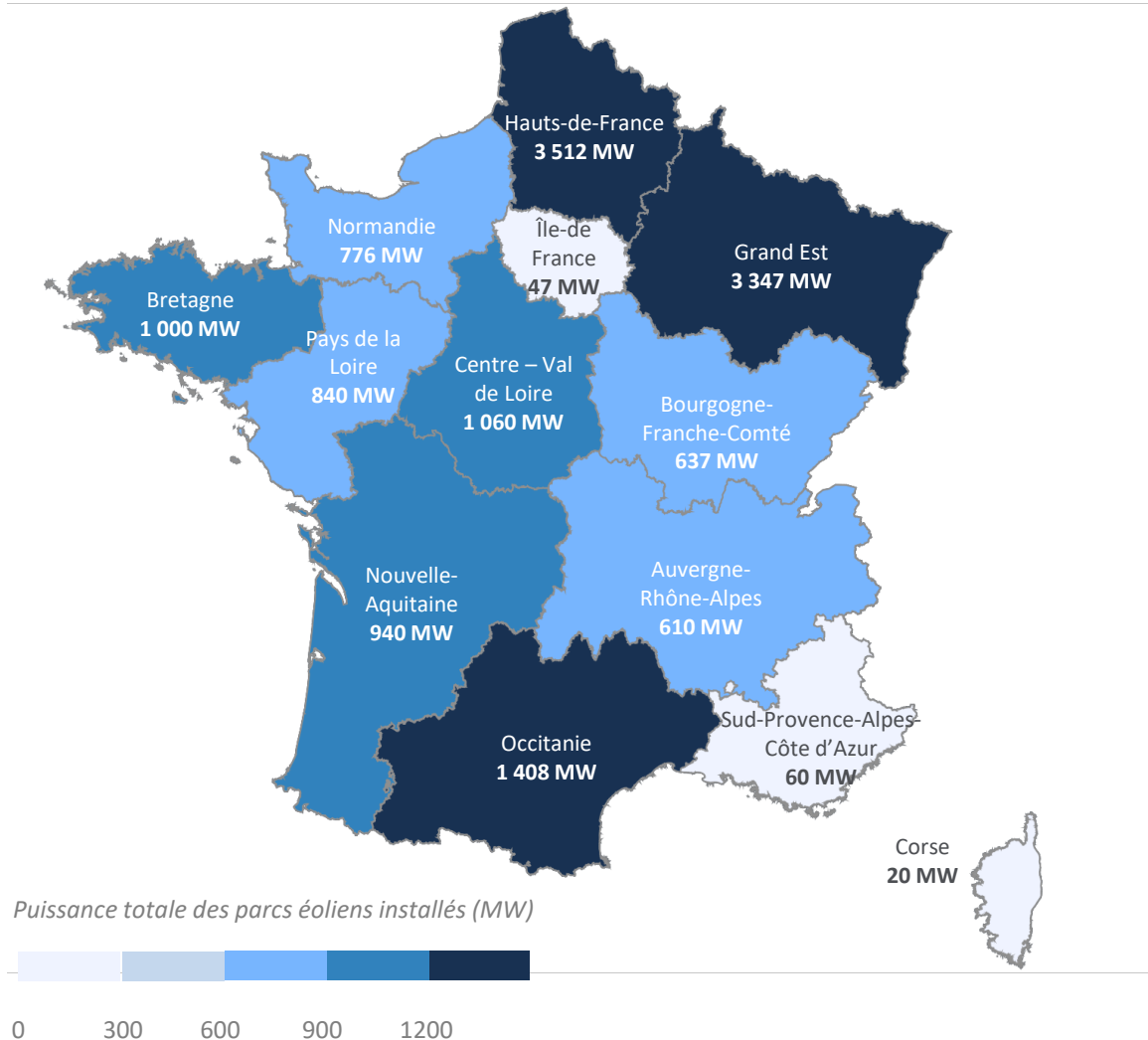
Trois régions ont installé plus de 200 MW sur 2017 : **les Hauts-de-France, le Grand Est et l'Occitanie**. Ces régions représentent plus de 60% des parcs installés en 2017.

Les Hauts-de-France et le Grand Est sont les premières régions éoliennes, avec des parcs éoliens cumulés de plus de 3 GW et comptant respectivement 279 et 241 parcs éoliens.





Répartition des capacités éoliennes par région à mi-2018



	Région	Puissance à mi-2018 (MW)	Puissance à mi-2017 (MW)	Puissance Installée entre mi-2017 et mi-2018 (MW)
1	Hauts-de-France	3 512	2 846	666
2	Grand Est	3 347	3 074	273
3	Occitanie	1 408	1 227	181
4	Centre-Val de Loire	1 060	989	70
5	Bretagne	1 000	925	75
6	Nouvelle-Aquitaine	940	760	179
7	Pays de la Loire	840	743	96
8	Normandie	776	680	96
9	Bourgogne et Franche-Comté	637	588	49
10	Auvergne-Rhône-Alpes	610	512	98
11	Provence-Alpes-Côte d'Azur	60	60	0
12	Île-de-France	47	32	15
13	Corse	20	20	0
	Total	14 257	12 456	1 798

Hors DOM-TOM

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS

Source : FEE - 2018



Bilan du marché de l'éolien

L'Europe de l'éolien poursuit sa croissance, avec de fortes disparités selon les pays

Sur l'année 2017, la France est le troisième pays européen en termes d'installation de parcs éoliens avec 1 692 MW installés, soit une croissance annuelle historique, proche de l'année 2016 (1 561 MW).

L'année dernière, la France a cédé sa deuxième place au **Royaume-Uni** qui a significativement augmenté son parc éolien sur l'année (+ 4 270 MW en 2017). **L'Allemagne** reste en tête en termes d'installation de parcs éoliens avec une capacité annuelle installée de 6 581 MW en 2017.

80% de la capacité éolienne en Europe a été installée par ces trois pays en 2017 : l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France.

Fin 2017, la France demeure au quatrième rang européen par sa puissance éolienne totale installée, avec 13,8 GW, loin derrière l'Allemagne qui garde sa première place européenne avec un parc installé de 56,1 GW.

En Europe, la puissance éolienne installée totale à fin 2017 est de 168,7 GW dont 153 GW onshore et 15,8 GW offshore. L'éolien est la deuxième plus grande capacité installée de production d'électricité dans l'UE, devant le charbon et derrière le gaz naturel. Cette puissance installée a permis de produire 336 TWh d'électricité en 2017 et de couvrir **11,6%** des besoins totaux en électricité de l'Europe⁽¹⁾. En France, l'électricité éolienne couvrait déjà 4,97% de la consommation d'électricité française en 2017⁽²⁾.

(1) : Source : WindEurope, « Wind in Power : 2017: Annual combined onshore and offshore wind energy statistics », 2017

(2) : Source : www.rte-france.com/fr/eco2mix/chiffres-cles



Bilan du marché de l'éolien

Puissance installée (onshore et offshore) fin 2017 en Europe

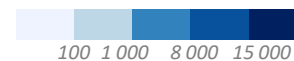


Zoom sur les 15 pays avec les plus grandes puissances installées fin 2017

	Pays	Puissance Installée 2016 (MW)	Puissance installée 2017 (MW)	Puissance à fin 2017 (MW)	Dont puissance offshore à fin 2017 (MW)
1	Allemagne	5 443	6 581	56 132	5 355
2	Espagne	49	96	23 170	5
3	Royaume-Uni	796	4270	18 872	6 835
4	France	1561	1 692	13 757	0
5	Italie	283	252	9 479	0
6	Suède	468	197	6 691	202
7	Pologne	682	41	5 848	0
8	Danemark	223	342	5 476	1266
9	Portugal	268	0	5 316	0
10	Pays-Bas	887	81	4 341	1 118
11	Irlande	255	426	3 127	25
12	Roumanie	48	5	3 029	0
13	Belgique	168	467	2 843	877
14	Autriche	228	196	2 828	0
15	Grèce	234	282	2 651	0

Légende :

Puissance totale des parcs éoliens installés – en MW



Variation de la puissance installée en 2017 – en %



Sources :
WindEurope - 2017

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Le marché de l'éolien

B. Des technologies poursuivant leur évolution





Revue de l'évolution technologique de l'industrie éolienne

Des technologies toujours plus performantes et un coût de l'énergie produite en baisse constante

Des évolutions technologiques ont notamment entraîné un quadruplement de la puissance des éoliennes depuis les années 2000, elles **permettent de diminuer de façon continue les coûts de production du MWh éolien et d'accéder à des sites présentant des gisements de vent plus faibles.**

Depuis les débuts de l'éolien en France, les caractéristiques techniques des éoliennes connaissent une progression technologique soutenue, bien que ces évolutions bénéficient plus tardivement au marché français du fait de cycles de développement des projets plus lents (7 ans en moyenne en France contre environ 3 en Allemagne) et d'un manque de flexibilité dans les autorisations de modification des machines.

Des éoliennes de plus en plus efficaces sont mises en service chaque année, par leur puissance individuelle (permettant des parcs plus réduits en nombre et une puissance installée plus importante par parc) comme par leur niveau technologique de plus en plus élevé. Les éoliennes des parcs français ont une puissance unitaire comprise entre 0,3 et 3,6 MW.

Grâce à l'évolution de ces technologies, le coût moyen de production de l'électricité éolienne onshore est en constante diminution depuis plus de 10 ans. Une évolution croissante (taille du mât/ diamètre du rotor) des technologies de turbines constitue un véritable **facteur supplémentaire de baisse du coût de l'énergie.**

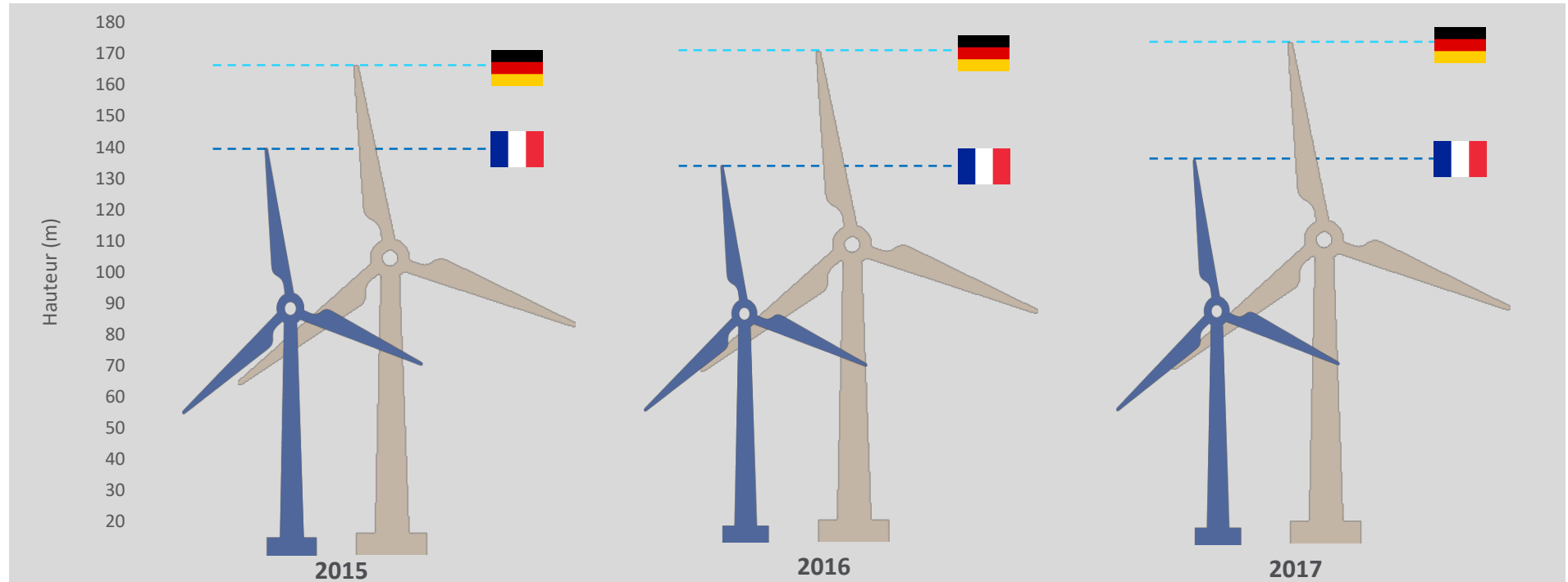
Un marché de l'optimisation de la production éolienne se met en place afin d'améliorer la performance des parcs et traite notamment les problématiques d'alignement des nacelles.



Revue de l'évolution technologique de l'industrie éolienne

Les éoliennes en France ont des rotors 11% plus petits que les éoliennes en Allemagne. L'installation d'éoliennes plus grandes permettrait de faire baisser le coût de cette énergie.

Comparaison des hauteurs moyennes des éoliennes installées entre 2015 et 2017 en France et en Allemagne



Sources :
FEE – 2017 Bundesnetzagentur 2017

	France			Allemagne		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Moyenne Hauteur nacelle (m)	90	87	87	121	119	120
Moyenne diamètre rotor (m)	97	94	96	94	105	107
Moyenne hauteur en bout de pale (m)	139	134	135	168	171	173

Légende :

 -- Hauteur moyenne bout-de-pale Allemagne (m)
 -- Hauteur moyenne bout-de-pale France (m)



Revue de l'évolution technologique de l'industrie éolienne

La persistance des rotors de petite taille est liée à des temps de développement deux fois supérieurs à la moyenne européenne

Turbines les plus installées à mi-2018 (cumul)

	Modèle	Constructeur	Puissance cumulée (MW)
1	V-90		1 590
2	MM-92		1 520
3	E-82		1 440
4	E-70		1 370
5	V-100		860
6	N-90		840
7	N-100		610
8	MM-82		590
9	G-90		420
10	V-112		360

Turbines les plus installées entre début 2016 et mi-2018

	Modèle	Constructeur	Puissance cumulée (MW)
1	E-82		450
2	V-100		370
3	MM-92		270
4	E-70		250
5	E-92		240
6	V-90		220
7	N-100		220
8	V-112		200
9	V-110		170
10	N-117		160

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS





Revue de l'évolution technologique de l'industrie éolienne

L'éolien représente une part importante de la production électrique en France

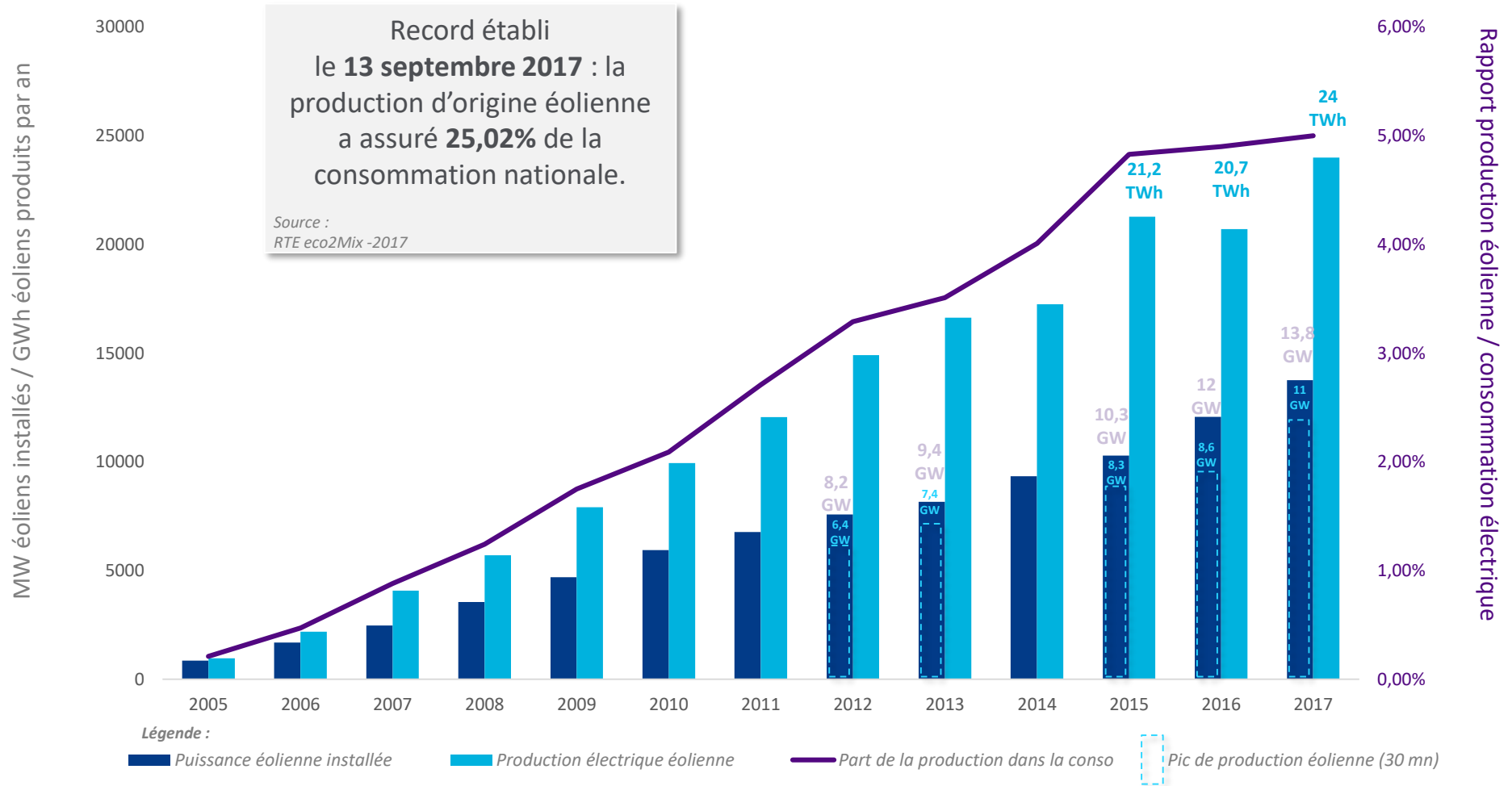
L'éolien constitue une part toujours plus importante du mix énergétique français : tirée par la croissance du parc et les évolutions technologiques, la production électrique d'origine éolienne est en progression constante en France et apporte chaque année sa contribution dans le mix énergétique du pays. Ces nouvelles capacités installées **sécurisent les marges d'approvisionnement en électricité de la France jusqu'en 2020**, permettant à la France de faire face aux variabilités saisonnières d'offre et de demande ainsi qu'aux mises à l'arrêt des centrales de production (+1 000 MW / an jusqu'en 2020 pour l'éolien terrestre et les premières capacités éoliennes offshore installées à partir de 2019 selon RTE).

La **production éolienne a atteint 24 TWh d'énergie renouvelable au cours de l'année 2017 et a représenté 5 % de la consommation électrique française**. Cette hausse de la production est largement corrélée aux nouvelles éoliennes raccordées.

Les facteurs de charge de l'éolien en France étant à peu près constants sur les 5 dernières années, l'augmentation de la puissance éolienne installée en France implique l'augmentation du taux de couverture de la consommation électrique française par l'électricité d'origine éolienne.



Evolution historique de la production éolienne française





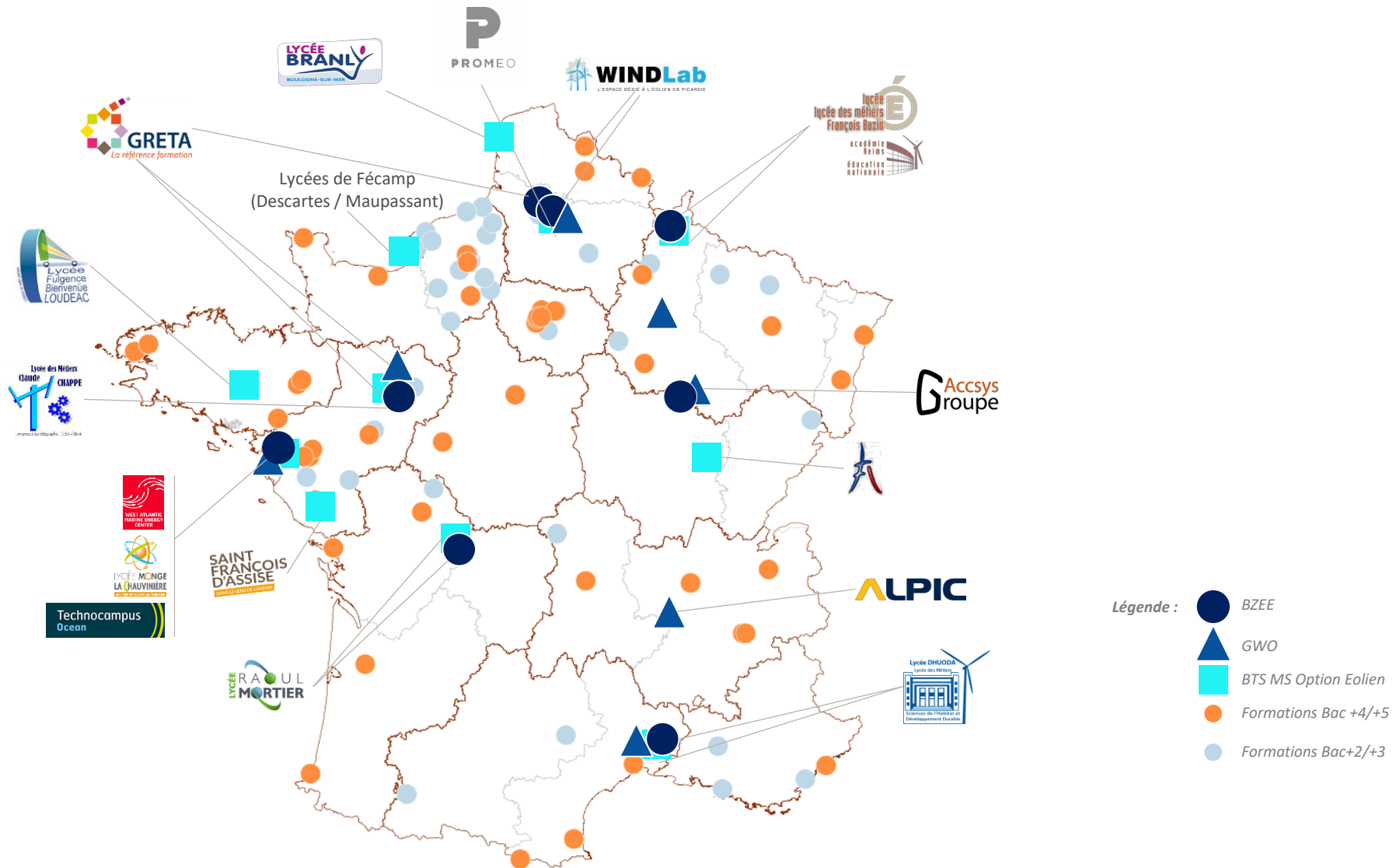
Le futur de l'éolien

A. Des formations adaptées aux exigences de la filière éolienne





Les formations de l'éolien en France



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Les formations de l'éolien

Des formations englobant tous les aspects métier du secteur éolien



**Partenariats
industriels**

Des industriels et des bureaux d'études sont aujourd'hui impliqués dans le processus de formation et mettent en place des partenariats clés avec les lycées, les universités et les centres de formation. Ces industriels participent au financement de la formation et offrent des opportunités de stage, débouchant souvent sur un CDI.



**Formations
axées éolien**

Les formations certifiantes internationales (BZEE et GWO) sont fortement valorisées par les entreprises de développement et d'exploitation de parcs éoliens. Ces formations peuvent être notamment suivies après le bac en Licence professionnelle, BTS ou DUT, mais également dans le cadre de la formation continue.



**Formations
pour chaque
niveau**

Les formations propres à l'éolien sont présentes à tous les niveaux, du bac professionnel à l'école d'ingénieurs. Elles confirment le besoin de ressources expertes et formées en conséquence pour développer la filière.



**Réparties sur
le territoire**

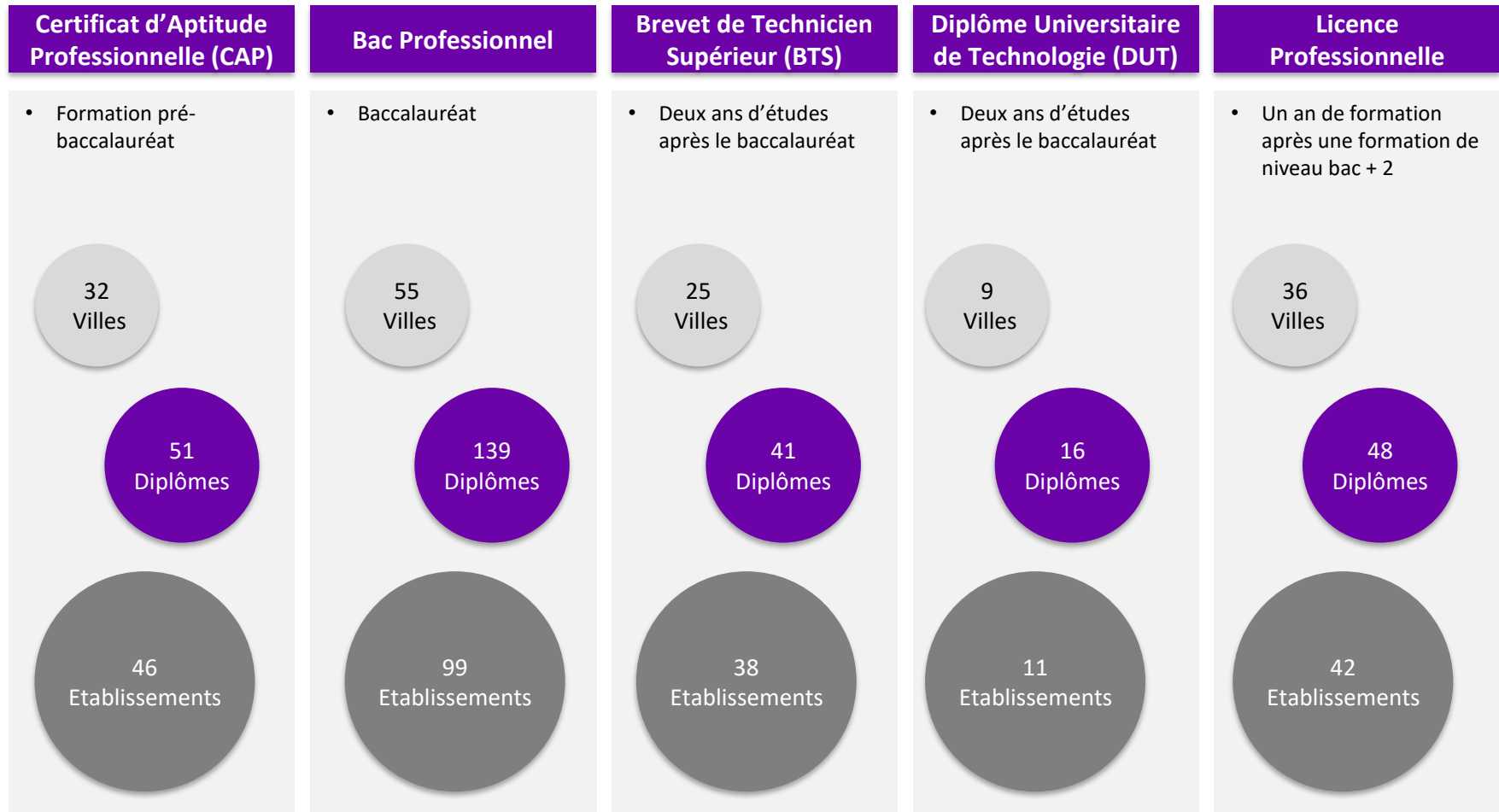
Ces formations sont fortement parrainées par les régions développant une production éolienne. Les centres de formation sont donc principalement localisés près des parcs de production.

Le site internet de la FEE regroupe une grande partie des offres d'emplois dans le secteur éolien : fee.asso.fr ou Emploi-Environnement.com



Les formations de l'éolien

Des formations spécialisées, allant du CAP jusqu'à la licence professionnelle



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

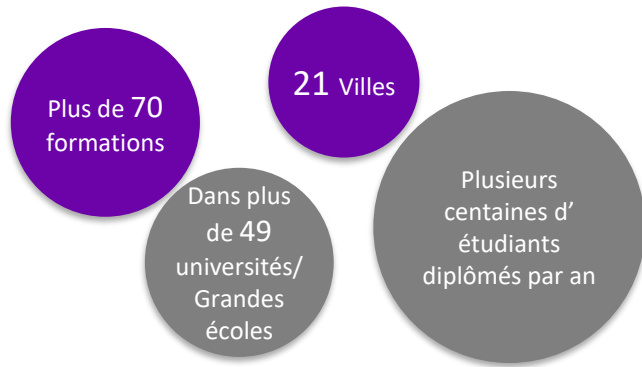
FOCUS



Les formations de l'éolien

Les formations de l'enseignement supérieur (bac + 4 et au-delà) étoffent leurs modules métiers

Sur le territoire français, on compte aujourd'hui :



Exemples d'Universités ou Grandes Ecoles



Zoom sur deux exemples de masters spécialisés en Energies Renouvelables sur le territoire français



Mastère Spécialisé Expert en projets et production énergies renouvelables

Modules clés

Energie et environnement, ENR et maîtrise de l'énergie, technologies mises en œuvre, conception des systèmes à sources d'énergies renouvelables (YSER)

Partenaires



Débouchés

Développement / gestion de projet renouvelable, bureaux d'études, etc.



Mastère spécialisé Energies Marines Renouvelables

Modules clés

Ingénierie des systèmes, ressources marines, aspects juridiques, économiques et environnementaux.

Partenaires



Débouchés

Développement / gestion de projet renouvelable, bureaux d'études, etc.



Les formations de l'éolien

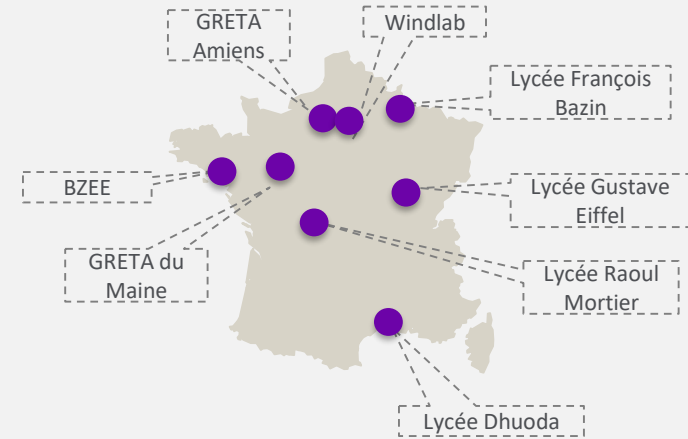
Deux formations internationales certifiantes présentes en France



Certificat « Technicien de maintenance des systèmes éoliens »

- Formations complémentaires en **techniques de maintenance** des éoliennes et **des mesures de sécurité**
- En formation continue ou en apprentissage de durée entre **6 à 9 mois**
- 4 de ces centres de formation proposent également des modules du GWO
- Plus de 320 élèves formés et certifiés BZEE en 2016 en France, obtenant le certificat de technicien de maintenance des systèmes éoliens ou bien le certificat BZEE d'aptitude au travail en hauteur

Modules clés : opération offshore, technologie éolienne, mécanique et électronique de la turbine, gestion des opérations...



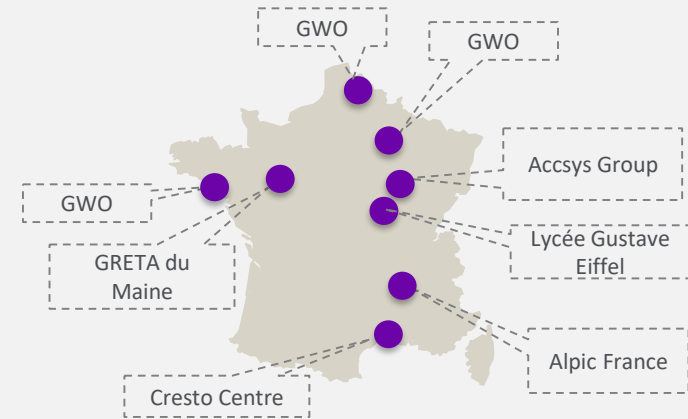
8 établissements agréés en France



Certificat « Basic Safety Training »

- Formation focalisée sur la sécurité
- 5 modules à valider (sur 7 jours)
- Globalement aujourd'hui 25 000 personnes en Europe sont certifiées pour 3 à 5 modules du GWO
- Depuis décembre 2015 le certificat BZEE intègre des modules du GWO, notamment sur la sécurité des interventions de maintenance.

Modules clés : premiers secours, manutention manuelle, sensibilisation aux incendies, travail en hauteur, survie en mer



8 établissements agréés en France



Les formations de l'éolien



Focus sur : les centres de formation ENERCON à Longueil-Sainte-Marie



Le centre international de formation à l'installation à Longueil-Sainte-Marie dans l'Oise, mis en place par ENERCON, est ouvert depuis janvier 2018.

Ce centre a nécessité environ 3,5 M d'euros d'investissement et dispose de 8 formateurs. 350 techniciens d'ENERCON du monde entier seront formés chaque année dans ce centre. Ce centre de formation propose deux principaux axes de formation : une formation en installation des mâts en béton, et une formation en montage et câblage des machines, nacelles, pales. Concernant la formation en installation de mâts en béton, le centre propose une formation en conditions réelles de terrain, une nouveauté en France.

Ces formations permettent à ceux qui en bénéficient de pouvoir accéder plus facilement à d'autres métiers. C'est le cas des techniciens de maintenance qui peuvent, par le biais de passerelles métiers, devenir coordinateurs techniques, techniciens experts, techniciens HSE ou encore techniciens qualité.

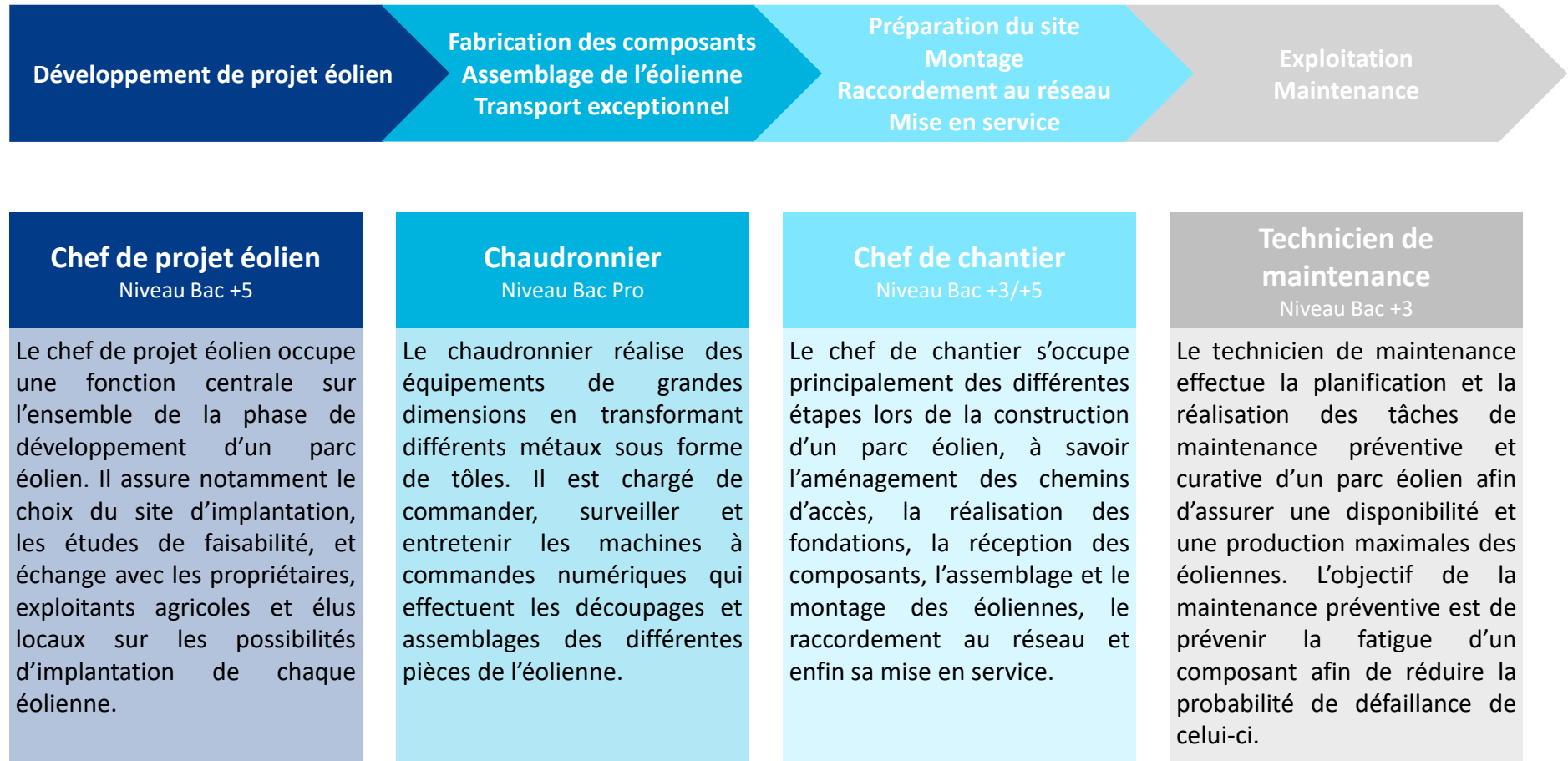
En septembre 2017, Enercon a ouvert un autre centre de formation dédié aux techniciens de maintenance, au Meux, dans l'Oise également. 600 personnes par an seront ainsi formées.

Ces ouvertures de centres de formation pour la filière éolienne en France, initiées par ENERCON, s'inscrivent dans la dynamique annoncée par la ministre du Travail, Muriel Pénicaud, dans le cadre du Plan d'Investissement dans les compétences. Elle prévoit, à partir de 2018, le lancement de 10 000 formations aux métiers verts.



Les formations de l'éolien

Exemples de métiers de l'éolien dans sa chaîne de valeur



LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

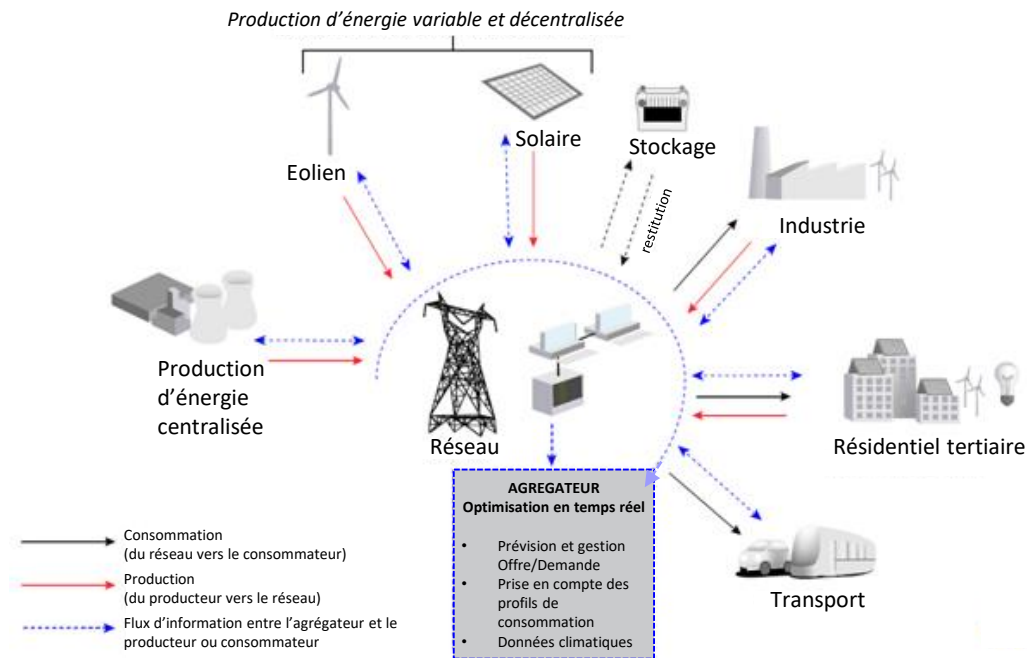
FOCUS



Les formations de l'éolien

Zoom sur : le métier d'agrégateur

Le métier d'agrégateur est un métier en développement, allant de pair avec la libéralisation du marché de l'électricité et le développement des énergies renouvelables. L'agrégateur cherche à **équilibrer l'offre et la demande** en électricité sur un réseau électrique à partir de centrales électriques complémentaires tels que les panneaux photovoltaïques, les centrales hydrauliques, le biogaz, et également les éoliennes. Il est donc un **intermédiaire** entre les producteurs d'électricité (injectant leur électricité sur le réseau) et le marché de l'électricité. Il permet de stabiliser les entrées et sorties de flux électriques sur le réseau, en temps réel.



L'agrégateur est également un **administrateur de flexibilité**, il œuvre aussi bien sur les fluctuations de production que sur les fluctuations de consommation. Afin d'optimiser son rôle de coordinateur, il doit pouvoir réunir la production de plusieurs centrales électriques (jouer sur la flexibilité d'une seule installation n'est pas suffisant). La plupart des agrégateurs utilisent leur propre outil appelé « **centrale virtuelle** » qui permet de collecter en temps réel des informations sur les centrales de leur portefeuille.

Source du schéma : Dalkia

Source : Commission de régulation de l'énergie



Le futur de l'éolien

B. Les technologies de demain se préparent sur tout le territoire





L'activité de Recherche & Développement

L'éolien offshore renforce l'effort de R&D, positionnant la filière française comme acteur clé dans un environnement international

Le développement de l'éolien offshore renforce les efforts de R&D des acteurs français sur des problématiques de conception de systèmes, permettant à ces derniers de viser les places de leaders, sur un périmètre international. Les activités de R&D Onshore se focalisent plutôt sur la performance des machines et les parcs.

Onshore



Des enjeux de performance dans l'exploitation et la maintenance des parcs éoliens

- Préviation du potentiel : Lidars (Léosphère), outils de simulations court-moyen terme (Météodyn, Mines ParisTech)
- Gestion des énergies variables et prédictibles (RTE, campus RTI du pole MEDEE...)
- Pertes aérodynamiques (Polytech Orléans)
- Interaction radars (ONERA)
- Augmentation de la taille des rotors et mâts (EOLIFT / INSA Rouen)

Offshore



Des enjeux de conquête de marchés en concevant les futurs systèmes éoliens (dont flottant)

- Association de compétences navales / oil&gas (GE, SIEMENS GAMESA, IDEOL, NAVAL Energies)
- Structures et conditions marines (Atlantique Offshore Energy, IFREMER, IFPEN, ECN...)
- Impact des fondations (Univ. du Havre, de Caen)
- Vieillessement des matériaux (IRT Jules Vernes...)
- Outils de simulation (IFPEN, CORIA...)
- Analyse des phénomènes couplés, nécessitants des moyens d'essais (bassins et souffleries, avec le projet VALEF de FEM...)

Illustration des thèmes de recherche

Les activités de R&D **rassemblent acteurs publics et privés autour de projets de recherche.**

En particulier, grâce au budget de 67Mds€ des Programmes d'Investissements d'Avenir (dont 57Mds€ sur la période 2010-2017 et 10 Mds€ pour le P.I.A. 3 initié en février 2017), dont une partie est dédiée à la transition énergétique, **l'ADEME constitue un catalyseur significatif pour dérisquer** les projets au stade de démonstrateurs en attribuant des fonds.

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



France
Energie
Eolienne

Source : Gouvernement.fr



L'activité de Recherche & Développement

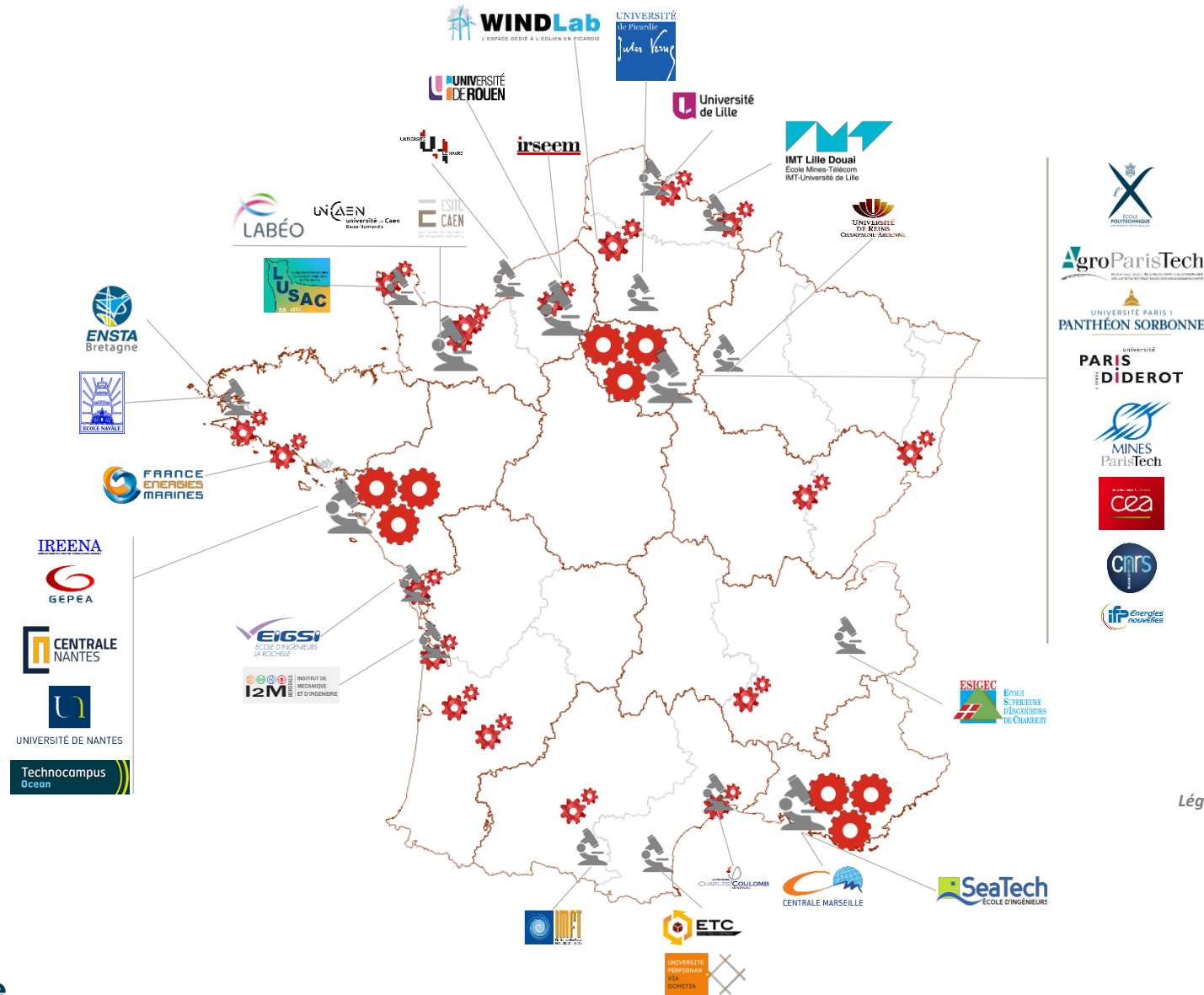
La dynamique de l'éolien favorise l'arrivée de nouveaux entrants, force d'innovation sur les marchés existants et futurs

Des entreprises allant de la start-up au grand groupe s'installent sur le marché de l'éolien, tant pour apporter de nouvelles solutions innovantes et variées que pour se positionner comme acteur majeur de la filière. L'appui sur du transfert de savoir-faire et de technologies est fréquent.

-  **CHOMARAT** Renforts composites pour la fabrication de pales / Technologies Aéronautiques
-  **cornis** Inspection et suivi du vieillissement des pales / Technologies Spatiales
-  **E&C** Conseil, études et expertise pour des centrales éoliennes performantes
-  **ideal** Développement de flotteurs pour le marché offshore
-  **ifp Energies nouvelles** Développement de technologies pour l'éolien flottant / Technologies Marines
-  **AKROCEAN** Mesure des profils de vitesse du vent par lidar / Technologies Aéronautiques
-  **NAVAL ENERGIES** Développement de solutions pour l'éolien flottant / Technologies Marines
-  **PDMA LEITWIND** Éoliennes à attaque directe et aimants permanents / Technologies Transport par Câble
-  **arianeGROUP** Développement de technologies radar / Technologies Aérospatiales
-  **ROLLIX** Développement de couronnes de pales et de tours
-  **CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE** Développement de sous-stations électriques / Technologies Marines



Cartographie des acteurs de la R&D



Légende :  Université ou Grande Ecole
 Acteur privé de la R&D

LES EMPLOIS
 LE MARCHÉ
 LE FUTUR
 FOCUS





Préparer les réseaux du futur

Le rôle spécifique des opérateurs de réseaux pour accueillir les ENR

Les pages suivantes ont été élaborées en collaboration avec Enedis, opérateur français de réseaux publics de distribution d'électricité et RTE, gestionnaire du réseau public de transport d'électricité.



Enedis et RTE sont engagés depuis plusieurs années dans une démarche d'adaptation profonde de leurs réseaux afin d'accueillir les nouvelles installations de production d'électricité dont l'éolien tout en garantissant la sécurité et la sûreté du système électrique.

Les opérateurs se mobilisent pour accueillir les énergies renouvelables dans le réseau actuel et investissent à long terme pour développer un réseau capable d'intégrer des quantités croissantes d'électricité renouvelable. D'ici à 2035, les réseaux électriques devront être capables d'accueillir 5 fois plus d'éolien et de solaire qu'aujourd'hui. Pour faire face à ce challenge, Enedis et RTE se mobilisent notamment autour de trois axes :

- Des **expérimentations** de terrain permettant de valider la viabilité technique et économique des infrastructures nécessaires à l'accueil des EnR (A)
- La **planification** pour anticiper l'accueil des EnR par les réseaux (B)
- L'**évolution** du cadre **réglementaire** (C)



Préparer les réseaux du futur

enedis



L'accueil des EnR se prépare à toutes les échelles des territoires

Enedis et RTE sont impliqués à tous les niveaux du territoire pour apporter leur expertise et favoriser l'accueil des EnR :

Local

- Une présence **au niveau local** afin de réaliser les travaux de raccordement, de favoriser le dialogue avec les collectivités et contribuer aux phases de concertation sur les projets ancrés localement .

Régional

- Une présence **au niveau régional** notamment dans l'élaboration des Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3R ENR) et leur mise en œuvre.

National

- Une présence **au niveau national** dans les réflexions menées par l'Etat et la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) sur l'accueil des EnR : au travers notamment de la concertation pour l'implémentation à l'échelle de la France des codes de réseaux européens et des groupes de travail autour de la Transition Énergétique.

Européen

- Une présence **au niveau européen** (interconnexions, codes réseaux, etc.) grâce à des contributions dans l'élaboration des directives européennes qui structurent l'arrivée des EnR dans les réseaux.

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Préparer les réseaux du futur

enedis



(A) Les opérateurs participent à différents projets pour accueillir les EnR dans le réseau actuel

RTE et Enedis se sont engagés depuis déjà plusieurs années dans une démarche d'adaptation profonde de leurs réseaux. L'objectif est d'accueillir les nouvelles installations de production d'électricité, qui se caractérisent par leur nombre, leur disparité de taille et de répartition, et une production variable pour ce qui concerne l'éolien et le solaire, tout en garantissant la sécurité et la sûreté du système électrique.

Les opérateurs des réseaux développent un ensemble de solutions intelligentes pour améliorer la performance du système électrique en facilitant l'intégration des EnR. Les solutions peuvent viser :

- Soit à faciliter l'insertion des EnR dans les réseaux de distribution et de transport (optimisation de l'utilisation des infrastructures existantes) ;
- Soit à densifier les échanges d'informations entre gestionnaires de réseaux et producteurs afin de valoriser la flexibilité que ces partenaires peuvent offrir pour la gestion des contraintes sur le réseau, les missions d'équilibrage et de sécurité d'approvisionnement.

Dans cette optique, Enedis et RTE participent à la construction et l'exploitation de démonstrateurs français comme Smart Grid Vendée ou Poste Intelligent, avec pour objectif de qualifier techniquement et économiquement la pertinence de ces nouvelles solutions (voir pages suivantes).

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Préparer les réseaux du futur

enedis



(A) Zoom sur : Du Poste Intelligent aux Postes de Nouvelle Génération

Poste Intelligent est un projet qui préfigure le réseau électrique de demain, au service de la transition énergétique. Ce projet permet, par l'apport de technologies numériques et optiques embarquées, d'optimiser les capacités du poste électrique, pièce maîtresse du réseau de transport d'électricité, afin de l'adapter au développement massif des énergies renouvelables. Les équipements mis en service durant ce projet ont permis de prouver la faisabilité du concept de poste électrique 100% numérique.

Eléments clés

- **Dates** : à partir de 2013
- **Budget** : 32M€, dont 9,7M€ financés par l'Etat dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA)
- **Lieu** : 2 postes électriques intelligents dans la Somme couvrant une zone d'action de 490km
- **Membres du consortium** : enedis Alcatel-Lucent



Ce concept de poste 100% numérique se concrétise aujourd'hui par l'industrialisation d'un nouveau type de poste électrique dit **Poste de Nouvelle Génération**. Le déploiement de ces 4 premiers postes électriques sur le réseau de transport se fera dans le cadre du projet SMILE des régions Bretagne et Pays de la Loire du plan Réseaux Electriques Intelligents.

Les Postes de Nouvelle Génération favoriseront l'accueil des énergies renouvelables en permettant d'en accueillir jusqu'à 30% supplémentaires à infrastructure équivalente. Le monitoring généralisé des équipements de ces postes permettra également une anticipation bien plus fine des éventuelles avaries.





Préparer les réseaux du futur

enedis



(A) Zoom sur : Le projet Smart Grid Vendée (SGV)

Le projet Smart Grid Vendée vise à expérimenter, à l'échelle de la Vendée, de nouvelles solutions pour gérer et moderniser la distribution de l'électricité à l'heure de la transition énergétique. Il s'agit de tester, à l'aide d'un démonstrateur, les nouveaux concepts associés à une **optimisation des réseaux publics de distribution**, concertée et partagée par l'ensemble des parties prenantes du système électrique. L'optimisation aux échelles régionale et locale nécessite une **coordination** renforcée en amont (planification, gestion prévisionnelle) et en temps réel **entre les acteurs**, basée sur de nouvelles interfaces numériques et des outils de conduite du réseau modernisés.

Les résultats attendus sont multiples :

- **Innovation** : développer et déployer des solutions technologiques et organisationnelles afin de permettre une meilleure insertion des EnR, l'adaptation du réseau de distribution au moindre coût et l'amélioration de la qualité de fourniture en électricité.
- **Economie** : définir, pour l'ensemble des acteurs du système électrique, les modèles d'affaires et de rémunérations associés à la gestion du système électrique local
- **Environnement** : assurer l'intégration territoriale et sociétale du projet, en mesurer l'impact sur le système électrique local et sur l'ensemble de la filière
- **Social** : créer une formation d'ingénieur Smart Grids, en apprentissage, au CNAM Pays de la Loire

Éléments clés

- **Dates** : 5 ans, 2013-2018
- **Budget** : 27,8 M€ dont 17M€ financés par Enedis et 500 k€ financés par RTE et 9,5M€ d'aides de l'Etat dans le cadre des PIA
- **Lieu** : Vendée
- **Membres du consortium** :



Source : smartgridvendee.com – Fiche de financement ADEME



Préparer les réseaux du futur



(A) Zoom sur : Les Offres de Raccordement Intelligentes (ORI) mises en œuvre dans le cadre de SGV

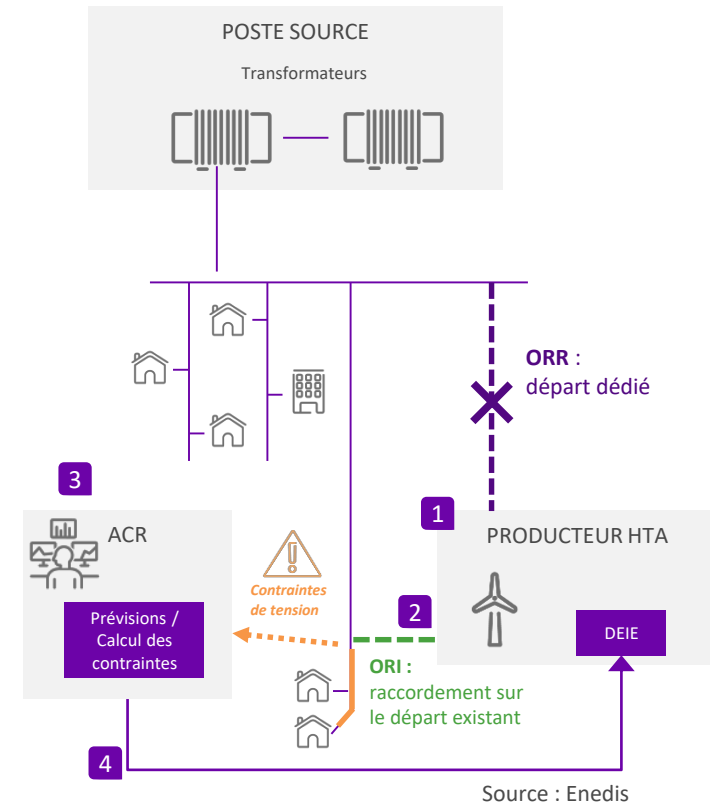
Le principe de fonctionnement est le suivant :

- 1 Un producteur HTA (Haute Tension A) fait **une demande de raccordement** au réseau à Enedis qui effectue une étude de réseau afin de déterminer **l'offre de raccordement de référence**, permettant l'injection de la totalité de la puissance de l'installation **en permanence**. Cette offre peut, dans certains cas, nécessiter la création d'un nouveau départ ou de renforcements sur le réseau HTA existant.
- 2 Sur demande du producteur, Enedis peut proposer une ORI, consistant en un **raccordement plus rapide et plus économique** (sur un départ existant), **en échange de la possibilité de limiter l'injection sur le réseau en cas de contrainte**.
- 3 En cas de contrainte estimée avant le temps réel, Enedis envoie au producteur ayant fait le choix de l'ORI **un ordre temporaire de limitation d'injection** via son Dispositif d'Echange d'Informations d'Exploitation (DEIE).
- 4

Les ORI assurent une économie d'investissement sur les ouvrages de réseau à mettre en œuvre (de l'ordre de 100 k€/MW raccordé). Elles permettent une réduction du délai de raccordement (de l'ordre de 7 à 10 mois).

Les ORI laissent aux producteurs la possibilité de revenir aux modalités de raccordement classique à tout moment s'ils le souhaitent (mise en œuvre de l'Opération de Raccordement de Référence - ORR).

Cette solution est proposée pour des raccordements garantissant un niveau élevé de puissance injectable en permanence ($P_{\text{garantie}} \geq 70\%$ de la Puissance de raccordement en injection). Elle concerne potentiellement un cinquième des demandes en HTA.





Préparer les réseaux du futur

enedis



(A) Les opérateurs investissent dans des projets à long terme pour développer un réseau capable d'intégrer des quantités croissantes d'EnR

Enedis et RTE consacrent des ressources toujours plus grandes pour concevoir une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités.

Ils s'impliquent dans des projets ambitieux de recherche à long terme comme les projets européens BEST PATHS et OSMOSE et nouent des liens étroits avec les parties prenantes des territoires et des partenaires variés (industriels, PME-PMI, start-up, universités et laboratoires) afin de collaborer à l'édification du réseau électrique du futur.

exans



Zoom sur le projet BEST PATHS

BEST PATHS est un projet de recherche qui se terminera en septembre 2018, financé dans le cadre du programme de recherche FP7 de l'UE. Au sein de ce projet, les travaux sur l'interopérabilité des stations de conversion HVDC, pilotés par RTE, ont livré des résultats inédits :

- Première preuve de l'existence de problèmes d'interopérabilité. Le taux d'occurrence de ces défauts a été estimé à 15%.
- Première résolution de problèmes d'interopérabilité, avec une méthodologie garantissant la confidentialité des données et techniques propres à chaque constructeur.

Dates : 48 mois, octobre 2014 – septembre 2018

Budget : 62,8 millions d'euros dont 35,5 millions d'euros de fonds européens H2020

Membres du consortium : 39 partenaires issus de 11 pays dont la France

Budgets R&D en lien avec la transition énergétique :

- **RTE :** 45 M€ sur les 140 M€ du Turpe 5 entre 2017 et 2020
- **Enedis :** 57M€ sur 168M€ de budget R&D entre 2017 et 2020

Partenariats – les nouveautés :

RTE :

- Adhésion à **France Energies Marines** et à l'initiative **Bits&Watts** de l'université de Stanford
- Partenariat autour de la biodiversité avec le **Museum d'Histoire Naturelle** avec lequel RTE mène le projet SPECIES (Submarine Power Cables Interactions with Environment and associated surveys)

ENEDIS :

- **Nouveau partenariat avec INSA Lyon** sur la thématique des **Smart Grids**
- **Partenariat renouvelé avec Grenoble INP** (laboratoires ENSE3 et LIG), notamment autour de projets directement tournés vers **l'intégration de la production décentralisée**

Source : bestpaths-project.eu



Préparer les réseaux du futur

(A) Zoom sur : le projet OSMOSE



OSMOSE



C'est l'appel à projet Low Carbon Electricity du programme européen de recherche H2020, qui est à l'origine du lancement d'OSMOSE. Ce dernier porte sur la "Démonstration de l'intégration du système énergétique avec des technologies de **réseau intelligent** de **transmission** et de **stockage** avec une part croissante d'ENR". OSMOSE vise à anticiper les besoins de flexibilité pour l'intégration **croissante** d'énergies renouvelables sur les réseaux.

Il s'agit d'une **approche globale** considérant l'ensemble des **besoins en flexibilité** (équilibrer l'offre et la demande sur les marchés de l'énergie, optimiser les services systèmes existants et futurs et permettre la gestion dynamique du réseau) et des **sources de flexibilité** (notamment stockage, gestion de la demande, flexibilité des ENR). Cette approche permet ensuite de faire émerger les points **convergents** des différentes solutions, par exemple de déterminer le meilleur emplacement du réseau où installer une capacité de stockage afin d'optimiser son coût et son efficacité.

RTE est leader de ce projet européen et responsable du lot visant à la mise en place d'un **démonstrateur de batteries** permettant d'expérimenter la fourniture de plusieurs types de services avec la même installation.

Cette installation testera, en conditions réelles, les régulations définies par le projet européen **MIGRATE**. Ce projet étudie l'impact, sur le fonctionnement dynamique du réseau, de **l'insertion** massive des énergies renouvelables raccordées au travers de **l'électronique de puissance**. Le démonstrateur testera la mise en place de technologies de **stockage** multiservice en plus du service de **synchronisation** comme l'équilibre offre demande, la gestion de la fréquence et des congestions. Le multiservice permettra de mieux rentabiliser les solutions de stockage.

Éléments clés

- **Dates** : 4 ans, à compter de 2018
- **Budget** : 28 millions d'euros
- **Membres du consortium** : 33 partenaires issus de 9 pays et comportant des gestionnaires de transport européens, des producteurs d'électricité, des équipementiers-intégrateurs généralistes, des équipementiers-intégrateurs spécialistes en stockage électrochimique et en électronique de puissance, des informaticiens, des fournisseurs de services énergétiques, des sociétés de conseil et logiciels et des centres de recherche et universités



Préparer les réseaux du futur

(B) Les opérateurs de réseaux sont impliqués dans la planification de l'accueil des EnR

Le développement du réseau de transport se fait sur la base d'études technico-économiques, à différents horizons de temps. Pour réaliser ces études, il est nécessaire d'avoir une vision prospective de l'évolution des grands déterminants pour le réseau : la consommation d'électricité, le mix énergétique français, avec en particulier le développement de la production d'énergies renouvelables et les échanges internationaux.

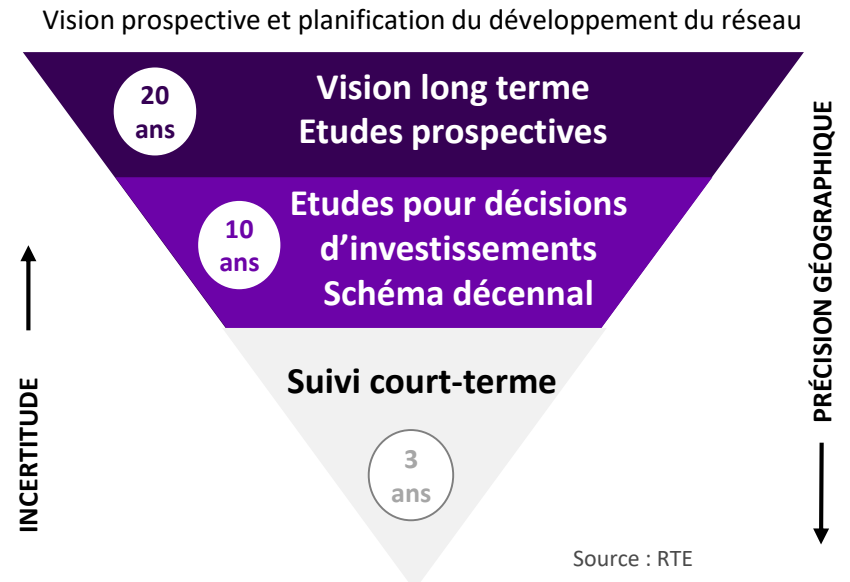
La vision prospective est ensuite affinée au fur et à mesure des études plus approfondies menées sur les projets, en prenant en compte des hypothèses de plus en plus précises sur l'évolution des déterminants.

L'ensemble de ces études s'appuie sur les exercices de la Programmation pluriannuelle de l'énergie, le Bilan prévisionnel, les Schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR) le plan décennal de développement du réseau européen (TYNDP) et le Schéma décennal de développement du réseau (SDDR).

Le Bilan prévisionnel de RTE est une étude approfondie de l'évolution de la production et de la consommation d'électricité et des solutions permettant d'en assurer l'équilibre, selon plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique.

Le Schéma décennal de développement du réseau établi par RTE est un document qui englobe et synthétise les visions court-terme, moyen-terme et long-terme de l'évolution du réseau de transport français (voir pages suivantes).

Enfin, les **S3REnR** permettent d'identifier et d'anticiper les besoins sur le réseau pour accueillir les ambitions de développement EnR définies par les régions, via les futurs SRADDET, à un horizon de 10 ans (voir pages suivantes).





Préparer les réseaux du futur

(B) Zoom sur : le schéma décennal de développement du réseau (SDDR)

Le SDDR est une mission confiée à RTE par la loi depuis 2011.

Le SDDR éclaire les diverses parties prenantes sur les conséquences techniques, économiques et environnementales de l'évolution du réseau électrique, selon différents scénarios de politiques énergétiques. Il donne une vision de l'évolution du réseau de transport français à différents horizons :

- **à 3 ans** : il répertorie les investissements déjà décidés ainsi que les nouveaux investissements qui doivent être réalisés dans les trois ans
- **à 10 ans** : il mentionne les principales infrastructures de transport qui doivent être construites ou modifiées, en fournissant un calendrier de tous les projets d'investissements
- **à long terme** : il fournit une vision stratégique de l'évolution du réseau jusqu'à 2035, en cohérence avec le Bilan Prévisionnel, en évaluant les impacts économiques et environnementaux des différents scénarios

RTE a souhaité associer de manière élargie les parties prenantes à l'élaboration du schéma 2018 portant sur la période de 2020 à 2035, via une consultation formelle au mois de mai 2018. Dans ce cadre, RTE a invité les parties prenantes à engager une réflexion sur l'anticipation des travaux des S3REnR à l'occasion d'un Groupe de Travail au sein du Comité des Utilisateurs du Réseau de Transport d'Electricité. Les conclusions de ce Groupe de Travail seront intégrées au SDDR 2018.



Préparer les réseaux du futur

enedis



(B) Zoom sur : les S3REnR

Les S3REnR, institués par la loi « Grenelle II », sont des outils de planification des réseaux élaborés par RTE, avec l'appui des gestionnaires de réseaux de distribution, dont Enedis. Ils permettent d'anticiper les besoins en capacités d'accueil sur le réseau réservées aux énergies renouvelables et optimisent les évolutions des réseaux électriques en conséquence. Les S3REnR ont un triple enjeu : offrir une **visibilité** à moyen terme sur les capacités d'accueil des réseaux (d'ici 2020 pour les schémas en vigueur); **optimiser et anticiper** les développements nécessaires sur 10 ans et **mutualiser** les coûts entre producteurs pour ne pas faire porter l'ensemble des coûts d'infrastructures aux premiers projets EnR.

Les S3REnR entrent dans une nouvelle phase d'élaboration avec l'entrée en vigueur, d'ici mi-2019, des **Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires**. Ces SRADDET fixeront les objectifs régionaux de développement EnR à moyen et long termes. Dès leur approbation, chaque S3REnR devra faire l'objet d'une révision afin de prendre en compte ces nouveaux objectifs.

RTE collabore d'ores et déjà avec les territoires pour préparer l'élaboration de ces nouveaux schémas, en particulier sur les régions les plus dynamiques en matière de développement EnR.

Dans certaines régions, des saturations locales du réseau apparaissent et conduisent à l'adaptation des schémas en vigueur dans l'attente des révisions.

Chiffres clés 2017

- L'ensemble des 21 schémas est en vigueur
- Rappel du cumul des ambitions EnR SRCAE retenues (hors hydraulique historique) : **48,2 GW**
- Cumul des capacités d'accueil des EnR : **27,4 GW**

Montant total des investissements pour l'accueil des EnR dans les S3REnR à fin 2017 :

- Enedis : 100 M€ dépensés à fin 2017 en créations d'ouvrages et 20 M€ en renforcement
- RTE : 57 M€ pour les créations d'ouvrages et 62 M€ pour les travaux sur le réseau existant



Préparer les réseaux du futur

Rte

(C) Les opérateurs contribuent à l'évolution du cadre réglementaire de l'éolien en mer français

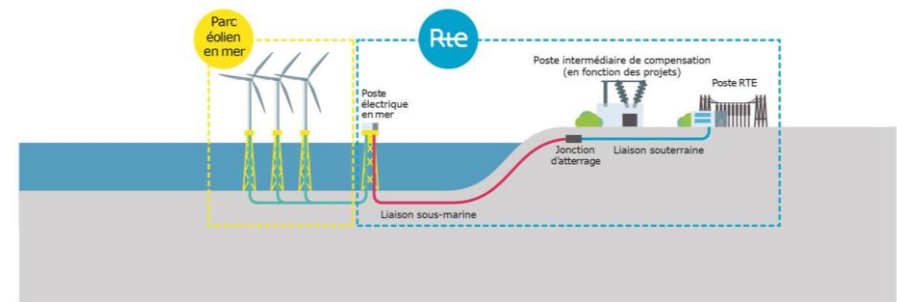
En France, un nouveau cadre législatif et réglementaire a été défini dans l'objectif d'accélérer le développement des projets éoliens en mer et de réduire les coûts associés. Il est inspiré du modèle appliqué en mer du Nord.

Le corpus juridique évolue pour intégrer de nouvelles mesures d'**anticipation**, de **simplification** et de **dérisquage** des projets dans l'intérêt de la collectivité, parmi lesquelles :

- Une procédure dite de « dialogue concurrentiel » qui simplifie la passation des marchés
- Le raccordement financé par RTE et couvert par le tarif d'électricité
- Une indemnisation des retards du raccordement et des avaries en exploitation
- Un permis enveloppe pour gagner en flexibilité et éviter de multiples recours avant le lancement des appels d'offres (projet en cours)
- Une planification spatiale maritime incluant le raccordement des futurs parcs éoliens en mer (projet en cours)

RTE se positionne au service d'un **développement ambitieux des énergies marines renouvelables** via :

- La mutualisation du réseau public de transport en mer pour baisser les coûts
- La réduction des impacts socio-économiques et environnementaux des ouvrages



Source : RTE

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS



Préparer les réseaux du futur

enedis



(C) A l'échelle européenne, les codes de réseaux s'appliquent également au raccordement des EnR aux réseaux

Issus du troisième paquet climat-énergie¹, les **codes de réseaux (ou « grids codes »)** constituent l'architecture légale et réglementaire de l'intégration européenne des marchés et des réseaux électriques. Véritables vecteurs de l'harmonisation des règles en Europe, ils se divisent en trois grandes familles : les codes « **marché** », les codes « **raccordement** » et les codes « **exploitation** ».

Focus sur le Code RfG (Requirement for Generators)

Le code RfG définit notamment les prescriptions techniques applicables pour le **raccordement** des **unités de production**, dont l'éolien fait partie. Les unités de production significatives sont classées en différentes catégories selon leurs caractéristiques. Pour chaque catégorie, des exigences **générales** et des exigences **spécifiques** (selon la technologie de l'unité) sont définies. Ces prescriptions différenciées appliquent les principes de proportionnalité, de transparence et de non-discrimination.

Illustration

Ce code généralisera l'apport de l'éolien à la stabilité en fréquence et en tension, grâce aux performances déjà proposées par les constructeurs.

Le saviez vous ?

- Le code RfG est entré en vigueur le 17 mai 2016
- Une concertation a été réalisée avec l'ensemble des gestionnaires de réseau et producteurs pour le décliner
- Le code RfG entrera en application le 27 avril 2019

¹ Clean Energy for all Europeans ou Winter package : ensemble de mesures législatives réglementaires présentées le 30/11/2016 par la commission européenne



Préparer les réseaux du futur

enedis



(C) Vers une union de l'énergie

Le projet de Paquet législatif européen « Energie Propre », actuellement en discussion, pourrait entraîner des ajustements importants de **mécanismes de marché** et des règles de gestion des système électriques (codes de réseaux), dans l'objectif **d'adapter** ces mécanismes et ces règles aux mutations profondes de la **transition énergétique**. Une conséquence logique est la **responsabilisation accrue des RE** dans le contexte d'une augmentation rapide de la part des ENR dans les mix énergétiques des Etats-membres, ces productions ayant vocation à participer plus directement au marché de l'électricité et à contribuer à l'équilibre offre/demande.

En France, l'ordonnance n° 2016-1059 du 3 août 2016 relative à la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables a anticipé cette problématique. Cette ordonnance clarifie les interfaces entre les producteurs, RTE et les GRD et illustre parfaitement ces évolutions.

Elle a notamment prévu des **échanges accrus** entre les **producteurs** et le **gestionnaire de réseau** auquel il sont raccordés puis une interface renforcée entre les différents **gestionnaires de réseau** d'électricité pour permettre un fonctionnement optimal du système électrique, tout en assurant la sécurité d'exploitation des réseaux dans ses dimensions locales et nationales.

Il est en effet primordial que les échanges d'information permettent d'anticiper les effets des productions, que ce soit en marche normale ou suite à activation d'une flexibilité à la hausse ou à la baisse, pour maintenir l'équilibre des flux et le fonctionnement optimal du système électrique, en articulant les différentes mailles locale, régionale et nationale.

LES EMPLOIS

LE MARCHÉ

LE FUTUR

FOCUS





Le futur de l'éolien : le stockage

Un contexte favorable au développement des moyens de stockage dans le monde

L'électricité est une énergie difficilement stockable à **grande échelle**. En effet, seuls les barrages hydroélectriques et le stockage hydrogène le permettent actuellement. L'intégration croissante des systèmes de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables demande de pouvoir garantir **l'équilibre entre offre et demande** de l'énergie. Ainsi, ce fort développement des technologies de stockage s'inscrit dans un contexte de développement **favorable** :

- Des **objectifs ambitieux** en matière d'intégration des énergies renouvelables (notamment en France mais aussi dans le monde).
- Des **avancées technologiques** significatives dans le domaine des matériaux et technologies pour les batteries, l'électronique de puissance et les technologies de l'information et de la communication.
- Des **secteurs industriels**, tels que ceux des transports terrestres et du bâtiment, engagés vers de nouvelles voies technologiques (véhicules électriques et hybrides, bâtiments à énergie positive...), ont des besoins significatifs en matière de stockage.
- Les **règles institutionnelles actuelles** qui recherchent une valorisation maximale de l'énergie produite (avec notamment l'arrivée des agrégateurs).



Le futur de l'éolien : le stockage

Les enjeux du stockage dans l'éolien

Les méthodes de stockage sont vouées à répondre à des enjeux majeurs dans le contexte d'un fort développement des énergies renouvelables. Aussi, les **enjeux du stockage** dans l'intégration des EnR, notamment de l'éolien, sont multiples :

Environnementaux : l'analyse de cycle de vie des systèmes de stockage (de la conception à la gestion de la fin de vie) permet de garantir un respect des normes environnementales des systèmes de stockage tout au long de leur cycle de vie ainsi qu'une réduction des émissions de CO2 en mettant fin aux centrales de pointe.

Valorisation économique du dispositif de stockage : les caractéristiques techniques des dispositifs de stockage peuvent s'adapter à plusieurs pistes de valorisation énergétique et économique. Les systèmes de stockage permettant de contribuer simultanément au lissage de la production électrique, à l'optimisation du programme de production, au réglage de la fréquence et de la tension du réseau et à l'équilibre entre l'offre et la demande de l'énergie.

Sécurité : sécurisation de l'alimentation et de l'approvisionnement aux réseaux.

Développement industriel : favoriser le développement de procédés d'industrialisation pour le déploiement des dispositifs de stockage sur le marché.

Mise en place d'un **cadre institutionnel et régulateur** dans le réseau : plusieurs utilisateurs d'une même installation de stockage.



Le futur de l'éolien : le stockage

Les technologies existantes

Il existe plusieurs technologies de stockage dont les principales sont les suivantes :

Mécanique : Il s'agit principalement des STEP (Stations de Transfert d'Énergie par Pompage). En France, cette technologie est à l'heure actuelle la technologie la plus utilisée et la plus mature. L'eau est pompée dans un bassin en hauteur lorsque la consommation est inférieure à la production et est déversée pendant les périodes de forte consommation. L'énergie électrique est donc convertie en énergie potentielle (phase de stockage) puis reconvertie en énergie électrique (restitution de l'énergie). Le rendement de ce type d'installation est proche de 80%. Cependant, l'utilisation de ce moyen de stockage nécessite une zone de relief et requiert des installations de renforcement des lignes de transport d'électricité, ce qui ne facilite pas sa mise en application. Il existe également d'autres moyens de stockage mécanique, comme le volant d'inertie, utilisant l'énergie cinétique de rotation, ou encore le CAES (Compressed Air Electricity Storage), stockant l'énergie sous forme d'air comprimée.

Grâce à ses **1800 MW de stockage**, la centrale la plus puissante de France, et également la plus puissante d'Europe, est **la centrale de Grand'Maison** située en Isère. Cette centrale dispose d'un réservoir de 137 millions de m³ répartis sur plus de 219 ha.



Copyright © Patrick de Gaudemar

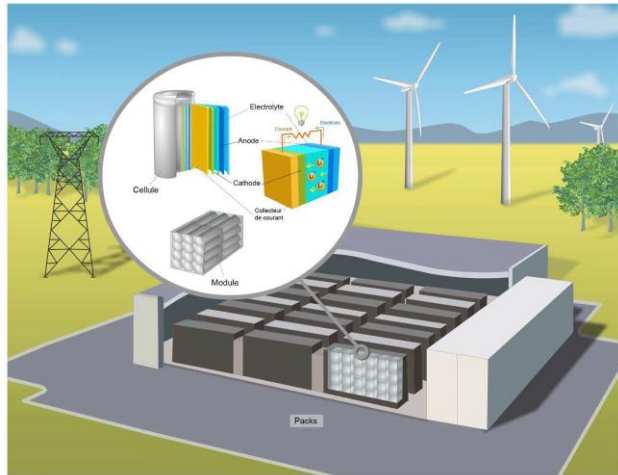


Le futur de l'éolien : le stockage

Les technologies existantes

Electrochimique et Electrostatique : Il s'agit notamment des batteries ou des super-condensateurs (comme les batteries Lithium-Ion ou Sodium-Soufre) qui facilitent le stockage de court terme. Pour l'éolien, ce type de batterie est envisageable à petite échelle. A cet égard, nous pouvons citer, à titre d'exemple, le parc de batteries de Tesla en Australie.

Batterie Lithium-Ion pour stockage d'électricité éolienne



Stockage sous forme d'hydrogène



Chimique : Ce type de solution, comme la conversion de l'électricité en hydrogène, se réalise par électrolyse. L'électricité produite en surplus est utilisée pour séparer des molécules d'eau en hydrogène et oxygène. L'hydrogène obtenu, converti en méthane (ou non), est stockable sur de longues durées. Cette technique a l'avantage de pouvoir valoriser l'hydrogène obtenu, notamment dans les réseaux de gaz naturel, dans les véhicules à hydrogène, industries, ou reconversion en électricité via une pile à combustible.



Le futur de l'éolien : le stockage

Les projets mis en place



ARES (2010) : Système de stockage basé sur la gravité. Des wagons montés sur rail montent une pente en phase de chargement et la descendent en phase de déchargement. La capacité de ce système varie entre 200 MWh pour les petites installations à 24 GWh pour les plus grandes.



VENTEEA (2013) : Batterie Li-Ion (de 12,2m) d'une capacité de 1 MWh.



ECOSWING (2015) : Prototype de génératrice supraconductrice pour l'éolien.



Energiepark Mainz (2015) : Stockage par H2 d'une capacité de 33 MWh qui est soit utilisé tel quel, soit de nouveau injecté en électricité sur le réseau.



BeeBryte (2016) : Batterie intelligente destinée aux abonnés du réseau électrique qui a pour but de lui réduire sa facture d'électricité.



Parc éolien de Marie-Galante (2016) avec Batterie Li-Ion du constructeur Saft, d'une capacité de 460 kWh.

FluidSTORY (2016) : Transformation du surplus d'électricité en méthane en souterrain puis restitution en électricité en temps voulu.



Malta (2017) : Système de stockage à base de sel et d'antigel (à l'étude).



ENGIE Energy Storage Park (2017) : Développement d'un site de stockage multi-technologies de 20 MW en Belgique.



Bulgana Green Power Hub (2018) : Parc éolien de 204 MW et capacité de stockage de 34 MWh en Australie.



Le futur de l'éolien : le stockage

Les priorités de recherche

De nombreuses pistes de recherche sont identifiées afin de développer une technologie réunissant le plus de critères favorables au stockage de l'énergie éolienne :

Pour les **systèmes électrochimiques**, les priorités de recherche sont axées sur l'augmentation de la **durée de vie** des systèmes, sur la **sécurité** intrinsèque, sur l'amélioration des **densités en énergie et puissance** et également la **réduction des coûts** liés à l'utilisation de matériaux divers (lithium, cobalt...).

Pour les **systèmes physiques**, la priorité est donnée aux travaux sur les **coûts** des matériaux, sur le développement des **matériaux supraconducteurs** (que ce soit pour leur toxicité, leur température critique ou encore leur coût), sur l'amélioration du **rendement**, sur l'amélioration de la **flexibilité en puissance** et sur la **structure** des systèmes et les matériaux utilisés.

Les investissements massifs dans la **production des batteries électrochimiques (Gigafactory)** permettent une **réduction conséquente des coûts et un progrès technologique considérable**. Le fait que de nombreux centres de recherche annoncent un grand nombre de projets (pour la mobilité puis le stockage stationnaire) prouve que le marché du stockage est en considérable évolution. De nombreux domaines de recherche semblent être à même de révolutionner le secteur de l'électricité, et notamment le stockage, **en visant, dans les prochaines années un contexte économique et commercial viable**.





Le futur de l'éolien

C. Une filière qui poursuit sa structuration





Animation de la Filière

Une filière animée par des acteurs multiples

La filière est animée par des acteurs diversifiés, qualifiés en trois grands types :

1. Pôles de compétitivité

Sept pôles de compétitivité actifs dans l'éolien en France, que l'on retrouve aussi près des zones de développement de l'éolien offshore : Bretagne et Méditerranée

2. Clusters

Regroupement d'acteurs publics et privés permettant les transferts de connaissances entre tous ces acteurs. Huit clusters actifs dans le domaine de l'éolien ont été recensés en France.

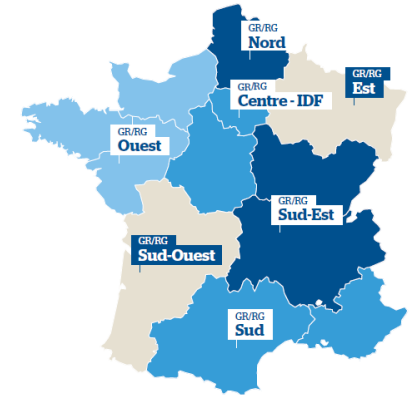
3. Autres acteurs

Syndicats et fédérations professionnelles qui, à l'instar de France Energie Eolienne, regroupent des professionnels de l'industrie éolienne : FNTP, FNTR, UFL, Cluster Maritime Français, SER...



Animation de la Filière

Cartographie des acteurs animant la filière



La FEE anime la filière éolienne en région grâce à ses représentants sur les territoires (groupes régionaux).



BearingPoint.



Animation de la filière

Zoom sur : Le Pôle Neopolia EMR

Installé à Saint Nazaire, Neopolia EMR fédère plus de 100 entreprises industrielles qui unissent leurs savoir-faire pour répondre de façon innovante aux besoins du marché des énergies marines renouvelables (EMR). Neopolia EMR fait partie du réseau Neopolia composé de 6 clusters présents dans la région Pays de la Loire.

Ce cluster a pour missions de renforcer les partenariats avec les grands acteurs du marché EMR, la construction d'un réseau de compétences, l'animation de la filière EMR au sein de la région Pays de la Loire avec la mise en contact d'acteurs de la filière, le pilotage de projets R&D et la commercialisation d'offres industrielles globales et collaboratives.

Neopolia EMR propose cinq solutions intégrées au service des projets EMR :

- Ingénierie développement de projets
- Support à l'installation en mer
- Opération & Maintenance
- System Health Monitoring
- Monitoring du béton en condition océanique

Ces solutions, portées par des entreprises de référence du secteur en France permettent :

1. **Une maîtrise des risques**
 - Garanties financières & cadres contractuels adaptés
 - Expertises fortes & références offshore
 - Coordination multi-métiers & boucles de contrôle
 - Redondance des acteurs & scénarios de replis
2. **Des offres à géométrie variable**
 - Géométrie adaptable aux contraintes du projet
 - Projetable sur les sites des projets et à l'export
 - Intégration d'acteurs clefs et locaux

Neopolia EMR était partenaire de l'atelier Eole Industrie 2018, les 25 et 26 juin en Pays de la Loire sur le thème « Eolien terrestre et en mer : perspectives et innovations technologiques ».



Animation de la filière



Zoom sur : Pépinière Entreprises Energies Renouvelables (80)

La Pépinière d'Entreprises Energies Renouvelables, positionnée géographiquement sur les régions Hauts-de-France et Normandie, contribue par ses actions opérationnelles auprès des PME industrielles, produits et services, au développement des filières éoliennes on- et offshore et autres énergies marines renouvelables (EMR).

Animation de la plateforme d'intermédiation donneurs d'ordre/preneurs d'ordre CCI Business EMR

- 1 800 membres sur l'éolien posé, flottant, le marémoteur et l'hydrolien
- Actif sur l'ensemble de la façade maritime continentale française
- Co-organisation d'événements B-to-B sur les territoires, co-élaboration et publication d'appels d'offres (AMIs), cartographie des entreprises locales par famille technique...

Accompagnement à la diversification dans l'éolien et les EMR

Accompagnement expert personnalisé de PME industrielles de Normandie et Hauts-de-France, à partir de la pépinière d'Oust-Marest (Somme / Seine-Maritime), dont 25 entreprises locales via le dispositif Windustry, auprès des donneurs d'ordres, en France et en Europe, notamment à l'occasion de Salons internationaux (Windenergy Hambourg (28-29 septembre 2016, Offshore Wind London (6-8 juin 2017))

Des entreprises éoliennes présentes à la Pépinière EnR

- Enercon : Base de services éolien terrestre
- Energie Team : Développement et exploitation de parcs éoliens terrestres
- Eol Armatures : Pose d'armatures métalliques pour les fondations onshore et les ports pour l'offshore

Co-organisation et co-animation d'événements d'ampleur nationale ou interrégionale sur l'éolien

- Journée technique exploitation-maintenance des parcs éoliens terrestres, Pépinière EnR (3 novembre 2015)
- Journée FEE/Eole Industrie à la CCI de Région à Lille (23 juin 2015)
- Rencontres Windustry France 2010 (Oust-Marest), 2011 (Amiens), 2013 (Le Havre)...
- Conventions internationales EMR SEANERGY au Havre (21-24 mars 2017), Cherbourg (12-14 juin 2018)
- Journée d'affaires éolien offshore avec 15 donneurs d'ordres internationaux et 50 entreprises régionales à la CCI à Dunkerque (8 novembre 2017)



Animation de la filière

Zoom sur : Le Pôle Mer Méditerranée

La zone méditerranéenne est un gisement important d'énergie éolienne, encore inexploité en France. Cependant, la bathymétrie ne permet que l'exploitation offshore flottante de ces gisements. Le Pôle Mer Méditerranée a pour ambition de « développer durablement l'économie maritime et littorale en Méditerranée, en Europe et dans le reste du monde ».

Présent dans les régions PACA, Occitanie et Corse, le Pôle Mer Méditerranée intervient sur six Domaines d'Actions Stratégiques :

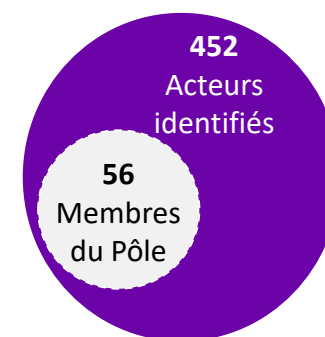
- Sécurité et sûreté maritimes
- Naval et nautisme
- Ressources biologiques marines
- Environnement et aménagement du littoral
- Ports, infrastructures et transports maritimes
- Ressources énergétiques et minières marines (englobant les problématiques de l'éolien offshore)

21 projets éolien offshore flottant labellisés et financés

Budget total des projets : 90 M€ pour l'éolien flottant

Fort de plus de 400 membres (Laboratoires, grands groupes, ETI et PME), le Pôle Mer Méditerranée a lancé en 2013 un travail de recensement des acteurs potentiels de la filière éolien flottant. Ce travail a permis d'identifier 452 acteurs potentiels dont 40 confirmés dans les régions Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse et Occitanie. 56 sont déjà membres du Pôle Mer Méditerranée.

Le Pôle Mer Méditerranée est par ailleurs **organisateur des rencontres internationales de l'offshore flottant (FOWT)**, avec la CCI Marseille-Provence et France Energie Eolienne.





Animation de la filière

Zoom sur : FOWT, le plus grand événement mondial dédié à l'éolien offshore flottant, co-organisé par FEE

Depuis 2013, le Pôle Mer Méditerranée et la Chambre de Commerce et d'Industrie Marseille Provence co-organisent annuellement les Rencontres Scientifiques et Technologiques de l'Eolien Offshore Flottant contribuant à l'émergence de la filière. Depuis 2016, cette conférence se nomme désormais FOWT (Floating Offshore Wind Turbines) et France Energie Eolienne en est co-organisatrice.



FOWT présente une triple ambition : accélérer la part de l'éolien flottant dans le mix énergétique mondial ; soutenir la structuration d'un écosystème EOF (Eolien Offshore Flottant) et encourager les échanges entre acteurs de la chaîne de valeur ; faire de FOWT la vitrine du savoir-faire international de l'industrie éolienne offshore flottant.

Quelles thématiques ?

Financement, assurances, zoning, cadre réglementaire, impacts environnementaux, innovations technologiques...

Toutes ces thématiques sont abordées pendant les jours de conférences pour décrypter les enjeux liés à l'émergence et à l'industrialisation de l'éolien offshore flottant en France et dans le Monde.

Le meilleur de la science & le meilleur de la technologie

Afin d'assurer un programme varié et pertinent au cours des 3 jours, le comité d'organisation lance chaque année un « call for papers ».

Parmi les intervenants de l'édition 2018 : Giles Dickson (WindEurope), Irene Rummelhoff (Statoil New Energy Solutions), Laurent Michel (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire / DGEC), Tatsuo Tokimasa (Hitachi Zosen), et d'autres grands acteurs du marché comme Ideol, PPI, SBM Offshore, EDF EN, EDPR, Engie, Naval Energies, The Carbon Trust, DNV GL, Macquarie, Siemens Gamesa, Ramboll, Sumitomo Electric, Nexans, etc.

Informations sur www.fowt-conferences.com.

Éléments clés de l'événement (bilan édition 2018) :

Les co-financeurs : la région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, la métropole Marseille Provence, la ville de Marseille • 15 partenaires dont la région Occitanie • 2 journées de Conférences plénières • 1 journée académique • 850 participants • 25 nationalités représentées • 800 rendez-vous BtoB / Meet the Buyers • 20 sponsors industriels et institutionnels



tenerdis
ENERGY CLUSTER



Animation de la filière

Zoom sur : Tenerdis

Tenerdis est le pôle de compétitivité auvergnat-rhônealpin de la transition énergétique visant, via l'innovation, à apporter des réponses concrètes aux enjeux clés de production, de stockage, de distribution et de gestion de l'énergie. Tenerdis s'organise sur :

- La triple hélice : **industrie** (20 Groupes industriels, 170 PME, 20 start-ups), secteur **académique** et centres de recherches, **collectivités** territoriales et secteur associatif
- **7 filières d'expertise** : solaire, hydroélectricité, biomasse – biogaz, éolien, hydrogène, réseaux – stockage, efficacité énergétique dans le bâtiment
- Des **thématiques transverses** : mobilité, smart city, sites isolés, montagne, zones industrielles...

Chiffres clés 2017 :

- 225 adhérents dont 68 dans l'éolien
- 303 projets et démonstrateurs d'un budget global de 1,8 Md€ financés à hauteur de 566 M€ par l'Etat et les collectivités territoriales
- 40 nouveaux projets de R&D labellisés par le Pôle en 2017, dont les premiers pour l'éolien. Premier FUI avec FEDRE gagné

Tenerdis participe à la **structuration** de la filière éolienne en **région** grâce à :

- Son rôle référent de coordinateur entre les acteurs nationaux (DREAL, DIRECCTEs), les collectivités territoriales (région Auvergne-Rhône-Alpes) les agglomérations et communautés de communes, les clusters RACE, référent sur l'offshore, et INDURA, référent sur les matériaux, les acteurs industriels et les laboratoires de recherche, d'autres pôles de compétitivité (Axelera, Plastipolis...)
- La mise en réseau sur les thématiques des nouvelles énergies entre acteurs du pôle et au-delà, vers d'autres pôles de compétitivité nationaux et internationaux, dans un objectif d'innovation partenariale
- L'accompagnement de projets innovants, principalement collaboratifs (régionaux, nationaux, européens) et l'aide à l'accès aux financements publics et privés
- La valorisation et la promotion des filières industrielles des nouvelles énergies, incluant l'internationalisation



Animation de la filière

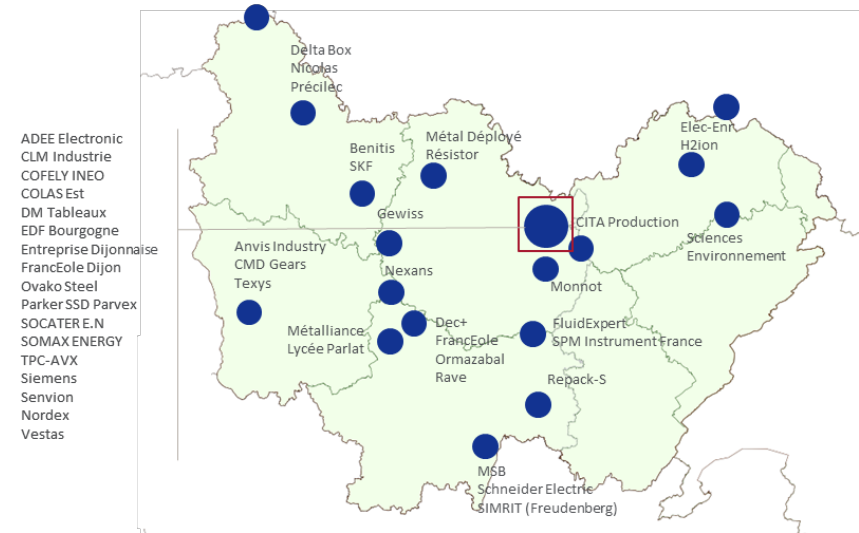
Zoom sur : Wind 4 Future

Le cluster Wind4Future, basé en Bourgogne-Franche-Comté, est représentatif de l'animation de la filière par les clusters locaux. Principalement actif en région Bourgogne-Franche-Comté, ce cluster assure l'animation et la promotion locale de la filière éolienne, ainsi que la coordination avec les pouvoirs locaux. Il s'agit d'un cluster regroupant des acteurs de l'ensemble de la filière ainsi qu'un ensemble complet de compétences et d'expertises.

Le cluster regroupe 90 adhérents, dont 70 entreprises représentant environ 1000 emplois éoliens, principalement présents en région Bourgogne-Franche-Comté.

Ce cluster a pour missions la mise en place de formations dédiées à l'éolien en coordination avec les acteurs locaux (Lycées, GRETA, IUT, Grandes écoles), l'animation de la filière éolienne en Bourgogne avec la mise en contact d'acteurs de la filière, la labellisation et le pilotage de projets R&D (ex : projet Eolbus à Auxerre) et des actions en faveur du développement de la filière.

Implantation des industriels appartenant au Cluster Wind4Future et présents en région Bourgogne-Franche-Comté





Animation de la filière

Zoom sur : Le Cluster maritime français

Le Cluster Maritime Français (CMF) a pour ambition la promotion et la défense des activités maritimes françaises et d'activités connexes. Le CMF rassemble aujourd'hui 430 entités de l'industrie aux activités maritimes de toutes natures. FEE est membre du CMF.

Communication institutionnelle, synergies opérationnelles et actions d'influence sont ses trois axes de travail pour renforcer, avec ses membres, la « place maritime française », véritable écosystème à la fois soucieux de l'intérêt général maritime et générateur de business.

Depuis 2007 le CMF a lancé deux groupes synergie qui ont contribué à la création de la filière EMR :

- Mobilisation des acteurs du maritime et de l'énergie
- Promotion et défense des EMR auprès des décideurs

La France possède aujourd'hui le 2^{ème} espace maritime du monde : l'Outre-mer donne à la France 97 % des 11 millions de kilomètres carrés de sa ZEE (Zone Économique Exclusive). Conscient des opportunités offertes par l'Outre-mer (notamment le développement des EMR), le CMF y a développé des clusters : Guadeloupe, Réunion, Guyane, Martinique, Polynésie Française et Nouvelle Calédonie.

Le CMF est partenaire d'Euromaritime, le 1er Salon européen de toute l'économie de la mer. La dernière édition a eu lieu en 2017 et a attiré 5000 visiteurs. Véritable vitrine des savoir-faire du secteur maritime, ce salon européen se veut le rendez-vous de la technologie, de l'innovation, et des activités tournées vers la mer. Prochain rendez-vous en 2020 !



Animation de la filière

Zoom sur : Cémater

Présent sur la région Occitanie, le cluster Cémater regroupe une cinquantaine d'entreprises dans le but d'assurer la structuration et la consolidation de la filière régionale des Énergies Renouvelables et de la Construction Durable autour de valeurs éthiques.

Pour aider les entreprises dans leur développement et dans leur pérennisation, le groupement Cémater leur propose un accompagnement sur différents thèmes : valorisation des compétences et des savoir-faire, développement commercial, recrutement, innovation, mutualisations intra-entreprises,...

Les entreprises membres de Cémater se sont engagées à respecter une Charte Ethique qui garantit un niveau de qualité optimale à leurs clients. Les Composantes de la Charte éthique Cémater reposent sur les éléments suivants :

Conseil
Éducation
Mutualisation
Adaptation
Transparence
Engagement
Respect





Focus

Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation





Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

50% des soutiens sont reversés aux territoires

Illustration pour un parc éolien construit en 2018 :

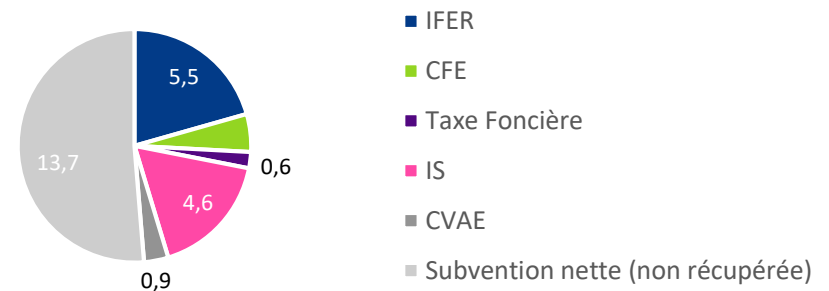
- 7 machines
- 3,5 MW de puissance par machine
- Production de 64 GWh/an (soit la consommation de 24 000 ménages, hors chauffage et eau chaude, source : ADEME)
- 25 ans d'exploitation
 - Rémunération à 65,4 €/MWh (prix moyen du 1er appel d'offres éolien terrestre) pendant 20 ans (durée du contrat de complément de rémunération)
 - Rémunération au prix de marché sur les années 20 à 25

Le parc éolien recevra un total de 26,5 M€ dans le cadre du **mécanisme de soutien**.

Le parc éolien versera un total de 12,8 M€ dans le cadre des différentes **taxes** auxquelles il est soumis :

- Impôt forfaitaire sur les entreprises de réseau (**IFER**) : 7470 €/MW installé et par an (contre 3115 €/MW/an pour le nucléaire et thermique à flamme)
- Impôt sur les sociétés (**IS**)
- Cotisation foncière des entreprises (**CFE**)
- Cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises (**CVAE**)
- Taxe foncière

Subventions nettes perçues et taxes reversées, en M€



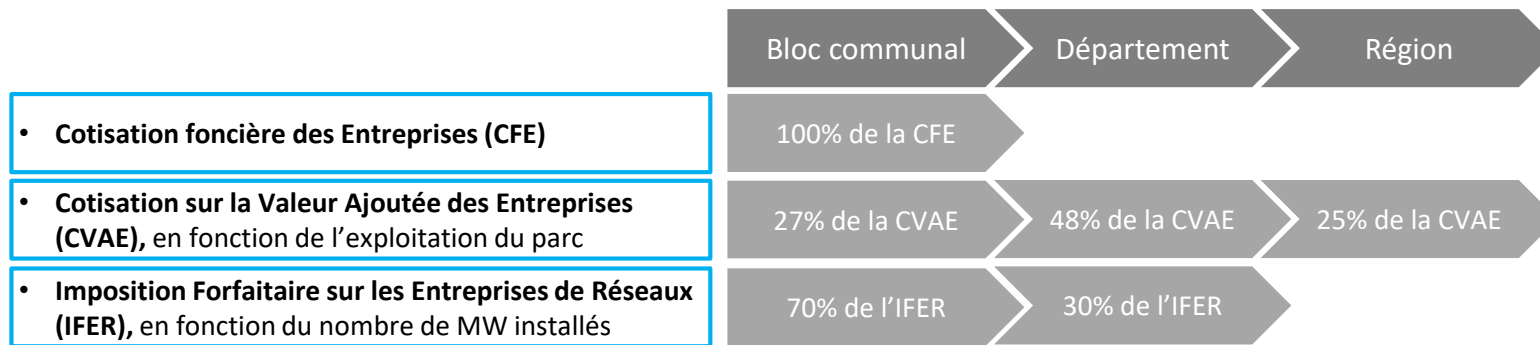


Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

Ces montants reversés fournissent un revenu supplémentaire pour les collectivités

Le volet fiscal de l'éolien permet de **rémunérer les différents échelons territoriaux** : les communes et Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) – le bloc communal, les départements et les régions.

La répartition du bouquet fiscal entre les échelons territoriaux est la suivante :



La part dans le bouquet fiscal de la Taxe Foncière sur les Propriétés Bâties (TFPB) pour les départements et blocs communaux est modeste.

D'une façon générale, le bloc communal et le département reçoivent respectivement chacun du centre des impôts départemental approximativement 7000 et 3000 euros par MW installé par an, toute fiscalité confondue. Quant à la région, ceci représente moins de 1000 euros par MW par an.

Ainsi, avec un parc éolien installé de 13 760 MW au 31/12/2017, les recettes fiscales perçues par les collectivités locales s'élevaient à environ 151,4 millions d'euros en 2017, à l'échelle de la France.



Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

Zoom sur l'IFER (Impôt Forfaitaire sur les Entreprises de Réseau)

Le produit de l'IFER est réparti entre

- La commune d'accueil
- Le département
- L'Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI), une structure administrative regroupant plusieurs communes

En fonction de l'appartenance ou non de la commune à une EPCI (selon le choix de fiscalité locale), la répartition du fruit de l'IFER est différente :

	Commune isolée	EPCI à fiscalité additionnelle (FA)	EPCI à fiscalité professionnelle de zone (FPZ)	EPCI à fiscalité éolienne unique (FEU)	EPCI à fiscalité professionnelle unique (FPU)
Composantes de l'IFER relatives à/aux Éoliennes	20 % Commune 80 % Département	20 % Commune 50 % EPCI 30 % Département		70 % EPCI 30 % Département	

Il arrive que certaines communes d'accueil, alors qu'elles ont été proactives sur l'implantation d'un parc éolien sur leur territoire, ne perçoivent rien de l'IFER (l'EPCI décidant de ne rien redistribuer) ; une des mesures du Groupe de Travail national éolien piloté par le Secrétaire d'Etat Sébastien Lecornu vise à **attribuer systématiquement une part de 20%** du produit de l'IFER aux communes d'implantation.



Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

L'installation de parcs éoliens contribue localement à l'accroissement des emplois et compétences

L'implantation d'un projet éolien génère un surcroît d'activité localement, et fait intervenir des TPE PME et ETI de proximité pour des travaux variés : terrassement, VRD, fourniture de béton, raccordement au réseau public, etc. Un certain nombre de projets font également appel à des mâts fabriqués localement, ce qui constitue une valeur ajoutée supplémentaire au niveau régional / national.

La demande de main d'œuvre augmente lors des phases de construction et se stabilise dans la durée car les opérateurs de secteur implantent leurs bureaux dans les régions dynamiques en éolien pour assurer un suivi de proximité des parcs. **Les emplois créés sont qualifiés et concernent tous les maillons de la chaîne de valeur** : l'électricité, les machines tournantes, l'électromécanique, le pilotage des installations...

Les entreprises locales de maintenance électromécanique, pénalisées par les fermetures régulières d'usines, ont l'opportunité de reconverter leurs activités car leurs compétences et savoir faire sont demandés dans l'éolien : réparation et maintenance d'équipements, fourniture et/ou installation de pièces spécifiques, etc.

Selon les activités concernées et les phases des projets, les territoires d'accueil peuvent enregistrer un regain d'activité dans les domaines de l'hôtellerie, de la restauration et de l'implantation de nouveaux foyers.

La présence de parcs éoliens sur un territoire permet le développement de compétences spécifiques localement et favorise la présence de travailleurs qualifiés. Les turbineurs, les développeurs de projets et le tissu de PME locales, investissent dans la formation des équipiers nécessaires à leur activité. Cela se traduit par la création de groupements d'entreprises proactives en matière de formation, de partenariats avec les écoles et les organismes de formation au sein des territoires.



Les retombées économiques et fiscales pour les territoires d'implantation

L'éolien, véritable point de départ de la transition énergétique en région

Au sein des territoires, l'installation de parcs éoliens, emblématiques d'une énergie propre et inépuisable, constitue un **catalyseur pour la transition énergétique** des régions. De nombreuses entités telles que les communes, les EPCI à fiscalité propre, les départements et les régions se mobilisent pour le développement éolien.

Acteurs privés ancrés dans les territoires, syndicats d'énergie, entreprises locales de distribution et GRD, élus locaux s'engagent pour permettre l'implantation réussie des parcs éoliens afin d'en faire des signaux forts du dynamisme local.

De même, Le développement d'un parc éolien sur un territoire permet souvent l'émergence d'autres projets porteurs d'avenir : chaufferie au bois, réhabilitation des bâtiments publics, mise en place de circuits courts d'approvisionnement alimentaire, etc. notamment lorsqu'ils s'inscrivent dans une démarche plus globale de territoire, comme un Plan Climat Air Energie Territorial ou lorsqu'ils bénéficient d'une incitation financière du ministère de la Transition écologique et solidaire à devenir un Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (TEP-CV).

L'initiative des Territoires à Énergie Positive (TEPOS) peut également être citée.

100% TERRITOIRES
À ÉNERGIE POSITIVE





Annexes

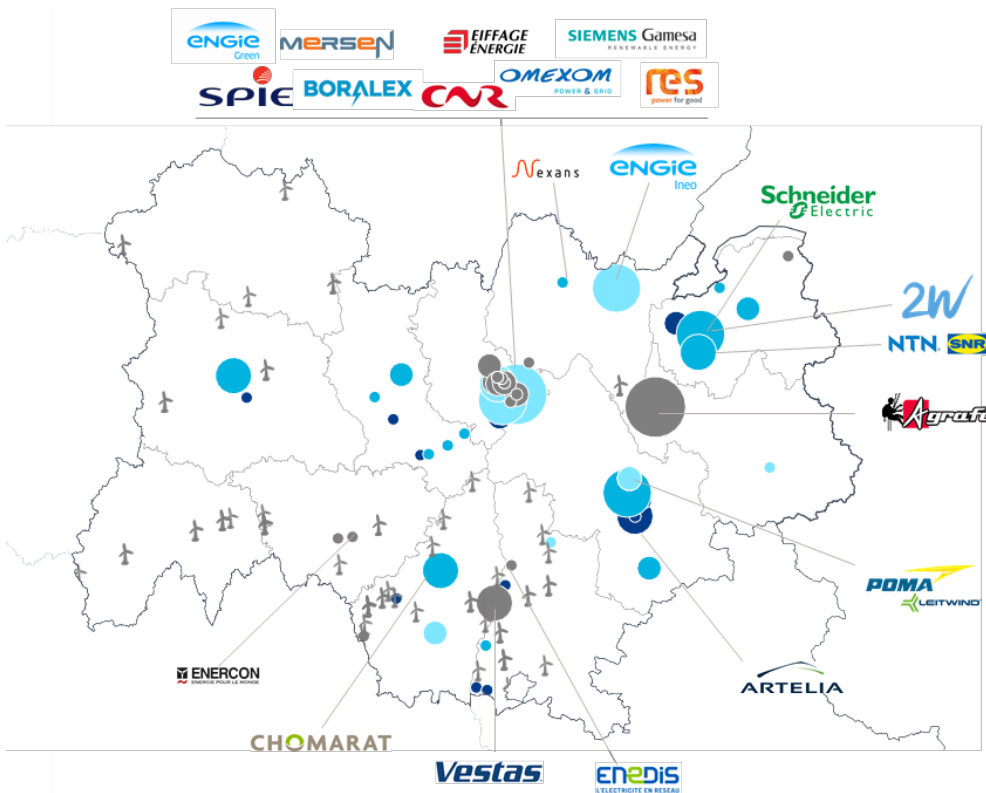
A. Cartes de l'implantation du tissu éolien en régions





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Auvergne-Rhône-Alpes



- 1. Etudes et Développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et Construction
- 4. Exploitation et Maintenance

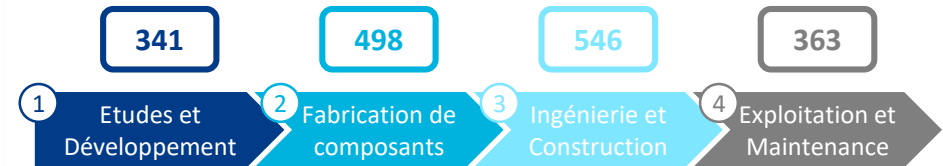


NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **1748**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Grand Lyon**
- Top employeur éolien : **Schneider Electric** 

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **610 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **64**

Top constructeurs (MW) :

1. **Vestas**
2. **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
3. **SENVION**

Top exploitant éolien (emplois) :

BORALEX



Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Bourgogne-Franche-Comté



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **799**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Dijon**
- Top employeur éolien : **ENGIE Ineo**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **637 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **40**

Top constructeurs (MW) :

1. **Vestas**
2. **SENVION**
3. **GE Renewable Energy**

Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Bretagne



Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **771**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **La Gacilly**
- Top employeur éolien : **TECH INTER**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **1 000 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **126**

Top constructeurs (MW) :

1. **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
2. **Vestas**
3. **SIEMENS Gamesa**
RENEWABLE ENERGY

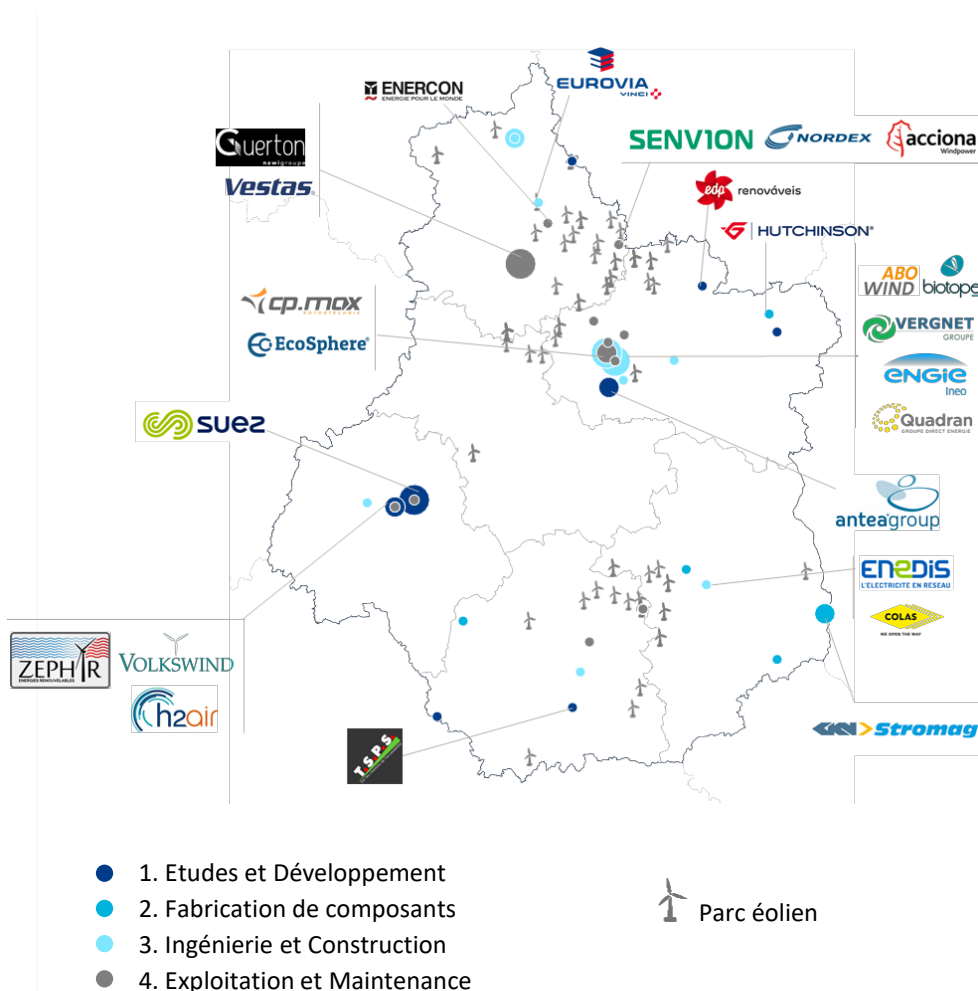
Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Centre – Val de Loire



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **476**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Orléans**
- Top employeur éolien : **VERGNET GROUPE**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **1 060 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **80**

Top constructeurs (MW) :

- Vestas**
- NORDEX** **acciona**
- ENERCON**

Top exploitants éoliens (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Grand Est



Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **1 597**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Nancy**
- Top employeur éolien :

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **3 347 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **241**

Top constructeurs (MW) :

1. **Vestas**
2. **SENVION**
3. **SIEMENS Gamesa**

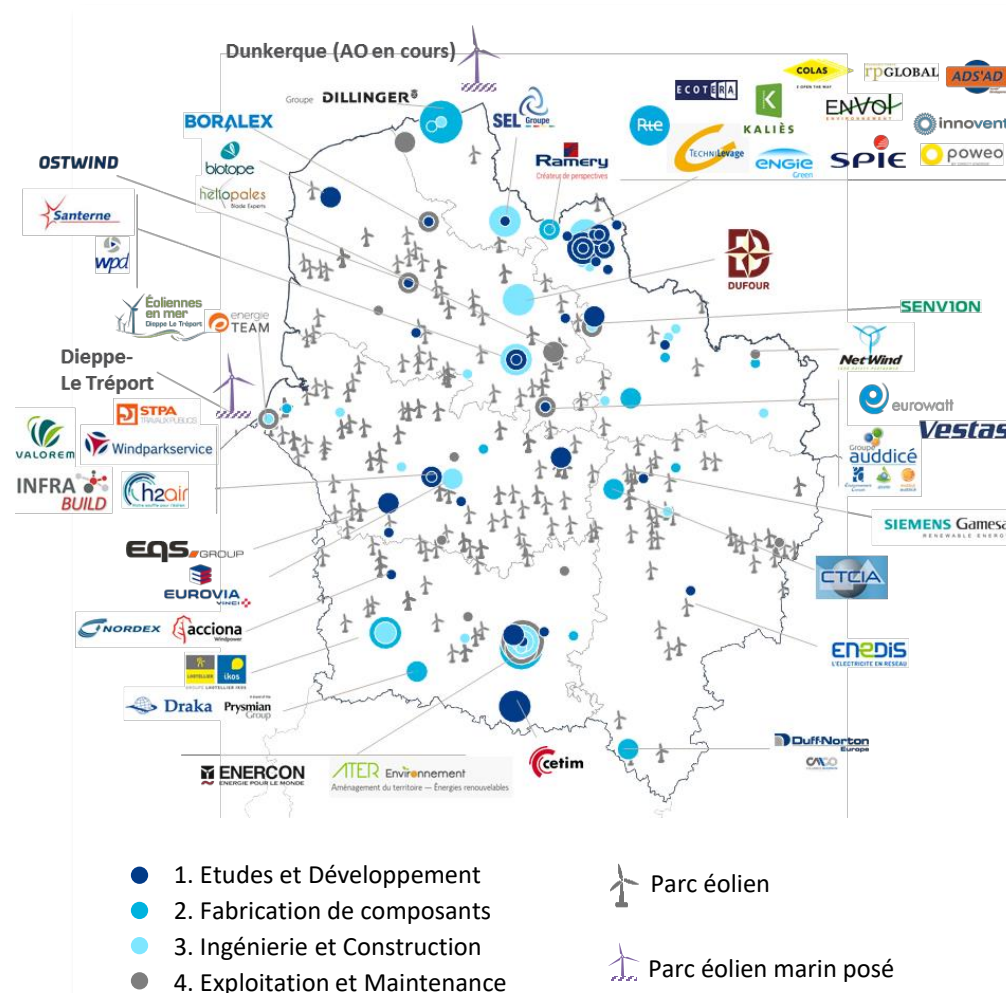
Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Hauts-de-France



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **1 759**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Compiègne - Le Meux**
- Top employeur éolien : **ENERCON**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **3 512 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **278**

Top constructeurs (MW) :

1. **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
2. **Vestas**
3. **SIEMENS Gamesa**
RENEWABLE ENERGY

Top exploitant éolien (emplois) :







Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Île-de-France

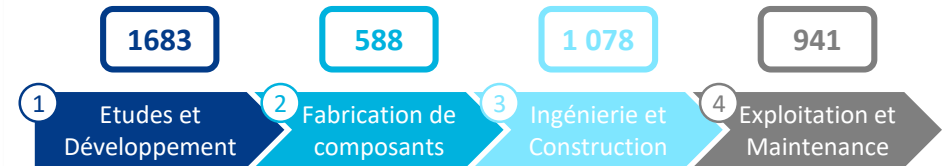


NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **4290**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Paris**
- Top employeur éolien : **EDF renouvelables**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **47 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **5**

Top constructeurs (MW) :

- Vestas**
- NORDEX** et **acciona**

Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Normandie



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **522**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Val-de-Reuil**
- Top employeur éolien : **Schneider Electric**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **776 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **77**

Top constructeurs (MW) :

1. **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
2. **NORDEX** **acciona**
Windpower
3. **SENVION**

Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Nouvelle-Aquitaine



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **978**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Bègles**
- Top employeur éolien : 

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **940 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **91**

Top constructeurs (MW) :

1. **Vestas**
2. **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
3. **SENVION**

Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Occitanie



NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **1 694**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Montpellier**
- Top employeur éolien : **ENGIE Green**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **1 408 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **115**

Top constructeurs (MW) :

- ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
- Vestas**
- SIEMENS Gamesa**
RENEWABLE ENERGY

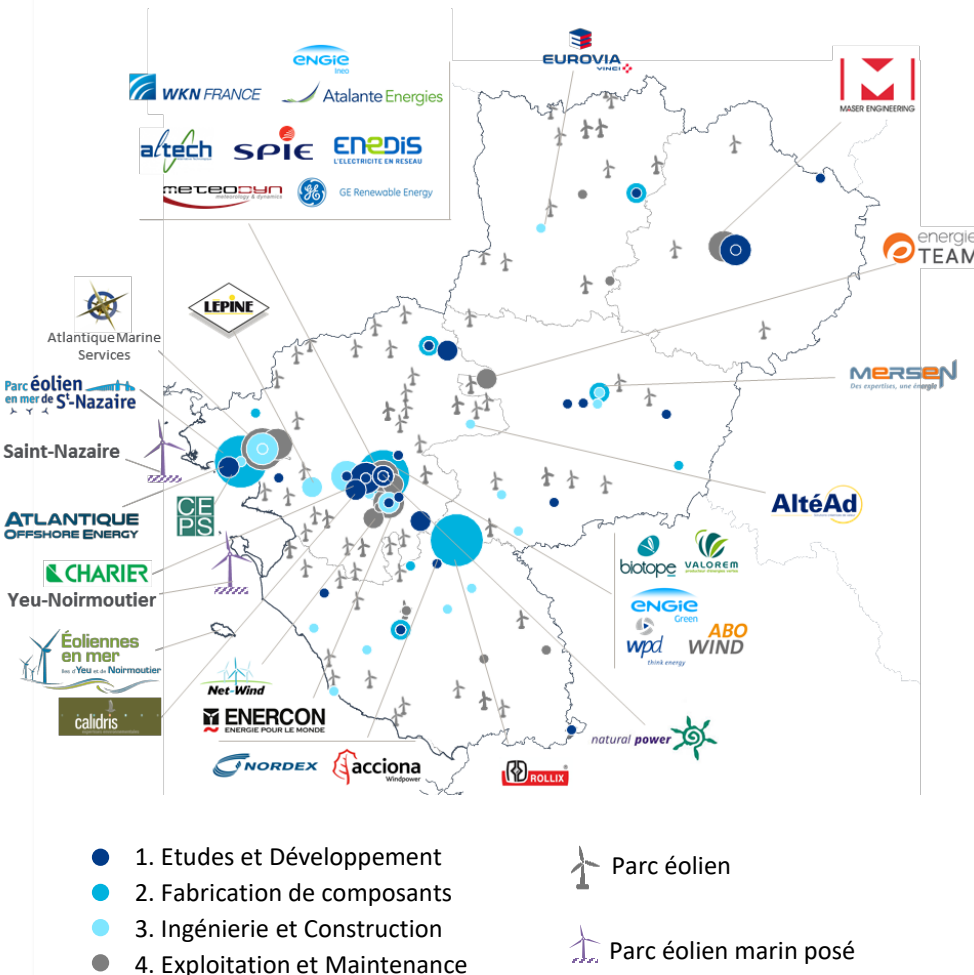
Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Pays de la Loire

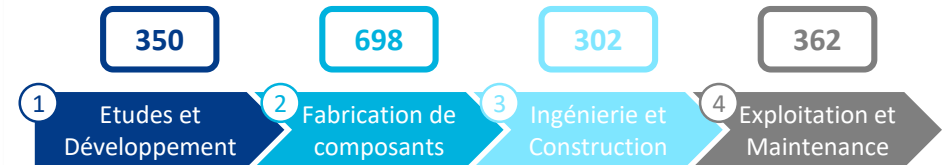


NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **1 712**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Nantes**
- Top employeur éolien : 

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **840 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **98**

Top constructeurs (MW) :

1.  **ENERCON**
ENERGIE POUR LE MONDE
2. **SENVION**
3. **Vestas**

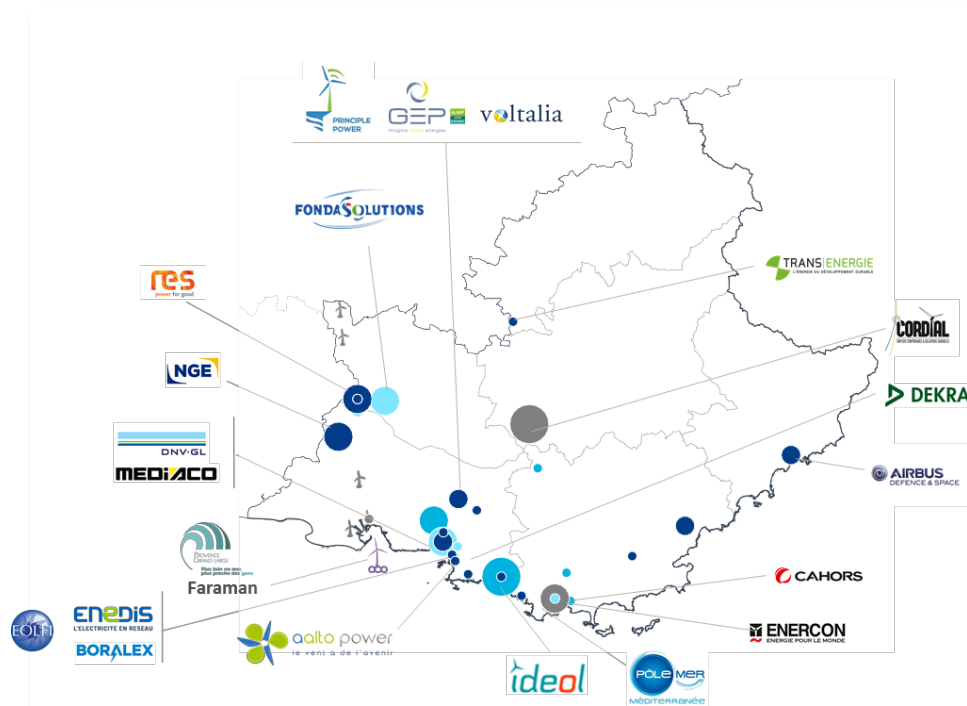
Top exploitant éolien (emplois) :





Cartes de l'implantation du tissu éolien dans les régions

Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur



- 1. Etudes et Développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et Construction
- 4. Exploitation et Maintenance

 Parc éolien

 Parc éolien marin flottant

NB : Logos non exhaustifs, entreprises multi-sites

Chiffres clés des emplois éoliens (fin 2017) :

- Nombre d'emplois éoliens : **674**
- Capitale régionale éolien (ETP) : **Métropole Aix-Marseille Provence**
- Top employeur éolien : **ideal**

Répartition des emplois éoliens sur la chaîne de valeur :



Chiffres clés des parcs éoliens (mi-2018) :

- Puissance éolienne installée : **60 MW**
- Nombre de parcs éoliens : **8**

Top constructeurs (MW) :

1. **Vestas**
2. **NORDEX** and **acciona**
3. **ENERCON**

Top exploitant éolien (emplois) :







Annexes

B. Cartes d'identité des acteurs éoliens par catégorie



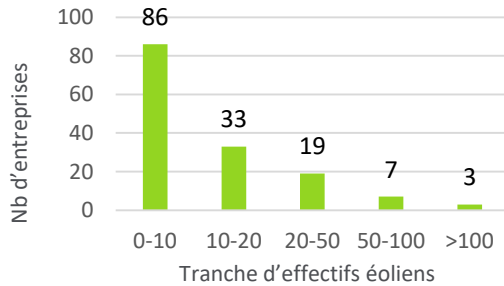


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Développeur et/ou exploitant

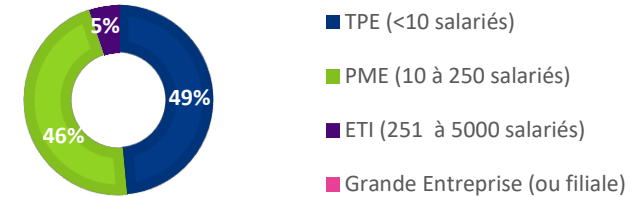
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **2971**
- Nombre d'entreprises : **148**



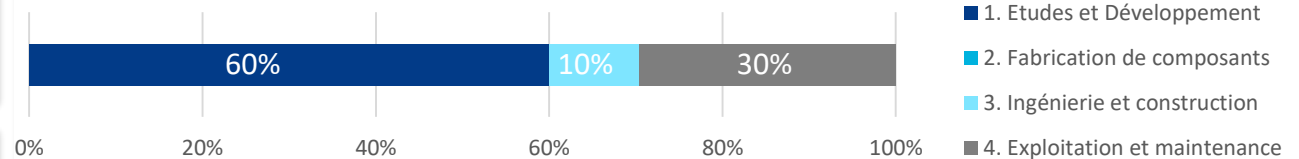
Profil type

- Type d'entreprise majoritaire : **TPE**
- Date de création moyenne : **2004**

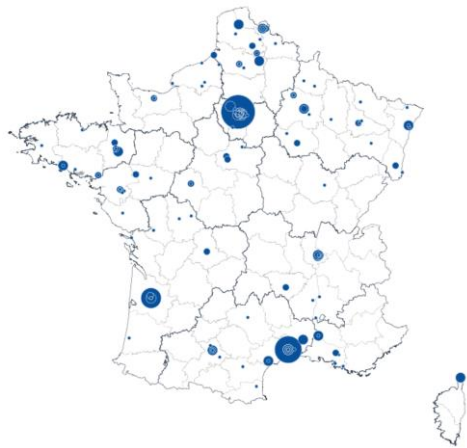


Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



Top 10 des emplois éoliens



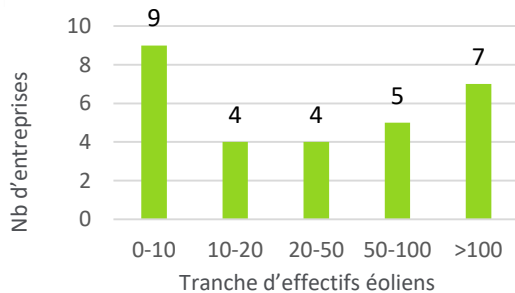


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Constructeur de Machines et activités de maintenance

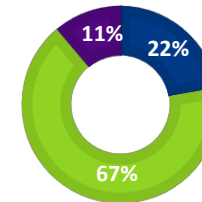
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **1953**
- Nombre d'entreprises : **29**



Profil type

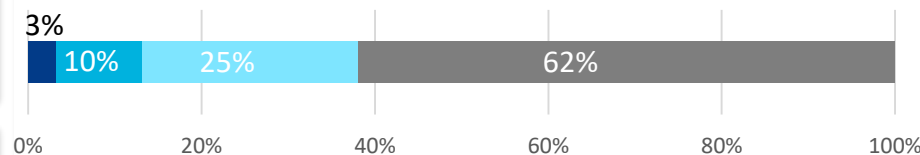
- Type d'entreprise majoritaire : **PME**
- Date de création moyenne : **2007**



- TPE (<10 salariés)
- PME (10 à 250 salariés)
- ETI (251 à 5000 salariés)
- Grande Entreprise (ou filiale)

Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



- 1. Etudes et Développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et construction
- 4. Exploitation et maintenance

Top 10 des emplois éoliens

1.



2.



3.



4.



5.



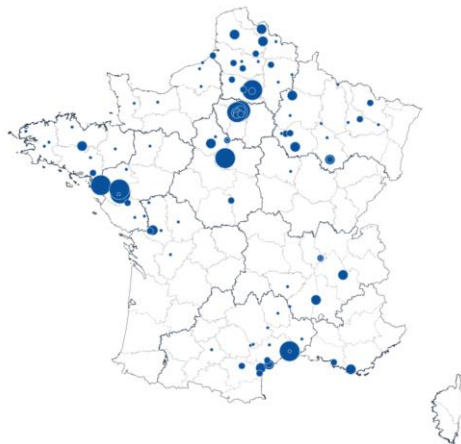
6.



7.



8.



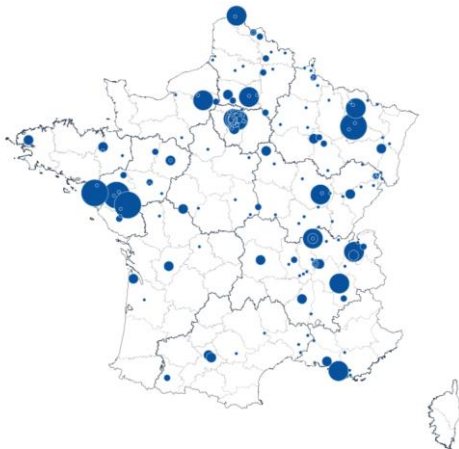
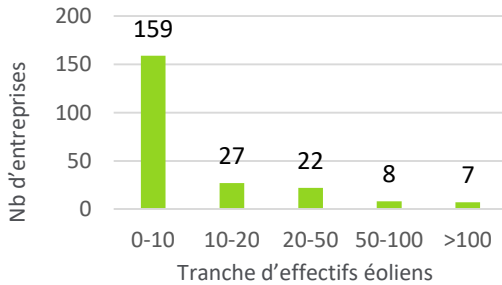


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Fabricant de Composants

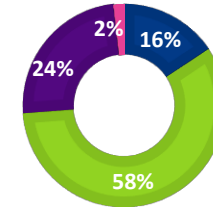
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **3605**
- Nombre d'entreprises : **223**



Profil type

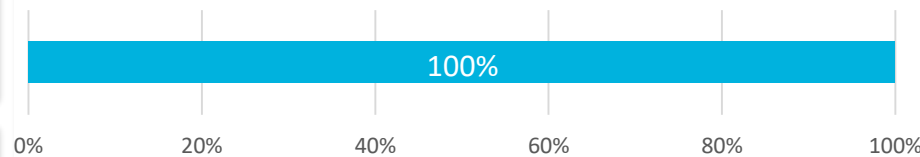
- Type d'entreprise majoritaire : **PME**
- Date de création moyenne : **1985**



- TPE (<10 salariés)
- PME (10 à 250 salariés)
- ETI (251 à 5000 salariés)
- Grande Entreprise (ou filiale)

Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



- 1. Etudes et Développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et construction
- 4. Exploitation et maintenance

Top 10 des emplois éoliens

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



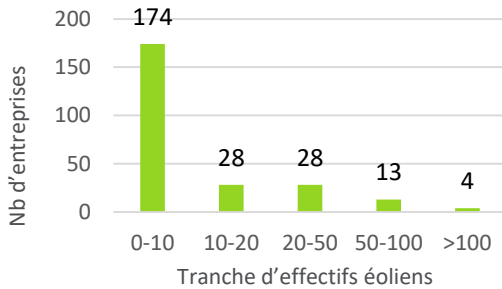


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Génie civil ou électrique / Logistique

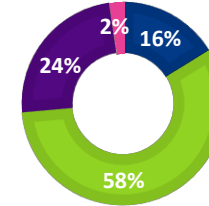
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **4236**
- Nombre d'entreprises : **247**



Profil type

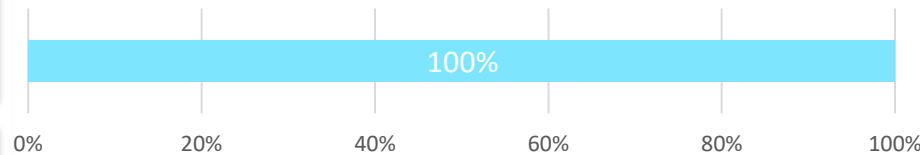
- Type d'entreprise majoritaire : **PME**
- Date de création moyenne : **1999**



- TPE (<10 salariés)
- PME (10 à 250 salariés)
- ETI (251 à 5000 salariés)
- Grande Entreprise (ou filiale)

Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



- 1. Etudes et Développement
- 2. Fabrication de composants
- 3. Ingénierie et construction
- 4. Exploitation et maintenance

Top 10 des emplois éoliens

1.

ENEDIS
L'ELECTRICITE EN RESEAU

2.

ENGIE
Ineo

3.

SPIE

4.

OMEXOM
POWER & GRID

5.

Rte

6.

EUROVIA
VINCI

7.

COLAS
WE OPEN THE WAY

8.

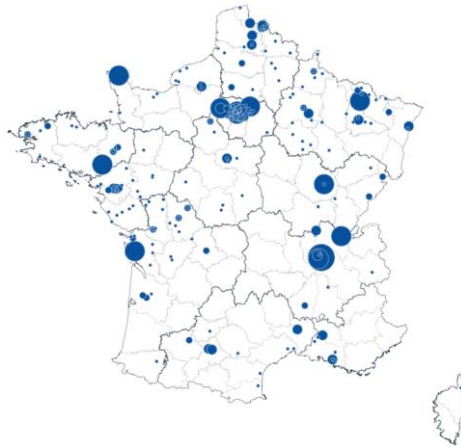
DUR
DUR

9.

Holcim

10.

TECH INTER



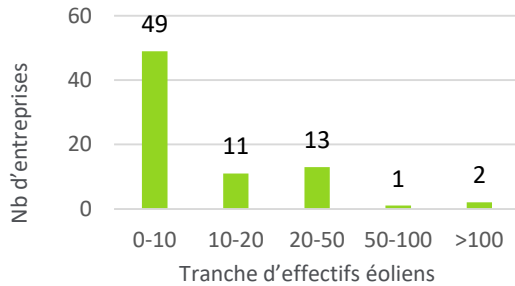


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Maintenance (hors constructeurs)

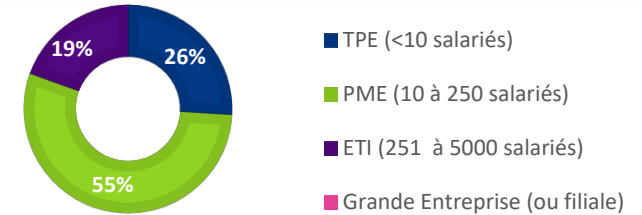
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **1295**
- Nombre d'entreprises : **76**



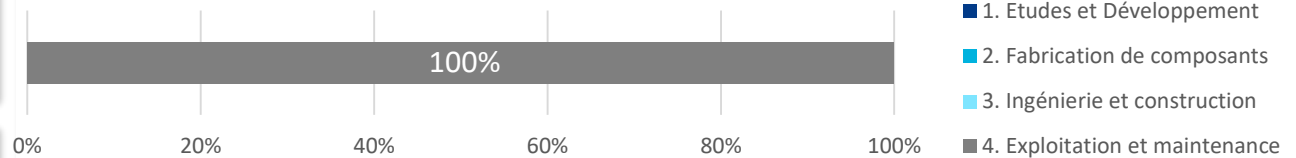
Profil type

- Type d'entreprise majoritaire : **PME**
- Date de création moyenne : **1992**

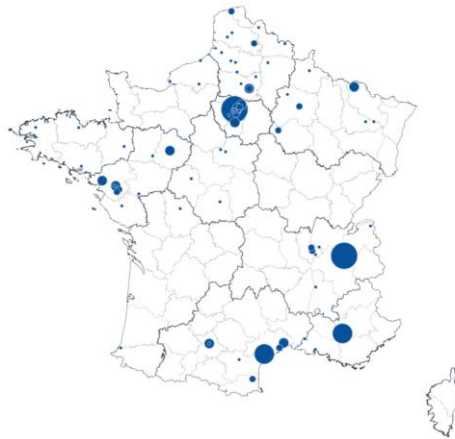


Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



Top 10 des emplois éoliens



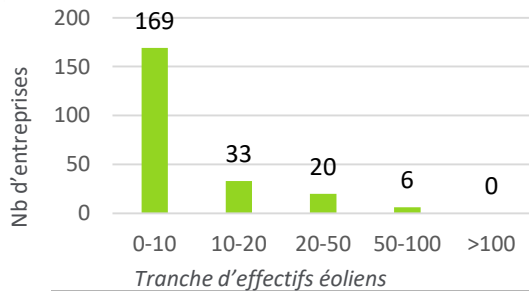


Carte d'identité des acteurs éoliens par catégorie

Bureaux d'études & Expertise

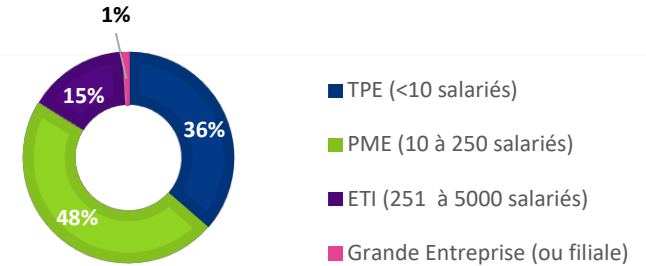
Emplois éoliens

- Effectif éolien total : **2131**
- Nombre d'entreprises : **228**



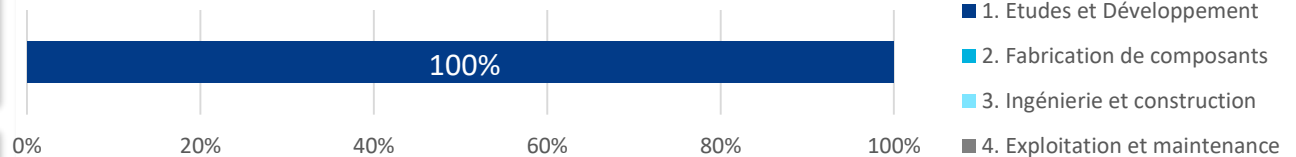
Profil type

- Type d'entreprise majoritaire : **PME**
- Date de création moyenne : **1995**

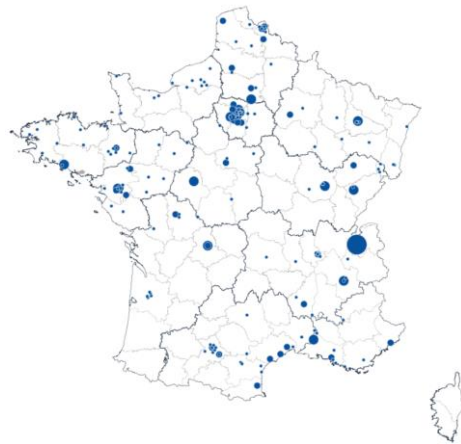


Activités dans l'éolien

- Répartition des effectifs éoliens :



Exemples d'entreprises





Les crédits photographiques

Couverture : Enercon, GE, Nordex-Acciona Windpower, Poma Leitwind, Senvion, Siemens Gamesa, Vestas

Page 3	France Energie Eolienne	Page 73	Seignette – Lafontan Enedis, Raphaël Firon
Page 11	Nordex	Page 88	Senvion
Page 14	France Energie Eolienne	Page 91	Patrick de Goumoëns
Page 21	GE	Page 92	(1) site du Lycée Jeanne d’Arc (2) http://les-smartgrids.fr
Page 29	Enercon	Page 95	Siemens Gamesa Renewable Energy
Page 31	GE	Page 97	GE
Page 34	Senvion	Page 109	Nordex
Page 45	Poma Leitwind	Page 115	Vestas
Page 46	Enertrag	Page 117	Nordex
Page 51	Vestas	Page 124	Poma Leitwind
Page 55	Siemens Gamesa Renewable Energy	Page 131	Vestas
Page 59	Senvion, Nicolas Job	Page 133	Siemens Gamesa Renewable Energy
Page 65	Enercon	Page 140	POMA Leitwind
Page 69	Enercon		

Les membres de France Energie Eolienne

2W RH	CHARIER GC	EOLFI	JARNIAS TRAVAUX SPECIAUX	PLENR SARL	TENERRDIS
3D ENERGIES	CHOMARAT	EOLISE SAS	JIGRID	POLE MEDEE	TERRE ET LAC CONSEIL
3E	CMI TECH51 PASTOR	EOS WIND FRANCE	JOHN LAING PLC	POMA LEITWIND	TRANSINIUM
8.2 CONSULTING	COLAS	EPSILINE	JP ENERGIE ENVIRONNEMENT	POYRY MANAGEMENT CONSULTING FRANCE	TRIODOS FINANCE BV
8.2 FRANCE	CORNIS SAS	EPSILON	KALLIOPE	PRINCIPLE POWER FRANCE	TSPS
ABB FRANCE	CREDIT AGRICOLE LEASING ET FACTORING	EPURON SAS	KALLISTA ENERGY	PWC SOCIÉTÉ D'AVOCATS	TTR ENERGY
ABIES	CREDIT COOPERATIF	EQUINOR (ANCIENNEMENT STATOIL)	KDE ENERGY FRANCE	QOS ENERGY	UL INTERNATIONAL GMBH
ABO WIND	CREDIT INDUSTRIEL ET COMMERCIAL	ERG FRANCE	KELLER FONDATION SPECIALES	QUADRAN	UNIPER FRANCE ENERGY SOLUTIONS
ABSOLUVENT	CSTB	ESCOFI	LA BANQUE POSTALE	QUADRAN ENERGIE MARINE	VAL D'EOLE
ACOFI GESTION	CUBICO SUSTAINABLE INVESTMENTS	EUROCAPE NEW ENERGY FRANCE	LANGA	QUALICONSULT EXPLOITATION	VALLOUREC TUBES FRANCE
ADI (AGENCE DE DEVELOPPEMENT D'INNOVATION NOUVELLE-AQUITAINE)	ETCXC SL	EUROVIA MANAGMENT	LEOSPHERE	QUENEA ENERGIES RENOUVELABLES	VALOREM ENERGIE
AGREGIO	DAVID ENERGIES	EUROWATT DEVELOPPEMENT	LES VENTS MEUSES DU SUD	RAZEL-BEC	VATTENFALL EOLIEN SAS
AGRO SOLUTION	DE GAULLE FLEURANCE & ASSOCIES	EUROWATT SERVICES	LHOTELLIER - LEAD	RBA	VELOCITA ENERGIES
AIRELE - AUDDICE ENVIRONNEMENT	DEKRA INDUSTRIAL SAS	EVEROZE	LINKLATERS	RENVICO	VENDEE ENERGIE
AKUO ENERGY	DELHOM ACOUSTIQUE	EVERSHEDS	LM WIND POWER	RES GROUP	VENT D'EST
ALLIANCE DES VENTS	DEUTSCHE WINDTECHNIK S.A.R.L	EWZ	LOUIS DREYFUS ARMATEUR	RINA CONSULTING	VENTELYS
ALLIANZ CAPITAL PARTNERS GMBH	DLA PIPER FRANCE LLP	FALCK ENERGIES RENOUVELABLES	LPA - CGR AVOCATS	ROMO WIND	VENTIS
ALPIQ ECOPOWER FRANCE	DLGA	FAST	LUMO	RP GLOBAL FRANCE	VENTS D'OC ENERGIES RENOUVELABLES
ARCADIS ESG	DNV GL	FEECRM	LYCEE DHUODA	SABIK OFFSHORE	VENTS DU NORD
ARIANE GROUPE - AIRBUS	DS AVOCATS	FIDAL	MARSH	SAFIER INGENIERIE	VERBUND TRADING GMBH
ARKEA BANQUE	E.ON CLIMATE & RENEWABLES FRANCE SASU	FILHET-ALLARD ET COMPAGNIE	MASER ENGINEERING	SAINT-LAURENT ENERGIE	VERDI
ARKOLIA ENERGIES SAS	E6 SA	FINERGREEN	MAZARS ALTER & GO CONCERTATION	SALAMANDER GROUP - SKF FRANCE	VERSPIEREN
ATALANTE ENERGIES	ECO DELTA	FONDEOLE	MD WIND	SAMEOLE	VESTAS FRANCE
ATLANTIQUE MARITIME SERVICES	ECOLE CENTRALE NANTES	FORCES EOLIENNES DU GEVAUDAN	MERSEN FRANCE AMIENS	SARL DU MONT FAVERGER	VOL-V ELECTRICITE RENOUVELABLE
AXPO FRANCE SAS	ECOTERA DEVELOPPEMENT SAS	FRTE (TERRA ENERGIES)	METEORAGE	SBM FRANCE	VOLKSWIND FRANCE SAS
BAYWA R.E FRANCE	EDPR FRANCE HOLDING	GAS NATURAL FENOSA	METROL	SCHNEIDER ELECTRIC	VOLTA AVOCATS
BCS ASSURANCES	EIFFAGE ENERGIE MAINE BRETAGNE	GE WIND	MIROVA	SCP LACOURTE RAQUIN TATAR	VOLTALIA
BDO ILE DE FRANCE	EIFFAGE ROUTE NORD EST	GEG ENR	MISTRAL ENERGIE	SE LEVAGE	VRHOF
BHC ENERGY	EIMP	GIDE LOYRETTE NOUEL AARPI	MW ENERGIES	SEL GROUPE	VSF ENERGIES NOUVELLES
BILLAS AVENIR ENERGIE	ELATOS	GLOBAL WIND POWER FRANCE	NASS & WIND SMART SERVICES	SEM SIP ENR	VULCAIN
BIOTOPE	ELAWAN ENERGY SL	GOTHAER	NATIXIS ENERGECO	SEML COTE D'OR ENERGIES	WATSON, FARLEY & WILLIAMS LLP
BKW ENERGIE AG	ELEC-ENR SASU	GP-JOULE FRANCE SARL	NATURAL POWER	SENVION	WEB ENERGIE DU VENT
BMH AVOCATS	ELEMENTS SAS	GRAS SAVOYE	NCA ENVIRONNEMENT	SEREEMA	WIND FOR FUTURE
BNP PARIBAS	ELICIO FRANCE	GREEN ACCESS	NEAS ENERGY A/S	SERGIES	WINDKRAFT SIMONSFELD AG
BORALEX SAS	EMERGIA WIND TECHNOLOGIES B.V.	GREENSOLVER	NEOEN	SHELL	WINDPARKSERVICE
BOREA	ENBW ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG AG	GROUPE ETCHART	NET WIND	SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY WIND	WINDSTROM FRANCE
C.V.A. S.P.A.	ENCIS WIND	GROUPE VALECO	NORDDEUTSCHE LANDERBANK GIROZENTRALE	SITE A WATTS DEVELOPPEMENT	WINDVISION FRANCE SAS
CABINET RAVETTO ASSOCIES	ENECO	H2AIR	NORDEX FRANCE	SK & PARTNER	WISEED
CADEVE (CIE ARMORICAINE D'ENERGIE VERTE)	ENERCON GMBH	HELIOPALES	NORIA	SKYWORK	WKN FRANCE
CAISSE DES DEPOTS ET CONSIGNATIONS	ENERCOOP SCIC - SA	HEURTEBISE	NORTON ROSE FULBRIGHT LLP	SNC VS ENERGIE	WPD OFFSHORE
CALYCE DEVELOPPEMENT	ENERFIP	HYDRONEXT	NOTUS ENERGIE FRANCE	SOCIETE D'EOLIENNE CARIBEENNE	WPD SAS
CARL STAHL	ENERGIE EOLIENNE FRANCE	IDOL	NOUVERGIES	SOCIETE GENERALE	WPO
CENTRALES NEXT SAS	ENERGIEKONTOR AG	IEL DEVELOPPEMENT	NTR WIND MANAGEMENT DAC	SOCOTEC FRANCE	ZEPHYR
CEPS	ENERGIES NORMANDIE	IFP ENERGIES NOUVELLES	OBSTA	SOFIVA ENERGIE	
CERIB	ENERGIETEAM	IMAGIN'ERE	OMEXOM RENEWABLE ENERGIES	SOLEIL DU MIDI	
CETIM	ENERPOLE	IN CONTROL FRANCE	OREMOTOR	SOLVAY ENERGY SERVICES	
CEZ FRANCE SAS	ENERTRAG	INEO ATLANTIQUE	ORMAZABAL FRANCE	SOLVEO ENERGIE	
CFAI DU DAUPHINÉ	ENERYO	INEO RESEAUX CENTRE	OSTWIND INTERNATIONAL	STATKRAFT MARKETS GMBH	
CG SALES NETWORKS FRANCE	ENGIE GREEN FRANCE	INERSYS - SYSCOM	OX2 WIND	STEAG NEW ENERGIES GMBH	
CGN EUROPE ENERGY	ENVINERGY TRANSACTION	INNERGEX FRANCE SAS	P&T TECHNOLOGIE SAS	TCO WIND LORRAINE SAS	
CHAPELLE D'EOLE	EOLE CONSTRUCTING	INTERVENT SAS	PARKWIND	TECH INTER	
	EOLEC	ISEG FRANCE	PLANETA FRANCE SAS	TEKERIA	

Partenaires :
Pôle Mer Méditerranée
CCI Business
France Energies Marines
Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE)
Cluster maritime français



BearingPoint®