



---

# FILIÈRE ÉOLIENNE FRANÇAISE : BILAN, PROSPECTIVE ET STRATÉGIE

---

Synthèse

SEPT.  
2017



**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

## **Ce document est édité par l'ADEME**

### **ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

**Coordination technique :** CALS Guilain, Service Réseaux & énergies renouvelables

**Rédaction :** I Care & Consult, IN NUMERI et E-CUBE Strategy Consultants

**Création graphique :** Agence 129

**Impression :** Imprimé en France par Groupe Lecaux  
Imprimeries. 260, rue des Noisetiers - 50110 Tourlaville.  
Certification PEFC, Iso 14001, Imprim'vert, fsc, charte de la diversité

**Brochure réf. 010326**

**ISBN :** 979-10-297-0949-4

**Dépôt légal :** ©ADEME Éditions, juin 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

# AVANT-PROPOS

Avec une puissance installée de l'ordre de 12 000 MW à fin décembre 2016, la filière éolienne française se situe, aujourd'hui après 15 années de soutien public, au 4e rang européen. Et les ambitions sont élevées : la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) officialisée fin 2016 prévoit, en estimation basse, un doublement de la capacité installée d'ici à 2023, confortant le rôle majeur tenu par l'éolien dans la stratégie hexagonale de transition énergétique.

Dans ce contexte, il est apparu essentiel de faire un état des lieux détaillé de la filière et de la politique de soutien, avant d'analyser les perspectives futures pour en tirer des enseignements en termes de stratégie de soutien pour les années à venir. La présente étude produit ainsi une évaluation des retombées socio-économiques, historiques et futures, de la filière, en termes d'activité économiques et d'emplois. Elle propose ensuite un bilan évaluatif de la politique de soutien en place depuis 2000, en termes d'efficacité, d'utilité et d'efficience. Enfin, elle aborde les perspectives d'évolution de la filière et de son contexte réglementaire, technologique et économique ; en se donnant pour cible les objectifs PPE, l'étude tire des enseignements et des recommandations concernant la politique de soutien et la maximisation de la valeur sociale et économique du déploiement de l'éolien en France.

La réalisation de cette étude a donné lieu à une revue détaillée de la littérature existante, deux enquêtes (l'une auprès des professionnels de la filière et l'autre, auprès des collectivités territoriales d'implantation des parcs éoliens), de nombreux entretiens bilatéraux, ainsi qu'à un atelier de co-élaboration. Professionnels de la filière, collectivités territoriales, services centraux de l'état, Commission de régulation de l'énergie, gestionnaires de réseaux, acteurs de la recherche, associations de défense de l'environnement... l'ensemble des parties prenantes à la mise en œuvre de la politique de soutien à l'éolien a ainsi été consulté dans le cadre de ce travail.

**En produisant ces données, l'ADEME souhaite alimenter le débat public sur les questions stratégiques et techniques entourant le développement de l'éolien en France. Destiné à l'ensemble des acteurs impliqués, cet ouvrage vise à accompagner les décideurs politiques dans leur travail d'élaboration, de suivi, et d'évaluation des politiques de soutien à la filière.**



# RÉSUMÉ EXÉCUTIF

En 2000, la France ne comptait que quelques centaines d'éoliennes représentant une puissance totale d'environ 50 MW. Fin 2016, après 15 ans de politique publique de soutien à la technologie, le parc éolien français atteignait 11 800 MW, couvrant cette année-là 3,9% de la production électrique française. En 2015, la filière comptait, en France, près de **18 000 équivalents-temps-plein (ETP) directs et indirects**, soit 18 ETP/MW installé, une performance inférieure à celle de l'Allemagne, à 30 ETP/MW installé en 2014, qui s'explique avant tout par l'absence de donneur d'ordre (turbinier) français de premier plan en éolien terrestre. Les entreprises françaises actives sur le secteur éolien génèrent tout de même un montant d'exportation estimés à 663M€, sur un chiffre d'affaires total de la filière éolienne française estimé, en 2015, à plus de 1,84 Mds€. La création de valeur ajoutée est estimée à plus de 730 M€.

La France s'est dotée dès l'année 2000 d'une politique de soutien : obligation d'achat puis introduction de tarifs dédiés, lancement d'une série d'appels d'offres ; des objectifs de déploiement de l'éolien ont été fixés sur la période 2000-2015. Il apparaît a posteriori que, sur la période qui s'étend jusqu'à 2012, la fixation des objectifs et l'élaboration du cadre réglementaire n'ont pas suffisamment anticipé les difficultés qui allaient se présenter en termes de conflits d'usages, d'intégration locale, de prise en compte des impacts environnementaux et d'aménagement du réseau. **La prise en compte de ces enjeux a conduit à une accumulation de changements réglementaires, dont on n'a pu réaliser que tardivement l'inadéquation avec des objectifs de déploiement ambitieux.** Des efforts de simplification ont été entrepris qui se poursuivent aujourd'hui.

Bien que les capacités de production des grands turbiniers d'envergure internationale restent limitées en France, **une filière éolienne française s'est constituée, qui comptait en 2015 près de 600 entreprises.** Les initiatives prises depuis 2010, avec la création de Windustry France<sup>1</sup> et des clubs exports, et l'inclusion de critères industriels dans les appels d'offres éolien en mer, vont dans le sens d'une structuration accrue de la filière. Au-delà des créations d'emplois, l'éolien peut également être source de redynamisation pour certains territoires ruraux, grâce aux recettes fiscales associées et via le montage de projets participatifs. **Le développement de l'éolien a eu également des bénéfices environnementaux et sanitaires<sup>2</sup> importants qui, si on les monétarise,**

**représentent un gain estimé pour la collectivité de l'ordre de 3,1 à 8,8 Mds€ sur la période 2002-2013<sup>3</sup>.** Ces gains **dépassent largement le coût de la politique de soutien.** En effet, en 2015, la part de la facture d'électricité du ménage moyen attribuable au financement du tarif d'achat éolien<sup>4</sup> était de 2,9%. Une fois ajoutés aux coûts de développement du réseau financés par les gestionnaires de réseaux et aux coûts de recherche-développement-innovation financés par les pouvoirs publics, le coût complet de la politique de soutien à l'éolien sur la période 2002-2013 est évalué à 3,2 Mds€.

Les dernières évolutions du dispositif de soutien à l'éolien et la PPE offrent une visibilité nouvelle sur les volumes et le niveau de rémunération. Pour atteindre les objectifs à 2023 et 2030, le rythme annuel d'installations à terre doit confirmer et même dépasser celui de 2016 ; le processus d'installation en mer doit pour sa part se concrétiser et se stabiliser. Pour cela, **il est primordial de faire du déploiement de l'éolien une opportunité de développement socio-économique aux niveaux national comme territorial.** Les projections réalisées montrent que l'emploi dans **la filière pourrait atteindre entre 60 000 ETP et 93 000 ETP directs et indirects (hors exportations) à horizon 2050 (entre 40 000 et 75 000 ETP à horizon 2035).** Les acteurs de la filière doivent pour leur part relever les défis technologiques et logistiques qui permettront d'aboutir simultanément à une hausse des facteurs de charge et à une baisse des coûts du MWh, en particulier dans l'éolien en mer, et collaborer plus étroitement avec les collectivités. **Ces perspectives de baisse de coût font de l'éolien l'une des filières de production d'électricité les plus compétitives en France.**

Malgré les opportunités que représente la filière, 50% des projets éoliens ont fait l'objet de recours entre 2012 et 2014, induisant des retards pouvant dépasser 3 ans<sup>5</sup>. L'une des causes de ces recours réside dans une intégration inégale des projets au sein des territoires sur lesquels ils sont implantés, alors même que les récentes enquêtes ont montré une perception très positive de l'énergie éolienne par les français. **L'implication croissante des parties prenantes, et la co-construction de projets de grande qualité environnementale, sociale et économique, sont considérés aujourd'hui comme les leviers majeurs d'intégration locale des projets.**

1. Outil de structuration industrielle, piloté par le SER, porté par les acteurs de la filière et soutenu par l'Etat, visant à accompagner de manière individualisée soixante-dix entreprises, en vue de faire évoluer leurs procédés industriels, de diversifier leur activité et d'obtenir des marchés.

2. D'importantes quantités d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques ont été évitées.

3. Voir en section 2 ci-dessous, pour une explication des calculs aboutissant à cette conclusion.

4. Via la Contribution au service public de l'électricité (CSPE)

5. OFATE. Panorama des principaux recours contentieux en matière de projets éoliens terrestres en France. 2015.

# TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
Résumé exécutif	4
<b>1. FILIÈRE ÉOLIENNE : QUEL ÉTAT DES LIEUX EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL ?</b>	<b>6</b>
Un marché mondial dont la dynamique ne se dément pas	6
Une filière qui se caractérise par un nombre important d'emplois industriels et de service	7
En France, un tissu économique et industriel qui produit une part significative d'exportations	7
Des régions qui tirent parti de leurs ressources et du tissu économique existant	9
<b>2. QUEL BILAN TIRER DE 15 ANNÉES DE POLITIQUE DE SOUTIEN À L'ÉOLIEN ?</b>	<b>10</b>
Un dispositif de soutien et un cadre réglementaire qui se sont progressivement structurés	10
Des objectifs chiffrés de déploiement de l'éolien qui ne sont pas atteints	11
Une politique de soutien qui a permis à une filière éolienne française d'émerger, sans toutefois parvenir à accompagner la naissance d'un turbinier chef de file de la filière	12
Une contribution significative à la croissance du mix renouvelable et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France	13
Des contraintes sécuritaires, sanitaires et environnementales bien intégrées à la réglementation, mais des problématiques de rythmes de déploiement et d'intégration locale qui persistent	13
Une politique de soutien qui a permis de redynamiser certains territoires d'implantation	14
Un dispositif qui a entraîné une hausse relativement limitée de la facture d'électricité	14
Des bénéfices environnementaux à la hauteur des coûts associés au dispositif de soutien	15
<b>3. QUELLES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT À MOYEN TERME ?</b>	<b>16</b>
Des perspectives de croissance mondiale encourageantes pour la filière	16
Des acteurs qui doivent relever un ensemble de défis technologiques et poursuivre la baisse des coûts	17
Une évolution de la structure géographique de la demande et une croissance globale du marché éolien qui impactent la stratégie des acteurs en place	17
Dispositif de soutien, gestion des parcs en fin de contrat, intégration au marché de l'électricité : la nouvelle génération des modèles d'affaires pour l'éolien	18
Au-delà des objectifs techniques : des enjeux prioritaires relatifs au soutien à la montée en compétences et à l'adaptation du cadre réglementaire...	18
...et promotion d'une structuration industrielle accrue	19
<b>4. QUELLES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DE LONG TERME ?</b>	<b>20</b>
Un effet sur le produit intérieur brut qui reste négligeable	20
Des niveaux de recettes fiscales locales et d'emploi éoliens qui augmentent fortement	21
<b>5. QUEL RÔLE POUR L'ADEME DANS UNE STRATÉGIE NATIONALE DE L'ÉOLIEN ?</b>	<b>22</b>
Des actions de développement de l'expertise et d'intégration locale des projets qui visent une accélération des rythmes annuels d'installation de MW éoliens	22
Des actions de soutien à la structuration de la filière et à l'appropriation des projets par les acteurs locaux qui visent une maximisation de la valeur sociale et économique	22





# 1. FILIÈRE ÉOLIENNE : QUEL ÉTAT DES LIEUX EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL ?

A partir des données publiquement disponibles et d'une enquête portant sur les activités des acteurs de l'éolien en France, ce chapitre dresse un état des lieux de l'activité économique, de l'emploi et des coûts des filières éoliennes terrestre et en mer, en France, et dans les autres pays, dans un contexte international porteur.

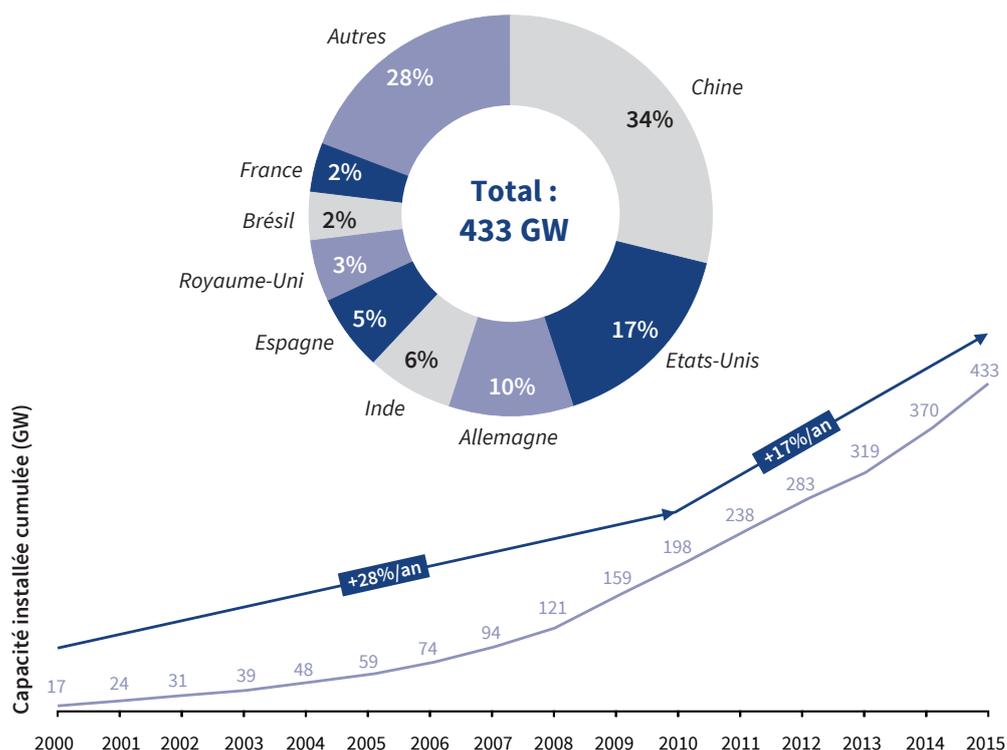


Figure 1 : Evolution de la capacité éolienne installée annuellement entre 2000 et 2015 au niveau mondial et répartition de la capacité cumulée entre les principaux pays

## UN MARCHÉ MONDIAL DONT LA DYNAMIQUE NE SE DÉMENT PAS

Le marché de l'éolien s'est fortement développé depuis 10 ans, et en 2015 le parc éolien installé mondial atteint 433 GW, soit 7% de la puissance installée toutes sources confondues, et 3,7% de l'électricité produite<sup>6</sup>. Ce parc éolien mondial croît de 17% par an depuis 2010 (voir Figure 1) et devrait continuer à croître à un rythme soutenu. Cette croissance est tirée par les pays émergents, notamment la Chine, qui représentait à elle seule 50% des nouvelles puissances installées en 2015. En 2016, l'éolien était la deuxième source d'électricité en termes d'investissements dans de nouvelles capacités de production, avec 111 Mds\$ investis.

L'éolien terrestre est la technologie la plus développée et représente plus de 97% de la puissance du parc installé, soit 420 GW. Dans l'éolien terrestre, les machines de petite puissance (moins de 100 kW) sont minoritaires, avec un parc d'environ 300 MW pour 870 000 unités. L'éolien en mer connaît une croissance constante depuis 2011, avec un taux de croissance annuel moyen autour de 28% entre 2011 et 2014, qui lui a permis d'atteindre 12 GW de puissance installée cumulée en 2015<sup>7</sup>. L'Europe du Nord concentre 90% de ces puissances installées, avec 5 GW au Royaume-Uni et 3,3 GW en Allemagne.

## UNE FILIÈRE QUI SE CARACTÉRISE PAR UN NOMBRE IMPORTANT D'EMPLOIS INDUSTRIELS ET DE SERVICE

La croissance de l'éolien s'accompagne d'importantes créations d'emplois dans la filière : c'est la 4ème énergie renouvelable la plus riche en emplois au niveau mondial, avec 1,1 million d'emplois directs et indirects, derrière l'hydroélectricité, le photovoltaïque et les biocarburants<sup>6</sup>. Avec des investissements en 2015 de l'ordre de 1060 à 1600 €/kW pour l'éolien terrestre et de 3300 à 5000 €/kW dans l'éolien en mer, l'investissement dans l'éolien représentait un marché mondial de l'ordre de 100 milliards d'euros<sup>9</sup> en 2015, pour une répartition des coûts d'investissement totaux de 65 à 80% pour la fabrication et l'assemblage des éoliennes, 15 à 30% pour l'installation et la mise en service, et 2 à 6% pour les études et le développement. La grande majorité des emplois éoliens est liée à l'investissement, suivant une répartition par maillon de la chaîne de valeur qui reflète approximativement celle des coûts. Un peu plus de 2% des emplois sont dédiés à l'exploitation et à la maintenance à l'échelle mondiale, en augmentation constante.

L'intensité en emplois du marché éolien varie fortement d'un pays à l'autre : de 30 ETP par MW installé annuellement en Allemagne sur la période 2014 à moins de 15 au Brésil. En 2015 en France, ce ratio est de l'ordre de 18 ETP par MW installé annuellement. C'est le niveau de structuration des activités industrielles qui explique le mieux cette variabilité, les activités associées au développement, à l'installation et à l'exploitation étant des activités « locales ». L'Allemagne et la Chine, où l'intensité en main-d'œuvre est la plus forte, ont su développer des industries éoliennes très actives sur les marchés domestiques et mondiaux. Historiquement, les facteurs suivants ont été déterminants dans la structuration des filières industrielles éoliennes de différents pays : un marché domestique assurant des débouchés importants, des exigences de contenu local, un soutien précoce à la recherche et au développement, un dispositif d'aide aux exportations et une politique qui prend appui sur les atouts industriels des pays.

## EN FRANCE, UN TISSU ÉCONOMIQUE ET INDUSTRIEL QUI PRODUIT UNE PART SIGNIFICATIVE D'EXPORTATIONS

En France, l'éolien terrestre présente une capacité totale de plus de 11 800 MW à fin 2016. La production éolienne française représente environ 21 TWh en 2016, soit 3.9% de la consommation d'électricité nationale. D'autre part, les premiers parcs éoliens en mer posés devraient être mis en service à partir de 2021.

En 2015, le marché éolien terrestre domestique (hors valorisation de l'électricité produite) était estimé à 1,8 Mds€, pour un marché de l'investissement dans de nouveaux parcs estimé à 1,3 Mds€ et un marché de l'exploitation-maintenance estimé à 475 M€. Ce marché donnait lieu à des importations (principalement turbines et composants) de l'ordre de 685 M€. Le marché de la vente d'énergie était quant à lui évalué à 1,87 Mds€. Par ailleurs, les acteurs de la filière éolienne française réalisent 663 M€ de chiffre d'affaires à l'exportation, principalement dans la fabrication de composants. Enfin, la valeur ajoutée<sup>10</sup> dégagée par la filière, qu'il s'agisse du marché domestique (éolien en mer inclus) ou des exportations, était estimée à 730 M€.

Les acteurs de l'éolien en France représentaient ainsi, en 2015, près de 18 000 ETP, dont plus de 10 000 ETP directs<sup>11</sup> et près de 8 000 ETP indirects<sup>12</sup>. Près de 40% des ETP directs visent une activité à l'export. Si les entreprises françaises sont présentes sur la plupart des maillons, la France ne possède toutefois pas à ce jour de turbinier majeur sur le segment de l'éolien terrestre de grande puissance. Pour autant, la fabrication de turbines est présente en France sur certains marchés (moyen éolien, éoliennes en mer) ou en éolien terrestre avec des technologies spécifiques (machines à entraînement direct) portées par des petits acteurs.

6. REN21. Renewables 2014, Global Status Report. 2014.

7. GWEC. Global wind energy outlook 2015. 2016.

8. IRENA. Renewable Jobs, annual review. 2015.

9. BNEF. Clean Energy Investments: Q4 2015. 2015

10. Valeur ajoutée = valeur des produits finaux - valeur des consommations intermédiaires de rang 1.

11. Emplois liés aux effets directs du déploiement et de l'exploitation des parcs éoliens en France, sur les différents maillons de la chaîne de valeur considérés comme spécifiques à la filière éolienne : développement de projets et études, fabrication de composants, assemblage, transport, génie civil, montage, exploitation et maintenance

12. Emplois liés aux consommations intermédiaires non-spécifiques, c'est-à-dire entrant comme biens et services consommés par les maillons compris dans les effets directs.



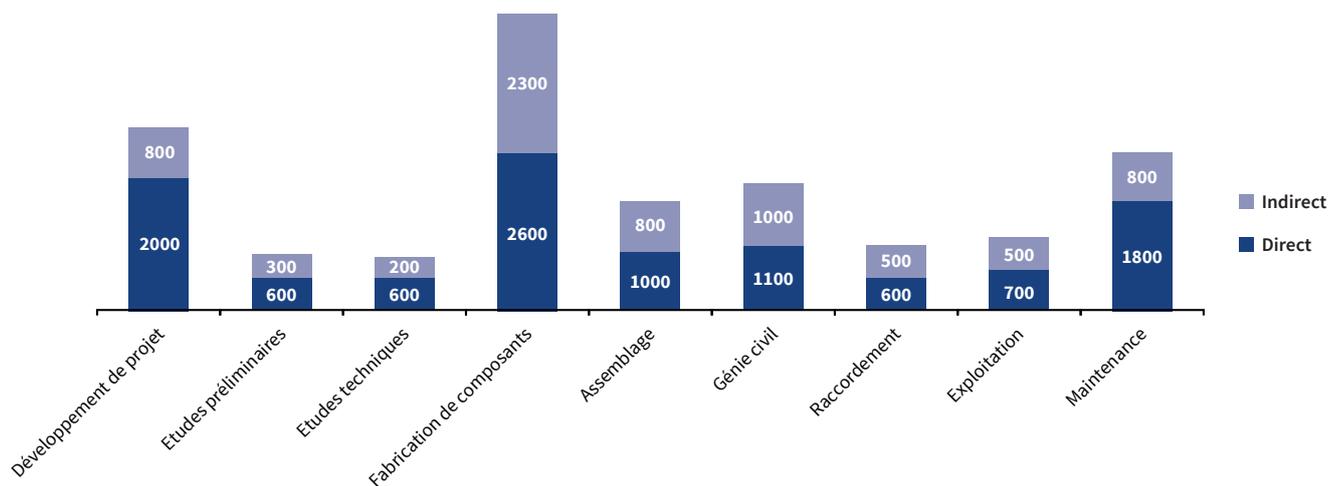


Figure 2 : Emplois directs et indirects en ETP, par activité de la chaîne de valeur éolienne en France

Le développement de projets représentait, en 2015, 3000 ETP directs et indirects en France. De plus les développeurs français sont présents à l'international : plus de 50% de leurs projets sont réalisés à l'étranger, ce qui leur permet d'atteindre une part de marché mondiale d'environ 4%. Cependant, cette performance est le résultat de filiales locales (seul 12% de leur chiffre d'affaires en France est dédié à l'export), et 85% des activités à l'étranger sont réalisées par EDF EN et Engie, qui couvrent 3% du parc mondial.

La conduite d'études et d'opérations de contrôle représentait un total de 1700 ETP directs et indirects en France, avec des acteurs positionnés sur l'ensemble des domaines d'expertise pertinents pour la filière. Seul un petit nombre des bureaux français est présent sur les marchés internationaux : 20% du chiffre d'affaires éolien des entreprises de ce maillon était réalisé à l'export, représentant 0,9% de parts de marché au niveau mondial. La fabrication de turbines et de composants représentait de l'ordre de 6700 ETP directs et indirects en France (somme des emplois de fabrication de composants et d'assemblage, dans la Figure 2 ci-dessus). Si aucun fabricant majeur des éoliennes terrestres actuelles de plus de 1 MW n'est d'origine française, certains acteurs nationaux existent ou se développent sur des marchés plus spécifiques :

- Eolys et Okwind : positionnés sur le segment du petit éolien ;
- DDIS : porteur d'une innovation technologique, fabricant de machines de 800 kW ;
- Poma Leitwind : fabricant d'éoliennes de 1 à 3 MW à entraînement direct ;
- Vergnet : acteur historique du moyen et grand éolien pour les zones cycloniques.

Par ailleurs, un acteur étranger majeur – General Electric – est présent en France sur la fabrication de turbines pour l'éolien

en mer. L'activité d'assemblage et de commercialisation de turbines en France, d'une part, représentait, en 2015, 1800 emplois directs et indirects en France. D'autre part, la filière française est positionnée sur la plupart des composants, dont la fabrication représentait 4900 ETP directs et indirects : mécaniques (comme les couronnes d'orientation avec Rollix Defontaine), électroniques (comme les générateurs avec Leroy Somer), composants de structure (les pièces moulées avec Plastinov par exemple). Certains turbiniéristes étrangers ont par ailleurs des activités de fabrication de composants en France, comme Enercon avec Wec Mâts Béton, ou GE avec la fabrication de pales. Pour les fabricants de composants, le taux d'export peut atteindre 80%, signe du dynamisme de l'industrie française.

Les travaux de génie civil et de raccordement représentaient 3200 ETP directs et indirects en France. Les travaux de génie civil sont réalisés par des acteurs spécialisés dans les chantiers de grande envergure, issus du secteur de la construction et du BTP. Des sociétés spécialisées, comme Cegelec et Spie en France, interviennent comme sous-traitants pour les opérations de raccordement. Ces étapes sont réalisées par des entreprises locales : les exportations sont faibles et les parts de marché mondial sont non-significatives. Des acteurs français se positionnent (ou se sont positionnés) sur des marchés d'avenir pour l'éolien en mer : fondations et flotteurs (IDEOL, DCNS, Eiffage Metal), travaux maritimes et équipements de raccordement (STX, Louis Dreyfus, Nexans).

Enfin, en 2015, les activités d'exploitation-maintenance représentaient 3800 ETP directs et indirects en France. Si l'activité d'exploitation est principalement locale (le taux d'export des acteurs français est de 4%), certaines prestations de maintenance spécialisée, comme la maintenance des pales, peuvent s'effectuer à l'export (jusqu'à 70% de taux d'export chez certains acteurs français).

## DES RÉGIONS QUI TIRENT PARTI DE LEURS RESSOURCES ET DU TISSU ÉCONOMIQUE EXISTANT

Les emplois de la filière éolienne se répartissent dans l'ensemble des régions, avec globalement une prédominance des Hauts-de-France, de l'Île-de-France, de l'Occitanie et des Pays de la Loire ; la répartition par maillon de la chaîne de valeur est différente dans chaque région (voir en Figure 3).

Contrairement aux emplois de génie civil, les emplois industriels, turbiniens et fabricants de composants compris,

se concentrent dans les bassins industriels historiques, sans forcément suivre les zones d'implantation des parcs : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Hauts-de-France, Île-de-France et Pays de la Loire (en particulier pour l'éolien en mer).

Les emplois de service se retrouvent principalement en régions Hauts-de-France, Île-de-France, Pays de la Loire, et Occitanie. Les développeurs et développeurs-exploitants se concentrent en Île-de-France, Pays de la Loire, et Occitanie. Les bureaux d'études ont plutôt une forte présence en Hauts-de-France, Normandie, Pays de la Loire et Occitanie, et sont localisés à proximité des principaux lieux d'implantation des parcs

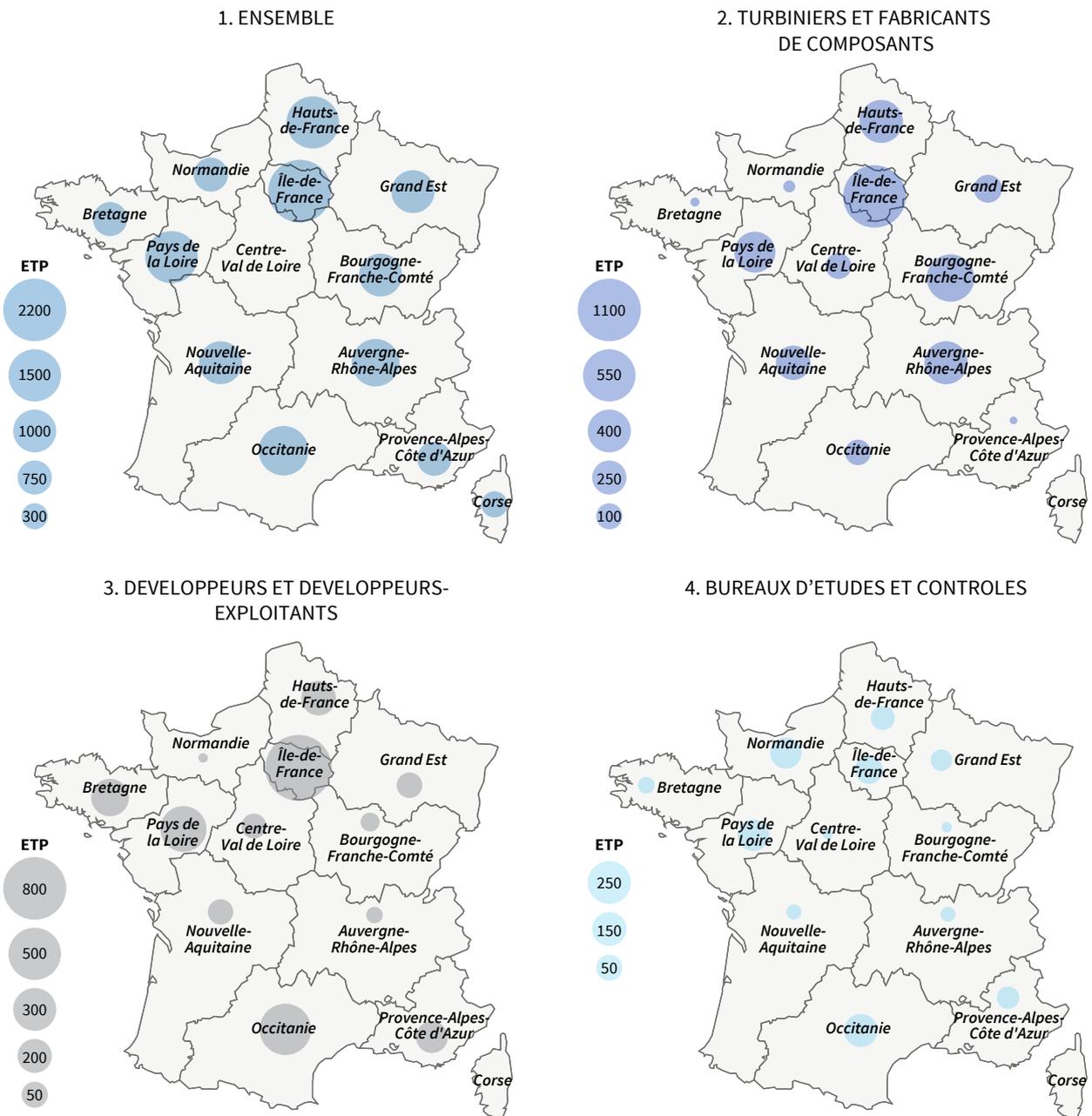


Figure 3 : Répartition des ETP éoliens en 2015 en France métropolitaine<sup>13</sup> [Source : analyse In Numeri 2016]

13. La carte 1 comprend les emplois des développeurs-exploitants, entreprises d'exploitation et de maintenance, entreprises du BTP, bureaux d'études, turbiniens et fabricants de composants. La carte 2 comprend des emplois de

maintenances quand cette activité est fournie par le turbiniens aux exploitants. La carte 3 comprend des emplois d'exploitation, de vente d'énergie, et de maintenance quand ces activités sont internalisées par les développeurs.





## 2. QUEL BILAN TIRER DE 15 ANNÉES DE POLITIQUE DE SOUTIEN À L'ÉOLIEN ?

*Ce chapitre revient sur les 15 ans de politique de soutien à l'éolien antérieurs à la promulgation de la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) et se propose d'examiner son efficacité au regard des objectifs fixés, ainsi que ses impacts et bénéfices du point de vue de la politique énergétique et des politiques de protection de l'environnement, d'emploi, de développement industriel et économique, et de prévention des risques.*

### UN DISPOSITIF DE SOUTIEN ET UN CADRE RÉGLEMENTAIRE QUI SE SONT PROGRESSIVEMENT STRUCTURÉS

Les premières briques d'un dispositif de soutien à l'éolien sont posées en France avant les années 2000 : un premier cadre urbanistique pour l'éolien voit le jour en 1986, des premiers contrats d'achat sont mis en place en 1990 et un premier programme d'appels d'offres éolien, baptisé « Eole 2005 », est lancé en 1996.

Toutefois, le dispositif de soutien prend réellement forme avec la loi du 10 février 2000, relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, qui met en place le système d'obligation d'achat et instaure un tarif d'achat pour l'éolien dès 2001. Ce dispositif, central pour l'essor de la filière, est ensuite progressivement complété par des dispositifs réglementaires et fiscaux, des mesures de soutien à l'offre et des obligations et outils de planification :

- A partir de 2003, le développement de projets éoliens doit passer par l'obtention d'un permis de construire et par la réalisation d'une étude d'impact et d'une enquête publique ;
- En 2007, les zones de développement de l'éolien (ZDE), prévues par la loi POPE de 2005, entrent en vigueur, avec pour ambition d'impliquer les collectivités locales dans la planification et la maîtrise des projets éoliens sur leur territoire ;
- En 2010 et 2011, la loi Grenelle II et ses décrets inscrivent l'éolien sous le régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui introduit notamment la règle des « 500 mètres », les distances minimales d'éloignement pour les radars, l'obligation de réaliser un suivi environnemental et prévoit de nouvelles normes de bruit définies par arrêté. La règle des 5 mâts est également introduite par la loi Grenelle II ;
- En 2013, la loi Brottes revient sur certaines mesures antérieures jugées incompatibles avec une volonté de développement de l'éolien : suppression de la règle des 5 mâts et des ZDE, dérogation à la règle d'urbanisation en continuité du littoral. Par ailleurs des dispositifs de signature anticipée des contrats d'achat et d'expérimentation d'une autorisation unique pour l'éolien sont adoptés.

Par ailleurs, la période de soutien 2000-2015 voit se succéder différents objectifs chiffrés de déploiement pour l'éolien, entérinés par les Programmations Pluriannuelles des Investissements (PPI) en 2003, 2006 et 2009, et différents appels d'offres sont lancés pour initier le déploiement de l'éolien : en 2003 pour le terrestre et le maritime (avec des résultats décevants), puis en 2011 et 2013 pour l'éolien en mer.<sup>14</sup>

14. Les évolutions législatives et réglementaires associées à la LTECV, ainsi que les outils de planification qui en découlent sont discutés en section 3 ci-dessous.

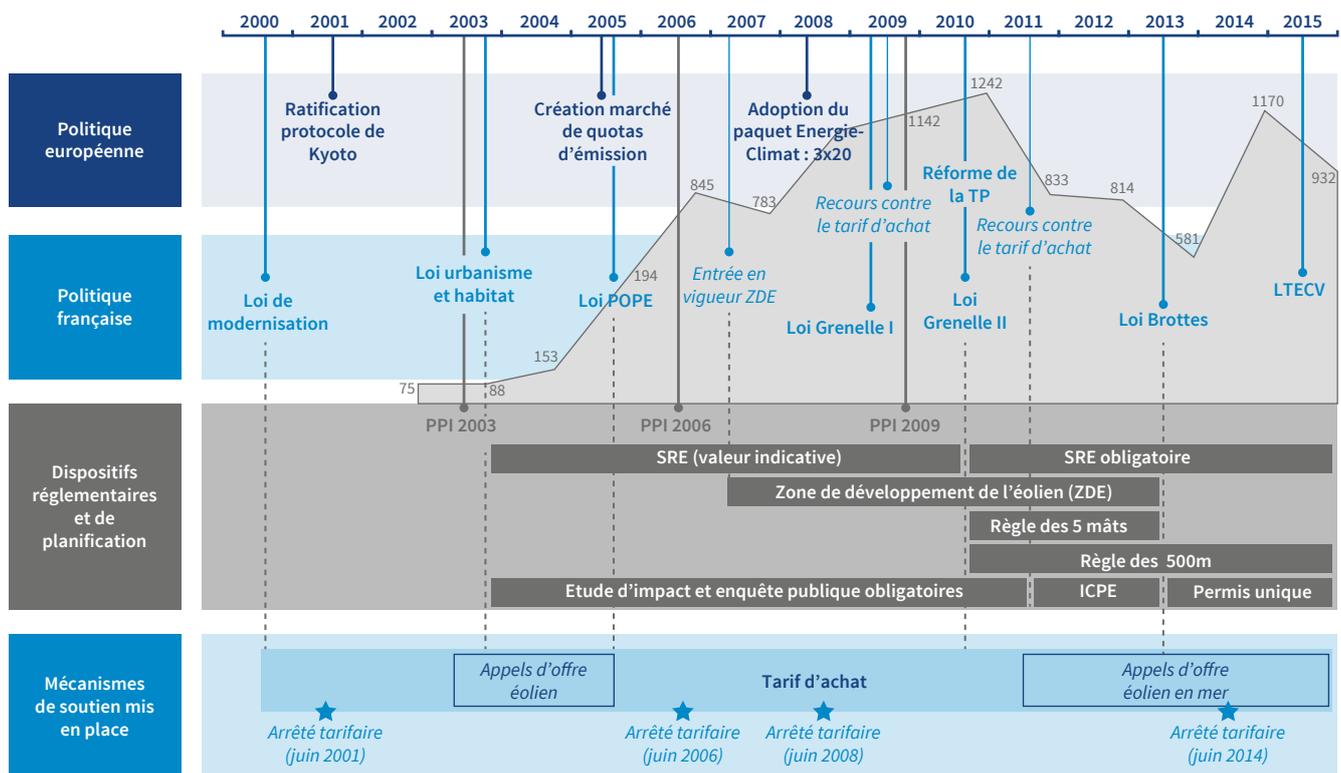


Figure 4 : Historique simplifié de la politique de soutien et du cadre réglementaire ( le graphique grisé présente les puissances raccordées chaque année)

L'analyse de ces quinze années de dispositifs réglementaires et de soutien à la filière éolienne permet de

livrer un certain nombre de constats et d'enseignements.

## DES OBJECTIFS CHIFFRÉS DE DÉPLOIEMENT DE L'ÉOLIEN QUI N'ONT PAS ÉTÉ ATTEINTS SUR LA PÉRIODE

Les objectifs en matière d'éolien, repris dans les PPI, ont reconnu l'importance de la contribution de l'éolien à la production renouvelable. Cependant le déploiement effectif n'a pas atteint les différents objectifs PPI (le réalisé a été de 10% à 30% en deçà des objectifs). Le parc éolien en mer n'a pas non plus atteint les objectifs fixés, puisqu'aucun parc n'est aujourd'hui en fonctionnement. Sur la période 2004-2015, l'atteinte des objectifs fixés (pour éolien terrestre et en mer) aurait nécessité l'installation de 1580 MW/an (1140 MW/an pour le terrestre seul). Or le rythme annuel moyen effectif a été sur la même période de 840 MW/an, soit un différentiel de 740 MW/an en moyenne (différentiel de 300 MW/an pour le terrestre seul).

Ce constat s'explique, d'une part, par le fait qu'un certain nombre de difficultés n'ont pas été suffisamment anticipées lors de la fixation des objectifs et du cadrage réglementaire : durée de développement des projets,

aménagement du réseau électrique et coûts afférents, cohabitation avec l'observation radar et certaines activités aéronautiques, vision de l'aménagement du territoire et difficultés d'intégration locale. La prise en compte tardive de ces difficultés a conduit, tout au long de la période, à des changements réglementaires fréquents et à une accumulation de contraintes au déploiement des parcs, dont les pouvoirs publics n'ont, que dans un second temps, démarré la rationalisation (efforts qui se sont poursuivis en 2016 et 2017, comme discuté dans le chapitre suivant).

D'autre part, les difficultés de la filière sont également dues, de façon plus indirecte, à un manque initial d'ambition industrielle (absence de soutien à un turbinier national ou d'effort de coordination de la R&D), sans laquelle une mobilisation plus large des différentes parties prenantes et du grand public, en faveur de la filière, n'a pas pu se faire (voir plus bas).

Le graphique de la Figure 5 met en regard les grandes évolutions réglementaires sur la période 2002-2015 et la dynamique des installations.



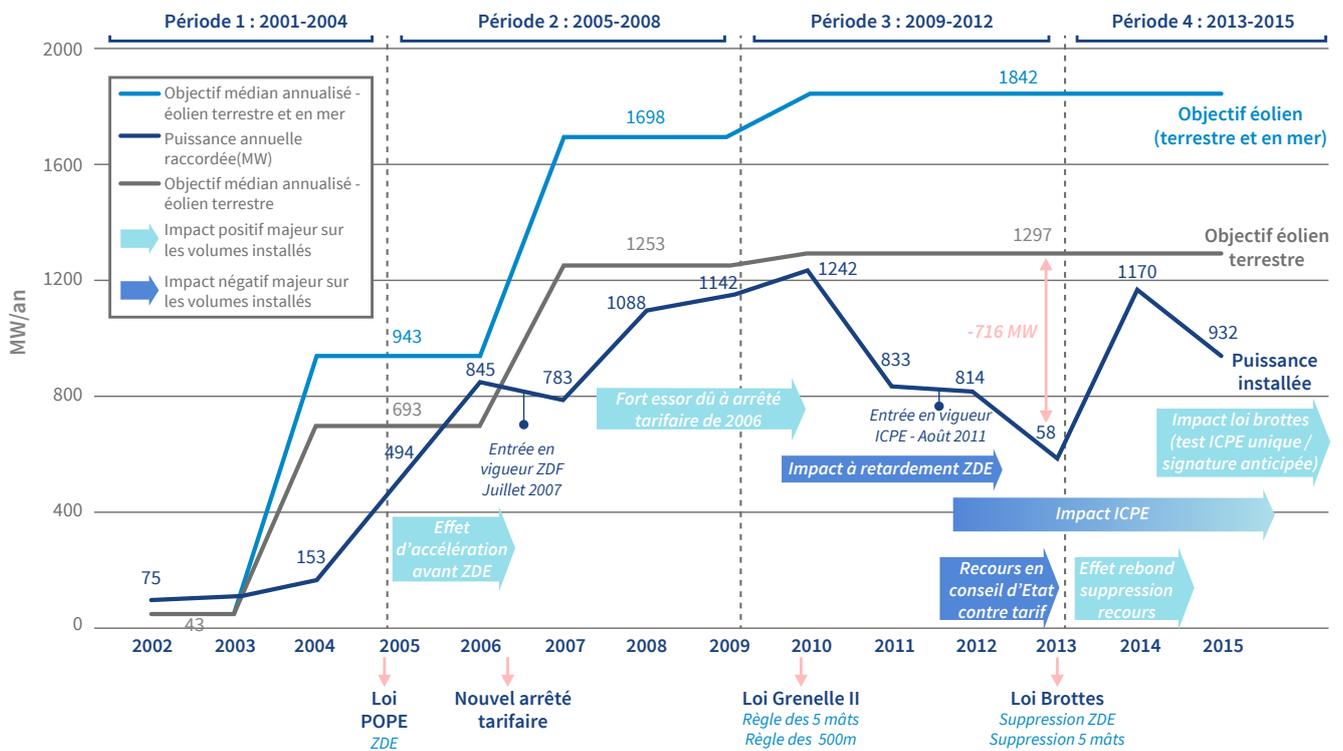


Figure 5 : Comparaison entre les objectifs annuels d'éolien installé et le réalisé, et mise en évidence des impacts positifs et négatifs majeurs sur les volumes

## UNE POLITIQUE DE SOUTIEN QUI A PERMIS À UNE FILIÈRE ÉOLIENNE FRANÇAISE D'ÉMERGER, SANS TOUTEFOIS PARVENIR À ACCOMPAGNER LA NAISSANCE D'UN TURBINIER NATIONAL<sup>15</sup> CHEF DE FILE DE LA FILIÈRE

Quasi-inexistante au début de la période de soutien, la filière éolienne française compte en 2015 près de 600 entreprises réparties sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'éolien. Au total, en 2015, la part française dans le marché éolien terrestre domestique s'élevait à environ 56% (sur un marché d'environ 1,8 Md€)<sup>16</sup>. Toutefois, sur la phase investissement du marché terrestre domestique (estimé à 1,3 Md€), la part de marché de l'offre française se réduit à 43%. Cela traduit le fait que, sur les maillons de la fabrication et de l'assemblage de turbines, qui concentrent une grande part de la valeur ajoutée de l'éolien, l'offre française reste trop limitée. Aucun fabricant majeur de turbines de plus de 1 MW n'a émergé au niveau international parmi les entreprises françaises, et les implantations en France de turbiniers étrangers restent faibles. L'offre française est évidemment beaucoup mieux positionnée sur les activités difficilement délocalisables, comme le développement, la conduite d'études, les travaux de génie civil et de raccordement, ou encore l'exploitation et la maintenance.

En raison de ces faiblesses de la filière française sur les activités industrielles, la France n'est pas parvenue à maximiser l'impact en termes d'emplois de sa politique

de soutien à l'éolien. Toutefois, des signes encourageants peuvent être notés : sur le périmètre des ETP directs seuls, le ratio est passé de 7 ETP / MW en 2007 à 11 ETP / MW en 2015 ; un certain nombre d'acteurs de la fabrication de turbines existent et se développent sur des segments de marché spécifiques ; des sous-traitants industriels connaissent un succès important à l'export. De plus l'essor de l'éolien en mer, via les appels d'offres de 2011, 2013 et 2016, commence à dynamiser l'activité industrielle et l'emploi au niveau des zones côtières, grâce à l'installation de grands turbiniers et fabricants de composants étrangers.

Enfin, même si le volume des exportations de la filière a progressivement augmenté (que ce soit en volume ou en proportion des importations) sur la période, la politique de soutien à l'éolien n'a contribué que de façon limitée à l'émergence et à la promotion d'acteurs français sur la scène internationale, en raison, d'une part, de durcissements réglementaires qui ont limité la portée des objectifs de long terme affichés, et d'autre part, d'une mise en place tardive des programmes de recherche, développement et innovation (RDI) et outils de soutien à l'export. Ces différents facteurs n'ont pas permis de rattraper le retard pris par rapport à nos voisins dans le développement de l'éolien et ont favorisé une domination du marché européen par des fabricants allemands ou d'Europe du nord. Ce n'est qu'à partir de 2010 que des outils ont été mis en œuvre afin de renforcer le positionnement des acteurs français : grands projets de RDI, via le Programme des Investissements d'Avenir lancé en 2010, Windustry France, les Clubs exports.

15. Entendu comme un turbinier à capitaux majoritairement français, ayant son siège social localisé en France.

16. Une fois retranchés les importations de biens et services des fournisseurs de rangs un et deux.

## UNE CONTRIBUTION SIGNIFICATIVE À LA CROISSANCE DU MIX RENOUVELABLE ET À LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES EN FRANCE

Si les objectifs fixés par la France en termes de puissance éolienne installée n'ont pas été atteints, l'éolien a contribué de façon significative à la croissance du mix renouvelable français et représente, en 2015, 3,9% de la production totale d'électricité et plus de 22% de la production électrique renouvelable française (contre seulement 0,4% en 2002). Une analyse des données historiques disponibles montre que l'électricité éolienne se substitue à la production des centrales nucléaires et au gaz, charbon ou fioul<sup>17</sup>. Ainsi, en réduisant les importations en combustibles fossiles et fissiles, l'éolien contribue à renforcer l'indépendance énergétique de la France.

La décarbonation de notre économie est l'un des objectifs centraux de la politique de soutien à l'éolien. En évitant la production d'électricité à partir d'énergies fossiles, le développement de l'éolien a vraisemblablement permis d'éviter l'émission de près de 63 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent (MtCO<sub>2</sub>éq) cumulées en France entre 2002

## DES CONTRAINTES SÉCURITAIRES, SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTALES BIEN INTÉGRÉES À LA RÉGLEMENTATION, MAIS DES PROBLÉMATIQUES DE RYTHMES DE DÉPLOIEMENT ET D'INTÉGRATION LOCALE QUI PERSISTENT

La politique de soutien à l'éolien a dû très tôt intégrer un certain nombre de contraintes découlant elles-mêmes d'autres politiques publiques (défense, santé, prévention des risques et protection de l'environnement), cherchant ensuite à trouver le bon point d'équilibre entre, d'une part, la nécessaire prise en compte de ces contraintes et, d'autre part, les objectifs de développement du parc éolien. L'amélioration de la perception de l'éolien par les populations a été un enjeu majeur du développement de l'éolien au cours des 15 dernières années. Les premières

et 2015 (incluant les émissions indirectes, y compris les émissions résultant de la construction des moyens de production). En 2014, c'est l'émission de 9,6 MtCO<sub>2</sub>éq qui a ainsi pu être évitée, représentant environ 9% de l'effort national de réduction en 2014 des émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport au niveau de 1990, et environ 22% des émissions du secteur de production d'électricité et de chauffage urbain<sup>18</sup>. Chaque kWh éolien produit a permis d'éviter de l'ordre de 500 à 600 gCO<sub>2</sub>éq.<sup>19</sup>

De plus, sur la période 2002-2015, le développement de l'éolien a permis d'éviter de façon significative les émissions de polluants atmosphériques tels que le SO<sub>2</sub> (autour de 127 000 tonnes évitées), les NO<sub>x</sub> (autour de 112 000 tonnes évitées) ou encore les particules fines (autour de 3 300 tonnes évitées pour les PM<sub>2.5</sub> et 5300 tonnes pour les PM<sub>10</sub>). En 2013, les émissions évitées (de SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>) représentaient ainsi de l'ordre de 22% à 37% du total des émissions de SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> du secteur de production d'électricité. Ce développement a également permis d'amorcer la réduction pour la collectivité d'un certain nombre de risques liés à l'activité de production d'électricité (risques d'accidents industriels, risques liés à la gestion des déchets radioactifs, risques financiers liés à la volatilité des prix du carbone et des énergies fossiles).

oppositions à l'éolien sont liées à la perception de son insertion dans le paysage et aux craintes de gênes sonores. La réglementation a alors été adaptée pour mieux prendre en compte ces enjeux, à travers la mise en œuvre de seuils réglementaires, de distances minimales d'éloignement (en conformité avec les recommandations de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire). La politique publique a également soutenu les efforts de recherche visant à mieux les appréhender ou les limiter.

L'évaluation et la maîtrise de l'impact sur le milieu environnant, via notamment, l'application de la réglementation relative aux espèces protégées, a constitué un autre enjeu-clé pour le développement de la filière et est à l'origine de nombreux recours. Les pouvoirs publics ont, dès lors, mis en place l'obligation pour les porteurs de projets de conduire une étude d'impact à l'étape du développement de projet, avec application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser, ainsi que celle,

17. A partir des données historiques accessibles sur les compositions des mix électriques et sur les chroniques horaires de production et de disponibilité des moyens de production électriques, [source RTE], et en appliquant la méthode dite du « merit-order shifting », il a été possible de déterminer, heure par heure, quel moyen de production se serait substitué à l'électricité éolienne produite, si la politique de soutien n'avait pas été mise en place. Pour plus d'information sur la méthode appliquée et les hypothèses prises, se référer à la partie 1.B intitulée « Bilan de la politique de soutien », de la présente étude.

18. MEDDE-IFCE. Chiffres clés du climat - Edition 2016.

19. Ces estimations des émissions évitées découlent du mix de production

auquel s'est vraisemblablement substitué l'électricité éolienne (« mix de référence »). L'analyse conduite pour déterminer ce mix de référence aboutie, en termes de poids des différents moyens de production, aux valeurs centrales suivantes : 39% de gaz naturel, 19% de charbon, 28% de fioul, et 14% de nucléaire. Une analyse de sensibilité a été conduite sur la base de mix de référence plus ou moins émetteurs (se référer à la partie 1.B de la présente étude). Les montants d'émissions évitées sont ensuite calculés par application de facteurs d'émissions spécifiques aux moyens de productions identifiés, pour chacun des polluants analysés. Les facteurs d'émissions utilisés sont issus de la Base carbone ADEME et de la base OMINEA 2017 du CITEPA.



pour les exploitants, de réaliser un suivi environnemental incluant un contrôle de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères. Enfin, plusieurs projets de recherche ont également été menés entre 2007 et 2015 dans le but de fournir des outils permettant de mieux détecter, observer et remédier à la mortalité de l'avifaune et des chiroptères, dans l'environnement des parcs éoliens.

La réglementation applicable au déploiement de l'éolien a dû aussi prendre en compte des problématiques de conflits d'usage avec un certain nombre d'activités régaliennes et économiques : observation radar, vols à basse altitude et télécommunications. Les exigences de fonctionnement des radars et de la navigation aérienne ont nécessité la mise en place de nouvelles règles adaptées et ont conduit au développement d'outils partagés d'évaluation des interférences. Des obligations techniques (balisage) ou de conception des parcs (mesures de réduction tirées des études d'impact) ont également été mises en œuvre. Des programmes de recherche visant la réduction des perturbations induites ont par ailleurs été financés.

## UNE POLITIQUE DE SOUTIEN QUI A PERMIS DE REDYNAMISER CERTAINS TERRITOIRES D'IMPLANTATION

La politique publique, par la mise en place d'une fiscalité éolienne spécifique (via l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (IFER)), par l'apport d'outils de planification pour les collectivités locales (ZDE et schéma régionaux de l'éolien (SRE)) et par la mise en œuvre, en 2015, de mesures favorisant la participation des citoyens et des collectivités locales dans les projets éoliens (via loi LTECV), a pu contribuer à la redynamisation des territoires ruraux. En fonction des caractéristiques d'un parc éolien et des taux de fiscalité votés localement, les retombées fiscales annuelles de l'implantation de parcs éoliens pour les collectivités locales se situent

Les mesures mises en œuvre par la politique de soutien à l'éolien ont ainsi permis d'intégrer ces problématiques à chacune des phases de développement d'un projet. Cependant, les manifestations d'opposition locale, bien que minoritaires, restent un frein à l'installation de parcs dans certains territoires. Une comparaison internationale montre que ces difficultés d'intégration locale sont relativement saillantes en France, et la situation allemande révèle que l'opposition locale y est plus faible, notamment du fait d'un engouement historique pour la transition énergétique et les projets éoliens participatifs. Ce constat invite à chercher d'autres leviers d'intégration, au-delà des contraintes réglementaires, en commençant par une meilleure connaissance de l'énergie éolienne et des contraintes Energie-Environnement, et en mettant en valeur le caractère décentralisé des énergies renouvelables : outil politique pour les collectivités, gouvernance de collectifs citoyens et autres parties prenantes locales, aménagement et vie économique du territoire.

généralement entre 10 k€ et 12 k€/MW installé, répartis entre la commune d'implantation, l'intercommunalité à fiscalité propre, le département et la région<sup>20</sup>. Ces recettes fiscales représentent une ressource non négligeable qui permet d'engager de nouveaux projets sociaux et environnementaux sur les territoires. Par ailleurs, on observe une montée en puissance des projets d'énergie renouvelables participatifs : les projets portés et/ou financés par des collectifs citoyens et/ou des collectivités, fréquents dans d'autres pays européens, se multiplient aujourd'hui en France<sup>21</sup>. Des emplois de long terme sont également créés sur le territoire d'implantation des parcs, dans les activités d'exploitation et maintenance (13% des communes interrogées et 27% des communautés de communes déclarent que des entreprises locales interviennent dans la maintenance des parcs).

## UN DISPOSITIF QUI A ENTRAÎNÉ UNE HAUSSE RELATIVEMENT LIMITÉE DE LA FACTURE D'ÉLECTRICITÉ

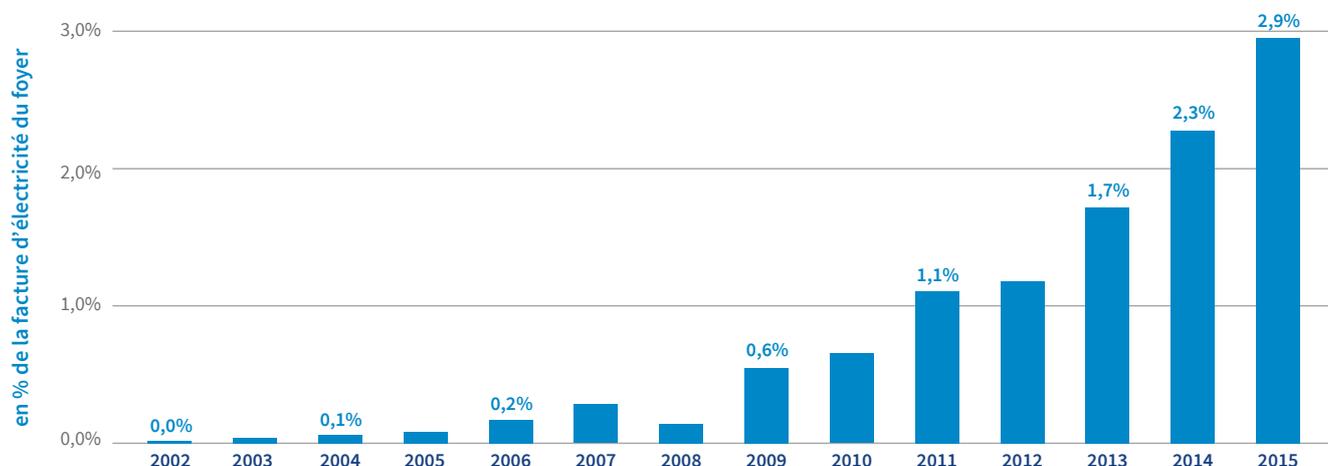


Figure 6 : Part de la CSPE attribuable à l'éolien dans la facture totale d'électricité d'un ménage moyen

20. Chiffrage issu du « Simulateur de la fiscalité éolienne » développé par AMORCE en partenariat avec ADEME et FEE.

21. ADEME. Quelle intégration territoriale des énergies renouvelables participatives ? Février 2016.

D'abord négligeable sur la période 2000-2010, l'impact de la politique de soutien à l'éolien sur la facture d'électricité des ménages accélère sa croissance à partir de 2011, mais reste relativement limité jusqu'à aujourd'hui : en 2015, la part de la Contribution au service public de l'électricité

(CSPE) attribuable à l'éolien, dans la facture d'électricité du consommateur final, atteint près de 3,9 €<sub>2013</sub>/MWh soit environ 2,9 % de sa facture totale d'électricité, comme le montre la Figure 6).

## DES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX À LA HAUTEUR DES COÛTS ASSOCIÉS AU DISPOSITIF DE SOUTIEN

Le coût associé au développement de la filière éolienne française a été avant tout porté par les consommateurs d'électricité via la CSPE<sup>22</sup>. Des coûts d'extension et de renforcement des réseaux, liés au déploiement de l'éolien, ont également été portés par les consommateurs, via le Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE). Il a été, dans une moindre mesure, porté par

les contribuables en raison des dépenses publiques de RDI associées. Toutefois, ce développement a apporté des bénéfices en termes de réduction des émissions de GES (émissions indirectes incluses) et de polluants atmosphériques du parc électrique. La monétarisation de ces bénéfices révèle qu'ils sont comparables voire supérieurs aux coûts en question. Ainsi, sur l'ensemble de la période 2002-2013, les bénéfices environnementaux<sup>23</sup> pour la collectivité sont estimés entre 3,1 et 8,8 Mds€<sub>2013</sub><sup>24</sup> pour des coûts du soutien évalués, sur la même période, à 3,2 Mds€<sub>2013</sub>, comme représenté dans la Figure 7.

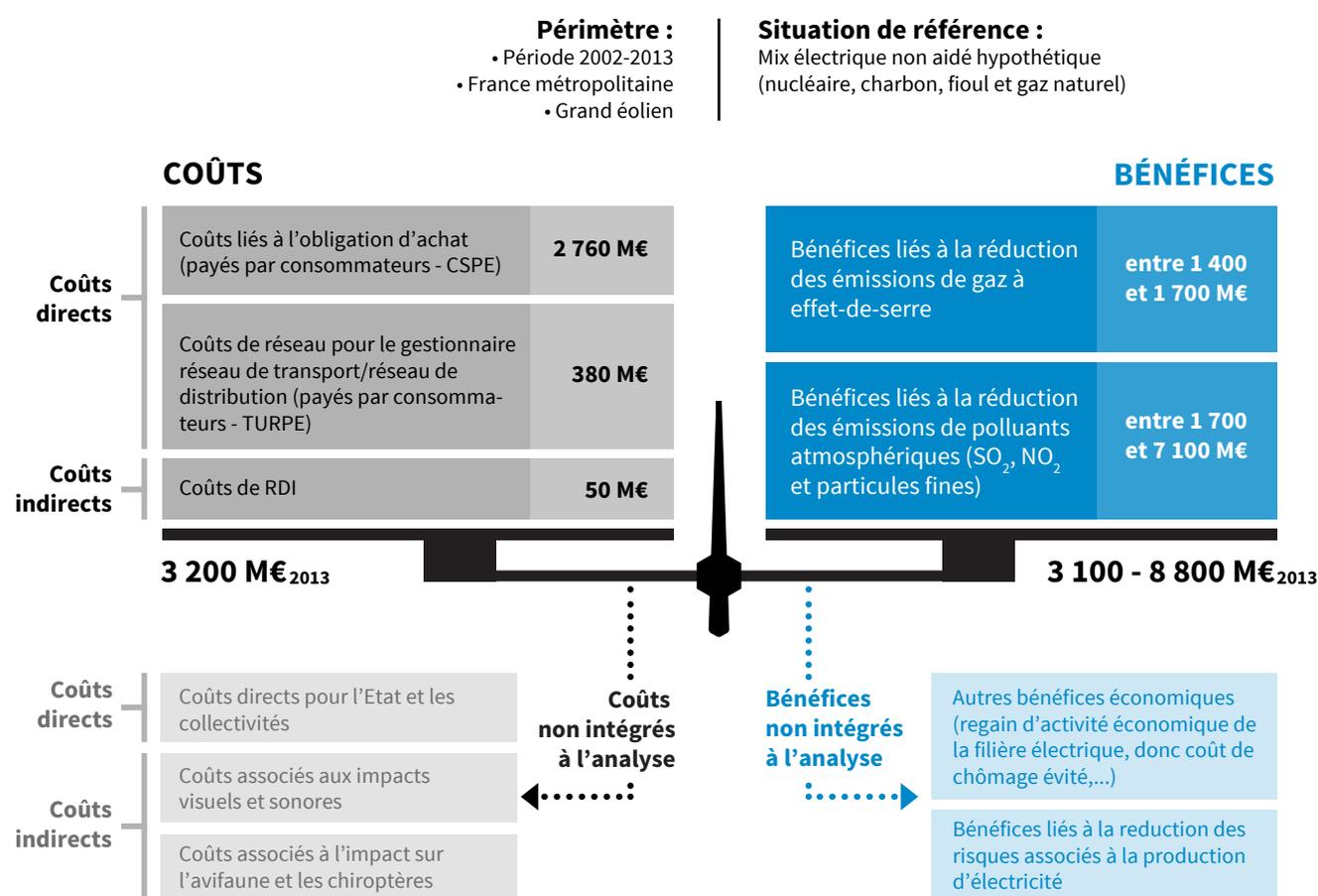


Figure 7 : Visualisation des résultats de l'analyse des coûts et bénéfices de la politique de soutien à l'éolien pour la période 2002-2013

22. La CSPE a été réformée. Depuis le 1er janvier 2016, un compte d'affectation spéciale (CAS) Transition énergétique vient maintenant compenser les opérateurs au titre des surcoûts résultant des mécanismes de soutien aux énergies renouvelables (en électricité et gaz). Les recettes de ce CAS proviennent des taxes intérieures sur la consommation d'énergie (électricité, gaz, produits pétroliers, et charbon).

23. Les bénéfices environnementaux sont estimés en deux étapes : (1) une estimation des émissions évitées grâce au développement de l'éolien et (2) une monétarisation des coûts évités. (1) : voir page 13, pour une discussion des émissions évitées et de la méthode d'estimation. (2) : les bénéfices de l'éolien sont ensuite monétarisés en appliquant un coût unitaire à chaque unité d'émissions évitée. Pour les GES, la valeur tutélaire du carbone

[Rapport Quinet] est utilisée après interpolation linéaire entre 25€/t en 2002, 34€<sub>2013</sub>/t en 2010 (32€<sub>2008</sub>), et 60€<sub>2013</sub> (56€<sub>2008</sub>) en 2020. Pour les autres polluants, les fourchettes de coûts par tonne issues du rapport de l'Agence européenne pour l'environnement « Costs of air pollution from European industrial facilities 2008-2012 » sont utilisées.

24. Cette fourchette d'estimation des bénéfices de 5,7 Mds€ reflète les incertitudes portant, d'une part, sur le montant d'émissions évitées et, d'autre part, sur les coûts unitaires évités pour chaque tonne de polluant atmosphérique non-émise. C'est ce deuxième facteur d'incertitude qui est le plus important, pesant pour 75% de l'écart total entre les bornes basse et haute de la fourchette.





### 3. QUELLES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT À MOYEN TERME ?

*Ce chapitre examine les changements en cours et à venir en termes de structure du marché, de contexte réglementaire, de technologies et de modèles d'affaires, et analyse ce que ces changements signifient en termes d'évolution des coûts, d'atteintes des objectifs de déploiement et de structuration accrue d'une filière éolienne française.*

#### DES PERSPECTIVES DE CROISSANCE MONDIALE ENCOURAGEANTES POUR LA FILIÈRE

Au niveau mondial, l'éolien devrait connaître une forte croissance d'ici 2030 avec 40 à 50 GW de capacité ajoutée par an d'ici 2030 selon les estimations de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). A cette date, la puissance éolienne installée mondiale pourrait atteindre 1320 GW<sup>25</sup> contre 433 GW actuellement.

Cette croissance devrait être plus fortement portée par les pays émergents : 8% en moyenne annuelle pour l'Asie, et 9% pour l'Amérique Latine, l'Afrique et le Moyen Orient, sur la période 2014-2035. Ces taux de croissance s'expliquent notamment par un contexte de hausse de la consommation énergétique. Les pays développés, précurseurs dans le développement de l'éolien, auront également une croissance forte mais plus limitée (5% en moyenne annuelle sur la période) dans un contexte de maîtrise voire de réduction de la consommation électrique. En 2035, le parc éolien devrait être concentré à 51% en Asie, 26% en Europe (contre 34% aujourd'hui) et 16% en Amérique du Nord. Si l'éolien terrestre devrait encore représenter la vaste majorité des installations à horizon 2035, l'éolien en mer pourrait passer de 2-3% du parc aujourd'hui à 10% ou plus à cette échéance.

La croissance du marché éolien français devrait s'accélérer dans les prochaines années, en vue d'atteindre les objectifs de développement fixés par la PPE de 2016. Pour l'éolien terrestre, cela nécessite en effet la mise en service nette (déduction faite des premiers parcs en fin de vie) de 1400 à 2200 MW par an entre 2017 et 2023, contre un rythme annuel de 1150 MW en moyenne sur les trois dernières années. La PPE vise un parc terrestre de 15 000 MW en 2018 et, de 21 800 MW à 26 000 MW en 2023. Dans la perspective d'une atteinte de la cible PPE haute, et si l'on suppose un rythme de mises en service constant, le parc français terrestre pourrait alors dépasser les 40 GW en 2030. La PPE prévoit l'installation de 3 GW d'éolien en mer posé à échéance 2023. Si le rythme d'ici à 2023 est maintenu sur la période 2023-2030, le parc éolien en mer posé français pourrait s'élever à 7 GW en 2030. Fin décembre 2016, 8 GW d'éolien terrestre et 3,2 GW d'éolien en mer pour lesquels les demandes d'autorisation étaient en cours d'instruction auprès des services de l'Etat.

La baisse des coûts de l'éolien en mer, l'existence de gisements abondants et de qualité, les problématiques de gestion de l'équilibre offre-demande d'électricité, les opportunités de structuration d'une filière locale, ainsi que les contraintes spatiales pouvant limiter le déploiement de parcs à terre sont quatre facteurs qui poussent les pays à promouvoir le développement de l'éolien en mer. C'est le cas avant tout de l'Europe, qui devrait ainsi rester leader de ce marché, avec plus de 60% du parc installé en mer à 2030<sup>26</sup>.

25. AIE. *World Energy Outlook 2016*. Données basées sur le « New policies scénario », scénario central de l'AIE.

26. IRENA. *Offshore wind outlook 2016*.

## DES ACTEURS QUI DOIVENT RELEVER UN ENSEMBLE DE DÉFIS TECHNOLOGIQUES ET POURSUIVRE LA BAISSÉ DES COÛTS<sup>27</sup>

La première série de défis consiste à construire et à exploiter des turbines à la fois plus fiables et plus performantes et à allonger leur durée de vie, avec l'objectif d'aboutir simultanément à une hausse du productible par turbine et à une baisse des coûts de production du MWh. Tout d'abord, il s'agit de concevoir et de produire des composants de plus grandes dimensions (mâts plus hauts, pales plus longues, etc.) afin d'augmenter la puissance unitaire des turbines et/ou de maximiser le productible sur des sites peu ventés (éolien « toilé »<sup>28</sup>). Les principales innovations sur les turbines concernent les matériaux, le contrôle commande, les génératrices ou les fondations ou flotteurs en mer. D'autre part, le développement du suivi de l'usure en temps réel doit permettre le recours à la maintenance préventive et ainsi permettre une augmentation de la fiabilité et de la performance et un allongement de la durée de vie des machines.

Sur le plan du développement et de l'exploitation des sites, en améliorant la précision et la mobilité des outils de mesure, et en augmentant la fiabilité des outils de modélisation, les acteurs de l'innovation visent à améliorer la prédictibilité du productible à court, moyen et long terme. A court terme, une meilleure prédictibilité facilite, pour les gestionnaires de réseau, l'intégration des éoliennes au système électrique. Sur le long terme, l'amélioration de l'estimation du gisement permet de réduire l'incertitude autour de l'évaluation du productible.

Enfin, des défis spécifiques aux problématiques d'intégration territoriale doivent être relevés, dans le but de mieux appréhender les impacts sur l'avifaune et de développer les solutions techniques limitant les interférences radars.

Au-delà de ces innovations technologiques, l'optimisation des processus (logistique, fabrication) et la standardisation des produits, devraient participer de la diminution attendue des coûts de l'éolien. Le potentiel de réduction des coûts est plus élevé pour l'éolien en mer qui devrait bénéficier du retour d'expérience des premiers parcs installés, en France et dans les autres pays, notamment en matière de standardisation du développement, des méthodes d'installation ainsi que des processus de production de composants, d'optimisation de l'exploitation et de la maintenance. Si l'ensemble des innovations technologiques et des leviers logistiques et financiers de réduction des coûts sont actionnées, le coût complet moyen du MWh éolien en France atteindrait en 2030 (raccordement inclus) : 47 €/MWh à terre, de 54 €/MWh à 73 €/MWh en mer (éolienne posée) et de 62 €/MWh à 102 €/MWh en flottant sur une durée de vie de 30 ans. A cet horizon, l'éolien serait donc l'une des technologies au coût de production unitaire le plus faible.

## UNE ÉVOLUTION DE LA STRUCTURE GÉOGRAPHIQUE DE LA DEMANDE ET UNE CROISSANCE GLOBALE DU MARCHÉ ÉOLIEN QUI IMPACTENT LA STRATÉGIE DES ACTEURS EN PLACE

Plusieurs tendances lourdes dans l'évolution de la structure de la filière devraient ainsi se poursuivre. Les développeurs devraient continuer leur internationalisation, afin de cibler les marchés les plus prometteurs, en rachetant des concurrents locaux ou en créant des filiales. Cette internationalisation va de pair avec une consolidation des acteurs au niveau européen, notamment dans le marché de l'éolien en mer. On observe également qu'en Europe et en France, de plus en plus d'acteurs purement financiers (banques d'investissement, fonds) entrent au capital de projets encore en développement ou dont l'exploitation vient à peine de démarrer.

Pour les turbiniers, la tendance à la concentration du marché pourrait se poursuivre afin de générer davantage d'économies d'échelle, dans un contexte où la taille des parcs augmente et où le passage à des mécanismes d'appels d'offres se généralise, nécessitant une surface financière et mutualisation des risques entre projets plus importantes. Ces turbiniers devraient continuer à s'adapter pour pénétrer les marchés les plus porteurs, notamment en Asie, via le développement d'usines locales. Cette tendance ne devrait néanmoins pas empêcher, en France, le développement d'autres acteurs sur de nouveaux segments de marché, comme les modèles de moindre puissance (< 2 MW), moins hauts, ou adaptés à des conditions d'exploitation spécifiques (zones cycloniques, réseaux électriques défaillants, etc.).

La structuration des acteurs de la maintenance devrait continuer pour répondre de manière optimisée à la demande, en offrant un guichet unique sur une plus grande variété de technologies. Par ailleurs, les développeurs et les exploitants indépendants pourraient progressivement développer leur offre de services de maintenance dans les régions où ils sont présents, avec des entreprises qui commencent à maîtriser les opérations de maintenance de niveau 2, jusqu'ici réalisées par les turbiniers.

27. Pour une présentation détaillée des innovations technologiques attendues à court, moyen et long termes dans le secteur de l'éolien terrestre et de l'éolien en mer, et une traduction de ces innovations en termes de réduction des coûts d'investissement ou d'opération et de maintenance, se référer à l'étude ADEME Caractérisation des innovations technologiques du secteur de l'éolien et maturités des filières de 2017

28. Les éoliennes dites « toilées » se caractérisent par une surface spécifique (ou indicateur de captage de la ressource qui se calcule en divisant la surface balayée par les pales par la puissance nominale de la turbine) relativement élevée. Ces éoliennes sont particulièrement adaptées pour les sites peu ventés, dans la mesure où elles démarrent à des vitesses inférieures aux modèles classiques. Ces installations atteignent des facteurs de charge plus élevés.



## DISPOSITIF DE SOUTIEN, GESTION DES PARCS EN FIN DE CONTRAT, INTÉGRATION AU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ : LA NOUVELLE GÉNÉRATION DES MODÈLES D'AFFAIRES POUR L'ÉOLIEN

2016 et 2017 ont vu la mise en place de deux nouveaux dispositifs de rémunération pour l'éolien terrestre : le complément de rémunération se substitue au tarif d'achat réglementé. Le complément de rémunération est attribué par voie de guichet ouvert pour les parcs de 6 éoliennes ou moins ; il est attribué par voie d'appels d'offres pour les parcs de plus de 6 éoliennes. Pour les producteurs, le complément de rémunération se traduira par une rémunération issue de la vente directe sur le marché de gros de l'électricité, complétée par une prime variable devant permettre de couvrir les coûts complets de la filière.

Ces évolutions vont vraisemblablement s'accompagner d'un accroissement de la compétition entre acteurs et d'une amélioration de l'efficacité de la politique de soutien. L'arrivée en fin de vie des premiers parcs devrait également conduire à l'apparition de nouveaux modèles d'affaires et activités. Les intermédiaires sur le marché de l'électricité vont monter en puissance, pour réaliser les activités d'agrégation répondant à la sortie de l'obligation d'achat pour les premiers parcs et à la mise en place du complément de rémunération, et les activités de fourniture de services d'équilibrage, sur les marchés

## AU-DELÀ DES OBJECTIFS TECHNIQUES : DES ENJEUX PRIORITAIRES RELATIFS AU SOUTIEN À LA MONTÉE EN COMPÉTENCES ET À L'ADAPTATION DU CADRE RÉGLEMENTAIRE...

Le vote de la LTECV et l'officialisation de la PPE en octobre 2016, ainsi que la publication de l'arrêté du 6 mai 2017 fixant les conditions du complément de rémunération et du cahier des charges de l'appel d'offres terrestre sont autant d'éléments qui apportent une visibilité nouvelle sur les volumes et les rémunérations. Les objectifs éoliens à 2018 et 2023 répondent aux objectifs Energie-Climat en constatant les qualités environnementales, économiques et sociales de l'éolien. L'atteinte de ces objectifs nécessite un rythme de mise en service supérieur à la tendance historique, tout en assurant les qualités environnementales et sociales des projets. Avec 1419 MW raccordés, l'année 2016 marque une année record et semblent indiquer que les efforts de simplification entrepris par les pouvoirs publics commencent à porter

de capacité et de réserves (flexibilité dite « à la baisse »).

Cependant, le développement de la gestion de la fin de vie devrait constituer le segment le plus générateur d'emplois pour la filière, avec un marché estimé à environ 7 GW par an en Europe entre 2020 et 2030<sup>29</sup>. La gestion de la fin de vie des parcs représente un relais de croissance à part entière. Le marché du renouvellement devrait compléter le marché des nouvelles installations dans les prochaines années et porter une partie de la croissance du secteur éolien : en Europe, la puissance annuelle en renouvellement pourrait dépasser 5 GW par an à partir de 2025. Le renouvellement devrait permettre de faciliter l'atteinte des objectifs de production d'électricité renouvelable. Par ailleurs, la prise en charge des parcs arrivés en fin de vie ouvre des opportunités relatives à la création de nouvelles activités de valorisation des déchets (du démantèlement jusqu'à leur revalorisation), reposant sur la mise en place de logistiques spécifiques.

L'autoconsommation pourrait se développer sur des secteurs très ciblés, en lien avec les secteurs agricoles ou industriels. Il en est de même de la mise en place de contrats gré-à-gré d'achat d'électricité de long terme, qui pourraient être signés directement entre les producteurs et les gros consommateurs industriels ou tertiaires. Enfin, de nouveaux services pourraient profiter de l'infrastructure que représentent les parcs éoliens, sans lien avec la production d'énergie (installation d'équipements de télécommunications, ou d'observation météo sur les éoliennes).

leurs fruits, même si le maintien à un tel niveau dans les années à venir reste incertain.

La LTECV reflète une volonté politique nationale de soutenir les investissements participatifs et leur apporte un cadre plus favorable. Cela traduit la prise de conscience de l'importance pour les élus et les collectivités de monter en compétence et de disposer d'outils permettant d'agir concrètement sur la transition énergétique, dont l'éolien constitue un pilier. Les pouvoirs publics, et en particulier l'ADEME, accompagnent les réseaux d'animation et mettent à la disposition des collectivités des outils et guides méthodologiques. L'ADEME travaille également à la demande du ministère de la Transition écologique et solidaire avec la Caisse des Dépôts et d'autres partenaires, pour aboutir à la mise en place d'un fonds d'investissement dont la mission serait de cofinancer les projets dits « citoyens » dans les étapes amont du développement. Les tout derniers appels d'offres d'énergie renouvelable intègrent un bonus pour les projets participatifs. La Charte AMORCE-FEE pour le développement éolien est également un outil de bonnes pratiques qui devrait permettre de développer la confiance entre les parties prenantes.

29. Considérant une durée de vie de 20 ans des parcs et le développement éolien en Europe depuis 2000

Au niveau des procédures d'autorisation, certaines mesures de simplification adoptées ces dernières années devraient avoir un impact positif sur la filière à court terme. L'autorisation environnementale (AE)<sup>30</sup>, entrée en vigueur le 1er mars 2017, permet de simplifier le cadre réglementaire en vigueur et de diminuer les délais d'instruction des projets (le délai-cible d'instruction que les services décentralisés doivent à terme respecter est de 10 mois), sans diminuer le niveau de protection offert aux populations et à l'environnement contre les éventuels impacts des parcs. La mise en place de l'AE permet également de regrouper les recours possibles au niveau d'un document unique, et d'encadrer les délais pour déposer un recours à 4 mois. Il est également à noter que la LTECV limite désormais les délais maximums de raccordement des installations à 18 mois, à partir de la signature de la convention de raccordement. Un suivi des réalisations paraît indispensable pour connaître l'impact effectif de cette mesure sur les temps de développement des parcs.

Les pouvoirs publics ont également commencé à répondre à la demande de plus de transparence dans l'évaluation de l'interférence radars : un outil partagé existe maintenant pour les radars météorologiques. Une initiative similaire est en cours, en rapport aux radars de la Défense. Par ailleurs, les efforts de RDI pour développer des éoliennes dites «furtives» doivent être poursuivis. Le Ministère de la Défense a aussi entrepris de réduire l'emprise des zones de manœuvre et d'entraînement de l'aviation militaire.

En ce qui concerne l'éolien en mer, le cadre réglementaire applicable au raccordement ainsi que la procédure d'appel d'offres (AOs) ont connu des évolutions importantes, visant à réduire les délais de développement

## ...ET PROMOTION D'UNE STRUCTURATION INDUSTRIELLE ACCRUE

Que cela soit sur le principal segment du marché terrestre (turbines de 3MW) ou sur le marché des turbines en mer de forte puissance, les conditions ne semblent pas réunies au sein de l'industrie française pour qu'un turbiniériste national puisse se positionner en leader de la filière, et être en capacité d'intégrer le top 10 des turbiniéristes mondiaux. En revanche, il semble plus probable que de nouveaux entrants puissent se positionner sur des segments secondaires, délaissés par les plus grands turbiniéristes<sup>31</sup>. La stratégie de localisation de l'activité liée à l'éolien en mer en France, qui rencontre déjà quelques succès, devrait aboutir à de nouvelles implantations à l'avenir.

30. L'autorisation environnementale prend le relais de jusqu'à 12 autorisations administratives selon les filières renouvelables. Concernant la filière éolienne, l'autorisation environnementale acte la suppression du permis et permet de regrouper les possibilités de recours à un document unique. Elle prend la suite de l'autorisation unique qui avait été généralisée avec la LTECV.

et les coûts des projets. Le décret n°2017-628 du 26 avril 2017 fixe le barème d'indemnisation en cas de retard du raccordement au réseau de transport d'électricité d'une installation d'énergie renouvelable en mer. Une modification législative est à l'étude pour étendre la couverture tarifaire des indemnités versées en cas d'avarie des infrastructures de transport en phase d'exploitation. Dans le cadre de la nouvelle procédure d'AOs, les pouvoirs publics ont entrepris un « dérisquage » des sites par la réalisation, en amont de l'appel d'offres, de certaines études, dans l'objectif d'accroître l'information disponible pour tous les candidats. Une nouvelle procédure, dite de « dialogue concurrentiel », a également été mise en place, pour permettre des échanges avec les candidats pré-sélectionnés, en amont de la publication du cahier des charges.

Enfin, dans l'objectif de maintenir les meilleures qualités environnementales, les retours d'expérience du parc éolien actuellement en opération doivent pouvoir être capitalisés. Ainsi, l'observation et le suivi environnemental du parc éolien doivent se poursuivre afin d'objectiver son impact sur l'avifaune et les chiroptères et d'améliorer la cohabitation : le Muséum national d'histoire naturelle est dorénavant en charge de centraliser ce suivi. D'autre part, dans un contexte où les premiers parcs arrivent en fin de vie, le renouvellement des sites éoliens doit pouvoir être anticipé dans ses dimensions techniques, environnementales et réglementaires, en prenant en compte la diversité des configurations rencontrées. Ce nouveau segment se présente comme une opportunité d'optimiser l'utilisation technico-économique de ces sites existants et d'assurer la meilleure cohabitation avec les populations et le milieu environnant.

Etant donné les évolutions technologiques et stratégiques, le paysage industriel français pourrait s'appuyer en premier lieu sur un renforcement de la coopération et des groupements d'entreprises visant à réserver une plus grande place aux démonstrateurs d'innovations, à valoriser le savoir-faire français sur la scène internationale et à accroître le recours aux fournisseurs français par les turbiniéristes internationaux. Ensuite, l'offre française pourrait saisir les opportunités existant sur de nouveaux segments de marché et activités en émergence. Cela passe premièrement par le développement d'une offre sur certains modèles d'éoliennes (éoliennes terrestres plus adaptées à des sites sous contraintes, éoliennes maritimes flottantes). Deuxièmement cela passe par le développement des activités sur l'aval du cycle de vie des machines, le démantèlement et le recyclage des éoliennes.

31. C'est notamment le pari que fait un industriel comme POMA, qui vise le marché des turbines comprises entre 1 et 3 MW, plus adaptées aux sites sous contraintes. L'entreprise espère à terme se forger une place à l'international sur ce marché, notamment dans les pays en développement, et dans les pays connaissant des contraintes importantes sur la taille des éoliennes. La maîtrise de ces technologies (turbines de 1 et 3 MW) pourrait à long terme permettre la proposition d'offres pour le principal segment du marché terrestre.





## 4. QUELLES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DE LONG TERME ?

Ce chapitre évalue les retombées macro-économiques de long terme associées à différents scénarios de déploiement de l'éolien, pour lesquels, différentes hypothèses sont prises en termes de structuration industrielle de la filière éolienne sur le territoire national et de pénétration de l'éolien en mer dans le mix. Un scénario de référence<sup>32</sup> et trois variantes sont modélisées, à l'aide du modèle macro-économique multisectoriel d'évaluation des politiques énergétiques et environnementales (ThreeME<sup>33</sup>). Des projections de l'emploi sectoriel direct et indirect, et de certaines recettes fiscales locales, sont également produites sur la base de ces différents scénarios.

	Eolien en mer bas	Eolien en mer haut
Pas de structuration accrue de la filière française	<b>Scénario de référence</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Part de l'éolien en mer dans l'électricité éolienne à 12% et coût moyen pondéré du MWh éolien bas ;</li> <li>Propension à importer de la filière éolienne constante par rapport à l'historique (50% pour le terrestre et 35% pour le maritime).</li> </ul>	<b>Scénario « Maritime »</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Part de l'éolien en mer dans l'électricité éolienne à 50% et coût moyen pondéré du MWh éolien élevé ;</li> <li>Propension à importer constante le maritime).</li> </ul>
Structuration accrue de la filière française	<b>Scénario « Imports faibles »</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Part de l'éolien en mer à 12% ;</li> <li>Propension à importer de la filière éolienne en diminution (10% pour le terrestre et 9% pour l'éolien en mer).</li> </ul>	<b>Scénario « Maritime - imports faibles »</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Part de l'éolien en mer à 50% ;</li> <li>Propension à importer en diminution</li> </ul>

Figure 8 : Description des 4 scénarii de déploiement de l'éolien à horizon 2050

### UN EFFET SUR LE PRODUIT INTÉRIEUR BRUT QUI RESTE NÉGLIGEABLE

La comparaison des résultats associés aux différentes variantes montre que les variables macroéconomiques (emplois, produit intérieur brut (PIB), revenu disponible, etc.) sont peu sensibles aux chocs introduits sur la propension à importer de la filière (reflétant une structuration accrue de la filière) et sur ses coûts moyens de production (reflétant une pénétration accrue de l'éolien en mer, plus coûteux), et ce en raison du poids limité de la filière dans l'économie française. Néanmoins, les résultats confirment certaines tendances en termes de direction de ces effets.

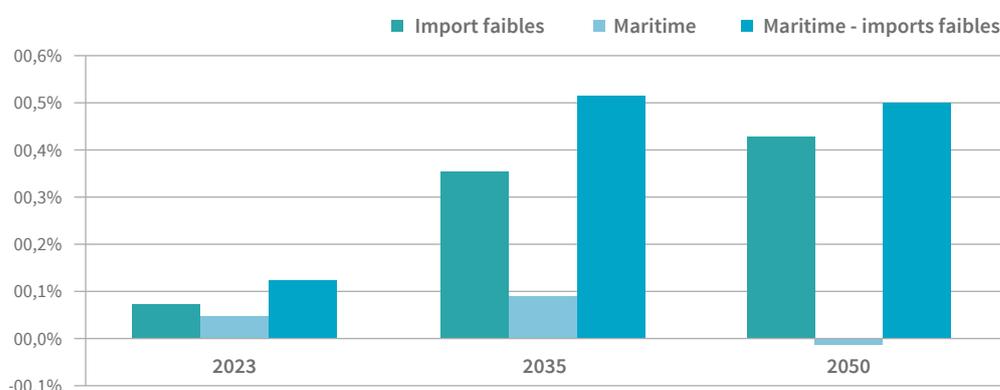


Figure 9 : Evolution du PIB (écart au scénario de référence)

32. Le scénario de référence (détaillé dans le rapport) est celui d'un mix 80% renouvelable correspondant à la variante basse de l'étude « Mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations » (ADEME, 2016).

33. Outil de modélisation développé par l'Observatoire français des conjonctures économiques, en collaboration avec l'ADEME.

La réduction du taux d'import de la filière éolienne – et donc la localisation accrue de la production sur le territoire national – conduit à un impact expansif sur l'économie française, via l'amélioration de sa balance commerciale. Accompagné d'une structuration accrue de la filière sur le territoire, l'accroissement de la part de l'éolien en mer a un impact macroéconomique positif. L'effet récessif d'un renchérissement de l'électricité est alors plus que compensé par l'effet expansif d'une amélioration de la balance commerciale. L'évolution de la balance commerciale explique la quasi-totalité des impacts constatés précédemment sur le PIB. Toutefois, ces impacts estimés n'ont qu'une magnitude très limitée, en deçà du centième de point de PIB. La localisation de la filière éolienne en France a par ailleurs un impact positif sur l'emploi total.

### DES NIVEAUX DE RECETTES FISCALES LOCALES ET D'EMPLOI ÉOLIENS QUI AUGMENTENT FORTEMENT

D'un point de vue macro-économique, l'examen des trois variantes révèle qu'une structuration accrue de la filière éolienne pourrait représenter un gain net de 10 000 à 13 000 ETP par rapport au scénario de référence, au plus fort de l'intensité du déploiement de la filière entre 2030 et 2035. Le choix de l'éolien en mer n'est facteur d'expansion de l'emploi salarié que s'il est combiné avec une localisation accrue de la filière en France. Ces gains restent négligeables relativement à l'emploi total dans l'économie française.

En revanche, une analyse de l'emploi sectoriel montre des variations significatives, relativement au niveau d'emploi actuel de la filière. A l'horizon 2050, la filière éolienne pourrait représenter 60 000 ETP directs et indirects dans le scénario de référence, dont 29 000 ETP dans l'exploitation et la maintenance et 31 000 ETP dans les activités liées à la phase d'investissements (hors activités orientées à l'exportation) (Figure 10), ce qui représenterait un quintuplement par rapport au niveau d'emploi actuel dans la filière (à 11 600 ETP hors exportations). Les emplois de fabrication de composants destinés à être exportés, non comptabilisés dans les projections de cette étude, pourraient constituer une part non négligeable d'emplois supplémentaires.

Par ailleurs, la structuration accrue d'une filière domestique, d'une part, et la proportion plus importante d'éolien en mer, d'autre part, ont tous les deux un effet à la hausse sur les emplois directs et indirects dans la filière. Les hausses observées ne portent néanmoins pas sur des emplois de même nature. Dans le premier cas, ce sont uniquement les emplois liés aux investissements, en particulier industriels, qui sont favorisés. Dans le deuxième cas, le gain porte également sur l'exploitation et la maintenance. Enfin, si on cumule une structuration accrue de la filière à une pénétration plus importante de l'éolien en mer, ce sont environ 93 000 ETP directs et indirects, que la filière pourrait compter à horizon 2050, soit une multiplication par huit du niveau de 2015 (hors exportations).

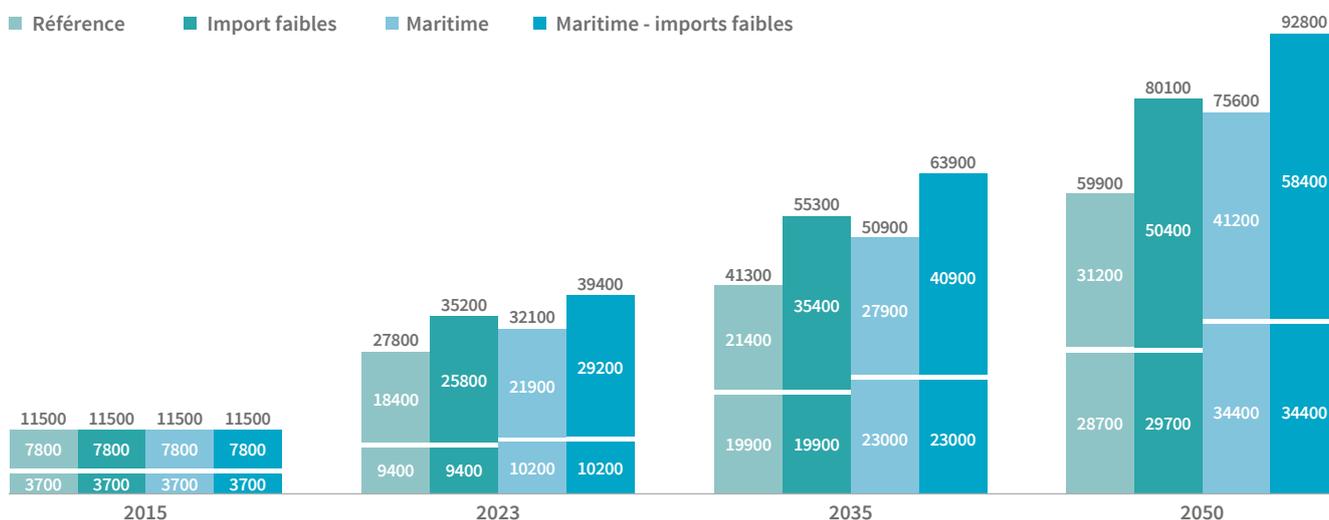


Figure 10 : Evolution des ETP directs et indirects liés aux activités d'investissement (dessus) et aux activités d'exploitation-maintenance (dessous) dans la filière éolienne, par scénario<sup>34</sup>

D'autre part, si on suppose le maintien à cet horizon 2050 d'un niveau et d'une forme de fiscalité locale sur les entreprises similaires à l'IFER et à la taxe sur les éoliennes maritimes (TEM), les recettes fiscales pour les collectivités locales seraient en forte hausse sur la période. D'une

enveloppe de plus de 70 M€ en 2015, IFER et TEM pourraient représenter entre 645 M€ (scénario de référence) et 726 M€ (scénario maritime). Une pénétration accrue de l'éolien en mer a un impact limité sur le montant global des recettes, mais voit la part provenant de la TEM passer de 12% à 58%.

34. Les ETP associés aux renouvellement des parcs sont inclus dans les estimations des activités d'investissements.





## 5. QUEL RÔLE POUR L'ADEME DANS UNE STRATÉGIE NATIONALE DE L'ÉOLIEN ?

Au-delà d'un objectif d'installation de capacités et de production d'électricité éolienne, la politique de soutien à l'éolien s'est progressivement enrichie, au cours des 15 dernières années, d'objectifs complémentaires, en accord avec les objectifs d'autres politiques publiques (défense, santé, prévention des risques et protection de l'environnement) de la France. Ces objectifs de la politique de soutien à l'éolien peuvent être rattachés à deux enjeux majeurs pour la filière : l'alignement des rythmes annuels d'installations sur les objectifs PPE et la maximisation de la valeur sociale et économique associée au déploiement de l'éolien.



Figure 11 : Objectifs de la politique publique et enjeux de filière

### DES ACTIONS DE DÉVELOPPEMENT DE L'EXPERTISE ET D'INTÉGRATION LOCALE DES PROJETS QUI VISENT UNE ACCÉLÉRATION DES RYTHMES ANNUELS D'INSTALLATION DE MW ÉOLIENS

L'alignement des rythmes annuels d'installation de MW éoliens avec les objectifs fixés par les pouvoirs publics (PPE et LTECV) nécessite de raccourcir les délais de développement des projets et d'augmenter le flux de projets entrant en développement. Dans cette optique, la poursuite des efforts déjà engagés de rationalisation des procédures et la facilitation de l'intégration territoriale des projets constituent les deux principaux axes sur lesquels les acteurs de la filière et les pouvoirs publics devront s'appuyer.

Pour cela, il semble indispensable de lancer une série d'études sur les retours d'expérience des projets éoliens en mer développés en Europe du Nord, sur un état des lieux des recours déposés contre les projets éoliens en France, et sur les offres de raccordement alternatives permettant d'intégrer des parcs éoliens à moindre coût. Ces études seront sources d'enseignements sur les évolutions pouvant amener à un raccourcissement des délais de développement des parcs, terrestres et en mer.

Afin de mieux concilier déploiement éolien et aménagement du territoire, et ainsi faciliter l'intégration locale des projets, l'ADEME propose de mettre l'accent sur la montée en compétences du grand public et des collectivités locales, à travers le développement d'une plateforme d'information rassemblant des données objectives sur l'ensemble des problématiques afférentes à la filière, la diffusion des outils de planification existants, et le renforcement de nos connaissances sur les impacts potentiels de l'éolien (notamment sur la biodiversité et sur les prix de l'immobilier). Ces actions s'accompagneront d'actions de communication pour partager le plus largement les informations sur l'éolien.

## DES ACTIONS DE SOUTIEN À LA STRUCTURATION DE LA FILIÈRE ET À L'APPROPRIATION DES PROJETS PAR LES ACTEURS LOCAUX QUI VISENT UNE MAXIMISATION DE LA VALEUR SOCIALE ET ÉCONOMIQUE

La maximisation des retombées socio-économiques associées au développement de la filière éolienne est désormais explicitement recherchée par les pouvoirs publics. Cette maximisation passe, à une échelle macro-économique, par la création d'emplois et de valeur ajoutée, et par une amélioration de la balance commerciale de la filière. Elle passe également, à l'échelle locale ou régionale, par une plus grande appropriation des projets et de leurs retombées (économiques, fiscales, de montée en compétences) par l'écosystème territorial.

Une structuration accrue de la filière ne sera pas possible sans une implication forte des acteurs de la filière et de leurs représentants (notamment pour renouveler les actions des clusters ou initiatives comme Windustry France). Toutefois, l'ADEME peut jouer un rôle moteur dans : (1) la coordination et le renforcement de la recherche dans l'éolien, (2) le soutien aux entreprises innovantes, et (3) l'évaluation de l'opportunité d'intégrer des critères sociaux et environnementaux

dans les appels d'offres afin de favoriser l'écosystème industriel local.

Une plus grande appropriation des projets et de leurs retombées par les acteurs locaux nécessite une collaboration étroite entre développeurs et collectivités tout au long de la vie des projets et une plus grande implication des populations locales – de la simple participation aux processus de concertation jusqu'à la contribution au financement et/ou portage de projets. Dans cette optique, l'ADEME a un rôle décisif à jouer en favorisant la diffusion des chartes de bonnes pratiques existantes (charte AMORCE-FEE) et en assurant la mise en place d'actions de soutien à l'amorçage et au développement de projets éoliens portés par des collectifs citoyens et des collectivités.

La mise en œuvre de ces actions nécessitera la mobilisation de l'ensemble des partenaires de l'ADEME et leur succès sera grandement dépendant des actions complémentaires que pourront mettre en œuvre les acteurs de la filière (syndicats, clusters notamment), les collectivités locales ou encore les pouvoirs publics. Afin de mobiliser l'ensemble de ces parties prenantes sur le suivi et l'évaluation de la politique de soutien, sur les actions mentionnées précédemment, et sur la co-construction d'actions complémentaires, la mise en place et l'animation d'un comité stratégique de filière, au niveau national, apparaît prioritaire.

Enjeux	Axes de travail de l'ADEME pour l'éolien
Gouvernance générale	Développement des instances de gouvernance et de dialogue stratégique de la filière
Aligner le rythme des MW sur objectifs	<b>Simplification des procédures et anticipation des besoins</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude sur les retours d'expérience des projets éoliens en mer d'Europe du Nord</li> <li>• Etat des lieux des recours déposés contre les projets éoliens en France</li> <li>• Etude sur les offres de raccordement alternatives</li> </ul>
	<b>Aménagement du territoire et intégration locale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montée en compétences du grand public et des collectivités locales</li> <li>• Renforcement de nos connaissances sur les impacts potentiels</li> </ul>
Maximiser la valeur sociale et économique	<b>Structuration de la filière éolienne française</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordination et renforcement de la recherche dans l'éolien</li> <li>• Soutien aux entreprises innovantes</li> <li>• Evaluation de l'opportunité d'intégrer des critères sociaux et environnementaux dans les AOs</li> </ul>
	<b>Facilitation de l'appropriation locale des projets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion des chartes de bonnes pratiques existantes</li> <li>• Mise en place d'actions de soutien à l'amorçage et au développement de projets éoliens citoyens</li> </ul>

Figure 12 : Synthèse des axes de travail ADEME en réponse aux enjeux identifiés





## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

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

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### ILS L'ONT FAIT

*L'ADEME catalyseur* : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

*L'ADEME expert* : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### FAITS ET CHIFFRES

*L'ADEME référent* : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

*L'ADEME facilitateur* : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### HORIZONS

*L'ADEME tournée vers l'avenir* : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



Dans un contexte de développement rapide au niveau international, la filière éolienne française représente des montants importants d'activité économique et d'emploi, pour le marché domestique et à l'exportation. Ce tissu économique et industriel porteur se répartit dans l'ensemble des régions du territoire métropolitain.

Le dispositif de soutien qui s'est progressivement structuré depuis 2001 a permis le développement de l'éolien en France. Cependant, les objectifs nationaux de déploiement n'ont pas été atteints car la fixation des objectifs et l'élaboration du cadre réglementaire, sur la période jusqu'à 2012, n'ont pas suffisamment anticipé les difficultés qui allaient se présenter en termes de conflits d'usages, d'intégration locale, de prise en compte des impacts environnementaux et d'aménagement du réseau.

Pourtant la filière bénéficie d'une perception positive par le grand public. Le déploiement de la filière s'accompagne de bénéfices sanitaires et environnementaux importants dus à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, de SO<sub>2</sub>, de NO<sub>x</sub> et de particules fines. Le coût du dispositif de soutien à l'éolien est ainsi largement compensé par les bénéfices de la filière en termes de santé publique et d'atténuation du changement climatique. De plus, l'ADEME a identifié des innovations technologiques à même d'amener l'éolien à devenir rapidement l'une des filières de production d'électricité les plus compétitives en France.

Les perspectives liées à la filière sont donc encourageantes, d'autant plus qu'un développement ambitieux du parc représente une opportunité majeure de développement économique au niveau national, et une source de fiscalité locale à même de soutenir la redynamisation de territoires ruraux.

Cependant, le rôle majeur que l'éolien est amené à tenir dans la stratégie hexagonale de transition énergétique nécessite un rythme de mise en service supérieur à la tendance historique. Pour cela, l'implication croissante des parties prenantes, et la co-construction de projets de grande qualité environnementale, sociale et économique, sont considérés aujourd'hui comme les leviers majeurs d'intégration locale des projets.

**ADEME**Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)