



Techniciens à l'œuvre sur une éolienne au parc éolien de Maranchón en Espagne.



353,5 TWh

La production d'électricité éolienne estimée dans l'Union européenne en 2017

BAROMÈTRE ÉOLIEN

Une étude réalisée par EurObserv'ER.



Le marché mondial de l'éolien est pour la deuxième année consécutive en retrait, avec cependant une baisse moins sensible en 2017. Selon EurObserv'ER, la puissance supplémentaire déduite de la puissance mise hors service devrait être de l'ordre de 51 GW en 2017, comparé à 55,5 GW en 2016. La baisse du marché mondial s'explique essentiellement par un développement plus maîtrisé du marché chinois. Le marché de l'Union européenne a quant à lui connu un surcroît d'activité, anticipant la mise en place du nouveau cadre réglementaire voulu par la Commission européenne. La puissance du parc mondial franchit allègrement le cap du demi-million de MW installés en 2017, soit 539 256 MW.

539,3 GW

La puissance éolienne installée dans le monde à la fin de l'année 2017

14,8 GW

La puissance éolienne installée dans l'UE durant l'année 2017

Le cadre de développement de l'énergie éolienne est aujourd'hui très différent de celui d'il y a à peine quelques années. Les coûts de l'éolien terrestre, aidés par la mise en place des mécanismes d'appels d'offres, diminuent très rapidement ; ceux de l'éolien offshore encore plus vite (voir paragraphes sur l'Allemagne et le Royaume-Uni), ouvrant la voie à une ouverture plus rapide que prévu du marché de l'éolien flottant (voir encadré "L'éolien flottant prend ses marques", p. 9). Dans de nombreuses régions du monde, l'éolien entre déjà frontalement en concurrence avec la construction de nouvelles centrales gaz. Le GWEC (Global Wind Energy Council) précise que sur plusieurs marchés, l'éolien est aujourd'hui la technologie la plus compétitive avec des prix d'enchères

inférieurs à 0,03 c\$/kWh observés en Inde, au Maroc, au Canada ou au Mexique. Les analystes financiers s'accordent à dire que cette baisse va se poursuivre dans les prochaines années et même durant les prochaines décennies. Selon la publication annuel *New Energy Outlook 2017* réalisée par Bloomberg New Energy Finance (BNEF), les coûts de l'éolien terrestre pourraient encore diminuer de 71 % d'ici 2040, grâce à de nouvelles turbines plus efficaces, à des coûts de financement moindres, et avec l'aide d'économies d'échelles permises par des projets de plus en plus importants. Selon les projections de BNEF, le nouvel éolien devrait même présenter des coûts inférieurs à ceux des centrales gaz et charbon déjà en activité, en Allemagne d'ici 2030 pour le gaz et le charbon, en Chine d'ici 2020

pour le gaz et 2030 pour le charbon, dans les années 2020 pour le gaz pour l'Inde et un peu plus tardivement (juste après 2030) pour le gaz aux États-Unis. Ainsi, selon Bloomberg, seules 35 % des nouvelles centrales au charbon actuellement planifiées pourraient être effectivement construites. Cela marquerait, pour la première fois, une diminution de la consommation de charbon. Selon Bloomberg toujours, cette consommation mondiale pourrait être inférieure de 15 % en 2040 à celle de 2016.

Avec les perspectives de baisses de coûts attendues par les investisseurs et les opérateurs, l'enjeu premier pour l'énergie éolienne n'est plus de devenir compétitive vis-à-vis des filières conventionnelles, mais de lever les obstacles vis-à-vis de l'intégration réseau (gestion

de la variabilité de la production) et de l'acceptation des parcs éoliens par les populations. Le nouvel avantage prix de la filière éolienne, ainsi que du solaire, ouvre également la voie au développement d'une nouvelle industrie du stockage, qu'il soit intrajournalier (exemple du stockage stationnaire électrochimique) ou intersaisonnier (power to gas), avec là aussi des dynamiques de baisse de coûts très rapides, comparables à celle des énergies renouvelables au moins pour les batteries lithium-ion.

dernier, qui estime une puissance supplémentaire de 52,6 GW, différence provenant de l'estimation des puissances installées dans les pays de l'Union européenne.

Ce recul ne serait pas préoccupant selon le secrétaire général du GWEC et s'explique, selon lui, par une plus grande maturité de la filière. La filière éolienne étant aujourd'hui dans une phase de transition vers un système basé sur le marché où elle entre directement en compétition avec les autres technologies, conventionnelles et renouvelables.

Comme les années précédentes, le podium des trois premiers marchés de l'éolien place la Chine en n° 1 (19 500 MW), suivie par les États-Unis (7 017 MW) et l'Allemagne (6 440 MW) avec des dynamiques de marché dans le prolongement de celles de 2016 (voir plus loin). L'Inde a également conforté sa quatrième place avec un volume d'installation de 4 148 MW en 2017 (+ 14,8 %). La relance du marché britannique (+ 2 783 MW, + 46,4 %) permet au Royaume-Uni de retrouver sa place dans le top 5, au détriment du Brésil (+ 2 022 MW) dont le volume d'installation est resté stable par rapport à celui de 2016. La puissance supplémentaire de l'année 2017 établit désormais la puissance du parc mondial à 539 256 MW (graphique 1), qui augmente de 10,5 %. En conséquence, le seuil symbolique des 1 000 TWh annuels

produits dans le monde devrait logiquement être franchi durant l'année 2017.

Une analyse géographique plus globale confirme que le marché de l'éolien reste plus que jamais tiré par l'Asie, qui représente près de la moitié (47,3 %) de la puissance mondiale installée durant l'année 2017 (graphiques 2A et 2B) et 42,3 % de la puissance cumulée dans le monde. L'Europe demeure la seconde zone d'implantation (30,8 %), mais ne représente plus que le tiers (33 %) du parc mondial. Le marché nord-américain (incluant le Canada et le Mexique) compte pour à peine plus de 15 % des installations annuelles et 19,5 % du parc mondial.

Le parc mondial de l'éolien offshore (18 228 MW, + 25,9 %) reste essentiellement situé en Europe, mais des parcs émergent également au large du continent asiatique, la Chine ayant installé 1 161 MW en 2017. Les États-Unis ont quant à eux plusieurs centaines de mégawatts en construction.

UNE CROISSANCE MIEUX MAÎTRISÉE EN CHINE

La baisse du marché mondial en 2017 et en 2016 s'explique surtout par une baisse d'activité du marché chinois qui n'a installé que 1 161 MW en 2017 (23 370 MW en 2016 et 30 500 MW en 2015). En Chine,

Tabl. n° 1

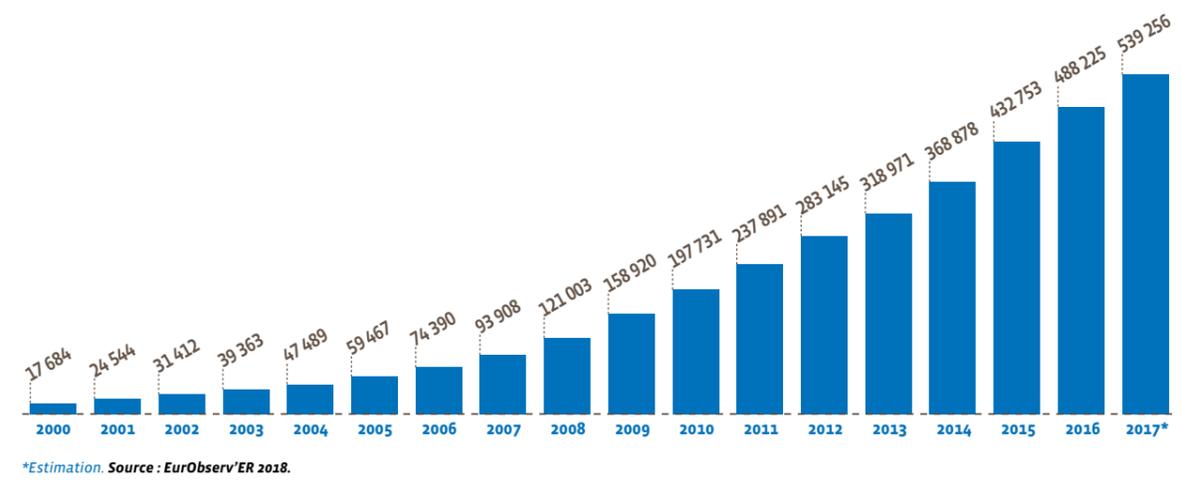
Puissance éolienne installée dans le monde fin 2017* (en MW)

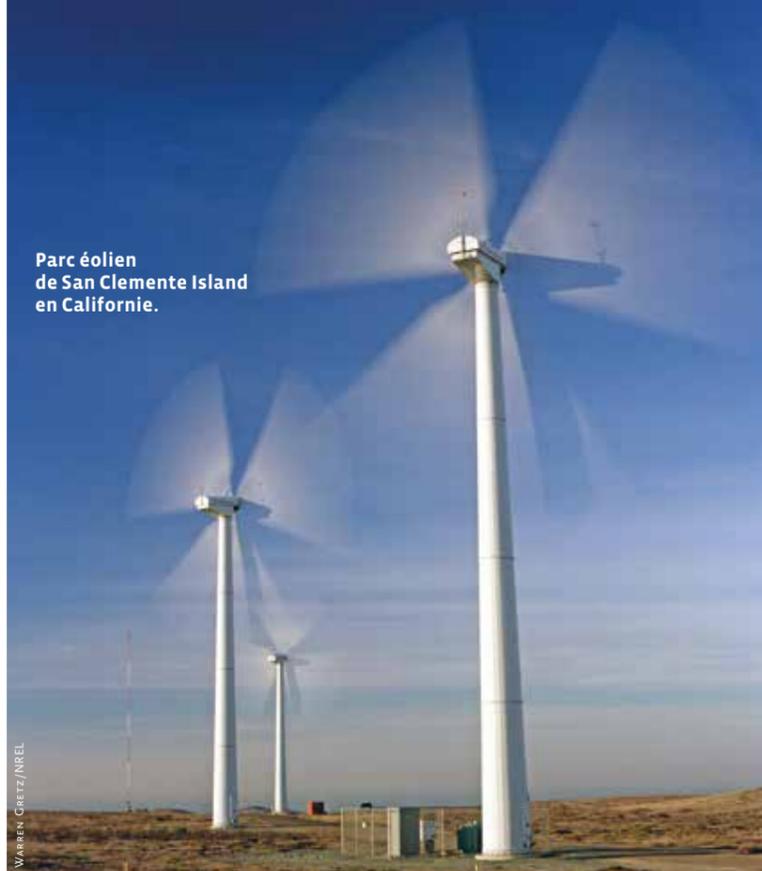
	2016	2017	Puissance installée en 2017	Mises hors service en 2017
Union européenne	154 847	168 993	14 750	605
Turquie	6 091	6 857	766	0
Norvège	838	1 162	324	0
Russie	15	15	0	0
Reste de l'Europe	668	744	76	0
Total Europe	162 459	177 771	15 916	605
États-Unis	82 060	89 077	7 017	0
Canada	11 898	12 239	341	0
Mexique	3 527	4 005	478	0
Total Amérique du Nord	97 485	105 321	7 836	0
Chine	168 732	188 232	19 500	0
Inde	28 700	32 848	4 148	0
Japon	3 230	3 400	177	7
Autres pays d'Asie	3 442	4 062	622	2
Total Asie	204 104	228 542	24 447	9
Brésil	10 741	12 763	2 022	0
Autres pays d'Amérique latine	4 571	5 128	557	0
Amérique latine	15 312	17 891	2 579	0
Afrique et Moyen-Orient	3 917	4 538	621	0
Région Pacifique	4 948	5 193	245	0
Total monde	488 225	539 256	51 644	614

*Estimation. Sources : EurObserv'ER 2018 (pour l'Union européenne), AWEA 2017 pour les États-Unis, WindEurope 2017, GWEC 2017 (autres pays).

Graph. n° 1

Puissance éolienne cumulée dans le monde depuis 2000 (en MW).





Parc éolien de San Clemente Island en Californie.

WARREN GRETZ/NREL

l'objectif du gouvernement n'est plus de se lancer dans une course à l'installation, mais plutôt de contenir le marché pour que cette expansion soit mieux coordonnée avec les investissements des infrastructures réseaux. L'objectif premier est d'optimiser la production et le rendement de machines avec un rythme des connexions en fonction des capacités d'intégration des réseaux. Cette poli-

tique s'est traduite par une restriction des principaux marchés régionaux de l'éolien chinois. Le nord-est et le nord-ouest ont été les plus touchés car les pertes de production y ont été particulièrement importantes. L'administration nationale de l'énergie (NEA) a focalisé les efforts d'investissement dans les provinces du sud, du centre et de l'est où les besoins en électricité sont plus importants et

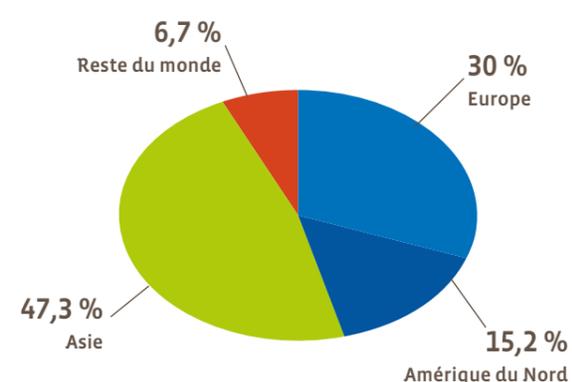
qui sont mieux desservies sur le plan des infrastructures. Le gouvernement a pour ce faire fortement réduit les incitations à la production et prévoit de nouvelles réductions encore plus importantes. Dans les zones de production les plus ventées de catégorie 1, les tarifs sont passés de 0,47 RMB/kWh au 1^{er} janvier 2016 à 0,40 RMB au 1^{er} janvier 2018, et pour zones les moins ventées de 4^e catégorie, de 0,60 RMB/kWh à 0,57 RMB/kWh. L'objectif de la NEA avancé dans le 13^e plan quinquennal est de viser l'installation d'une puissance cumulée de 210 GW (dont 5 GW offshore) et une production de 420 TWh d'ici 2020, soit l'équivalent de 6 % de la production du pays.

VENT D'OPTIMISME SUR LE MARCHÉ AMÉRICAIN

Aux États-Unis, pour des raisons fiscales, il faut toujours attendre le dernier trimestre de l'année pour mesurer l'activité de la filière éolienne. Selon l'AWEA (American Wind Energy Association), l'industrie a été capable d'installer 4 125 MW durant le 4^e trimestre, portant la puissance installée durant l'année 2017 à 7 017 MW. Si ce niveau d'installation est un peu en retrait par rapport à celui de 2016 (8 068 MW), les professionnels estiment que les perspectives du marché restent très positives. Selon l'AWEA, l'industrie éolienne américaine tourne actuellement

Graph. n° 2A

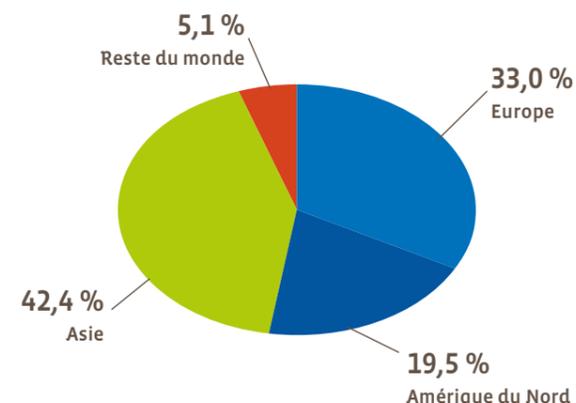
Répartition mondiale du marché éolien en 2017*



* Estimation. Source : Eurobserv'ER 2018.

Graph. n° 2B

Répartition de la puissance éolienne mondiale fin 2017*



* Estimation. Source : Eurobserv'ER 2018.



Parc éolien Caniçal à Madère au Portugal.

WindEurope/Bickley

à plein régime avec des projets en cours de construction ou "en développement avancé" quatre fois plus importants que la puissance installée en 2017. Le "pipeline" des fermes éoliennes en construction ou "en développement avancé" a augmenté de 34 % par rapport à 2016 et atteint 28 668 MW. Cette croissance est portée par une baisse permanente et continue des coûts de l'électricité éolienne qui s'explique, selon l'AWEA, par de nouvelles technologies de machines qui améliorent le rendement et la qualité (stabilité) de la production, ainsi que la généralisation de l'utilisation du "big data" qui a permis de fortement diminuer les coûts d'exploitation et de maintenance. Selon la banque d'investissement Lazard, le coût de l'éolien a encore diminué de 4 % aux États-Unis durant l'année 2017, avec une baisse de coûts cumulée de deux tiers entre 2009

et 2016. Lazard confirme également que dans de nombreuses régions du pays, l'énergie éolienne est moins chère que les sources d'énergie conventionnelles sans incitations. Un autre point important est que les contrats d'achat d'électricité (PPA, pour Power Purchase Agreement) ne cessent de prendre de l'importance (5 496 MW de contrats conclus en 2017). Ce type de contrat est passé entre un fournisseur d'électricité et un producteur indépendant, permettant à ce dernier de garantir la rentabilité de sa centrale en assurant l'écoulement de sa production à un prix fixé à l'avance. Si les *utilities* représentent encore 60 % des volumes des PPA, ce type de contrat intéresse fortement les grands groupes consommateurs d'électricité comme Facebook ou Google Energy, soucieux de leur image et de montrer que leur activité repose sur une énergie

durable. Le marché offshore américain est également en train d'émerger avec 5 projets en construction représentant une puissance de 490 MW. Preuve de l'intérêt de ce marché, MHI Vestas a investi durant le dernier trimestre de l'année 35 millions de dollars sur un site de l'université Clemson en Caroline du sud pour y tester sa prochaine turbine offshore de 9,5 MW.

NOUVEAU RECORD D'INSTALLATION DANS L'UNION EUROPÉENNE

Dans l'Union européenne, le marché de l'éolien a connu un pic d'installation en 2017 avec une puissance supplémentaire de 14,1 GW (soit une puissance nouvellement installée de 14 750 MW moins

605 MW mis hors service), comparé à une puissance supplémentaire de 13,1 GW en 2016. Le parc éolien de l'Union européenne atteint ainsi 169 GW (**tableau 2**). Cette dynamique s'explique en grande partie par la progression de ses trois plus grands marchés, et surtout du premier d'entre eux, l'Allemagne, qui a établi un nouveau record d'installation avec 6 440 MW en 2017. Le marché du Royaume-Uni a également regagné en intensité, avec au moins 2 780 MW supplé-

mentaires. La relance du marché français s'est également confirmée avec près de 1 800 MW installés l'an dernier. D'autres marchés de l'Union européenne sont restés très actifs, comme l'Irlande qui ajoute 538 MW, la Finlande qui ajoute 515 MW et la Belgique, 465 MW. Les marchés suédois (+ 226 MW), autrichien (+ 195 MW) et grec (+ 171 MW) ont par contre été moins actifs qu'en 2016.

Ces évolutions positives contrastent cependant avec l'apathie d'un bon nombre

de marchés de l'Union européenne. Selon notre décompte, aucune puissance supplémentaire n'a été installée dans près de la moitié des pays de l'Union (13 sur 28) et dans quelques autres, les marchés sont restés relativement faibles (Pays-Bas, Lituanie, Pologne). En Espagne, la puissance nette en fonctionnement ne progresse que marginalement depuis le moratoire sur les aides apportées aux énergies renouvelables en janvier 2012. Le marché italien a également considé-

rament ralenti depuis 2013. En 2017, il n'ajoute que 359 MW, ce qui est mieux que les 247 MW ajoutés en 2016.

Sur le segment de l'offshore, 2017 a été une bonne année confirmant que la baisse du marché britannique de 2016 n'était que temporaire. Selon les données collectées par EurObserv'ER, la puissance éolienne offshore de l'Union européenne a au moins augmenté de 2 568,7 MW en 2017 (1 650 MW en 2016) (**tableau 3**). Ce chiffre reste une estimation et sera consolidé au cours des prochaines semaines. Le BEIS (Département des affaires, de l'énergie et des stratégies industrielles) n'ayant publié mi-février que l'état des connexions au 3^e trimestre de l'année 2017, EurObserv'ER a procédé à une estimation pour l'année complète. Ce niveau d'installation amènerait la puissance cumulée du parc offshore de l'Union européenne aux environs de 15 200 MW. Ce total prend en compte la mise hors service et le démontage de 11 turbines au Danemark (éoliennes Bonus de 450 kW) du parc de Vindeby mis en service en 1991, ainsi que le démontage des 10 turbines des anciennes éoliennes de marque WinWind du parc finlandais de Kemi Ajos 1 et 2 (remplacées sur la partie offshore du parc par 8 éoliennes de type SWT-3.3-130 de Siemens).

Selon WindEurope, l'association européenne qui défend les intérêts de l'énergie éolienne en Europe, la puissance éolienne installée a été plus élevée en 2017. Selon son décompte, qui est en léger décalage avec les données des organismes officiels (BEIS, UBA, ENS, etc.), c'est un nouveau record d'installation de 3 148 MW qui a été établi l'an dernier, avec des capacités supplémentaires recensées dans 5 pays : l'Allemagne, le Royaume-Uni, la Belgique, la Finlande et la France qui a installé son premier prototype. L'association a recensé l'installation de 560 nouvelles turbines appartenant à 17 fermes éoliennes, portant le nombre total d'éoliennes offshore à 4 149, représentant une puissance cumulée de 15 780 MW. Si on déduit le démonstrateur français d'éolienne flottante Floatgen, 12 fermes éoliennes offshore ont entièrement été connectées en 2017. S'ajoutent les connexions partielles de 4 fermes, toutes britanniques : Race Bank (498 MW, connectée en 2017), Walney (256 MW), Rampion (179 MW) et Galloper (72 MW). Les fermes britanniques entièrement connectées sont Dudgeon

Tabl. n° 3

Puissance éolienne offshore installée dans l'Union européenne fin 2017* (en MW)

	2 016	2 017
Royaume-Uni	5 293,0	6 360,5
Allemagne	4 132,0	5 407,0
Danemark	1 271,1	1 291,8
Pays-Bas	957,0	957,0
Belgique	712,2	877,0
Suède	201,7	201,7
Finlande	32,0	72,7
Irlande	25,2	25,2
Espagne	5,0	5,0
Total UE 28	12 629,2	15 197,9

* Estimation. Source : EurObserv'ER 2018.

Tabl. n° 4

Puissance éolienne offshore connectée dans le monde fin 2017* (en MW)

	2 016	2 017
Royaume-Uni	5 293,0	6 360,5
Allemagne	4 132,0	5 407,0
Chine	1 627,0	2 788,0
Danemark	1 271,1	1 291,8
Pays-Bas	957,0	957,0
Belgique	712,2	877,0
Suède	201,7	201,7
Vietnam	99,0	99,0
Finlande	32,0	72,7
Japon	60,0	65,0
Corée du Sud	35,0	38,0
États-Unis	30,0	30,0
Irlande	25,2	25,2
Taiwan	0,0	8,0
Espagne	5,0	5,0
Norvège	2,0	2,0
Total Monde	14 482,2	18 227,9

* Estimation. Source : EurObserv'ER 2018.

East (402 MW), Burbo Bank Extension (200 MW), Blyth (42 MW) et Hywind Scotland (30 MW). Cette dernière ferme est particulière, car il s'agit du premier parc offshore au niveau mondial (hors démonstrateur) à utiliser des fondations

flottantes (voir encadré "L'éolien flottant prend ses marques"). L'Allemagne compte également 5 nouveaux parcs entièrement connectés : Veja Mate (402 MW), Wikinger

Tabl. n° 2

Puissance éolienne installée dans l'Union européenne fin 2017* (en MW)

	Puissance cumulée fin 2016	Puissance cumulée fin 2017	Puissance installée en 2017	Mises hors-service en 2017
Allemagne	49 592	55 602	6 440	430
Espagne	23 075	23 170	95	0
Royaume-Uni	16 217	19 000	2 783	0
France**	11 761	13 559	1 798	0
Italie	9 384	9 743	359	0
Suède	6 495	6 721	226	0
Pologne	5 747	6 397	650	0
Danemark	5 246	5 521	373	98
Portugal	5 313	5 313	0	0
Pays-Bas	4 257	4 270	81	68
Irlande	2 827	3 365	538	0
Roumanie	3 025	3 029	4	0
Belgique	2 383	2 848	465	0
Autriche	2 649	2 844	195	0
Grèce	2 370	2 541	171	0
Finlande	1 532	2 044	515	3
Bulgarie	699	699	0	0
Croatie	483	527	44	0
Lituanie	509	521	12	0
Hongrie	329	329	0	0
Estonie	310	310	0	0
République tchèque	282	282	0	0
Chypre	168	168	0	0
Luxembourg	117	116	0	1
Lettonie	70	66	0	4
Slovénie	5	5	0	0
Slovaquie	3	3	0	0
Malte	0	0	0	0
Total UE 28	154 847	168 993	14 750	605

* Estimation. ** Départements d'outre-mer non inclus pour la France. Source : EurObserv'ER 2018.

L'éolien flottant prend ses marques

Après l'installation de quelques démonstrateurs, l'inauguration de la première ferme éolienne flottante de taille commerciale, le projet Hywind Scotland, ouvre une nouvelle ère au développement des énergies marines. Mis en service le 18 octobre 2017, ce projet est exploité par Statoil, une compagnie pétrolière norvégienne, en partenariat avec Masdar, une compagnie énergétique des Émirats arabes unis. Il est localisé à 25 km au large des côtes de Peterhead dans la région écossaise de l'Aberdeenshire. Le parc se compose de 5 éoliennes de 6 MW équipées de rotors de 254 mètres et de 253 mètres de hauteur de mât (dont 175 mètres sous le niveau de l'eau). Il a représenté un investissement de 210 millions d'euros, soit un coût au MW de 7 millions d'euros. Ce projet est d'autant plus novateur qu'il est adossé à un projet de stockage par batterie capable de restituer 1 MWh, avec pour objet d'atténuer la variabilité de la production et d'optimiser le rendement. L'ambition de Statoil est de diminuer les coûts de la ferme éolienne de 40 à 60 euros/MWh d'ici 2030, avec comme vision d'étendre le champ d'investigation de l'éolien offshore. Une autre actualité de l'éolien flottant de l'année 2017 est l'inauguration en octobre d'un premier démonstrateur en France, réalisé dans le cadre du projet européen Floatgen. Cette éolienne, équipée d'une fondation flottante du fabricant français Ideol, sera installée au cours de l'année 2018 à 22 km au large du Croisic vers un site d'essai géré par l'école d'ingénieurs de Centrale Nantes. Le projet est porté par un consortium européen, composé notamment de la société française Ideol, de Bouygues Travaux Publics et de l'École centrale de Nantes. En France, 4 projets pilotes (3 en Méditerranée et 1 en Bretagne) comprenant entre 3 et 6 éoliennes ont été annoncés en 2016 par le gouvernement dans le cadre d'un appel d'offres publié en 2015 : le projet Eolmed en Méditerranée, comprenant 4 éoliennes Senvion de 6 MW équipées de fondations Ideol, un projet au large de Groix et de Belle-Île, avec 4 éoliennes GE de 6 MW équipées de fondations Naval Énergies et Vinci Construction France, le projet Provence Grand large porté par EDF Énergie Nouvelle comprenant 3 éoliennes Siemens de 8 MW équipées de fondations conçues par SBM Offshore et enfin un projet porté par Engie au large de Leucate (Aude) de 4 éoliennes de 6 MW équipées de flotteurs métalliques conçus par la société Principle Power.

Quelques autres projets pré-commerciaux recensés par WindEurope sont annoncés et devraient émerger d'ici 2020 : Dounreay en Écosse (10 MW, attendu en 2018), Kincardine en Écosse (48 MW, début d'installation en 2018), Windfloat Atlantic au Portugal (30 MW, attendu en 2019), le projet Atlantis Ideol au Royaume-Uni (100 MW) et le projet Gaeletic en Irlande (30 MW).

Selon WindEurope, 80 % du futur de l'éolien offshore se situe à des profondeurs de plus de 60 mètres, là où il n'est plus économiquement rentable de faire reposer les machines sur des fondations fixées dans le sol marin. L'association estime le potentiel de l'éolien flottant en Europe à 40 000 MW, ce qui permettrait notamment l'ouverture du marché de l'éolien offshore à l'Espagne, au Portugal et à la Norvège, et de dynamiser les marchés français, écossais et irlandais.

La dernière turbine de Hywind Scotland s'éloigne de Stord (Norvège) vers l'Écosse.



© WIND GRUAS/STATOIL

(350 MW), Nordsee One (332 MW), Nordergründe (111 MW) et Sandbank (52 MW). La Belgique a, quant à elle, inauguré le parc de NobelWind (165 MW) et la Finlande a mis en service le parc de Pori Tahkoluoto (42 MW) et remplacé la totalité des éoliennes du parc Kemis Ajos (26,4 MW). Le démonstrateur français d'éolienne flottante Floatgen (2 MW) a été inauguré en octobre 2017, mais si ce dernier a produit ses premiers kWh à quai en décembre 2017, il ne sera connecté sur son véritable site de test au large du Croisic qu'au cours de l'année 2018. Pour cette raison, la puissance n'est pas encore officiellement considérée comme opérationnelle et n'est donc pas comptabilisée en 2017 dans les **tableaux 3 et 4**.

Pour les trois prochaines années, le niveau d'activité de la filière restera soutenu avec un nouveau record d'installation attendu

en 2019. Pour 2020, WindEurope prévoit une capacité européenne de 25 GW, avec 3,3 GW supplémentaires attendus au Royaume-Uni, 2,3 GW en Allemagne, 1,3 GW en Belgique, 1,3 GW aux Pays-Bas et 1 GW supplémentaire au Danemark.

UNE ANNÉE DE PRODUCTION 2017 PLUS CONFORME À LA NORMALE

L'année 2016 avait été particulièrement défavorable à la production d'électricité éolienne à l'échelle de l'Union européenne, avec des déficits de vents particulièrement importants sur les côtes britanniques, en mer du Nord, mer Baltique et plus généralement sur une large moitié nord de l'Europe. Les productions d'électricité éolienne de l'Allemagne, du Royaume-Uni, du Danemark et de la Suède avaient ainsi diminué malgré la croissance

de la puissance de leur parc. Le contraste était d'autant plus important que les conditions climatiques de l'année 2015 avaient été très favorables à la production éolienne dans ces pays.

Les conditions climatiques ont en 2017 été plus conformes aux normales dans les pays du nord de l'Europe et en Allemagne. À titre d'exemple, au Danemark, d'après les données de l'ENS, le facteur charge de l'éolien mesuré était de 30,5 % en 2017 contre 27,8 % en 2016. En Allemagne, selon l'UBA, le facteur charge moyen augmente nettement à 22,7 % en 2017 (soit 1990 heures de fonctionnement à pleine charge), contre 18,1 % en 2016, poussé il est vrai par le déploiement des parcs offshore. En France, le facteur de charge mensuel de 2017 n'est que très légèrement remonté. La hausse de la production (24 TWh selon RTE) est

donc très largement due aux nouvelles éoliennes raccordées. En Italie, il diminue légèrement selon Terna (de 21,5 % en 2016 à 20,6 % en 2017), la production restant stable à 17,7 TWh grâce aux nouveaux raccordements.

Ce retour "à la normale" du gisement éolien s'est traduit par une production d'électricité éolienne en forte augmentation (+ 16,7 % par rapport à 2016), les capacités de production installées durant les deux dernières années ayant pu donner leur pleine mesure. Selon EurObserv'ER, la production de l'Union européenne atteint ainsi 353,5 TWh soit un gain de 50,6 TWh par rapport à 2016 (**tableau 5**). Plus de la moitié de cette augmentation provient des parcs éoliens allemands. En effet, selon l'AGEE-Stat (commission énergie renouvelable – statistiques du ministère allemand de l'Économie et de

l'Énergie), la production allemande gagne 26,3 TWh pour atteindre 104,9 TWh. La production espagnole devrait rester stable à 49,1 TWh, devant celle du Royaume-Uni qui devrait être supérieure à 45 TWh (la production du 4^e trimestre ayant provisoirement été estimée par EurObserv'ER).

ACTUALITÉS DES PRINCIPAUX MARCHÉS

Des appels d'offres allemands qui tendent vers 0 c€/kWh

L'Allemagne reste toujours le fer de lance du marché éolien de l'Union européenne, et affiche en 2017 un nouveau record d'installation. Selon l'AGEE-Stat, le pays a en 2017 installé 6 440 MW, dont 5 165 MW sur terre et 1 275 MW en mer. Compte tenu de la puissance mise hors service (430 MW en 2017), le parc allemand représente

désormais une puissance cumulée de 55 602 MW (dont 50 195 MW sur terre et 5 407 MW en mer).

La puissance pour 1 000 habitants atteint désormais 671,5 kW, soit le 4^e rang de l'Union européenne (**graphique 3**). Ce pic d'installation annuel en Allemagne, qui à lui seul représente plus que la totalité du parc éolien polonais ou danois, s'explique par la volonté des promoteurs de bénéficier des conditions de rémunération les plus avantageuses possible. L'année 2017 a en effet introduit des changements majeurs dans les mécanismes de soutien à la filière éolienne qui passe dorénavant par un système d'appel d'offres ainsi que par le développement de la vente directe. L'office franco-allemand pour la transition énergétique



Tabl. n° 5

Production d'électricité d'origine éolienne dans les pays de l'Union européenne en 2016 et 2017* (en TWh)

	2016	2017
Allemagne	78,598	104,900
Espagne	48,906	49,100
Royaume-Uni	37,367	45,510
France**	21,400	24,000
Italie	17,689	17,492
Suède	15,479	17,100
Danemark	12,782	14,772
Pologne	12,588	14,412
Portugal	12,474	13,040
Pays-Bas	8,170	10,223
Roumanie	6,590	7,100
Irlande	6,149	6,600
Belgique	5,436	6,174
Autriche	5,235	6,100
Grèce	5,146	5,676
Finlande	3,068	4,802
Bulgarie	1,425	1,450
Lituanie	1,136	1,357
Croatie	1,014	1,107
Hongrie	0,684	0,700
Estonie	0,594	0,700
République tchèque	0,497	0,573
Chypre	0,226	0,211
Luxembourg	0,101	0,211
Lettonie	0,128	0,150
Slovaquie	0,006	0,006
Slovénie	0,006	0,006
Malte	0,000	0,000
Total UE 28	302,893	353,472

*Estimation. **Départements d'outre-mer non inclus pour la France. Source : Eurobaromètre 2018.

(Ofate) a publié en janvier 2018 un point précis sur l'évolution des mécanismes de soutien. Les appels d'offres ont été mis en place dans le cadre de la loi énergie renouvelable 2017 (EEG 2017) et sont désormais obligatoires pour toutes les installations de puissance supérieure à 750 kW (à l'exception de projets pilotes avec un volume de 125 MW par an). La nouvelle loi a également prévu de limiter le volume des appels d'offres établissant de fait un plafond à l'installation

de nouvelles capacités de production éolienne. Comme déjà expliqué dans notre dernier baromètre, la loi a prévu un volume annuel d'appels d'offres terrestres de 2 800 MW l'an dernier, répartis en 3 appels d'offres (800 MW en mai 2017, 1 000 en août 2017 et 1 000 en novembre 2017). Pour 2018 et 2019, ce sont 4 appels d'offres de 700 MW qui seront proposés en février, mai, août et octobre. Et à partir de 2020, une puissance de 2 900 MW sera répartie sur 3 appels d'offres.

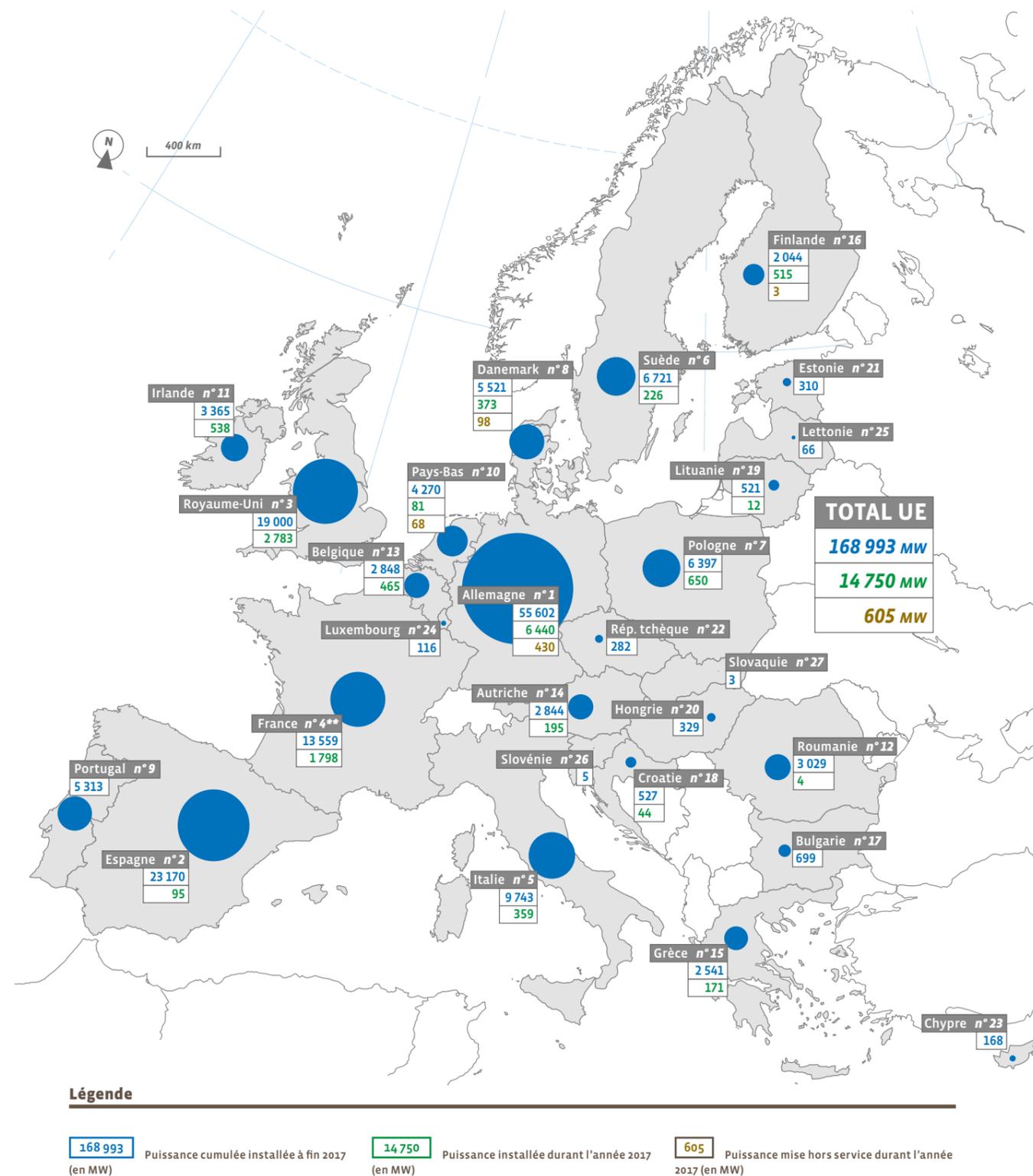
L'Ofate précise qu'afin d'assurer une répartition équilibrée des projets sur l'ensemble du territoire allemand, un modèle de rendement de référence (*Referenzertragsmodell*) permet de corriger à la hausse ou à la baisse la valeur de référence octroyée par les bénéficiaires des appels d'offres. Pour les sites moins ventés, le coefficient appliqué a pour effet d'augmenter la valeur de référence et à l'inverse, un site à fort potentiel se voit appliquer un coefficient de correction qui diminue la valeur de référence. Des limites sont également fixées vis-à-vis des zones de développement de réseau afin d'optimiser l'intégration de l'éolien. Les projets éoliens citoyens (*Bürgerenergiegesellschaften*) bénéficient de conditions spécifiques dans le cadre de leur participation aux appels d'offres.

Les résultats des 3 appels d'offres de 2017 ont montré une forte diminution de la valeur des offres. Le tarif de référence moyen des premiers appels d'offres clôturés en mai, août et novembre 2017 a successivement diminué de 5,71 c€/kWh (807 MW octroyés) à 4,28 c€/kWh (1 013 MW octroyés) et à 3,82 c€/kWh (1 000 MW octroyés). L'offre la plus basse proposée dans le dernier appel d'offres étant de 2,2 c€/kWh.

Concernant l'offshore, un appel d'offres a été clôturé le 1^{er} avril 2017 et un autre le sera le 1^{er} avril 2018, portant chacun sur un volume de 1 550 MW. Ils concernent des projets existants, c'est-à-dire des projets bénéficiant déjà d'autorisations ou pour lesquels une date de consultation a été programmée. Il est prévu qu'ils se traduisent par l'installation de 500 MW en 2021 (exclusivement en mer Baltique), 500 MW en 2022, puis 700 MW par an entre 2023 et 2025. Les résultats de l'appel d'offres clôturé le 1^{er} avril 2017 ont abouti à un prix de référence moyen de 0,44 c€/kWh avec 3 offres à 0 c€/kWh et une offre à 6 c€/kWh. Tous situés en mer du Nord, les projets retenus sont He Dreiht, Borkum Riffgrund II West, Gode Wind 3 et OWP West.

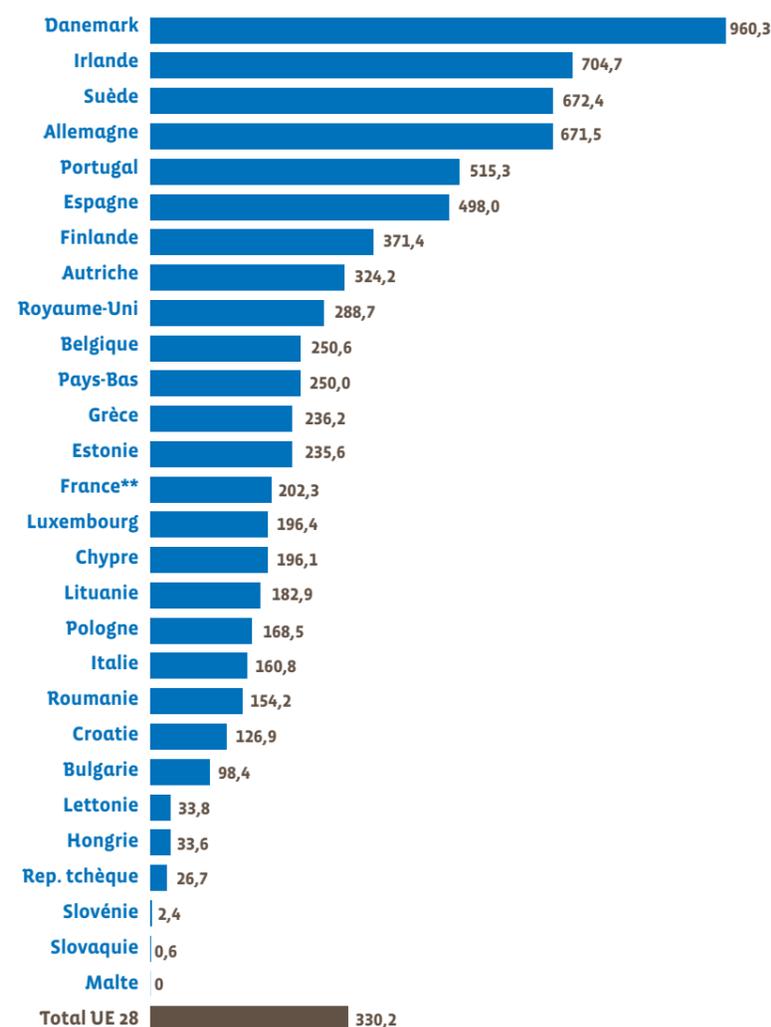
Selon Thorsten Falk, chargé de mission au Bureau des énergies renouvelables du ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie (BMWi), si les résultats des appels d'offres en 2018 confirment la forte tendance de baisse des prix pour l'éolien terrestre, il n'est pas exclu de pouvoir observer à l'avenir des offres à 0 c€/kWh,

Puissance éolienne installée dans l'Union européenne fin 2017* (en MW)



Graph. n° 3

Puissance éolienne pour 1 000 habitants dans les pays de l'Union européenne en 2017 (kW/1 000 hab.)*



* Estimation. ** Départements d'outre-mer non inclus pour la France. Source : EurObserv'ER 2018.

comme cela a été observé dans le dernier appel d'offres pour l'éolien offshore. Le niveau de rémunération des parcs éoliens terrestres dépendrait alors uniquement de l'évolution des prix spot. Selon lui, cela impacterait directement les conditions de financement des projets avec comme conséquence une forte concentration des acteurs sur le marché dans les années à venir.

La France revient dans le jeu

En début d'année, les premières données disponibles sur le marché éolien et sur la

puissance du parc installé en métropole sont celles du *Panorama de l'électricité renouvelable en 2017* publié conjointement par RTE (le gestionnaire de réseau public de haute tension), Enedis (le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité), ADEEF (Association des distributeurs d'électricité en France) et le Syndicat des énergies renouvelables. Les indicateurs du *Panorama*, arrêtés au 31 décembre 2017, sont provisoires et en léger décalage avec les données officielles de la DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat) qui seront connues plus tard

dans l'année du fait de méthodologies différentes (prise en compte des raccordements pour les données du réseau versus prise en compte de l'obligation d'achat). Selon le *Panorama*, l'année 2017 établit pour la deuxième année consécutive un record d'installation pour la filière, avec 1 797 MW raccordés contre 1 437 MW en 2016. La puissance totale du parc français augmente en une année de 15,3 % pour atteindre 13 559 MW. Le niveau de préparation des nouveaux projets reste également élevé. Selon la même publication, les projets en développement représentent un volume de 11 516 MW, en hausse de 5 % sur un an malgré l'accélération des raccordements, ce qui démontre un véritable dynamisme de la filière en amont.

Au niveau de la production, les conditions climatiques ont été plus favorables qu'en 2016, permettant de profiter pleinement de l'accélération du rythme d'installation de ces deux dernières années. La production a été de l'ordre de 24 TWh en 2017, profitant d'un dernier trimestre particulièrement venteux (7,8 TWh produits). L'énergie éolienne a permis de couvrir 5 % de la consommation nationale d'électricité en 2017, en hausse de 0,7 % par rapport à l'année précédente. Dans les régions Hauts-de-France et Grand-Est, le taux de couverture est deux fois plus important, respectivement 11,2 % et 12,1 %.

La dynamique positive en France tient à une stabilisation du cadre réglementaire avec le passage du tarif d'achat à un complément de rémunération en 2016 qui s'ajoute au prix du marché et à la mise en place en 2017 d'un dispositif de soutien décliné en deux volets : un guichet ouvert de contractualisation directe pour les parcs de 6 turbines et moins, dont aucune turbine ne doit excéder 3 MW de puissance (parc jusqu'à 18 MW) et la mise en place d'appels d'offres pour les autres parcs. Le système de complément de rémunération est mis en place dans les deux régimes de soutien. Il est fixé par un arrêté tarifaire (guichet ouvert) ou par l'appel d'offres. À ce complément s'ajoute une prime de gestion pour compenser les coûts de commercialisation, les coûts d'équilibrage et les marges de l'opérateur de vente directe. Cette prime de gestion a été fixée pour 2016 et 2017 à 2,8 €/MWh. Les revenus du marché de capacité sont soustraits de la rémunération totale du producteur. Pour les appels d'offres, les revenus du marché



Parc éolien de Breteuil-Esquennoy dans l'Oise.

de capacité et la prime de gestion sont à prendre en compte directement dans l'offre formulée.

L'objectif du gouvernement est de continuer le travail de simplification des règles administratives pour l'énergie éolienne avec la mise en place en 2017 de l'autorisation environnementale unique et la constitution par le ministère de la Transition écologique d'un groupe de travail pour la simplification des règles de planification et d'autorisation. Son objectif est d'accélérer le développement de la filière

tout en protégeant l'environnement et en favorisant l'appropriation des projets par les élus et la population locale.

Le cahier des charges du premier appel d'offres pour l'éolien terrestre a été rendu public en mai 2017 (avec quelques mois de retard dus au changement de gouvernement faisant suite à l'élection présidentielle), l'objectif étant de raccorder 3 GW supplémentaires dans les 3 ans à venir. La première session de cet appel d'offres, d'un volume de 500 MW, a été clôturée le 1^{er} décembre 2017. Cinq nouvelles

sessions, de 500 MW chacune, devraient être lancées successivement jusqu'en mai 2020. Concernant l'éolien offshore posé, les résultats du 3^e appel d'offres concernant l'exploitation d'un parc éolien d'une puissance comprise entre 250 et 750 MW, dans une zone située au large de Dunkerque, devraient être connus d'ici l'été 2018. Un autre appel d'offres est en cours de préparation au large de l'île d'Oléron. Enfin le ministre de la Transition écolo-

Tabl. n° 6

Principaux développeurs impliqués dans le secteur éolien en 2017

Entreprises	Pays	Puissance éolienne mise en service (offshore inclus) fin 2017 (en MW) ⁽¹⁾	Chiffre d'affaires annuel 2017 (en m€)	Employés en 2017
Iberdrola Renovables	Espagne	16 077	2 585 ⁽²⁾	n.a.
EDP Renewables ⁽³⁾	Portugal	10 652	1 651	1 206
EDF Énergies Nouvelles	France	9 946	1 348	3 142
Acciona Energy	Espagne	9 173	2 000	n.a.
E.ON Climate Renewables	Allemagne	8 610	n.a.	n.a.
Enel Green Power	Italie	8 500	n.a.	n.a.
Vattenfall	Suède	5 538	944	773
Orsted	Danemark	4 486	2 727	2 253
RWE Innogy	Allemagne	4 139	n.a.	n.a.
WPD AG	Allemagne	4 104	n.a.	n.a.

Les grandes compagnies énergétiques, du fait de leur taille et de leur capacité de financement, sont bien représentées dans ce classement mais, en dehors de ce type d'acteur, il existe un grand nombre de développeurs privés spécialisés dans les énergies renouvelables avec des portefeuilles conséquents proches ou dépassant le gigawatt. Certains fabricants d'éoliennes comme Gamesa, Nordex ou Enercon ont également fait le choix de développer des projets avec leurs propres machines.
1) Chiffres mondiaux. 2) C.A. pour toutes les branches renouvelables du groupe. 3) Chiffres arrêtés au 3^e trimestre 2017. Source : EurObserv'ER 2018.



Parc éolien offshore Ormonde en mer d'Irlande près de Barrow-in-Furness.

gique Nicolas Hulot a annoncé en octobre 2017 le lancement d'études de sites et de vent qui serviront de bases au lancement d'un nouvel appel d'offres éolien flottant au large de la Bretagne et en Méditerranée avec l'ouverture de débats publics au cours de l'année 2018.

L'éolien offshore remet les voiles au Royaume-Uni

Mi-février 2018, les données d'installations officielles du BEIS étaient encore partielles (provisoires) pour la fin du 3^e trimestre 2017. Elles indiquent cependant un rythme d'installation beaucoup plus soutenu que celui de 2016 avec déjà 1 536 MW installés sur terres et 834 MW en mer au Royaume-Uni, soit un total installé de 18 597 MW. Compte tenu de la dynamique, EurObserv'ER estime que la puissance cumulée à la fin du 4^e trimestre devrait être au moins de l'ordre de 19 GW, dont 6,4 GW de puissance offshore.

L'information principale sur le marché britannique est la baisse spectaculaire des prix de l'éolien offshore. Le Royaume-Uni

a annoncé, le 11 septembre dernier, les résultats de son deuxième appel d'offres "Contract for Difference", mécanisme que le gouvernement a instauré pour garantir un prix d'achat aux producteurs d'électricité renouvelable. Le "Contract for Difference" dure 15 ans (sauf exception, 35 ans pour le projet de centrale Hinkley Point) à partir du début de la production. Pendant cette période, l'exploitant vend sa production sur le marché. Si le prix du marché est inférieur au prix strike⁽¹⁾, l'État, via la Low Carbon Contracts Company (LCCC), rembourse la différence à l'exploitant. Si le prix est supérieur, c'est l'exploitant qui reverse l'excédent à la LCCC. L'éolien offshore est sorti largement gagnant de cet appel d'offres trustant plus de 95 % de la puissance attribuée. Le projet phare de cette enchère est le parc offshore Hornsea 2, développé par Breeesa Limited. D'une puissance de 1 386 MW (capable de fournir de l'électricité à 1,4 million de foyers britanniques), il a remporté l'enchère avec un prix d'exercice de 57,5 €/MWh (prix réel 2012) avec une mise en service prévue entre

2022 et 2023. Deux autres projets offshore ont été retenus. Moray Offshore Windfarm East annonce 950 MW de puissance avec un prix d'exercice "strike price" de 57,5 €/MWh également et une mise en service prévue entre 2022 et 2023. Le second projet, prévu pour 2021/2022, Triton Knoll Offshore Wind Farm, d'une puissance de 860 MW, a obtenu, lui, un prix d'exercice de 74,75 €/MWh. Les résultats ont montré une baisse très importante des coûts des énergies renouvelables par rapport aux projets sélectionnés en 2015 dans le cadre du premier appel d'offres. En 2015, le prix d'exercice le plus bas octroyé était de 114,39 €/MWh, soit une baisse de l'ordre de 50 % en deux ans. La chute des prix est d'autant plus importante que le BEIS prévoyait encore en 2016 que les projets éoliens offshore mis en service en 2025 coûteraient 100 €/MWh. L'éolien offshore britannique s'approche très rapidement du prix de gros

¹⁾ Prix de l'électricité issu d'un investissement dans une technologie très bas carbone.

du marché d'électricité britannique qui, selon le BEIS, devrait se situer aux environs de 50 €/MWh. À noter que contrairement à l'Allemagne, où les enchères moyennes des appels d'offres offshore sont déjà proches de 0 c€/kWh (l'électricité éolienne offshore étant quasiment uniquement valorisée au prix du marché), dans le système britannique, les coûts de raccordement sont à la charge du développeur, ce qui nécessite des prix plus élevés.

II – UNE INDUSTRIE ONSHORE MATURE, QU'EN EST-IL DE L'OFFSHORE ?

L'INDUSTRIE ÉOLIENNE, UN PILIER INDUSTRIEL EUROPÉEN

Les années précédentes, le monde industriel de l'éolien était marqué par de nombreuses fusions entre grands groupes. Par exemple, Siemens et Gamesa ont fusionné pour créer un nouveau géant (Siemens Gamesa Renewable Energy,

SGRE), numéro 2 de la filière en termes de capacités installées en 2016. Analyser la taille de ces nouveaux géants permettait de montrer l'importance de la filière. Mais une autre grille d'analyse offre l'opportunité de creuser cette vision. Car désormais, l'éolien, au-delà de ses vertus écologiques, devient créateur d'emplois et de valeur ajoutée, bref, une industrie comme les autres à prendre en compte dans les analyses socioéconomiques européennes. WindEurope et le cabinet Deloitte ont publié une étude en novembre 2017, intitulée *Local Impact, Global Leadership*. Elle analyse l'impact de l'industrie éolienne sur l'économie européenne de 2011 à 2016. Elle rappelle d'abord que l'industrie éolienne a contribué à hauteur de 36,1 milliards au produit intérieur brut (PIB) de l'Union européenne en 2016, soit 0,26 % du total. Par ailleurs, il faut rappeler que l'industrie européenne de l'éolien crée de la valeur en étant exportatrice nette. En effet, les importations de l'industrie sont montées à une valeur de 5,4 Mds€ alors que les exportations ont représenté 7,8 Mds€ en 2016, soit un solde positif de 2,4 Mds€. Ces résultats sont le fait de nombreuses années d'expérience et d'un souci de "haute qualité des produits et services". Ainsi, dans un classement des dix plus grands équipementiers mondiaux de l'éolien du 3^e trimestre 2017, le journal *Wind Power Monthly* révèle que le Danois Vestas, numéro un, a vendu moins d'éoliennes que Golwind en 2016. Cependant, comme la capacité unitaire de ses machines est plus importante, la capacité globale, en MW, de ses ventes est plus importante que celle de son concurrent chinois. Ce sont d'abord les turbiniers qui contribuent à ce solde, représentant 42,5 % des exports, suivis des producteurs de composants spécifiques (33,4 %). L'industrie a rapporté 4,9 Mds€ de taxes à l'économie de l'Union européenne. Enfin, l'étude rappelle que la production électrique éolienne renforce l'enjeu géopolitique qu'est l'indépendance énergétique. Actuellement, l'Union européenne importe près de 50 % de son énergie. Grâce à l'éolien, ce sont 171 952 ktep qui n'ont pas été achetées en dehors des frontières européennes entre 2011 et 2016, principalement au détriment des importations de gaz naturel, ce qui a permis une économie de 32 Mds€. Enfin, EurObserv'ER rappelle que la filière emploie 309 000 personnes

en Europe, à tout niveau de qualification et sur tout type d'activité.

Au niveau mondial, le défi technologique que les professionnels sont désormais en train de relever est l'amélioration du facteur de charge des machines. BNEF explique que grâce à de plus grands rotors, des mâts plus hauts, un contrôle accru et une maintenance plus efficace, le facteur de charge est passé de 16 % en 2000 à 31 % en 2016, certains projets dépassant les 50 %. D'ici à 2040, ce sont entre 8 et 17 % d'améliorations qui sont encore attendus. Les solutions de stockage de l'électricité éolienne permettent également de répondre au caractère variable du vent. Ainsi, Vestas a développé de nombreux projets pilotes incluant du stockage depuis 2012. En septembre 2017, l'entreprise a déclaré collaborer avec Tesla sur le sujet. En décembre, elle a annoncé un investissement de 10 millions d'euros dans un projet mené en partenariat avec Northvolt, un fabricant de batteries, pour développer une plateforme de batteries lithium-ion pour les projets éoliens.

L'ÉOLIEN OFFSHORE PERMET DE VOIR ENCORE PLUS GRAND

Les chiffres présentés dans cette étude sont une addition de l'éolien onshore et offshore. Ils sont surtout représentatifs de l'éolien onshore, mais la maturité de l'éolien en mer ne fait plus de doutes non plus. Tout d'abord, le climat concurrentiel est intense, et les industriels sont lancés dans une course à la taille des machines, ce qui amène rapidement sur le marché des géants de technologie. Pour preuve de la rapidité de ce développement, l'entreprise SGRE a arrêté de vendre ses éoliennes offshore de 7 MW, alors même que la première vendue n'a pas encore été installée. L'entreprise souhaite installer des machines de 8 MW en 2020. En mai 2017, lors de la conférence de l'American Wind Energy Association, l'entreprise allemande Senvion a déclaré chercher à développer une machine de 10 MW. En 2017, la joint-venture entre Vestas et Mitsubishi (MHI Vestas), dédiée à l'offshore, a installé une éolienne de 8 MW et a modifié ses lignes de production pour pouvoir produire des éoliennes de 9,5 MW. Ce climat concurrentiel génère une baisse importante des coûts des projets. Or cette baisse a changé de nature. Elle ne porte

ainsi plus nécessairement sur la technologie, et elle est concomitante à la maturité du marché. Le premier exemple est la baisse du coût du financement. Ainsi, emprunter de l'argent, ou lever des fonds auprès d'investisseurs, devient moins cher. Ce phénomène est la traduction de la confiance des investisseurs et des assurances, qui voient moins de risques dans les projets éoliens que les années précédentes. Il semble qu'une étude chiffrée sur les baisses de coût du capital pour l'éolien offshore manque au corpus de la filière, mais ce phénomène est décrit par les professionnels de la filière mettant des projets en place.

Par ailleurs, une meilleure fluidité de la chaîne de valeur peut permettre de réduire encore les coûts des projets. Ainsi, la Commission européenne a financé à hauteur de 10 millions d'euros le projet Leanwind qui, depuis 2013, cherche des pistes de baisse des coûts à travers la chaîne de valeur de l'éolien marin. Le rapport final du projet a été publié à la fin de l'année 2017. Celui-ci met en avant 3 mécanismes à mettre en place pour réduire les coûts. Ainsi, le rapport constate que l'expertise est très internalisée dans les grands groupes, du fait de l'importance de la propriété intellectuelle et du manque d'expérience globale, venant de la jeunesse de la filière. La filière devrait cependant évoluer vers une plus grande culture

de l'externalisation, à condition que celle-ci soit accompagnée d'un transfert de savoir des développeurs vers les fournisseurs de matériaux. Par ailleurs, le rapport met en garde sur le fait que les contrats sont de première importance lorsque la chaîne de valeur s'étend. En effet, ceux-ci doivent être clairs sur la répartition des responsabilités et des risques entre les acteurs. Anticiper et consolider la chaîne de valeur contractuellement peut mener à une réduction des coûts. Enfin, le rapport préconise un lien accru avec les entreprises locales pour fournir les développeurs, afin de réduire les coûts financiers et environnementaux.

L'éolien flottant suscite également l'enthousiasme des industriels. Depuis que l'idée existe, ceux-ci mettent en avant le fait que cette technologie permet de mobiliser une plus grande surface en mer. Mais, en 2017, les professionnels ont également allégué un avantage industriel par rapport à l'éolien posé : la standardisation de la production industrielle des installations. En effet, la production d'éoliennes flottantes peut être plus facilement uniformisée, alors que chaque projet d'éolienne posée est unique du fait de la spécificité du fond marin et de la profondeur. Cependant, la standardisation des modèles d'éoliennes flottantes est encore tributaire de la forme du flotteur. Or, la forme optimale de celui-ci n'est pas

encore déterminée par les professionnels travaillant sur le sujet. L'éolienne en mer développée par Eolif utilise une plateforme "semi sub", aussi appelée "à flottabilité stabilisée" où l'éolienne y est à moitié submergée.

III – UNE ÉVOLUTION FUTURE EN PARTIE LIÉE AU NIVEAU DE COOPÉRATION EUROPÉENNE

Le regain d'activité du marché éolien en 2017 était attendu et s'explique par la mise en place d'un nouveau cadre réglementaire concernant les mécanismes d'incitation à la production d'électricité renouvelable. Selon le directeur de l'association WindEurope, Giles Dickson, via un communiqué, « beaucoup de nouveaux projets ont été hâtés pour bénéficier des tarifs de rachat et d'autres anciens régimes de soutien pendant qu'ils s'appliquaient encore ». Ceci a été particulièrement vrai en Allemagne, mais aussi en France et au Royaume-Uni. Il précise ensuite que « malgré ces bons chiffres, les projections à moyen et long termes sont incertaines. La transition vers les ventes aux enchères a été moins structurée que nous l'espérons. Et nous manquons cruellement de clarté de la part de nombreux gouvernements sur leurs ambitions pour les énergies renouvelables après 2020. »

Jusqu'à 2020, la tendance reste globalement en phase à l'échelle de l'Union européenne avec les objectifs des plans d'action nationaux énergies renouvelables (graphique 4). En effet, si la baisse des prix de l'énergie éolienne et leur compétitivité vis-à-vis d'autres technologies ouvrent de nouvelles perspectives à la filière, le rythme de développement futur de l'éolien est, contrairement aux marchés américains et chinois, contraint par le manque de débouchés sur le marché européen de l'électricité. La situation de surcapacité du marché européen de l'électricité associée à l'afflux d'énergies renouvelables "variables" a conduit à diminuer le prix de l'électricité sur le marché du gros et à fragiliser de nombreux opérateurs historiques qui font pression et demandent du temps pour décarboner leur système de production. Cette situation explique dans une certaine mesure les difficiles négociations sur le prochain paquet climat énergie qui conditionne-

ront le cadre de développement des différentes filières renouvelables jusqu'en 2030, le Parlement européen essayant de peser de tout son poids pour négocier un nouvel objectif de 35 % de consommation finale renouvelable pour 2030, plus ambitieux que les 27 % d'énergie renouvelable du projet de directive actuellement proposé par les gouvernements européens et la Commission européenne.

Dans le cadre des négociations actuelles, une solution poussée par la Direction générale (DG) de la concurrence de la Commission européenne passe par la mise en place d'appels d'offres transfrontaliers qui faciliteraient le développement des énergies renouvelables dans les zones les plus propices avec les coûts les plus faibles possible. Pierre Loec, de la DG énergie, dans une conférence de l'Ofate qui a eu lieu le 10 octobre 2017 à Berlin, a rappelé que dans le cadre du futur "Clean Energy Package", neuf pays européens se sont déjà engagés auprès de la Commission européenne à ouvrir une partie ou l'intégralité de leur mécanisme de soutien aux pays voisins (Allemagne, Luxembourg, Danemark, Estonie, Roumanie, Grèce, Italie, Portugal, Belgique) et d'autres États membres mettent à jour leur législation pour créer le cadre juridique permettant la mise en place future de ces appels d'offres transfrontaliers. Pour la Commission européenne, une ouverture de 10 à 15 % des appels d'offres aux capacités étrangères entraînerait une

diminution des coûts de soutien de l'ordre de 4 à 5 % pour la période 2021-2030. La Commission européenne estime également que l'ouverture transfrontalière des appels d'offres est le moyen le plus efficace pour favoriser une harmonisation des mécanismes de soutien. La Commission considère enfin que cette ouverture permettrait de fixer un objectif européen de développement des énergies renouvelables lié à un mécanisme "européen" de soutien.

Cette vision cadre avec la mise en œuvre de l'Union de l'énergie qui vise au renforcement du marché européen de l'électricité qui permet à n'importe quel fournisseur d'électricité de vendre son énergie à un client situé dans un autre pays d'Europe via les interconnexions transfrontalières. Le développement de ces interconnexions présente un certain nombre d'avantages, car il a pour effet d'augmenter la sécurisation des approvisionnements, d'optimiser l'utilisation des moyens de production au sein de l'Union européenne et, pour les énergies renouvelables, de tirer parti des complémentarités entre les différents pays européens sur le plan des zones de vents et des plages d'ensoleillement, tout en bénéficiant des effets de foisonnement. Dans cette logique, le développement des interconnexions permet de passer d'une logique d'optimisation nationale à une logique d'optimisation européenne, beaucoup plus efficace en matière de

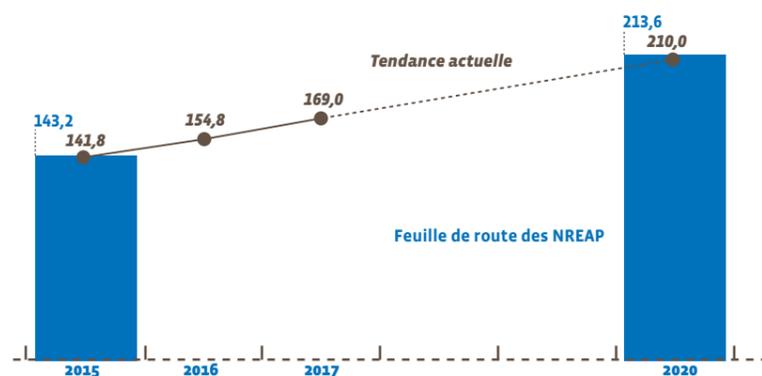
déploiement des énergies renouvelables et de transition énergétique. Dans ce cadre, le rythme de développement futur de l'éolien sera étroitement lié au niveau de coopération européenne dans le cadre d'une vision énergétique commune, ainsi qu'aux efforts de lutte contre le réchauffement climatique consenti par les États à l'horizon 2030. □

Sources tableaux 2 et 5 : UBA, AGEE-Stat (Allemagne), WindEurope (Espagne), BEIS, EurObserv'ER (Royaume-Uni), RTE, SER (France), Svensk Vindenergi (Suède), DGEG (Portugal), HOPS (Croatie), Terna (Italie), ENS (Danemark), Ministry of Industry and Trade (République tchèque), www.boschenvanrijn.nl (Pays-Bas), IWEA (Irlande), IG Windkraft (Autriche), Tuuleenergia (Estonie), Litgrid (Lituanie), VTT, Finnish Energy (Finlande), CERA (Chypre), HWEA (Grèce), Apere (Belgique), STATEC (Luxembourg), WindEurope (Pologne), WindEurope (Roumanie).

Le prochain baromètre traitera du photovoltaïque.

Graph. n° 4

Tendance actuelle par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GW)



Source : EurObserv'ER 2018



Ce projet est financé par la Commission européenne sous le contrat n° ENER/C2/2016-487/SI2.742173



La version française de ce baromètre et sa diffusion ont bénéficié du soutien de l'Ademe.

Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER (FR), ECN (NL), Renac (DE), Frankfurt School of Finance & Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) et Statistics Netherlands (NL). Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente ni l'opinion de la Commission européenne, ni celle de l'Ademe. Ni la Commission européenne ni l'Ademe ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.