



ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2016**
16^e bilan EurObserv'ER

Ce baromètre a été réalisé par le consortium EurObserv'ER qui regroupe Observ'ER (FR), ECN (NL), Renac (DE), Frankfurt School of Finance & Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) et Statistics Netherlands (NL).



ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2016**
16^e bilan EurObserv'ER



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



La version française de cet ouvrage 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.

ÉDITO par Vincent Jacques le Seigneur **4**

Indicateurs énergétiques

L'éolien	6
■ Le photovoltaïque	8
■ Le solaire thermique	14
■ La petite hydroélectricité	20
■ La géothermie	26
■ Les pompes à chaleur	30
■ Le biogaz	36
■ Les biocarburants	42
■ Les déchets urbains renouvelables	50
■ La biomasse solide	56
■ Le solaire thermodynamique	62
■ Les énergies océaniques	70
Intégration des énergies renouvelables dans le parc de bâtiments et l'infrastructure urbaine	76
Conclusion	84

Indicateurs socio-économiques

L'éolien	96
■ Le photovoltaïque	100
■ Le solaire thermique	104
■ La petite hydroélectricité	108
■ La géothermie	112
■ Les pompes à chaleur	114
■ Le biogaz	118
■ Les biocarburants	122
■ Les déchets urbains renouvelables	126
■ La biomasse solide	128
Emploi et chiffre d'affaires en 2014	132

Indicateurs d'investissement

L'investissement dans les projets énergies renouvelables	141
■ L'éolien	142
■ Le photovoltaïque	148
■ Le biogaz	152
■ Les déchets urbains renouvelables	156
■ La biomasse solide	158
Autres secteurs	162
des énergies renouvelables	
Comparaison des coûts d'investissement dans le monde	166
Programme de financement public pour l'investissement dans les énergies renouvelables	170

L'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable **174**

Capital-risque et capital-investissement	176
Performances des sociétés et des actifs du secteur des technologies renouvelables	180
Conclusion	186

Coûts, prix et compétitivité des énergies renouvelables **189**

Consommation de combustibles fossiles évitée et coûts résultants évités **195**

Indicateurs d'innovation et de compétitivité

Investissements publics dans la R&D	204
■ Énergie éolienne	206
■ Énergie solaire	207
■ Hydroélectricité	208
■ Géothermie	209
■ Biocarburants	210
■ Énergie océanique	211
Total des technologies renouvelable	212
Conclusions	213

Dépôt de brevet	214
■ Énergie éolienne	216
■ Énergie solaire	218
■ Hydroélectricité	220
■ Géothermie	222
■ Biocarburants	224
■ Énergie océanique	226
Conclusions	228

Commerce international	230
Total des technologies renouvelables	232
■ Énergie éolienne	234
■ Photovoltaïque	236
■ Hydroélectricité	238
Conclusions	240

Indicateurs sur la flexibilité du système électrique

Résultats et interprétation **245**

Sources **250**

CORRIGER LES IDÉES REÇUES

Vincent Jacques le Seigneur, président d'Observ'ER

Relever les compteurs des données européennes en matière d'énergie renouvelable permet de tordre le cou à certaines idées reçues, ou de corriger des perceptions erronées de la réalité économique que représente telle ou telle filière. Ainsi du chiffre d'affaires réalisé en 2015 par l'ensemble des énergies renouvelables en Europe – plus de 150 milliards d'euros – qui provient pour plus de 30 % de l'éolien, mais pour seulement 10 % du photovoltaïque. Une hiérarchie que l'on retrouve, pratiquement à l'identique, en termes d'emplois : plus d'un million de personnes travaillent dans le secteur des énergies renouvelables en Europe – ce qui n'est pas rien en période de chômage de masse –, mais la moitié d'entre elles résident dans seulement trois Etats membres (Allemagne, France et Royaume-Uni), sur les vingt-huit que compte encore aujourd'hui l'Union européenne.

Autre enseignement, certes pas nouveau, mais qui mérite d'être rappelé : l'essor des énergies renouvelables est davantage la résultante de politiques publiques audacieuses que d'une météorologie plus ou moins capricieuse. Preuve en est donnée par le Royaume-Uni, qui n'est pas une île bénie des dieux pour son ensoleillement, mais confirme en 2015 son leadership dans le photovoltaïque, en termes de puissance annuelle installée. À l'inverse, pour la petite hydraulique, il faut rechercher le peu de résultats du côté de la météorologie : la faible pluviométrie se tra-

duit, en 2015, par une chute de 10 % de la production européenne, dont le potentiel reste de toute façon limité, en raison de la saturation des sites d'exploitation possibles.

Pour les deux filières en pointe – l'éolien et le photovoltaïque –, l'avenir pourrait néanmoins être moins ensoleillé, tant pour les Anglais, qui ont introduit des plafonds visant à encadrer le rythme de croissance annuelle de l'énergie photovoltaïque, que pour le reste de l'Europe, en raison de surcapacités de production industrielle, et du remplacement du système des tarifs d'achat par celui des appels d'offres.

Les renouvelables ne sont pas seulement électriques, loin s'en faut. Le bilan de l'année 2015, présenté dans ce baromètre, fait état d'une situation préoccupante pour le solaire thermique, qui continue sa descente aux enfers, tant en raison du manque d'ambition des autorités publiques que du faible cours des énergies fossiles. Même constat pour le biogaz, qui reste un marché de niche, ou pour la géothermie profonde, qui produit chaleur et électricité dans des installations de grande taille, mais qui n'est pas compétitive, avec un cours du brut aussi bas. Et ceci, à la différence des pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques, dont le marché croît au contraire de 20 %, pour atteindre un chiffre d'affaires de 21,4 milliards d'euros, générant autant d'emplois que dans le photovoltaïque.



Enfin, il convient de mentionner la biomasse, dont l'importance est trop souvent passée sous silence. Avec un chiffre d'affaires de 36 milliards d'euros en 2015, la filière compte presque autant d'emplois que l'éolien, la filière la plus en vue des renouvelables. Et, on l'oublie trop souvent, elle n'est pas seulement source de chaleur : plus de 90 TWh ont été produits par la biomasse en 2015, un niveau comparable à celui du photovoltaïque, qui a passé pour la première fois le seuil des 100 TWh, et qu'elle complète utilement puisqu'elle ne souffre d'aucune variabilité.

Afin de mieux rendre compte du développement des énergies renouvelables dans le paysage énergétique, économique et environnemental européen, cet ouvrage s'est étoffé, dans son édition 2016, de nouveaux chapitres. En plus des traditionnelles parties consacrées aux indicateurs énergétiques, aux aspects socioéconomiques et aux investissements réalisés dans les secteurs renouvelables au sein de l'Union européenne, le baromètre bilan 2016 intègre les nouveautés suivantes :

- une évaluation de la pénétration des équipements énergie renouvelable dans le bâtiment et les infrastructures urbaines ;
- un panorama des coûts des principales filières renouvelables et de leurs niveaux de compétitivité, comparés aux filières fossiles ;

- une évaluation de l'impact du développement des filières renouvelables, en termes de réduction de la consommation d'énergies fossiles au sein de l'Union européenne ;
- un chapitre entier consacré à des indicateurs d'innovation et de compétitivité issues des efforts de R&D dans les technologies renouvelables. Cette partie couvre à la fois les investissements publics de R&D, les résultats en termes de dépôts de brevets et les progrès faits par les filières renouvelables dans le commerce international ;
- des indicateurs sur la flexibilité des systèmes électriques européens à intégrer la progression des capacités renouvelables.

Toutes ces nouvelles dimensions feront désormais partie des champs couverts par les prochains baromètres annuels EurObserv'ER, et ce jusqu'en 2020.



INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES



Depuis dix-sept ans, EurObserv'ER collecte des données sur les sources d'énergies renouvelables de l'Union européenne afin de décrire, dans des baromètres thématiques, l'état et la dynamique des filières. La première partie de cet ouvrage constitue une synthèse des baromètres diffusés en 2016 pour les filières éolienne, photovoltaïque, solaire thermique, pompes à chaleur, biocarburants et biomasse solide. Les données issues de ces baromètres ont été consolidées et complétées avec les

données portant sur les filières non couvertes par des baromètres thématiques : la petite hydraulique, le biogaz, l'énergie géothermique, le solaire thermodynamique, l'incinération des ordures ménagères et les énergies marines renouvelables.

Ce dossier offre donc un tour d'horizon complet de la dimension énergétique des douze filières renouvelables développées, aujourd'hui, à une échelle industrielle au sein de l'Union européenne.

Note méthodologique

Les tableaux reprennent, pour chacune des filières, les chiffres disponibles les plus actuels. Compte tenu de la date de publication de cette édition, un travail complet de rapprochement des données publiées par EurObserv'ER a été effectué avec celles publiées par Eurostat début février 2016. Ce rapprochement concerne la plupart des indicateurs énergétiques présentés (puissance électrique, production, consommation, etc.).

Dans le cas où les indicateurs présentés ne font pas l'objet d'une publication par Eurostat, comme par exemple les données de marchés pour les différents types de pompe à chaleur ou les différents types de capteurs solaires thermiques, la source des indicateurs utilisée reste celle

d'EurObserv'ER. Concernant les données "chaleur", une distinction est faite entre la chaleur dérivée issue du secteur de la transformation et la consommation finale d'énergie, conformément aux définitions établies par Eurostat. La **chaleur dérivée** recouvre la production totale de chaleur dans les centrales de chauffage et les centrales de cogénération (production combinée de chaleur et d'électricité). Elle englobe la chaleur consommée par les équipements auxiliaires de l'installation qui utilisent un fluide chaud (chauffage des locaux, chauffage à combustible liquide, etc.) et les pertes dans les échanges de chaleur de l'installation/du réseau. Dans le cas des entités autoproductrices (entités produisant de l'électricité destinée, en tout ou partie, à leur propre usage, en tant qu'activité complémentaire de



leur activité principale), la chaleur consommée par l'entreprise pour ses propres procédés n'est pas comprise.

La **consommation finale d'énergie** représente le total de l'énergie consommée par les utilisateurs finaux tels que les ménages, l'industrie et l'agriculture. Elle correspond à l'énergie livrée au consommateur final pour tous les usages énergétiques, à l'exclusion de celle consommée par le secteur énergétique lui-même, y compris aux fins de livraison et de transformation. Elle exclut également le combustible transformé dans les centrales électriques des autoproducteurs industriels et le coke transformé en gaz de hauts-fourneaux, qui n'entrent pas dans la consommation totale de l'industrie, mais dans celle du secteur de la transformation. La consommation finale d'énergie de la catégorie "Ménages, services, etc." recouvre les quantités consommées par

les ménages, le commerce, les administrations publiques, les services, l'agriculture et la pêche.

Concernant les données de **production d'électricité et de chaleur dérivée**, on distinguera les centrales produisant uniquement de l'électricité ou uniquement de la chaleur et les centrales de cogénération combinant la production des deux.



L'ÉOLIEN

En dépit des turbulences du marché européen de l'électricité, la filière éolienne maintient son cap.

Selon Eurostat, la puissance additionnelle éolienne des pays de l'Union a atteint 12 382 MW en 2015, soit son plus haut niveau depuis 2012, portant ainsi la puissance totale de la filière à 141 482 MW. Ce résultat positif s'explique en grande partie par les très bonnes performances en Allemagne qui ajoute en 2015 une puissance nette de 5 477 MW, soit près d'un gigawatt de plus qu'en 2014 (4 533 MW en 2014). Ce pays conforte ainsi son statut de première puissance éolienne de l'Union européenne avec un parc de 44 670 MW.

La dynamique du marché allemand s'explique en partie par une diminution significative des coûts de production, rendue possible par la mise sur le marché de nouvelles machines plus rentables, par une baisse des coûts d'installation et également par une baisse importante des taux d'intérêt. Cela a permis de contrebalancer la diminution de la rémunération automa-

tique du tarif d'achat de référence pour la filière. Cette baisse doit s'apprécier dans le nouveau cadre fixé

par la loi EEG 2014 qui avait rendu obligatoire, à partir du 1^{er} août 2014, le système de vente directe

sur le marché pour toute nouvelle installation de plus de 500 kW. Dans ce système, c'est l'exploitant

(ou l'agrégateur) qui se charge de vendre sa production sur le marché, percevant en plus une prime de



marché dite "glissante" (Marktprämie). À la fin de chaque mois, cette prime comble la différence entre le prix moyen de l'électricité sur le marché et le niveau de tarif d'achat de référence de l'éolien terrestre. Depuis le 1^{er} janvier 2017, le système de prime de marché a évolué pour tout nouveau projet vers une procédure d'appel d'offres. Dans le nouveau système, c'est la valeur de référence (qui permet de calculer le montant de la prime de marché), qui fait l'objet de l'appel d'offres.

L'Allemagne contrebalance en 2015 les moindres performances de l'éolien au Royaume-Uni (+ 1 254 MW, en baisse de 31,3 % par rapport à 2014) qui s'expliquent par une baisse d'activité de son segment offshore. La dynamique est plus positive du côté de la France (+ 1 149 MW, + 32,7 %) qui profite des mesures de simplifications administratives adoptées dans le cadre de la loi relative à la transition énergétique et de la Pologne (+ 1 050 MW, + 158 %) qui a profité au maximum du système d'incitation des certificats verts, avant la





mise en œuvre au 1^{er} janvier 2016 du nouveau système de contrat de différence (Contracts for Difference, CFD). La puissance additionnelle de 2015 est également en nette augmentation aux Pays-Bas (+ 526 MW), en Italie (+ 454 MW), en Finlande (+ 378 MW), au Danemark (+ 189 MW), en Belgique (+ 232 MW) et en Lituanie (+ 148 MW).

La dynamique est beaucoup moins positive dans un nombre important de pays de l'Union. C'est notamment le cas en 2015 du Portugal (+ 81 MW) et de la plupart des pays d'Europe de l'Est (hormis la Pologne et la Lituanie). En Espagne, le moratoire instauré en janvier 2012 (en raison de la surcapacité de son système de production électrique) empêche toute nouvelle puissance éolienne supplémentaire. Le parc espagnol est même en légère diminution (-32 MW) suite au démantèlement de certains sites parmi les plus anciens. Le pays reste cependant le deuxième parc de l'Union européenne avec 22 943 MW.

PLUS DE 3 000 MW OFFSHORE SUPPLÉMENTAIRES

Dans le nord de l'Europe, les connexions de turbines offshore ont connu un pic d'activité durant l'année 2015, avec un niveau de raccordement qui a plus que doublé par rapport à 2014. Trois pays ont ainsi vu leur puissance offshore augmenter : l'Allemagne, le Royaume-Uni et les Pays-Bas, soit un total de 3 011,2 MW raccordés supplémentaires. Ce niveau permet à la puissance du parc de l'Union européenne de touter le seuil des 11 000 MW.

Dans ces trois pays, 14 nouveaux

1
Puissance éolienne installée dans l'Union européenne fin 2015 (en MW)

	2014	2015
Allemagne	39 193	44 670
Espagne	22 975	22 943
Royaume-Uni	13 037	14 291
France*	9 068	10 217
Italie	8 683	9 137
Suède	5 097	5 840
Danemark	4 886	5 075
Portugal	4 856	4 937
Pologne	3 836	4 886
Pays-Bas	2 865	3 391
Roumanie	3 244	3 130
Autriche	2 110	2 489
Irlande	2 211	2 440
Belgique	1 944	2 176
Grèce	1 978	2 091
Finlande	627	1 005
Bulgarie	700	700
Lituanie	288	436
Croatie	339	418
Hongrie	329	329
Estonie	275	300
Rép. tchèque	278	281
Chypre	147	158
Lettonie	69	69
Luxembourg	58	64
Slovénie	4	5
Slovaquie	3	4
Malte	0	0
Total UE 28	129 100	141 482

* Départements d'outre-mer non inclus pour la France. Source : Eurostat 2017

parcs ont entièrement été raccordés au réseau (9 en Allemagne, 4 au Royaume-Uni et 1 aux Pays-Bas), 12 sont situés en mer du Nord, 1 en mer Baltique et 1 en mer d'Irlande.

PLUS DE 300 TWh PRODUITS EN 2015

Quant à la production d'électricité, beaucoup de pays situés dans la moitié nord de l'Europe (pays d'Europe du Nord, Royaume-Uni, Allemagne) ont bénéficié de conditions climatiques particulièrement favorables. Cela explique, en plus de la puissance nouvellement installée, la hausse importante de la production électrique éolienne en 2015 de l'Union européenne. *A contrario*, les conditions climatiques ont été moins favorables dans les pays du sud de l'Europe. L'Espagne, l'Italie et le Portugal ont ainsi vu leur production diminuer. À l'échelle de l'Union européenne, l'évolution de la production reste très largement positive. D'après Eurostat, elle aurait augmenté de 19,3 % pour atteindre 301,9 TWh.

UN PARC AUX ENVIRONS DE 190 GW D'ICI 2020

Les objectifs 2020 que se sont assignés les pays membres dans le cadre de la directive énergies renouvelables permettent d'assurer un minimum de débouchés à l'industrie éolienne. Depuis 2009, la puissance éolienne de l'Union européenne augmente à un rythme relativement constant, rarement en dessous de 10 GW et plus souvent entre 11 et 12,4 GW. Sur le moyen terme, l'expansion du marché de la filière devrait cependant être un peu plus limitée, car elle s'effectue dans le contexte très tendu du marché de l'électricité où les opinions publiques sont



de plus en plus sensibles à l'augmentation du prix de l'électricité. Une partie des surcoûts générés sur la facture proviennent certes des subventions à la production accordées au renouvelable, mais ils s'expliquent également par les problèmes financiers des grands

2
Puissance éolienne offshore installée dans l'Union européenne fin 2015 (en MW)

	2014	2015
Royaume-Uni	4 501,3	5 103,5
Allemagne	994,0	3 284,0
Danemark	1 271,1	1 271,1
Belgique	712,2	712,2
Pays-Bas	228,0	357,0
Suède	211,7	201,7
Finlande	32,0	32,0
Irlande	25,2	25,2
Espagne	5,0	5,0
Portugal	2,0	2,0
Total UE 28	7 982,5	10 993,7

Source : EurObserv'ER 2017



opérateurs qui peinent à rentabiliser leurs investissements passés. Ces derniers souffrent notamment de problèmes de surcapacité qui affectent leur rentabilité (coûts fixes non amortis) et ils subissent par ailleurs la baisse sensible et continue des prix de l'électricité sur le marché de gros.

Dans ce contexte, une nouvelle croissance rapide de la puissance installée à partir d'énergies renouvelables n'est pas du tout souhaitée par les opérateurs qui font pression pour que l'intégration soit beaucoup plus progressive. La crise de surcapacité que subit le marché européen s'explique également par la crise économique, qui depuis 2009 a entraîné une baisse durable de la demande industrielle en électricité. Depuis 2009, la production d'électricité de l'Union a ainsi reculé, passant de 3 378 TWh à 3 175 TWh en 2014. Le troisième élément explicatif est la meilleure interconnexion des réseaux européens qui poursuit son cours. Cette mutualisation des infrastructures de production limite le besoin de surcapacité au niveau de chaque pays.

Devant cette situation, tous les pays européens ne réagissent pas de la même façon, mais les variations des niveaux d'installation observés en 2015 par rapport à ceux de 2014 et de 2013 montrent, pour certains pays, des changements évidents de trajectoire. Pour ces raisons, il est probable que le marché de l'Union européenne soit un peu moins actif ces prochaines années avec des seuils qui se rapprochent des 10 GW, voire leur sont inférieurs, ce qui amènerait au mieux, selon EurObserv'ER, la

3 Production d'électricité d'origine éolienne dans les pays de l'Union européenne en 2014 et 2015 (en TWh)

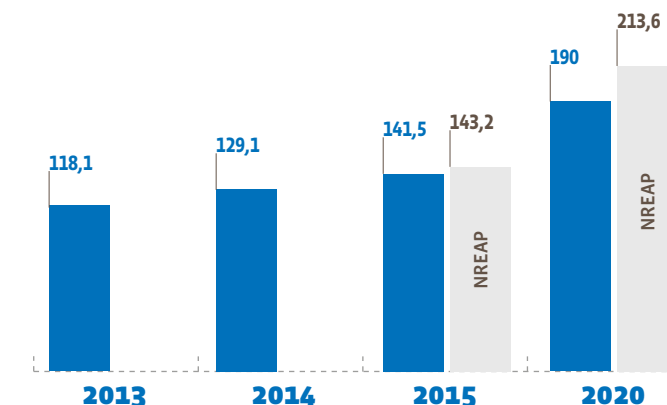
	2014	2015
Allemagne	57,357	79,206
Espagne	52,013	49,325
Royaume-Uni	31,966	40,310
France*	17,249	21,249
Suède	11,234	16,268
Italie	15,178	14,844
Danemark	13,079	14,133
Portugal	12,111	11,608
Pologne	7,676	10,858
Pays-Bas	5,797	7,550
Roumanie	6,201	7,063
Irlande	5,140	6,573
Belgique	4,615	5,574
Autriche	3,846	4,840
Grèce	3,689	4,621
Finlande	1,107	2,327
Bulgarie	1,331	1,452
Lituanie	0,639	0,810
Croatie	0,730	0,796
Estonie	0,604	0,715
Hongrie	0,657	0,693
Rép. tchèque	0,477	0,573
Chypre	0,182	0,221
Lettonie	0,141	0,147
Luxembourg	0,080	0,102
Slovaquie	0,006	0,006
Slovénie	0,004	0,006
Malte	0,000	0,000
Total UE 28	253,109	301,870

* DOM non inclus. Source : Eurostat 2017

puissance du parc européen aux environs de 190 GW en 2020.

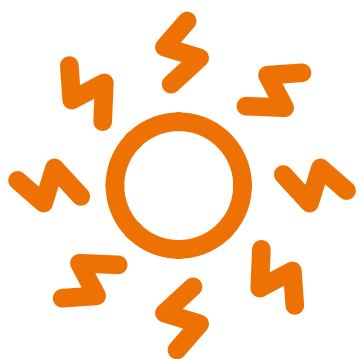
À un horizon plus lointain, la mutation actuelle du système productif ne pourra que s'amplifier et l'éolien aura très certainement un rôle majeur à jouer. Le cadre a déjà été fixé pour 2030. Les chefs d'État et de gouvernement de l'Union européenne ont, en effet, convenu en octobre 2014 que la part des énergies renouvelables dans la consommation finale s'élèvera à 27 %, ce qui, dans le scénario de référence de la Commission européenne, pourrait se traduire par une part d'électricité renouvelable de 46 %.

4 Tendances actuelles par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GW)



Source : EurObserv'ER 2017





LE PHOTOVOLTAÏQUE

La filière européenne du solaire photovoltaïque a redressé la tête en 2015, mettant fin à trois années de forte baisse. Cette éclaircie devrait cependant n'être que passagère, une nouvelle baisse de la puissance connectée étant attendue pour 2016.

Selon Eurostat, la puissance nette de l'Union européenne a augmenté de plus de 8 GW (8 042 MW exactement) en 2015, soit une croissance de 9,3 % par rapport à 2014. Cette augmentation reste cependant très loin de celles de 2011 et 2012, qui avaient atteint respectivement 21,9 GW et 17,5 GW. Compte tenu des investissements passés, l'Union européenne dispose encore d'un parc plus de deux fois supérieur au parc chinois (estimé par l'AIE PVPS à 43,5 GW fin 2015), avec une puissance cumulée de 94,9 GW. Mais d'après les prévisions de marchés, le géant chinois devrait rapidement dépasser la puissance du parc de l'Union européenne. Selon Solar Power Europe, la Chine aurait connecté 34,2 GW en 2016 (+ 115 % par rapport à 2015).

L'augmentation, en 2015, de la puissance installée est restée essentiellement concentrée sur trois pays, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France, qui ont représenté 79,8 % des connexions. Pour la deuxième année consécutive, le Royaume-Uni est le pays le plus actif, avec 3 763 MW supplémentaires, soit plus de deux fois l'augmentation allemande (1 552 MW) et trois et demi fois plus que l'augmentation française (1 101 MW). Compte tenu de la taille du pays, le développement du solaire photovoltaïque a également été particulièrement important aux Pays-Bas (+ 467 MW) et au Danemark (+ 175 MW). Moins positif, la croissance a été plus faible, voire négative, dans les autres pays qui ont fait le choix d'intégrer le solaire dans leur mix électrique, comme l'Autriche qui ajoute 152 MW en 2015 (159 MW en 2014) et la Belgique qui ajoute 95 MW (105 MW en 2014). Les décroissances les plus spectaculaires sont celles de la Roumanie (33 MW de plus en 2015 contre 532 MW en 2014) et celle du Portugal (32 MW de plus en 2015 contre 119 MW en 2014).





1

Puissance solaire photovoltaïque installée dans l'Union européenne fin 2015 (en MW)

	2014	2015
Allemagne	38 234	39 786
Italie	18 594	18 892
Royaume-Uni	5 424	9 187
France	5 654	6 755
Espagne	4 787	4 856
Belgique	3 027	3 122
Grèce	2 596	2 604
Rép. tchèque	2 068	2 075
Pays-Bas	1 048	1 515
Roumanie	1 293	1 326
Bulgarie	1 026	1 029
Autriche	785	937
Danemark	607	782
Slovaquie	533	533
Portugal	415	447
Slovénie	223	238
Hongrie	77	168
Luxembourg	110	116
Pologne	27	108
Suède	60	104
Chypre	64	76
Malte	55	74
Lituanie	69	69
Croatie	33	48
Finlande	11	15
Irlande	2	2
Estonie	0	0
Lettonie	0	0
Total UE	86 822	94 864

DOM non inclus pour la France. Source : Eurostat 2017

La production d'électricité solaire photovoltaïque augmente logiquement en conséquence de la puissance connectée. Selon Eurostat, elle franchit en 2015 le cap des 100 TWh pour atteindre 102,3 TWh, soit tout juste 10 TWh de plus qu'en 2014. Le chemin parcouru en quelques années de la filière solaire photovoltaïque est considérable. En 2008, la production d'électricité photovoltaïque n'était que de 7,4 TWh. Aujourd'hui, le solaire photovoltaïque dans l'Union européenne produit l'équivalent de la production d'électricité des Pays-Bas.

BAISSE ATTENDUE DES CONNEXIONS AU ROYAUME-UNI

Le Royaume-Uni, pour la deuxième année consécutive, a assuré le leadership du marché photovoltaïque de l'Union européenne. Selon Eurostat, la puissance supplémentaire connectée en 2015 a atteint 3 763 MW (2 551 MW en 2014), portant à 9 187 MW la puissance cumulée dans le pays. Sur l'année écoulée, la plus forte augmentation est intervenue au mois de mars 2015, avant que le système des RO (Renewables Obligation) ait été fermé aux centrales de grande puissance (au 1^{er} avril 2015). La fermeture des RO a été jugée dommageable par les acteurs de la filière, car le système restant des Contracts for Difference (CFD) ne s'applique qu'aux centrales de plus de 5 MWc. Pour les centrales jusqu'à 5 MWc, c'est le système de tarif d'achat, applicable sur 20 ans, qui est censé s'appliquer. Cependant, ce dernier est non viable, du fait de tarifs insuffisants. Par ailleurs, conformément à ses pré-

2

Production d'électricité d'origine photovoltaïque dans les pays de l'Union européenne en 2014 et 2015 (en GWh)

	2014	2015
Allemagne	36 056	38 726
Italie	22 306	22 942
Espagne	8 218	8 266
Royaume-Uni	4 040	7 561
France	5 913	7 259
Grèce	3 792	3 900
Belgique	2 883	3 065
Rép. tchèque	2 123	2 264
Roumanie	1 616	1 982
Bulgarie	1 252	1 383
Pays-Bas	785	1 122
Autriche	785	937
Portugal	627	796
Danemark	596	604
Slovaquie	597	506
Slovénie	257	274
Chypre	84	126
Hongrie	56	123
Luxembourg	95	104
Suède	47	97
Malte	68	93
Lituanie	73	73
Croatie	35	57
Pologne	7	57
Finlande	8	9
Irlande	1	2
Estonie	0	0
Lettonie	0	0
Total UE	92 320	102 328

DOM non inclus pour la France. Source : Eurostat 2017

cédentes annonces, le ministère en charge de l'Énergie a annoncé une réduction drastique des tarifs d'achats à partir du 8 février 2016. Pour le secteur du résidentiel, le tarif passe de 12 p/kWh à 4,39 p/kWh (5,8 c€/kWh). Celui des petits projets commerciaux diminue également, passant de 10,9 à 4,59 p/kWh. Quant au tarif des centrales au sol jusqu'à 5 MWc, il est devenu symbolique, passant de 4,44 à 0,87 p/kWh (1,1 c€/kWh). Le nouveau dispositif prévoit également un plafonnement trimestriel du photovoltaïque de 205 MW pour le secteur résidentiel et de 70 MW pour le secteur commercial. Le gouvernement justifie sa nouvelle politique tarifaire par le fait que les réalisations en matière d'énergie renouvelable ont largement dépassé les attentes : il refuse que le coût imposé aux contribuables via leur facture d'électricité dépasse les limites d'acceptabilité qu'il a fixées.

UN MARCHÉ ALLEMAND DURABLEMENT SOUS LA BARRE DES 2 GW

En Allemagne, les données Eurostat indiquent un nouveau recul de la puissance installée, ce pour la troisième année consécutive, la puissance nouvellement connectée passant de 1 899 MWc en 2014 à 1 552 MWc en 2015. La puissance du parc photovoltaïque allemand s'établit désormais à 39 786 MWc. L'Allemagne est donc une nouvelle fois en deçà de son objectif annuel compris entre 2,4 et 2,6 GW.

Depuis le 1^{er} janvier 2016, le tarif d'achat ne s'applique qu'aux sys-



tèmes de puissance inférieure ou égale à 100 kWc contre 500 kWc précédemment. Les tarifs pour les systèmes allemands varient de 12,31 c€/kWh (système en toiture jusqu'à 10 kWc), à 8,53 c€/kWh pour les centrales au sol de puissance inférieure ou égale à 100 kWc. Pour les systèmes photovoltaïques de plus de 100 kWc, l'électricité doit être obligatoirement vendue sur le marché de l'électricité (contre 500 kWc en 2015) via le système du "premium" en plus du prix de marché, ce système étant optionnel pour les installations de moins

de 100 kWc. Dans ce modèle, le niveau de rémunération (valeur cible) est de 12,7 c€/kWh pour les systèmes jusqu'à 10 kWc/kWh, 12,36 c€ jusqu'à 40 kWc, 11,09 c€/kWh jusqu'à 1 MWc et 8,91 c€/kWh pour les systèmes de puissance supérieure à 1 MWc, ce jusqu'à un maximum de 10 MWc.

Dans le cadre de la Loi sur les énergies renouvelables (EEG 2014), entrée en vigueur au 1^{er} août 2014, le gouvernement fédéral allemand a amendé les mécanismes de soutien aux énergies renouvelables

électriques en vue de mettre la loi EEG en accord avec les lignes directrices de la Commission européenne concernant les installations d'une puissance égale ou supérieure à 1 MW. Conformément à la loi, le système basé sur la valeur de référence (le tarif d'achat ou la "valeur cible" dans le cas de la vente directe sur le marché) pour la rémunération de l'électricité produite à partir d'installations d'énergies renouvelables est passé, pour tout nouveau projet déposé à partir du 1^{er} janvier 2017, à un système basé

sur des appels d'offres. La durée de réalisation des projets déposés avant le 1^{er} janvier 2017 devrait se traduire par une légère augmentation des connexions en 2016 et en 2017, tout en restant sous la barre des 2 GW.

DES PERSPECTIVES DE CROISSANCE EN EUROPE MOINS FAVORABLES QUE PRÉVU

Alors que le marché mondial continue sa phase d'expansion, le marché de l'Union européenne reste toujours dans une phase d'ajustement à la baisse amorcée depuis 2012. Le choix du gouvernement britannique de freiner massivement le déploiement du solaire alors que celui-ci représentait près de la moitié du marché de l'Union européenne en 2015 va tirer le marché européen vers le bas. Le gouvernement allemand semble également avoir réduit ses ambitions. Le pays n'a pas atteint en 2014 et 2015 ses objectifs fixés dans le cadre de la loi énergies renouvelables et la situation ne devrait que légèrement s'améliorer en 2016 et 2017.

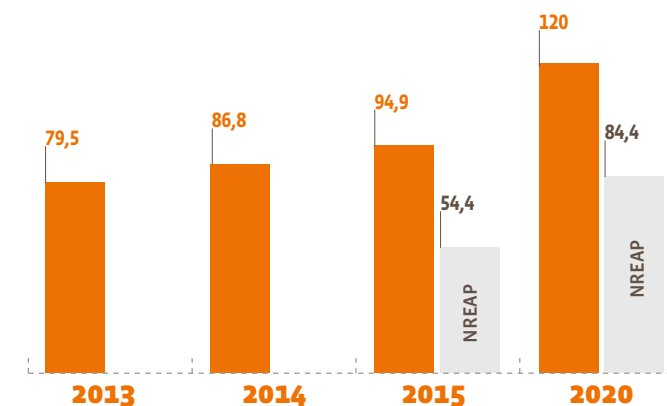
Le manque de cohésion des politiques publiques nationales sur le développement de l'électricité solaire rend très difficile le travail de projection. Dans sa publication "Global Market Outlook 2015-2019" publiée en juin 2015, Solar Power Europe avait présenté ses prévisions de croissance pour les cinq prochaines années (jusqu'en 2019). L'association professionnelle avait alors anticipé pour l'année 2015 (année de parution) un niveau de marché compris

entre un scénario bas de 6 GW et un scénario haut de 11 GW (pratiquement du simple au double !), puis, les années suivantes, un retour à la croissance, mais à un rythme beaucoup plus lent – avec un niveau de marché compris entre 7 GW et 17 GW en 2019. Ainsi, à la fin de 2019, la puissance cumulée du parc européen pourrait atteindre, selon Solar Power Europe, entre 121 GW et 158 GW. Dans le contexte actuel, c'est le scénario bas qui semble le plus réaliste. Le niveau d'installation en 2016 devrait même être historiquement bas, en dessous ou proche de celui de 2008 (5,1 GW selon Eurostat). Prenant ces éléments en compte, EurObserv'ER a une nouvelle fois procédé à la révision à la baisse de ses projections pour 2020, de 130 à 120 GWc (graphique 2).

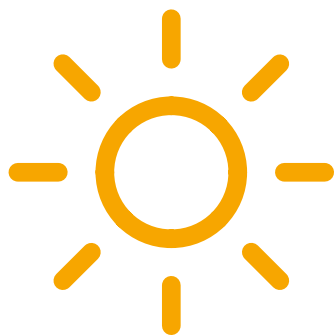
Si les débouchés des centrales solaires destinées à alimenter uniquement le réseau sont devenus limités, le marché du photovoltaïque devrait continuer de profiter de son avantage prix sur le marché de l'autoconsommation. En Allemagne, celle-ci porte déjà une grande part du marché sur les installations en toiture. Elle a également un rôle moteur sur les marchés danois et néerlandais, mais également belge et italien. Mais là aussi, le rythme de croissance de ce marché est incertain, car pour les pouvoirs publics, l'équilibre est très difficile à trouver entre les intérêts des utilisateurs du réseau et ceux des producteurs consommateurs. Le manque d'unicité réglementaire et de vision commune à l'échelle européenne sur ce sujet ne favorise pas non plus son déploiement. ■

3

Tendance actuelle de la puissance photovoltaïque installée par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GWc)



Source : EurObserv'ER 2016



LE SOLAIRE THERMIQUE

En 2015, le marché solaire thermique de l'Union européenne dédié à la chaleur (eau chaude et chauffage) est en baisse pour la septième année consécutive. Selon EurObserv'ER, la puissance additionnelle des installations solaires thermiques a atteint 1 861 MWth, soit une surface de capteurs de 2,7 millions de m². Cela représente une décroissance de 8,6 % par rapport aux capteurs installés l'an passé. Depuis 2009, le marché solaire thermique de l'Union européenne affiche une décroissance moyenne de l'ordre de 7,6 % par an.



La superficie totale du parc de l'Union européenne s'établit à environ 49 millions de m² (34 332 MWth), en augmentation de 4,5 % par rapport à 2014. Cette estimation comprend les trois principales technologies solaires thermiques (capteurs à plans vitrés, capteurs à tubes sous vide et capteurs non vitrés) et prend en compte les hypothèses de déclassement des experts contactés durant l'étude. Le cas échéant, EurObserv'ER applique une hypothèse de déclassement

de 20 ans pour les capteurs vitrés et de 12 ans pour les capteurs non vitrés.

Durant l'année 2015, peu de signes positifs ont été enregistrés sur les principaux marchés de l'Union européenne. Le marché polonais est l'un des rares à avoir enregistré une certaine croissance. Il profite du cadre moins contraignant du système d'incitation géré par le Fonds national pour la protection de l'environnement et la gestion de

l'eau (NFOSiGW) (voir plus loin). La dynamique est également positive au Danemark, mais ce marché reste spécifique avec 95 % de la surface de capteurs installés destinés à l'alimentation de réseaux de chaleur. Selon une première estimation de Jan Erik Nielsen du bureau d'études PlanEnergi, au moins 175 000 m² ont été raccordés à des réseaux de chaleur en 2015 dans ce pays, le marché individuel danois ne représentant que 10 000 m². Selon Jan-Olof Dalenbäck de l'uni-

versité de technologie de Chalmers (Suède), spécialiste des réseaux de chaleur solaire, en 2015 en Europe, 23 réseaux de chaleur solaire ont été installés ou ont bénéficié d'une extension de leur champ de capteurs, 20 d'entre eux sont au Danemark, un en Italie (Varese Risorse, 990 m²), un en Suède (Lerum, 850 m²), et un en Autriche (Vienne, 1 500 m²). Les nouveaux réseaux de chaleur danois ont eu une taille moyenne beaucoup plus importante de 10 277 m².

La Grèce, qui profite d'investissements réalisés dans le secteur du tourisme, a également résisté. Ce marché est moins sujet aux variations, car il est en grande partie un marché de remplacement, la surface de capteurs par habitant étant relativement élevée dans le pays, au troisième rang européen derrière Chypre et l'Autriche.

Mis à part ces quelques exceptions, la tendance générale reste mauvaise sur les autres grands marchés du solaire thermique de l'Union européenne, avec des baisses de près de 10 % en Allemagne, de 11 % en Autriche et 14 % en Italie.

La situation la plus grave est celle du marché français (départements d'outre-mer inclus), qui a vu un effondrement de sa puissance nouvellement installée de l'ordre de 23,3 %. Le Royaume-Uni, dont le marché était déjà moribond, a subi une baisse de 33,5 %. Le coup de grâce pourrait venir du gouvernement, qui a annoncé en mars 2016 sa volonté de retirer le solaire thermique des technologies pouvant bénéficier du RHI (Renewable Heat Incentive), pour le résidentiel et le collectif, en ouvrant une consultation sur ce sujet. La situation est moins préoccupante en Espagne, même si le marché a connu une légère baisse (-5,5 % en 2015), en lien avec le marché de la construction (voir plus loin).

Ces faibles performances s'expliquent par une série de facteurs. Certains sont d'ordre conjoncturel, comme un prix du gaz et du fioul au plus bas et un marché de la construction peu actif. Mais surtout, le solaire thermique souffre de la concurrence d'autres technologies. Celle-ci s'est considérablement accrue depuis que de nouvelles solutions techniques

ont émergé dans la catégorie des chauffages dits performants, comme les chaudières à condensation gaz ou fioul, les chauffe-eau thermodynamiques ou les PAC aérothermiques. Le solaire thermique doit également faire face à la concurrence fratricide des systèmes solaires photovoltaïques, dont les prix ont fortement diminué et qui se développent désormais dans le cadre de l'autoconsommation. Si les solutions solaires thermiques demeurent certainement les plus écologiques sur le plan des émissions de gaz à effet de serre, elles souffrent encore de coûts d'investissement élevés et de temps de retour sur investissement relativement longs. Cette situation est moins observée dans les pays du sud de l'Europe, où le climat plus clément en hiver (moins sujet au gel) permet l'installation de systèmes plus simples et moins coûteux, notamment de type thermosiphon (absence de régulation, de sonde et de besoin d'électricité).

La baisse du marché du solaire en Europe s'explique également par




1

 Surfaces annuelles installées en 2014 par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance équivalente (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	814 600	85 400	20 000	920 000	644,0
Grèce	270 000	600	0	270 600	189,4
Italie	236 280	32 220	0	268 500	188,0
Pologne	208 000	52 000	0	260 000	182,0
Espagne	235 355	15 900	3 839	255 094	178,6
France*	189 239	0	6 000	195 239	136,7
Danemark	179 186	0	0	179 186	125,4
Autriche	150 530	2 910	1 340	154 780	108,3
Rép. chèque	27 095	11 148	35 000	73 243	51,3
Pays-Bas	27 000	3 000	27 396	57 396	40,2
Belgique	42 500	9 500	0	52 000	36,4
Portugal	50 064	903	0	50 967	35,7
Royaume-Uni	24 590	5 870	0	30 460	21,3
Irlande	14 691	10 644	0	25 335	17,7
Croatie	18 952	2 575	0	21 527	15,1
Chypre	18 834	633	0	19 467	13,6
Roumanie	6 200	12 300	170	18 670	13,1
Hongrie	10 580	6 170	1 250	18 000	12,6
Slovaquie	5 500	1 000	500	7 000	4,9
Suède	5 024	1 649	0	6 673	4,7
Bulgarie	5 600	0	0	5 600	3,9
Finlande	3 000	1 000	0	4 000	2,8
Slovénie	2 925	700	0	3 625	2,5
Lettonie	1 940	420	0	2 360	1,7
Lituanie	800	1 400	0	2 200	1,5
Estonie	1 000	1 000	0	2 000	1,4
Luxembourg	1 985	0	0	1 985	1,4
Malte	1 164	291	0	1 455	1,0
Total UE 28	2 552 634	259 233	95 495	2 907 362	2 035

* Départements d'outre-mer inclus soit 38 739 m². Source : EurObserv'ER 2016

2

 Surfaces annuelles installées en 2015* par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance équivalente (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	733 500	72 500	25 000	831 000	581,7
Pologne	230 000	47 000	0	277 000	193,9
Grèce	271 000	600	0	271 600	190,1
Espagne	226 669	11 121	3 375	241 165	168,8
Italie	203 201	27 387	0	230 588	161,4
Danemark	185 000	0	0	185 000	129,5
France**	143 800	00	6 000	149 800	104,9
Autriche	134 260	2 320	890	137 470	96,2
Rép. tchèque	22 000	9 000	30 000	61 000	42,7
Belgique	39 000	7 500	0	46 500	32,6
Portugal	46 134	0	0	46 134	32,3
Pays-Bas	17 548	3 971	2 621	24 140	16,9
Irlande	13 297	10 200	0	23 497	16,4
Croatie	18 952	2 575	0	21 527	15,1
Royaume-Uni	16 935	3 306	0	20 241	14,2
Roumanie	6 200	12 300	170	18 670	13,1
Chypre	18 000	600	0	18 600	13,0
Hongrie	10 080	5 570	1 250	16 900	11,8
Slovaquie	5 500	1 000	500	7 000	4,9
Suède	5 024	1 649	0	6 673	4,7
Bulgarie	5 600	0	0	5 600	3,9
Finlande	3 000	1 000	0	4 000	2,8
Slovénie	2 925	700	0	3 625	2,5
Luxembourg	3 537	0	0	3 537	2,5
Lettonie	1 940	420	0	2 360	1,7
Lituanie	800	1 400	0	2 200	1,5
Estonie	1 000	1 000	0	2 000	1,4
Malte	742	186	0	928	0,6
Total UE 28	2 365 644	223 305	69 806	2 658 755	1 861

* Estimation. ** Départements d'outre-mer inclus soit 39 220 m².



3

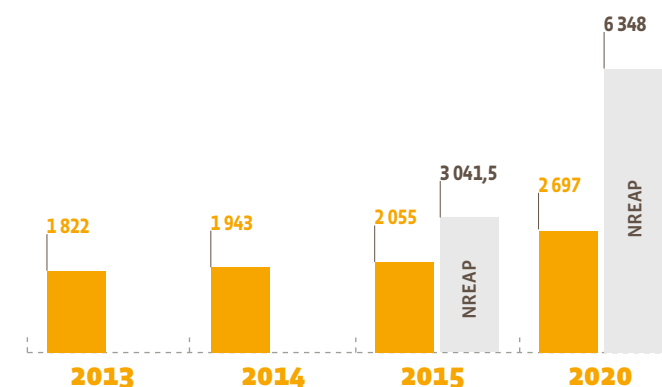
Parc cumulé* de capteurs solaires thermiques installés dans l'Union européenne en 2014 et en 2015** (en m² et en MWth)

	2014		2015	
	m ²	MWth	m ²	MWth
Allemagne	17 987 000	12 591	18 625 000	13 038
Autriche	5 165 107	3 616	5 221 342	3 655
Grèce	4 287 775	3 001	4 390 375	3 073
Italie	3 781 739	2 647	4 012 327	2 809
Espagne	3 452 473	2 417	3 693 638	2 586
France***	2 820 000	1 974	2 942 000	2 059
Pologne	1 741 497	1 219	2 018 497	1 413
Portugal	1 133 965	794	1 180 099	826
Danemark	943 761	661	1 128 761	790
Rép. tchèque	1 045 542	732	1 106 542	775
Royaume-Uni	683 101	478	703 342	492
Chypre	670 624	469	659 224	461
Pays-Bas	643 832	451	647 397	453
Belgique	585 128	410	630 628	441
Suède	470 022	329	467 333	327
Irlande	299 141	209	322 638	226
Hongrie	213 723	150	230 089	161
Slovénie	215 199	151	218 824	153
Roumanie	176 055	123	194 725	136
Croatie	167 092	117	188 619	132
Slovaquie	164 420	115	171 420	120
Bulgarie	84 200	59	84 800	59
Luxembourg	51 072	36	54 609	38
Finlande	50 013	35	53 513	37
Malte	49 976	35	50 904	36
Lettonie	19 010	13	21 370	15
Lituanie	13 550	9	15 750	11
Estonie	10 120	7	12 120	8
Total UE 28	46 925 137	32 848	49 045 885	34 332

* Toutes technologies y compris le non vitré. ** Estimation. *** Départements d'outre-mer inclus. Source : EurObserv'ER 2016

4

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



Source : EurObserv'ER 2016

la diminution des subventions aux systèmes solaires thermiques suite aux politiques de rigueur budgétaire qui ont suivi la crise financière. Les nouveaux systèmes d'incitation sont aussi moins favorables au solaire thermique. Dans certains pays, les incitations sont octroyées à un panel beaucoup plus important de technologies (chaudière à condensation, chauffe-eau thermodynamique, pompe à chaleur aérothermique, etc.) sans nécessairement tenir compte des différences sur le plan des performances énergétiques et des coûts à l'investissement. Sans différenciation évidente dans les aides apportées, le consommateur a tendance à se tourner vers les systèmes les moins coûteux à l'achat. Plus grave, la filière solaire thermique souffre d'un déficit d'image et de communication. Le grand public, faute de campagnes d'information spécifiques à la filière, perd le réflexe solaire thermique lors du remplacement de son système de chauffage conventionnel.

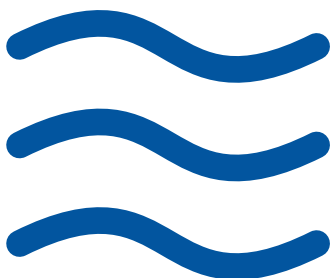
2020 : UN ENGAGEMENT PUBLIC RENOUVELÉ ?

La situation de la filière solaire thermique en Europe devient chaque année plus difficile, avec un niveau de marché qui n'est toujours pas parvenu à se stabiliser. Cette baisse tendancielle, observée depuis 2009, se traduit logiquement par un écart de plus en plus important avec la trajectoire des Plans d'action nationaux pour les énergies renouvelables (NREAP). Alors que la trajectoire intermédiaire des plans était fixée à 3 Mtep en 2015, la production n'a finalement atteint que 2,1 Mtep. Selon EurObserv'ER, si rien n'est fait rapidement pour inverser la tendance, l'écart avec l'objectif 2020 pourrait même dépasser les 50 %.

C'est également le constat que fait la Commission européenne dans son dernier rapport de progrès sur les énergies renouvelables publié en juin 2015 (cf. p. 10, table 1. *Projected Deployment and*

Deviation from Planned EU Technology Deployment 2014 and 2020). Reprenant les résultats du modèle de calcul de l'université technique de Vienne (TU Wien), il expose que l'énergie finale des installations solaires thermiques n'atteindrait au maximum que 3,7 millions de tep (Mtep) en 2020.

Dans son rapport, la Commission estime qu'il y a un besoin urgent de mettre en place des initiatives supplémentaires pour que cette technologie (de même que la géothermie et le biogaz) puisse répondre aux objectifs énergies renouvelables de 2020. C'est en effet en grande partie du côté des pouvoirs publics que se trouvent les solutions de relance de la filière. L'ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) pointe notamment le manque d'entrain des États membres à transposer certains points clés de la directive énergies renouvelables (directive 2009/28/EC), notamment sur le plan des "Procédures administratives, réglementations et codes" (article 13) ou des "Information et formation" (article 14). Sont notamment visés le 6e alinéa de l'article 13 qui vise les réglementations thermiques en matière de construction et le 6e alinéa de l'article 14 qui vise à informer et promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables auprès du grand public. Dans l'état où se trouve la filière, une relance du marché ne pourra se faire que dans le cadre de campagnes de communication nationales de promotion de la chaleur solaire associées à la mise en œuvre, au niveau national, de cadres réglementaires beaucoup plus contraignants au niveau de l'efficacité énergétique. ■



LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ

Depuis une dizaine d'années, le potentiel de développement de la petite hydraulique, qui regroupe les installations jusqu'à une puissance de 10 MW, est affecté par la législation environnementale, comme le texte de la directive-cadre sur l'eau et la mise en plan des zones protégées Natura 2000. La Commission européenne et les autorités publiques souhaitent concilier les enjeux de production d'électricité renouve-

lable tout en préservant le bon état des cours d'eau. La réglementation relative aux installations hydroélectriques est donc tournée vers la meilleure optimisation énergétique possible associée à une réduction maximale des impacts sur la biodiversité. Très difficile à mettre en œuvre, la gestion de ce double objectif a conduit de nombreux pays à réduire leur production hydroélectrique ces dernières années.

Les petites centrales hydrauliques ne sont pas simplement une version réduite des grandes. Elles produisent de l'électricité en transformant la puissance disponible dans les cours d'eau des fleuves, des rivières, des canaux en énergie électrique à l'extrémité inférieure du réseau, la puissance des centrales étant proportionnelle au débit et à la hauteur de la chute. En plus d'être une énergie renouvelable, la petite hydraulique est économiquement compétitive et contribue à la stabilité du réseau.

Les dernières données officielles indiquent que la petite hydraulique a atteint dans l'Union européenne une puissance nette de 13 994 MW fin 2015, soit 244 MW de plus qu'en 2014. Elle est répartie entre 3452 MW d'installations de puissance inférieure à 1 MW et 10 542 MW d'installations de puissance comprise entre 1 et 10 MW inclus. À titre de comparaison, les installations de grande hydraulique supérieures à 10 MW ont représenté fin 2015 une puissance nette de 90 963 MW (90 288 MW en 2014). La petite et la grande

hydraulique ont donc représenté dans l'Union européenne une puissance cumulée de 104 957 MW fin 2015 (104 038 MW fin 2014).

Les trois premiers pays sur le plan de la puissance nette sont l'Italie (3 208 MW), la France (2 065 MW) et l'Espagne (1 953 MW). L'Allemagne (1 327 MW) est tombée en 2014 à la quatrième place, suite à la requalification de plusieurs centrales dans la catégorie grande hydraulique.

Sur le plan des principales variations, les pays ayant le plus contribué à l'augmentation de la puissance européenne en 2015 ont été l'Italie (+ 122 MW), l'Allemagne (+ 44 MW) la France (+ 36 MW), le Royaume-Uni (+ 31 MW) et la Suède (+ 28 MW). Les baisses les plus sensibles sont à mettre à l'actif de l'Autriche et de la Bulgarie, avec pour toutes deux une puissance nette en diminution de 30 MW. Il est cependant important de rappeler qu'en hydroélectricité, la puissance et la production sont des notions bien distinctes. Une

1

Puissance petite hydraulique (≤ 10 MW) en fonctionnement dans les pays de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en MW)

	2014	2015
Italie	3 086	3 208
France	2 029	2 065
Espagne	1 948	1 953
Allemagne	1 283	1 327
Autriche	1 310	1 280
Suède	933	961
Roumanie	509	518
Portugal	388	394
Royaume-Uni	319	350
Rép. tchèque	327	335
Finlande	306	306
Bulgarie	331	301
Pologne	274	279
Grèce	220	223
Slovénie	157	157
Slovaquie	72	75
Belgique	66	66
Irlande	41	41
Croatie	30	36
Luxembourg	34	34
Lettonie	30	29
Lituanie	27	27
Hongrie	16	16
Danemark	9	7
Estonie	5	6
Chypre	0	0
Malte	0	0
Pays-Bas	0	0
Total UE 28	13 750	13 994

Source : Eurostat 2017



centrale hydroélectrique dotée d'une certaine puissance ne produira aucun MWh en période d'étiage (débit minimal d'un cours d'eau), dont l'allongement influe sur le niveau de production. Il est dû à un manque de précipitations, particulièrement sensible en 2015 dans les pays d'Europe du Sud, mais également en France. L'obligation pour les exploitants de laisser en aval des cours d'eau un débit minimal (débit réservé) garantissant la bonne circulation et la reproduction des espèces aquatiques les a contraints à réduire le turbinage des eaux de rivière. Selon Eurostat, la production de l'Union européenne a ainsi baissé de 6,8 TWh par rapport à 2014 (- 13,1 %) pour atteindre 45,2 TWh. La baisse a été particulièrement sensible en Italie (- 3,3 TWh), en France (- 1,1 TWh), en Espagne (- 1,1 TWh), en Autriche (- 0,8 TWh) et au Portugal (- 0,6 TWh). La tendance est logiquement la même pour les installations de grande hydraulique (>10 MW). Selon Eurostat, leur production est passée de 392,9 TWh en 2014 à 295,8 TWh en 2015 (- 8,4 %). Le total de la production hydroélectrique de l'Union européenne, petite et grande, s'établit donc à 341,1 TWh en 2015 (375 TWh en 2014), en baisse de 9 %.

UN POTENTIEL À EXPLOITER

Le développement de la petite hydraulique reste une filière difficile à suivre, car elle peut être sujette à des variations statistiques et à des requalifications de centrales dans la catégorie grande hydraulique pour les centrales proches du seuil des 10 MW. Malgré la requalification de certaines

2

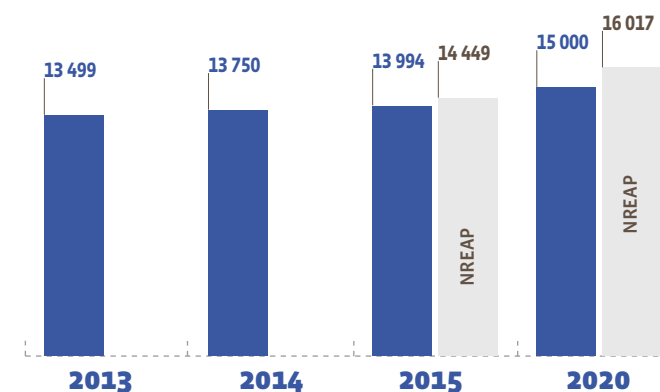
Production brute d'électricité d'origine petite hydraulique (= <10 MW) dans les pays de l'Union européenne (en GWh) en 2014 et en 2015

	2014	2015
Italie	14 141	10 864
France	6 807	5 735
Autriche	6 226	5 434
Espagne	6 081	5 015
Allemagne	4 821	4 672
Suède	3 769	4 087
Royaume-Uni	1 129	1 289
Finlande	995	1 288
Roumanie	1 282	1 261
Bulgarie	1 342	1 062
Rép. tchèque	1 012	1 002
Pologne	887	822
Portugal	1 422	795
Grèce	701	707
Slovénie	495	327
Belgique	192	186
Irlande	105	123
Slovaquie	149	117
Croatie	131	101
Luxembourg	108	99
Lettonie	68	74
Lituanie	71	69
Hongrie	81	59
Estonie	27	27
Danemark	16	18
Chypre	0	0
Malte	0	0
Pays-Bas	0	0
Total UE 28	52 058	45 233

Source : Eurostat 2017

3

Tendance actuelle de la puissance petite hydraulique installée par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en MW)



Source : EurObserv'ER 2017



centrales, la tendance actuelle n'est actuellement pas en phase avec les objectifs de puissance intermédiaire de 2015 définis

par les Plans d'action nationaux énergies renouvelables. Son développement durant les cinq prochaines années n'est égale-

ment pas assuré, car il se heurte de plus en plus souvent à la mise en place de la directive-cadre sur la qualité des eaux et à un manque de soutien politique.

Les acteurs estiment pourtant réalisable un développement non négligeable. Dans le cadre du projet européen Stream Map coordonné par l'ESHA (European Small Hydropower Association), une feuille de route (roadmap) très complète a été réalisée, compilant les potentialités de la filière. Le rapport estime que les installations de petite hydraulique pourraient atteindre une puissance installée de 17,3 GW en 2020 pour un productible de 59,7 TWh, soit plus que les prévisions des Plans d'action. Les plus prometteurs sont l'Italie, la France, l'Espagne, l'Autriche, le Portugal, la Roumanie, la Grèce et le Portugal. Le rapport précise cependant que les perspectives de croissance de la filière à cet horizon dépendront grandement de la capacité de l'industrie, des autorités publiques et des prises de mesures appropriées par les décideurs vis-à-vis des défis actuels et futurs. Il conviendra pour les autorités publiques de mettre en place de nouveaux mécanismes d'incitation, qu'ils soient financiers ou administratifs. L'industrie devra également continuer à investir dans des technologies préservant la continuité écologique des cours d'eau et la protection de la faune piscicole. Elle devra aussi poursuivre ses efforts de standardisation à l'échelle de l'Union européenne. Beaucoup de choses restent donc à accomplir pour que la filière puisse continuer à se développer dans de bonnes conditions. ■



LA GÉOTHERMIE

La géothermie consiste à puiser la chaleur contenue dans le sous-sol, afin de l'utiliser pour produire de la chaleur, de l'électricité ou répondre à des besoins de rafraîchissement. Les techniques et les usages géothermiques diffèrent selon la température des aquifères (nappes souterraines) où l'eau est prélevée. Quand elle est comprise entre 30 et 150 °C (de quelques centaines de mètres à environ 2 000 mètres de profondeur), la chaleur géothermique peut être utilisée pour le chauffage urbain collectif (réseau de chaleur) ou pour alimenter directement en chauffage des habitations. Pour améliorer les performances d'un réseau de chaleur géothermique, une ou plusieurs pompes à chaleur (PAC) de très grande puissance peuvent être associées, ce qui permet d'augmenter la température exploitable par le réseau et d'exploiter au maximum l'énergie géothermale disponible.

Quand la température de l'aquifère est comprise entre 90 et 150 °C, il est également possible de produire de l'électricité. Dans

ce cas, l'eau prélevée en sous-sol transfère sa chaleur à un autre liquide, qui se vaporise à moins de 100 °C. La vapeur ainsi obtenue actionne une turbine pour produire de l'électricité. Ces centrales peuvent fonctionner en cogénération et produire en même temps de l'électricité et de la chaleur alimentant un réseau. Au-delà de 150 °C (jusqu'à 250 °C), l'eau prélevée à des profondeurs de plus de

1 500 mètres se retrouve à l'état de vapeur quand elle atteint la surface et peut directement faire tourner des turbines qui génèrent de l'électricité. On parle alors de géothermie haute énergie, que l'on trouve dans les régions volcaniques. Les systèmes de PAC qui extraient la chaleur superficielle du sol et des aquifères de surface font l'objet d'un traitement spécifique. Par convention, ils ne

1

Puissance installée et puissance nette exploitable des centrales électriques géothermiques de l'Union européenne en 2014 et 2015 (en MWe)

	2014		2015	
	Puissance installée	Puissance nette	Puissance installée	Puissance nette
Italie	915,5	768,0	915,5	768,0
Portugal	29,0	25,0	29,0	25,0
Allemagne	27,0	24,0	31,0	26,0
France*	17,1	17,1	17,1	17,1
Autriche	1,0	1,0	1,0	1,0
Total EU	989,6	835,1	993,6	837,1

DOM inclus (15 MW en Guadeloupe). Source : EurObserv'ER 2017



sont pas comptabilisés dans les données officielles de production d'énergie géothermique.

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Selon EurObserv'ER, la puissance électrique géothermique de l'ensemble des pays de l'Union

européenne est en légère augmentation, avec une puissance installée de 993,6 MW (+ 4 MW). La puissance nette, qui est la puissance maximale présumée exploitable, est estimée à 837,1 MW (+ 2 MW).

La production brute d'électricité s'élève à 6 615 GWh pour 2015,

contre 6 303 GWh en 2014. Selon EurObserv'ER, l'Allemagne est le seul pays à avoir augmenté sa puissance géothermique, ceci grâce à la connexion de la centrale de Grünwald/Laufzorn (+ 4,3 MW). Selon l'AGEE-stat, la puissance



2

Production brute d'électricité géothermique dans les pays de l'Union européenne en 2014 et 2015 (en GWh)

	2014	2015
Italie	5 916,3	6 185,0
Portugal	205,0	204,0
Allemagne	98,0	134,0
France*	83,0	92,0
Autriche	0,4	0,1
Total EU	6 302,7	6 615,1

* DOM inclus. Source : EurObserv'ER 2017

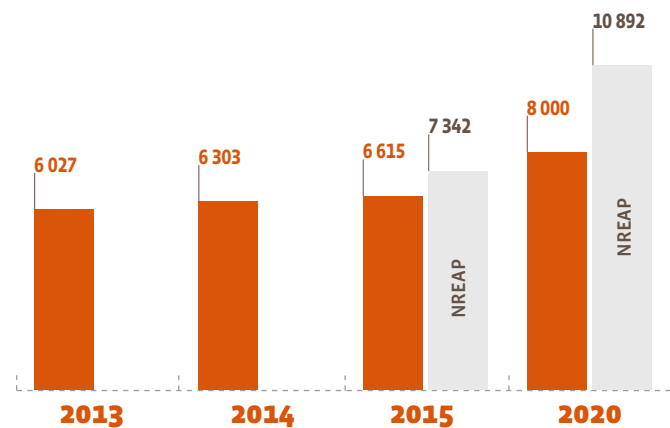
géothermique du pays a ainsi été portée à 31 MW fin 2015 (puissance nette de 26 MW).

L'Italie reste le grand leader européen de la géothermie avec 915,5 MW installés, chiffre demeuré stable entre 2014 et 2015, et une

puissance nette exploitable qui, selon les données du ministère du Développement économique, s'est également stabilisée - à 768 MW. Ces données indiquent que la centrale géothermique Cornia 2, précédemment citée et mise en service en toute fin d'année 2015,

3

Tendance actuelle de la production d'électricité géothermique par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GWh)



Source : EurObserv'ER 2017

ne devrait être comptabilisée qu'à partir de 2016.

AUGMENTATION DES CAPACITÉS MOINDRE QU'ATTENDU

Selon les données du rapport de l'EGC 2016, la puissance géothermique de l'Union européenne devrait augmenter dans les prochaines années et atteindre 1 185 MW d'ici 2020. D'ici là, de nouveaux pays de l'Union européenne seraient en mesure de mettre en place une filière de production, comme par exemple la Croatie (26 MW), la Grèce (23 MW), la Hongrie (22 MW) et la République tchèque (10 MW). Cette projection pour 2020 est cependant très en deçà des objectifs prévus dans le cadre des Plans d'action énergies renouvelables qui ambitionnent une puissance cumulée de 1 627,9 MW en 2020. Dans ces conditions, la production pourrait ne pas dépasser les 8 TWh, pour une trajectoire prévue de 10,9 TWh en 2020.

LA PRODUCTION DE CHALEUR

Le principal usage des applications thermiques dans le domaine de la géothermie est celui du chauffage des habitations et des locaux commerciaux. D'autres utilisations sont possibles, notamment dans l'agriculture (chauffage de serre, séchage de produits agricoles, etc.), la pisciculture, les process industriels, le thermalisme ou le chauffage des piscines. Des usages de réfrigération sont également possibles. En raison de cette multiplicité de solutions, la puissance thermique des installations ne fait pas toujours l'objet d'un suivi précis et régulier de la

4

Utilisation directe de la chaleur géothermale en 2014 et 2015 (hors PAC*) dans les pays de l'Union européenne (capacité, MWth)

	2014	2015
Italie	757,0	841,0
Hongrie	863,6	752,4
France	336,9	499,6
Allemagne	276,0	285,0
Roumanie	205,1	176,0
Slovaquie	147,8	147,8
Pays-Bas	100,0	115,0
Bulgarie	83,1	105,6
Pologne	98,8	105,3
Autriche	63,4	76,9
Slovénie	67,1	65,7
Grèce	88,0	62,7
Croatie	75,5	62,0
Suède	48,0	48,0
Danemark	33,0	33,0
Espagne	21,0	21,0
Portugal	20,2	20,2
Lituanie	18,0	13,6
Belgique	8,1	7,0
Rép. tchèque	4,5	6,5
Royaume-Uni	3,8	2,6
Lettonie	1,3	1,3
Total EU 28	3 320,2	3 448,2

* La puissance des pompes à chaleur géothermiques à usage résidentiel, tertiaire ou industriel n'est pas incluse. En revanche, la puissance totale des projets géothermiques renforcés par des pompes à chaleur de grande puissance est incluse dès lors que la distribution de chaleur est effectuée via un réseau.
Source : EurObserv'ER 2017

part des organismes statistiques officiels.

Pour évaluer la puissance thermique installée des installations géothermiques, EurObserv'ER s'est basé sur les données publiées lors du Congrès européen de la géothermie ("Summary of EGC

2016 Country Update Reports on Geothermal Energy in Europe") qui a eu lieu à Strasbourg en septembre 2016 ainsi que sur une collecte de données auprès des experts statistiques nationaux (ministères, offices statistiques). Pour 2015, la puissance des usages directs de la géothermie à des fins

de chaleur dans l'UE est estimée à 3 448,2 MWth. La principale différence par rapport à 2014 s'explique par la mise en service de nouvelles capacités alimentant des réseaux de chaleur et une meilleure prise en compte des capacités thermiques relevant de la balnéologie.

Dans son rapport annuel de marché, l'EGEC (European Geothermal Energy Council) fait plus spécifiquement le point sur la puissance des réseaux de chaleur géothermiques. La méthodologie de l'EGEC diffère légèrement de celle du congrès, car elle prend en compte les usages directs liés au réseau de chaleur urbain, y compris ceux alimentant des serres agricoles. Selon l'association européenne, la puissance thermique des 177 réseaux de chaleur géothermiques recensés dans l'Union européenne serait de 1 552 MWth fin 2015. Les principaux pays qui en disposent sont la France (389 MWth), la Hongrie (271 MWth), l'Allemagne (262,6 MWth) et l'Italie (137,6 MWth). L'association précise également que 150 MWth ont été mis en service durant l'année 2015. La France a été particulièrement active, avec la connexion en Ile-de-France de 80 MWth, alimentant les réseaux de chaleur d'Arcueil (10 MW, géothermie + PAC), de Bagneux (10 MW), de Paris Bati-gnolles (5 MW), de Rosny-sous-Bois (10 MW), de l'extension du réseau de Tremblay (10 MW), de Villejuif (10 MW), de Villepinte (10 MW) et de Val d'Europe (15 MW) - ce dernier alimentant entre autres deux parcs à thème de Disneyland Paris. La Hongrie a, quant à elle, inauguré en novembre 2015





5

Consommation de chaleur issue de la géothermie dans les pays de l'Union européenne en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Consomma- tion de cha- leur totale	dont consomma- tion finale d'énergie	dont chaleur dérivée	Consomma- tion de cha- leur totale	dont consomma- tion finale d'énergie	dont cha- leur dérivée
Italie	129,5	111,3	18,2	132,7	114,1	18,6
France	120,1	30,6	89,5	121,3	29,5	91,8
Hongrie	86,8	58,9	27,9	95,6	53,3	42,3
Allemagne	90,6	83,3	7,3	83,4	68,4	15,0
Pays-Bas	35,9	35,9	0,0	58,5	58,5	0,0
Slovénie	36,0	35,5	0,5	42,3	41,8	0,5
Bulgarie	33,4	33,4	0,0	33,4	33,4	0,0
Roumanie	25,1	19,9	5,2	25,7	19,7	6,0
Pologne	20,2	20,2	0,0	21,7	21,7	0,0
Autriche	18,8	6,4	12,4	21,0	7,2	13,8
Espagne	18,8	18,8	0,0	18,8	18,8	0,0
Croatie	10,7	10,7	0,0	10,7	10,7	0,0
Grèce	11,7	11,7	0,0	9,8	9,8	0,0
Slovaquie	4,2	1,3	2,9	4,2	1,3	2,9
Danemark	2,0	0,0	2,0	1,7	0,0	1,7
Chypre	1,6	1,6	0,0	1,6	1,6	0,0
Belgique	1,4	0,0	1,4	1,5	0,0	1,5
Portugal	1,3	1,3	0,0	1,5	1,5	0,0
Lituanie	0,9	0,0	0,9	0,8	0,0	0,8
Royaume-Uni	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0
Total UE	649,8	481,6	168,2	687,0	492,1	194,9

Source : Eurostat 2017

le projet géothermique de Győr (52 MW) qui alimente en chaleur 24 266 logements, 1 046 autres consommateurs privés ainsi que 60 % des besoins de chaleur d'une usine automobile. Les Pays-Bas ont assisté à la connexion du réseau de chaleur de Vierpolders

(17 MWth) qui alimente en chaleur plusieurs serres horticoles produisant tomates, aubergines et autres légumes. Enfin, Enel a inauguré dans la ville de Castelnuovo di Val di Cecina (centre de l'Italie) la centrale de cogénération de Cornia 2, la première combinant les énergies

biomasse et géothermique. La combustion de la biomasse permettant d'augmenter la température de la vapeur d'eau issue des puits géothermiques, passant de 150-160 °C à 370-380 °C. Cette centrale dispose d'une puissance électrique de 5 MW et fournit une puissance



thermique d'origine géothermique de l'ordre d'1 MW.

Contrairement à la puissance thermique, la production de chaleur géothermique fait l'objet d'un suivi statistique régulier de la part des organismes nationaux. Compilées par Eurostat, les données officielles distinguent la chaleur géothermique distribuée par les réseaux (la chaleur dérivée) et celle directement consommée par l'utilisateur final. Elles font état d'une production de 687 ktep en 2015, soit une croissance de 5,7 % par rapport à 2014.

LA CHALEUR GÉOTHERMIQUE HORS TRAJECTOIRE

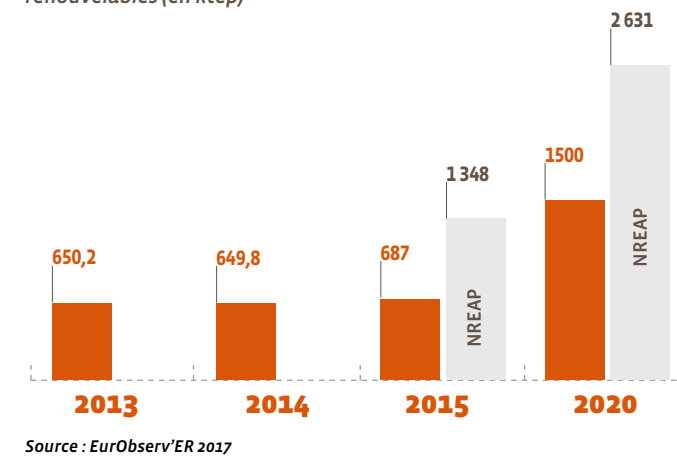
Malgré l'implication de quelques pays dans le développement des réseaux de chaleur géothermiques, le décrochage vis-à-vis des objectifs nationaux définis par les Plans d'action énergies renouvelables (NREAP) tend à augmenter pour de nombreux pays. Au niveau

de l'Union européenne, la production de chaleur géothermique n'a pas dépassé les 700 ktep en 2015, alors que les NREAP ont fixé l'objectif intermédiaire de 1 359,5 ktep en 2015. La correction des trajectoires

actuelles nécessitera des mesures et une implication beaucoup plus importante de la part des décideurs politiques. ■

6

Tendance actuelle de la consommation de chaleur géothermique par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en ktep)





LES POMPES À CHALEUR

Pour comprendre l'évolution du marché des pompes à chaleur (PAC), il est indispensable d'identifier dans un premier temps les différents types de systèmes. Ils se distinguent à la fois selon la source d'énergie (le sol, l'eau, l'air) et les émetteurs de chauffage (ventilo-convecteur, plancher chauffant, radiateurs basse ou haute température) utilisés, et selon leur usage. En effet, une PAC réversible peut chauffer une maison, mais aussi transférer de la chaleur vers l'extérieur à des fins de rafraîchissement.

On distingue trois grandes familles de PAC : les géothermiques, dont l'émetteur de chaleur (la source d'énergie) est le sol (via des capteurs horizontaux ou verticaux), les hydrothermiques, dont l'émetteur est l'eau (eau de nappe phréatique, de rivière ou de lac) et les aérothermiques, dont l'émetteur est l'air (air ambiant, air extrait ou air intérieur). Par souci de simplicité, la famille des PAC hydrothermiques est assimilée dans les comptabilités statistiques à la famille des PAC géothermiques.

LES TECHNOLOGIES AÉROTHERMIQUES DOMINENT LE MARCHÉ

Si on regarde le marché dans son ensemble, 2015 a été une très bonne année pour la filière pompe à chaleur. Selon EurObserv'ER, pas moins de 2 655 331 machines ont été vendues toutes technologies, soit une croissance de 20 %. Les PAC de type air-air représentent l'essentiel des ventes sur le marché européen avec 2 325 625 unités en 2015, soit une croissance de 21,6 %. Cette part de marché importante s'explique par des prix et des coûts d'installation plus faibles et une facilité d'installation qui leur permet d'accéder plus facilement au marché de la rénovation.

L'essentiel des PAC air-air vendues sur le marché européen sont aujourd'hui réversibles et la demande est en partie liée aux besoins de rafraîchissement. Le marché a donc profité de la forte chaleur estivale dans certains pays comme l'Italie, la France, l'Espagne et le Portugal. Le marché des PAC air-air a également été très dynamique dans certains pays du nord de l'Europe comme la Suède ou

le Danemark, avec des produits parfaitement adaptés aux climats froids. Les PAC sur air extrait, dont le marché se limite à quelques pays (essentiellement la Finlande, la Suède et l'Allemagne), gagnent 4,1 %, soit 28 123 pièces vendues.

Le marché des PAC sur vecteur eau (qui utilisent l'eau comme mode de diffusion de la chaleur, soit la quasi-totalité des PAC géothermiques et de type air-eau) est également en nette augmentation. Il profite, dans certains pays, d'une reprise du marché de la construction des maisons individuelles sur lequel se focalise l'essentiel des ventes et de nouvelles politiques de promotion de l'efficacité énergétique. Ce marché a augmenté de 10 % en 2015, soit un peu plus de 300 000 pièces vendues en Europe. Le segment des PAC air-eau représente la plus grande part de ce marché, avec 219 090 unités vendues en 2015 et une croissance de 14,5 %. De son côté, le marché des PAC géothermiques tend enfin à se stabiliser après plusieurs années de baisse. Sa décroissance se réduit à -0,3 % en 2015 (82 493 pièces). Au sein du marché des PAC sur vecteur



eau, l'augmentation de la part de celles de type air-eau représente une tendance forte. Elle atteint 72,6 % en 2015 contre 69,8 % en 2014.

UN PARC EUROPÉEN DE PRÈS DE 30 MILLIONS DE PAC EN 2015

Exercice délicat, l'estimation du parc des PAC en service dépend des hypothèses prises en compte, de la disponibilité des statistiques fournies par les États membres et les associations des industriels de la PAC. La prise en compte par certains pays membres des petits systèmes de PAC réversibles de type mono-split⁽¹⁾, comme l'Italie et la France, impacte très fortement les statistiques. Selon EurObserv'ER, le parc cumulé des PAC installées dans les pays de l'Union européenne serait de l'ordre de 29,5 mil-

1. Un système est de type mono-split quand un groupe extérieur alimente en chaleur une seule et unique unité intérieure. Il est de type multi-split quand ce groupe en alimente plusieurs.



lions de pièces (28,1 millions de PAC aérothermiques et 1,4 million de PAC géothermiques).

Concernant la production d'énergie renouvelable générée par les PAC (toutes technologies), EurObserv'ER s'appuie sur le travail

statistique réalisé par chaque État membre dans le cadre du projet SHARES d'Eurostat (Short Assessment of Renewable Energy Sources). Pour 2015, cette contribution était de 8,6 Mtep en 2015 (8607 ktep), contre 8,2 Mtep en 2014 (8175 ktep) (+ 5,3 %).

DES SIGNAUX POLITIQUES ENCOURAGEANTS

Après quelques années de relative stagnation, le marché a affiché en 2015 de très belles performances, en particulier sur le segment des PAC aérothermiques. Cette perfor-

mance est globale, car mis à part le marché finlandais, tous les pays ayant développé cette technologie ont affiché des taux de croissance importants. Pour les prochaines années, les indicateurs restent au vert, avec d'une part la confirmation d'une relance, bien qu'encore

timide, du marché de la construction. La filière récupère par ailleurs des parts de marché sur le secteur de la rénovation grâce à la mise en place de produits adaptés. Autre signe encourageant, la contrainte politique et réglementaire devrait enfin monter

en intensité sur le marché de la rénovation. Le 16 février 2016, la Commission européenne a en effet présenté, sous forme de communication (COM 2016, 51 final), sa stratégie sur le chauffage et le refroidissement visant à optimiser les systèmes de production

1

Marché de la pompe à chaleur aérothermique en 2014 et 2015 (nombre d'unités vendues)

	2014				2015			
	PAC aérothermiques	dont PAC air-air	dont PAC air-eau	dont PAC sur air extrait	PAC aérothermiques	dont PAC air-air	dont PAC air-eau	dont PAC sur air extrait
Italie	863 000	845 000	18 000	0	997 200	972 000	25 200	0
Espagne	506 618	500 129	6 489	0	742 999	734 199	8 800	0
France	353 250	287 100	66 150	0	405 680	332 110	73 570	0
Portugal	56 840	56 379	461	0	77 591	77 132	459	0
Suède	60 213	43 000	6 355	10 858	73 608	52 000	8 040	13 568
Allemagne	52 903	0	39 503	13 400	52 331	0	39 831	12 500
Finlande	56 069	52 822	1 480	1 767	49 515	45 027	2 704	1 784
Pays-Bas	44 028	39 529	4 499	0	49 176	43 541	5 635	0
Belgique	34 638	31 906	2 732	0	33 099	27 542	5 557	0
Danemark	19 666	16 743	2 822	101	26 674	23 442	3 163	69
Royaume-Uni	16 360	0	16 360	0	17 013	0	17 013	0
Estonie	14 340	13 300	1 000	40	15 010	13 700	1 280	30
Autriche	10 064	0	10 004	60	11 603	0	11 554	49
Pologne	6 537	4 230	2 301	6	8 416	4 500	3 819	97
Rép. tchèque	6 247	0	6 247	0	7 193	0	7 193	0
Irlande	1 816	0	1 804	12	3 489	0	3 465	24
Hongrie	611	362	247	2	815	432	381	2
Slovaquie	585	0	585	0	721	0	721	0
Lituanie	260	0	15	245	605	0	605	0
Luxembourg	156	0	156	0	100	0	100	0
Bulgarie	20 727	19 173	1 036	518	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Slovénie	5 226	2 118	3 108	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total UE 28	2 130 154	1 911 791	191 354	27 009	2 572 838	2 325 625	219 090	28 123

Note : Les données du marché des PAC aérothermiques des quatre premiers pays (Italie, Espagne, France, Portugal) ne sont pas directement comparables à celles des autres pays, car contrairement à eux, elles incluent une part importante de PAC réversibles de type air-air dont la fonction principale est le rafraîchissement. Source : EurObserv'ER 2017

2

Marché de la pompe à chaleur géothermique* en 2014 et 2015 (nombre d'unités vendues)

	2014	2015
Suède	23 356	26 377
Allemagne	18 500	17 000
Finlande	11 125	9 210
Autriche	5 885	5 897
Pologne	5 275	5 567
France	4 045	3 810
Royaume-Uni	2 190	2 388
Pays-Bas	2 510	2 086
Danemark	2 242	1 885
Estonie	1 520	1 750
Rép. tchèque	1 578	1 586
Belgique	988	1 404
Italie	780	952
Lituanie	815	785
Bulgarie	532	532
Slovénie	390	390
Irlande	508	337
Slovaquie	312	234
Luxembourg	55	87
Hongrie	80	85
Espagne	0	72
Portugal	58	59
Total UE	82 744	82 493

* Pompes à chaleur hydrothermiques incluses. Source : EurObserv'ER 2017



3

Parc des pompes à chaleur en opération dans l'Union européenne en 2014 et en 2015

	2014			2015		
	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC
Italie	18 218 000	13 200	18 231 200	18 430 000	14 100	18 444 100
France	4 233 228	144 865	4 378 093	4 638 908	148 675	4 787 583
Espagne	754 345	1 144	755 489	1 497 344	1 216	1 498 560
Suède	920 813	474 057	1 394 870	988 191	497 658	1 485 849
Allemagne	527 422	314 503	841 925	567 327	330 244	897 571
Finlande	528 293	85 294	613 587	577 808	94 504	672 312
Danemark	225 209	51 638	276 847	245 291	56 023	301 314
Pays-Bas	199 148	45 986	245 134	248 051	47 407	295 458
Portugal	177 353	773	178 126	254 944	832	255 776
Bulgarie	214 971	4 272	219 243	214 971	4 272	219 243
Autriche	55 584	91 157	146 741	66 907	95 860	162 767
Royaume-Uni	97 781	24 875	122 656	114 794	27 263	142 057
Estonie	86 697	8 875	95 572	101 707	10 625	112 332
Belgique	51 400	6 370	57 770	84 499	7 774	92 273
Rép. tchèque	36 819	19 908	56 727	44 012	21 494	65 506
Pologne	13 566	31 038	44 604	21 982	36 605	58 587
Slovénie	22 231	5 500	27 731	22 231	5 500	27 731
Irlande	5 538	3 116	8 654	9 027	3 453	12 480
Slovaquie	5 886	2 839	8 725	6 607	3 073	9 680
Hongrie	4 400	463	4 863	5 200	510	5 710
Lituanie	1 265	2 908	4 173	1 870	3 693	5 563
Luxembourg	1 095	333	1 428	1 195	420	1 615
Total UE 28	26 381 044	1 333 114	27 714 158	28 142 866	1 411 201	29 554 067

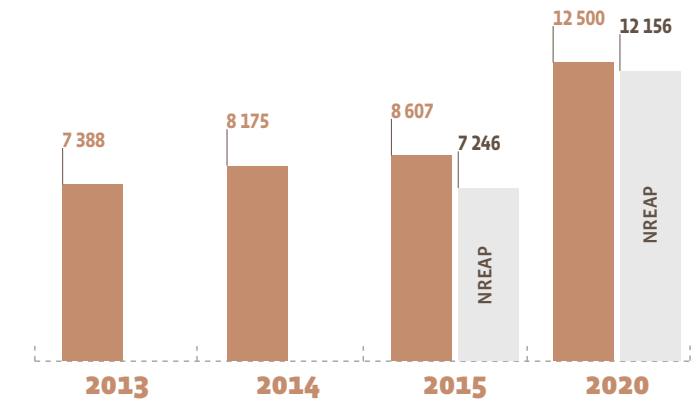
Note : Les données de parc des PAC aérothermiques de l'Italie, de l'Espagne, de la France et du Portugal ne sont pas directement comparables à celles des autres pays, car contrairement à eux, elles incluent une part importante de PAC de type air-air réversibles dont la fonction principale est le rafraîchissement. Source : EurObserv'ER 2017

4

Tendance actuelle de l'énergie renouvelable provenant des PAC par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergie renouvelable (en ktep)

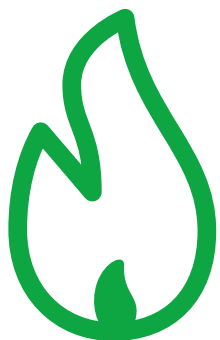
de chaleur et de froid dans deux secteurs : le résidentiel/tertiaire et l'industrie. C'est l'une des actions phares du cadre stratégique pour une Union de l'énergie. Elle doit contribuer à l'amélioration de la sécurité énergétique de l'UE et à la mise en œuvre du programme d'action en faveur du climat après la COP21.

Pour mettre fin à la déperdition d'énergie dans les bâtiments, maximiser l'efficacité et accroître la part des énergies renouvelables, l'UE prévoit notamment une panoplie de mesures pour faciliter la rénovation des immeubles à plusieurs appartements, telles que l'installation d'équipements de chauffage et de refroidissement modernes, mettant notamment les PAC en exergue. ■



Source : EurObserv'ER 2017





LE BIOGAZ

À l'échelle de l'Union européenne, la production de biogaz est aujourd'hui essentiellement issue d'unités de méthanisation spécialement conçues pour la valorisation énergétique. Ces centrales aux tailles disparates sont de différents types. Elles comprennent les petites unités de méthanisation à la ferme, celles plus importantes de co-digestion (ou multi-produits) et les unités de méthanisation de déchets ménagers. Elles utilisent différents types d'intrants (matières premières) comme les lisiers, les résidus agricoles, ainsi que les déchets verts, domestiques et de l'industrie agroalimentaire. Elles peuvent toutefois également utiliser des cultures intermédiaires (crucifères, graminées, etc.) et énergétiques (maïs, etc.), qui ont pour but d'optimiser la réaction de méthanisation en apportant du carbone. Par commodité, la production de ces installations est regroupée sous l'appellation "autres biogaz", par opposition au biogaz de stations d'épuration dont les unités ne méthanisent que les boues d'épuration, et au biogaz de décharge dont la production n'est pas issue

d'une unité industrielle de méthanisation, mais directement captée au cœur des décharges. Le biogaz peut également être produit à partir de procédés thermiques, par pyrolyse ou gazéification de la biomasse solide (incluant les déchets fermentescibles). Ces procédés permettent la production d'hydrogène (H₂) et de monoxyde de carbone (CO), qui recombinaient permettent la production d'un biogaz de synthèse, substitut au gaz naturel (CH₄). De tels procédés sont actuellement recensés en Finlande et en Italie.

15,6 MTEP PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

En 2015, la production d'énergie biogaz de l'Union européenne s'est élevée, selon Eurostat, à 15,6 Mtep, soit 630 ktep de plus qu'en 2014. Le rythme de croissance de la production enregistrée entre 2014 et 2015 (+ 4,2 %) est plus faible que celui observé entre 2013 et 2014 (+ 7,3 %). Tous les pays de l'Union européenne comptabilisent une production biogaz. Toutefois, trois d'entre eux concentrent à eux seuls près de 76,7 % de la pro-

duction européenne, à savoir l'Allemagne (7,9 Mtep), le Royaume-Uni (2,3 Mtep) et l'Italie (1,9 Mtep).

La répartition de la production d'énergie primaire biogaz de l'Union européenne est, depuis quelques années, largement à l'avantage de la catégorie "autres biogaz", avec une part en constante augmentation, contrairement aux catégories du biogaz de décharge et du biogaz de stations d'épuration. Selon le propre décompte d'EurObserv'ER, la catégorie "autres biogaz" représentait environ 72,7 % de la production de l'UE en 2015 (72,1 % en 2014), loin devant le biogaz de décharge avec 18,1 % (18,4 % en 2014) et 8,9 % pour le biogaz de station d'épuration (9,2 % en 2014). La production recensée de biogaz de synthèse (par procédés thermiques) reste pour l'instant marginale avec 0,3 % de la production européenne.

Cette répartition diffère selon les pays membres, et n'est pas toujours à l'avantage des "autres biogaz" fortement représentés dans les pays qui ont fait le choix de développer une filière industrielle de méthanisation de type biogaz



à la ferme et de co-digestion. C'est le cas de l'Allemagne, de l'Italie, de l'Autriche, des Pays-Bas, de la Belgique et de la République tchèque. Dans les pays où l'émergence de la méthanisation agricole et industrielle est plus récente ou peu développée, c'est le biogaz de décharge qui garde l'avantage. C'est notamment le cas du Royaume-Uni, de la France, de l'Espagne, du Portugal,

de la Finlande, de la Grèce, de l'Irlande et de l'Estonie.

La production d'électricité, qu'elle soit ou non produite dans des unités de cogénération, reste encore aujourd'hui le principal mode de valorisation de l'énergie biogaz. En 2015, elle représentait une production de 60,9 TWh, soit une croissance de 5,3 % par rapport à

2014. La chaleur vendue dans les réseaux de chaleur aurait quant à elle atteint 636,1 ktep en 2015, soit une croissance de 11,1 %. S'ajoute la chaleur non vendue (utilisée directement sur les sites de production), estimée à environ 2 630 ktep en 2015 (+ 6,9 % par rapport à 2014). Si des débouchés existent à proxi-





mité de l'unité de méthanisation, le biogaz peut être intégralement utilisé pour produire de la chaleur avec une efficacité énergétique maximale. Il peut également être épuré pour être transformé en biométhane. Il est alors valorisé de la même manière que peut l'être le gaz naturel, sous forme d'électricité dans des unités de cogénération ou de biocarburant pour les véhicules au gaz naturel (GNV). Il peut aussi être injecté dans le réseau de gaz naturel.

L'ALLEMAGNE LIMITE LE DÉVELOPPEMENT DE SA PRODUCTION

En Allemagne, la nouvelle loi énergie renouvelable allemande (EEG 2014), entrée en vigueur le 1^{er} août 2014, a marqué une nouvelle stratégie en matière de biogaz, avec une production future beaucoup moins axée sur l'utilisation de cultures énergétiques. Un des objectifs de la nouvelle loi est de réduire le coût financier de la transition énergétique en ralentissant la croissance des filières de production d'électricité les plus onéreuses, la biomasse solide et le biogaz étant particulièrement visés. Selon l'association allemande pour le biogaz (Fachverband Biogas e.V.), le nombre de nouvelles installations de méthanisation mises en place chaque année a fortement diminué. Il est passé de 1 476 en 2011, à 439 en 2012, 345 en 2013, 163 en 2014 puis à 130 en 2015. Pour 2016, le nombre de nouvelles installations devait avoir légèrement augmenté pour atteindre 148.

En 2015, le nombre d'unités biogaz était estimé par l'association à 8 856 (8 726 en 2014) pour une puissance électrique équivalente de 4 018 MW (3 905 MW en 2014).



Parmi elles, 183 unités en 2015 (167 en 2014) injectaient directement le biométhane dans le réseau de gaz naturel. Pour 2016, le nombre total d'installations biogaz devrait dépasser les 9 000 pour une puissance électrique de 4 166 MW.

Selon Eurostat, le biogaz a en 2015 permis la production de 33,1 TWh d'électricité, soit 2 TWh de plus qu'en 2014 (+ 6,3 %). Cette production provient essentiellement d'unités fonctionnant en cogénération (73,3 % du total). La chaleur biogaz vendue dans les réseaux de chaleur a augmenté beaucoup plus nettement. Elle a atteint 221,8 ktep en 2015, soit 41,1 % de plus qu'en 2014.

Au Royaume-Uni, la production primaire d'énergie biogaz a atteint 2 252,4 ktep en 2015, selon le BEIS (Department for Business, Energy & Industrial Strategy), soit une progression de 5,8 %. Si le principal gisement est celui du biogaz de décharge qui représente 64,4 % du total. Celui-ci tend cependant à diminuer depuis 2014 (1 535,8 ktep en 2013, 1 501,8 ktep en 2014 et 1 450,8 ktep en 2015). La croissance de la production du Royaume-Uni est due à la dynamique du biogaz de méthanisation (catégorie "autres biogaz") dont la production a plus de doublé depuis 2013 (215,7 ktep en 2013, 316,8 ktep en 2014 et 473,8 ktep en 2015). Selon le BEIS, le pays disposait en 2015 de 351 centrales de biogaz de

méthanisation, dont 67 (72,1 MW) fonctionnant en cogénération. Le pays dispose de 20 unités supplémentaires produisant uniquement de la chaleur et 23 produisant du biométhane destiné à être injecté dans le réseau.

CROISSANCE MODÉRÉE DU MARCHÉ FRANÇAIS

Selon les données du tableau de bord biogaz du troisième trimestre 2016 réalisé par le Service de l'observation et des statistiques (SOEs), la France (métropole + DOM) comptait, fin 2015, 425 centrales biogaz pour une puissance électrique cumulée de 368 MW (+ 42 MW par rapport à 2014). D'après le SOEs, la production d'électricité biogaz s'élève à 1,8 TWh en métropole, soit une progression de 9,3 % par rapport à 2014. Sur les trois premiers trimestres de l'année 2016, 24 MW ont été raccordés, portant la puissance cumulée à 385 MW, le tout réparti entre 478 installations. Les installations de méthanisation sont les plus nombreuses, avec 306 unités d'une puissance moyenne relativement faible, de 0,3 MW (pour un total de 104 MW). Les sites exploitant le biogaz issu des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) sont moins nombreux (146 sites équipés), mais d'une puissance unitaire moyenne bien plus importante (1,8 MW), soit un total de 259 MW. Le pays compte également 26 stations d'épuration (STEP), valorisant le biogaz sous forme d'électricité, pour une puissance totale de 23 MW (puissance unitaire moyenne de 0,9 MW). Fin 2015, le pays comptait également 17 sites d'injection de biométhane dans le réseau. L'injection

1

Production primaire de biogaz de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en ktep)

	2014	2015
Allemagne	7 434	7 854
Royaume-Uni	2 129	2 252
Italie	1 961	1 872
Rep. tchèque	608	613
France	473	539
Pays-Bas	313	327
Autriche	297	300
Espagne	353	262
Pologne	207	229
Belgique	207	227
Suède	153	167
Danemark	132	152
Slovaquie	96	149
Finlande	100	103
Grèce	87	91
Lettonie	75	88
Portugal	82	83
Hongrie	76	80
Irlande	52	55
Croatie	26	36
Slovénie	31	30
Lituanie	21	23
Bulgarie	10	20
Roumanie	19	18
Luxembourg	17	18
Estonie	10	13
Chypre	11	11
Malte	2	2
Total UE 28	14 982	15 612

Source : Eurostat 2017



2

Production brute d'électricité à partir de biogaz de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en GWh)

	2014			2015		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Électricité totale	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Électricité totale
Allemagne	8 745	22 368	31 113	8 845	24 228	33 073
Italie	3 537	4 661	8 198	3 139	5 073	8 212
Royaume-Uni	6 239	672	6 911	6 429	760	7 189
Rep. tchèque	56	2 527	2 583	51	2 560	2 611
France	709	923	1 632	713	1 070	1 783
Pays-Bas	46	959	1 005	43	993	1 036
Espagne	738	169	907	743	239	982
Belgique	130	741	871	88	867	955
Pologne	0	816	816	0	906	906
Autriche	564	54	618	580	44	624
Slovaquie	171	308	479	117	424	541
Danemark	1	456	457	1	484	485
Lettonie	0	350	350	0	391	391
Finlande	232	118	350	204	154	358
Portugal	264	14	278	279	15	294
Hongrie	65	222	287	72	221	293
Grèce	36	184	220	34	196	230
Irlande	167	36	203	172	30	202
Croatie	47	68	115	25	152	177
Slovénie	4	125	129	3	129	132
Bulgarie	8	54	62	34	86	120
Lituanie	0	78	78	0	86	86
Luxembourg	0	61	61	0	62	62
Roumanie	22	29	51	29	32	61
Chypre	0	51	51	0	51	51
Estonie	0	27	27	0	50	50
Suède	0	14	14	0	11	11
Malte	0	7	7	0	7	7
Total UE 28	21 781	36 092	57 873	21 601	39 321	60 922

Source : Eurostat 2017

3

Production de chaleur à partir de biogaz de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en ktep) dans le secteur de la transformation*

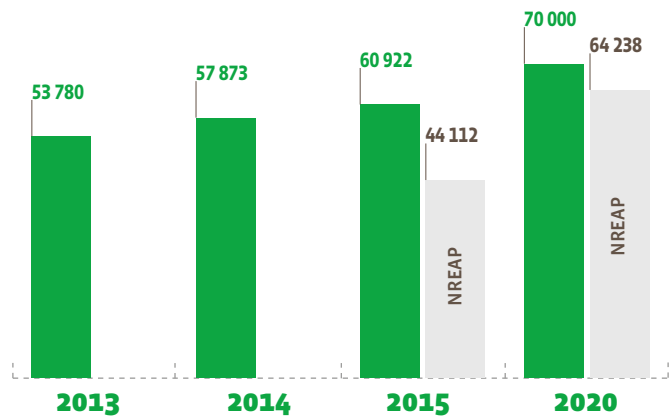
	2014			2015		
	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Chaleur totale	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Chaleur totale
Allemagne	54,4	102,8	157,2	71,8	150,0	221,8
Italie	0,3	238,5	238,8	0,3	205,3	205,6
Danemark	7,1	36,1	43,2	11,2	39,0	50,2
France	2,4	20,9	23,3	2,7	31,6	34,3
Lettonie	0,0	18,2	18,2	0,0	21,3	21,3
Finlande	7,6	8,1	15,7	6,8	11,4	18,2
Rep. tchèque	0,0	13,5	13,5	0,0	14,8	14,8
Slovaquie	0,0	7,8	7,8	0,0	11,3	11,3
Pologne	0,2	6,9	7,1	0,3	10,1	10,4
Belgique	0,0	7,6	7,6	0,0	9,3	9,3
Slovénie	0,0	8,4	8,4	0,0	7,3	7,3
Suède	4,0	4,8	8,8	3,0	3,6	6,6
Croatie	0,0	3,2	3,2	0,0	5,2	5,2
Roumanie	0,0	3,9	3,9	0,1	3,7	3,8
Autriche	1,7	3,3	5,0	1,6	1,8	3,4
Hongrie	0,0	1,8	1,8	1,3	1,9	3,2
Estonie	0,0	1,3	1,3	0,0	2,7	2,7
Lituanie	0,0	2,2	2,2	0,0	2,2	2,2
Luxembourg	0,0	1,8	1,8	0,0	1,9	1,9
Chypre	0,0	1,1	1,1	0,0	1,2	1,2
Pays-Bas	0,0	1,1	1,1	0,0	1,1	1,1
Bulgarie	0,0	1,3	1,3	0,0	0,6	0,6
Malte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Grèce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Royaume-Uni	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total UE	77,8	494,6	572,4	98,9	537,2	636,1

* Correspond à la "chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017



4

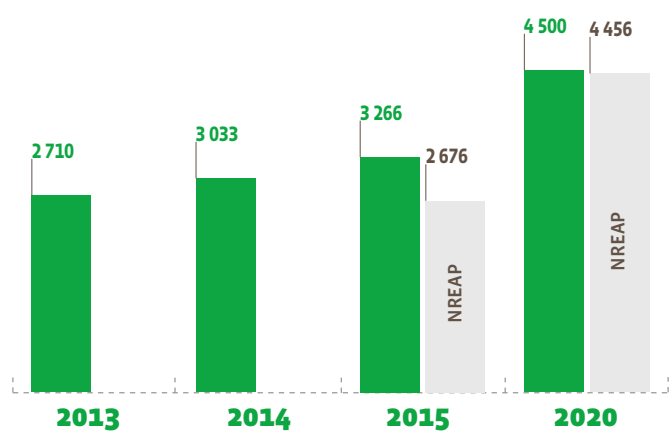
Tendance actuelle de la production d'électricité biogaz par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GWh)



Source : EurObserv'ER 2017

5

Tendance actuelle de la consommation de chaleur biogaz par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en ktoe)



Source : EurObserv'ER 2017

de biométhane dans les réseaux de gaz naturel a très fortement augmenté en 2015, s'élevant à 82 GWh, contre 33 GWh en 2014. Au troisième trimestre de l'année 2016, elle a atteint 133 GWh, un montant 2,5 fois plus élevé qu'au cours des trois premiers trimestres de l'année 2015.

QUELLE CONTRIBUTION DU BIOGAZ EN 2030 ?

Compte tenu de l'avance prise par certains pays, la production d'électricité et de chaleur biogaz dépasse largement, à l'échelle de l'Union européenne, la feuille de route des Plans d'action nationaux énergie renouvelable. En ce qui concerne la production d'électricité, l'objectif 2020 est déjà en passe d'être réalisé. La politique allemande de promotion du biogaz explique en grande partie cette avance. Pour la production d'électricité biogaz, le pays, avec 32,9 TWh produits en 2015, a déjà largement dépassé ses objectifs de 2020, fixés à 23,4 TWh. L'Italie et le Royaume-Uni sont dans le même cas, avec pour la première une production déjà atteinte de 8,2 TWh en 2015 (objectif 2020 de 6 TWh), et pour le second une production 7,2 TWh en 2015 (objectif 2020 de 5,6 TWh). Ces "success story" permettent de cacher le retard pris par d'autres pays comme la France, les Pays-Bas et l'Espagne. Sur le plan de la production de chaleur, l'avance de l'Union européenne est moindre, avec 3,3 Mtep pour un objectif intermédiaire de 2,7 Mtep. La valorisation thermique du biogaz, plus complexe à mettre en œuvre, constitue encore un défi pour nombre de pays européens, avec des efforts importants à réaliser sur les plans de l'alimentation des



à moteur gaz ont effectivement un potentiel important en milieu rural, du fait de la disponibilité de la ressource et des besoins d'autonomie plus importants. Par ailleurs, le biogaz carburant s'adapte bien aux flottes de bus et aux transports routiers, apportant des gains significatifs en matière de réduction des gaz à effet de serre.

Présentée en novembre 2016, la proposition de la nouvelle directive énergie renouvelable de la Commission européenne pourrait permettre d'accroître l'utilisation de biogaz carburant. À partir de 2021, la Commission européenne rendra obligatoire, pour les fournisseurs, une part croissante de carburants renouvelables à faible teneur en carbone (hydrogène et électricité), incluant les biocarburants avancés, mais également ceux produits à partir de déchets. L'obligation de 1,5 % en 2021 devrait s'élever à 6,8 % en 2030, incluant au moins 3,6 % de biocarburants avancés.

réseaux de chaleur et de la valorisation sur les sites de production. Beaucoup de pays sont en retard sur la trajectoire de leur Plan d'action et des politiques spécifiques devront être menées pour atteindre les objectifs de 2020.

Après 2020, le biogaz de fermentation et le celui de synthèse pourraient jouer un rôle beaucoup plus important dans le futur marché européen de l'électricité. Avec l'augmentation de la part des sources variables de production d'électricité que sont l'éolien et le solaire, l'énergie renouvelable qu'est le biogaz peut apporter de la flexibilité au système électrique, grâce aux possibilités de stockage des sites de production ou, quand l'injection est possible, aux capaci-

tés de stockage du réseau du gaz naturel. Cette expansion nécessiterait la mise en place de nouveaux mécanismes dans le cadre du futur marché européen de l'électricité, tels que des systèmes flexibles de rémunération, y compris pour les installations de faible puissance. Ce développement permettrait de limiter le besoin du marché de capacité, dont la fonction est de faciliter l'adaptation des capacités de production aux besoins en électricité lorsque la demande est au plus haut.

La production de biogaz a également un rôle important à jouer dans son utilisation sous forme de carburant. Si les véhicules électriques ont une carte à jouer en milieu urbain, les véhicules

Selon l'EBA (European Biogas Association), le potentiel futur de la production de biométhane (recouvrant le biogaz de digestion anaérobie et la gazéification de la biomasse) peut atteindre 48 milliards de m³ normés d'ici 2030 (équivalents à 40,6 Mtep). Associée aux politiques adaptées, la mise en œuvre de ce potentiel permettrait à l'industrie de produire l'équivalent de 10 % de la consommation actuelle de gaz naturel de l'Union européenne. La question du futur développement de la filière biogaz reste donc essentiellement politique. ■



LES BIOCARBURANTS

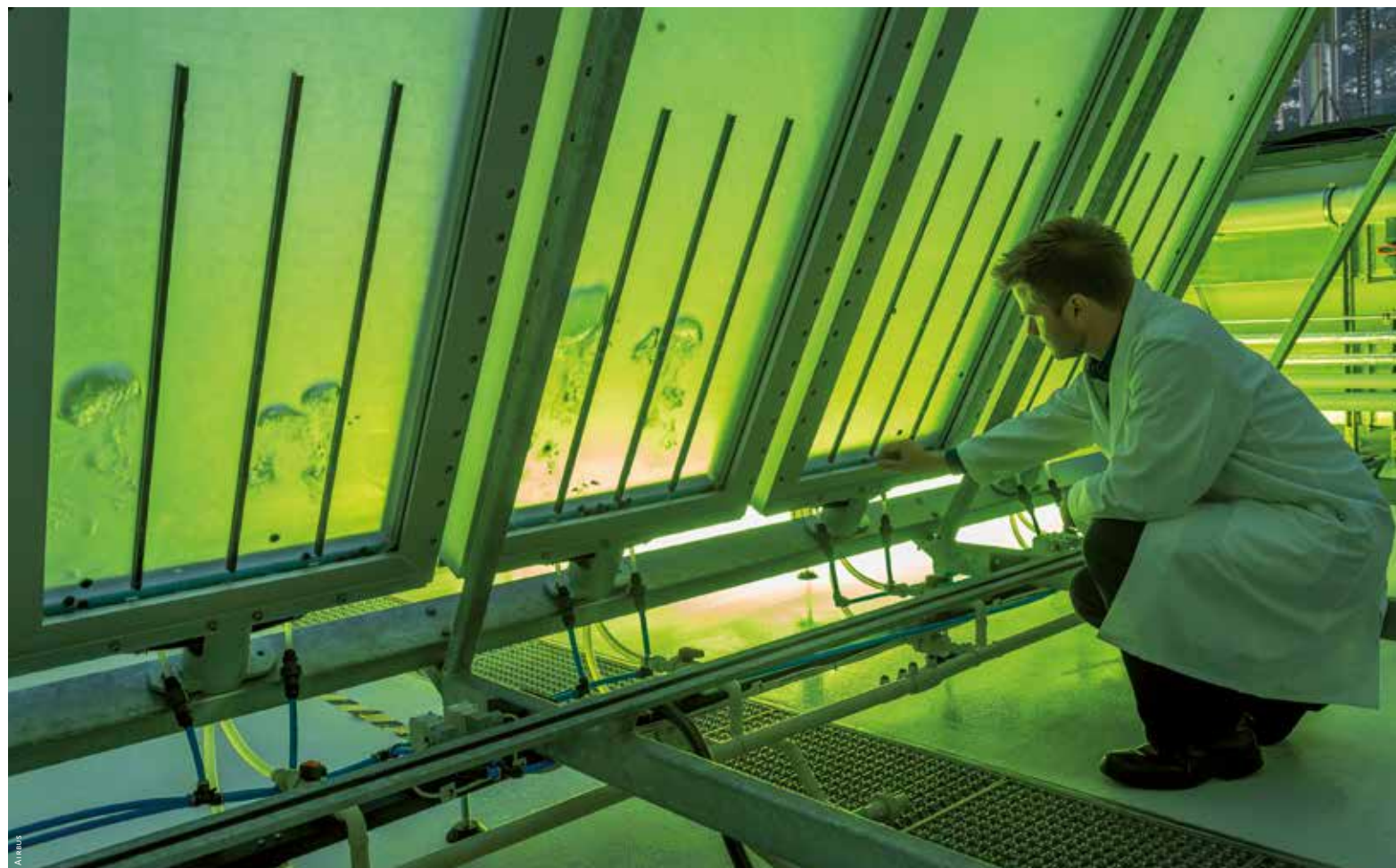
Le marché européen des biocarburants est désormais régi par la directive 2015/1513 du 9 septembre 2015, dite CASI, qui prend davantage en considération l'impact environnemental du développement des biocarburants de première génération. Elle a pour effet principal de limiter, dès 2017, à 7 % la part d'énergie des biocarburants produits à partir de plantes céréalières, sucrières et oléagineuses cultivées sur des terres agricoles dans la consommation d'énergie renouvelable dans les transports des États membres. L'objectif global de 10 % d'EnR dans les transports est maintenu. Les 3 % restant peuvent être obtenus grâce à la mobilité électrique, ou par des biocarburants produits à partir de matières premières spécifiques, pouvant prétendre à une double comptabilité.

STABILISATION DE LA CONSOMMATION EN 2015

Les polémiques liées à la durabilité de certains types de biocarburants et l'attente de modification des textes législatifs concernés

ont conduit les États membres à redéfinir leur politique de promotion des biocarburants et à ralentir le rythme d'expansion de leurs filières basées sur les cultures alimentaires. Résultat, après avoir fortement et régulièrement augmenté jusqu'en 2012 (de 1,1 Mtep en 2002 à 14,4 Mtep en 2012), la consommation de biocarburant dans les transports a marqué le pas en 2013 (13,1 Mtep) pour ensuite se stabiliser à 14,2 Mtep en 2014 et 2015 (données Eurostat). Au niveau de la répartition (exprimée en contenu énergétique et non en volume métrique), le biodiesel reste le principal biocarburant utilisé dans les transports (80,2 % en 2015, soit une consommation de 11 358 ktep), en lien avec la forte diésélisation du parc de véhicules européens. Le bioéthanol (directement mélangé à l'essence ou préalablement transformé en ETBE) occupe une part de 18,9 % (2 680 ktep), tandis que la consommation de biogaz carbu-

1. Indicateur de consommation d'énergie finale dans les transports




1

Consommation de biocarburants destinés aux transports dans l'Union européenne en 2014 (en tep)

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	407	2 500	0	0	2 906	100 %
Allemagne	779	1 957	50	4	2 790	100 %
Royaume-Uni	414	754	0	0	1 168	100 %
Italie	10	1 055	0	0	1 065	100 %
Espagne	186	765	0	0	951	0 %
Suède	165	623	84	0	872	99 %
Pologne	133	573	0	0	705	100 %
Autriche	63	524	1	0	588	90 %
Finlande	70	428	0	0	498	100 %
Belgique	39	380	0	0	419	100 %
Pays-Bas	137	221	0	0	358	96 %
Rép. tchèque	66	251	0	0	317	100 %
Portugal	2	255	0	5	261	58 %
Danemark	0	231	0	0	231	100 %
Hongrie	60	128	0	0	189	100 %
Roumanie	42	125	0	0	167	100 %
Grèce	0	135	0	0	135	22 %
Slovaquie	25	109	0	0	134	98 %
Bulgarie	15	96	0	0	111	100 %
Irlande	25	65	0	0	90	100 %
Luxembourg	3	68	0	0	72	100 %
Lituanie	6	57	0	0	63	94 %
Slovénie	8	36	0	0	44	100 %
Croatie	0	30	0	0	30	100 %
Lettonie	6	18	0	0	24	100 %
Chypre	0	10	0	0	10	100 %
Estonie	6	0	0	0	6	0 %
Malte	0	5	0	0	5	93 %
Total UE 28	2 665	11 397	134	8	14 205	91%

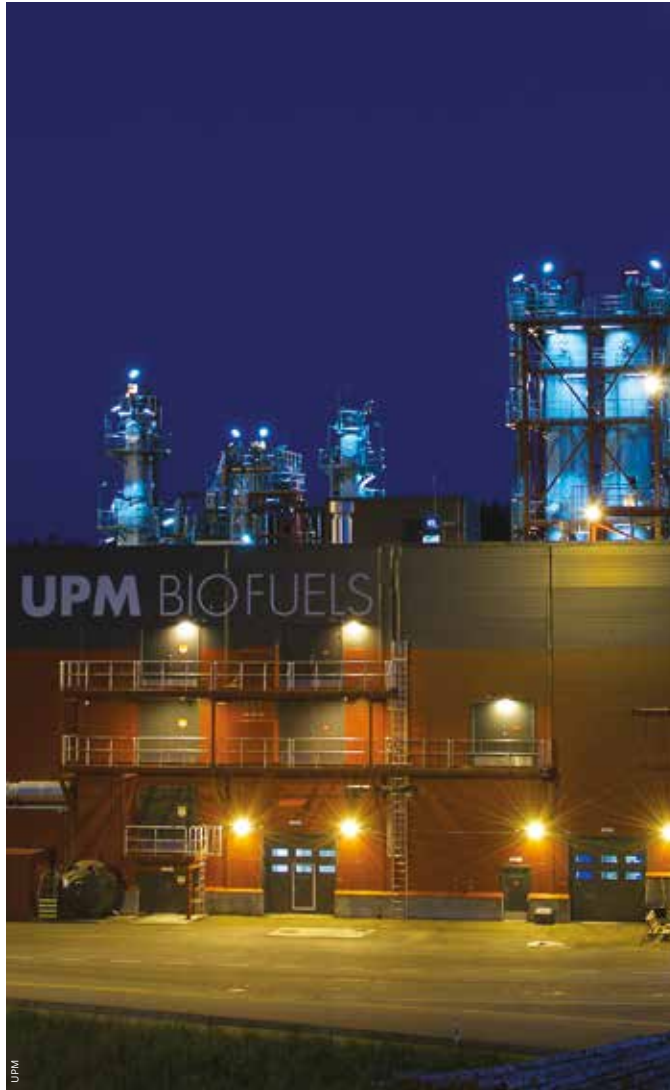
* Huiles végétales utilisées pures et biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/CE.
Source : Eurostat 2017/SHARES 2017 pour le % conforme

2

Consommation de biocarburants destinés aux transports dans l'Union européenne en 2015 (en tep)

	Bioethanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	421	2 528	0	0	2 949	100 %
Allemagne	744	1 792	30	1	2 567	100 %
Italie	25	1 142	0	0	1 167	100 %
Suède	133	872	97	0	1 102	100 %
Espagne	189	769	0	0	958	0 %
Royaume-Uni	404	529	0	0	933	100 %
Pologne	154	627	0	0	780	100 %
Autriche	60	585	1	0	646	97 %
Finlande	65	432	0	0	497	100 %
Portugal	22	302	0	3	328	100 %
Pays-Bas	142	156	0	0	297	99 %
Rép. tchèque	63	233	0	0	297	100 %
Belgique	41	221	0	0	261	100 %
Danemark	0	232	0	0	232	100 %
Roumanie	62	141	0	0	203	100 %
Hongrie	43	133	0	0	175	100 %
Bulgarie	32	114	0	0	146	99 %
Slovaquie	23	121	0	0	144	100 %
Grèce	0	142	0	0	142	22 %
Irlande	24	64	0	0	88	100 %
Luxembourg	7	76	0	0	83	100 %
Lituanie	10	58	0	0	68	100 %
Lettonie	8	29	0	0	37	100 %
Slovénie	7	23	0	0	29	100 %
Croatie	0	24	0	0	24	100 %
Chypre	0	10	0	0	10	97 %
Malte	0	5	0	0	5	100 %
Estonie	3	0	0	0	3	0 %
Total UE 28	2 680	11 358	128	5	14 170	92 %

* Huiles végétales utilisées pures et biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/CE.
Source : Eurostat 2017/SHARES 2017 pour le % conforme



rant a atteint 0,9 % (128 ktep). Pour établir la part de la consommation respectant les critères de durabilité établis par la directive européenne, EurObserv'ER s'est appuyé sur le travail statistique réalisé par chaque État membre dans le cadre du projet SHARES d'Eurostat (SHORT Assessment of Renewable Energy Sources), publié mi-mars 2017. Cette part

était de 92,3 % en 2015 contre 91,2 % en 2014. La principale différence s'explique par le fait qu'en 2015, l'Espagne n'avait pas mis en place le cadre législatif permettant de certifier officiellement la consommation de biocarburant du pays. Cela ne devrait plus être le cas en 2016, un décret royal ayant été voté pour que celle-ci se conforme aux exigences de

durabilité de la directive énergie renouvelable. En Grèce, également, seule une part de 22 % de la consommation s'y conforme. Dans la plupart des autres pays, la part des biocarburants est désormais proche ou égale à 100 %.

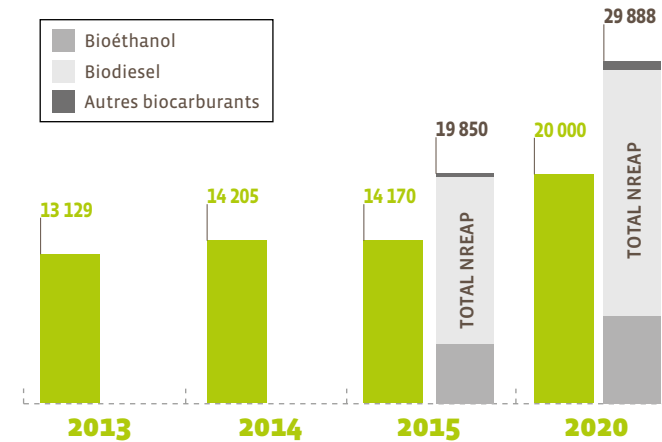
En considérant cette fois l'indicateur de l'objectif transport de la directive énergie renouvelable, qui ne prend en compte que les biocarburants conformes (avec une double comptabilité pour les biocarburants avancés et produits à partir de déchets tels que les huiles usagées) et la consommation d'électricité renouvelable dans les transports routiers (coefficient de 2,5), ferroviaires et autres, la part des énergies renouvelables dans les transports a atteint 6,7 % dans l'Union européenne à 28 contre 6,5 % en 2014 (source : SHARES 2015). Cette part s'élèverait à 7 % si la consommation espagnole était certifiée conforme. Avec le Brexit, elle passerait à 7,4 %.

UN AVENIR PORTÉ PAR LES BIOCARBURANTS AVANCÉS

Le Conseil européen a clarifié la politique européenne en matière de biocarburant pour 2020, ce qui s'est traduit en septembre 2015 par une nouvelle directive, offrant une meilleure lisibilité aux États membres. Beaucoup de grands pays ont clarifié leur feuille de route pour 2020 et sont en mesure d'atteindre l'objectif de 10 % d'énergies renouvelables dans les transports. La sortie probable du Royaume-Uni de l'UE influe sur les projections d'EurObserv'ER, qui reposent sur un taux d'incorporation effectif des biocarburants de

3

Tendance actuelle de la consommation des biocarburants* pour le transport par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en ktep)



* Consommation certifiée durable ou non. Source : EurObserv'ER 2017

l'ordre de 7,5 %, soit une consommation de 20 Mtep environ. Alors que le Royaume-Uni représente environ 13 % de la consommation de carburants dans les transports de l'UE (40 Mtep sur 302,1 Mtep en 2015). Cette projection reste également sujette à la volonté politique des pays membres de respecter leurs obligations.

La prochaine directive énergies renouvelables qui encadrera le développement des filières de 2020 à 2030 devrait complètement réorienter la politique européenne en matière de biocarburant et de mobilité durable. Comme l'UE l'a constaté, les biocarburants produits à partir de cultures alimentaires jouent un rôle plus faible qu'attendu dans la décarbonisation du secteur

des transports. Leur utilisation devrait ainsi progressivement diminuer au profit des biocarburants avancés. Rendu public en novembre 2016, le nouveau projet de directive, pour minimiser l'effet CASI, choisit de limiter encore plus les quantités de biocarburants produits à partir de cultures destinées à l'alimentation humaine ou animale dans sa comptabilisation. Il introduit un plafond à 7 % en 2021, qui se réduit progressivement à 3,8 % en 2030, suivant une trajectoire définie dans l'annexe X (partie A) du projet. Les États membres peuvent l'outrepasser, en fixant par exemple une limite inférieure pour les biocarburants issus des cultures oléagineuses. Autre point important du projet, les États membres sont tenus de

demander aux fournisseurs de carburants d'inclure une part minimale d'énergie renouvelable et de carburants bas carbone dans la quantité totale de carburants utilisés pour les transports. Sont inclus les biocarburants avancés, les carburants d'origine non biologique (ex : hydrogène), et ceux produits à partir de déchets ou provenant d'électricité d'origine renouvelable. La part minimale est fixée à 1,5 % en 2021, portée à 6,8 % en 2030, selon une trajectoire établie à l'annexe X, partie B du projet de directive. Dans cette part totale, la contribution des biocarburants avancés et biogaz produits à partir des matières premières énumérées à l'annexe IX, partie A (algues, biodéchets, pailles, fumiers, déchets de bois, matières cellulose non alimentaires, etc.) doit représenter au moins 0,5 % des carburants du secteur des transports destinés à être consommés ou utilisés sur le marché à partir du 1^{er} janvier 2021, et au moins 3,6 % d'entre eux d'ici à 2030, selon la trajectoire établie à l'annexe X, partie C. Le projet précise également que les réductions des émissions de gaz à effet de serre réalisées grâce à l'utilisation de biocarburants avancés et biogaz produits à partir de ces matières premières seront d'au moins 70 % à partir du 1^{er} janvier 2021. Ce projet de directive nécessitera la mise en œuvre d'une fiscalité écologique suffisamment attractive et pérenne pour permettre la montée en puissance de l'industrie des biocarburants avancés. ■



LES DÉCHETS URBAINS RENOUEVABLES

Au sein de l'Union européenne, la production d'énergie primaire renouvelable valorisée par les unités d'incinération d'ordures ménagères (waste-to-energy plant) a atteint en 2015 la barre des 9,5 Mtep, soit une augmentation de 452 ktep par rapport à 2014 (+ 5 %). Ces chiffres ne prennent pas en compte la totalité de la production énergétique valorisée par ces unités. Ils intègrent seulement la part biodégradable des ordures ménagères, non la valorisation énergétique des déchets urbains non renouvelables (emballages plastiques, etc.) qui représente une production de l'ordre de 9 Mtep. Selon le CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants), en Europe, pas moins de 88 millions de tonnes de déchets seraient valorisées dans 480 centrales énergétiques d'incinération.

Les croissances de la production d'électricité et de chaleur finale sont restées plus importantes que celle de la production d'énergie primaire, ce qui indique une meilleure valorisation énergétique de la production des unités d'incinération. La production d'électricité



qualifiée issue des déchets urbains renouvelables a augmenté de 5,8 % entre 2014 et 2015 et dépasse pour la première fois les 20 TWh (20,7 TWh en 2015). La chaleur vendue dans les réseaux de chaleur augmente, quant à elle, de 8,2 % pour atteindre les 2,7 Mtep.

Au sein de l'Union européenne, on constate de grandes différences vis-à-vis de la valorisation énergétique des déchets urbains par voie thermique. D'après un indicateur de production d'énergie primaire par habitant, les pays nordiques (93,2 tep/1 000 hab. pour la Suède, 82,5 tep/1 000 hab. pour le Danemark, et 49,9 tep/1 000 hab. pour la Finlande) et les Pays-Bas (49,8 tep/1 000 hab.) sont de loin les plus impliqués dans la valorisation énergétique de leurs déchets ménagers. La démarche est moins développée dans les pays comme la France (18,3 tep/1 000 hab.), où beaucoup de centrales, de conceptions plus anciennes, n'ont pas été pensées spécifiquement pour produire de l'énergie, mais pour traiter des déchets par incinération.

1

Production d'énergie primaire à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en ktep)

	2014	2015
Allemagne	3 037	2 994
France	1 171	1 212
Suède	858	908
Italie	858	846
Pays-Bas	794	841
Royaume-Uni	522	749
Danemark	463	467
Belgique	364	373
Finlande	247	273
Espagne	204	252
Autriche	175	182
Portugal	82	97
Rép. tchèque	83	80
Hongrie	44	66
Irlande	52	53
Pologne	37	40
Lituanie	11	16
Slovaquie	12	15
Luxembourg	11	12
Bulgarie	7	8
Roumanie	2	1
Chypre	1	0
Total UE 28	9 033	9 485

Source : Eurostat 2017



D'autres pays d'Europe centrale et du Sud ont encore très peu investi dans la valorisation énergétique de leurs déchets ménagers.

Le Royaume-Uni est actuellement le pays le plus actif sur le plan de la construction de nouvelles unités de valorisation. L'Espagne, la Finlande et le Portugal font également partie des États membres à avoir en 2015 significativement

augmenté leur production énergétique dans cette filière.

TOUR D'HORIZON EUROPÉEN

Au Royaume-Uni, la construction de centrales valorisant les déchets est en plein essor. Selon le Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS), la production énergétique des déchets ménagers renouvelables a augmenté

de 43,5 % en 2015 pour atteindre 748,9 ktep. Cette énergie a surtout été utilisée pour la production d'électricité, qui a augmenté de 44,7 % pour atteindre 2,8 TWh en 2015 (1,9 TWh en 2014). Cette marche en avant devrait continuer quelques années. Selon l'étude "Waste to energy 2016-2017", en 2015 et durant la première moitié de l'année 2016, 7 nouvelles centrales ont été mises en service



2

Production brute d'électricité à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en GWh)

	2014			2015		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	3 684	2 386	6 070	3 530	2 238	5 768
Royaume-Uni	1 209	714	1 923	2 174	608	2 782
Italie	1 257	1 114	2 371	1 208	1 136	2 344
France	1 113	858	1 971	1 142	857	1 999
Pays-Bas	0	1 909	1 909	0	1 997	1 997
Suède	0	1 626	1 626	0	1 749	1 749
Danemark	0	886	886	0	919	919
Belgique	368	465	833	396	473	869
Espagne	686	0	686	672	96	768
Finlande	57	384	441	35	436	471
Portugal	240	0	240	292	0	292
Autriche	199	45	244	239	50	289
Hongrie	57	80	137	131	77	208
Rép. tchèque	0	88	88	0	87	87
Irlande	72	0	72	77	0	77
Lituanie	0	29	29	0	42	42
Luxembourg	34	0	34	40	0	40
Slovaquie	0	22	22	0	22	22
Total UE 28	8 976	10 606	19 582	9 936	10 787	20 723

Source : Eurostat 2017

pour un volume de traitement de 1 million de tonnes de déchets. 17 autres unités, actuellement en cours de construction, ajouteront une capacité de traitement de 3,6 millions de tonnes. La majorité de ces projets sera opérationnelle entre 2016 et 2018.

Parmi les centrales les plus importantes mises en service en 2016, on peut citer la centrale de Portsmouth MVV, située dans le Devon. Dotée d'une capacité de

traitement de 245 000 tonnes et d'une puissance de 25 MW, elle est conçue pour produire annuellement 190 GWh d'électricité et 60 GWh de chaleur. Citons également la centrale de Greatmoor dans le Buckinghamshire, d'une capacité de traitement de 300 000 tonnes et d'une puissance de 27,7 MW. 65 autres centrales, à divers stades de développement, sont susceptibles d'ajouter à terme une capacité de traitement supplémentaire de l'ordre

de 10 millions de tonnes. Cette tendance s'explique par la législation britannique qui, depuis 1996, augmente chaque année le niveau des taxes pour la mise en décharge. En 2016, celle-ci a coûté jusqu'à 84,4 livres sterling (99,1 euros) la tonne. Grâce à cette politique incitative, 60 % de la capacité de traitement de déchets du pays a moins de 10 ans, selon ecoprogramme (bureau





3

Production de chaleur à partir de déchets municipaux renouvelables en 2014 et 2015 (en ktep) dans le secteur de la transformation*

	2014			2015		
	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Total	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	244,4	462,8	707,2	280,9	442,4	723,3
Suède	42,2	534,1	576,3	57,8	575,1	632,9
Danemark	32,7	299,9	332,6	39,0	318,6	357,6
France	51,9	225,0	276,9	51,9	239,8	291,7
Pays-Bas	0,0	232,8	232,8	0,0	279,2	279,2
Finlande	14,9	105,1	120,0	19,2	125,3	144,5
Italie	0,0	85,2	85,2	0,0	107,9	107,9
Autriche	14,5	46,5	61,0	13,6	43,3	56,9
Rép. tchèque	0,0	37,5	37,5	0,0	37,3	37,3
Belgique	3,3	29,3	32,6	0,0	29,1	29,1
Royaume-Uni	11,8	0,0	11,8	15,0	0,0	15,0
Hongrie	0,0	8,8	8,8	0,0	11,5	11,5
Lituanie	0,0	7,1	7,1	0,0	9,1	9,1
Pologne	0,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2
Roumanie	0,8	0,0	0,8	0,1	0,0	0,1
Total UE 28	416,8	2 074,1	2 490,9	477,7	2 218,6	2 696,3

* Correspond à la "Chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017

d'études allemand spécialisé dans les domaines de l'environnement et de l'énergie).

En Finlande, selon les données de l'office statistique national Statistics Finland, la production d'énergie primaire des déchets renouvelables a augmenté de 10,6 % pour atteindre 272,8 ktep. Elle s'est traduite, sur le plan de l'énergie finale, par une croissance de la production d'électricité

de 7,2 %, soit 471 GWh et par une augmentation de la chaleur vendue dans les réseaux de chaleur de 20,4 %, soit 144,5 ktep. Cette croissance s'explique en grande partie par la mise en service en septembre 2015 d'une nouvelle centrale de valorisation énergétique des déchets dans la ville de Vantaa. Cette nouvelle usine a été conçue pour produire 600 GWh d'électricité et 920 GWh de chaleur, soit la moitié des

besoins du réseau de chaleur de la ville et 30 % de sa production d'électricité. Sa capacité de traitement est de 320 000 tonnes de déchets.

Au Portugal, selon la Direction générale de l'énergie et de la géologie (DGEG), la production d'énergie primaire a augmenté de 19,1 % pour atteindre 97,4 ktep, bénéficiant essentiellement à la production d'électricité qui gagne 52 GWh



pour atteindre 292 GWh. Celle-ci devrait encore augmenter, avec la mise en service en octobre 2015 de la centrale CVE Ilha Terceira dans les Açores. Cette petite centrale a été conçue pour traiter 40 000 tonnes de déchets et dispose d'une puissance électrique de 1,9 MW.

En Espagne, l'Institut pour la diversification et l'économie de l'énergie (IDAE) estime la production à 252,2 ktep en 2015, soit une croissance de 23,4 % par rapport à 2014. Ce mouvement a essentiellement profité à la production d'électricité, qui a augmenté de 12 % en 2015 pour atteindre 768 GWh. Cette croissance ne s'explique pas cette fois par la mise en service d'une nouvelle centrale, mais par une meilleure utilisation de celles existantes.

DE NOUVELLES AMBITIONS POUR 2030

Sur le plan de la production d'énergie primaire, on constate une croissance de la valorisation énergétique des déchets, essen-

tiellement due à la construction de nouvelles centrales au Royaume-Uni. Malgré tout, la pression européenne s'accroît et favorise les décisions d'investissement, notamment dans les pays d'Europe de l'Est où tout reste à faire. Leur mise en conformité devrait encourager la relance de la filière au cours de la seconde moitié de la décennie et plus nettement à partir de 2017. Dans son package "Économie circulaire" du 2 décembre 2015, la Commission a proposé d'introduire un plafond, d'ici 2030, limitant à 10 % la mise en décharge des déchets ménagers générés. Ce package met également à jour les objectifs de recyclage de la directive-cadre sur les déchets. L'obligation de recyclage et de réutilisation des déchets ménagers serait portée à 65 % en 2025 et à 75 % en 2030. En appliquant ces mesures, le montant total de l'énergie (renouvelable et non renouvelable) produite par les unités de valorisation énergétique pourrait atteindre 189 TWh d'ici 2030 (54 TWh d'électricité et 135 TWh de chaleur).

Sur le plan des projections pour 2020, le CEWEP estime que la contribution énergétique des déchets aux objectifs de la directive énergie renouvelable pourrait atteindre de manière réaliste 67 TWh d'ici 2020, avec 25 TWh d'électricité et 42 TWh (3,6 Mtep) de chaleur. Selon EurObserv'ER, la consommation de chaleur totale (chaleur issue du secteur de la transformation et consommation de chaleur finale) aurait d'ores et déjà atteint 3,5 Mtep (dont 2,7 Mtep de chaleur vendue dans les réseaux) en 2015. Parfaitement réaliste, l'objectif chaleur 2020 du CEWEP pourrait être largement dépassé. La mise en service prochaine de nouvelles unités d'incinération au Royaume-Uni, associée à une amélioration de l'efficacité énergétique des centrales existantes, devrait également permettre d'atteindre les 25 TWh ambitionnés d'ici 2020. ■



LA BIOMASSE SOLIDE



La biomasse solide regroupe l'ensemble des composants solides d'origine biologique destinés à être utilisés comme combustibles : bois, déchets de bois (copeaux, sciures, etc.), granulés de bois, liqueurs noires de l'industrie papetière, paille, bagasse, déchets animaux, autres matières et résidus végétaux solides.

La consommation de biomasse solide, essentiellement effectuée à partir de bois énergie, demeure fortement liée aux besoins de chauffage, donc aux conditions climatiques. Toutefois, l'utilisation énergétique de biomasse solide, qu'elle vise une production de chaleur ou d'électricité, tend à augmenter dans l'Union européenne sous l'impulsion favorable des politiques européennes.

L'année 2015, bien que faisant partie des années les plus chaudes enregistrées, a été à l'échelle de l'Union européenne moins douce que 2014. La consommation d'énergie biomasse solide est donc répartie à la hausse (+ 4,7 % par rapport à 2014) pour

atteindre 95,3 Mtep en 2015, dépassant ainsi son précédent record de consommation de 2013 (93,4 Mtep).

La production d'énergie primaire à partir de biomasse solide (hors charbon de bois), qui correspond à la biomasse solide prélevée sur le sol de l'Union européenne, augmente à peu près au même rythme que la consommation (+ 4,8 %) pour atteindre les 91,4 Mtep. Le différentiel entre production et consommation correspond aux importations nettes de combustibles biomasses. Après avoir eu tendance à augmenter ces dernières années, cette part est restée stable en 2015 pour s'établir à 3,8 Mtep. L'évolution des importations de biomasse solide est essentiellement liée à l'accroissement des achats de granulés de bois provenant d'Amérique du Nord.

La chaleur biomasse solide se différencie selon son mode de distribution. Elle peut être directement utilisée par le consommateur final via des appareils de chauffage (chaudières, poêles, inserts, etc.), ce qui représente l'essentiel

de la consommation, ou être issue du secteur de la transformation et distribuée via des réseaux de chaleur. Pour l'ensemble de l'Union européenne, la consommation de chaleur directement utilisée par le consommateur final a augmenté en 2015 de 5,8 % par rapport à 2014 (+ 3,6 Mtep) pour atteindre 66,4 Mtep. La production brute de chaleur biomasse solide vendue dans les réseaux de chaleur aurait, quant à elle, augmenté de 3,4 % (+ 0,3 Mtep), toujours en lien avec l'augmentation du besoin de chauffage. Elle a atteint 9,3 Mtep en 2015, dont 62,3 % sont issus d'unités fonctionnant en cogénération, c'est-à-dire produisant en même temps de la chaleur et de l'électricité. En additionnant ces deux éléments, la consommation totale d'énergie finale de chaleur biomasse augmente de 5,5 % pour s'établir à 75,7 Mtep.

La production d'électricité biomasse solide est moins sensible aux aléas climatiques. Elle dépend davantage de la volonté politique de certains pays membres à la développer, par la

conversion d'anciennes centrales charbon ou via le développement de la cogénération biomasse. À l'échelle de l'Union européenne, la production d'électricité biomasse a augmenté de 6,9 % par rapport à 2014 pour atteindre 90,7 TWh en 2015 (+ 5,8 TWh).

LE POIDS SIGNIFICATIF DU ROYAUME-UNI DANS LA FILIÈRE EUROPÉENNE

Si elle est confirmée, la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne aura des incidences non négligeables sur le panorama énergétique de la filière. Si le pays ne représente que 6,4 % (soit 6,1 Mtep en 2015) de la consommation de biomasse solide dans l'UE à 28, il en est en revanche devenu le leader pour la production (21,4 %), passée de 13 852 GWh en 2014 à 19 418 GWh en 2015 (+ 40,2 %), selon le BEIS. Sans le Royaume-Uni, la courbe serait restée globalement stable depuis 2013 dans l'Union européenne (70,8 TWh en 2013, 71,0 TWh en 2014 et 71,3 TWh en 2015).




1

Production d'énergie primaire et consommation intérieure brute de biomasse solide* dans les pays de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en Mtep)

	2014		2015	
	Production	Consommation	Production	Consommation
Allemagne	11,425	11,425	12,062	12,062
France	9,078	9,078	9,661	9,661
Suède	8,923	8,923	9,129	9,129
Italie	6,539	8,066	7,340	8,578
Finlande	8,117	8,137	7,901	7,927
Pologne	6,180	6,755	6,268	6,774
Royaume-Uni	3,165	4,885	3,824	6,097
Espagne	5,161	5,276	5,260	5,260
Autriche	4,227	4,361	4,474	4,573
Roumanie	3,646	3,618	3,521	3,514
Rép. tchèque	2,842	2,763	2,954	2,874
Danemark	1,308	2,351	1,590	2,532
Hongrie	2,363	2,350	2,511	2,480
Portugal	2,671	2,350	2,603	2,339
Belgique	1,104	1,689	1,171	1,942
Lettonie	2,046	1,338	2,009	1,259
Croatie	1,375	1,093	1,532	1,258
Lituanie	1,117	1,084	1,205	1,204
Pays-Bas	1,290	1,147	1,364	1,179
Bulgarie	1,087	0,992	1,160	1,035
Grèce	0,869	0,930	0,952	1,013
Slovaquie	0,760	0,752	0,890	0,879
Estonie	1,122	0,789	1,209	0,825
Slovénie	0,533	0,533	0,590	0,590
Irlande	0,210	0,252	0,202	0,228
Luxembourg	0,066	0,064	0,055	0,064
Chypre	0,007	0,008	0,007	0,010
Malte	0,000	0,001	0,000	0,001
Total UE 28	87,228	91,011	91,444	95,285

* Hors charbon. Source : Eurobserv'ER 2017

2

Production brute d'électricité à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en TWh)

	2014			2015		
	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale
Royaume-Uni	13,852	0,000	13,852	19,418	0,000	19,418
Allemagne	5,333	6,535	11,868	4,796	6,238	11,034
Finlande	1,074	9,894	10,968	1,217	9,372	10,589
Pologne	1,892	7,269	9,161	1,957	7,069	9,026
Suède	0,000	9,007	9,007	0,000	8,977	8,977
Espagne	2,856	0,965	3,821	3,126	0,888	4,014
Italie	2,031	1,792	3,823	2,089	1,858	3,947
Belgique	1,388	1,243	2,631	2,298	1,256	3,554
Autriche	1,109	2,332	3,441	1,232	2,265	3,497
Danemark	0,000	2,958	2,958	0,000	2,803	2,803
Portugal	0,765	1,765	2,530	0,795	1,723	2,518
France	0,098	1,633	1,731	0,098	2,042	2,140
Rép. tchèque	0,054	1,938	1,992	0,049	2,043	2,092
Pays-Bas	1,437	0,663	2,100	1,725	0,172	1,897
Hongrie	1,210	0,492	1,702	1,011	0,649	1,660
Slovaquie	0,011	0,905	0,916	0,004	1,095	1,099
Estonie	0,061	0,670	0,731	0,069	0,641	0,710
Roumanie	0,237	0,217	0,454	0,108	0,355	0,463
Lettonie	0,002	0,317	0,319	0,000	0,378	0,378
Lituanie	0,000	0,293	0,293	0,000	0,318	0,318
Irlande	0,251	0,014	0,265	0,184	0,013	0,197
Bulgarie	0,010	0,128	0,138	0,003	0,149	0,152
Slovénie	0,000	0,125	0,125	0,000	0,131	0,131
Croatie	0,000	0,050	0,050	0,000	0,089	0,089
Luxembourg	0,000	0,021	0,021	0,000	0,024	0,024
Grèce	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
Chypre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Malte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total UE 28	33,671	51,226	84,897	40,180	50,548	90,728

* Hors charbon. Source : Eurostat 2017



LE RETOUR DU FROID RELANCE LA CONSOMMATION DE BOIS EN ALLEMAGNE

Selon les données de l'AGEE-Stat, la consommation de biomasse solide a franchi en Allemagne le seuil des 12 Mtep, soit un gain de 5,6 % par rapport à 2014. Cette augmentation s'explique par des conditions météorologiques moins clémentes qu'en 2014, mais également par l'extension du parc des appareils modernes de chauffage au bois. Dans le secteur de la chaleur, l'utilisation des énergies renouvelables est réglementée par la loi sur la chaleur renouvelable (EEWärmeG) mise en place depuis le 1^{er} juillet 2009. Elle prévoit de porter à 14 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie pour la chaleur et le refroidissement d'ici 2020. La loi a ainsi rendu obligatoire l'utilisation partielle de chaleur renouvelable dans tous les bâtiments neufs et publics existants. Les propriétaires restent libres du type d'énergie renouvelable qu'ils souhaitent utiliser, mais s'ils choisissent un système utilisant de la biomasse solide, celui-ci devra couvrir au moins 50 % de la consommation de chaleur de l'habitation.

DE NOUVEAUX RECORDS DE TEMPÉRATURE LIMITENT LA CONSOMMATION DE BOIS EN FINLANDE

Selon Statistics Finland, la consommation d'énergie issue de la biomasse solide a une nouvelle fois diminué en Finlande, passant de 8,1 Mtep en 2014 à 7,9 Mtep

en 2015. Cette baisse s'explique essentiellement par une nouvelle année chaude qui a limité les besoins de chauffage. En effet, selon l'Institut finlandais de météorologie, le pays a connu quatre années exceptionnellement chaudes depuis le début de la décennie actuelle : 2011, 2013, 2014, ponctuées par une année record, 2015, lors de laquelle la consommation de chauffage des ménages a diminué de 5 % pour atteindre 41 TWh (3,5 Mtep). Les sources de chaleur les plus communes en Finlande pour le chauffage sont l'électricité, les réseaux de chaleur et les appareils de chauffage au bois, sachant que la biomasse solide est très utilisée dans le pays pour la production d'électricité (10,6 TWh) et pour l'alimentation des réseaux de chaleur (1,6 Mtep).

2030 : LE PAQUET HIVER SOUFFLE LE FROID ET LE CHAUD

À trois ans de l'échéance de 2020, La Commission européenne a présenté le 30 novembre 2016 le nouveau paquet législatif "énergie propre" (Clean Energy Package), visant à compléter le cadre d'action de l'Union européenne en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030. Ces textes comportent une série de propositions de modifications des directives relatives à l'efficacité énergétique, aux énergies renouvelables, à l'organisation du marché de l'électricité, à la sécurité d'approvisionnement électrique et aux règles de gouvernance pour l'Union de l'énergie, soit tout un arsenal législatif visant à façonner le futur système énergétique européen.



3

Production brute de chaleur à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en Mtep) dans le secteur de la transformation**

	2014			2015		
	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Chaleur totale	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Chaleur totale
Suède	0,716	1,562	2,278	0,704	1,614	2,318
Finlande	0,630	1,055	1,685	0,594	1,012	1,606
Danemark	0,398	0,592	0,990	0,420	0,602	1,022
Autriche	0,457	0,333	0,790	0,471	0,356	0,827
France	0,256	0,355	0,611	0,328	0,395	0,723
Allemagne	0,178	0,359	0,537	0,184	0,399	0,583
Italie	0,065	0,528	0,593	0,070	0,461	0,531
Lituanie	0,261	0,095	0,355	0,346	0,100	0,445
Pologne	0,033	0,301	0,334	0,029	0,268	0,297
Estonie	0,049	0,133	0,182	0,075	0,140	0,215
Lettonie	0,095	0,090	0,185	0,095	0,106	0,201
Rép. tchèque	0,022	0,117	0,139	0,030	0,123	0,153
Slovaquie	0,041	0,073	0,114	0,043	0,076	0,119
Hongrie	0,032	0,050	0,083	0,050	0,055	0,106
Roumanie	0,029	0,035	0,064	0,034	0,035	0,069
Pays-Bas	0,009	0,017	0,025	0,018	0,015	0,032
Slovénie	0,006	0,014	0,019	0,009	0,019	0,027
Croatie	0,000	0,006	0,006	0,000	0,015	0,015
Luxembourg	0,003	0,008	0,011	0,004	0,009	0,013
Bulgarie	0,004	0,003	0,007	0,007	0,004	0,011
Belgique	0,000	0,007	0,007	0,000	0,006	0,006
Royaume-Uni	0,003	0,000	0,003	0,004	0,000	0,004
Chypre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grèce	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Irlande	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Malte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Portugal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Espagne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total EU 28	3,287	5,731	9,019	3,513	5,809	9,322

* Hors charbon. ** Correspond à la "Chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017



4

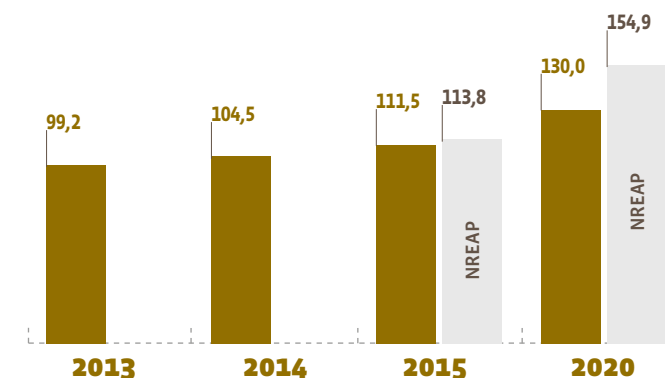
Consommation de chaleur issue de la biomasse solide* dans les pays de l'Union européenne en 2014 et 2015 (en Mtep)

	2014	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**	2015	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**
Allemagne	8,375	7,837	0,537	9,255	8,671	0,583
France	8,328	7,717	0,611	8,937	8,214	0,723
Suède	7,464	5,186	2,278	7,689	5,371	2,318
Italie	6,594	6,001	0,593	7,331	6,800	0,531
Finlande	6,530	4,846	1,685	6,433	4,826	1,606
Pologne	4,771	4,438	0,334	4,786	4,489	0,297
Espagne	3,734	3,734	0,000	3,926	3,926	0,000
Autriche	3,580	2,790	0,790	3,728	2,902	0,827
Roumanie	3,495	3,431	0,064	3,375	3,306	0,069
Royaume-Uni	2,197	2,193	0,003	2,595	2,591	0,004
Rép. tchèque	2,335	2,196	0,139	2,405	2,251	0,153
Danemark	1,949	0,959	0,990	2,171	1,149	1,022
Hongrie	1,880	1,787	0,083	2,024	1,919	0,106
Portugal	1,741	1,741	0,000	1,719	1,719	0,000
Croatie	1,058	1,052	0,006	1,207	1,192	0,015
Belgique	1,135	1,128	0,007	1,190	1,184	0,006
Lettonie	1,196	1,010	0,185	1,107	0,906	0,201
Lituanie	0,990	0,635	0,355	1,065	0,620	0,445
Grèce	0,927	0,927	0,000	1,010	1,010	0,000
Bulgarie	0,959	0,952	0,007	1,003	0,992	0,011
Estonie	0,654	0,472	0,182	0,692	0,477	0,215
Pays-Bas	0,645	0,620	0,025	0,685	0,653	0,032
Slovénie	0,510	0,491	0,019	0,565	0,538	0,027
Slovaquie	0,481	0,367	0,114	0,564	0,445	0,119
Irlande	0,196	0,196	0,000	0,193	0,193	0,000
Luxembourg	0,059	0,048	0,011	0,058	0,045	0,013
Chypre	0,007	0,007	0,000	0,008	0,008	0,000
Malte	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
Total UE	71,790	62,772	9,019	75,721	66,399	9,322

* Hors charbon. ** Essentiellement réseau de chaleur (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017

5

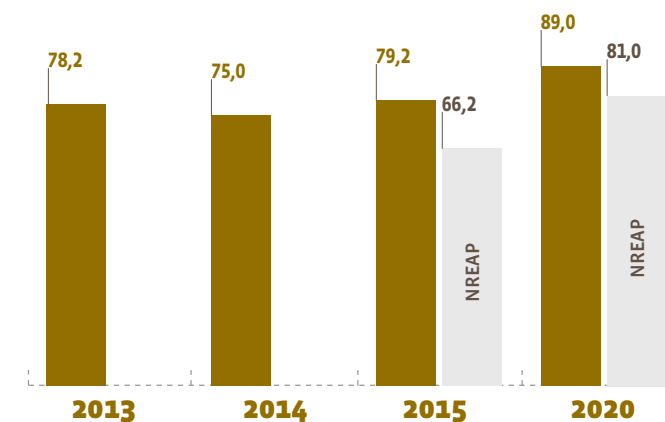
Tendance actuelle de la production d'électricité issue de biomasse solide par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en TWh)



Ces données incluent une estimation de l'électricité renouvelable provenant des unités d'incinération des ordures ménagères. Source : EurObserv'ER 2017

6

Tendance actuelle de la consommation de chaleur issue de biomasse solide par rapport à la feuille de route des Plans d'action nationaux énergies renouvelables (en Mtep)



Ces données incluent une estimation de l'électricité renouvelable provenant des unités d'incinération des ordures ménagères. Source : EurObserv'ER 2017

Le paquet hiver apporte des changements importants dans l'utilisation énergétique de la biomasse solide. La proposition de directive révisée sur les énergies renouvelables renforce les critères actuels de l'Union européenne applicables à la durabilité de la bioénergie et étend leur application à la biomasse et au biogaz utilisés pour la production de chaleur et d'électricité. Parmi les mesures proposées, un nouveau critère de durabilité s'applique à la biomasse forestière utilisée à des fins énergétiques, visant à atténuer le risque de surexploitation sylvicole et à garantir l'application des règles comptables sur le changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF). Les critères de durabilité seront étendus aux grandes installations (d'une puissance égale ou supérieure à 20 MW de production de chaleur et d'électricité biomasse ou biogaz, avec une réduction obligatoire des gaz à effet de serre comparé à l'utilisation de combustibles fossiles de 80 % à partir de 2021 et de 85 % à partir de 2026). Ceci se cumule avec l'exigence que l'électricité soit produite en cogénération de haute efficacité (rendement supérieur à 80 %). Les droits acquis des installations existantes ne sont toutefois pas remis en cause. ■



LE SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

Le solaire thermodynamique regroupe l'ensemble des technologies qui visent à transformer le rayonnement solaire en chaleur de très haute température. Cette énergie thermique peut être utilisée pour produire de l'électricité, par le biais de cycles thermodynamiques, ou pour alimenter un processus industriel nécessitant des niveaux de température élevés (jusqu'à 250 °C). Les systèmes solaires thermodynamiques mettent en œuvre des dispositifs de concentration optique qui valorisent le rayonnement direct du soleil.

Les quatre technologies principales sont les centrales à tour, celles à capteurs paraboliques (Dish Stirling), qui concentrent le rayonnement en un point donné, celles utilisant les collecteurs cylindro-paraboliques, et enfin la technologie CLFR (réflecteurs à miroirs de Fresnel linéaires), qui concentre le rayonnement sur un récepteur linéaire (un tube dans lequel circule un fluide caloporteur).

Un grand intérêt de la filière solaire thermodynamique est sa production de chaleur en amont

de sa conversion en électricité, qui rend possible son association avec d'autres énergies renouvelables (biomasse, déchets), mais également des technologies conventionnelles (gaz naturel, charbon). Un autre atout est la possibilité de stocker l'énergie sous forme de chaleur via divers procédés comme les sels fondus, ce qui permet à ces centrales de fonctionner en dehors des périodes d'ensoleillement et durant le pic de consommation de fin de journée.

NOUVELLE ANNÉE "BLANCHE" POUR LE CSP DANS L'UNION EUROPÉENNE

Malgré ces avantages, la filière ne progresse pas en Europe. Selon EurObserv'ER, le compteur de la puissance solaire thermodynamique de l'Union européenne est resté bloqué en 2015 à 2 313,7 MW (incluant les projets prototypes). Selon Eurostat, la puissance officiellement recensée est stable depuis 2013, soit 2 302 MW (2 300 MW en Espagne et 2 MW en Allemagne).

L'Espagne reste pour l'instant le seul pays à avoir développé



une filière commerciale dans ce domaine. Pourtant, depuis 2013, aucune puissance additionnelle n'a été ajoutée et aucun nouveau projet n'a été annoncé. Une ouverture apparaît toutefois possible pour de nouvelles réalisations avant 2020. Fin décembre 2016, le gouvernement a annoncé travailler sur un appel d'offres de 3 000 MW, tous types d'EnR confondus, visant à atteindre son objectif européen de 20 % de consommation d'énergie finale renouvelable d'ici 2020 (contre 16,8 % en 2015). Les centrales thermodynamiques espagnoles tiennent pourtant toutes leurs promesses du point de vue technologique. Elles ont affiché un nouveau record de production en 2015, soit 5 593 GWh contre 5 455 GWh en 2014 (+ 2,5 %), ce qui correspond à un peu plus de 2 % de la demande nationale en électricité.

À l'instar de l'Espagne, l'Italie n'a pas connecté de nouvelles centrales solaires thermodynamiques en 2015. Le lancement de




1

Centrales solaires héliothermodynamiques en service à la fin de l'année 2015

Projets	Technologies	Capacité (MW)	Mise en service
Espagne			
Planta Solar 10	Solaire à tour	10	2006
Andasol 1	Cylindro-parabolique	50	2008
Planta Solar 20	Solaire à tour	20	2009
Ibersol Ciudad Real (Puertollano)	Cylindro-parabolique	50	2009
Puerto Errado 1 (prototype)	Cylindro-parabolique	1.4	2009
Alvarado I La Risca	Cylindro-parabolique	50	2009
Andasol 2	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol 1	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol 2	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 3	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 4	Cylindro-parabolique	50	2010
La Florida	Cylindro-parabolique	50	2010
Majadas	Cylindro-parabolique	50	2010
La Dehesa	Cylindro-parabolique	50	2010
Palma del Río II	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 2	Cylindro-parabolique	50	2011
Gemasolar	Solaire à tour	20	2011
Palma del Río I	Cylindro-parabolique	50	2011
Lebrija 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Andasol 3	Cylindro-parabolique	50	2011
Helioenergy 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Astexol II	Cylindro-parabolique	50	2011
Arcosol 50	Cylindro-parabolique	50	2011
Termesol 50	Cylindro-parabolique	50	2011
Aste 1A	Cylindro-parabolique	50	2012
Aste 1B	Cylindro-parabolique	50	2012
Helioenergy 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Puerto Errado II	Miroir de Fresnel	30	2012
Solacor 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Solacor 2	Cylindro-parabolique	50	2012

Suite du tableau 1

Helios 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Moron	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 3	Cylindro-parabolique	50	2012
Guzman	Cylindro-parabolique	50	2012
La Africana	Cylindro-parabolique	50	2012
Olivenza 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Helios 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Orellana	Cylindro-parabolique	50	2012
Extresol 3	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Termosolar Borges	Cylindro-parabolique + HB*	22.5	2012
Termosol 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Termosol 2	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Casablanca	Cylindro-parabolique	50	2013
Enerstar	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 6	Cylindro-parabolique	50	2013
Arenales	Cylindro-parabolique	50	2013
Total Espagne		2303,9	
Italie			
Archimede (prototype)	Cylindro-parabolique	5	2010
Archimede-Chiyoda Molten Salt Test Loop	Cylindro-parabolique	0,35	2013
Freesun	Miroir de Fresnel	1	2013
Zasoli	Miroir de Fresnel + HB	0,2	2014
Rende	Miroir de Fresnel + HB	1	2014
Total Italie		7,55	
Allemagne			
Jülich	Solaire à tour	1,5	2010
Total Allemagne		1,5	
France			
La Seyne sur mer (prototype)	Miroir de Fresnel	0,5	2010
Augustin Fresnel 1 (prototype)	Miroir de Fresnel	0,25	2011
Total France		0,75	
Total EU		2313,7	

 Centrales solaires cylindro-paraboliques, centrales solaires à tour, paraboles solaires, collecteurs linéaires de Fresnel.
 * HB (biomasse hybride). Source : EurObserv'ER 2016



la construction de nouveaux projets a pris du retard, notamment en raison de conditions de rémunération jugées insuffisantes par les développeurs. Selon l'ANEST (Association italienne de l'énergie solaire thermodynamique), le dernier décret ministériel publié le 29 juin 2016 encadrant les aides pour les centrales renouvelables (hors photovoltaïque) a été plutôt positif pour les installations solaires thermodynamiques de puissance inférieure à 5 MW, mais n'a pas été probant pour les centrales de moyenne puissance. Le GSE (Gestore dei Servizi Energetici) a en effet publié fin novembre 2016 la liste des huit projets lauréats de moins de 5 MW (puissance cumulée de 20 MW) ayant fait l'objet d'un enregistrement ouvrant la possibilité d'une aide à la production. Par contre, aucun projet de plus de 5 MW dépendant de la procédure d'appel d'offres du GSE n'a été publié. L'ANEST estime encore possible qu'un nouveau décret soit publié en 2017, susceptible de prévoir le financement des installations de taille moyenne et espère qu'il pourrait se traduire par la construction de plusieurs centrales avant la fin de l'année 2017. Selon l'ANEST, une quinzaine de projets disposeraient d'autorisations de construction, soit une puissance de 259,4 MW, parmi lesquels Lentini (55 MW, cylindro-parabolique), Flumini Mannu (55 MW, cylindro-parabolique), Gonnosfanadiga (55 MW, cylindro-parabolique), Solecaldo (41 MW, Fresnel), Reflex Solar Power (12,5 MW, cylindro-parabolique), CSP San Quirico (10,8 MW, cylindro-parabolique hybride) et San Severo (10 MW, centrale à tour).

En France, les deux premiers projets de centrales acceptés dans le cadre du 1^{er} appel d'offres (CRE 1) de 2012, et dont les mises en service étaient prévues pour 2015, ont connu des fortunes diverses. La société Solar Euromed qui portait le projet Alba Nova 1 (12 MW) a été placée en liquidation judiciaire le 6 septembre 2016, ce qui conditionne la réalisation du projet à une hypothétique cession d'actif. Par contre, la société SUNCNIM (filiale du groupe CNIM et de Bpifrance), qui porte le projet de Llo dans les Pyrénées-Orientales (9 MW), a enfin pu démarrer les travaux de construction fin décembre 2016, avec une mise en service prévue pour février 2018. Cette centrale de 9 MW disposera de 4 heures de stockage thermique à pleine charge. Les acteurs de la filière espèrent que la concrétisation de ce projet permettra de lancer un nouvel appel d'offres. La filière avait l'an dernier affiché son incompréhension en constatant que la nouvelle PPE (Programmation pluriannuelle de l'énergie) d'octobre 2016 ne comportait aucun objectif pour la filière solaire thermodynamique alors que les objectifs précédents visaient 540 MW pour fin 2020.

À Chypre, un unique projet, financé dans le cadre du Fonds européen NER 300, est toujours en construction. Il s'agit des petites centrales à tour Eos (25 MW), disposant d'un système de stockage au graphite. En Grèce, deux projets ont été approuvés dans le cadre de ce fonds. Il s'agit de Minos (centrale à tour de 50 MW) en Crète, et le projet Maximus (capteurs paraboliques, 75 MW) sur le continent.

Mais actuellement, seul le projet Minos fait l'objet d'une activité de promotion.

L'AVANTAGE À TERME DU STOCKAGE DE L'HÉLIO-THERMODYNAMIQUE

À l'horizon 2020, les Plans d'action nationaux énergies renouvelables définis dans le cadre de la directive européenne prévoient une puissance de 6 765 MW dans l'UE (4 800 en Espagne, 600 en Italie, 540 en France, 500 au Portugal, 250 en Grèce et 75 à Chypre) équivalant à une production de 20 TWh. D'évidence, ces objectifs sont hors de portée pour 2020, les pays les plus concernés ayant fait le choix de limiter l'impact financier lié au développement de cette nouvelle filière en stoppant ou réduisant l'ampleur de leur programme, préférant focaliser leurs efforts sur des technologies renouvelables plus matures en termes de coûts.

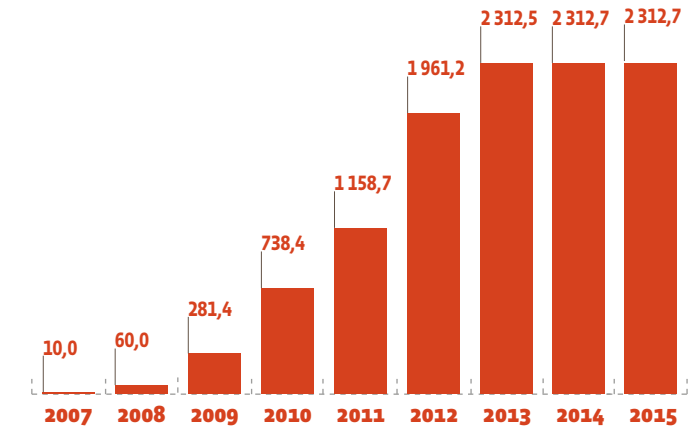
Les acteurs du secteur comme Estela, l'association européenne de la filière thermodynamique, font pourtant valoir qu'un développement sur le sol européen a démontré toute son efficacité, comme l'indiquent les résultats observés en Espagne. Ils mettent également en avant les capacités de stockage de la filière qui permettent de s'exonérer des problèmes de gestion du réseau. Ce point est crucial selon eux. En effet, d'après Estela, la production d'électricité variable en Europe (issue du photovoltaïque et de l'éolien) reste jusqu'à présent gérable par le réseau, en raison des interconnexions qui per-

mettent d'exporter la production excédentaire vers les systèmes voisins. Selon elle, les problèmes de gestion commenceront à se poser quand la part de la production variable excédera 30 %, avec à la clef de nouvelles problématiques pour le développement de ces filières : perte ou stockage de l'électricité excédentaire, coûts associés. Estela juge également que cette intégration massive posera à terme des problèmes de rentabilité des investissements renouvelables quand la production, sur certaines périodes, ne s'adossera plus à la demande.

Il est donc essentiel pour l'association européenne de mener de grands programmes de déploiements de centrales héliothermodynamiques sur le sol européen, étape indispensable à la baisse des coûts de production. Ce déploiement est également jugé important pour maintenir le leadership, de plus en plus fragilisé, des acteurs européens sur le marché mondial. Enfin, un dernier axe est mis en avant, celui du développement de mécanismes de coopération entre pays européens permettant d'assurer la mobilité de l'électricité solaire thermique issue des meilleurs sites de production et des principales régions de consommation. ■

2

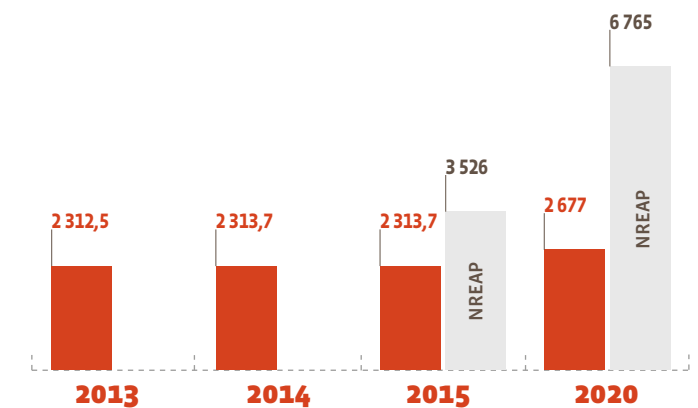
Évolution de la puissance héliothermodynamique installée dans l'Union européenne (en MW)



Source : EurObserv'ER 2017

3

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



Source : EurObserv'ER 2017



LES ÉNERGIES OCÉANIQUES



DENS

Énergie des marées (marémotrice), des courants (hydrolienne), des vagues (houlo-motrice), tirée de la différence de température (thermique) ou de salinité entre deux eaux, etc. : les mers et les océans ont mille vertus. L'Europe en sait quelque chose. Avec ses kilomètres de côtes continentales et ultrarégionales, elle est le leader de l'exploitation des énergies océaniques. La filière en est seulement à ses débuts, mais elle commence à se structurer et à voir ses efforts récompensés.

2016 a en effet représenté une année charnière pour le secteur, avec la publication en novembre de deux rapports capitaux. Le premier émane de La Plateforme européenne pour la technologie et l'innovation dans l'énergie des océans (TP Ocean), organisme consultatif auprès de la Commission européenne. Il s'agit d'un agenda stratégique de recherche pour l'énergie océanique (SRA) qui priorise les axes de recherche et constitue la principale contribution de l'industrie aux programmes de recherche européens

et nationaux. Le forum sur l'énergie océanique a, de son côté, remis à la Commission sa feuille de route pour l'exploitation des énergies océaniques. Fruit des travaux menés par une centaine d'experts pendant deux ans, elle constitue un ambitieux plan pour développer l'énergie océanique en Europe, de la phase initiale de recherche et développement au déploiement industriel final.

En parallèle, les programmes de financement se poursuivent, s'appuyant sur les recommandations de ces rapports. Pour la période 2017-2021, on peut souligner le nouveau lancement de MARINET, dans le cadre du programme Horizon 2020 de la Commission européenne. Il donne la possibilité à des entreprises et groupes de recherche d'accéder gratuitement à 57 sites d'essais dans 13 pays européens. L'énergie des vagues est également à l'honneur, via le programme d'expérimentation en mer de systèmes houlomoteurs (OPERA), doté de 5,7 millions d'euros par Horizon 2020 avec pour but de réduire les coûts de 50 %.

L'année 2016 a également été une année importante pour la concrétisation des projets en mer, même si l'énergie marémotrice est toujours la seule exploitée commercialement, grâce au barrage de la Rance (Ille-et-Vilaine) installé en 1966 en France dans l'estuaire du fleuve. D'une puissance de 240 MW, il demeure le seul existant en Europe, car de tels systèmes se heurtent à un manque d'acceptation sociale et environnementale. Toutefois, d'autres technologies sont à l'étude. Il s'agit essentiellement de projets de lagons artificiels installés à l'écart des estuaires. Porté par la société Tidal Lagoon Power, un prototype de centrale marémotrice de 320 MW devait commencer sa construction en 2016 dans la baie de Swansea, mais le démarrage des travaux a été repoussé à 2018 au plus tôt.

En phase de recherche et développement, les autres énergies océaniques sont testées en mer essentiellement via des projets pilotes à petite échelle. De nom-





breux parcs hydroliens et houlomoteurs d'ampleur commerciale sont cependant en passe de se concrétiser. Le Royaume-Uni, qui possède 50 % des ressources hydroliennes européennes et 35 % des ressources houlomotrices, est le pays le plus avancé sur ces deux énergies, grâce notamment aux expérimentations menées au Centre européen de l'énergie marine (EMEC) en Écosse depuis plus de dix ans. Les eaux de l'île de Stroma ont, quant à elles, accueilli en 2016 les premières hydroliennes du projet pharaonique Meygen de 398 MW de l'australien Atlantis Resources Corporation. La première tranche de 6 MW a été bouclée début 2017. Pour la deuxième, d'une même puissance et qui devrait être exploitée commercialement, Atlantis Resources a obtenu une subvention de 20,3 millions d'euros auprès de la Commission européenne.

La France est très impliquée dans le développement des énergies océaniques. Les projets entamés sur ses côtes ont cependant connu quelques revers. Dans le passage du Fromveur, vers l'île d'Ouessant, l'hydrolienne de 1 MW de la société Sabella, raccordée au réseau en juin 2015, est actuellement en maintenance. Elle devrait être remise à l'eau au printemps 2017. Engie a quitté le projet pour se consacrer à celui de Raz Blanchard de 5,6 MW, mais General Electric a stoppé le développement de sa turbine.

Sur le site expérimental d'EDF Énergies Nouvelles de Paimpol-Bréhat, deux prototypes de 2 MW, installés en 2016 par la filiale de DCNS OpenHydro, ont connu des

problèmes techniques et ont été remontés. La mise en service a été reportée à fin 2017. Le site devrait accueillir sur la même période une hydrolienne marine de 1 MW, installée par HydroQuest et CMN (Constructions mécaniques de Normandie) dans le cadre d'un accord avec EDF. Le projet a été retenu suite à l'appel à projets "Énergies renouvelables en mer et fermes pilotes hydroliennes fluviales", financé par l'État dans le cadre du PIA (programme d'investissements d'avenir). L'hydrolien fluvial progresse de son côté, grâce à l'implantation de plusieurs prototypes et au développement en cours de fermes de plus grande importance.

Le Portugal dispose également de sites intéressants pour l'exploitation des océans. Le pays est l'un des premiers à avoir accueilli dans ses eaux un système d'exploitation des vagues, le Pico OWC. La compagnie finlandaise AW-Energy a également choisi les côtes portugaises pour tester son système houlomoteur WaveRoller depuis 2007. Un prototype de 350 kW devrait être installé prochainement au large de Peniche.

L'Irlande possède elle aussi des ressources importantes et a développé trois centres de test pour les énergies océaniques. Au Pays basque espagnol, un premier système houlomoteur, le MARMOK-A-5 d'Oceantec, a été installé et connecté au réseau, sur la Plateforme de test en pleine mer de la baie de Biscay (Bimep). Tocado Tidal Turbines poursuit quant à lui le déploiement de ses hydroliennes dans les eaux des Pays-Bas. Le pays soutient également

de longue date les technologies osmotiques. En Suède, CorPower Ocean a reçu une subvention de 4 millions d'euros de la Commission européenne pour financer son projet WaveBoost, un programme d'innovation de trois ans visant à améliorer les convertisseurs d'énergie des vagues.

De nombreux pays européens ont maintenant inclus l'énergie océanique dans leur Plan d'action national en matière d'énergies renouvelables, assurant aux industriels un marché d'avenir. Actuellement dans le monde, 45 % des sociétés investies dans le houlomoteur et 50 % de celles impliquées dans l'hydrolien sont ainsi européennes. Selon la feuille de route du Forum, l'énergie océanique pourrait satisfaire jusqu'à 10 % de la demande d'électricité dans l'Union européenne d'ici à 2050, ce qui correspondrait à une réduction des émissions de CO₂ de 276 millions de tonnes par an.

Une bonne nouvelle pour l'environnement, et également pour l'économie puisque le marché mondial de l'énergie océanique pourrait représenter à terme 50 milliards d'euros par an, générant de la création d'emplois dans l'industrie énergétique ainsi que dans tous les secteurs de services connexes. Si la filière progresse pour l'instant lentement, l'expérience acquise dans l'éolien en mer montre l'importance de la phase pré-commerciale, en amont d'un développement rapide du secteur. ■

Liste des centrales utilisant l'énergie des océans fin 2016 dans les pays de l'Union européenne

Projets	Capacité (MW)	Mise en service	États
Royaume-Uni			
Limpet	0,5	2000	Connecté
Open Center Turbine	0,25	2006	Connecté
SeaGen	1,2	2008	Connecté
Wello Oy-Penguin	0,6	2012	Connecté
Nova 30	0,03	2014	Connecté
Minesto-Deep GreenOcean	0,3	2013	Connecté
WaveNET Series-6	0,022	2014	En test
Scotrenewables Tidal Power	2	2016	Connecté
Nova 100	0,3	2016	Connecté
Andritz TTG#1/Meygen	1,5*	2016	Connecté
Total Royaume-Uni	6,7		
Portugal			
OWC Pico	0,4	2004	Connecté
Total Portugal	0,4		
France			
Barrage de La Rance	240	1966	Connecté
Hydro Gen 2	0,02	2010	En test
HydroQuest River 1.40	0,04	2014	Connecté
Hydrotube Énergie H3	0,02	2015	En test
Bertin Technologies	0,018	2016	Connecté
Total France	240,1		
Espagne			
Mutriku OWC – Voith Wavegen	0,3	2011	Connecté
Oceantec WEK MARMOK-A-5	0,03	2016	Connecté
Total Espagne	0,3		
Italie			
R115	0,1	2015	Connecté
H24	0,05	2015	Connecté
Total Italie	0,15		
Pays-Bas			
Friesland/Afsluitdijk	0,05	2015	Connecté
Afsluitdijk tidal barrage Tocado T1	0,3	2015	Connecté
Easten Scheldt Tocado T2	1,25	2015	Connecté
Texel Island Tocado T2	0,25	2016	Connecté
Total Pays-Bas	1,85		
Suède			
Lysekil	0,018	2005	En test
Seabased	1	2016	Connecté
Total Suède	1		
Total UE	250,5		

* 4,5 MW début 2017 (2 turbines). Source : EurObserv'ER 2017



INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE PARC DE BÂTIMENTS ET L'INFRASTRUCTURE URBAINE

Le chauffage et le refroidissement sont aujourd'hui essentiellement assurés par des technologies sur site, intégrées aux bâtiments. Pour une décarbonisation accrue du secteur du chauffage, en particulier dans les zones fortement peuplées, l'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux de chauffage urbain va gagner en importance. Les indicateurs relatifs à l'intégration des énergies renouvelables dans le parc de bâtiments et l'infrastructure urbaine visent à présenter la situation et la dynamique du déploiement des EnR à cet égard. La part de consommation des EnR dans le parc de bâtiments illustre la situation actuelle dans ce domaine. EurObserv'ER a pour objectif de fournir des indicateurs distincts, pour les EnR dans le bâtiment et dans le chauffage urbain, lors des prochaines éditions de ce

rapport. Ces éléments sont regroupés dans le présent rapport.

Les énergies renouvelables intégrées aux bâtiments ou à l'infrastructure urbaine comprennent différentes technologies mises en œuvre pour fournir chauffage, refroidissement et électricité. Les technologies décentralisées dans le bâtiment sont, notamment, les pompes à chaleur, les chaudières biomasse et les capteurs solaires thermiques. L'infrastructure urbaine pertinente pour l'intégration des EnR comprend principalement les installations de chauffage urbain, y compris les centrales de cogénération biomasse et les installations produisant uniquement de la chaleur, les applications innovantes telles que les champs de capteurs solaires thermiques et les grandes pompes à chaleur, ainsi que la chaleur résiduelle des stations d'épuration.

Approche méthodologique

La part de la consommation d'énergie renouvelable dans le parc de bâtiments illustre l'importance des différentes sources d'énergie renouvelable dans ce secteur. C'est le quotient de la demande en énergie renouvelable finale pour le chauffage et le refroidissement sur l'ensemble de la demande en énergie finale dans le bâtiment, en excluant l'électricité. L'électricité n'est pas prise en compte dans la

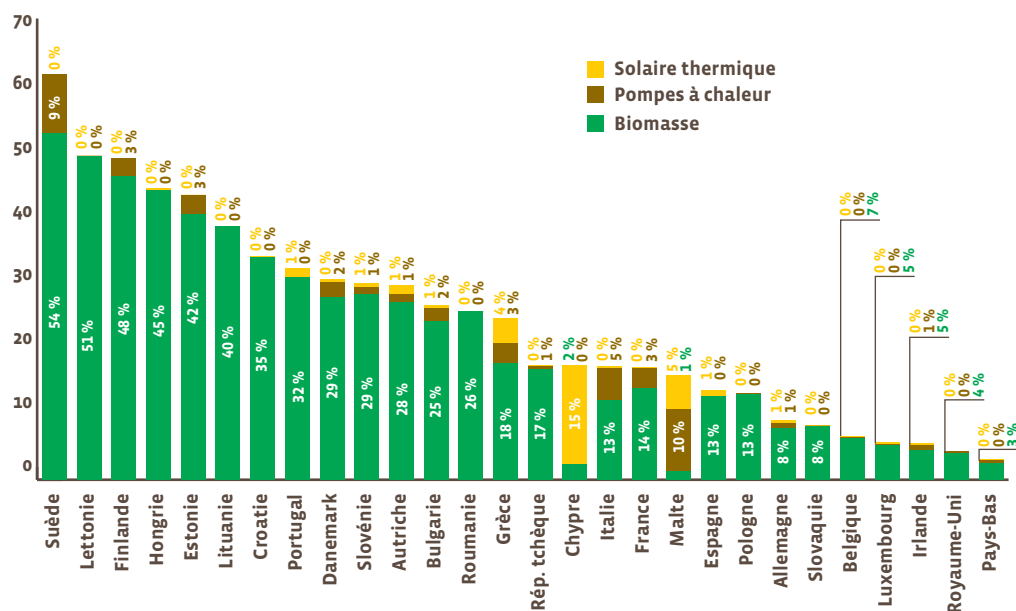
demande en énergie finale, car elle ne l'est pas non plus dans la demande en énergie renouvelable pour le chauffage et le refroidissement.

Une description plus détaillée de l'approche méthodologique d'Eurostat est consultable sur le lien suivant : <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>. Cet indicateur est consultable sur : www.eurobserv-er.org

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

1

Part d'énergie renouvelable pour le chauffage et le refroidissement en 2014



Source : EurObserv'ER 2016, basé partiellement sur EUROSTAT

La figure 1 présente la part d'énergie renouvelable pour le chauffage et le refroidissement qui est, essentiellement, l'indicateur combiné de l'intégration des sources d'énergie renouvelable dans le bâtiment et dans l'infrastructure urbaine.

La biomasse est toujours la principale source d'énergie renouvelable pour le chauffage et le refroidissement dans la plupart des pays. Les pays enregistrant une part élevée de renouvelable dans ce secteur ont une longue

tradition en matière d'utilisation de la biomasse, comme, par exemple, les pays scandinaves et baltes. La biomasse y est principalement utilisée dans les poêles ou les chaudières des bâtiments.

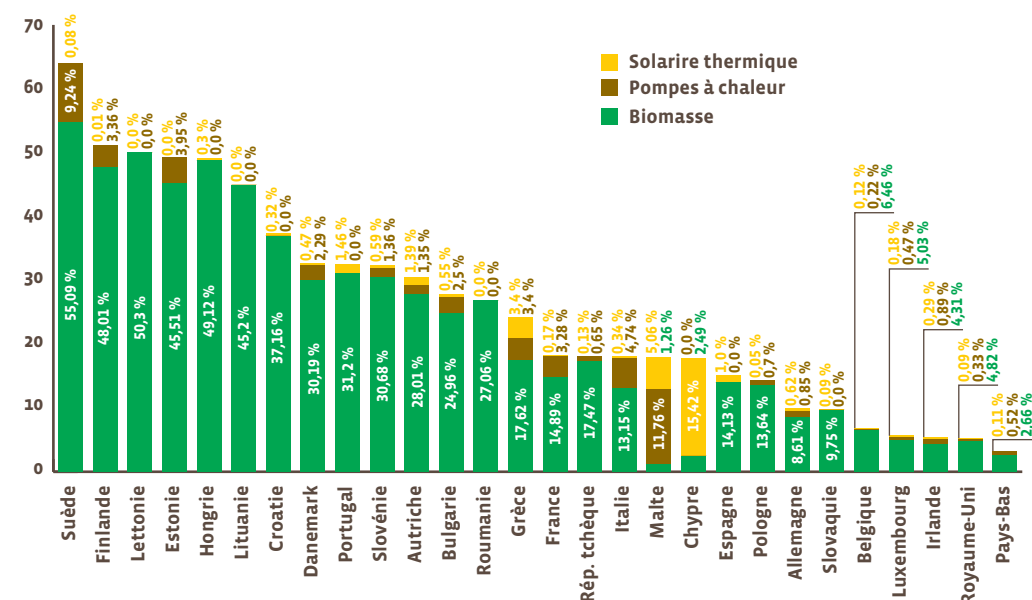
Le Danemark, la Suède, l'Estonie et la Lituanie déploient déjà la biomasse dans le chauffage urbain à hauteur de 12 à 18 % de la demande en énergie finale, pour le chauffage et le refroidissement. La part du solaire thermique est inférieure à 1 % dans la plupart des pays. C'est Malte qui détient

le pourcentage le plus élevé, avec 5 %, suivi de l'Autriche et du Portugal, tous deux affichant une part de 1,4 %. Les pompes à chaleur représentent une part légèrement supérieure à celle du solaire thermique : 3 à 5 % en Italie, en France et en Estonie.

Il est important de noter que certains bureaux statistiques basent en grande partie leurs calculs d'utilisation de l'aérothermie sur les pompes à chaleur aérothermiques réversibles installées, celles-ci n'étant habituellement

2

Part d'énergie renouvelable pour le chauffage et le refroidissement en 2015



Source : EurObserv'ER 2016, basé partiellement sur EUROSTAT

pas prises en compte par d'autres États membres. Cela peut expliquer, dans une certaine mesure, les parts élevées de la France et de l'Italie. ■

L'UNION EUROPÉENNE SUR LA BONNE TRAJECTOIRE

En 2014, la consommation d'énergie de l'Union européenne avait fortement chuté en raison de conditions climatiques atypiques. Les températures anormalement chaudes durant la saison hivernale avaient fortement réduit les besoins de chaleur pour une large partie de l'Europe. L'année 2015 est restée globalement très chaude sur le continent, mais certains pays ont connu un hiver moins doux (notamment l'Allemagne et la France), ce qui s'est traduit par un léger rebond de la consommation de chauffage, élevant la consommation totale d'énergie. Ainsi, la consommation brute d'énergie finale, telle que calculée dans l'optique des objectifs de l'Union européenne pour 2020, a augmenté de 2,2 % entre 2014 et 2015 (de 1 097,7 Mtep à 1 121,4 Mtep), après avoir connu une baisse exceptionnelle de 4,2 % entre 2013 et 2014. Cette augmentation est également à mettre en lien avec une légère relance de l'activité économique de l'UE à 28. La croissance du PIB réel s'est établie selon Eurostat à 2,2 %, soit une hausse 0,6 point par rapport à 2014. Cependant, le niveau de consommation énergétique enregistré pour l'année 2015 est resté bas, puisqu'il est le deuxième plus faible observé au cours des douze dernières années. Il est inférieur de plus de 100 Mtep à ceux observés entre 2004 et 2008, années postérieures à la crise financière et bancaire.

IMPACT SIGNIFICATIF DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

Si les conditions climatiques particulièrement clémentes ont une nouvelle fois limité l'expansion de

la consommation énergétique, elles ont également fortement impacté la production hydroélectrique et éolienne, avec des effets inversés selon les différentes régions. Les données les plus récentes sur la production d'électricité renouvelable réelle (mises à jour en février par Eurostat), c'est-à-dire non normalisée pour l'éolien et l'hydraulique, indiquent une augmentation de 4 % entre 2014 et 2015, soit une production totale d'électricité de 935,8 TWh (graphique 1). Cette croissance est un peu plus faible que celle observée entre 2013 et 2014 (+ 5 %, avec 899,8 TWh en 2014), mais reste significative, avec un gain de 36 TWh à l'échelle de l'UE.

L'augmentation de la production aurait pu être bien plus importante sans le déficit pluviométrique particulièrement important qui a touché certains pays du sud de l'Europe (Italie, Espagne, Portugal), mais également la France et Autriche. Ce phénomène a été partiellement compensé par des gains tout aussi significatifs dans les pays du nord de l'Europe (Suède et Finlande), ainsi qu'en Grèce et en Bulgarie. Cependant, à l'échelle de l'Union européenne, c'est un déficit hydroélectrique qui marque la filière, avec une baisse de 9 % (- 33,9 TWh par rapport à 2014), soit un total de 341,1 TWh en 2015. Ce recul a affecté la part de l'hydraulique dans le total de la production d'électricité renouvelable, qui passe à 36,4 % en 2015 contre 41,7 % en 2014.

Les conditions météorologiques ont également eu un impact sur la production d'électricité éolienne, avec cette fois des conditions particulièrement

favorables dans la plupart des régions européennes (Europe du Nord, îles britanniques, France, Allemagne et Europe centrale), à l'exception de la zone comprenant la péninsule ibérique (Espagne, Portugal) et l'Italie. À l'échelle de l'UE, la balance est cette fois nettement positive, avec une croissance de 19,3 % (+ 48,8 TWh), soit une production de 301,9 TWh. La part de cette filière se trouve de ce fait confortée dans le mix renouvelable, avec 32,3 % en 2015 contre 28,1 % en 2014. Cette croissance importante, si elle a été aidée par les conditions météorologiques, s'explique aussi par une augmentation continue du nombre de connexions de nouveaux parcs terrestres (+ 12 382 MW dans l'UE en 2015), mais aussi offshore, avec 3 012 MW de puissance supplémentaire raccordée en mer du Nord, en mer Baltique et en mer d'Irlande. L'année 2016 s'annonce cependant beaucoup moins prolifique. Les premières estimations indiquent des baisses de production pour les pays d'Europe du Nord : Royaume-Uni, Irlande, ainsi que l'Allemagne et la France, ce qui pourrait se traduire par un recul de la production à l'échelle de l'Union européenne.

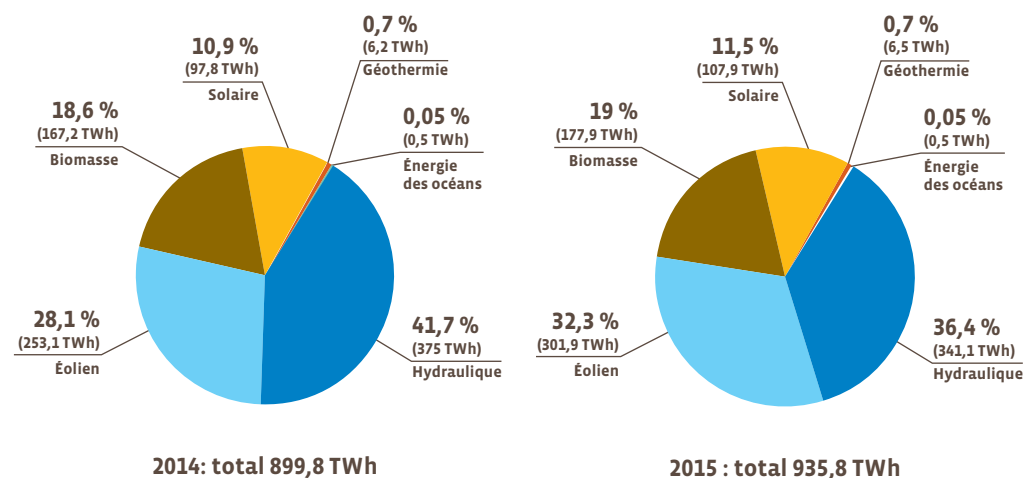
Moins sujette aux variations climatiques, la contribution de l'électricité solaire est restée significative, en lien avec une forte augmentation de la puissance photovoltaïque installée (+ 8 042 MW en 2015 pour un parc européen de 94 864 MW). La puissance des centrales héliothermodynamiques n'a en revanche pas évolué en 2015 et se concentre toujours en Espagne (2 302 MW). Dans son ensemble, la production d'électricité solaire a augmenté de 10,4 % entre 2014 et 2015

(+ 10,1 TWh), soit une production de 107,9 TWh, ce qui permet au solaire d'atteindre une part de 11,5 % de la production d'électricité renouvelable (10,9 % en 2014).

Concernant l'énergie biomasse dans son ensemble, sa production d'électricité a atteint pour 2015 le chiffre de 177,9 TWh. Si on compare ses performances avec celles de la production d'électricité d'origine solaire, on observe que la biomasse a enregistré un taux de croissance annuel moindre (+ 6,4 % contre + 10,4 %), mais que l'augmentation de sa production a été légèrement supérieure à celle du solaire (+ 10,7 TWh), du fait d'un niveau de développement plus important de la biomasse. Si on détaille les résultats des différentes filières biomasse, on trouve par ordre d'importance : l'électricité biomasse solide qui, portée par la conversion de centrales à charbon britanniques, gagne 5,8 TWh (+ 6,9 %), la filière biogaz qui progresse de 3 TWh (+ 5,3 %), les déchets urbains renouvelables (+ 1,1 TWh, + 5,8 %) et la biomasse liquide qui augmente sa production de 664 GWh (+ 13,7 %). La biomasse dans son ensemble représente désormais 19 % du total renouvelable de la production électrique, soit un peu plus qu'en 2014 (18,6 %). La géothermie contribue, quant à elle, à hauteur de 304 GWh supplémentaires (+ 4,9 %) et la production d'électricité des énergies marines renouvelables, essentiellement représentée par celle de l'usine marémotrice de la Rance en France, gagne 6 GWh en 2015. Au final, la part réelle des énergies renouvelables (c'est-à-dire non normalisées pour l'éolien et l'hydrau-

1

Part de chaque énergie dans la production d'électricité renouvelable de l'Union européenne à 28 (en %)



Note : Productions hydraulique et éolienne réelles (non normalisées). Source : EurObserv'ER 2017

lique) dans la production brute d'électricité totale de l'Union européenne passe de 28,2 % en 2014 à 28,9 % en 2015 (+ 0,7 point de pourcentage). Cette augmentation s'effectue dans un contexte de hausse de la production totale (de 3 190,8 TWh en 2014 à 3 234,3 TWh en 2015), mettant fin à une baisse continue de la production amorcée en 2011 (3 666,1 TWh en 2010).

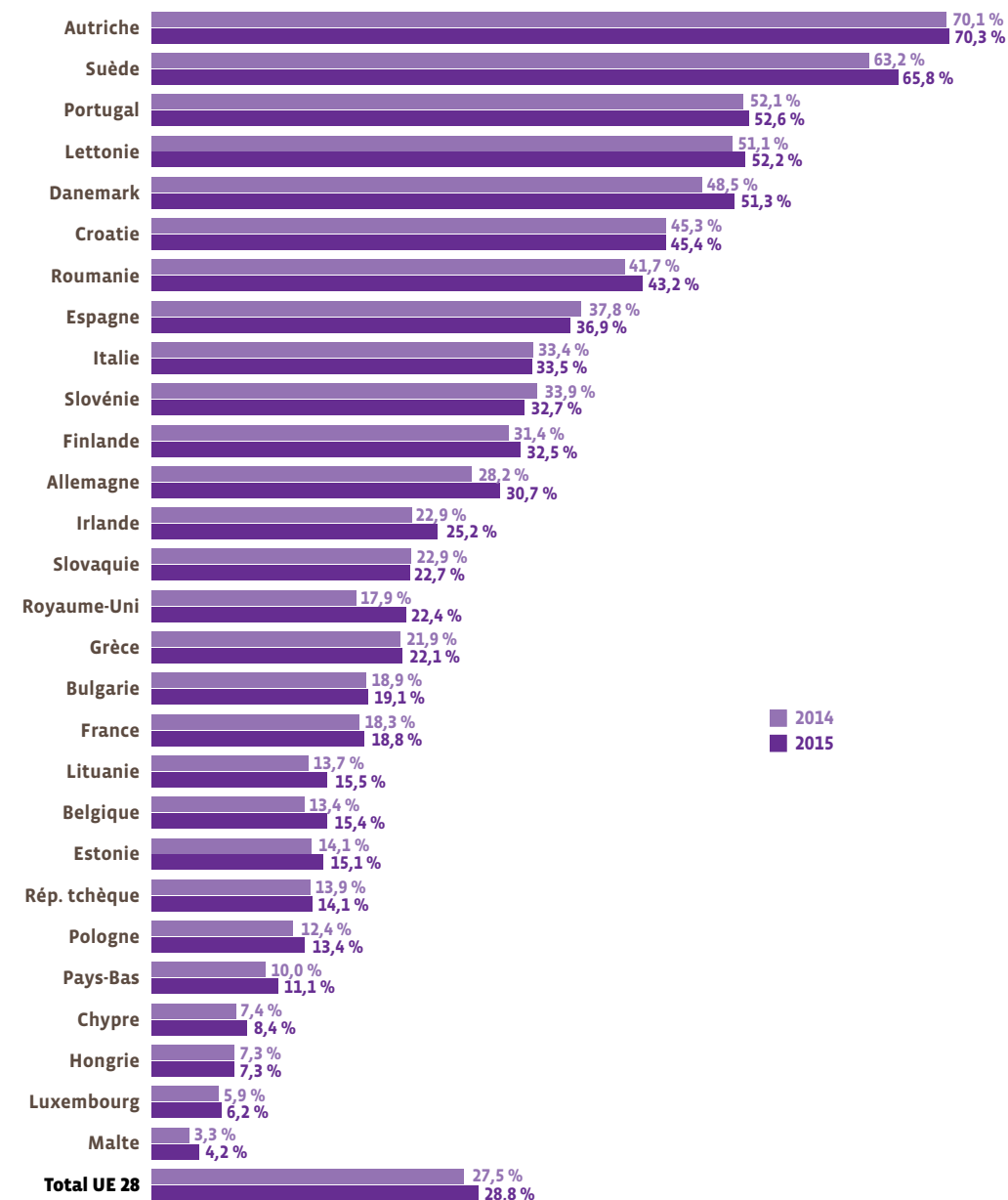
L'indicateur de suivi de la production d'électricité utilisé pour le calcul de l'objectif de la directive énergie renouvelable (2009/28/CE) est différent, car il prend en compte une production normalisée pour l'hydraulique et l'éolien (formule de normalisation définie dans l'annexe II), afin de gommer les aléas climatiques et de donner un indicateur plus représentatif des efforts réalisés par chaque État membre. La production normalisée de l'hydraulique ainsi retenue a été de 349,5 TWh en 2015 (348,6 TWh en 2014) et celle de l'éolien a été de 284,8 TWh (251,6 TWh en 2014). La production totale d'électricité renouvelable prise en compte atteint ainsi 927,2 TWh en 2015 (871,9 TWh en 2014). La production totale d'électricité (conventionnelle et renouvelable) actualisée avec les productions normalisées éolienne et hydraulique, atteint 3 218,5 TWh en 2015 contre 3 174,8 TWh en 2014. La

part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité augmente ainsi plus nettement, passant de 27,5 % en 2014 à 28,8 % en 2015 (+ 1,3 point de pourcentage). En prenant 2004 comme année de référence (14,3 %), la part de l'électricité renouvelable (normalisée) a ainsi été multipliée par deux. Son évolution sur la période 2004-2015 a été particulièrement remarquable pour certains pays, avec + 27,6 points de pourcentage au Danemark, + 21,3 points en Allemagne, 19,2 points en Irlande, + 18,8 points au Royaume-Uni et + 18,2 points en Roumanie. Les contributions les plus faibles sont à mettre à l'actif de la Hongrie (+ 5,1 points), de la France (+ 5 points), de Malte (+ 4,2 points), de la Slovaquie (+ 3,5 points) et du Luxembourg (+ 3,4 points).

Le graphique 2 montre que la part de l'électricité renouvelable peut être extrêmement variable selon le potentiel et la politique énergie renouvelable des États membres. La production renouvelable est majoritaire dans les cinq premiers pays du classement : Autriche (70,3 % en 2015), Suède (65,8 %), Portugal (52,6 %), Lettonie (52,2 %) et Danemark (51,3 %). Elle

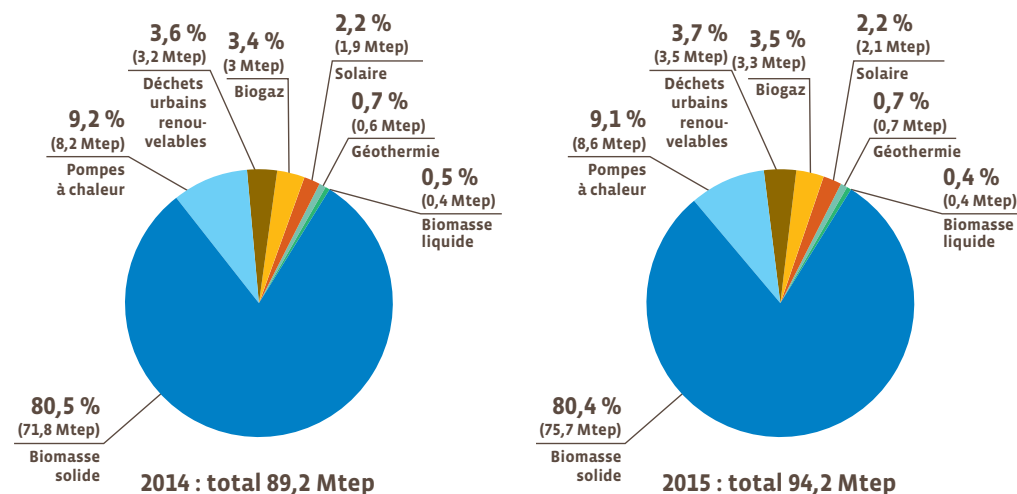
2

Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité des pays de l'Union européenne en 2014 et en 2015



Note de calcul : La production hydraulique est normalisée et exclut le pompage. La production éolienne est également normalisée. Le solaire inclut le photovoltaïque et le solaire thermodynamique. Toutes les autres énergies renouvelables comprennent la production d'électricité à partir de biocombustibles gazeux et liquides, de déchets municipaux renouvelables, de géothermie et de marée, de vagues et d'océans. Source : SHARES 2015, publié le 14 mars 2017

Part de chaque énergie dans la consommation de chaleur et de rafraîchissement renouvelable de l'Union européenne à 28 (en %)



Source : EurObserv'ER 2017

reste en revanche inférieure à 10 % dans quatre autres pays : Chypre, Hongrie, Luxembourg et Malte.

LA CHALEUR RENOUVELABLE RETROUVE LE CHEMIN DE LA CROISSANCE

Pour la chaleur, le contexte est assez proche de celui de l'électricité. La consommation de chaleur renouvelable évolue à la fois selon les investissements réalisés dans les capacités de production, qui permettent aux énergies renouvelables de se substituer directement aux combustibles fossiles, mais aussi selon les besoins de chauffage. À l'instar de l'électricité, la consommation de chaleur renouvelable est également sensible aux variations climatiques, car elle dépend en grande partie de la consommation de bois énergie pour les besoins en chauffage des ménages.

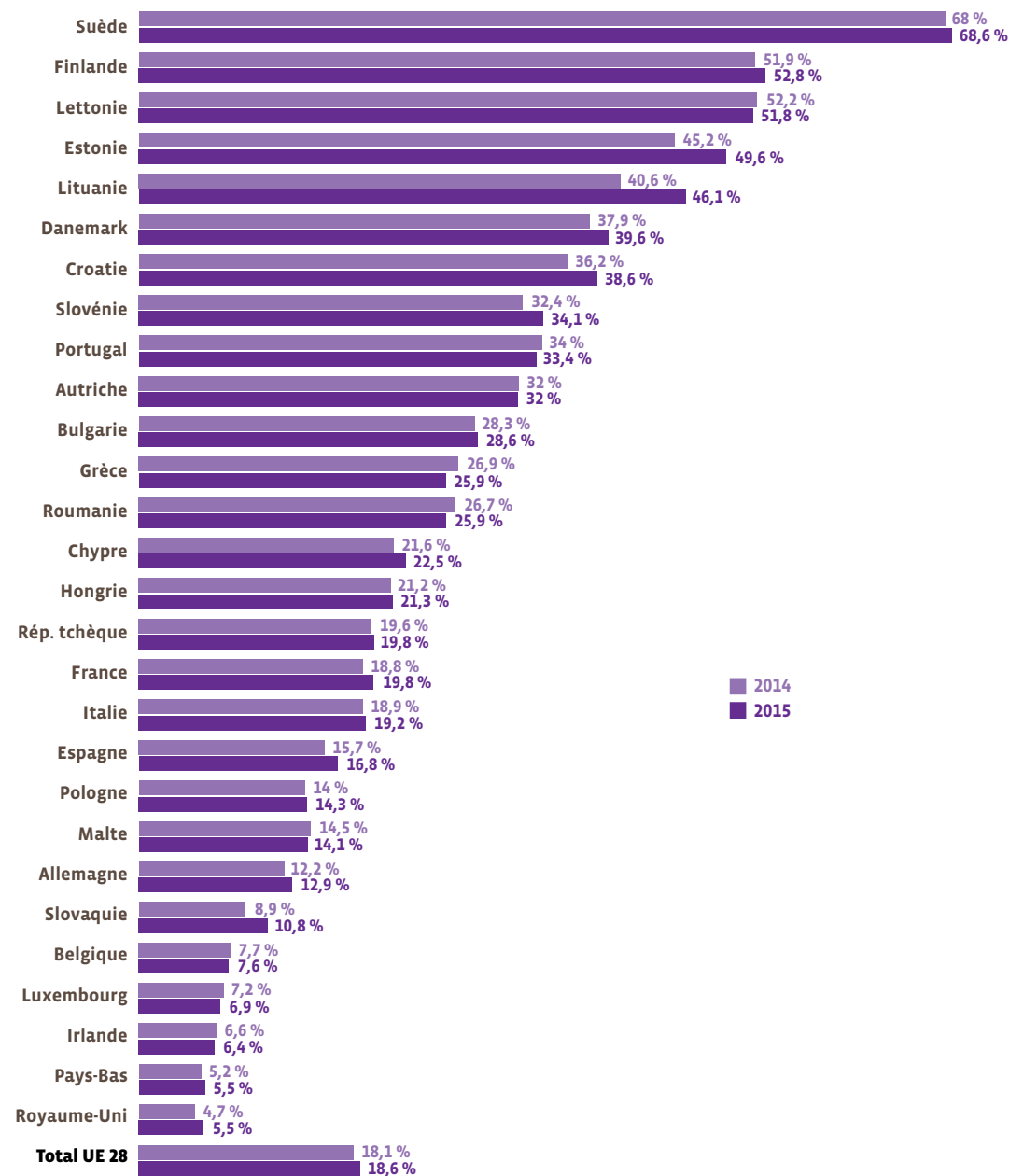
Selon les données publiées mi-mars 2017 par l'outil SHARES (version 2015) d'Eurostat, la consommation de chaleur (et de rafraîchissement) a repris le chemin de la croissance en 2015 (+ 5,6 % par rapport à 2014) avec un gain de 5 Mtep et succède à une baisse "inhabituelle" de la consommation de l'ordre de 2 Mtep en 2014. L'augmentation s'explique essentiellement

par une contribution supplémentaire de biomasse solide (+ 3,9 Mtep) et, dans une moindre mesure, des filières pompe à chaleur (+ 0,4 Mtep), déchets urbains renouvelables (0,2 Mtep), biogaz (+ 0,2 Mtep) et solaire (+ 0,1 Mtep). La consommation totale de chaleur renouvelable s'établit désormais à 94,2 Mtep en 2015 contre 89,2 Mtep en 2014. Au-delà des variations annuelles liées aux hivers plus ou moins rigoureux, la contribution de la chaleur renouvelable de l'UE à 28 est en nette augmentation depuis 2004. Elle a progressé de 32,9 Mtep, soit une croissance de 53,7 %.

Selon les calculs d'EurObserv'ER, la répartition entre les différentes filières de chaleur renouvelable a faiblement évolué entre 2014 et 2015 (graphique 3). La biomasse solide en demeure la principale source (80,4 % du total 2015, soit une consommation de 75,7 Mtep). En ajoutant les trois autres sources de chaleur issues de la biomasse (biogaz, déchets urbains renouvelables et biomasse liquide), la part de la biomasse totale atteint les 88 % et une consommation de 82,9 Mtep. Les pompes à chaleur, qu'elles

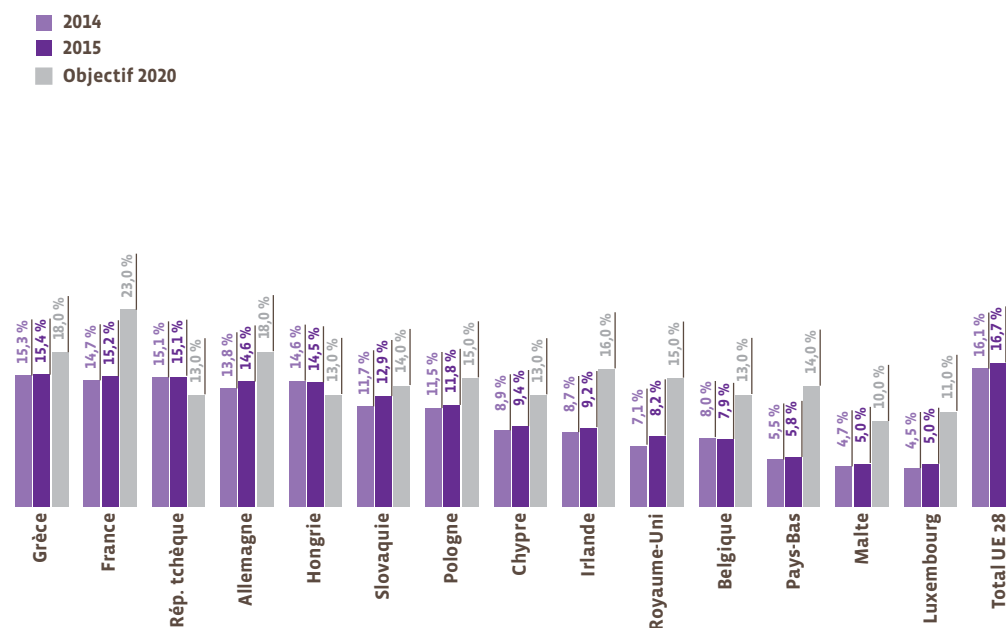
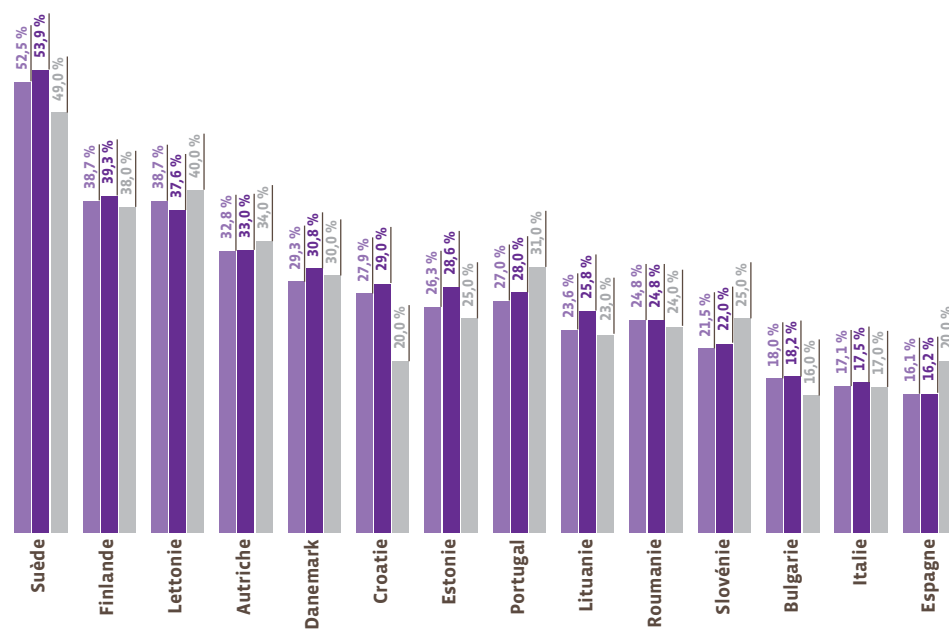


Part des énergies renouvelables dans la chaleur et le rafraîchissement des pays de l'Union européenne en 2014 et en 2015 (en %)



Source : SHARES 2015, publié le 14 mars 2017

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2014 et 2015 et objectif 2020 (en %)



Note : L'outil de suivi SHARES 2015 tient compte des dispositions spécifiques de calcul de la directive 2009/28/CE suite à son amendement par la directive (UE) 2015/1513 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 modifiant la directive 98/70/CE relative à la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. **Source :** SHARES 2015, publié le 14 mars 2017

soient aérothermiques ou géothermiques, sont la deuxième source de chaleur (et génèrent également du rafraîchissement) de l'Union européenne, avec une part de 9,1 % et une consommation de 8,6 Mtep. Suivent les déchets urbains renouvelables (part de 3,7 % et consommation de 3,5 Mtep), le biogaz (3,5 %, 3,3 Mtep), le solaire (2,2 %, 2,1 Mtep), la géothermie (0,7 %, 0,7 Mtep) et la biomasse liquide (0,4 %, 0,4 Mtep).

Compte tenu de l'augmentation totale de la consommation de chaleur, passée de 493,3 Mtep en 2014 à 506,6 Mtep en 2015 (+ 2,7 %), la part de la chaleur renouvelable a atteint 18,6 %, soit un gain de 0,5 point de pourcentage par rapport à la situation de 2014 (18,1 %). En prenant 2004 comme année de référence

(10,2 %), le gain passe à 8,4 points de pourcentage. Au niveau des États membres, la part de la chaleur renouvelable dans le total de la consommation de chaleur est logiquement plus importante dans les pays forestiers, la biomasse restant de loin la principale source de chaleur renouvelable. Elle est même parfois majoritaire dans les pays d'Europe du Nord (68,6 % en Suède, 52,8 % en Finlande) et dans les pays baltes (51,8 % en Lettonie, 49,6 % en Estonie et 46,1 % en Lituanie). Elle est par contre fortement minoritaire dans les pays du Benelux (7,6 % en Belgique, 6,9 % au Luxembourg et 5,5 % aux Pays-Bas) et dans les îles britanniques (6,4 % en Irlande et 5,5 % au Royaume-Uni). Sur la période 2004-2015, les plus fortes progressions de la part de la chaleur renouvelable sont à mettre à l'actif de la Suède (+ 21,9 points), du Danemark

(+ 19 points), de l'Estonie (+ 16,4 points), de la Slovaquie (+ 15,7 points) et de la Lituanie (+ 15,6 points). En revanche, parmi les pays qui ont observé les plus faibles progressions, on trouve le Royaume-Uni (+ 4,8 points), la Belgique (+ 4,8 points), la Pologne (+ 4,1 points), l'Irlande (+ 3,5 points), les Pays-Bas (+ 3,3 points) et le Portugal (+ 0,9 point), soit autant de pays qui ont fait davantage le choix de développer leur capacité de production d'électricité renouvelable.

11 PAYS ONT DÉJÀ ATTEINT LEUR OBJECTIF EUROPÉEN POUR 2020

La part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale est l'indicateur clé de la stratégie énergétique de l'Union européenne, qui vise une part de 20 % pour 2020. Après cette échéance, les États membres ont déjà convenu qu'ils fixeraient cet objectif à 27 % d'ici fin 2030.

Selon les données de l'outil SHARES, publié par Eurostat le 14 mars 2017, qui assure le suivi de cet

indicateur, l'Union européenne est une nouvelle fois parvenue à augmenter cette part d'énergies renouvelables dans sa consommation finale brute d'énergie. Elle atteint en 2015 16,7 % contre 16,1 % en 2014 (plus 0,6 point de pourcentage). Elle représente désormais environ le double de son niveau de 2004 (8,5 %), première année pour laquelle les données sont disponibles. Cette augmentation est cependant un peu plus faible que celles enregistrées les trois années précédentes (+ 1,2 point entre 2011 et 2012, + 0,7 point entre 2012 et 2013, + 1 point entre 2013 et 2014).

Il convient de préciser que chaque État membre dispose d'un objectif propre, tenant compte des diverses situations de départ, des potentiels d'énergies renouvelables et des performances économiques. Un point d'étape de l'année 2015 montre que la plupart des pays sont en ligne avec le but fixé,

6

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2014 et 2015 et trajectoire indicative (en %)

Pays	2014	2015	Trajectoire indicative 2015-2016
Suède	52,5 %	53,9 %	43,9 %
Finlande	38,7 %	39,3 %	32,8 %
Lettonie	38,7 %	37,6 %	35,9 %
Autriche	32,8 %	33,0 %	28,1 %
Danemark	29,3 %	30,8 %	22,9 %
Croatie	27,9 %	29,0 %	15,9 %
Estonie	26,3 %	28,6 %	21,2 %
Portugal	27,0 %	28,0 %	25,2 %
Lituanie	23,6 %	25,8 %	18,6 %
Roumanie	24,8 %	24,8 %	20,6 %
Slovénie	21,5 %	22,0 %	20,1 %
Bulgarie	18,0 %	18,2 %	12,4 %
Italie	17,1 %	17,5 %	10,5 %
Espagne	16,1 %	16,2 %	13,8 %
Grèce	15,3 %	15,4 %	11,9 %
France	14,7 %	15,2 %	16,0 %
Rép. tchèque	15,1 %	15,1 %	9,2 %
Allemagne	13,8 %	14,6 %	11,3 %
Hongrie	14,6 %	14,5 %	8,2 %
Slovaquie	11,7 %	12,9 %	10,0 %
Pologne	11,5 %	11,8 %	10,7 %
Chypre	8,9 %	9,4 %	7,4 %
Irlande	8,7 %	9,2 %	8,9 %
Royaume-Uni	7,1 %	8,2 %	7,5 %
Belgique	8,0 %	7,9 %	7,1 %
Pays-Bas	5,5 %	5,8 %	7,6 %
Malte	4,7 %	5,0 %	4,5 %
Luxembourg	4,5 %	5,0 %	5,4 %
UE 28	16,1 %	16,7 %	-

Note : L'outil de suivi SHARES 2015 tient compte des dispositions spécifiques de calcul de la directive 2009/28/CE suite à son amendement par la directive (UE) 2015/1513 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 modifiant la directive 98/70/CE relative à la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. **Source :** SHARES 2015, publié le 14 mars 2017

c'est-à-dire que soit ils ont atteint leur objectif, soit ils sont en ligne avec la trajectoire indicative définie par la directive énergie renouvelable. En 2015, seuls trois pays se sont écartés de cette trajectoire : la France (écart de 0,8 point), les Pays-Bas (écart de 1,8 point) et le Luxembourg (écart de 0,5 point). En France, le retard constaté concerne les composantes électriques et thermiques. Il a été amplifié par les conditions météorologiques atypiques des années 2014-2015 qui ont pesé sur la consommation de bois de chauffage. Des raisons identiques expliquent l'écart observé au Luxembourg. Aux Pays-Bas, une partie du retard devrait être comblée dès l'an prochain par la connexion du parc éolien offshore de Gemini (600 MW), deuxième plus important en Europe, et celle du parc near-shore de Westermewind (144 MW), consécutives à la relance de la filière éolienne.

Dans l'Union européenne des 28, 11 États membres ont d'ores et déjà rempli leur objectif de 2020 : Suède, Finlande, Danemark, Croatie, Estonie, Lituanie, Roumanie, Bulgarie, Italie, République tchèque et Hongrie. Pour cette dernière, une forte réévaluation de la consommation de bois énergie, suite à une nouvelle enquête de consommation des ménages, explique ce bon résultat. On peut préciser qu'avant la Hongrie, d'autres pays (comme l'Italie) ont vu l'atteinte de leur objectif facilitée suite à ce type d'enquête. Par ailleurs, l'Autriche et la Slovaquie sont également très proches de leurs objectifs, d'environ 1 point, qu'une simple année climatique plus conforme à la normale pourrait combler.

Dans les prochaines années, les efforts à produire seront beaucoup plus conséquents pour les Pays-Bas (à 8,2 points de pourcentage de leur objectif national), pour la France (à 7,8 points), l'Irlande et le Royaume-Uni (à 6,8 points chacun) ainsi que le Luxembourg (à 6 points). Tous ces pays ayant initialement affiché de fortes ambitions lors de l'élaboration de la directive.

Si ces pays pourront avoir des difficultés à atteindre leur objectif national, celui de l'UE à 28 (20 %) reste très largement atteignable. D'autant plus que la politique énergétique de certains pays, notamment du nord de l'Europe, devrait les amener à largement le dépasser. Un événement imprévu à l'origine devrait également influencer les résultats : le Brexit. Alors



que le 29 mars 2017, le gouvernement britannique a activé l'article 50 du traité de Lisbonne officialisant le lancement du divorce avec l'Union européenne, il est désormais plus que probable que le bilan final des objectifs à fin 2020 se fera sans le Royaume-Uni. D'une manière comptable, le Brexit faciliterait l'atteinte de l'objectif, la part renouvelable de l'Union européenne à 27 passant automatiquement à 17,8 % en 2015. Mais là n'est pas le plus important. Dans ces moments d'incertitudes que traverse la construction européenne, la constitution de l'Union énergie, grand programme de l'UE visant à relancer l'intégration du secteur énergétique européen de manière à assurer son indépendance énergétique et à lutter contre le changement climatique, sera certainement au cœur d'une refondation de l'Union européenne. Ce programme n'ambitionne rien de moins que faire d'elle le « numéro un mondial des énergies renouvelables et de la lutte contre le réchauffement climatique », en réduisant sa consommation énergétique d'au moins 27 % et en diminuant ses émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % d'ici à 2030. ■

INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES

En complément du premier chapitre consacré aux indicateurs énergétiques, ce deuxième volet apporte un éclairage sur l'impact socio-économique des filières renouvelables dans l'Union européenne.

Dix d'entre elles sont détaillées, pour les 28 pays composant l'Union en 2015. Les agrégats portent sur l'emploi et les chiffres d'affaires générés en 2014 et 2015.

Notes méthodologiques

Les indicateurs socio-économiques publiés dans la section suivante proviennent de sources très diverses. L'essentiel des données a été fourni par les bureaux de statistiques et agences nationales de l'énergie. Des statistiques socio-économiques détaillées ont été communiquées par la France (Ademe), l'Allemagne (BMW, DLR/GWS et AGEE-Stat), l'Autriche (BMLFUV, BMVIT/EEG), le Royaume-Uni (REA/PwC), Suède (SCB) et par l'agence Statistics Netherlands (CBS) qui réalise des enquêtes nationales annuelles se traduisant par la publication de chiffres sur l'emploi et l'activité économique dans certaines des filières renouvelables.

Lorsqu'aucune donnée nationale officielle n'est disponible, l'évaluation des chiffres socio-économiques est basée sur des données énergétiques (capacité installée ou production d'énergie) ou sur des ratios d'investissement et d'emploi régulièrement actualisés ou améliorés, tels que définis dans la littérature scientifique. Parmi les principales sources d'information concernant l'investissement et l'emploi, on notera le rapport "[R]évolution éner-

gétique" publié par Greenpeace, le GWEC (Global Wind Energy Council) et SolarPower Europe (septembre 2015). Sur l'emploi, ce rapport comprend une partie méthodologique actualisée, préparée par l'Institute for Sustainable Futures (ISF).

Parmi les autres sources d'information utilisées, on peut citer les associations européennes de chacune des filières renouvelables : WindEurope (ex EWEA - éolien), SolarPower Europe (photovoltaïque), ESTIF (solaire thermique), ESHA (hydroélectricité), ePURE et EBB (biocarburants), EUBIA et AEBIOM (biomasse), EHPA (pompes à chaleur), ou des organismes internationaux comme IGA (géothermie), CEWEP (déchets) WWEA et GWEC (éolien). Les associations nationales ont également fourni certaines données : IG Windkraft (éolien en Autriche), BWE (éolien en Allemagne), ANEV (éolien en Italie), AEE (éolien en Espagne), Svensk Vindenergi (éolien en Suède), PWEA (éolien en Pologne), BSW-Solar (PV en Allemagne), Svebio (biomasse en Suède), Finbio (biomasse en Finlande), Sulpu (pompes à chaleur en Finlande), SVEP (pompes à

chaleur en Suède), APPA (toutes EnR en Espagne), BEE (toutes EnR en Allemagne), SOeS (toutes EnR en France).

D'autres sources se sont révélées utiles, comme les études européennes (Eurostat, SHARES, Joint Research Centre - JRC), les études internationales de REN21 (Global Status Report), de l'IRENA (Renewable Capacity Statistics, 2015 + 2016), les travaux de l'AIE (IEA) sur le photovoltaïque (Photovoltaic Power Systems - national status reports) ainsi que sur la thématique des emplois dans les filières énergétiques (Renewable Energy Technology Deployment - IEA, RETD) et enfin la publication commune GWEC/Greenpeace intitulée "Global Wind Energy Outlook".

EurObserv'ER s'efforce d'évaluer et de présenter avec précision l'évolution générale du marché dans chaque filière. Par ailleurs, certaines hypothèses ayant servi de base à nos calculs ont été révisées de façon rétroactive. Aussi, les indicateurs socio-économiques de ce chapitre ne peuvent pas être directement comparés à ceux de l'année précédente (Baromètre 2015), car des consolidations de données ont été réalisées.

EurObserv'ER s'est attaché, dans la mesure du possible, à présenter ces indicateurs en se basant sur des définitions et des champs d'application cohérents :

- Afin d'illustrer le caractère estimatif des données présentées par EurObserv'ER, les chiffres de l'emploi sont arrondis à la cinquantaine près et les chiffres d'affaires à 5 millions d'euros près (à l'exception des données provenant de sources officielles).

- Les chiffres de l'emploi font référence à des emplois bruts : ils ne tiennent pas compte des destructions d'emplois dans d'autres branches industrielles qu'aurait pu entraîner par ailleurs le développement des énergies renouvelables. Les effets nets sur l'emploi seront présentés dans une publication ultérieure.

- Les chiffres d'affaires sont exprimés en millions d'euros courants (M€). Les chiffres d'activité collectés sous la forme de devises différentes de l'euro (Danemark, Suède, Royaume-Uni) ont été convertis en euro sur la base de la moyenne annuelle des taux de change moyens annuels de l'année 2015 publiés par Eurostat.

- Les chiffres d'affaires et de l'emploi font référence à l'activité d'investissement principale de la chaîne logistique (fabrication, distribution et installation du matériel, exploitation et maintenance des installations).

- Les chiffres d'affaires résultant de la vente d'électricité ou de chaleur, des activités financières et de formation, de la recherche publique, etc. sont exclus, hormis pour le cas de la France qui intègre les chiffres d'affaires de la vente d'énergie.

- Les indicateurs socio-économiques de la filière bioénergie (biocarburants, biomasse et biogaz) incluent les activités situées en amont, c'est-à-dire l'approvisionnement en combustible au sein de la filière agricole et sylvicole. Pour la biomasse solide, l'activité correspondant à l'autoproduction/autoconsommation de bois par les ménages ou au marché "informel" n'est pas comprise dans notre étude.



L'ÉOLIEN

L'année 2015 confirme une fois de plus la tendance forte et le rôle de premier plan de l'énergie éolienne dans le secteur européen des énergies renouvelables. Avec 12,5 GW de capacité nouvellement installée, la filière a légèrement progressé par rapport à 2014. Son **chiffre d'affaires** est évalué par EurObserv'ER à **plus de 49,1 milliards d'euros, pour 2015**. Le niveau d'emploi serait, quant à lui, en légère hausse avec **332 250 personnes** employées dans l'Union des 28. WindEurope (Association européenne de l'énergie éolienne, autrefois connue sous le nom d'EWEA) prévoit un scénario haut selon lequel la mise en œuvre de politiques ambitieuses après 2020 permettrait de faire grimper le nombre d'emplois à 366 000 d'ici 2030. Compte tenu de la forte évolution des investissements mondiaux dans les énergies renouvelables (confirmée par l'AIE) ce chiffre semble plausible et pourrait être atteint d'ici 2020 si l'élan actuel se poursuit.

L'Allemagne occupe toujours la première place en Europe concernant l'emploi dans la filière

éolienne. Les données publiées dans le cadre du cinquième rapport annuel sur l'Energiewende (transition énergétique) mentionnent un **chiffre d'affaires de 11,6 milliards d'euros** et une main-d'œuvre nationale de **142 900 personnes**, dont une part en légère hausse sur le segment de l'offshore (20 500 emplois). Malgré une année record en termes d'installation (plus de 6 GW au total), la filière a perdu près de 7 000 emplois par rapport à 2014. Début 2017, l'Allemagne a également confirmé la tendance à la hausse des installations offshore en mer du Nord et en mer Baltique, avec une puissance nouvellement installée et connectée au réseau de 9 695 MW, selon Deutsche WindGuard.

Le **Royaume-Uni** est le leader quasi incontesté de l'éolien offshore et le second marché éolien de l'Union en termes de retombées socio-économiques, **avec 8 milliards d'euros de chiffre d'affaires et plus de 41 000 emplois**, selon le rapport annuel de Renewable Energy Association (REA) et PricewaterhouseCoopers (PwC). Le **Danemark** a



été, sur de nombreux points, le pionnier de l'énergie éolienne au sein de l'Union européenne et dans le monde. Selon l'Association danoise de l'industrie éolienne (DWIA), qui a publié des données sur la filière nationale, les années 2014 et 2015 ont été marquées par de nouvelles avancées et une croissance continue du marché, évalué à **11,425 milliards d'euros** pour une main-d'œuvre de **31 250 personnes** travaillant dans les nombreuses unités de fabrication d'éoliennes et de fourniture de composants. Cette augmentation reflète également la hausse des nouvelles installations, qui s'élevaient à 168 MW en 2015 contre 68 MW en 2014.

En **Espagne**, la situation est paradoxale, dans la mesure où le pays génère un chiffre d'affaires significatif et totalise quelque **22 500 emplois** dans l'industrie éolienne, mais n'enregistre aucune nouvelle installation en 2015. Cela peut s'expliquer par le fait que l'industrie espagnole (avec notamment le géant Gamesa) est



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	149 200	142 900	13 700	11 600
Royaume-Uni	38 300	41 100	7 300	7 925
Danemark	30 000	31 250	11 330	11 425
Italie	30 000	26 000	1 000	2 000
Espagne	18 000	22 500	3 800	4 500
France	20 000	22 000	3 080	3 170
Pologne	8 400	11 500	1 000	2 000
Suède	9 900	6 500	1 700	1 100
Pays-Bas	2 000	6 300	800	1 500
Autriche	6 000	5 500	980	1 070
Finlande	1 700	3 300	300	570
Belgique	3 700	2 800	1 025	565
Irlande	2 500	2 500	400	410
Portugal	3 000	2 500	430	370
Grèce	2 000	2 000	310	315
Roumanie	2 200	1 100	750	150
Lituanie	100	1 000	15	200
Croatie	750	750	130	125
Bulgarie	300	200	45	25
Chypre	<50	150	<5	20
Rép. tchèque	200	100	35	15
Estonie	500	100	90	15
Hongrie	100	100	15	15
Lettonie	<50	<50	<5	<5
Luxembourg	<50	<50	<5	10
Slovaquie	<50	<50	<5	0
Slovanie	<50	<50	<5	<5
Malte	0	0	<5	0
Total UE	329 100	332 350	48 265	49 105

Source : EurObserv'ER 2016



le troisième exportateur mondial de turbines éoliennes. Ainsi, l'Espagne produit une technologie exclusivement destinée à l'exportation. L'Association espagnole de l'énergie éolienne (AEE) indique que le pays dispose de 195 établissements industriels liés à l'éolien et qu'il se classe au cinquième rang mondial en termes de capacités de production d'éoliennes¹.

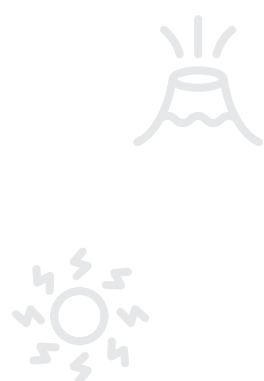
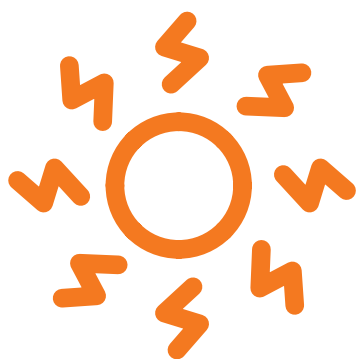
En 2016, l'Association polonaise de l'industrie éolienne (PSEW) a publié le chiffre de 8 400 personnes directement ou indirectement employées durant l'année 2014. EurObserv'ER

a donc sous-estimé le secteur dans sa dernière édition. Compte tenu du développement du marché en 2015 (1 260 MW nouvellement installés), EurObserv'ER table sur le chiffre de **11 500 emplois** et un volume d'activités de **2 milliards d'euros** pour l'année 2015.

Une fois de plus, la filière éolienne a confirmé son rôle de premier plan en termes d'impacts socio-économiques au sein du secteur des énergies renouvelables de l'Union européenne. La relance des nouvelles installations est un bon indicateur de la prospérité du secteur, bien que celle-ci dépende fortement

du développement du marché allemand. En Allemagne, compte tenu du remplacement du système des tarifs d'achat par celui des appels d'offres à partir de 2017, les observateurs mettent en garde contre une éventuelle ruée sur les installations et une possible tendance à la baisse à partir de 2018. Quoi qu'il en soit, la croissance des énergies renouvelables au cours des dernières décennies a largement surpris les analystes et le grand public, outrepassant leurs espérances. ■

1. Source : AEE 2015. Lancement d'un plan gouvernemental pour soutenir la filière éolienne espagnole.



LE PHOTOVOLTAÏQUE

Après trois années consécutives de baisse du marché, les activités d'installation enregistrent une légère hausse en 2015 au sein de l'Union européenne (+ 7,8 GwC contre 6,9 GwC en 2014). Mais cela doit être relativisé, car l'Union européenne, autrefois leader mondial du déploiement photovoltaïque, a été éclipsée par la Chine qui a installé plus de 15 GwC en 2015 et a atteint un record, avec 34 GwC installés en 2016. Paradoxalement, l'Europe a mis en place la majorité de ses centrales photovoltaïques alors que les coûts étaient encore relativement élevés et elle se retire du marché juste au moment où ces coûts atteignent des niveaux compétitifs par rapport aux centrales conventionnelles. Pourtant, avec les économies d'échelle et le déploiement de systèmes de financement innovants, c'est bien en bonne partie à l'Union européenne que l'on doit l'abaissement historique des coûts du photovoltaïque. Globalement, en 2015, la filière européenne du photovoltaïque a généré un chiffre d'affaires de l'ordre de **16 milliards d'euros** pour près de **111 000 emplois** (en baisse par rapport aux 116 000 de

2014). Les coûts d'installation ont encore baissé, mais à un rythme plus lent que les années précédentes.

Le **Royaume-Uni** a confirmé, pour la deuxième année, sa place de leader en termes d'installation, enregistrant même une augmentation de la puissance annuelle installée (+ 3,5 GW). Le rapport annuel REA/PwC sur les énergies renouvelables britanniques évalue le chiffre d'affaires du secteur à **plus de 3,4 milliards d'euros** (taux de change moyen 2015) pour une main-d'œuvre de 16 900 personnes. Cela représente l'impact économique le plus élevé de la filière et de l'ensemble des pays de l'UE.

Autrefois leader européen et mondial des installations photovoltaïques, **l'Allemagne** est

1. Le Photovoltaic Market Alliance (PVMA) évalue à 75 GW la puissance photovoltaïque mondiale installée en 2016 et prévoit un marché stable en 2017 (SolarServer, 19 janvier 2017).





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	38 300	31 600	3 700	3 000
Royaume-Uni	16 100	16 900	3 180	3 410
France	17 000	16 150	3 920	4 440
Italie	10 000	12 500	2 340	2 500
Pays-Bas	5 500	7 000	500	660
Espagne	6 500	6 500	300	350
Autriche	3 600	3 400	580	615
Belgique	3 400	3 400	250	180
Danemark	850	2 500	70	250
Grèce	2 000	1 900	75	65
Rép. tchèque	1 500	1 700	40	60
Roumanie	4 000	1 300	450	70
Pologne	350	1 100	40	80
Hongrie	500	900	70	85
Portugal	1 800	750	200	60
Suède	700	750	80	90
Bulgarie	750	700	25	20
Slovaquie	400	400	15	15
Malte	400	300	40	25
Slovénie	500	300	20	10
Croatie	200	150	25	15
Luxembourg	250	150	25	25
Chypre	200	100	50	10
Lituanie	<50	100	<5	10
Estonie	0	<50	<5	<5
Finlande	100	<50	<5	<5
Irlande	<50	<50	<5	<5
Lettonie	<50	<50	0	0
Total UE	115 050	110 750	16 015	16 060

Source : EurObserv'ER 2016



demeurée une fois encore loin en dessous de la fourchette cible (2,4-2,6 GWc) avec "seulement" 1 355 MWC. Logiquement, les pertes d'emploi se sont poursuivies. Selon les statistiques de l'AGEE-Stat, la filière allemande génère un chiffre d'affaires de **3 milliards d'euros** (contre 3,7 milliards en 2014) et emploie **31 600 personnes**, ce qui représente 7 000 postes de moins qu'en 2014.

En **France**, le marché du photovoltaïque offre encore des possibilités d'expansion. Le calendrier d'appels d'offres national prévoit un volume de 4 350 MWC d'ici 2019. Si celui-ci est réalisé, il amènera le marché français en dessous du seuil de 10 GWc. La main-d'œuvre est évaluée à **16 150 personnes** pour un chiffre d'affaires de **4,4 milliards d'euros**.

Les progrès ont été manifestes aux **Pays-Bas** où l'activité d'installation a augmenté sensiblement, atteignant 350 MW. EurObserv'ER y évalue la filière à plus de **660 millions d'euros et 7 000 emplois**. Quant au marché italien, il affiche une légère croissance, avec **12 500 emplois** et un chiffre d'affaires de **2,5 milliards d'euros**.

Cependant, la plupart des États membres enregistrent des baisses, nouvelle preuve que la dynamique du marché et la capacité de production se sont déplacées vers d'autres régions du monde. La bonne nouvelle, c'est que la production d'électricité photovoltaïque dépasse pour la première fois les **100 TWh**. Et en 2016, l'Allemagne a dépassé la barre des 40 GWc de puissance cumulée.

Le contexte politique européen du développement de l'énergie photovoltaïque s'est détérioré, contrairement à celui de la plupart des grands marchés mondiaux. Le marché européen de l'électricité se caractérise toujours par des surcapacités. Et face à la baisse du soutien politique accordé à la filière photovoltaïque, les perspectives socio-économiques des prochaines années sont plutôt sombres. Le marché britannique a subi un coup de frein, avec l'introduction de plafonds visant à encadrer la croissance annuelle de l'énergie photovoltaïque, tandis que l'Allemagne est en train de passer aux appels d'offres et demeurera en dessous de ses objectifs. Dans ce contexte, le simple maintien de l'emploi et des chiffres d'affaires pourrait être considéré comme un succès. ■



LE SOLAIRE THERMIQUE

Une fois encore, le marché du solaire thermique a baissé entre 2014 et 2015. L'Italie, l'Espagne, la France, l'Autriche, l'Allemagne, la Pologne et la Grèce sont les pays les mieux placés concernant la superficie cumulée de capteurs solaires. Globalement, EurObserv'ER évalue le chiffre d'affaires du secteur à près de **3,47 milliards d'euros** et la main-d'œuvre dans la fabrication, l'installation et l'exploitation-maintenance à **37 300 personnes**. Dans son rapport statistique de 2016 sur les tendances et les évolutions du marché, la Fédération européenne de l'industrie solaire thermique (ESTIF) évalue à 1,9 milliard d'euros le chiffre d'affaires combiné du secteur pour 2015, avec une main-d'œuvre de près de 23 700 personnes impliquées directement dans la filière¹.

La Pologne est l'une des rares exceptions, avec un marché à la hausse. Selon EurObserv'ER, la filière polonaise emploierait plus de **2 750 personnes** et générerait un chiffre d'affaires de **230 millions d'euros**.

La **Grèce** représente le troisième plus gros marché de l'Union en termes de nouvelles installations. Le pays bénéficie d'investissements liés au renouvellement du parc et au tourisme. Le poids économique de la filière reste stable, à **230 millions d'euros et 2 700 emplois**. C'est à peu près le même niveau qu'au **Royaume-Uni**, où l'activité des installations s'est effondrée, suite à l'exclusion du solaire thermique des technologies éligibles au dispositif d'incitation "Renewable Heat Incentive" (RHI). Les données socio-économiques publiées par REA/PwC semblent peu plausibles, EurObserv'ER évaluant le marché à **250 millions d'euros et 750 emplois**.

Le marché du solaire thermique a reculé de près de 10 % en **Allemagne**. Les statistiques de l'emploi brut annuel préparées par DLR/DIW/GWS ne révèlent pas de changement majeur dans les technologies héliothermodynamiques, mais indiquent une nou-

1. Étude Solar_Thermal Markets_in_Europe sur le site www.estif.org



velle baisse du chiffre d'affaires (**1 milliard d'euros** contre 1,1 milliard d'euros en 2014) et de l'emploi (**10 600** contre 11 000 en 2014) dans le secteur du solaire thermique.

L'Autriche, qui affiche toujours le deuxième chiffre d'affaires de l'Union européenne avec **440 millions d'euros et 2 800 emplois** en raison du grand nombre de constructeurs et d'installations dans le pays, a enregistré une baisse de 11 % par rapport à 2014. Pour la **France**, 2015 a été à nouveau une année difficile. Le solaire thermique s'est effondré, aussi bien dans le logement que dans les applications collectives, malgré le dispositif de soutien mis en place ces dernières années. Cependant, avec **380 millions d'euros** et près de **5 500 emplois**, la filière est toujours l'une des plus importantes de l'Union européenne.

Le renversement de tendance évoqué dans le rapport de l'an passé ne s'est pas réalisé. L'accélération du déploiement de la chaleur d'origine renouvelable se heurte à plu-



Emploi et chiffre d'affaires

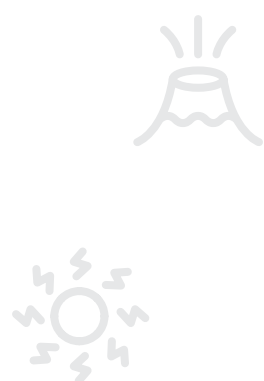
	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	11 000	10 600	1 100	1 000
France	5 900	5 500	390	380
Espagne	5 000	4 000	250	230
Italie	3 500	3 000	300	250
Autriche	3 000	2 800	465	440
Pologne	2 600	2 750	220	235
Grèce	2 700	2 700	225	230
Danemark	1 800	1 850	150	155
Royaume-Uni	800	750	300	250
Rép. tchèque	750	600	60	50
Belgique	500	450	45	40
Portugal	500	450	45	40
Irlande	250	250	20	20
Pays-Bas	550	250	50	25
Croatie	200	200	20	20
Chypre	200	200	15	15
Roumanie	200	200	15	15
Hongrie	200	150	15	15
Slovaquie	100	100	10	10
Suède	100	100	10	10
Bulgarie	<50	<50	<5	<5
Estonie	<50	<50	<5	<5
Finlande	<50	<50	<5	<5
Lettonie	<50	<50	<5	<5
Lituanie	<50	<50	<5	<5
Luxembourg	<50	<50	<5	<5
Malte	<50	<50	<5	<5
Slovénie	<50	<50	<5	<5
Total UE	40 250	37 300	3 745	3 470

Source : EurObserv'ER 2016

sieurs obstacles économiques, dont la baisse continue des prix des combustibles fossiles, la stagnation de la construction sur le

marché du logement et la concurrence de solutions techniques telles que le photovoltaïque et les pompes à chaleur. ■





LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ

La filière de la petite hydroélectricité (jusqu'à 10 MW de puissance installée) est la moins dynamique des filières renouvelables. Cela s'explique par le fait que les sites les plus favorables sont déjà exploités et que les nouveaux projets de construction se heurtent à de nombreux obstacles législatifs, réglementaires ou environnementaux. EurObserv'ER constate une hausse d'environ 270 MW de la capacité de production installée dans l'Union européenne entre 2014 et 2015. Cependant, la production d'électricité dépend étroitement des niveaux annuels de précipitation. Or, sur ce point, 2015 n'a pas été une bonne année. La production brute d'électricité est en effet tombée à 44,6 TWh (contre 51,1 TWh en 2014).

Il existe peu de données sur le chiffre d'affaires et l'emploi dans la filière de la petite hydroélectricité, d'autant plus que les chiffres publiés pour l'Autriche, l'Allemagne et le Royaume-Uni concernent l'ensemble de la filière, incluant la grande hydroélectricité. En se basant sur ces

statistiques et sur les publications des niveaux d'emploi et d'activité, et en tenant compte des coûts d'investissements très variables dans les différents États membres, EurObserv'ER comptabilise un effectif en légère baisse, avec **46 150 emplois** (contre 49 200 en 2014) dans la filière de la petite hydroélectricité, pour un chiffre d'affaires stable à l'échelle de l'UE, soit plus de **5,3 milliards d'euros**. Les pays disposant du parc hydroélectrique le plus important sont l'Italie (3 208 MW), la France (2 065 MW), l'Espagne (1 953 MW), l'Allemagne (1 327 MW) et l'Autriche (1 280 MW).

En **France**, sur la base de données de l'Ademe, le chiffre d'affaires des petites centrales hydroélectriques est estimé à **450 millions d'euros** pour un effectif de **3 900 personnes**. **L'Autriche**, l'un des principaux consommateurs d'électricité d'origine hydraulique, a publié le chiffre d'affaires annuel de **1,63 milliard d'euros** (contre 1,69 milliard en 2014). Pour **l'Italie**, EurObserv'ER estime un chiffre d'affaires d'environ **1 milliard d'euros**, compte



tenu du grand nombre de centrales hydroélectriques et des nombreux fournisseurs de technologies et composants. L'Allemagne a assisté au recul de ses investissements dans la petite hydraulique, comparé à l'année précédente. La tendance à la baisse des emplois (**6 700 en 2015** contre 11 800 en 2014) et du chiffre d'affaires (**320 millions d'euros en 2015**) pourrait s'inverser dans les années à venir.

Une modeste croissance du volume d'activités et de l'emploi a été observée au **Royaume-Uni**, où le rapport annuel de la Renewable Energy Association (REA) fait état de **5 500 emplois** et d'un chiffre d'affaires de **850 millions d'euros** pour 2015.

La capacité de la petite hydraulique enregistre actuellement une croissance qui correspond aux objectifs intermédiaires pour 2015 définis dans les Plans d'action nationaux. Son développement au cours des cinq prochaines années n'est pourtant pas assuré, car il se



Emploi et chiffre d'affaires

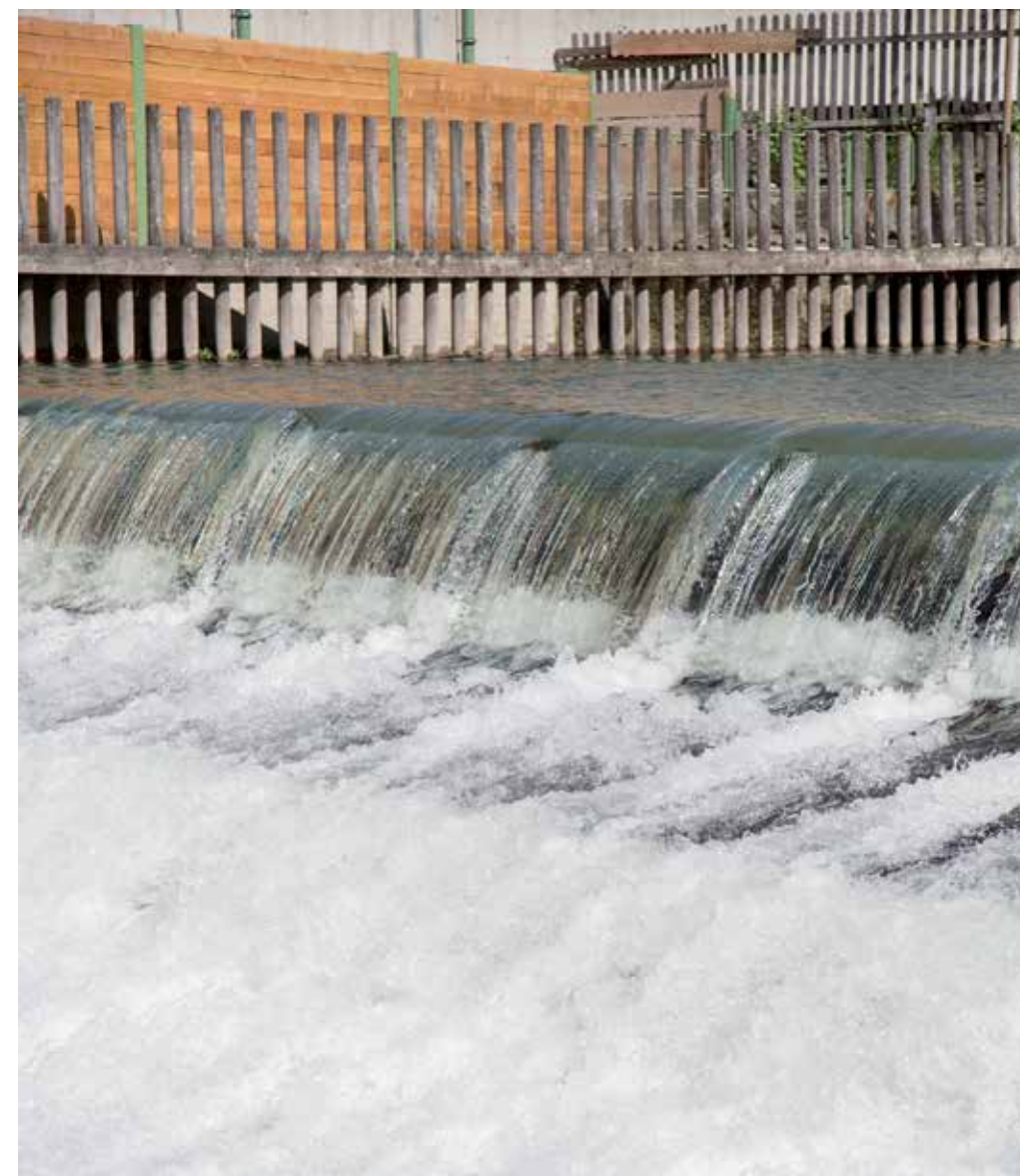
	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne*	11 800	6 700	330	320
Autriche*	6 250	5 850	1 690	1 635
Royaume-Uni*	5 400	5 500	820	850
Italie	4 500	5 000	880	1 000
Suède	3 000	4 000	200	250
France	3 850	3 900	430	450
Roumanie	2 600	2 600	30	30
Grèce	2 200	2 500	15	20
Portugal	2 100	2 000	60	40
Rép. tchèque	1 600	1 750	30	70
Espagne	1 500	1 600	350	380
Pologne	1 300	1 450	100	100
Slovénie	700	750	5	10
Bulgarie	400	400	20	20
Finlande	400	400	40	75
Slovaquie	350	400	5	20
Belgique	300	350	5	15
Croatie	200	250	10	25
Irlande	200	200	5	5
Lettonie	150	150	5	5
Luxembourg	150	150	5	5
Hongrie	100	100	5	5
Danemark	50	50	5	5
Estonie	50	50	5	5
Lituanie	50	50	5	5
Chypre	0	0	0	0
Malte	0	0	0	0
Pays-Bas	0	0	0	0
Total EU	49 200	46 150	5 055	5 345

* Chiffres pour la grande et petite hydroélectricité. Source : EurObserv'ER 2016

heurte de plus en plus à la mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau et au faible soutien politique. Les acteurs de la filière estiment toutefois que celle-ci dispose encore d'un important potentiel de développement. Dans le cadre

du projet européen Stream Map, coordonné par l'ESHA (European Small Hydropower Association), une feuille de route a été élaborée, prenant en compte les potentialités du secteur. Le rapport estime que la petite hydraulique

pourrait atteindre une puissance installée de 17,3 GW en 2020 pour un productible de 59,7 TWh, soit plus que ce qui est prévu dans le cadre des Plans d'action. ■





LA GÉOTHERMIE



Une faible activité a été observée en 2015 dans la filière de la géothermie profonde, qui produit chaleur et électricité dans des installations de grande taille. La puissance nette cumulée est restée stable, à 837 MWe. Les bureaux nationaux de statistiques signalent une faible croissance de l'utilisation directe de l'énergie géothermique. La capacité installée pour la production de chaleur est en légère hausse, s'élevant à 3 448 MWth en 2015 contre 3 320 MWth l'année précédente. EurObserv'ER évalue le chiffre d'affaires de la filière européenne à **1,56 milliard d'euros**, pour un effectif de **12 600 personnes**. La majeure partie de l'activité économique et de l'emploi repose sur l'exploitation-maintenance des installations existantes

(qu'elles soient thermiques et/ou électriques), la fabrication des composants et l'ingénierie géologique.

L'Italie est le leader incontesté en termes de capacité installée et de production d'électricité géothermique. Avec 768 MWe opérationnels, le pays représente plus de 90 % de la puissance totale de l'Union européenne. Les retombées socio-économiques de la filière italienne s'élevaient à **6 000 emplois** pour un chiffre d'affaires de **700 millions d'euros**. La France, dotée d'un bon gisement souterrain pour l'exploitation de la chaleur géothermique, notamment en Île-de-France et dans l'est du pays, est le second acteur européen. L'Ademe évalue le secteur à **220 millions d'euros et 2 900 emplois**.

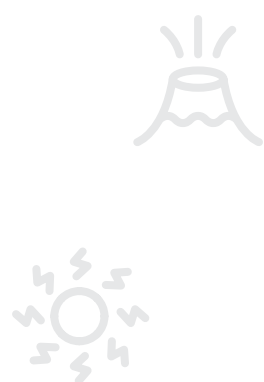
Quant aux autres pays, les chiffres officiels ne sont disponibles que pour **l'Allemagne** (1 200 emplois et près de 200 millions d'euros de chiffre d'affaires) et **l'Autriche** (environ 50 emplois et 20 millions d'euros).

La géothermie demeure la filière la plus modeste de l'Union européenne en termes d'impacts socio-économiques. Comme nous l'avons déjà mentionné dans les éditions précédentes, les perspectives de la filière européenne à court et moyen terme dépendront notamment de l'évolution du coût des combustibles fossiles, celui-ci influant sur les décisions d'investissement dans le domaine des installations de chaleur renouvelable. La chute massive des prix du pétrole et du gaz observée en 2015 a été une tendance de fond très gênante pour l'industrie géothermique. Bien que ce soit une technologie mature, les limites inhérentes à la ressource géothermique et le contexte de prix bas du pétrole empêchent une montée en puissance du marché. Pour le dire de façon plus positive, cette filière dispose encore d'une bonne marge d'évolution. ■

Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Italie	5 500	6 000	600	700
France	2 600	2 850	180	220
Allemagne	1 100	1 200	190	200
Hongrie	1 000	1 000	180	75
Roumanie	200	200	40	20
Pays-Bas	150	150	100	150
Slovaquie	150	150	25	25
Bulgarie	<50	100	15	40
Croatie	100	100	10	<5
Danemark	100	100	<5	<5
Grèce	100	100	<5	<5
Lituanie	100	100	<5	<5
Pologne	<50	100	20	25
Portugal	100	100	30	10
Autriche	100	<50	25	20
Belgique	<50	<50	<5	<5
Rép. tchèque	0	<50	<5	<5
Slovénie	<50	<50	15	15
Espagne	<50	<50	<5	<5
Royaume-Uni	<50	<50	15	15
Suède	<50	<50	10	10
Estonie	0	0	0	0
Finlande	0	0	0	0
Irlande	0	0	0	0
Lettonie	0	0	0	0
Luxembourg	0	0	0	0
Malte	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0
Total UE	11 650	12 600	1 485	1 560

Source : EurObserv'ER 2016



LES POMPES À CHALEUR



Thermax/Danross

La filière européenne des pompes à chaleur (PAC) a enregistré une croissance de 20 % en 2015, les PAC aérothermiques gagnant d'importantes parts de marché. Plus de 2,6 millions d'appareils de tous types ont été vendus au sein de l'UE. L'impact socio-économique de la filière européenne couvre les segments des PAC aérothermiques et géothermiques en excluant expressément la géothermie profonde.

Dans son ensemble, l'évolution positive du marché des PAC aérothermiques a fait grimper le chiffre d'affaires de la filière européenne à près de **21,4 milliards d'euros** en 2015 (contre 18 milliards en 2014), ce qui représente le plus grand bond de toutes les technologies renouvelables étudiées. Les effectifs sont également en hausse, avec 12 000 nouveaux postes dans la filière européenne qui atteint **111 000 emplois**.

La **France** est toujours le premier marché européen en termes de création d'emplois, avec une main-d'œuvre avoisinant les **34 700 personnes** et un chiffre d'affaires de

2,6 milliards d'euros pour 2015. Ce résultat est en grande partie dû à la facilité d'installation des PAC aérothermiques dans les nouveaux bâtiments grâce à la réglementation thermique française (RT2012). Mais si la situation du marché français repose principalement sur les PAC aérothermiques, le marché des PAC géothermiques ne cesse, quant à lui, de reculer depuis cinq ans.

L'Italie (6,5 milliards d'euros) et **l'Espagne (5,5 milliards d'euros)** se classent en tête concernant le chiffre d'affaires généré par leur filière nationale. Cela s'explique par un taux élevé d'installations et la part importante des applications aérothermiques. En conséquence, et selon les estimations d'EurObserv'ER, les effectifs ont également progressé **pour atteindre 10 000 en Italie et 7 500 en Espagne**. En **Autriche**, les statistiques annuelles du BMVIT ont permis de constater une hausse des ventes des PAC et des activités d'exportation. Le ministère fédéral de l'Agriculture, des Forêts, de l'Environnement et de l'Eau (BMLFUW) a





	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
France	31 400	34 700	2 350	2 600
Allemagne	16 100	16 100	1 710	1 700
Italie	8 500	10 000	5 300	6 500
Royaume-Uni	8 300	8 600	1 510	1 600
Suède	6 400	7 800	590	700
Espagne	4 900	7 500	4 050	5 500
Portugal	5 100	7 000	450	620
Pays-Bas	4 000	4 400	350	390
Belgique	3 100	3 000	275	260
Danemark	1 800	2 400	160	215
Autriche	1 900	2 200	440	515
Bulgarie	1 900	1 900	175	175
Finlande	2 000	1 600	400	350
Estonie	1 300	1 350	115	120
Pologne	600	750	50	65
Rép. tchèque	550	650	45	55
Slovénie	500	400	40	n.a.
Irlande	200	300	15	30
Hongrie	<50	100	<5	<5
Lituanie	<50	<50	<5	<5
Luxembourg	<50	<50	0	0
Slovaquie	<50	<50	<5	<5
Croatie	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0
Grèce	0	0	0	0
Lettonie	0	0	0	0
Malte	0	0	0	0
Roumanie	0	0	0	0
Total UE	98 750	110 900	18 040	21 450

Source : EurObserv'ER 2016

publié le chiffre de **2 200 emplois** dans le secteur de l'aérothermie pour un chiffre d'affaires de **515 millions d'euros**.

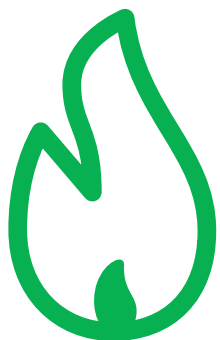
Pour **l'Allemagne**, l'AGEE-Stat a observé une activité d'investissement en baisse dans la filière des pompes à chaleur ainsi que dans la géothermie profonde. L'emploi est resté stable, avec **16 100 personnes** et le chiffre d'affaires s'est stabilisé à **1,7 milliard d'euros**. Au **Royaume-Uni**, le rapport annuel de la Renewable Energy Agency évalue à **8 600** le nombre d'emplois sur le marché britannique des PAC aérothermiques et géothermiques. La croissance des ventes des pompes à chaleur, dans tous les segments, au Royaume-Uni, se traduit par une hausse du chiffre

d'affaires des entreprises britanniques totalisant **1,6 milliard d'euros** pour 2015. En **Suède**, l'association professionnelle SKVP a annoncé une année 2015 prospère, avec plus de 100 000 pompes à chaleur vendues et un chiffre d'affaires de l'ordre de **700 millions d'euros** contre 590 millions d'euros en 2014 (taux de change 2015). Nous estimons la main-d'œuvre à **7 800 personnes** pour ce pays qui est un grand utilisateur de pompes à chaleur. Ici aussi, la part des PAC aérothermiques a augmenté. L'association **finlandaise** des pompes à chaleur (SULPU) évalue l'investissement privé des utilisateurs finaux à **350 millions d'euros** en 2015. Le marché a reculé de 12 % entre 2014 et 2015 (hors pompes à chaleur air-eau), mais la Finlande

fait toujours partie des leaders européens en termes d'impacts socio-économiques.

Les signaux sont au vert pour les prochaines années, avec tout d'abord la confirmation d'une reprise sur le marché de la construction. En outre, la Commission européenne a présenté sa stratégie en matière de chauffage et de refroidissement qui, conjointement avec la nouvelle certification Keymark pour les pompes à chaleur (label de qualité unique et uniforme valable dans toute l'Union européenne et facilitant l'éligibilité aux programmes de soutien par-delà les frontières) pourrait stimuler le marché au cours des prochaines années. ■





LE BIOGAZ

La croissance de la production d'énergie primaire issue des différents types de biogaz s'est ralentie en 2015 par rapport à la tendance observée au début de la décennie. EurObserv'ER évalue à **6,9 milliards d'euros** le chiffre d'affaires total du secteur dans l'ensemble des États membres de l'UE. Le nombre d'emplois aurait même baissé, puisqu'on est passé de 68 200 personnes employées dans la filière en 2014 à **63 950 personnes** en 2015. Le marché de l'Union européenne est dominé par les trois principaux pays producteurs de biogaz, à savoir l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Italie, qui bénéficient d'un secteur manufacturier florissant.

L'**Allemagne** est le leader européen (45 000 emplois), mais suite à la réforme de la loi sur les énergies renouvelables (loi EEG) et au plafonnement *de facto* du marché des installations de biomasse à 100 MW, aucune relance n'est en vue. Selon les informations d'AGEE-Stat, le groupe de travail sur les statistiques des énergies renouvelables, la filière du biogaz a connu en Allemagne une baisse de ses



effectifs, avec **45 000 emplois** en 2015 contre 48 500 en 2014. Alors que les exportations d'équipement des fabricants allemands sont restées stables, l'investissement national dans les nouvelles installations a chuté de 58 %. EurObserv'ER évalue le **chiffre d'affaires du secteur à 2,350 milliards d'euros**. Les amendements 2014 et 2016 à la loi EEG ont conduit à la stagnation du marché du biogaz qui n'atteint même pas le seuil annuel de 100 MW de capacité installée.

Le **Royaume-Uni** est l'un des rares pays à avoir publié des chiffres en matière d'emploi et d'activité économique dans la filière. Les statistiques de Renewable Energy Agency et PwC font apparaître un chiffre d'affaires de 347 millions de livres, soit **480 millions d'euros**, selon le taux de change moyen de 2015. Le rapport recense également **2 800 emplois** dans le secteur de la méthanisation.

L'Italie bénéficie également d'une industrie du biogaz en légère croissance et d'une tendance qui





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	48 300	45 000	2 500	2 325
Italie	5 000	5 500	2 700	2 500
France	4 200	4 400	540	610
Royaume-Uni	2 850	2 800	470	480
Rép. tchèque	1 200	900	150	150
Pologne	900	800	50	60
Autriche	650	650	195	185
Belgique	700	550	50	65
Pays-Bas	600	500	150	170
Espagne	600	500	90	65
Danemark	350	250	35	40
Finlande	250	250	25	25
Grèce	150	200	20	25
Irlande	300	200	15	15
Slovaquie	750	200	25	40
Croatie	<50	150	<5	10
Hongrie	150	150	20	20
Lettonie	200	150	20	20
Lituanie	150	150	<5	<5
Portugal	300	150	<5	20
Bulgarie	<50	100	<5	<5
Slovenie	200	100	10	10
Suède	100	100	40	45
Chypre	<50	<50	<5	<5
Estonie	<50	<50	<5	<5
Luxembourg	<50	<50	<5	<5
Roumanie	100	<50	<5	<5
Malte	0	0	0	0
Total UE	68 250	63 950	7 145	6 250

Source : EurObserv'ER 2016



repart à la hausse. La filière est évaluée à **2,5 milliards d'euros** et **5 500 emplois** en 2015.

La **France** arrive en quatrième position en termes de production d'énergie primaire. En s'appuyant sur l'analyse de l'Ademe relative au marché français des énergies renouvelables, Observ'ER évalue la filière à **610 millions d'euros** pour une main-d'œuvre de **4 400 personnes**.

Globalement, le biogaz demeure un petit segment de niche au sein des énergies renouvelables déployées à l'échelle de l'Union européenne, malgré les avantages incontestables liés à la production d'énergie biogaz. En effet, celle-ci n'est pas soumise aux aléas climatiques, elle peut fournir de l'électricité et de la chaleur et pourrait même jouer un rôle plus crucial dans le nivellement des fluctua-

tions du réseau, voire fournir des carburants pour le transport sous forme de biométhane. Jusqu'à présent, ce potentiel n'est pas encore exploité à grande échelle au sein de l'Union européenne. Le paquet climat-énergie de l'UE pourrait stimuler le secteur afin que ces bénéfices manifestes puissent se concrétiser à moyen ou long terme. ■



LES BIOCARBURANTS

L'année 2015 a été compliquée pour les acteurs européens de l'industrie des biocarburants. À la diminution de la consommation de carburant à l'échelle de l'Union européenne s'est ajoutée la décision de certains pays de ne pas augmenter leur objectif d'incorporation. Tout cela a limité les perspectives de débouchés des filières biocarburants. Selon EurObserv'ER, la consommation européenne aurait baissé de 0,9 % entre 2014 et 2015 et se situerait actuellement à 14,1 Mtep. Le biodiesel représente encore près de 80 % de la consommation globale de biocarburants.

Dans ce contexte, la relative stabilité des indicateurs socio-économiques peut déjà être considérée comme un succès. Les estimations de la filière (niveau stable avec **95 900 personnes** employées et chiffre d'affaires de **13,1 milliards d'euros en 2015**) prennent en compte les activités d'approvisionnement du secteur agricole et les importations de biocarburants en provenance de pays extérieurs à l'Union européenne. L'éventail des profils

d'emplois est vaste et concerne aussi bien le secteur agricole que les activités d'ingénierie ou la conduite de camions-citernes pour la partie production de la matière première. Par ailleurs, on recense également des emplois dans la conception, le développement et la construction des unités de production de biocarburant, ainsi que dans l'ensemble de la chaîne logistique des carburants.

Parallèlement aux tendances observées en Europe, **l'Allemagne** a également enregistré une baisse de 14 % de sa production de biodiesel et une légère augmentation de 2 % du bioéthanol. L'AGEE-Stat (groupe de travail sur les statistiques des énergies renouvelables) annonce une réduction du chiffre d'affaires de la filière allemande des biocarburants en 2015, désormais de **2,5 milliards d'euros**, et une main-d'œuvre en légère baisse pour s'établir à **22 800 emplois**.

La **France** demeure l'un des principaux consommateurs de biocar-



burants de l'Union des 28. La filière française génère un chiffre d'affaires de plus de **3 milliards d'euros** et représente **22 000 emplois**.

Les autres grands consommateurs européens de biocarburants sont le Royaume-Uni, l'Italie, la Pologne, l'Espagne et la Suède. **L'Espagne** a vu une hausse de sa consommation de biodiesel, mais une baisse du bioéthanol. La hausse globale de la consommation se traduit par une augmentation du chiffre d'affaires à **920 millions d'euros**, mais les difficultés financières de certains leaders de l'industrie des biocarburants ont fait chuter l'emploi à **7 500 personnes**.

Au **Royaume-Uni**, le rapport annuel du marché des énergies renouvelables publié par la REA et PwC évalue la filière à **740 millions d'euros** et **3 900 emplois**.

Le Conseil européen a clarifié la politique européenne en matière de biocarburants pour 2020, ce qui s'est traduit, en septembre 2015, par une nouvelle directive. Beau-



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	23 100	22 800	2 700	2 500
France	22 000	22 000	3 250	3 030
Belgique	8 300	7 500	350	250
Espagne	10 000	7 500	930	920
Italie	5 500	6 000	1 000	1 100
Pologne	5 900	6 000	700	710
Suède	3 300	4 500	900	1 000
Royaume-Uni	3 800	3 900	720	740
Pays-Bas	3 000	2 800	330	300
Finlande	1 900	1 800	200	200
Portugal	1 500	1 600	280	330
Rép. tchèque	1 400	1 400	320	330
Luxembourg	1 300	1 400	65	80
Autriche	1 100	1 200	365	400
Danemark	1 200	1 100	250	200
Grèce	700	750	130	140
Hongrie	600	650	145	200
Roumanie	900	650	200	200
Slovaquie	400	550	130	130
Bulgarie	300	500	50	50
Irlande	350	400	110	120
Lituanie	300	300	60	65
Slovénie	150	200	30	30
Croatie	150	150	30	30
Lettonie	100	100	20	25
Chypre	<50	<50	15	10
Estonie	<50	<50	<5	<5
Malte	<50	<50	<5	<5
Total UE	97 400	95 900	13 290	13 100

Source : EurObserv'ER 2016

coups de grands pays de l'Union ont précisé leur feuille de route jusqu'en 2020 et devraient être en mesure d'atteindre l'objectif de 10 % d'énergie renouvelable dans les transports. Si, d'un point de vue réglementaire, la question

de l'utilisation des biocarburants dans les transports est réglée jusqu'en 2020, les incertitudes demeurent quant à la place qu'occuperont les biocarburants en 2030. Dans cette perspective, la Commission européenne prévoit

de présenter une nouvelle directive sur les énergies renouvelables pour la période 2020-2030 avec un nouvel objectif européen commun de 27 % d'énergies renouvelables, sans déclinaison à l'échelle des États membres. ■





LES DÉCHETS URBAINS RENEUVELABLES

La part de biomasse renouvelable contenue dans les déchets municipaux et incinérée dans les unités de valorisation énergétique des déchets est considérée par la directive sur les énergies renouvelables comme faisant partie intégrante des statistiques des énergies renouvelables. La production totale d'énergie primaire au sein de l'Union européenne (électricité et chaleur) produite à partir des déchets urbains renouvelables est passée de 9 032 ktep en 2014 à 9 394 ktep en 2015. La France, l'Allemagne, l'Italie, la Suède et les Pays-Bas demeurent les principaux pays producteurs d'énergie issue des déchets urbains renouvelables.

Les emplois générés par cette filière résident dans la collecte et le transport des déchets, la construction des installations de valorisation énergétique, et surtout dans l'exploitation des unités d'incinération des déchets. Le nombre de ces emplois dépend également du volume de déchets traités thermiquement dans le pays.

La CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants) suit l'évolution de la filière européenne à travers des rapports nationaux régulièrement mis à jour. Plusieurs rapports ont été actualisés pour 2016, mais ils ne fournissent que peu d'informations sur l'emploi. Quelques indications sont toutefois disponibles pour certains États membres (près de **200 emplois pour l'Irlande**, **250 personnes** en charge de l'exploitation des usines de **République tchèque**, ou près de **300 personnes** employées dans la filière au **Portugal**). Un ratio a été publié indiquant que 180 emplois peuvent être maintenus pour 1 million de tonnes de déchets traités. En se basant sur cette hypothèse, EurObserv'ER arrive à un montant total révisé de **14 450 emplois** pour l'ensemble de l'Union européenne.

L'utilisation des chiffres du rapport REA/PwC relatif au secteur des déchets du **Royaume-Uni** a engendré un écart important par rapport aux données publiées dans le bilan de l'an dernier. Ce rapport

recense **7 300 emplois** et un chiffre d'affaires de **895 millions de livres sterling** (soit environ 1 230 millions d'euros). Pour la **France**, les estimations de l'Ademe s'élèvent à **600 emplois**. Les statistiques allemandes et autrichiennes en matière d'emploi et de chiffre d'affaires ne couvrent pas le secteur des déchets.

Les statistiques annuelles actualisées de l'IRENA révèlent une augmentation continue de la capacité installée pour la filière des déchets municipaux renouvelables, celle-ci étant passée de 6 277 MW en 2014 à 6 436 MW en 2015. Au vu de cette tendance, l'emploi pourrait continuer de progresser légèrement au cours des prochaines années, bien qu'il ne représente pas une part importante dans les retombées socio-économiques de l'ensemble des filières renouvelables. ■

Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Déchets urbains renouvelables** Capacités installées en MW	
	2014	2015	2014	2015
Royaume-Uni	7 100	7 300	696	781
Pays-Bas	1 200	1 350	649	649
Italie	1 000	1 100	n.a	n.a
Suède	900	1 000	459	459
Belgique	500	600	247	247
Danemark	600	600	325	325
France	600	600	830	872
Espagne	450	450	234	251
Portugal	250	300	77	77
Rép. tchèque	250	250	45	45
Finlande	<50	200	n.d	n.d
Irlande	200	200	17	17
Hongrie	150	150	38	38
Bulgarie	<50	<50	n.d	n.d
Lettonie	<50	<50	n.a	n.a
Lituanie	<50	<50	10	10
Luxembourg	<50	<50	17	17
Pologne	<50	<50	n.d	n.d
Slovaquie	<50	<50	11	11
Slovénie	<50	<50	n.d	n.d
Autriche*	n.d	n.d	524	539
Croatie	n.d	n.d	n.d	n.d
Chypre	n.d	n.d	n.d	n.d
Estonie	n.d	n.d	210	210
Allemagne*	n.d	n.d	1 888	1 888
Grèce	n.d	n.d	n.d	n.d
Malte	n.d	n.d	n.d	n.d
Roumanie	n.d	n.d	n.d	n.d
Total UE	13 600	14 450	6 277	6 436

* Les emplois du secteur des déchets ne sont pas suivis dans les statistiques nationales. ** Source : IRENA 2016 - Renewable Capacity Statistics 2016. n.d. : non disponible. Source : EurObserv'ER 2016



LA BIOMASSE SOLIDE

Selon l'IRENA, la capacité de production installée de la biomasse solide dans l'Union européenne (incluant le secteur des déchets) est passée de 24,6 GW en 2014 à 26,2 GW en 2015. Par ailleurs, la production brute d'électricité à partir de biomasse solide est passée de 84,6 TWh en 2014 à plus de 90,3 TWh en 2015. Par conséquent, dans le cadre des dix filières renouvelables étudiées, la biomasse demeure l'une des premières en termes de chiffre d'affaires et de création d'emplois. En s'appuyant sur les données les plus récentes de la production de chaleur et d'électricité, EurObserv'ER arrive à un chiffre d'affaires de **36 milliards d'euros** et à près de **315 000 emplois** dans l'ensemble des États membres, ce qui place la filière au second rang après l'éolien.

Les principaux pays ayant contribué à ces résultats assez stables sont la France, l'Allemagne, la Suède, le Royaume-Uni, la Finlande, l'Italie et l'Autriche. Mais nombre de petits États membres enregistrent une part relativement importante de leur main-d'œuvre globale dans le secteur de la biomasse, notam-

ment dans les emplois liés à la partie forestière et agricole de la chaîne de valeur de la bioénergie. Comme indiqué dans le Baromètre Biomasse 2016, le Brexit aura un impact significatif sur le paysage bioénergétique européen, aussi bien en termes de production d'énergie à partir de biomasse qu'en termes de retombées socio-économiques.

En 2015, le **Royaume-Uni** a produit 21,5 % de l'électricité biomasse solide de l'Union européenne. Selon le rapport REA/PwC, la filière britannique de la biomasse comptabilisait cette année-là **22 300 emplois** pour un chiffre d'affaires annuel de plus de **4,2 milliards d'euros**. En novembre 2016, le gouvernement a présenté son plan de sortie du charbon pour 2025, ce qui devrait encore booster la filière. En **Allemagne**, le chiffre d'affaires de la biomasse est passé de plus de 8 milliards d'euros en 2014 à **6,9 milliards** en 2015. L'AGEE-Stat explique cette baisse par une chute nette des investissements dans les grandes chaufferies biomasse (-71 %), loin d'être compensée par la modeste hausse des petites installations. La

filière allemande (**45 000 emplois**) occupe toujours la deuxième place en Europe. Elle est devancée par la **France** qui possède la plus grande filière en termes d'emploi, avec environ **50 000 personnes**, pour un chiffre d'affaires annuel de **5,1 milliards d'euros**, selon les estimations de l'Ademe. Le pays a mis en place un programme de soutien efficace au développement de la chaleur renouvelable (Fonds chaleur) qui s'est traduit par une forte augmentation des chaufferies bois au cours des cinq dernières années. Selon les statistiques annuelles du ministère fédéral du Transport, de l'Innovation et de la Technologie (BMVIT), **l'Autriche** compte 27 fabricants de granulés de bois ainsi qu'une industrie dynamique de chaudières et poêles biomasse générant d'importantes retombées socio-économiques. Le secteur totalise **13 600 emplois** et un chiffre d'affaires de plus de **2 milliards d'euros**.

Enfin, la **Suède** et la **Finlande** sont des acteurs majeurs de la filière biomasse européenne. L'association suédoise SVEBIO y évalue à plus de 4 500 MW la capacité installée

dans ces deux pays. EurObserv'ER constate qu'ils sont également des leaders européens en termes de production brute de chaleur à partir de biomasse solide, évaluant le secteur à plus de **27 400 emplois** et **2,65 milliards d'euros pour la Suède** et à **23 700 emplois** et **2,3 milliards d'euros pour la Finlande**, ce qui représente sans conteste, pour ces pays, les plus

fortes retombées socio-économiques sur l'ensemble des technologies renouvelables étudiées.

En l'état actuel des choses, la consommation de chaleur produite à partir de biomasse solide est en avance sur la trajectoire prévue dans les Plans d'action nationaux en matière d'énergies renouvelables (PANER), avec 77,6 Mtep (dont

3,4 Mtep provenant de l'incinération des déchets urbains renouvelables) alors que les projections prévoient 66,2 Mtep en 2015. Par contre, la consommation d'électricité produite à partir de biomasse solide est en retard sur le plan. Les organismes professionnels ont accueilli favorablement certains





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (M€)	
	2014	2015	2014	2015
France	48 000	50 000	4 600	5 130
Allemagne	48 500	45 400	7 500	6 975
Suède	26 800	27 400	2 600	2 650
Finlande	24 300	23 700	2 400	2 300
Royaume-Uni	21 500	22 300	4 000	4 240
Italie	19 600	22 000	1 900	2 150
Pologne	18 500	18 800	1 800	1 825
Espagne	15 500	15 800	1 500	1 530
Autriche	13 650	15 450	1 975	2 045
Roumanie	10 900	11 100	1 050	1 080
Rép. tchèque	8 500	8 900	820	860
Portugal	8 000	7 800	780	760
Lettonie	6 100	6 000	595	580
Danemark	3 900	4 800	380	460
Croatie	4 100	4 600	400	440
Hongrie	4 200	4 250	410	410
Pays-Bas	3 900	4 100	375	400
Estonie	3 350	3 600	320	350
Lituanie	3 350	3 600	325	350
Belgique	3 300	3 500	320	340
Bulgarie	3 200	3 500	315	340
Grèce	2 600	2 800	250	275
Slovaquie	2 300	2 700	220	260
Slovénie	1 600	1 800	150	170
Irlande	650	600	60	60
Luxembourg	200	150	20	15
Chypre	<50	<50	<5	<5
Malte	0	0	0	0
Total UE	306 550	314 700	35 070	36 000

Source : EurObserv'ER 2016



éléments du paquet de mesures sur l'énergie de la Commission européenne, qui vise à compléter le cadre d'action de l'UE en matière de climat et d'énergie d'ici à 2030. Cependant, des associations comme l'AEBIOM ont souligné que ce paquet de mesures négligeait

le rôle que la filière électrique biomasse pourrait jouer pour seconder les sources variables d'électricité renouvelable telles que l'éolien et le solaire. D'autre part, les prix toujours bas de la tonne de charbon et de carbone ne favorisent pas non plus la promotion de l'électricité

renouvelable. Cette année, l'analyse confirme nos projections concernant la stagnation relative du marché et des impacts socio-économiques découlant de l'utilisation de la biomasse solide. ■

Du point de vue des impacts socio-économiques, les deux années précédentes se sont caractérisées par une forte stagnation. Après quelques consolidations et corrections statistiques, on peut constater aujourd'hui que cinq filières renouvelables sur dix

(éolien, biomasse, pompes à chaleur, géothermie et déchets) ont enregistré une légère hausse de l'emploi en 2015 par rapport à 2014 et quatre filières sur dix ont vu une progression de leur chiffre d'affaires (éolien, pompes à chaleur, géothermie et déchets).

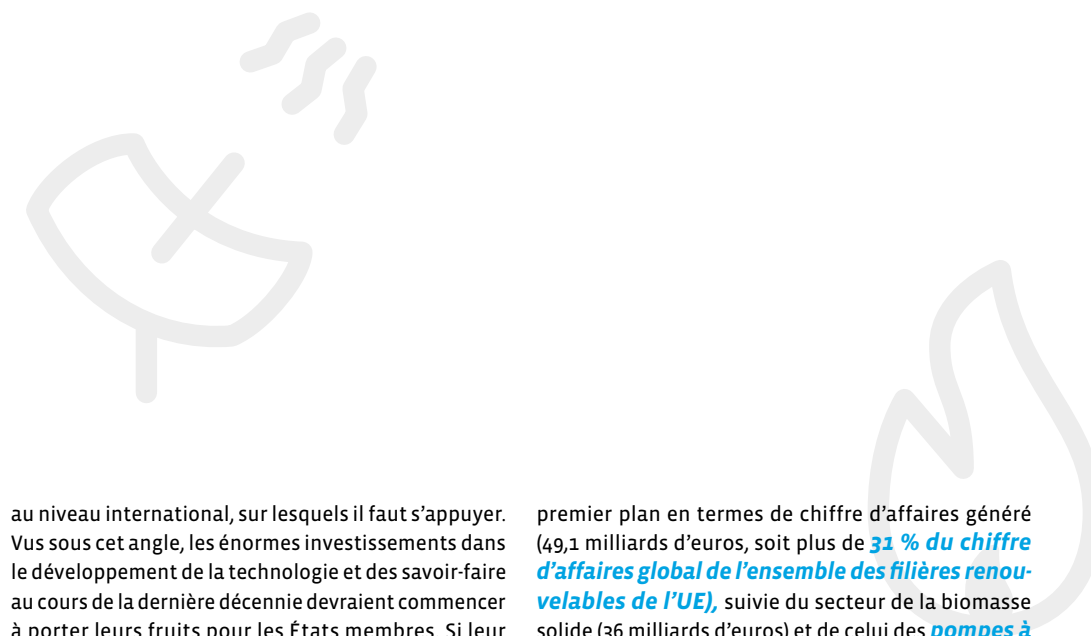
EMPLOI

Le nombre d'emplois estimé par EurObserv'ER pour 2015, dans l'UE des 28, révèle également une consolidation de haut niveau, voire une légère croissance – ce qui est assez remarquable, car cela rompt avec la tendance observée ces dernières années. Selon les estimations calculées, et contrairement aux deux années précédentes, EurObserv'ER constate une croissance de la main-d'œuvre au sein de l'UE, avec **1,139 million** de personnes employées dans les dix filières renouvelables étudiées (soit une hausse de 10 000 emplois). L'analyse par pays montre que l'Allemagne a conservé sa première place avec **322 300 emplois**, bien qu'elle ait aussi perdu le plus grand nombre d'emplois en valeur absolue (- 25 000 emplois par rapport à 2014). Toujours en valeur absolue, viennent ensuite la **France (162 000 emplois)**, le **Royaume-Uni (109 200 emplois)** et l'**Italie (97 100 emplois)**. Selon les estimations d'EurObserv'ER, **vingt des 28 États membres ont observé un maintien ou une légère croissance de leur main-d'œuvre liée aux énergies renouvelables**, ce qui est un signe très encourageant, d'autant plus que cette croissance s'est également produite dans des pays affectés par la crise comme l'Espagne (+ 3 900 emplois), la Grèce (+ 500 emplois), le Portugal et l'Irlande. On observe aussi une augmentation notable dans les nouveaux États membres comme la Pologne (+ 4 650 emplois), la Croatie (+ 600 emplois) ou la Lituanie (+ 1 200 emplois). En analysant les différentes technologies, on constate que la filière des pompes à chaleur a affiché la plus forte croissance (12 000 nouveaux emplois sur un total de près de 111 000 emplois), suivie de la biomasse solide (8 000 nouveaux emplois) et de l'éner-

gie éolienne (3 000 nouveaux emplois sur un total de 332 350 emplois).

Une approche pessimiste pourrait se polariser sur le caractère jugé faible du développement global de l'emploi et du chiffre d'affaires des énergies renouvelables au sein de l'Union européenne. Elle l'expliquera par des limitations de certains marchés, liées notamment à des conditions politiques offrant trop peu de visibilité aux investisseurs. Les incertitudes politiques et économiques au niveau mondial (prix des combustibles fossiles, échange de quotas d'émission et conséquences de la crise financière) s'ajoutent à ces obstacles.

Un regard optimiste opposera qu'après des années de contraction du marché, les filières renouvelables de l'Union européenne et de ses États membres commencent à relever la tête. Les résultats de la COP21 sur le climat et la définition de politiques énergétiques et climatiques plus ambitieuses en Chine ou en Inde devraient donner lieu à une expansion du marché pour l'Union sur la scène internationale. Grâce au développement de solutions technologiques et concurrentielles de plus en plus matures, les acteurs de l'industrie des énergies renouvelables peuvent davantage se tourner vers les marchés extérieurs à l'UE afin de compenser la baisse de la part des marchés intérieurs. L'industrie des énergies renouvelables de l'Union européenne est compétitive à l'échelle internationale. Les savoir-faire et niveaux de qualité développés dans l'Union au cours des dernières décennies représentent des atouts reconnus



au niveau international, sur lesquels il faut s'appuyer. Vus sous cet angle, les énormes investissements dans le développement de la technologie et des savoir-faire au cours de la dernière décennie devraient commencer à porter leurs fruits pour les États membres. Si leur engagement dans la lutte contre le réchauffement climatique et dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre se poursuit, ils pourront consolider leur rôle moteur, au niveau mondial, pour le déploiement de solutions énergétiques propres et d'une politique efficace en matière de climat et d'énergies renouvelables. Considérant le paysage politique et énergétique mondial actuel, on pourrait plus que jamais citer un vieux proverbe chinois : « *Quand le vent du changement se lève, certains construisent des murs, d'autres des moulins à vent* ». ■

CHIFFRE D'AFFAIRES

Le chiffre d'affaires combiné des dix filières renouvelables dans l'ensemble des 28 pays de l'Union s'est élevé à **153 milliards d'euros** en 2015, ce qui représente une légère croissance par rapport à 2014 (148,7 milliards). L'analyse par type de technologie révèle que l'énergie éolienne a conservé son rôle de

premier plan en termes de chiffre d'affaires généré (49,1 milliards d'euros, soit plus de **31 % du chiffre d'affaires global de l'ensemble des filières renouvelables de l'UE**), suivie du secteur de la biomasse solide (36 milliards d'euros) et de celui des **pompes à chaleur (21,4 milliards d'euros contre 18 milliards en 2014)**, dont la dynamique a fait figure d'exception notable dans un marché européen relativement atone.

17 États membres sur 28 ont augmenté ou maintenu le chiffre d'affaires de leurs filières renouvelables. Malgré quelques baisses substantielles, l'Allemagne conserve la première place avec 29,6 milliards d'euros. La France rattrape son retard (20 milliards d'euros), ainsi que le Royaume-Uni classé troisième (19,5 milliards d'euros). L'Italie est en quatrième position (18,7 milliards d'euros) et l'Espagne (13,5 milliards d'euros) dépasse le Danemark qui demeure à un niveau tout à fait remarquable (12,7 milliards d'euros). Une croissance notable du chiffre d'affaires, en valeur relative, a été observée en Lituanie (650 millions d'euros contre 430 millions en 2014), aux Pays-Bas, en Slovaquie ou en Pologne, pour cette dernière principalement grâce aux avancées obtenues dans l'énergie éolienne et dans l'énergie solaire thermique. Ces chiffres illustrent une année exceptionnelle pour l'éolien et le secteur des pompes à chaleur. La filière photovoltaïque a maintenu le niveau de son chiffre d'affaires, malgré une activité d'installation réduite. ■

EMPLOI

Nombre d'emplois par filière en 2015

	Total	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biocarburants	Biogaz	Petite hydroélectricité	Solaire thermique	Déchets urbains renouvelables*	Géothermie
Allemagne	322 300	142 900	45 400	16 100	31 600	22 800	45 000	6 700**	10 600	n.d	1 200
France	162 100	22 000	50 000	34 700	16 150	22 000	4 400	3 900	5 500	600	2 850
Royaume-Uni	109 200	41 100	22 300	8 600	16 900	3 900	2 800	5 500**	750	7 300	<50
Italie	97 100	26 000	22 000	10 000	12 500	6 000	5 500	5 000	3 000	1 100	6 000
Espagne	66 400	22 500	15 800	7 500	6 500	7 500	500	1 600	4 000	450	<50
Suède	52 200	6 500	27 400	7 800	750	4 500	100	4 000	100	1 000	<50
Danemark	44 900	31 250	4 800	2 400	2 500	1 100	250	<50	1 850	600	100
Pologne	43 300	11 500	18 800	750	1 100	6 000	800	1 450	2 750	<50	100
Autriche	37 100	5 500	15 450	2 200	3 400	1 200	650	5 850**	2 800	n.d	<50
Finlande	31 350	3 300	23 700	1 600	<50	1 800	250	400	<50	200	0
Pays-Bas	26 850	6 300	4 100	4 400	7 000	2 800	500	0	250	1 350	150
Portugal	22 650	2 500	7 800	7 000	750	1 600	150	2 000	450	300	100
Belgique	22 200	2 800	3 500	3 000	3 400	7 500	550	350	450	600	<50
Roumanie	17 200	1 100	11 100	0	1 300	650	<50	2 600	200	n.d	200
Rép. tchèque	16 300	100	8 900	650	1 700	1 400	900	1 750	600	250	<50
Grèce	12 950	2 000	2 800	0	1 900	750	200	2 500	2 700	n.d	100
Hongrie	7 550	100	4 250	100	900	650	150	100	150	150	1 000
Bulgarie	7 500	200	3 500	1 900	700	500	100	400	<50	<50	100
Lettonie	6 600	<50	6 000	0	<50	100	150	150	<50	<50	0
Croatie	6 350	750	4 600	0	150	150	150	250	200	n.d	100
Lituanie	5 450	1 000	3 600	<50	100	300	150	<50	<50	<50	100
Estonie	5 300	100	3 600	1 350	<50	<50	<50	<50	<50	n.d	0
Irlande	4 700	2 500	600	300	<50	400	200	200	250	200	0
Slovaquie	4 650	<50	2 700	<50	400	550	200	400	100	<50	150
Slovénie	3 750	<50	1 800	400	300	200	100	750	<50	<50	<50
Luxembourg	2 100	<50	150	<50	150	1 400	<50	150	<50	<50	0
Chypre	600	150	<50	0	100	<50	<50	0	200	n.d	0
Malte	400	0	0	0	300	<50	0	0	<50	n.d	0
Total UE	1 139 050	332 350	314 700	110 900	110 750	95 900	63 950	46 150	37 300	14 450	12 600

* Emplois directs seulement. ** Chiffres pour petite et grande hydroélectricité. n.d : non disponible. Source : EurObserv'ER 2016

CHIFFRE D'AFFAIRES

Chiffre d'affaires par filière en 2015 (M€)

	Total	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biocarburants	Biogaz	Petite hydroélectricité	Solaire thermique	Géothermie
Allemagne	29 620	11 600	6 975	1 700	3 000	2 500	2 325	320	1 000	200
France	20 030	3 170	5 130	2 600	4 440	3 030	610	450	380	220
Royaume-Uni	19 510	7 925	4 240	1 600	3 410	740	480	850	250	15
Italie	18 700	2 000	2 150	6 500	2 500	1 100	2 500	1 000	250	700
Espagne	13 480	4 500	1 530	5 500	350	920	65	380	230	<5
Danemark	12 755	11 425	460	215	250	200	40	<5	155	<5
Autriche	3 925	1 070	2 045	515	615	400	185	1 635	440	20
Suède	5 855	1 100	2 650	700	90	1 000	45	250	10	10
Pologne	5 100	2 000	1 825	65	80	710	60	100	235	25
Pays-Bas	3 595	1 500	400	390	660	300	170	0	25	150
Finlande	3 530	570	2 300	350	<5	200	25	75	<5	0
Portugal	2 250	370	760	620	60	330	20	40	40	10
Belgique	1 720	565	340	260	180	250	65	15	40	<5
Rép. tchèque	1 595	15	860	55	60	330	150	70	50	<5
Roumanie	1 570	150	1 080	0	70	200	<5	30	15	20
Grèce	1 075	315	275	0	65	140	25	20	230	<5
Hongrie	830	15	410	<5	85	200	20	<5	15	75
Bulgarie	680	25	340	175	20	50	<5	20	<5	40
Croatie	670	125	440	0	15	30	10	25	20	<5
Irlande	665	410	60	30	<5	120	15	<5	20	0
Lituanie	650	200	350	<5	10	65	<5	<5	<5	<5
Lettonie	640	<5	580	0	0	25	20	<5	<5	0
Estonie	510	15	350	120	<5	<5	<5	<5	<5	0
Slovaquie	505	0	260	<5	15	130	40	20	10	25
Slovénie	295	<5	170	40	10	30	10	10	<5	15
Luxembourg	145	10	15	0	25	80	<5	<5	<5	0
Chypre	65	20	<5	0	10	10	<5	0	15	0
Malte	35	0	0	0	25	<5	0	0	<5	0
Total UE	153 000	49 105	36 000	21 450	16 060	13 100	6 910	5 345	3 470	1 560

Source : EurObserv'ER 2016

INDICATEURS D'INVESTISSEMENT

Dans ce chapitre, EurObserv'ER propose des indicateurs relatifs au financement des énergies renouvelables. Afin de dresser un tableau exhaustif de la situation, les indicateurs d'investissement couvrent deux grands domaines :

- le premier groupe concerne les investissements liés à l'application des technologies renouvelables (par exemple, la construction de centrales électriques) ;
- le second groupe met l'accent sur le développement et la production des technologies proprement dites (par exemple, la production de panneaux solaires).

Les investissements dans les nouvelles capacités de production, pour l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables et des États membres de l'Union européenne, sont couverts par la première partie relative au financement d'actifs. Les données ayant servi à l'élaboration de ces indicateurs sont issues de la base de données "Bloomberg New Energy Finance" (BNEF) et concernent les investissements à grande échelle dans les énergies renouvelables, notamment dans les centrales électriques.

Afin de mettre en évidence l'implication du secteur public dans le financement des énergies renouvelables, des informations seront

apportées sur les programmes de financement ou de promotion au niveau de l'Union européenne.

La seconde partie aborde les investissements dans les technologies renouvelables, à partir des données issues de la base BNEF sur les investissements en capital-risque et capital-investissement, pour tous les secteurs des énergies renouvelables et pour l'Union européenne dans son ensemble, afin d'appréhender l'évolution du marché européen des nouvelles technologies et des sociétés de développement de projets.

Le consortium a ensuite élaboré des indices boursiers "énergies renouvelables", comprenant les principales sociétés européennes actives dans les grands secteurs des énergies renouvelables. Ces indices illustrent l'évolution boursière des actions des entreprises de production des technologies renouvelables. Les données servant à construire les indices proviennent des différents marchés boursiers nationaux ainsi que de bases de données publiques. De plus, les YieldCos, c'est-à-dire les actifs d'infrastructure – par exemple, des installations d'énergie renouvelable – dont l'acquisition est proposée sur les marchés publics, seront prises en compte dans ce chapitre.

Il convient de noter que les données relatives au financement d'actifs et aux opérations de capital-risque/capital-investissement contenues dans la présente édition de *L'État des énergies renouvelables en Europe* ne peuvent pas être comparées à celles de l'édition précédente. Cela est dû à l'évolution permanente de la base de données. Ainsi, chaque fois que de nouvelles informations sont disponibles au sujet d'opérations d'investissement réalisées au cours des années passées, nous actualisons cette base de données afin qu'elle soit la plus exhaustive possible. Il est donc logique que les chiffres de l'investissement 2014, présentés dans l'édition de l'année dernière, soient différents de ceux présentés cette année.

Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable

Le financement d'actifs couvre l'ensemble des investissements dans des projets de production d'énergie renouvelable à grande échelle. Il couvre les projets d'une puissance supérieure à 1 MW, dans les secteurs de l'éolien, du solaire, du photovoltaïque, de l'héliothermodynamique, de la biomasse solide, du biogaz et de la valorisation énergétique des déchets, ainsi que des projets d'une capacité supérieure à un million de litres par an dans le secteur des biocarburants. En outre, les données sont basées sur des contrats fermes, et non sur des projets, et les indicateurs d'investissement présentés ici concernent toutes les opérations conclues en 2014 et 2015. Il s'agit donc de projets pour lesquels l'opération financière a été approuvée et finalisée, et le financement garanti. Mais cela ne donne aucune indica-

tion sur la date à laquelle la capacité additionnelle sera mise en service. Dans certains cas, la construction peut démarrer immédiatement ; dans d'autres, un accord financier est signé, mais la construction ne commencera pas avant plusieurs mois (voire plusieurs années). Ainsi, la capacité additionnelle associée à ces investissements est estimée sur la base des opérations de financement conclues au cours de l'année. Cette capacité peut être mise en service aussi bien au cours de l'année considérée que des années suivantes. Outre les investissements dans les capacités de production des différents États membres, les dépenses d'investissement par MW de capacité de production sont également calculées pour l'Union européenne et pour les principaux partenaires commerciaux, afin de pouvoir les comparer.

Note méthodologique

On distingue trois types de financement d'actifs : financement sur bilan (balance sheet finance), financement de projet sans recours (non-recourse project finance) et financement par le biais d'obligations ou d'autres méthodes. Dans le premier cas, le financement de l'installation s'appuie sur le bilan d'une grande société d'énergie ou d'une compagnie de distribution. La société peut emprunter de l'argent auprès d'une banque, et, en tant que société, est responsable du remboursement de l'emprunt. Le financement de projet sans recours implique l'apport de fonds dans une société à objet unique (société dédiée au projet) qui, à son tour, contracte des emprunts bancaires complé-

mentaires. Ici, seule la société dédiée au projet est tenue de rembourser l'emprunt, et le projet est en grande partie dissocié du bilan de la société qui a mis à disposition les fonds (ou sponsor). Enfin, le troisième mode de financement d'actifs, ou mécanisme alternatif, concerne les obligations (émises pour financer un projet), les garanties, crédits-bails, etc. Ces instruments jouent pour l'instant un rôle mineur au sein de l'Union européenne, notamment par rapport aux États-Unis, où le financement des projets d'énergie renouvelable par des obligations est beaucoup plus développé. Néanmoins, ces instruments sont pris en compte dans ce chapitre, et leur rôle est analysé au sein de l'Union européenne.

L'ÉOLIEN

Alors qu'en 2015, plusieurs filières "énergies renouvelables" dans l'Union européenne observaient un ralentissement de leurs investissements, la filière "éolienne" a, quant à elle, connu une année exceptionnelle. Atteignant déjà un niveau impressionnant en 2014, à 23 milliards d'euros, ses investissements ont totalisé près de 31 milliards d'euros en 2015. Cela représente une augmentation de près de 34 %. Le nombre de projets éoliens financés est passé, quant à lui, de 701 à 771. De même, la puissance additionnelle associée est passée de 13,5 GW en 2014, à 14,55 GW, l'année suivante. Cette croissance de plus de 10 % est cependant moins importante que celle des investissements. Cela indique une augmentation des dépenses d'investissement par MW de capacité installée. En moyenne, 1,71 million d'euros ont été dépensés par MW de capacité de production éolienne en 2014, contre 2,07 millions d'euros en 2015. L'une des raisons de cette évolution pourrait être la faiblesse relative de l'euro en 2015. Dans le cas de l'éolien offshore, une hausse quasi similaire des investissements (34 %) a pu être observée. En 2015, les investissements éoliens offshore totalisaient 13,9 milliards d'euros dans l'Union européenne, contre 10,4 milliards d'euros en 2014.

Concernant les sources de financement, quelques petites différences ont pu être observées entre 2014 et 2015. Au cours de ces deux années,

le financement sur bilan était la source de financement dominante des nouveaux investissements dans la capacité de production éolienne. Sa part a toutefois légèrement baissé (de 66 % à près de 60 %) entre les deux années. Une tendance similaire a pu être observée pour le financement de projet sans recours, qui est passé de 34 % en 2014, à 30 % en 2015. En revanche, d'autres instruments de financement, comme, par exemple, les obligations ou les garanties, semblent avoir particulièrement progressé en 2015 (plus de 10 %). Si l'on analyse la part des investissements liés au financement de projet, au cours des deux années, on constate qu'il s'agit des investissements les plus importants en moyenne, tandis que les plus petits projets éoliens reposent sur le financement traditionnel des entreprises, c'est-à-dire le financement sur bilan. Bien que le financement de projet représente, en volume, environ un tiers de l'investissement réalisé au cours de chacune de ces deux années, il ne représente, en nombre, que 8 % (2014), et 10 % (2015) de tous les projets.

RÔLE CLÉ DE L'OFFSHORE DANS L'INVESTISSEMENT ÉOLIEN

En termes d'investissements globaux à l'échelle de l'Union européenne, l'éolien offshore affiche la même tendance à la hausse que l'éolien terrestre. Globalement, les investissements offshore sont pas-

sés de 10,4 milliards d'euros en 2014 à 13,9 milliards d'euros en 2015. Au cours de ces deux années, l'éolien offshore a joué un rôle important dans l'investissement éolien global, représentant près de 45 % de ce dernier. Le nombre relativement faible de projets offshore, soit 9 en 2014 et 11 en 2015, révèle le montant nettement plus important de ces investissements par rapport au montant moyen des projets terrestres. Le montant moyen d'un projet offshore, dans l'Union européenne, s'élevait à 1,16 milliard d'euros en 2014 et à 1,26 milliard d'euros en 2015. En comparaison, le montant moyen d'un projet éolien terrestre était de 33 millions d'euros en 2014, et de 40 millions d'euros en 2015. La taille nettement plus importante des projets éoliens offshore, par rapport aux projets terrestres, est une des principales raisons pour lesquelles ils emploient bien plus souvent le financement de projet sans recours.

La puissance additionnelle associée à l'éolien offshore a augmenté également, quoiqu'à un rythme plus modéré que l'investissement global. Elle est en effet passée de 2,45 GW en 2014 à 3,01 GW en 2015, ce qui correspond à une augmentation de 23 %. Cette croissance plus lente se reflète dans les coûts d'investissement par MW. En 2014, ils s'élevaient à 4,24 millions d'euros par MW pour la produc-



1

État des lieux du financement d'actifs éoliens (sur terre et en mer) dans les pays membres de l'UE en 2013 et 2014

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	4 455,30	52	1 654,4	12 913,97	69	4 050,9
Allemagne	8 832,10	417	5 571,4	10 800,99	439	5 786,9
France	1 539,80	80	1 388,3	1 244,18	51	956,6
Pologne	614,34	14	517,4	1 011,28	46	798,2
Belgique	431,46	24	399,1	850,54	21	315,6
Finlande	503,87	17	433,5	777,81	19	578,9
Irlande	211,96	10	193,1	765,21	14	511,9
Suède	368,89	14	350,1	525,68	23	416,6
Italie	154,90	8	131,6	491,59	17	374,3
Autriche	576,54	14	505,3	395,60	18	298,32
Danemark	206,39	13	195,3	345,99	19	274,2
Grèce	74,51	3	70,7	300,01	5	215,9
Pays-Bas	4 010,39	15	1 177,6	250,07	23	196,5
Portugal	486,43	12	408,2	103,17	4	89,7
Luxembourg	0,00	0	0	26,50	1	21,0
Chypre	0,00	0	0	12,62	1	10,0
Lituanie	288,31	4	202,5	1,89	1	1,5
Roumanie	284,16	6	263,8	0	0	0
Estonie	22,45	2	21,3	0	0	0
Rép. tchèque	17,68	5	12,0	0	0	0
Total UE	23 079,47	710	13 496,7	30 817,10	771	14 897,0

Source : EurObserv'ER 2016



tion offshore. Ils ont augmenté à 4,61 millions d'euros en 2015. Sans surprise, les coûts d'investissement par MW pour la production éolienne terrestre sont nettement inférieurs, à savoir 1,71 million d'euros seulement en 2014 et 2,07 millions d'euros en 2015. Cette augmentation des dépenses d'investissement pourrait s'expliquer par la dévaluation de l'euro entre 2014 et 2015, qui a probablement fait augmenter les coûts des com-

posants importés pour la construction des parcs éoliens.

LE ROYAUME-UNI EN TÊTE POUR LES INVESTISSEMENTS, L'ALLEMAGNE EN TÊTE POUR LE NOMBRE DE PROJETS

En 2015, le Royaume-Uni a pris la première place devant l'Allemagne pour les investissements dans l'éolien. Malgré une croissance de ses investissements de 8,83 milliards d'euros en 2014 à 10,8 milliards en

2015, l'Allemagne a été rattrapée par le Royaume-Uni (près de 13 milliards d'euros en 2015). Les deux pays ne se contentent pas d'occuper les premières places du classement : ils creusent aussi l'écart avec les autres États membres. En 2014, 58 % de tous les investissements éoliens dans l'Union européenne ont été enregistrés au Royaume-Uni ou en Allemagne. Cette part, déjà élevée, a encore augmenté en 2015, pour atteindre 77 %. L'une des différences

majeures entre les deux pays est le poids important de l'éolien offshore au Royaume-Uni. Au cours des deux années, près de 75 % des investissements britanniques dans l'éolien concernaient des projets offshore. La part de l'offshore était nettement inférieure en Allemagne, soit 41 % en 2014, et seulement 33 % en 2015. De cette différence dans le poids relatif de l'offshore découlent deux autres observations. Tout d'abord, le nombre de projets au Royaume-Uni pour ces deux années est bien moins important qu'en Allemagne où, en 2015, un total de 439 projets a été enregistré – ce qui correspond à 57 % de tous les projets européens. Deuxièmement, malgré des investissements plus élevés, la puissance additionnelle associée est, en 2015, plus faible au Royaume-Uni (4 GW) qu'en Allemagne (5,8 GW), ce qui est dû aux coûts d'investissement plus élevés dans l'éolien offshore.

HAUSSE DES INVESTISSEMENTS DANS PLUSIEURS PAYS, LA FRANCE CONSERVE SA TROISIÈME PLACE

En 2014, la France occupait la troisième place en termes d'investissements dans l'éolien à grande échelle. Bien que le financement d'actifs soit passé de 1,54 milliard d'euros en 2014 à 1,24 milliard d'euros en 2015, la France conserve sa position derrière le Royaume-Uni et l'Allemagne. Le nombre de projets bouclés financièrement a encore diminué, passant de 80 en 2014 à 51 en 2015. Outre ces trois pays, il y a eu plusieurs autres réussites dans la filière éolienne, en 2015. Huit États membres ont

2

Part des différents types de financement d'actifs éoliens (sur terre + en mer) dans l'UE en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets
Financement sur bilan	65,8%	91,5%	59,52%	89,4%
Financement de projet	33,8%	7,9%	30,2%	9,6%
Obligations/ Autres	0,4%	0,6%	10,3%	1,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

enregistré une augmentation relativement forte de leurs investissements dans les parcs éoliens.

La Pologne a connu une évolution très positive entre les deux années. Ses investissements sont passés de 614 millions d'euros en 2014 à 1,01 milliard d'euros en 2015, le pays dépassant ainsi, pour la première fois depuis 2012, la barre du milliard d'euros. Il est frappant de constater la hausse du nombre de projets bouclés financièrement, en Pologne (de 14 à 46 entre 2014 et 2015). La Belgique, la Finlande et l'Irlande ont enregistré une croissance particulièrement forte du financement d'actifs. Entre 2014 et 2015, les investissements éoliens ont presque doublé en Belgique (de 431 millions d'euros à 851 millions),

et ont connu une belle progression en Finlande (de 504 millions d'euros à 778 millions). En Irlande, ils ont presque quadruplé (de 222 millions d'euros à 765 millions). Dans ces trois pays, et à la différence de la Pologne, la hausse des investissements s'explique principalement par l'augmentation de la taille des projets, plutôt que par leur nombre. En Belgique, le nombre de projets bouclés a encore diminué, passant de 24 à 21.

La Suède, l'Italie, le Danemark et la Grèce ont également enregistré une progression de leurs investissements dans l'éolien. En Italie, le financement d'actifs a plus que doublé, passant de 155 millions



3

État des lieux du financement d'actifs éoliens (en mer) dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	3 407,96	2	790,8	9 700,00	6	1 999,2
Allemagne	3 646,81	3	915,2	3 526,60	4	847,0
Belgique	8,57	1	2,3	655,81	1	165,0
Pays-Bas	3 326,04	2	744,0	0	0	0
France	7,45	1	2,0	0	0	0
Total UE	10 396,85	9	2 454,3	13 882,41	11	3 011,2

Source : EurObserv'ER 2016



d'euros en 2014 à 492 millions en 2015, alors que la puissance additionnelle a presque triplé, de 132 MW à 374 MW. En Grèce, les investissements éoliens ont même quadruplé. En 2015, 300 millions d'euros ont été investis, contre seulement 75 millions d'euros l'année précédente. Les investissements suédois ont progressé de près de 43 %, passant de 369 millions d'euros à 526 millions d'euros entre 2014 et 2015. Ils demeurent, cependant, sensiblement inférieurs à ceux enregistrés au cours des années précédentes. Au Danemark, les investissements ont progressé de 68 %, passant de 206 millions d'euros en 2014 à 346 millions d'euros en 2015. Enfin, de modestes investissements éoliens ont été enregistrés en 2015, dans deux États membres

qui n'en comptaient aucun en 2014. Le Luxembourg et Chypre ont vu, l'un et l'autre, un projet bouclé financièrement, à hauteur respectivement de 26,5 millions d'euros et 12,6 millions d'euros.

BAISSE DES INVESTISSEMENTS DANS PLUSIEURS ÉTATS MEMBRES

La baisse la plus importante du financement d'actifs a été observée aux Pays-Bas. Alors qu'en 2014, le pays se classait au quatrième rang des investissements éoliens au sein de l'Union européenne, pour un montant de plus de 4 milliards d'euros, il a observé une chute de ses investissements en 2015, à 250 millions d'euros. Cette baisse s'explique principalement par la baisse de l'éolien offshore.

En 2014, deux très gros projets offshore avaient été bouclés pour un total de 3,33 milliards d'euros. Mais, même en tenant compte uniquement de l'éolien terrestre, on constate que les investissements ont baissé de plus de 60 %.

L'Autriche, le Portugal et la Lituanie ont également observé un recul des financements d'actifs dans l'éolien. En Autriche, les investissements globaux sont passés de 577 millions d'euros en 2014, à 396 millions d'euros en 2015, alors que, dans le même temps, le nombre de projets augmentait (de 14 à 18). La baisse a été plus forte au Portugal, et encore plus importante en Lituanie. Dans le premier pays, les investissements sont passés de 486 millions d'euros en 2014, à 103 millions d'euros seulement en 2015, alors que, dans le second, ils ont chuté de 288 millions d'euros à moins de 2 millions d'euros.

Trois États membres ont enregistré des opérations financières pour des projets éoliens en 2014, mais aucune en 2015. L'Estonie et la République tchèque ont affiché des investissements modérés en 2014, pour un montant total respectif de 22,5 millions d'euros (2 projets) et 17,7 millions d'euros (5 projets). La Roumanie affiche un écart encore plus important entre les deux années, puisque 6 projets éoliens ont vu leur financement garanti en 2014, pour un montant total de 284 millions d'euros; mais aucun projet n'a vu le jour en 2015. ■

4

Part des différents types de financement d'actifs éoliens (en mer) dans l'UE en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets
Financement sur bilan	52,5%	66,7%	41,2%	36,4%
Financement de projet	47,5%	33,3%	44,9%	45,4%
Obligations/ Autres	0,0%	0,0%	13,9%	18,2%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

LE PHOTOVOLTAÏQUE

Lors de l'analyse du financement des actifs liés à l'énergie solaire photovoltaïque, il convient de noter que ce financement ne comprend que les investissements à grande échelle. Par conséquent, tous les projets de petite taille, tels que les installations en toiture, qui constituent la plus grosse partie des installations dans la plupart des pays de l'Union européenne, ne sont pas inclus dans les données présentées. EurObserv'ER rend compte, pour la deuxième année consécutive, des investissements dans les installations photovoltaïques commerciales et résidentielles à l'échelle de l'Union européenne. Ces chiffres fournissent ainsi une estimation du financement des opérations d'une capacité inférieure à 1 MWC, complémentaire par rapport aux données relatives aux installations d'une capacité supérieure à 1 MWC.

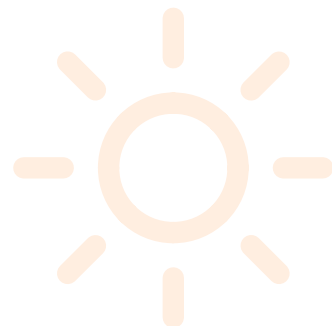
CHUTE DES INVESTISSEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES DANS L'UNION EUROPÉENNE

Entre 2014 et 2015, l'investissement dans les centrales solaires photovoltaïques (>1 MW) a chuté de près de 31 %. Le financement d'actifs dans le photovoltaïque à grande échelle totalisait 4,24 milliards d'euros en 2015, contre 6,13 milliards l'année précédente. En revanche, le nombre de projets financés est resté relativement constant. En 2014, 366 nouveaux projets ont été enregistrés contre 343 l'année suivante, ce qui corres-

pond à une baisse de près de 6 %. Ces deux observations combinées nous permettent de conclure à une baisse de la taille moyenne des projets photovoltaïques. En 2014, un montant de 16,7 millions d'euros a été investi, en moyenne, par installation solaire photovoltaïque. Cette valeur est passée à 12,4 millions d'euros en 2015. Dans les éditions précédentes, nous avons pu constater une baisse continue des coûts d'investissement dans ce secteur. Cette tendance semble toutefois s'être interrompue, ou, tout au moins, s'être ralentie pour le moment. Les dépenses d'investissement par MW dans le photovoltaïque à grande échelle totalisaient 1,43 million d'euros en 2015 contre seulement 1,22 million d'euros en 2014, ce qui correspond à une augmentation des coûts de 17 %. L'explication pourrait venir de la faiblesse relative de l'euro en 2015, ce qui a impliqué une augmentation du coût de tous les

composants importés de pays hors zone euro. Comme le financement d'actifs global dans les centrales photovoltaïques, la puissance additionnelle associée aux nouveaux investissements a également diminué. Alors qu'elle totalisait 5,04 GW en 2014, elle n'était plus que de 2,97 GW en 2015, ce qui représente une baisse de 35 %.

Concernant les sources de financement des centrales photovoltaïques, on n'observe aucun changement notable entre 2014 et 2015. Au cours des deux années, la plupart des centrales photovoltaïques ont été financées par le financement traditionnel des entreprises, c'est-à-dire le financement sur bilan. La part des investissements photovoltaïques ayant eu recours à ce type de financement a peu augmenté entre les deux années (passant de 67 % à 72 %). En revanche, la part du financement de projet sans



1

État des lieux du financement d'actifs photovoltaïques dans les pays membres de l'UE in 2014 and 2015 (centrales au sol)

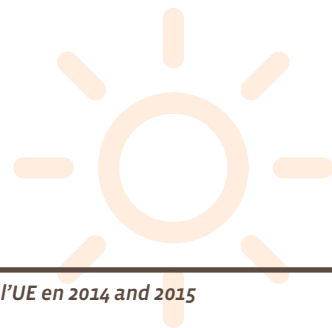
	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MWc)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MWc)
Royaume-Uni	4 105,68	268	3 384,5	3 130,77	264	2 197,25
France	1 647,05	41	1 327,8	314,95	15	217,42
Danemark	6,99	2	5,8	290,44	5	201,4
Allemagne	160,87	24	147,1	265,67	40	203,71
Italie	62,15	9	51,6	135,54	5	79,6
Portugal	71,42	5	59,3	23,18	3	17,28
Hongrie	0,00	0	0	23,07	1	16
Suède	0,00	0	0	21,03	4	14,58
Roumanie	49,06	10	40,73	18,03	1	12,5
Chypre	3,61	1	3	4,33	1	3
Pologne	6,74	2	5,6	3,61	2	2,5
Belgique	3,61	1	3	2,88	1	2
Malte	0,00	0	0	2,65	1	1,96
Bulgarie	7,23	2	6			
Espagne	2,41	1	2			
Total UE	6 126,82	366	5 036,4	4 236,14	343	2 969,20

Source : EurObserv'ER 2016

recours a légèrement diminué. En 2014, 33 % de toutes les centrales photovoltaïques de l'Union européenne avaient utilisé ce type de financement, et seulement 28 % en 2015. La principale différence

entre les deux années réside dans le nombre de projets financés. En 2014, le nombre d'opérations ayant bénéficié d'un financement de projet sans recours représentait une part nettement inférieure à celle

du financement de projet sans recours dans l'investissement total. Ainsi, la taille des centrales ayant utilisé ce type de finance-



2

Investissement dans les installations photovoltaïques pour l'ensemble de l'UE en 2014 and 2015 (commercial et résidentiel <1MWc)

	2014		2015	
	Investissement (en M d'€)	Puissance (en MWc)	Investissement (en M d'€)	Puissance (en MWc)
Total UE	5 880,18	3 309,63	5 178,64	3 153,95

Source : EurObserv'ER 2016

ment était en moyenne plus importante, observation typique et qui prévaut également dans le secteur de l'éolien. En 2015, cependant, la situation change, car 72 % de l'ensemble des projets ont recours au financement sur bilan, et 28 % seulement au financement de projet. Ainsi, on n'observe pas de différence entre les montants moyens des projets financés par chacun de ces types de financement. Au cours des deux années, les obligations et autres mécanismes de financement n'ont pas été utilisés pour les investissements photovoltaïques.

Avec un total de 5,18 milliards d'euros en 2015, les investissements photovoltaïques à petite échelle dépassent, cette année-là, les investissements à grande échelle. Ces derniers sont inférieurs de près de 1 milliard d'euros aux montants investis dans le photovoltaïque commercial et résidentiel. Cependant, la tendance au sein du secteur solaire photovoltaïque à petite échelle est négative. En 2014, les investissements étaient légèrement plus élevés qu'en 2015, et totalisaient 5,88 milliards d'euros.

Ils ont chuté d'environ 12 % entre les deux années. De même, la puissance additionnelle a baissé, passant de 3,31 GW en 2014 à 3,15 GW l'année suivante. La réduction de la puissance additionnelle étant inférieure à la baisse des financements, on peut en conclure que les coûts d'investissement liés à la capacité de production photovoltaïque ont diminué (contrairement au secteur du photovoltaïque à grande échelle). Les coûts d'investissement par mégawatt ont en effet baissé légèrement dans le secteur commercial et résidentiel, passant de 1,78 million d'euros en 2014 à 1,64 million en 2015, ce qui correspond à une baisse de 7,6 %.

PRÉDOMINANCE DU ROYAUME-UNI, CHUTE DES INVESTISSEMENTS EN FRANCE

L'évolution la plus notable dans le financement des projets photovoltaïques à grande échelle est la forte concentration des investissements au Royaume-Uni. Cette tendance, observée depuis 2012, semble se poursuivre en 2014 et 2015, bien que le financement

d'actifs ait baissé notablement entre les deux années. En 2014, 4,1 milliards d'euros ont été investis dans des centrales photovoltaïques, au Royaume-Uni. En 2015, ce montant a baissé de près de 24 %, à 3,1 milliards d'euros. Le nombre de projets est, quant à lui, resté quasiment constant (268 projets en 2014, 264 projets en 2015). Par conséquent, la baisse des financements globaux s'explique essentiellement par la diminution du montant moyen des projets. D'autre part, la puissance additionnelle associée a connu une baisse encore plus importante, passant de 3,4 GW en 2014 à 2,2 GW en 2015. Malgré la baisse de ses investissements, le Royaume-Uni a encore accru sa position dominante dans la filière photovoltaïque, entre ces deux années. Alors qu'en 2014, le pays enregistrait 67 % de tous les investissements européens réalisés dans des centrales solaires, cette proportion est passée à 74 % l'année suivante.

Bien qu'affichant des montants plus faibles en valeur absolue, la

3

Part des différents types de financement d'actifs photovoltaïques dans l'UE in 2014 and 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets
Financement sur bilan	67,0%	78,7%	72,1%	71,7%
Financement de projet	33,0%	21,3%	27,9%	28,3%
Obligations/ Autres	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

France arrive en deuxième position, concernant les investissements dans le photovoltaïque au cours de ces deux années. Toutefois, après une hausse massive en 2013 et 2014, le financement d'actifs a connu une baisse importante en 2015. En 2014, les investissements photovoltaïques atteignaient un niveau exceptionnellement élevé en France, soit 1,65 milliard d'euros, mais ils ne totalisaient plus que 315 millions d'euros en 2015. Le nombre de projets photovoltaïques a baissé au même rythme que le financement d'actifs (de 41 en 2014, à 15 en 2015). On observe la même tendance pour la puissance additionnelle, qui est passée de 1,3 GW en 2014, à 217 MW l'année suivante.

UNE SITUATION CONTRASTÉE AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE

Contrairement à la tendance baissière observée en 2015 chez les deux leaders européens, on recense plusieurs réussites cette même année, notamment au Danemark, en Allemagne et en Italie. La plus forte progression revient, sans conteste, au Danemark. Les investissements danois dans les centrales photovoltaïques sont partis de très bas en 2014 (7 millions d'euros), pour atteindre 290 millions d'euros en 2015, le pays décrochant ainsi la troisième place au sein de l'Union européenne. Parallèlement, la puissance additionnelle a fait un bond, passant, au cours

de la même période de 6 MW à 210 MW. En Allemagne et en Italie, les investissements ont progressé de façon moins marquée. En Italie, le financement d'actifs a plus que doublé (de 62 millions d'euros en 2014, à près de 136 millions en 2015), la puissance additionnelle augmentant, quant à elle, dans une moindre proportion (de 52 MW à 80 MW). En Allemagne, les investissements sont passés de 161 millions d'euros à près de 266 millions d'euros, le nombre de projets progressant également de façon notable (de 24 à 40).

La Hongrie, la Suède et Malte ont tous trois enregistré des investissements dans le photovoltaïque en 2015, pour un total de respectivement 23 millions d'euros, 21 millions d'euros et 2,7 millions d'euros, alors que cet investissement était inexistant dans ces trois pays en 2014. En revanche, au cours des deux années, Chypre, la Pologne et la Belgique ont enregistré des financements d'actifs dans le secteur du photovoltaïque à grande échelle, mais à un niveau assez bas (de 2,9 à 6,7 millions d'euros). Au Portugal et en Roumanie, les investissements photovoltaïques ont chuté de façon similaire entre les deux années (de 71 à 23 millions d'euros au Portugal, et de 49 à 18 millions d'euros en Roumanie), ce dernier pays accusant aussi une forte chute du nombre de ses projets (de 10 en 2014, à un seul en 2015). Enfin, la Bulgarie et l'Espagne ont bénéficié d'investissements assez modestes en 2014 (7,2 et 2,4 millions d'euros, respectivement) mais n'en ont observé aucun en 2015. ■

LE BIOGAZ

Lorsqu'on analyse le financement d'actifs dans la filière du biogaz, il est essentiel de définir les projets couverts par les données. La base de données recense quatre types d'investissements à grande échelle : (I) production d'électricité (nouvelles installations) – construction de nouvelles centrales biogaz produisant de l'électricité (1 MWe ou plus –, (II) production d'électricité (rénovation) – conversion de centrales électriques afin qu'elles puissent, au moins partiellement, fonctionner au biogaz (comprend également des centrales biogaz rénovées –, (III) production de chaleur – centrales biogaz produisant de la chaleur, d'une puissance de 30 MWth ou plus –, et (IV) centrales de cogénération – centrales biogaz d'une puissance de 1 MWe ou plus, produisant à la fois de l'électricité

et de la chaleur. Outre les centrales produisant de la chaleur et/ou de l'électricité à partir du biogaz, on recense également des centrales qui produisent du biogaz (unités de méthanisation) et l'injectent dans le réseau de gaz naturel. Toutefois, afin de distinguer ces deux types d'investissements, deux tableaux distincts présentent le financement des centrales électriques au biogaz, et celui des installations produisant du biométhane.

STABILISATION DES INVESTISSEMENTS DANS LE BIOGAZ

Suite à une baisse importante après l'année 2013, les investissements dans le biogaz ont augmenté à nouveau, entre 2014 et 2015. Les financements d'actifs dans le secteur – incluant les centrales électriques au biogaz et les



unités de production de biométhane –, qui totalisaient 57 millions d'euros en 2014, ont presque doublé pour atteindre 102 millions d'euros en 2015. Cette valeur demeure toutefois nettement inférieure au montant total des investissements enregistrés en 2013, soit 330 millions d'euros. Le nombre de projets biogaz à également augmenté, mais de façon moins marquée. En 2014, quatre projets ont bouclé leur montage financier, contre cinq en 2015. Le montant moyen des investissements a donc augmenté, passant de 14,2 millions d'euros par projet en 2014 à 20,4 millions, en 2015.

Les investissements dans les centrales biogaz sont restés rela-



1

État des lieux du financement d'actifs biogaz dans les pays membres de l'UE en 2014 and 2015 centrales biogaz

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	18,92	1	1,2	54,03	2	15,0
Allemagne	14,38	1	3,0	5,03	1	2,0
France	23,35	1	4,5	0	0	0
Total UE	56,66	3	8,7	59,06	3	17,0

Source : EurObserv'ER 2016

2

État des lieux du financement d'actifs dans le secteur biogaz dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015 (biométhane)

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en m³/h)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en m³/h)
Royaume-Uni	0,06	1	3	43,12	2	450
Total UE	0,06	1	3	43,12	2	450

Source : EurObserv'ER 2016



tivement stables, passant de 56,7 millions d'euros à 59,1 millions d'euros entre 2014 et 2015. En revanche, la puissance additionnelle associée à ces investissements a augmenté de façon notable, passant de 8,7 MW en 2014 à 17 MW en 2015, ce qui correspond à une croissance de plus de 95 %. Les dépenses d'investissement par MW de capacité installée ont donc chuté entre les deux années, passant de 6,5 millions d'euros en 2014 à 3,5 millions d'euros en 2015. Ces chiffres doivent toutefois être interprétés avec prudence, en raison du faible nombre de projets biogaz observés. Si les investissements dans les centrales électriques au biogaz sont demeurés stables, ceux liés aux unités de production de biométhane ont, en

3

Part des différents types de financement d'actifs biogaz dans l'UE en 2014 et 2015 (centrales fonctionnant au biogaz)

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	66,6%	66,7%	25,6%	66,7%
Financement de projet	33,4%	33,3%	74,4%	33,3%
Obligations / Autres	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016



revanche, sensiblement augmenté. Ces investissements, qui n'étaient que de 0,06 million d'euros en 2014, ont bondi à 43 millions d'euros en 2015. Le nombre de projets financièrement bouclés est, quant à lui, passé de un en 2014, à deux en 2015. Il est toutefois impossible de comparer la capacité de ces installations de production entre les deux années, car il n'existe aucune information de ce type pour l'un des projets biométhane bouclé en 2015.

Le mode de financement des centrales électriques au biogaz s'est inversé. En 2014, la part des investissements reposant sur le financement de projet (33 %) était inférieure à celle s'appuyant sur le financement sur bilan (67 %). Les parts respectives des projets cou-

verts par chaque type de finance-

ment ayant un profil similaire, on n'observe aucune différence dans la taille moyenne des projets liés à ces deux modes de financement. Mais cela change radicalement en 2015 : la majeure partie des investissements dans les centrales électriques au biogaz (74 %) et une part bien moindre des projets (33 %) ont été couverts par le financement de projet. Quant au financement sur bilan, c'est la situation inverse qui a été observée. En 2015, seuls 33 % des montants investis, mais près de 67 % du nombre de projets, se classent dans la catégorie "financement sur bilan". Ainsi, en 2015, le montant des investissements liés au financement de projet était, en moyenne, beaucoup plus important que celui des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène

souvent observé, également, dans d'autres filières renouvelables. Au cours de ces deux années, aucune centrale biogaz n'a été financée par des obligations ou d'autres mécanismes de financement. Quant aux installations de production de biométhane, elles ont eu intégralement recours au financement sur bilan.

INVESTISSEMENTS SPORA- DIQUES AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE

Concernant les unités de production de biométhane, tous les investissements observés au cours des deux années ont eu lieu au Royaume-Uni, tout comme en 2013. En 2015, le Royaume-Uni se classe également au premier rang concernant les investissements dans les centrales électriques biogaz, avec 54 millions d'euros investis dans le pays, soit 91 % de parts de marché. Par rapport aux chiffres de 2014 (19 millions d'euros), les investissements britanniques ont presque triplé. En 2015, le seul autre État membre ayant enregistré des financements d'actifs dans les centrales électriques au biogaz est l'Allemagne, avec un investissement de 5 millions d'euros, ce qui représente une baisse importante par rapport aux 14 millions d'euros investis l'année précédente. En 2014, les plus gros investissements dans les centrales électriques au biogaz avaient été réalisés en France, et s'élevaient à 23 millions d'euros. L'année suivante, aucun investissement de ce type n'a été enregistré dans le pays. ■

4

Part des différents types de financement d'actifs biogaz dans l'UE en 2014 et 2015 (biométhane)

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Financement de projet	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Obligations / Autres	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

LES DÉCHETS URBAINS RENOUELVABLES



Comme pour la biomasse solide, les données concernant le financement d'actifs de la valorisation énergétique des déchets incluent trois types d'investissements à grande échelle : (I) production d'électricité (nouvelles installations) – construction de nouvelles centrales produisant de l'électricité, d'une puissance de 1 MWe ou plus –, (II) chaleur – centrales produisant de la chaleur, d'une puissance de 30 MWth ou plus –, et (III) centrales de cogénération – centrales produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur, d'une puissance de 1 MWe ou plus. En pratique, tous les investissements dans des installations de valorisation énergétique des déchets recensés, pour 2013 et 2014, appartiennent à la première catégorie (production d'électricité – nouvelles installations) ou à la troisième (cogénération). Il n'y a pas d'investissement dans des centrales thermiques pures. La similarité des catégories entre la biomasse solide,

le biogaz et la valorisation énergétique des déchets s'explique par le fait que les données initiales ne faisaient pas la distinction entre les trois filières. La répartition s'est faite sur la base des projets. Il est également important de noter que les installations de valorisation énergétique des déchets incinèrent des déchets municipaux, qui sont communément réputés comporter 50 % d'éléments d'origine renouvelable. Cette section présente les investissements liés aux installations, et non à la proportion de déchets renouvelables qu'elles incinèrent.

CHUTE DES INVESTISSEMENTS DANS LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES DÉCHETS AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE

Après l'évolution positive du financement d'actifs dans les unités de valorisation énergétique des déchets entre 2013 et 2014, l'année

2015 a été mauvaise pour les investissements dans ce secteur. Le financement d'actifs dans le secteur de la valorisation énergétique des déchets à grande échelle a chuté, passant de 2,19 milliards d'euros en 2014 à seulement 615 millions d'euros en 2015, ce qui correspond à une baisse de près de 72 %. Le nombre de projets bouclés financièrement a subi une baisse de moindre ampleur, puisqu'on est passé de 11 projets en 2014 à 4 projets en 2015. Cela montre que le montant moyen des projets a également diminué entre les deux années. En 2015, l'investissement moyen dans une unité de valorisation énergétique des déchets s'élevait à 154 millions d'euros, contre 199 millions d'euros en 2014. La puissance additionnelle associée aux nouveaux investissements a connu une baisse encore plus importante que celle des investissements. Elle a chuté de 85 %, passant de 332 MW en 2014 à 50 MW en 2015.

Cela implique des coûts d'investissement moyens plus élevés par MW de capacité installée en 2015, soit 12,3 millions d'euros, contre 6,6 millions d'euros l'année précédente. Ces chiffres doivent toutefois être interprétés avec prudence, en raison du faible nombre de projets observés dans cette filière.

L'étude des sources de financement des unités de valorisation énergétique des déchets révèle des changements considérables dans la structure du financement, entre les deux années. En 2014, on observe le schéma habituel concernant le financement sur bilan et le financement de projet. Globalement, dans les investissements liés à la valorisation énergétique des déchets, la part du financement sur bilan (59 %) est supérieure à celle du financement de projet sans recours (41 %). Cependant, près de 82 % de l'ensemble des projets ont recours au financement sur bilan, et 18 % seulement au financement de projet. Cela signifie, comme il fallait s'y attendre, que les investissements reposant sur le financement de projet sont plus importants (en moyenne, 450 millions d'euros) que ceux reposant sur le financement traditionnel des entreprises (143 millions d'euros). Comme l'année précédente, la majorité des investissements, soit 62 %, reposent en 2015 sur le financement sur bilan, contre 38 % sur le financement de projet. En revanche, la répartition égale du nombre de projets sur chaque source de financement signifie que le montant des investissements liés au financement

2

Part des différents types de financement d'actifs du secteur des déchets dans l'UE en 2013 et 2014

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	58,8%	81,8%	62,4%	50,0%
Financement de projet	41,2%	18,3%	37,6%	50,0%
Obligations/ Autres	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

de projet était en moyenne plus faible, ce qui constitue une observation inhabituelle. Au cours de ces deux années, aucun projet n'a été financé par l'émission d'obligations, ou d'autres instruments financiers.

POSITION DOMINANTE DU ROYAUME-UNI EN TERMES D'INVESTISSEMENTS

En ce qui concerne la répartition des investissements dans la valorisation énergétique des déchets au sein de l'Union européenne, la situation générale n'a pas beaucoup changé depuis 2012, le Royaume-Uni occupant toujours la première place. C'est le seul pays qui a enregistré des financements d'actifs dans ce secteur, pour les années 2014 et 2015. Les investissements britanniques ont toutefois chuté de plus de 60 %, passant de 1,56 milliard d'euros en 2014 à 615 millions d'euros l'année suivante. Cependant, le nombre de projets bouclés

financièrement a accusé une baisse moins importante (de 9 à 4 projets). Le montant moyen des projets a donc diminué au Royaume-Uni, passant de 173 millions d'euros en 2014, à 154 millions en 2015.

Alors qu'en 2015, le Royaume-Uni était le seul pays de l'Union à afficher des investissements dans la valorisation énergétique des déchets, en 2014, deux autres États membres étaient concernés. Le deuxième investissement le plus élevé a été réalisé cette année-là en Irlande, pour un montant de 483 millions d'euros. La Pologne a également enregistré un financement d'actifs, pour une unité de valorisation énergétique des déchets s'élevant à 146 millions d'euros. Malgré ces deux investissements, non négligeables, le Royaume-Uni occupait également la première place en 2014, avec 71 % de tous les investissements réalisés dans l'ensemble de l'Union. ■

1

Etat des lieux du financement d'actifs du secteur des déchets dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	1556,43	9	262,8	615,02	4	50,1
Irlande	482,89	1	60,0	0	0	0
Pologne	145,90	1	9,0	0	0	0
Total UE	2185,22	11	331,8	615,02	4	50,1

Source : EurObserv'ER 2016

LA BIOMASSE SOLIDE

Pour l'analyse du financement d'actifs dans le domaine de la biomasse solide, il est essentiel de définir certaines données, avant d'aborder plus précisément l'évolution des investissements. Tout d'abord, il convient de préciser que l'investissement étudié ici concerne seulement les centrales

alimentées à la biomasse solide, et non les installations de production de biomasse. Les données comportent quatre types d'investissements à grande échelle : (I) production d'électricité (nouvelles installations) – construction de nouvelles centrales biomasses produisant de l'électricité, d'une



puissance de 1 MWe ou plus, (II) production d'électricité (rénovation) – conversion de centrales électriques afin qu'elles puissent (au moins partiellement) utiliser de la biomasse (comprend également des centrales biomasse renouvelées), (III) chaleur – centrales biomasses produisant de la chaleur, d'une puissance de 30 MWth ou plus, et (IV) centrales de cogénération – centrales biomasse produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur, d'une puissance de 1 MWe ou plus.

CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS DANS LA BIOMASSE

Dans l'ensemble, 2015 a été une année très favorable au financement d'actifs dans le domaine de la biomasse à grande échelle. Les investissements au sein de l'Union européenne ont augmenté de près de 58 %, passant de 1,56 milliard d'euros en 2014 à 2,53 milliards en 2015, soit le niveau le plus élevé depuis 2011. Malgré cette progression massive du financement, on constate une diminution du nombre de projets bouclés financièrement (18 projets en 2014, et 16 en 2015). Le montant moyen des projets a donc considérablement augmenté, passant de 87 millions d'euros en 2014 à 158 millions d'euros l'année suivante.

Par rapport à cette forte hausse du financement d'actifs, l'augmentation de la puissance additionnelle associée aux nouveaux investisse-



1

État des lieux du financement d'actifs biomasse solide dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	678,28	9	165,6	1 791,42	10	289,2
Finlande	0,00	0	0,0	368,98	1	142,0
Irlande	0,00	0	0,0	180,30	1	42,5
Danemark	67,75	1	93,3	88,33	1	70,0
Rép. chèque	0,00	0	0,0	49,21	1	15,0
France	138,16	3	57,3	37,47	1	14,9
Pays-Bas	0,00	0	0,0	9,96	1	3,9
Suisse	611,11	2	165,0	0	0	0
Bulgarie	40,27	1	15,0	0	0	0
Espagne	13,40	1	5,0	0	0	0
Italie	10,50	1	5,0	0	0	0
Total UE	1 559,46	18	506,2	2 525,66	16	577,50

Source : EurObserv'ER 2016

ments semble, au premier abord, plutôt modeste, puisqu'elle n'est que de 14 % (de 506 MW en 2014 à 578 MW en 2015). Ce faible accroissement peut être lié à plusieurs facteurs. Les chiffres peuvent aussi inclure les investissements dans la conversion de centrales existantes (par exemple, conversion de centrales à charbon en centrales biomasse). Dans ce cas, les coûts d'investissement par

MW sont généralement beaucoup plus faibles. Cette augmentation des dépenses d'investissement pourrait aussi s'expliquer par la dévaluation de l'euro entre 2014 et 2015, qui a probablement fait augmenter les coûts des composants d'importation utilisés pour construire les centrales biomasse. Ces facteurs peuvent avoir influé sur l'augmentation des dépenses d'investissement par MW de

puissance installée. En 2015, ces dépenses s'élevaient en moyenne à 4,4 millions d'euros, contre seulement 3,1 millions d'euros en 2014.

Quant à la source de financement des centrales alimentées à la biomasse solide, on observe une différence notable entre les deux années. En 2015, la répartition



était relativement équilibrée entre le financement de projet (57 %) et le financement sur bilan (43 %) : le second couvrant 56 % de tous les projets, et le premier 44 %, on peut en conclure qu'il n'y avait pas de différence entre les montants moyens des projets financés par chacun de ces mécanismes. En 2014, la majeure partie des investissements (61 %), et une part bien moindre des projets (33 %), ont été couvertes par le financement de projet. Quant au financement sur bilan, c'est la situation inverse qui a été observée. Seuls 39 % des investissements ont recouru en 2014 au financement sur bilan, contre près de 67 % des projets. Ainsi, en 2014, le montant des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne beaucoup plus important que celui des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène typique et souvent observé au sein des filières renouvelables. Au cours de ces deux années, aucune centrale biomasse n'a été financée par des obligations ou d'autres mécanismes de financement.

LE ROYAUME-UNI EN TÊTE DES INVESTISSEMENTS EN 2015, LA SUÈDE EN BAISSÉ

Alors que deux États membres (le Royaume-Uni et la Suède) concentraient la majorité des investissements dans la capacité biomasse en 2014, le Royaume-Uni est devenu le seul acteur majeur dans ce domaine en 2015. Le financement d'actifs dans les unités biomasse a fait un bond étonnant dans ce pays, passant de 678 mil-



lions d'euros en 2014 à 1,79 milliard l'année suivante. En 2014, plus de 43 % de tous les investissements biomasse réalisés dans l'Union européenne étaient observés au Royaume-Uni. Cette part, déjà élevée, a encore augmenté, pour atteindre 71 % en 2015. Bien que les montants investis aient plus que doublé, le nombre de projets n'a augmenté que très légèrement (de 9 à 10). Ainsi, en 2015, au Royaume-Uni, l'investissement moyen dans la biomasse était beaucoup plus élevé que l'année précédente. La puissance additionnelle associée est passée, quant à elle, de 166 MW à 289 MW entre les deux années.

Une tendance inverse, mais de même ampleur, a pu être observée en Suède. En 2014, le pays se classait au deuxième rang de l'Union quant aux montants investis dans les unités biomasse, avec 611 millions d'euros, soit presque autant que le Royaume-Uni. Ces inves-

tissements concernaient deux unités d'une capacité totale de 165 MW. Avec un montant cumulé de 1,26 milliard d'euros, ces deux pays représentaient près de 83 % de tous les investissements dans la biomasse réalisés dans l'Union européenne cette année-là. En 2015, cependant, aucun projet n'a été enregistré en Suède.

UNE SITUATION HÉTÉROGÈNE AU SEIN DE L'UE

Comme les années précédentes, les nouveaux investissements dans la capacité biomasse ont évolué de façon très hétérogène, au sein des États membres comme au niveau de l'Union européenne, sachant que les pays qui ont investi en 2014 et 2015 étaient des exceptions. Et ces pays eux-mêmes ont connu des variations assez importantes des montants investis, entre les deux années. En outre, il est frappant de constater que tous les pays qui ont enregistré des investissements

dans la biomasse en 2015 (à l'exception du Royaume-Uni) n'ont porté, chacun, qu'un seul projet.

En 2015, les deuxième et troisième investissements dans la filière biomasse ont pu être observés en Finlande et en Irlande, où 369 millions d'euros et 180 millions d'euros ont été respectivement investis. Ces deux pays n'avaient enregistré aucun investissement dans ce secteur les années précédentes. Le Danemark et la France sont les seuls États membres, avec le Royaume-Uni, à avoir enregistré des investissements au cours de chacune des deux années. Ceux-ci ont augmenté au Danemark (de 68 millions d'euros en 2014, à 88 millions d'euros en 2015), mais ont considérablement baissé en France. En 2014 le financement de trois projets biomasse a été bouclé en France, pour un total de 138 millions d'euros. L'année suivante, les investissements n'ont atteint que 37 millions d'euros.

En 2015, les autres investissements dans la biomasse ont été conduits en République tchèque et aux Pays-Bas. Dans chacun de ces États membres, les financements ont concerné une unité biomasse, pour un montant respectif de 49 millions d'euros et 10 millions d'euros. Aucun des deux pays n'a enregistré de financements d'actifs dans la filière en 2014. C'est l'inverse qui s'est produit en Bulgarie, en Espagne et en Italie, où des investissements n'ont été observés qu'en 2014, pour un montant respectif de 40 millions, 13 millions et 10,5 millions d'euros. ■

2

Part des différents types de financement d'actifs biomasse solide dans l'UE en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	38,8%	66,7%	57,1%	56,3%
Financement de projet	61,2%	33,3%	42,9%	43,7%
Obligations/ Autres	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016



AUTRES SECTEURS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Certains secteurs des énergies renouvelables ont enregistré très peu d'investissements, voire aucun dans les nouvelles capacités de production, en 2014 et 2015. Ils n'ont donc pas fait l'objet d'une analyse spécifique concernant le financement d'actifs. Cependant, afin de compléter notre étude, nous avons

analysé ces secteurs dans la présente section. Tandis que quelques projets liés aux biocarburants et à la géothermie ont vu leur financement bouclé en 2014 et 2015, aucun nouvel investissement n'a été enregistré dans l'héliothermodynamique.

INVESTISSEMENTS DANS LES BIOCARBURANTS

Les biocarburants sont des carburants liquides destinés au transport. Ils comprennent le biodiesel et le bioéthanol. Le financement d'actifs diffère largement selon qu'il cible les biocarburants ou les autres technologies renouvelables car pour ces dernières il se résume quasi exclusivement à l'investissement dans des centrales produisant de l'électricité (ou, dans de rares exceptions, également de la chaleur). Dans le cas des biocarburants, le financement d'actifs correspond à l'investissement dans des unités de production de biocarburants. Il exclut donc la production de la biomasse utilisée comme matière première des biocarburants. Les deux types d'investissements à grande échelle suivants sont recensés : les substituts au diesel (i) et les substituts à l'essence/au pétrole (ii). La capacité est donc mesurée en millions de litres par an (Ml/an).

Dans le secteur des biocarburants, seule l'année 2014 a comptabilisé des investissements dans de nouvelles installations. Au Danemark, aux Pays-Bas et en Suède, un seul projet lié aux biocarburants a vu son



1

État des lieux du financement d'actifs biocarburants dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Danemark	39,95	1	73	0	0	0
Pays-Bas	66,62	1	171	0	0	0
Suède	34,78	1	167	0	0	0
Total UE	141,35	3	411	0	0	0

Source : EurObserv'ER 2016

2

Part des différents types de financement d'actifs biocarburants dans l'UE en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	100,00%	100,00%	0,0%	0,0%
Financement de projet	0,00%	0,00%	0,0%	0,0%
Obligations/ Autres	0,00%	0,00%	0,0%	0,0%
Total UE	100,00%	100,00%		

Source : EurObserv'ER 2016

financement bouclé cette année-là. Les Pays-Bas ont enregistré le plus gros investissement (près de 67 millions d'euros), suivis du Danemark (40 millions d'euros) et de la Suède (35 millions d'euros). L'investissement danois ciblait une installation de bioéthanol, alors que les investissements néerlandais et suédois concernaient le secteur du biodiesel. Le financement sur bilan a été employé pour ces investissements. La capacité additionnelle associée aux sommes investies s'élevait, en 2014, à 411 Ml/an. ■

INVESTISSEMENTS DANS LA GÉOTHERMIE

Cette technologie utilise l'énergie géothermique pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité. Avant d'aborder le financement des centrales géothermiques au sein de l'Union européenne, il

convient de différencier les types d'investissements pris en compte dans les données de base. Celles-ci comprennent quatre types d'investissements géothermiques : (i) l'énergie géothermique conven-

tionnelle, (ii) le chauffage urbain, (iii) la cogénération et (iv) les systèmes géothermiques stimulés.

L'énergie géothermique présente une forte orientation régionale au



1

État des lieux du financement d'actifs biocarburants dans les pays membres de l'UE en 2014 et 2015

	2014			2015		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (M€)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Pays-Bas	0	0	0	58,81	3	45,0
Hongrie	31,25	1	52,0	0	0	0
Total UE	31,25	1	52,0	58,81	3	45,0

Source : EurObserv'ER 2016

sein de l'Union européenne, du fait des grandes divergences entre les États membres en termes de potentiel géothermique. En 2015, les investissements dans les nouvelles installations géothermiques ne concernaient que les Pays-Bas, alors qu'en 2014, un projet géothermique a vu son financement bouclé en Hongrie, pour un montant total de 31 millions d'euros et une capacité additionnelle de 52 MWth. Les trois projets comptabilisés en 2015 aux Pays-Bas totalisaient 59 millions d'euros, pour une capacité associée de 45 MWth. En Hongrie, on a eu recours au financement sur bilan, alors qu'aux Pays-Bas, c'est le financement de projet qui a été employé. ■

2

Part des différents types de financement d'actifs biocarburants dans l'UE en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en %)	Nombre de projets (en %)
Financement sur bilan	100,00%	100,00%	0,0%	0,0%
Financement de projet	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Obligations/ Autres	0,0%	0,0%	0,00%	0,0%
Total UE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : EurObserv'ER 2016

COMPARAISON DES COÛTS D'INVESTISSEMENT DANS LE MONDE

Pour la première fois, EurObserv'ER présente les coûts d'investissement des technologies renouvelables au sein de l'Union européenne et chez ses principaux partenaires commerciaux. Cette comparaison repose sur les investissements dans les centrales électriques renouvelables à grande échelle. Les coûts d'investissement sont définis comme les dépenses moyennes d'investissement par MW de capacité de production dans les différents secteurs des énergies renouvelables. Ces dépenses d'investissement moyennes par

MW sont calculées pour l'Union européenne, ainsi que pour certains de ses grands partenaires commerciaux, à savoir, la Chine, le Canada, les États-Unis, l'Inde, le Japon, la Norvège, la Russie et la Turquie. Cependant, il peut arriver que certains pays n'aient enregistré aucun investissement dans les capacités de production liées à certains secteurs renouvelables. Par conséquent, le nombre de pays où des coûts d'investissement peuvent être calculés et déclarés diffère en fonction des technologies. De plus, pour certains secteurs (par

exemple, le biogaz ou les biocarburants), les dépenses d'investissement n'ont pas été calculées, car les pays considérés, hors Union européenne, avaient enregistré trop peu d'investissements, voire aucun.

DÉPENSES D'INVESTISSEMENT DANS LES DIFFÉRENTES FILIÈRES

Dans le secteur de l'éolien, les coûts d'investissement ont été calculés séparément pour l'éolien terrestre et pour l'éolien offshore. La raison de cette approche est simple : comme le montre l'ana-



1

Dépenses d'investissement dans l'éolien onshore (M€/MW)

	2014	2015
Canada	2,34	1,73
Chine	1,40	1,40
Inde	1,16	1,12
Japon	1,44	1,40
Norvège	-	1,40
Fédération de Russie	-	1,40
Turquie	1,41	1,40
États-Unis	1,48	1,46
Moyenne européenne	1,15	1,42

Source : EurObserv'ER 2016

2

Dépenses d'investissement dans l'éolien offshore (M€/MW)

	2014	2015
Chine	2,99	3,20
Japon	4,95	27,00
États-Unis	-	10,42
Moyenne européenne	4,24	4,61

Source : EurObserv'ER 2016

lyse des investissements éoliens au sein de l'Union européenne, présentée dans cette édition et dans les précédentes, les dépenses d'investissement par MW sont nettement plus élevées pour le secteur offshore que pour l'éolien terrestre. Concernant l'éolien terrestre, il convient de noter que presque tous les pays ayant enregistré des projets au cours de ces deux années ont vu leurs coûts d'investissement diminuer la seconde année. Dans l'Union européenne, en revanche, les dépenses d'investissement ont légèrement augmenté. En 2014, les coûts d'investissement moyens par MW de capacité de production pour l'éolien terrestre s'élevaient à 1,15 million d'euros dans les États membres, ce qui était inférieur au coût moyen dans les pays non-membres (1,54 million d'euros par MW). En 2015, cependant, ces coûts sont passés à 1,42 million d'euros pour les États membres, ce qui est sensiblement égal au coût moyen des autres pays, soit 1,41 million d'euros.

Contrairement à ce qui s'est produit pour l'éolien terrestre, seuls quelques-uns des pays étudiés ont enregistré des investissements dans l'éolien offshore, à savoir les États-Unis en 2015, ainsi que la Chine et le Japon, respectivement en 2014 et 2015. Étant donné le faible nombre de ces projets offshore – par exemple, le Japon et les États-Unis n'ont enregistré, chacun, qu'un

seul investissement en 2015 –, il est difficile de comparer les coûts d'investissement. Dans le cas du Japon, par exemple, l'investissement dans l'éolien offshore en 2015 concerne un projet pilote, ce qui explique les coûts très élevés par MW. En ce qui concerne les coûts d'investissement des centrales

solaires photovoltaïques dans l'Union européenne, le même modèle peut être observé que pour l'éolien terrestre : les coûts par MW ont augmenté entre 2014 et 2015, passant de 1,22 million d'euros à 1,43 million d'euros.

De même que pour l'éolien, l'Inde a enregistré les dépenses d'investissement les plus faibles par MW de capacité de production photovoltaïque au cours des deux années. En 2014, les coûts d'investissement moyens pour le photovoltaïque, dans l'Union européenne, étaient nettement inférieurs à ceux des pays extracommunautaires analysés, ces derniers s'élevant à 2,15 millions d'euros par MW. Malgré leur hausse, les coûts moyens dans l'Union européenne sont restés inférieurs à ceux des autres pays, qui s'élevaient à 1,87 million d'euros en 2015.

Dans le secteur de la biomasse, les coûts d'investissement par MW, dans l'Union européenne, s'élevaient à 3,08 millions d'euros en 2014. Ces coûts étaient inférieurs aux coûts moyens des pays extracommunautaires analysés (3,57 millions d'euros). La situation s'est inversée en 2015, car les coûts ont beaucoup augmenté dans l'Union européenne. Dans les autres pays, les dépenses moyennes d'investissement par MW de capacité biomasse ont baissé fortement, à 2,8 millions d'euros. Comme pour l'éolien offshore, ces valeurs doivent toutefois être interprétées avec prudence, en raison du très faible nombre d'observations, dans certains cas. Au Canada, en Inde et aux États-Unis, par exemple, un seul investissement biomasse a été enregistré.

Dans l'ensemble, l'analyse montre que pour la majorité des filières, les coûts d'investissement par MW de capacité de production, dans

3

Dépenses d'investissement dans le solaire photovoltaïque (M€/MW)

	2014	2015
Canada	3,39	3,14
Chine	1,62	1,56
Inde	1,20	1,10
Japon	2,12	2,00
Fédération de Russie	3,08	1,89
Turquie	1,60	1,50
États-Unis	2,05	1,87
Moyenne européenne	1,22	1,43

Source : EurObserv'ER 2016

4

Dépenses d'investissement dans la biomasse (M€/MW)

	2014	2015
Canada	5,49	-
Chine	2,08	1,65
Inde	2,79	-
Japon	3,93	2,75
États-Unis	-	4,00
Moyenne européenne	3,08	4,37

Source : EurObserv'ER 2016

l'Union européenne, semblent être inférieurs à ceux d'autres pays extérieurs à l'Union. Cependant, il faut noter que ces coûts d'investissement semblent avoir augmenté entre 2014 et 2015, alors qu'ils ont baissé chez les partenaires commerciaux de l'UE. Si cette tendance se poursuit dans les années à venir, l'Union européenne pourrait perdre

sa position dominante en ce qui concerne les dépenses d'investissement dans certains secteurs des énergies renouvelables, notamment le solaire photovoltaïque ou l'éolien (terrestre). ■



PROGRAMMES DE FINANCEMENT PUBLIC POUR L'INVESTISSEMENT DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Afin de mettre en évidence l'implication du secteur public dans le financement des énergies renouvelables, EurObserv'ER a recueilli des informations sur les programmes de financement ou de promotion à l'échelle de l'Union européenne. Les institutions financières publiques jouent généralement un rôle important dans la mobilisation de l'investissement pour les énergies renouvelables. Elles utilisent de nombreux instruments qui sont, soit publics, soit prescrits par leurs gouvernements nationaux respectifs, ou par l'Union européenne. Cela va de la fourniture de subventions, aides financières, fonds, jusqu'aux prêts concessionnels classiques (prêts à des conditions favorables/prêts concessionnels) ou garanties. L'instrument le plus utilisé en termes de volume financier est le prêt concessionnel. Les prêts accordés par les institutions financières publiques visent généralement des projets qui offrent de bonnes perspectives commerciales, mais qui n'auraient pas vu le jour sans l'intervention d'une banque publique.

Cette section présente un aperçu des programmes de financement public pour les investissements dans les énergies renouvelables, disponibles en 2014 et/ou 2015.

Cet aperçu ne comprend que des programmes proposant des instruments financiers tels que le financement par emprunt ou en fonds propres, ou les garanties. L'accent étant mis sur les programmes ou les fonds de financement des énergies renouvelables, il est possible que les institutions financières publiques qui fournissent des financements pour les énergies renouvelables, sans avoir mis en place un programme explicite ou un fonds dédié, soient omises. Sont présentés ici à la fois des programmes et des fonds qui financent exclusivement les investissements dans les énergies renouvelables, ainsi que d'autres qui visent des domaines proches, tels que l'efficacité énergétique

APERÇU DES INSTITUTIONS

Il existe, au sein de l'Union européenne, un certain nombre d'institutions financières publiques disposant de programmes de financement dédiés aux énergies renouvelables. On peut citer, entre autres, les deux banques publiques européennes – la Banque européenne d'investissement (BEI) et la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD) –, ainsi que de nombreuses banques publiques régionales et nationales, comme la KfW (Kreditanstalt für

Wiederaufbau) ou la Cassa depositi e prestiti. Il existe aussi de nombreux fonds qui fournissent des financements pour les énergies renouvelables. Il s'agit, notamment, de fonds à l'échelle de l'Union européenne, comme le Fonds européen de développement régional (FEDER) ou le Fonds de cohésion de la BEI, ainsi que des fonds nationaux, comme le Fonds public slovène pour l'environnement (Éco-fonds) ou le Fonds lituanien d'investissement pour l'environnement.

PROGRAMMES ET INSTRUMENTS DE FINANCEMENT

Les programmes de financement public présentés ici diffèrent en ce qui concerne les instruments de financement utilisés, ainsi que les montants financés et les types de bénéficiaires finaux. La plupart des programmes et des fonds offrent des financements concessionnels. Dans certains cas, des garanties d'emprunt sont également propo-

1. Le présent chapitre est donc complémentaire des rapports sur la politique en matière d'énergie renouvelable publiés par le projet EurObserv'ER sur son site Internet <https://www.eurobserv-er.org/eurobserv-policy-files-for-all-eu-28-member-states/>



sées. En France, le FOGIME (Fonds de garantie des investissements de maîtrise de l'énergie) en est un exemple. L'Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) offre une garantie sur les emprunts destinés à l'investissement des PME dans les énergies renouvelables, cette garantie couvrant 70 % de l'emprunt.

On observe également des différences importantes, dans la façon dont le financement est accordé aux bénéficiaires finaux. Dans de nombreux cas, comme, par exemple, dans le programme énergies renouvelables de la KfW, des crédits directs sont accordés, l'emprunteur recevant directement un prêt de l'institution financière. Les prêts peuvent aussi être soumis à certaines conditions, par exemple à la condition qu'une banque privée accorde également un finan-

cement pour l'investissement concerné. Dans le Programme KfW pour l'énergie éolienne offshore, des prêts publics directs sont accordés dans le cadre de consortiums bancaires, les banques privées devant octroyer au moins le même montant de financement par emprunt.

Dans d'autres cas, le financement est fourni de façon indirecte, c'est-à-dire via une institution partenaire privée. C'est ce type de structure auquel a recours le mécanisme polonais de financement de l'énergie durable (PolSEFF), au sein de la BERD. Ce mécanisme propose des prêts aux PME pour investir dans les technologies liées aux énergies renouvelables. Le PolSEFF ne prête toutefois pas directement aux PME, mais il accorde des lignes de crédit aux banques privées partenaires, qui ensuite prêtent aux bénéficiaires finaux.

Dans l'ensemble, on peut observer dans l'Union européenne une grande variété de programmes de financement, d'instruments et d'emprunteurs finaux ciblés. Reste à savoir comment évoluera l'implication du secteur public dans le financement des projets d'énergie renouvelable au cours des prochaines années. D'une part, les besoins en financement public pourraient diminuer à mesure que les technologies renouvelables deviennent matures. D'autre part, les investissements dans les énergies renouvelables resteront toutefois fortement tributaires des services fournis par les marchés financiers. Caractérisée par des frais initiaux élevés et des coûts d'exploitation faibles, la structure de coûts des projets d'énergie renouvelable est dominée par les coûts d'investissement. ■

3

Programmes de financement public en faveur des EnR

Programme	Institutions / Organismes impliqués	Date effective	Pays	Secteur EnR concerné	Breve description du programme de financement
Fonds européen de développement régional (FEDER)	Banque européenne d'investissement (BEI)	2014	UE 28	EnR multiples (et autres domaines hors EnR)	Octroi de prêts, de garanties et de capitaux en faveur des projets EnR, dans l'ensemble des États membres de l'UE
Soutien communautaire conjoint pour un investissement durable dans les zones urbaines (JESSICA)	Banque européenne d'investissement (BEI) et Banque de développement du Conseil de l'Europe (CEB)	2007	UE 28	EnR multiples	Prêts et garanties pour les investissements EnR dans les zones urbaines
Fonds de cohésion de la BEI	Banque européenne d'investissement (BEI)	2014	Bulgarie, Croatie, Chypre, République tchèque, Estonie, Grèce, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Malte, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie, Slovénie	EnR multiples (et autres domaines hors EnR)	Un soutien financier (garantie, prêt, participation en fonds propres et quasi-fonds propres, et autres mécanismes de participation aux risques) est accordé aux États membres dont le Revenu National Brut par habitant est inférieur à 90 % de la moyenne communautaire.
Initiative de financement de la transition énergétique	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	2012	Allemagne	EnR multiples	Prêts en faveur d'investissements EnR à grande échelle
Programme pour l'énergie éolienne offshore	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	2011	Allemagne	Éolien offshore	Prêts directs de la KfW dans le cadre de consortiums bancaires pour l'éolien offshore
Programme énergies renouvelables	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	2009	Allemagne	Solaire photovoltaïque, Solaire thermique	Prêts en faveur des EnR (sous différentes conditions selon les technologies EnR)
Programme de dynamisation du marché	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Ministère fédéral de l'Économie	1999	Allemagne	Biomasse, géothermie, solaire photovoltaïque	Prêts concessionnels en faveur des installations EnR à grande échelle/commerciales
Programme d'innovation environnementale	Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature, de la Construction et de la Sécurité nucléaire (BMUB); Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	1997	Allemagne	EnR multiples	Bonifications d'intérêt ou de prêt pour les installations d'EnR à grande échelle offrant un intérêt expérimental
Garanties d'emprunt pour les initiatives locales de construction de parcs éoliens	Energinet.dk	2009	Danemark	Éolien terrestre	Octroi de garanties d'emprunts
Fonds de garantie des investissements de maîtrise de l'énergie - FOGIME	Banque française de développement des PME (OSEO / Bpifrance); Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)	2001	France	EnR multiples	Garanties couvrant les emprunts des PME pour l'investissement dans les énergies renouvelables
Fondo Kyoto	Cassa Depositi e Prestiti (CDP)	2007	Italie	Biogaz, biomasse, géothermie, solaire thermique	Prêts concessionnels en faveur de projets EnR
Fonds lituanien d'investissement pour l'environnement	Fonds lituanien d'investissement pour l'environnement (LEIF)	1996	Lituanie	EnR multiples	Prêts concessionnels en faveur d'investissements EnR
Mécanisme de financement de l'énergie durable (PoISEFF ²)	Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD)	2011	Pologne	EnR multiples	Octroi de lignes de crédit disponibles auprès de banques partenaires
BOCIAN - soutien aux sources d'énergie renouvelables distribuées	Fonds National pour la Protection de l'Environnement et la Gestion de l'Eau (NFOSIGW)	2014	Pologne	EnR multiples	Octroi de prêts concessionnels en faveur des EnR distribuées
Prêts du Fonds National pour la Protection de l'Environnement et la Gestion de l'Eau (NFOSIGW)	Fonds National pour la Protection de l'Environnement et la Gestion de l'Eau (NFOSIGW)	2015	Pologne	Biomasse, géothermie, solaire photovoltaïque	Prêts concessionnels en faveur de projets EnR
Programme écossais de prêt aux PME en faveur des économies d'énergie	Energy Saving Trust	1999	Royaume-Uni	EnR multiples	Prêts concessionnels destinés aux PME pour les mesures EnR
Fonds public slovène pour l'environnement (Éco-fonds)	Fonds public slovène pour l'environnement (Éco-fonds)	2000	Slovénie	EnR multiples	Prêts concessionnels en faveur de projets EnR des PME et des grandes compagnies
Prêts commerciaux pour les startup de l'énergie	Agence suédoise de l'énergie	2006	Suède	EnR multiples	Prêts en faveur de start-up EnR

Source : EurObserv'ER 2016

L'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable

Les indicateurs d'investissement d'EurObserv'ER s'attachent également à décrire le financement du développement et de la production des technologies renouvelables proprement dites. Pour cela, ils font le

point, d'une part, sur les investissements en capital-risque et en capital-investissement, et, d'autre part, sur l'évolution des sociétés d'énergies renouvelables cotées en Bourse.

Note méthodologique

CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

EurObserv'ER collecte des données relatives aux investissements en capital-risque et capital-investissement dans les entreprises en développement, dans le domaine des technologies renouvelables. Le capital-risque est orienté sur de très jeunes startups, présentant généralement des risques élevés, mais aussi un fort potentiel de retour sur investissement. Le capital-risque peut aider un entrepreneur à développer son idée avant même que sa société n'ait démarré. Il peut aider à finaliser le développement technologique, ou à élaborer le concept économique initial, avant la phase de démarrage. Il peut aussi être utilisé dans une phase ultérieure, pour financer, par exemple, le développement de produits et la commercialisation initiale, ou l'expansion d'une entreprise. En règle générale, les fonds de capital-risque servent à financer les jeunes entreprises à risque, afin de faire un bénéfice lors de la revente des actions. Le capital-investissement désigne une prise de participation dans des entreprises qui ne sont pas cotées. Il vise généralement des sociétés plus matures que pour le

capital-risque, et se divise en deux catégories. Le capital "expansion" finance des sociétés qui souhaitent développer ou restructurer leurs opérations ou pénétrer de nouveaux marchés. Il s'agit généralement de participations minoritaires. En revanche, le capital-transmission (buy-out) désigne des investissements destinés à racheter une société. Ces investissements s'accompagnent souvent d'importants emprunts, en raison de coûts d'acquisition élevés.

En résumé, le capital-risque cible les sociétés du domaine des technologiques renouvelables dans leur phase de démarrage, alors que le capital-investissement cible des sociétés relativement matures. Les montants investis en capital-risque sont généralement moins élevés que ceux en capital-investissement. Le capital-transmission concerne, en général, les opérations les plus importantes, car il s'agit d'acquisitions de sociétés matures. L'ensemble de ces investissements apporte un éclairage sur l'activité des startups et des jeunes sociétés, dans le domaine des énergies renouvelables. Il est essentiel de faire la distinction entre le capital-transmission, géné-

ralement très élevé, et les autres investissements, lorsqu'on analyse les fonds en capital-risque et capital-investissement dans les différents secteurs des énergies renouvelables. Ainsi, pour la première fois dans cette édition, nous avons ventilé les fonds en capital-risque et capital-investissement selon les différentes phases d'investissement, afin de dresser un tableau plus complet.

PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ET DES ACTIFS DU SECTEUR DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES SUR LES MARCHÉS PUBLICS

Les indices sectoriels permettent d'évaluer la situation et l'évolution des fabricants de matériel et des développeurs de projets sur le marché de l'Union européenne. L'approche méthodologique consiste à inclure les entreprises du secteur qui sont cotées en bourse, et dont le chiffre d'affaires a été généré presque en totalité par des activités liées aux énergies renouvelables. Ainsi, de très grandes sociétés peuvent ne pas figurer dans ces indices. En effet, de nombreuses entreprises (parfois très importantes) produisant des technologies renouvelables sont également actives dans d'autres secteurs (par exemple, les fabricants d'éoliennes peuvent aussi produire des turbines pour les centrales électriques conventionnelles). Ces sociétés ne sont pas prises en compte dans les données, car la valeur de leurs actions peut être largement influencée par des activités hors du secteur des énergies renouvelables. De plus, il existe également un grand nombre de petites sociétés qui ne sont pas cotées en Bourse, et qui ne figurent donc pas ici. Concernant les indices sectoriels des énergies renouvelables, les sociétés ne sont prises en compte que lorsque leur activité concerne uniquement (ou principalement) le secteur spécifique concerné. Le choix final des entreprises, dans chaque secteur, s'effectue en fonction de la taille des sociétés, mesurée

par leur chiffre d'affaires. Ainsi, les indices sectoriels regroupent les dix plus grandes sociétés de l'Union européenne, pour chaque secteur des énergies renouvelables.

Ces indices sont construits selon la formule de Laspeyres. L'indice de Laspeyres vise à montrer l'évolution du niveau général des prix, la pondération étant basée sur les valeurs de référence. Ainsi, la valeur des sociétés est pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires au cours de la période précédente. En 2014, la valeur des sociétés a été pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires de 2013, alors qu'en 2015, ce sont les chiffres de 2014 qui ont été appliqués. La pondération est donc ajustée chaque année, afin de conserver la structure appropriée. Cette approche a été choisie (plutôt que la pondération des sociétés en fonction de leur capitalisation boursière), car, au lieu de refléter les fluctuations à court terme sur le marché, elle s'attache à une évolution à plus long terme (comme cette analyse, qui étudie l'évolution sur deux années). Les dix premières sociétés, dans chaque indice des technologies renouvelables, sont sélectionnées en fonction de leur chiffre d'affaires de 2014.

Pour la première fois dans cette édition, EurObserv'ER collecte et analyse des données relatives aux Yield-Cos. Les YieldCos sont des entités qui détiennent des actifs d'infrastructure générant des flux de trésorerie (par exemple, des installations d'énergie renouvelable), dont l'acquisition est proposée sur les marchés publics. Les YieldCos sont donc également cotées en bourse. Comme il n'existe que très peu de YieldCos actuellement opérationnelles dans l'Union européenne, nous nous baserons sur le cours de leurs actions, au lieu d'élaborer un indice comme nous le faisons pour les sociétés opérant dans le secteur des énergies renouvelables.

CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

Contrairement à l'année précédente, 2015 n'a pas été une année favorable pour les investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables. Ceux-ci sont en effet passés de 3,67 milliards d'euros en 2014, à 2,03 milliards en 2015, ce qui correspond à une baisse de plus de 44 %. Mais les montants investis en 2015 sont toutefois supérieurs à ceux de 2013 (1,89 milliards d'euros). Malgré la baisse des investissements, le nombre d'opérations est resté pratiquement constant. En 2014, 30 opérations ont été enregistrées, contre 31 en 2015. Par conséquent, l'investissement moyen par opération a connu une baisse similaire à celle de l'investissement total, puisque le montant moyen des opérations de capital-risque/capital-investissement est passé de 122 millions d'euros en 2014, à 66 millions en 2015. La baisse semble encore plus importante lorsqu'on la compare à l'évolution de ces mêmes investissements dans l'activité globale (tous secteurs confondus) au sein de l'Union européenne. Les données publiées par l'association European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA) révèlent en effet une progression de 13 % de l'investissement global dans l'Union européenne, pour l'ensemble des secteurs, entre 2014 et 2015. Ainsi, la baisse des investissements en capital-risque et capital-investissement semble

être propre au secteur des énergies renouvelables, car tous les autres secteurs ont bénéficié, en moyenne, d'une forte progression de ces mêmes investissements.

RÉPARTITION SELON LES DIFFÉRENTES PHASES D'INVESTISSEMENT

Avant d'analyser les tendances sectorielles du capital-risque et capital-investissement, il faut apporter une précision sur la répartition des données selon les différentes phases d'investissement, au sein de l'Union européenne, toutes filières renouvelables confondues. Ces phases sont au nombre de quatre : (I) capital-risque d'amorçage, (II) capital-risque pour la phase de croissance, (III) capital-développement, (IV) capital-transmission. Contrairement au capital-développement ou au capital-transmission, le capital-risque est utilisé dans la phase de démarrage de la société. Le capital d'amorçage permet de financer de jeunes entreprises émergentes, en phase de création. Il peut, par exemple, soutenir les activités de recherche-développement, afin d'élaborer un business plan ou développer un produit pour le commercialiser. Le capital-risque destiné à la phase de croissance sert, par exemple, à financer les capacités de production initiales et les activités commerciales. En revanche, le capital-développement (ou expansion) vise généralement des sociétés plus matures

et mieux établies. Il présente donc moins de risques. Enfin, le capital-transmission concerne l'investissement visant à racheter une société d'énergie renouvelable (ou une part majoritaire de celle-ci), et implique généralement des financements élevés, contrairement à d'autres opérations, notamment de capital-risque. Cette répartition permet une analyse plus fine de la dynamique au sein du marché du capital-risque et capital-investissement. Il convient, toutefois, d'interpréter les chiffres avec prudence, car la quantité d'observations, dans ce domaine, est relativement restreinte, et des données additionnelles potentielles pourraient influencer sur les résultats.

Les données montrent que la baisse des investissements entre 2014 et 2015 est principalement due à une baisse du capital-investissement. Les montants les plus élevés sont, sans conteste, ceux du capital-développement. Alors que le capital-transmission n'a baissé que légèrement (de 1,97 milliard d'euros en 2014 à 1,85 milliard en 2015), le capital-développement a, quant à lui, chuté sévèrement (de 1,63 milliard d'euros à seulement 113 millions d'euros).

La situation est différente en ce qui concerne le capital-risque. Les investissements en capital-risque, tant pour l'amorçage que pour la phase de croissance, ont totalisé 60 millions d'euros en 2014, et

74 millions d'euros en 2015, ce qui correspond à une augmentation de 24 %. Le capital-risque d'amorçage a notamment connu une forte progression entre les deux années. Le nombre d'opérations de capital-risque est demeuré relativement constant, avec 12 opérations en 2014 et 15 en 2015. Cela montre que, malgré la baisse globale des investissements, les activités d'investissement dans les jeunes sociétés des technologies renouvelables semblent encore attractives pour les fonds de capital-risque.

POSITION DOMINANTE DE L'ÉOLIEN

Lors de l'examen des différentes filières, il est important de garder à l'esprit les types d'investissements décrits ci-dessus. Ainsi, si les don-

nées globales sont dominées par d'importantes opérations de capital-transmission ou de capital-développement, il faudra en tenir compte dans l'analyse de la filière concernée. D'autre part, il convient de souligner, comme dans les éditions précédentes, que les chiffres de la biomasse et de la valorisation énergétique des déchets n'ont pas été décomposés.

Cela s'explique, notamment, par le fait que les données regroupent plusieurs sociétés qui sont, soit des développeurs de projet actifs dans au moins deux de ces secteurs, soit des développeurs/producteurs d'équipement, qui fournissent des technologies pour deux secteurs au moins, ce qui rend toute ventilation quasiment impossible.



Comme les années précédentes, on peut constater que les plus gros investissements en capital-risque et capital-investissement ont eu lieu dans le secteur de l'éolien. Notamment en 2014, l'éolien dominait le marché avec des investissements s'élevant à 3,31 milliards d'euros. Cela signifie que cette année-là, 90 % de tous les investissements étaient destinés aux développeurs de projets et aux sociétés technologiques de la filière éolienne. La situation a toutefois changé en 2015, puisque les investissements ont chuté de 55 %, à 1,49 milliard d'euros. En raison de cette baisse importante, la part de l'éolien a également baissé dans l'investissement total (capital-risque/capital-investissement), pour atteindre 73 % en 2015. La prédominance de l'éolien dans l'investissement global s'explique essentiellement par de très grosses opérations de transmission, s'élevant à 1,3 milliard d'euros en 2015, et même à 1,75 milliard d'euros en 2014. Si l'on analyse les montants investis en capital-risque et capital-investissement, en excluant les opérations de transmission, on constate que ces dernières ont joué un rôle clé dans cette prédominance de l'éolien en 2015. En revanche, même si l'on exclut ces opérations de l'investissement éolien global, en 2014, le secteur reste de loin majoritaire, avec envi-

1

Investissements en capital-risque et capital-investissement par technologie "énergies renouvelables", dans l'Union européenne, en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Capital-risque/ capital- investissement (en M€)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital- investissement (en M€)	Nombre de projets
Éolien	3311,97	10	1490,00	7
Photovoltaïque	288,95	14	343,12	13
Biocarburants	53,00	2	112,83	3
Géothermie	0	0	57,72	2
Petite hydroélectricité	0	0	18,40	1
Biogaz, Biomasse & déchets	11,22	4	12,71	5
Total UE	3665,13	30	2034,76	31

Source : EurObserv'ER 2016

ron 1,56 milliard d'euros. Enfin, il convient de mentionner un autre élément clé en 2014, à savoir, une très grosse opération de capital-développement, de l'ordre de 1,5 milliard d'euros.

Contrairement aux investissements dans l'éolien, qui sont essentiellement dynamisés par ces grosses opérations de capital-développement et de capital-transmission, les investissements dans les autres secteurs des énergies renouvelables sont relativement modestes, en valeur absolue. De plus, il est important de noter que l'éolien est le seul secteur dont les investissements ont baissé. Tous les autres secteurs ayant enregistré des opérations de capital-risque et capital-investissement ont vu une forte progression des sommes

investies. Les investissements en capital-risque/capital-investissement dans la filière solaire photovoltaïque ont occupé la deuxième place au cours des deux années, augmentant de près de 19 % (de 299 millions d'euros à 343 millions d'euros). Le nombre d'opérations est toutefois resté relativement constant, avec 14 opérations en 2014, et 13 en 2015.

Dans le secteur des biocarburants, on a pu observer la plus forte hausse de ce type d'investissements. Les sommes ont plus que doublé, passant de 53 millions d'euros en 2014, à 113 millions d'euros en 2015. Le secteur a occupé la troisième place au cours des deux années. Ces mêmes années, aucun investissement en capital-risque n'a été observé dans les biocarbu-

rants, mais des opérations de capital-développement et de capital-transmission.

Les filières du biogaz, de la biomasse et de la valorisation énergétique des déchets ont enregistré les investissements les plus modestes (11,2 millions d'euros en 2014, et 12,71 millions en 2015). De même, le nombre d'opérations dans ces secteurs est resté presque constant (4 en 2014, et 5 en 2015). Contrairement au secteur des biocarburants, la majorité de ces investissements concerne le capital-risque. Il semble donc qu'il y ait eu davantage de nouvelles entreprises dans ces filières, au cours de ces deux années. Cela explique aussi les sommes relativement faibles investies dans le biogaz, la biomasse et les déchets.

2

Investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables par plan d'investissement dans l'Union européenne en 2014 et 2015

	2014		2015	
	Capital-risque/ capital- investissement (en M€)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital- investissement (en M€)	Nombre de projets
Capital-risque d'amorçage	42,18	11	71,74	13
Capital-risque pour la phase de croissance	17,31	1	2,19	2
Capital-développement	1632,28	11	112,86	5
Capital-transmission	1973,36	7	1847,98	11
Total UE	3665,13	30	2034,76	31

Source : EurObserv'ER 2016

Enfin, deux secteurs n'ont enregistré des investissements qu'au cours de l'année 2015. Il s'agit de la géothermie et de la petite hydroélectricité. Ces filières ont investi, respectivement, 57,7 millions d'euros et 18,4 millions d'euros. Cependant, la petite hydroélectricité n'a enregistré qu'une seule opération de transmission, alors que la géothermie a comptabilisé une opération de transmission, mais aussi un investissement en capital d'amorçage.

LE ROYAUME-UNI REGROUPE LA PLUPART DES OPÉRATIONS, L'ALLEMAGNE CONCENTRE LES PLUS GROS INVESTISSEMENTS

Il est souvent difficile de dégager des tendances nationales à partir des investissements en capital-risque/capital-investissement, car

on observe un nombre très limité d'opérations par pays, et une situation très variable, selon les années. Cependant, afin de compléter notre analyse, il convient de souligner quelques observations intéressantes. L'Allemagne, la France, l'Italie et le Royaume-Uni sont les quatre pays enregistrant les plus gros investissements. L'Allemagne et la France ont enregistré six opérations chacune, tandis que l'Italie en comptait trois. Alors que le Royaume-Uni se classait seulement au quatrième rang en termes de montants investis, le pays a enregistré 11 opérations en 2015, démontrant un marché relativement dynamique par rapport aux autres États membres.

En 2014, les plus gros investissements ont été observés au Danemark et en Irlande, avec res-

pectivement 1,5 milliard d'euros et 1,1 milliard d'euros. Dans les deux cas figurait une opération de transmission. Quant au nombre d'opérations, la France est arrivée en tête en 2014 avec 9 opérations, suivie de l'Allemagne (6 opérations), ces deux pays regroupant ainsi la moitié de toutes les opérations de capital-risque et capital-investissement conclues dans l'Union européenne, cette année-là. ■

PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ET DES ACTIFS DU SECTEUR DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Afin de mettre en évidence la performance des sociétés actives dans le secteur des technologies renouvelables (sociétés qui développent ou produisent les composants nécessaires au fonctionnement des installations d'énergie renouvelable), EurObserv'ER a élaboré plusieurs indices basés sur les actions de ces sociétés. Cette édition présente quatre de ces indices, l'indice éolien, l'indice solaire, l'indice composite des technologies biomasse et un indice agrégé. Les trois premiers indices se composent de dix sociétés opérant quasi exclusivement dans la filière concernée, alors que le dernier est un indice global, regroupant les trois précédents. Ces indices sont des indicateurs des performances actuelles, et attendues, des sociétés européennes du secteur des énergies renouvelables cotées en bourse.

Un petit ajustement a été apporté à la méthodologie de construction de ces indices : la valeur de référence (100) est désormais associée à la date du 1^{er} janvier 2014. L'introduction d'un indice composite des technologies biomasse constitue la différence essentielle par rapport aux éditions précédentes, qui présentaient des indices distincts pour le biocarburant, le biogaz et la biomasse. Il y a deux raisons à ce changement. Tout d'abord,



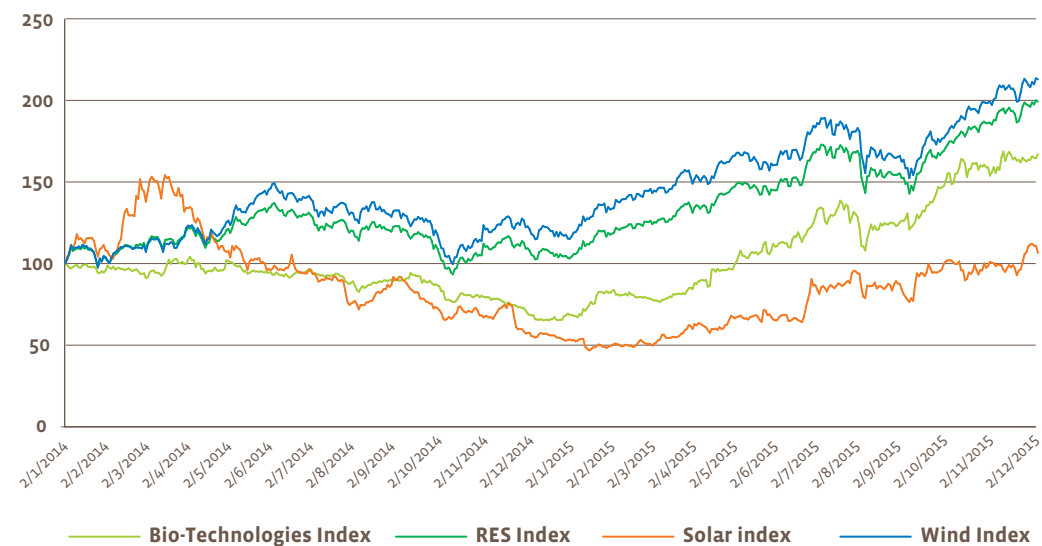
plusieurs de ces sociétés ne sont plus cotées en bourse, soit parce qu'elles ont fait faillite, soit parce qu'elles ont été rachetées. Il n'y avait donc pas assez de sociétés, dans chaque filière, pour construire des indices distincts significatifs. D'autre part, la plupart des sociétés prises en compte dans l'indice composite opèrent dans plusieurs secteurs des énergies renouvelables, et il est donc quasiment impossible de les associer à un secteur spécifique.

Lors de l'analyse de ces indices, il ne faut pas oublier qu'ils ne prennent en compte que des sociétés cotées en bourse, et ne doivent donc pas faire l'objet d'une interprétation trop générale. Ainsi, les

filiales détenues par des sociétés mères (par exemple, Siemens Wind Power, détenue par Siemens AG) ou des sociétés à responsabilité limitée (par exemple, Enercon) ne sont pas cotées en bourse et ne sont donc pas prises en compte. D'autre part, de nombreuses entreprises développent des activités dans plusieurs secteurs des énergies renouvelables. Par exemple, la société espagnole Abengoa développe ses activités dans le secteur de l'héliothermodynamique et des biocarburants, mais aussi, dans d'autres domaines, tels que le traitement des eaux ou la production électrique classique : elle ne satisfait donc pas aux critères retenus pour les indices énergies renouvelables, car ses revenus ne sont pas

2

Évolution des indices énergies renouvelables sur 2014 et 2015



générés principalement par des activités liées à ces secteurs.

De même que dans les éditions précédentes, le recours à un indice boursier général permet de comparer la performance des sociétés du secteur des énergies renouvelables avec l'ensemble du marché. Cependant, à partir de cette édition, c'est l'EURO STOXX 50 qui est utilisé comme indice de référence, au lieu

du STOXX Europe 50. La raison principale de ce choix tient à la composition de chacun de ces indices. Le STOXX Europe 50 est un indice composé des 50 principales capitalisations boursières en Europe, alors que l'EURO STOXX 50 regroupe des sociétés de la zone Euro. L'inconvénient de ce dernier, c'est qu'il exclut, bien sûr, les États membres qui n'appartiennent pas à la zone Euro. Cependant, le STOXX Europe 50 ne

se limite pas à l'Union européenne, et comprend également 9 sociétés suisses. La majorité des sociétés qui composent les indices des énergies renouvelables faisant partie de la zone Euro, l'EURO STOXX 50 semble donc être un indice plus pertinent, dans le cadre de cette analyse. Mais, comme il utilise une pondération par la capitalisation boursière, il ne

Indice éolien : Vestas (DK), Enel Green Power (IT), Gamesa (ES), Nordex (DE), EDP Renovaveis (PT), Falck Renewables (IT), PNE Wind AG (DE), Energiekontor AG (DE), ABO Wind AG (DE), FUTUREN (FR)

Indice photovoltaïque : SMA Solar Technology AG (DE), Solarworld AG (DE), Centrotherm Photovoltaics AG (DE), Ternienergia (IT), Solar-Fabrik AG (DE), PV Crystalox Solar PLC (UK), Etrion (SE), Auhua Clean Energy (UK), Solaria Energia (ES), Enertronica SpA (IT)

Indice des technologies biomasse : Cropenergies AG (DE), Verbio Bioenergie (DE), Albioma (FR), 2G Energy AG (DE), Envitec Biogas (DE), KTG Energie AG (DE), Cogra (FR), BDI-BioEnergy International AG (DE), Active Energy (UK), Global Bioenergies (FR)

peut être comparé point par point aux indices énergies renouvelables.

COMPOSITION DES INDICES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Par rapport à l'édition précédente, certaines entreprises ont été remplacées par d'autres, au sein des différents indices. L'une des raisons à cela est le changement de méthodologie utilisée. Étant donné que les indices énergies renouvelables sont axés sur les sociétés de l'Union européenne, et non pas, comme précédemment, sur les sociétés énergies renouvelables cotées sur les marchés boursiers de l'Union européenne, deux entreprises ont été remplacées dans ces indices. Il s'agit du producteur indien d'éoliennes Suzlon, ainsi que de China New Energy. Suite à son exclusion,

Suzlon a été remplacé par FUTU-REN (ex-Theolia SA) dans l'indice éolien. Les sociétés étant sélectionnées en fonction de leur chiffre d'affaires, certaines modifications de l'indice s'expliquent également par l'évolution du chiffre d'affaires des sociétés.

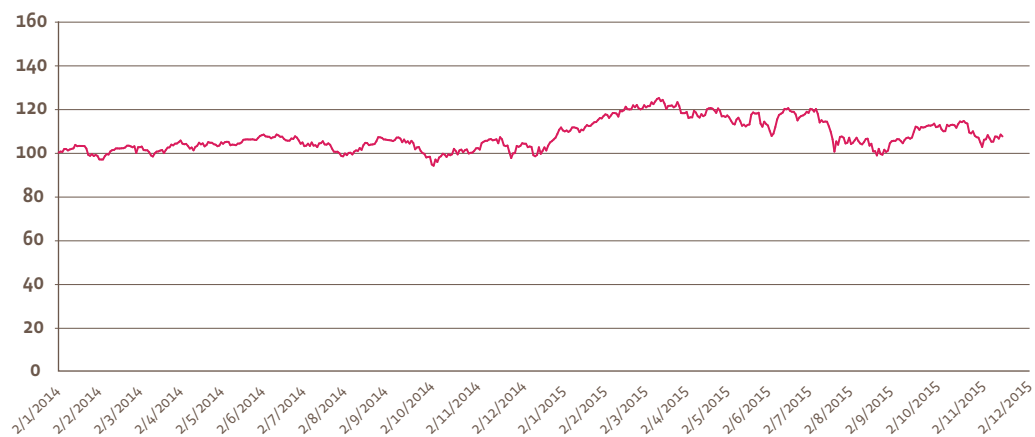
La plupart des sociétés composant l'indice des technologies biomasse sont allemandes. Six des dix sociétés de l'indice sont basées en Allemagne. On compte également deux sociétés françaises, et une britannique. Il convient aussi de noter que les deux plus grosses sociétés en termes de chiffre d'affaires, Cropenergies et Verbio Bioenergie, sont principalement actives dans le secteur des biocarburants. Par rapport aux années précédentes, la suprématie relative des entre-

prises allemandes dans l'indice solaire photovoltaïque s'est atténuée. L'indice du solaire photovoltaïque comprend quatre sociétés allemandes, deux italiennes, deux britanniques et une espagnole. La plus grande société de l'indice est, sans conteste, SMA Solar Technology AG. L'indice éolien est un peu plus hétérogène, concernant la répartition régionale des entreprises. Seuls deux États membres comptent plusieurs sociétés dans l'indice : l'Allemagne (4 sociétés) et l'Italie (2 sociétés). Enfin, le Danemark, la France, le Portugal et l'Espagne comptabilisent chacun une société dans l'indice. La plus grosse société de l'indice éolien est le danois Vestas.

BONNE PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ÉNERGIES

2

Évolution de l'indice de référence Euro Stoxx 50 sur 2014 et 2015



RENOUVELABLES COTÉES EN BOURSE

La comparaison des trois indices énergies renouvelables révèle des différences, aussi bien en termes d'évolution que de volatilité. Les sociétés éoliennes cotées en bourse ont connu une évolution très favorable, notamment en 2015. Entre janvier et juin 2014, l'indice éolien a grimpé à près de 150 points, mais il est retombé à 100 en novembre de la même année. Puis, une tendance à la hausse a pu être observée jusque fin 2015, où l'indice a clôturé à près de 213 points. L'indice des technologies biomasse a connu une évolu-

tion très différente. En 2014, il s'est caractérisé par une tendance à la baisse. Ayant commencé l'année à 100 points, l'indice l'a terminée à 66 points. Lors du passage à 2015, la tendance s'est inversée, puis l'indice a remonté jusqu'en décembre 2015, où il a clôturé à 167 points. L'indice solaire photovoltaïque présente un schéma similaire, mais une évolution générale moins positive. Comme l'indice des technologies biomasse, il a subi une baisse en 2014, et début 2015, où il est même tombé sous la barre des 50 points. À partir du second trimestre, il est reparti à la hausse, mais de façon moins mar-

quée que les deux autres indices, et a clôturé légèrement au-dessus de 100 à la fin de l'année 2015. La différence majeure entre l'indice solaire photovoltaïque et les deux autres indices est sa courte remontée en février et mars 2014, lorsqu'il a franchi la barre des 150 points. Mais cette hausse n'a été que temporaire, et l'indice est revenu à sa valeur initiale, deux mois plus tard.

Vue l'évolution positive des trois indices énergies renouvelables, il n'est pas surprenant de voir que l'indice global a également



affiché une tendance à la hausse. Comme on peut le constater dans la figure 1, l'indice global et l'indice éolien présentent des niveaux différents, mais des fluctuations très similaires. Cela s'explique par le fait que les trois indices sont pondérés par le chiffre d'affaires global au sein de chaque secteur. Le chiffre d'affaires total étant relativement plus élevé dans l'éolien que dans le solaire photovoltaïque ou dans les technologies biomasse – l'éolien représente 75 % à 80 % du chiffre d'affaires global généré par l'ensemble des sociétés du secteur des énergies renouvelables dans les indices –, il est normal que l'indice éolien joue un rôle majeur dans l'indice global. On peut observer un schéma commun à tous les indices énergies renouvelables, et donc à l'indice global, au troisième trimestre 2015, et plus précisément le 20 août 2015. À cette date, on a constaté une baisse notable de tous les indices. Cela peut s'expliquer par la publication, ce jour-là, d'un article du *Guardian*³, affirmant que plusieurs grandes compagnies du secteur des combustibles fossiles avaient mené des activités de lobbying organisées afin de porter un coup d'arrêt aux aides de l'Union européenne en faveur des énergies renouvelables (voir ci-dessous).

Dans l'ensemble, les indices du secteur des énergies renouvelables révèlent que 2014, et surtout 2015, n'ont pas été des années très prospères pour les sociétés du secteur cotées en bourse. Au cours des deux années, les filières renouve-

lables semblent aussi avoir enregistré de meilleures performances que l'ensemble du marché évalué par l'indice EURO STOXX 50. Ce dernier indice affiche une tendance positive au premier semestre 2015, tendance observée également pour les indices énergies renouvelables, mais il baisse à nouveau jusque fin 2015, et clôture à 108 points à la fin de l'année. Le développement particulièrement favorable des sociétés technologiques et des développeurs dans la filière éolienne est cohérent avec l'évolution des investissements dans les capacités de production. Entre 2014 et 2015, comme les années précédentes, une croissance stable des investissements éoliens a pu être observée. Les sociétés actives dans la technologie éolienne semblent avoir profité de ces développements. En revanche, les sociétés solaires photovoltaïques ont fait face à un contexte assez difficile ces dernières années, avec une instabilité ou une baisse des investissements dans les capacités de production et une chute des prix. Malgré ces évolutions, le développement global des sociétés cotées en bourse est toutefois relativement stable. Il faut néanmoins être prudent avant de tirer des conclusions sur la situation générale des sociétés énergies renouvelables au sein de l'Union européenne. Comme nous l'avons dit précédemment, un grand nombre de sociétés et de développeurs ne sont pas cotés en bourse.

YIELDCOS

Afin de comparer la rentabilité des entreprises technologiques et des installations qui utilisent effectivement ces technologies, l'analyse boursière est complétée par les YieldCos. Les YieldCos sont des entités qui détiennent des actifs d'infrastructure générant des flux de trésorerie (par exemple, des installations d'énergie renouvelable), dont les actions sont négociées sur les marchés publics. Les YieldCos sont donc également cotées en bourse.

Le concept de YieldCo repose sur le fractionnement des risques : afin d'atténuer les risques des projets en cours, ceux-ci sont regroupés au sein d'une société distincte, et les participations sont négociées sur des marchés publics, tandis que les projets d'énergie renouvelable en phase de développement demeurent au sein de la compagnie d'énergie. L'intérêt des YieldCos est de pouvoir lever des capitaux à moindre coût, en raison de leur profil de risque peu élevé et de flux de trésorerie prévisibles.

Il existe très peu de YieldCos actuellement opérationnelles au sein de l'Union européenne – entre 2014 et 2015, on en recensait huit. La plupart d'entre elles (6) sont basées au Royaume-Uni, pays d'Europe

1. <https://www.theguardian.com/environment/2015/aug/20/bp-lobbied-against-eu-support-clean-energy-favour-gas-documents-reveal>

où les premières YieldCos ont vu le jour, après les États-Unis. Les deux autres sont basées en Allemagne et en Espagne. La figure concernant les YieldCos montre l'évolution du cours des actions de ces huit structures. À des fins de comparaison, le cours des actions de l'ensemble des YieldCos a été fixé à 100 au début de la période d'observation. Pour toutes les YieldCos basées au Royaume-Uni, une progression lente mais régulière a pu être observée jusqu'à l'été 2015. Dans la

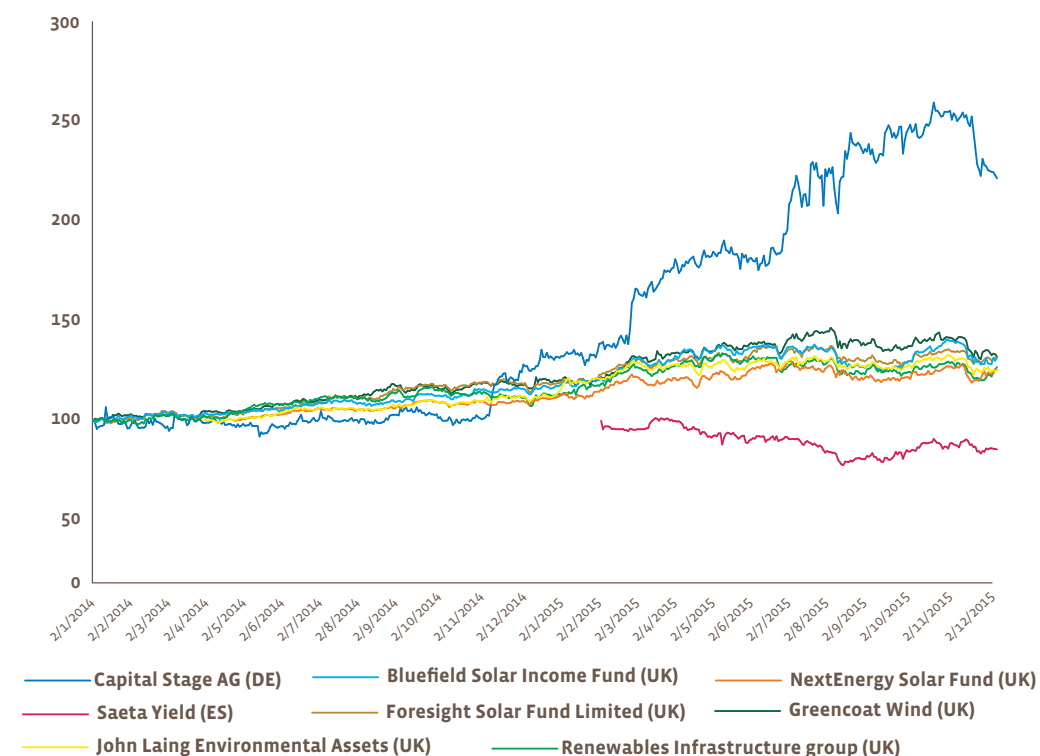
seconde moitié de 2015, il semble y avoir une tendance à la stagnation. La YieldCo allemande a eu de bien meilleurs résultats, notamment en 2015. Cependant, son cours semble plus volatil que celui des YieldCos basées au Royaume-Uni. Début 2015, une YieldCo espagnole a été introduite en bourse. Cette structure est toutefois la seule à afficher une tendance à la baisse, jusque fin 2015.

Dans l'ensemble, les quelques YieldCos présentes sur le territoire

de l'Union européenne semblent avoir eu d'assez bons résultats. Reste à voir, cependant, si elles maintiendront une stabilité à plus long terme. Reste à voir aussi comment ce concept évoluera dans l'Union, et si d'autres YieldCos verront le jour dans les années à venir. Par conséquent, bien qu'il s'agisse encore d'un concept émergent, EurObserv'ER continuera de suivre leur évolution dans le secteur des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne. ■

3

Évolution des Yieldcos européennes en 2014 et 2015



CONCLUSION

INVESTISSEMENT DANS LES CAPACITÉS DE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les indicateurs d'investissement mettent en évidence le financement d'actifs dans le domaine de la production d'énergie renouvelable à grande échelle. En regroupant ce financement d'actifs pour l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables, on constate une augmentation notable de la capacité de production d'énergie renouvelable entre 2014 et 2015. Les investissements à l'échelle de l'Union européenne sont passés de 33,2 milliards d'euros en 2014 à 38,4 milliards en 2015, ce qui représente une hausse de près de 16 %. Cette progression est d'autant plus étonnante qu'une autre hausse importante s'était déjà produite entre 2013 et 2014.

Cependant, l'analyse de chaque secteur révèle des évolutions très contrastées. Comme les années passées, les investissements dans l'éolien terrestre et l'éolien offshore dominant le financement d'actifs, en termes de montants investis. En 2014, 23 milliards d'euros ont été investis dans des parcs éoliens. En 2015, l'investissement éolien a progressé de plus de 33 %, pour atteindre près de 31 milliards d'euros. Ainsi, la part de l'éolien dans l'investissement global s'est même accrue entre les deux années. Outre l'éolien, la biomasse est la seule filière renouvelable à bénéficier d'une évolution positive notable sur la même période. En revanche, on a pu observer une baisse importante des investissements dans le solaire photovoltaïque, seconde filière renouvelable en termes de financement d'actifs. Les investissements dans les centrales solaires photovoltaïques à grande échelle sont passés de 6,1 milliards d'euros en 2014 à 4,2 milliards en 2015, ce qui correspond à une baisse de près de 31 %. En revanche, les investissements dans les installations photovoltaïques de petite taille (installations résidentielles et commerciales de puissance inférieure à 1 MW) ont diminué légèrement, passant de 5,9 milliards d'euros en 2014 à 5,2 milliards en 2015.

L'augmentation des dépenses d'investissement par MW de capacité de production est une tendance commune à la plupart des filières des énergies renouvelables, entre 2014 et 2015. Elle pourrait s'expliquer par la dévaluation de l'euro, qui a sans doute fait augmenter les coûts des composants importés pour la construction des installations d'énergie renouvelable. Reste à savoir si cette évolution se poursuivra dans les années à venir. Contrairement au secteur du photovoltaïque à grande échelle, les coûts d'investissement des installations photovoltaïques à petite échelle ont diminué d'environ 7,5 %. Pour la première fois, nous avons comparé les coûts d'investissement de la capacité de production d'énergie renouvelable à grande échelle de l'Union européenne avec ceux de certains de ses partenaires commerciaux, notamment la Chine, le Canada, les États-Unis, l'Inde, le Japon, la Norvège, la Russie et la Turquie. Dans l'ensemble, l'analyse a révélé qu'au sein de l'Union européenne ces coûts par MW semblent être inférieurs à ceux d'autres pays extracommunautaires, et ce pour la majorité des filières. Cependant, si la tendance à la hausse se poursuit, l'Union européenne pourrait perdre sa bonne position dans ce domaine.

CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

Entre 2014 et 2015, les investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables ont chuté de plus de 44 % au sein de l'Union européenne. Alors qu'ils totalisaient 3,67 milliards d'euros en 2014, ils n'étaient plus que de 2,03 milliards d'euros l'année suivante. Cette baisse est toutefois essentiellement due à l'effondrement du capital-investissement. Le capital-risque, et notamment le capital d'amorçage, ont augmenté durant la même période.

Comme les années précédentes, les plus gros investissements ont eu lieu dans le secteur de l'éolien. En 2014, notamment, l'éolien dominait le marché, puisque 90 % de tous les investissements en capital-risque/capital-investissement étaient destinés aux développeurs de projets ou aux sociétés technologiques de la filière

éolienne. Cependant, la filière a également connu la plus forte chute entre les deux années. La filière solaire photovoltaïque s'est classée au deuxième rang au cours des deux années, ses investissements passant de 299 millions d'euros en 2014 à 343 millions en 2015, ce qui représente une augmentation de près de 19 %. Dans le secteur des biocarburants, on a pu observer une hausse encore plus forte. Alors que les secteurs du biogaz, de la biomasse et de la valorisation énergétique des déchets ont enregistré les investissements les plus faibles au cours des deux années, deux secteurs n'ont bénéficié d'investissements qu'au cours de l'année 2015, à savoir, la géothermie et la petite hydroélectricité.

La baisse globale des investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables a été comparée à la tendance observée dans les autres secteurs. Selon les chiffres de l'association European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA), l'investissement global en capital-risque et capital-investissement a progressé de 13 % entre 2014 et 2015 au sein de l'Union européenne. Cela montre que la baisse pourrait être propre au secteur des énergies renouvelables, car tous les autres secteurs ont, en moyenne, connu une forte progression de ces mêmes investissements.

PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ET DES ACTIFS DU SECTEUR DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES SUR LES MARCHÉS PUBLICS

Afin de mettre en évidence la performance des sociétés actives dans le secteur des technologies renouvelables (sociétés qui développent ou produisent les composants nécessaires au fonctionnement des installations d'énergie renouvelable), EurObserv'ER a élaboré plusieurs indices basés sur les actions de ces sociétés. Les trois indices présentés ici (éolien, solaire photovoltaïque et technologies biomasse) regroupent les dix plus grandes sociétés cotées en Bourse dans chacun des secteurs concernés.

L'indice éolien bénéficie sans conteste de l'évolution la plus positive, notamment en 2015. L'indice des technologies biomasse affiche une évolution très contrastée entre 2014 et 2015. Alors que la tendance est globalement négative en 2014 et début 2015, elle s'inverse et devient positive dans le courant de l'année 2015. L'indice solaire photovoltaïque présente un modèle similaire, mais une évolution générale moins positive. Vue l'évolution favorable des trois indices énergies renouvelables, il n'est pas surprenant que l'indice global affiche également une tendance à la hausse.

Comme dans les éditions précédentes, le recours à un indice boursier général, l'EURO STOXX 50, permet d'évaluer la performance des sociétés du secteur des énergies renouvelables par rapport à l'ensemble du marché. Globalement, les indices énergies renouvelables révèlent une performance très positive des sociétés du secteur cotées en bourse au sein de l'Union européenne, en 2014 et surtout en 2015. Au cours des deux années, les sociétés renouvelables cotées semblent avoir enregistré de meilleures performances que l'ensemble du marché, évalué par l'indice EURO STOXX 50.

Afin de suivre la performance des actifs renouvelables sur les marchés publics, EurObserv'ER a présenté, pour la première fois dans cette édition, le développement des YieldCos dans l'Union européenne. Les YieldCos sont des entités qui détiennent des actifs d'infrastructure générant des flux de trésorerie (par exemple, des installations d'énergie renouvelable), dont les actions sont négociées sur les marchés publics. En 2014 et 2015, il n'y avait que huit YieldCos actives au niveau de l'UE, qui, dans l'ensemble, enregistraient d'assez bons résultats. Reste toutefois à savoir comment ce concept se développera au sein de l'Union européenne et si d'autres YieldCos verront le jour dans les années à venir. ■

COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les technologies des énergies renouvelables sont-elles compétitives ? Les renouvelables pourraient certainement devenir les sources d'énergie majoritaires, mais cela dépendra notamment des prix de référence payés pour l'énergie. Certaines technologies renouvelables sont déjà compétitives, d'autres non, mais pour apporter une réponse détaillée il est nécessaire de prendre en compte d'autres aspects, tels que le secteur concerné et d'autres obstacles non économiques.

Dans la présente section, les coûts actualisés de l'énergie (LCoE) sont estimés pour plusieurs technologies renouvelables, et leur compétitivité est évaluée en comparant ces coûts actualisés avec les prix de référence. Comme on peut l'imaginer, ce n'est pas un problème simple. Tout d'abord, il n'existe pas de "coût unique" par technologie (de nombreux facteurs influent sur ces coûts, notamment ceux liés à la localisation et au fonctionnement, mais aussi à la qualité et au financement) ; ensuite, le rendement énergétique des différentes technologies varie énormément à travers l'Europe ; enfin, les prix de référence peuvent varier de façon significative.

QUANTIFICATION DES COÛTS : TOUJOURS EXPRIMÉS SOUS FORME D'UNE FOURCHETTE DE VALEURS

Parmi les pays de l'Union européenne, des différences se produisent dans les coûts des vecteurs énergétiques renouvelables. Ces différences sont dues à de multiples facteurs. Par exemple, la chaleur provenant de l'énergie solaire peut être produite à moindre coût en Europe du Sud, car l'énergie thermique moyenne recueillie est plus élevée qu'en Europe du Nord. De même, l'électricité produite par les éoliennes est généralement moins onéreuse dans les régions disposant d'importantes ressources en vent. Il faut aussi prendre en compte le lieu d'implantation du parc éolien (sur terre ou en mer, dans une région montagneuse isolée ou à proximité du réseau). Ces facteurs influent énormément sur les coûts de production des énergies renouvelables, qui peuvent donc varier considérablement entre les pays, voire au sein d'un même pays.

MÉTHODOLOGIE

Cette section évalue la compétitivité des énergies renouvelables, en présentant des résultats agrégés pour l'Union européenne. Les coûts de production estimés des énergies renouvelables (exprimés en euros par mégawatt-heure, MWh) sont comparés aux prix des vecteurs énergétiques conventionnels concernés. Pour exposer de façon transparente tous les

intrants, et préciser la méthodologie employée, un ensemble de données est fourni dans un document méthodologique distinct, disponible sur le site d'EurObserv'ER (voir référence ci-après).

Le coût actualisé des énergies renouvelables fait référence au coût estimé de la production d'énergie renouvelable. Il permet de donner des informations sur les coûts des différentes technologies renouvelables, dans les différents États membres, de manière comparable.

Le calcul des coûts actualisés des énergies renouvelables exige une importante quantité de données et d'hypothèses, liées notamment aux dépenses d'investissement et de fonctionnement, au coût du combustible, à la durée d'utilisation, à la production d'énergie annuelle, aux besoins en énergie auxiliaire et au rendement énergétique du combustible. Pour calculer les dépenses d'investissement, il faut connaître la durée du projet et le coût moyen pondéré du capital (CMPC). Dans l'approche actuelle, le CMPC est supposé être spécifique au pays et à la technologie examinés. La méthode "Monte-Carlo" est appliquée au calcul des coûts actualisés. Il est important de noter que l'estimation des coûts présentée ici est basée sur différentes sources documentaires¹. Une attention particulière est accordée à la valeur réelle des coûts. Les valeurs en euros présentées dans le graphique sont exprimées en euros constants 2015.

Les coûts des vecteurs énergétiques conventionnels sont basés sur des sources statistiques² et des calculs propres. Pour les technologies de chauffage, les combustibles de référence (mix propre à chaque État membre) sont soumis à un rendement de conversion thermique de référence estimé à 90 % (les dépenses d'investissement et de fonctionnement sont actuellement négligées dans cette approche). Pour les applications domestiques (photovoltaïque résidentiel) le prix de référence inclut les taxes et prélèvements, alors que ces taxes sont exclues pour toutes les autres technologies.

TECHNOLOGIES PRISES EN COMPTE

Les technologies concernées sont : la chaleur résidentielle issue des pompes à chaleur aérothermiques, la bioénergie (biocarburants pour le transport, électricité produite à

1. • JRC, 2014. *Energy Technology Reference Indicator projections for 2010-2050*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

• Elbersen, B., Staritsky, I., Hengeveld, G., Jeurissen, L., Lesschen, J.P., Panoutsou C. (2016). *Outlook of spatial biomass value chains in EU28. Deliverable 2.3 of the Biomass Policies project.*

2. • Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat>. • *Renewable energy in Europe 2017 - Recent growth and knock-on effects*, EEA, April 2017, <http://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017>



partir du biogaz et de la biomasse liquide, chaleur et électricité produites à partir de la biomasse solide), la géothermie, l'hydroélectricité, l'énergie océanique, le solaire photovoltaïque (commercial et résidentiel), les chauffe-eau solaires, l'héliothermodynamique et l'énergie éolienne (terrestre et offshore). Des informations complémentaires sur les définitions exactes sont consultables dans le

document de méthodologie (disponible sur le site d'EurObserv'ER : www.eurobserv-er.org).

COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Globalement, la compétitivité des coûts des technologies énergétiques renouvelables varie en fonction des technologies et des États membres, ainsi que de la

qualité des ressources renouvelables et du coût du capital. Cette compétitivité varie également en fonction des prix de référence de l'énergie dans les différents États membres. Les technologies matures, telles que l'hydroélectricité, la géothermie et la biomasse solide peuvent fournir de l'électricité à faible coût, ce coût étant comparable aux prix de référence de l'électricité dans certains États membres. De même, l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque commercial à grande échelle peuvent être compétitifs dans les pays disposant de bonnes ressources en vent ou d'un ensoleillement important, et d'un prix de l'électricité relativement élevé. La production de chaleur à partir de la biomasse solide est déjà rentable par rapport aux prix de référence de la chaleur, notamment dans le nord de l'Union européenne.

Résultats en matière de LCoE et compétitivité des coûts

Le graphique 1 donne un aperçu des fourchettes LCoE pour les technologies évaluées au niveau de l'Union européenne. Ces fourchettes résultent des différences entre États membres. Le graphique présente aussi les fourchettes des prix de référence de l'électricité, de la chaleur et des carburants, en excluant taxes et prélèvements, à l'exception du solaire photovoltaïque (électricité domestique) où le prix de référence inclut ces taxes. Les



fourchettes illustrent les différents prix de l'énergie observés dans les États membres de l'Union européenne.

Électricité renouvelable

Parmi les technologies produisant de l'électricité à partir de la bioénergie (biogaz, biomasse liquide et solide), le LCoE des technologies fondées sur la biomasse solide semble être le moins élevé, voire dans la même fourchette que le prix de référence de l'électricité. Les LCoE de l'électricité produite à partir de la géothermie profonde et de l'hydraulique sont comparables. Le solaire photovoltaïque à grande échelle présente une large fourchette de prix, principalement en raison des différences de rendement solaire dans les différents États membres. L'héliothermodynamique n'a été quantifiée que pour l'Europe du Sud, et se traduit par un coût actualisé plus élevé que le solaire photovoltaïque à grande échelle. Le LCoE de l'énergie éolienne n'a pas été décomposé en sous-secteurs (terrestre ou offshore). La raison principale en est la baisse très rapide des prix d'achat de l'énergie éolienne observés dans les récents appels d'offre (Danemark, Pays-Bas), ce qui démontre que, dans certains cas (grande échelle), les prix actualisés de l'éolien offshore dépassent ceux de l'éolien terrestre. De plus, la fourchette LCoE observée pour l'éolien terrestre est déjà très large, couvrant en grande partie l'éolien offshore. Le solaire photovoltaïque dans le secteur

résidentiel est spécifique, dans le sens où les prix de référence de l'électricité sont relativement élevés, ce qui rend cette technologie compétitive dans de nombreux États membres, bien que ses coûts actualisés atteignent un niveau assez élevé. L'une des technologies absentes de ce graphique est l'énergie océanique (marémotrice et houlomotrice), dont l'évaluation des coûts actualisés se situe entre 400 et 600 euros/MWh. S'agissant d'une valeur atypique, elle n'est pas présentée ici.

Chaleur renouvelable

Pour les technologies produisant de la chaleur, le coût actualisé de la biomasse solide coïncide avec le prix de référence de la chaleur, reflétant sa compétitivité dans de nombreux pays. La fourchette LCoE pour les chauffe-eau solaires ne coïncide que partiellement avec la fourchette des prix de référence de la chaleur, indiquant que ceux-ci sont compétitifs dans certains pays (principalement dans le sud de l'Union européenne). La chaleur captée à partir de l'aérothermie via les pompes à chaleur montre, selon l'analyse, des niveaux de LCoE relativement élevés.

Transport renouvelable

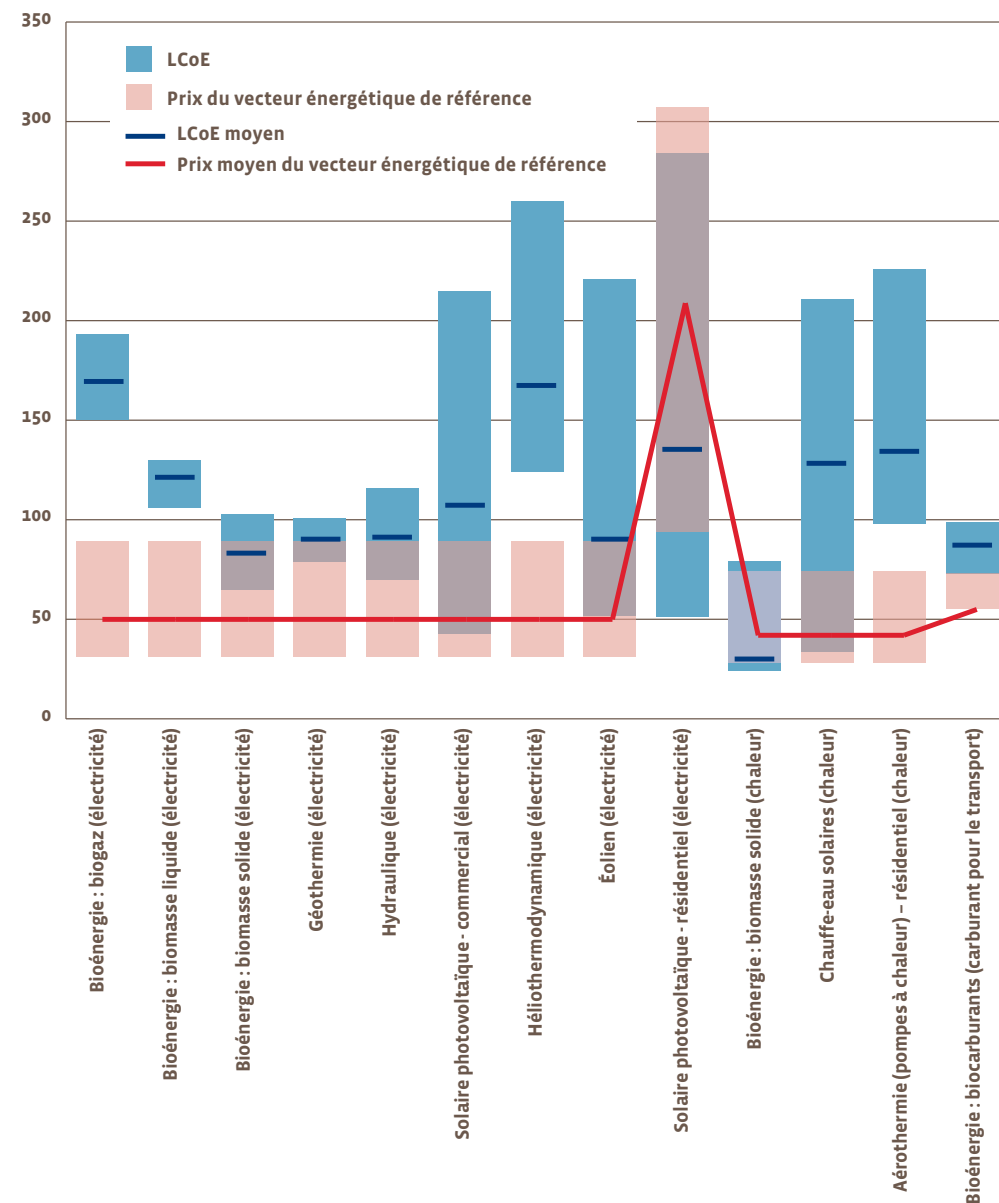
Les coûts actualisés des biocarburants pour le transport présentent une fourchette assez étroite, juste au-dessus des niveaux des prix de référence des carburants dédiés au transport.

TRANSPARENCE ET FEEDBACK

Afin d'améliorer l'évaluation de la compétitivité des coûts des énergies renouvelables dans l'Union européenne, la méthodologie appliquée, les données et les hypothèses ont été publiées de manière transparente dans un document distinct. Nous accueillerons avec plaisir tout commentaire et feedback des associations européennes et/ou nationales des énergies renouvelables, concernant ce document. ■

1

LCoE et prix des vecteurs énergétiques de référence (€/MWh)



Remarque : aperçu de l'évaluation des coûts actualisés au niveau de l'Union européenne. Ces fourchettes découlent des différences entre États membres. Le graphique présente aussi les fourchettes des prix de référence de l'électricité, de la chaleur et des carburants, en excluant taxes et prélèvements, à l'exception du solaire photovoltaïque (électricité domestique) dont le prix de référence inclut ces taxes. Les données se rapportent à 2015.

Source : EurObserv'ER 2016

CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS RÉSULTANTS ÉVITÉS

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES PERMETTENT DE RÉDUIRE L'ACHAT DE VECTEURS ÉNERGÉTIQUES CONVENTIONNELS

La présente section concerne deux nouveaux indicateurs : les combustibles fossiles évités, et les coûts évités.

Les combustibles fossiles évités représentent les vecteurs énergétiques conventionnels non renouvelables (combustibles fossiles et déchets non renouvelables, désignés collectivement ci-après, « combustibles fossiles »), non consommés (aussi bien nationaux qu'im-

portés) du fait du développement et de la consommation des énergies renouvelables. Les coûts évités font référence aux dépenses qui n'ont pas eu lieu, du fait des combustibles fossiles évités. Pour calculer les coûts évités, on multiplie les quantités cumulées de combustibles fossiles évités par les niveaux de prix des combustibles correspondants, observés dans les différents pays.

Note méthodologique

- L'analyse, axée sur l'échelon national, quantifie les coûts évités dans le cas où tous les vecteurs énergétiques fossiles sont achetés à l'étranger. Par conséquent, tous les prix des combustibles considérés excluent taxes et prélèvements.
- Pour les pays qui produisent leurs propres combustibles fossiles, l'analyse est similaire et aucune correction n'est apportée aux ressources autochtones.
- Les coûts évités du fait de la substitution du gaz naturel par le gaz de synthèse (syngaz) ne sont pas quantifiés explicitement.
- Seul l'impact sur le remplacement des combustibles fossiles est abordé : dans le mix électrique, l'énergie nucléaire n'est pas prise en compte.
- La tarification des déchets non renouvelables n'est

pas simple ; cet impact n'est donc pas quantifié en termes monétaires.

- Concernant les biocarburants liquides, seuls sont inclus ceux qui sont conformes à la directive 2009/28/CE.

- Les données se réfèrent à des valeurs non normalisées pour l'énergie hydroélectrique et l'énergie éolienne.

- Les données énergétiques [Mtep] peuvent différer des totaux mentionnés dans d'autres parties du présent baromètre EurObserv'ER, car un autre ensemble de données de base a été utilisé. Les estimations 2015 sont des approximations, pour lesquelles il existe aujourd'hui des statistiques actualisées.

Les quantités de combustibles fossiles évités ont été analysées par l'Agence européenne pour l'environnement et présentées dans le rapport intitulé *Renewable energy in Europe - Recent growth and knock-on effects* (AAE 2017³). Les types de combustibles fossiles concernés sont : les carburants pour le transport (diesel et essence), les combustibles utilisés pour le chauffage (combustibles gazeux, produits pétroliers et déchets non renouvelables) et les combustibles utilisés pour la production d'électricité (mélange de produits gazeux, solides et pétroliers). Cette section s'appuie sur les données de l'AAE.

Les coûts des combustibles fossiles évités sont basés sur les

prix nationaux des combustibles, issus de différentes sources (Eurostat, Commission européenne, BP/Quandl). La figure 1 présente les fourchettes de prix des combustibles observées dans les 28 États membres de l'Union européenne, en 2014 et 2015, pour cinq vecteurs énergétiques : le charbon, le diesel, l'essence, le gaz naturel et le fioul. Ces cinq vecteurs sont supposés couvrir raisonnablement les combustibles déclarés dans le rapport de l'AAE (AAE, 2017). Il convient de noter que le prix des déchets non renouvelables n'a pas été évalué ici (habituellement, la fixation du tarif des déchets est une question locale, qui n'est pas vraiment soumise à l'influence du marché mondial). Si l'on examine les différents

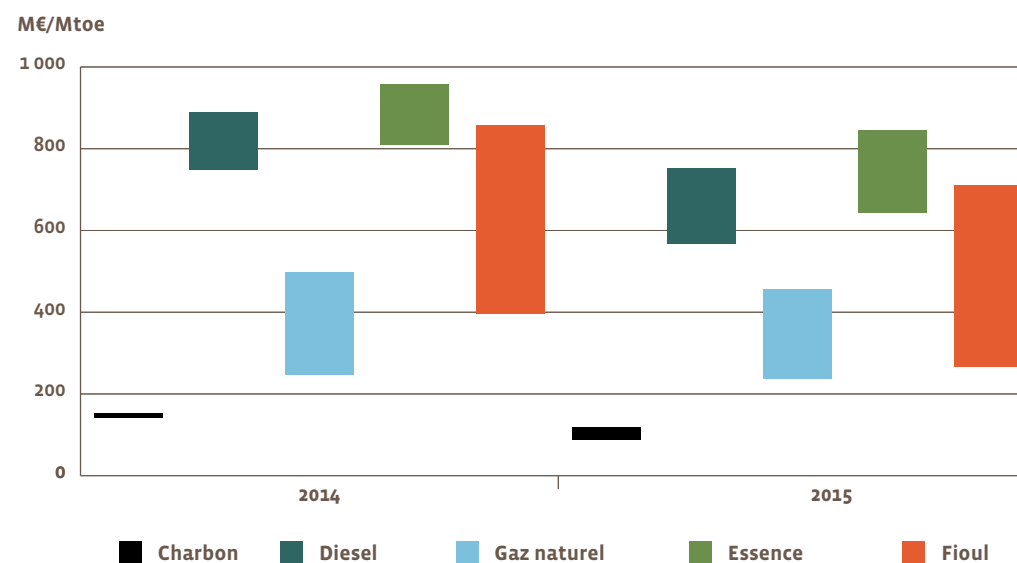
vecteurs énergétiques et leurs ratios, on constate que le charbon est le combustible le moins cher. Ensuite, viennent le gaz naturel puis le fioul (chauffage). Enfin, le diesel et l'essence sont les combustibles les plus onéreux. Les prix ont baissé en 2015 par rapport à l'année précédente et la fourchette est plus étroite pour le gaz naturel et le fioul.

1. *Renewable energy in Europe 2017 - Recent growth and knock-on effects*, EEA, Avril 2017, <http://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017>



1

Fourchettes de prix des combustibles fossiles dans l'Union européenne (hors taxes et prélèvements)

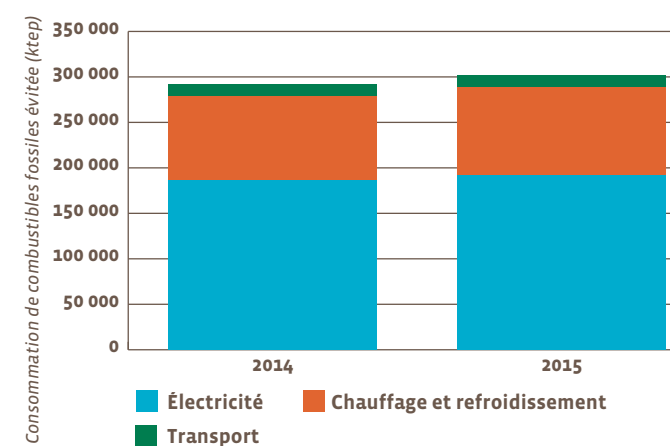


2

Combustibles fossiles évités par secteur (ktep)

CONSUMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS ÉVITÉS PAR TECHNOLOGIE

La consommation d'électricité renouvelable a contribué pour 64 % au total des combustibles fossiles évités. Les énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement y ont contribué pour près de 32 % et les carburants renouvelables (principalement des carburants conformes à la directive 2009/28/CE) ont constitué les 4 % restants, en 2014 et en 2015. Les coûts évités dans le secteur de l'électricité



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

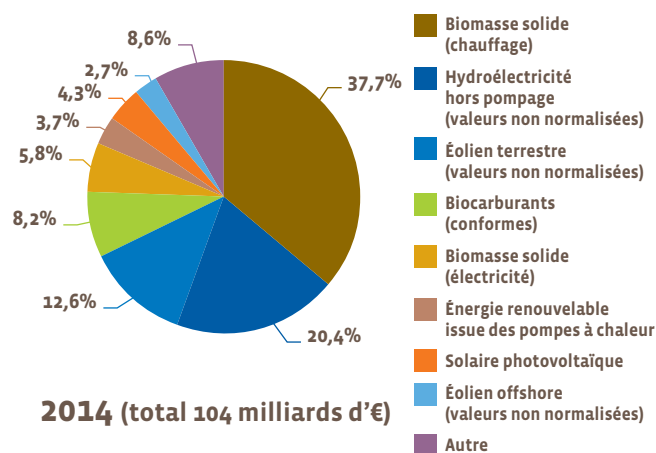
représentaient, en termes monétaires, 49,3 milliards d'euros en 2014 et 40,5 milliards d'euros en 2015. La chaleur renouvelable représentait, quant à elle, un coût évité de 44,4 milliards d'euros en 2014, et seulement 38,6 milliards d'euros en 2015. Enfin, pour les carburants renouvelables, le coût évité s'élevait à 10,4 milliards d'euros en 2014, et 8,3 milliards d'euros en 2015. Pour interpréter correctement ces résultats, il est important de tenir compte d'un certain nombre de problèmes méthodologiques, mentionnés dans l'encadré de la page 195.

Bien que la pénétration des énergies renouvelables ait augmenté d'environ 3 % en 2015, l'effet cumulé des coûts des combustibles fossiles évités est inférieur à celui de 2014. Cela peut s'expliquer par la baisse des prix des combustibles fossiles en 2015, par rapport à 2014. Parmi les technologies énergétiques renouvelables, la biomasse solide a permis d'éviter l'achat de combustibles fossiles à hauteur de 32,1 milliards d'euros en 2015 (37,7 milliards en 2014). Quant à l'hydroélectricité, elle a permis d'économiser 14,8 milliards d'euros en 2015 (20,4 milliards d'euros en 2014). L'éolien terrestre arrive en troisième position, avec 11,5 milliards d'euros de coûts évités en 2015 (12,6 milliards d'euros en 2014).

Le graphique 2 et les diagrammes circulaires (graphique 3) illustrent la part de chaque technologie dans le total des coûts évités.

3

Dépenses évitées grâce aux renouvelables dans l'UE des 28 en 2014 et 2015



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

Les combustibles fossiles évités sont majoritairement des combustibles solides (principalement le charbon, 44 % pour les années 2014 et 2015), puis du gaz naturel (30 % chaque année). Les produits pétroliers contribuent à hauteur de 19 % en 2014, et 20 % en 2015. Les combustibles restants (carburants pour le transport et déchets non renouvelables) couvrent les 7 % restants.

COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉS ET DÉPENSES ÉVITÉES PAR ÉTAT MEMBRE

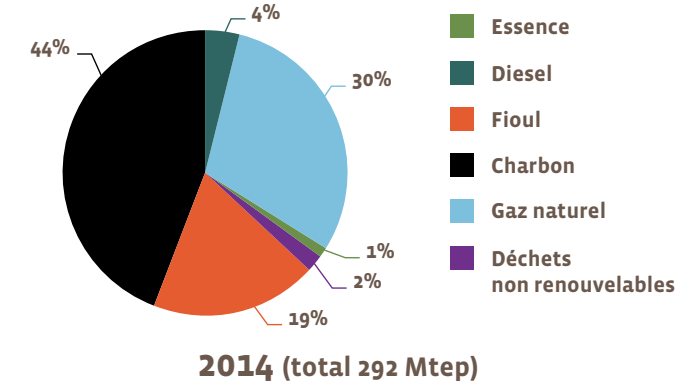
Au niveau des États membres, l'estimation des coûts évités est présentée dans le graphique 6. On notera qu'il existe une forte corrélation entre le montant évité et la taille du pays.

Comme on peut s'y attendre, les coûts évités suivent l'évolution des prix des combustibles fossiles : les prix de 2015 étant inférieurs à ceux de 2014, tous les pays présentent un modèle similaire, sauf le Royaume-Uni (en valeur relative, l'augmentation des combustibles fossiles évités était plus élevée au Royaume-Uni, soit environ 26 % entre 2014 et 2015, ce qui s'est traduit par une augmentation des coûts évités, malgré la baisse des prix des combustibles).

Neuf États membres ont cependant enregistré une tendance à la baisse des combustibles fossiles évités, en raison de la baisse du déploiement des énergies renou-

4

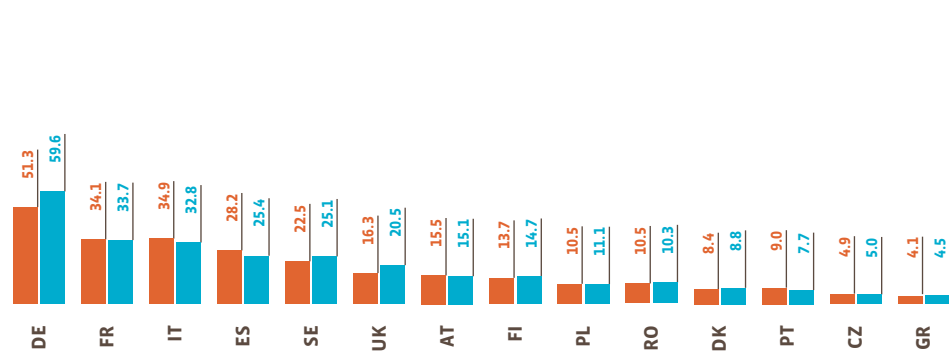
Combustibles fossiles remplacés dans l'Union européenne en 2014 et 2015



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

5

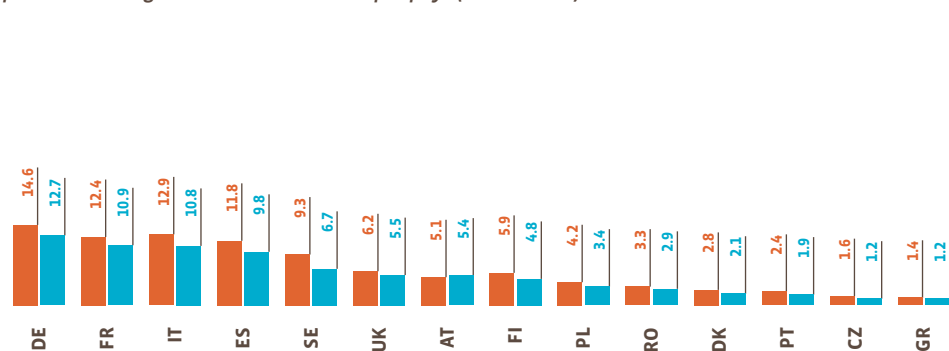
Combustibles fossiles remplacés par pays (Mtep)



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

6

Dépenses évitées grâce aux renouvelables par pays (Mrd d'euros)



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

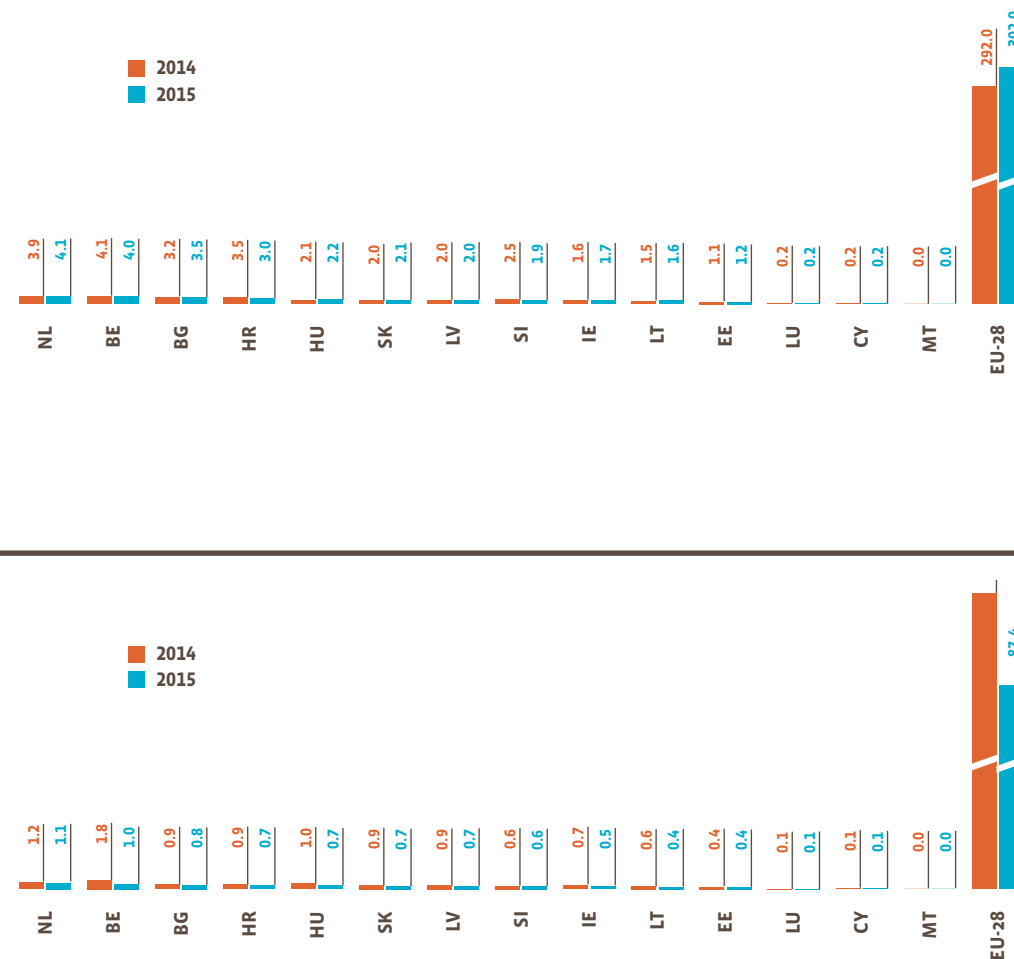
velables en 2015 par rapport à l'année précédente. Ces pays sont : l'Espagne, l'Italie, le Portugal, la Croatie, la Slovaquie, la Roumanie, la France, l'Autriche et la Belgique. Voir aussi les notes méthodologiques sur le site d'EurObserv'ER (www.eurobserv-er.org).

Les données ont été présentées sous forme d'un graphique, dans les figures 5 et 6.

CONCLUSION

En 2014 et 2015, les énergies renouvelables ont remplacé respectivement 292 Mtep et 300 Mtep

de combustibles fossiles. Ces chiffres correspondent à un coût annuel évité de 104 milliards d'euros en 2014, pour l'ensemble des 28 États membres (soit environ 0,7 % du PIB de l'Union des 28), et 87 milliards d'euros en 2015. Cette diminution est due à la baisse des



prix des combustibles fossiles. Les contributions les plus importantes proviennent de l'électricité renouvelable et de la chaleur renouvelable (avec des parts à peu près égales, représentant environ 90 % des dépenses évitées). ■

INDICATEURS D'INNOVATION ET DE COMPÉTITIVITÉ

L'Union de l'énergie vise à assurer un approvisionnement énergétique sûr, durable et abordable, tout en augmentant la part des énergies renouvelables, en renforçant l'efficacité énergétique, l'intégration du marché intérieur de l'énergie et la compétitivité. Selon la Commission européenne, l'utilisation plus rationnelle de l'énergie peut à la fois stimuler l'emploi et la croissance, et représenter un investissement pour l'avenir de l'Europe. La théorie économique soutient cette thèse. Les dépenses de recherche et développement sont considérées comme des investissements dans des processus, des produits ou des services nouveaux ou améliorés, susceptibles de créer de nouveaux marchés ou d'augmenter les parts de marché existantes, et de renforcer la compétitivité des entreprises, des secteurs d'activité et des nations. Concernant les technologies

des énergies renouvelables, les investissements dans la R&D stimulent l'innovation, qui est souvent mesurée par le nombre ou la part des brevets déposés dans le domaine technologique concerné. Afin d'évaluer les résultats de la R&D en termes de position sur le marché, c'est-à-dire, la compétitivité dans le domaine des technologies renouvelables, on mesure, par exemple, la part des échanges commerciaux concernant les produits liés aux technologies renouvelables. Les chapitres suivants présentent trois indicateurs : les dépenses de R&D illustrant les efforts d'investissement des pays en termes de technologies renouvelables, les demandes de brevets, reflétant les efforts de R&D, et, enfin, la part des échanges commerciaux liée aux technologies renouvelables et illustrant la compétitivité des pays dans ce domaine.

Investissements publics dans la R&D

On considère les investissements dans la R&D, et l'innovation en général, comme un facteur important pour la croissance économique d'un pays. L'analyse macroéconomique de ces investissements peut donc être considérée comme un outil majeur de mesure

des performances d'innovation, ou des systèmes d'innovation, d'une économie. Cette mesure permet d'indiquer la position d'un pays dans la compétition internationale, en matière d'innovation.

Approche méthodologique

Globalement, les dépenses de R&D sont financées par des ressources publiques et privées, tandis que les activités de R&D sont mises en œuvre par le secteur privé, le gouvernement et l'enseignement supérieur (voir figure 1). La présente section traite des dépenses publiques de R&D d'un ensemble de pays donnés, en faveur des technologies d'énergie renouvelable, c'est-à-dire les investissements du secteur public dans la recherche (voir zone grise, figure 1).

Les investissements du secteur public dans la R&D sont censés encourager l'innovation dans le secteur privé. Bien que l'impact de ces investissements soit très peu connu, leur vocation est d'inciter le secteur privé à prendre la relève, et de générer des retombées positives.

Pour l'élaboration du présent rapport, les données relatives aux investissements publics ont été fournies par le Centre commun de recherche/SETIS (CCR ou JRC en anglais). Les statistiques de l'AIE1 sont la principale source de données concernant l'investissement national en R&D.

1

Le financement et l'exécution de R & D par secteur en 2014

		Total R&D spending	
En augmentation	Entreprises	Gouvernement	
En diminution	Entreprises	Gouvernement	Enseignement supérieur



Elles couvrent vingt États membres de l'Union européenne, et offrent une régularité et un niveau de détail variables selon les technologies abordées. Un délai de deux ans est nécessaire pour obtenir les chiffres de la plupart des États membres. Chaque pays complète les données manquantes par le biais du groupe de pilotage du plan SET, ou par le data mining. La méthodologie est décrite de façon plus détaillée, dans le rapport du JRC intitulé JRC Science for Policy Report, Monitoring R&D in Low Carbon Energy Technologies : Methodology for the R&D indicators in the State of the Energy Union Report - 2016 Edition².

Outre la fourniture de statistiques en valeur absolue (Euro), la part des dépenses publiques de R&D est calculée par rapport au PIB des pays concernés (%), afin d'avoir un aperçu du montant relatif des investissements nationaux dans les technologies renouvelables.

1. IEA. International Energy Agency RD&D Online Data Service. Disponible sur le lien suivant : <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>

2. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, Monitoring R&D in Low-Carbon Energy Technologies, EUR 28446 EN (2017). Disponible sur : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Slovaquie		0,0		0,0000%
Allemagne	53,1	53,0	0,0018%	0,0017%
Royaume-Uni	25,5		0,0011%	
Danemark	25,3	26,0	0,0095%	0,0096%
Espagne	16,5		0,0016%	
France	7,0		0,0003%	
Suède	5,3		0,0012%	
Pays-Bas	4,8	16,1	0,0007%	0,0024%
Belgique	4,1		0,0010%	
Finlande	1,9		0,0009%	
Autriche	1,0		0,0003%	
Pologne	0,8	0,8	0,0002%	0,0002%
Roumanie	0,6		0,0004%	
Portugal	0,3	0,3	0,0002%	0,0002%
Estonie	0,2		0,0008%	
République tchèque	0,0	0,1	0,0000%	0,0001%
Total UE	146,1	96,3	0,0010%	0,0007%
Autres pays				
Japon	49,2	193,4	0,0013%	0,0049%
Corée	36,1	32,2	0,0034%	0,0026%
Norvège	30,5	16,2	0,0081%	0,0047%
USA	9,1	77,2	0,0001%	0,0005%
Canada	3,6	3,0	0,0003%	0,0002%
Suisse	3,4	3,4	0,0006%	0,0006%
Turquie	0,8	0,7	0,0001%	0,0001%

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI (indicateurs du développement dans le monde)

Concernant l'énergie éolienne, le Japon détient le record des dépenses publiques de R&D, suivi de l'UE des 28 (bien que les données de nombreux pays ne soient pas disponibles ici). Les États-Unis se classent en troisième position, bien que totalisant moins de la moitié du budget du Japon. Au sein de l'Union des 28, c'est l'Allemagne, le Danemark (le Royaume-Uni et l'Espagne en 2014) et les Pays-Bas qui enregistrent les plus gros budgets publics de R&D en 2015. Cela peut s'expliquer par la présence des principaux fabricants du secteur de l'éolien dans ces pays. En termes de part du PIB, c'est le Danemark qui arrive en tête, suivi, de loin, par le Japon, la Norvège et les Pays-Bas, en 2015. ■

ÉNERGIE SOLAIRE

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
France	68,5		0,0032%	
Allemagne	65,9	82,0	0,0023%	0,0027%
Suède	19,5		0,0045%	
Pays-Bas	19,3	51,7	0,0029%	0,0076%
Autriche	19,2		0,0058%	
Espagne	17,7		0,0017%	
Royaume-Uni	14,0		0,0006%	
Danemark	9,4	10,6	0,0035%	0,0039%
Belgique	7,5		0,0019%	
Pologne	6,1	4,9	0,0015%	0,0011%
Finlande	5,5		0,0027%	
Portugal	2,2	1,9	0,0013%	0,0011%
Roumanie	1,8		0,0012%	
Estonie	0,6		0,0032%	
République tchèque	0,6	0,6	0,0004%	0,0004%
Slovaquie	0,4	0,1	0,0006%	0,0001%
Lituanie	0,4		0,0011%	
Total UE	258,7	151,8	0,0018%	0,0010%
Autres pays				
USA	107,3	81,9	0,0008%	0,0005%
Japon	90,8	53,1	0,0025%	0,0013%
Corée	54,0	44,6	0,0051%	0,0036%
Suisse	41,3	41,3	0,0078%	0,0068%
Canada	15,8	12,7	0,0012%	0,0009%
Norvège	11,6	13,9	0,0031%	0,0040%
Turquie	8	5	0,0	0,0007%

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'Union des 28 arrive en tête concernant l'investissement national dans la R&D. Elle est suivie de l'Australie et des États-Unis. Après une baisse significative entre 2013 et 2014, les dépenses de R&D de l'Australie enregistrent une croissance massive entre 2014 et 2015. Les chiffres ne sont pas disponibles pour la Chine.

Au sein de l'Union européenne, quatre pays ont consenti d'importants investissements publics en R&D ; il s'agit, une fois de plus, de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la France et du Danemark. En 2015, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Danemark représentent à eux trois plus de 95 % des investissements en R&D de l'Union. Alors qu'en Allemagne et au Danemark, ces dépenses publiques sont demeurées plutôt constantes entre 2014 et 2015, elles ont considérablement augmenté aux Pays-Bas en 2015. Malheureusement, certaines données sont manquantes ce qui rend toute conclusion difficile.

En ce qui concerne les dépenses de R&D par rapport au PIB, l'Union européenne n'affiche pas d'excellents résultats. Au sein de l'Union, ce sont les Pays-Bas qui consacrent le plus gros budget à l'énergie solaire. Au niveau international, ils sont suivis de la Suisse, de la Norvège et du Danemark (2015). ■

HYDROÉLECTRICITÉ

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Finlande	4,4		0,0021%	
France	1,5		0,0001%	
Autriche	1,4		0,0004%	
Allemagne	1,2	1,7	0,0000%	0,0001%
Suède	1,1		0,0002%	
Espagne	1,0		0,0001%	
Roumanie	0,6		0,0004%	
Pologne	0,5	0,1	0,0001%	0,0000%
République tchèque	0,3	0,2	0,0002%	0,0001%
Royaume-Uni	0,1		0,0000%	
Belgique	0,1		0,0000%	
Danemark		1,9		0,0007%
Pays-Bas		0,1		0,0000%
Total UE	12,2	3,9	0,0001%	0,0000%
Autres pays				
Canada	19,4	20,3	0,0014%	0,0015%
USA	15,3	17,3	0,0001%	0,0001%
Norway	10,1	11,2	0,0027%	0,0032%
Suisse	9,2	10,6	0,0017%	0,0018%
Japon	6,7	2,6	0,0002%	0,0001%
Corée	6,2	4,4	0,0006%	0,0004%
Turquie		1,4		0,0002%

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI

Contrairement à l'énergie solaire, l'énergie hydraulique affiche de modestes résultats en ce qui concerne l'investissement public en R&D. Parmi les pays faisant l'objet de cette étude, c'est le Canada qui consacre les plus gros investissements publics en R&D. Il est suivi des États-Unis, de la Norvège et de la Suisse. Tous ces pays disposent de ressources hydroélectriques importantes. Dans l'Union des 28, les dépenses publiques en R&D pour l'énergie hydroélectrique sont modestes, l'Allemagne et le Danemark affichant les plus gros montants (2015) avec respectivement 1,9 million d'euros et 1,7 million d'euros. En 2014, la Finlande était le premier investisseur en R&D (aucune donnée disponible en 2015), et en 2013, c'est l'Italie qui arrivait en tête (aucune donnée en 2014 ni en 2015). La Suisse se classe au second rang, et le Canada au troisième. Au sein de l'Union, c'est le Danemark qui consacre la part la plus importante de son PIB à la R&D. ■

GÉOTHERMIE

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Allemagne	15,5	13,4	0,0005%	0,0004%
France	4,1		0,0002%	
Belgique	1,8		0,0004%	
Pays-Bas	1,2	2,0	0,0002%	0,0003%
Slovaquie	1,0	0,4	0,0013%	0,0005%
Autriche	0,9		0,0003%	
Pologne	0,4	0,6	0,0001%	0,0001%
Suède	0,3		0,0001%	
République tchèque	0,2	0,4	0,0001%	0,0003%
Roumanie	0,1		0,0001%	
Royaume-Uni	0,1		0,0000%	
Portugal	0,1	0,2	0,0001%	0,0001%
Danemark		1,7		0,0006%
Total UE	25,6	18,8	0,0002%	0,0001%
Autres pays				
Canada	2,0	1,3	0,0001%	0,0001%
Suisse	10,7	12,4	0,0020%	0,0021%
Japon	11,5	22,2	0,0003%	0,0006%
Corée	7,3	5,9	0,0007%	0,0005%
Turquie		0,0		0,0000%
USA	38,8	51,8	0,0003%	0,0003%

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI

En ce qui concerne l'énergie géothermique, les États-Unis semblent comptabiliser les plus gros investissements publics en R&D, avec 51,8 millions d'euros, suivis du Japon (22,2 millions d'euros), de l'Allemagne (13,4 millions d'euros) et de la Suisse (12,4 millions d'euros). Par rapport à l'énergie solaire, les dépenses de R&D sont faibles, mais tous les pays pour lesquels nous disposons de données affichent un budget public minimum pour la R&D, sauf la Turquie, qui n'enregistre aucune dépense publique dans l'énergie géothermique. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que la Suisse consacre la plus grosse partie de son PIB aux investissements publics dans la R&D, cette part ayant même progressé légèrement entre 2014 et 2015, tandis que les valeurs sont beaucoup moins importantes pour les autres pays analysés. Au sein de l'Union européenne, la Hongrie et l'Italie disposent d'une grande partie des capacités de production géothermique installées, mais les données relatives à la R&D ne sont pas disponibles. ■

BIOCARBURANTS

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
France	91,5		0,0043%	
Allemagne	34,0	34,9	0,0012%	0,0012%
Suède	31,7		0,0073%	
Royaume-Uni	24,4		0,0011%	
Pays-Bas	20,8	24,6	0,0031%	0,0036%
Finlande	20,1		0,0098%	
Danemark	18,9	22,9	0,0071%	0,0084%
Belgique	10,3		0,0026%	
Espagne	9,9		0,0010%	
Autriche	9,4		0,0028%	
Slovaquie	8,4	0,4	0,0111%	0,0005%
Pologne	6,4	11,8	0,0016%	0,0027%
Portugal	2,4	2,0	0,0014%	0,0011%
République tchèque	1,8	1,8	0,0011%	0,0011%
Roumanie	1,3		0,0009%	
Lituanie	0,6		0,0016%	
Total UE	291,8	98,4	0,0021%	0,0007%
Autres pays				
USA	463,5	489,5	0,0035%	0,0030%
Japon	43,3	45,8	0,0012%	0,0012%
Canada	24,6	22,7	0,0018%	0,0016%
Suisse	15,9	17,2	0,0030%	0,0029%
Corée	13,4	14,4	0,0013%	0,0012%
Norvège	10,9	18,1	0,0029%	0,0052%
Turquie	1,1	0,8	0,0002%	0,0001%

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Le secteur des biocarburants affiche des dépenses publiques en R&D beaucoup plus importantes que la géothermie. Dans ce domaine, ce sont, sans nul doute, les États-Unis qui totalisent le plus gros investissement, avec près de 500 millions d'euros en 2015. Les autres pays de notre étude consacrent des investissements publics beaucoup moins élevés, tous inférieurs à 50 millions d'euros. Les États-Unis sont suivis du Japon, de l'Allemagne et des Pays-Bas. Outre ces deux États membres, le Danemark et la Pologne enregistrent aussi des investissements publics importants (supérieurs à 10 millions d'euros). En part du PIB, le Danemark se classe en tête en 2015, suivi de la Norvège et des Pays-Bas. En 2014, les parts de la Finlande et de la Suède étaient également élevées (aucune donnée en 2015). Bien qu'ayant enregistré d'importants investissements en valeur absolue dans les biocarburants, les États-Unis y consacrent une part relativement faible de leur PIB, avec une tendance à la baisse entre 2014 et 2015, cette baisse étant due à une augmentation de leur PIB. ■

ÉNERGIE OCÉANIQUE

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Royaume-Uni	30,1		0,0013%	
Suède	5,0		0,0012%	
France	4,3		0,0002%	
Belgique	3,1		0,0008%	
Danemark	2,6	5,0	0,0010%	0,0018%
Espagne	1,9		0,0002%	
Pays-Bas	0,2	3,3	0,0000%	0,0005%
Portugal	0,0	0,0	0,0000%	0,0000%
Roumanie	0,0		0,0000%	
Total UE	47,2	8,3	0,0003%	0,0001%
Autres pays				
USA	37,5	37,7	0,0003%	0,0002%
Canada	13,6	3,3	0,0010%	0,0002%
Corée	6,6	4,6	0,0006%	0,0004%
Norvège	1,8	2,2	0,0005%	0,0006%

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un secteur relativement modeste en termes d'investissement public en R&D. L'UE des 28 affiche les valeurs les plus élevées en 2014, bien que de nombreuses données soient manquantes. Il semble également que les investissements aient diminué entre 2014 et 2015. Cela est toutefois dû à l'absence de données pour le Royaume-Uni en 2015, ce pays ayant comptabilisé, en 2014, l'investissement public le plus élevé en valeur absolue de tous les pays de notre étude. Les États-Unis arrivent en deuxième position après le Royaume-Uni, avec 37,7 millions d'euros d'investissement public en R&D. Tous les autres pays affichent des chiffres relativement faibles en ce qui concerne cet indicateur. Cela se reflète aussi dans la part du PIB, notamment pour le Royaume-Uni, qui affichait le pourcentage le plus élevé en 2014. Il est suivi du Danemark où les dépenses publiques en valeur absolue, pour l'énergie océanique, sont modestes. Mais, vu la petite taille du pays, cela se traduit toutefois par une part importante de son PIB. Globalement, les pays disposant de ressources océaniques investissent dans la R&D, mais à un faible niveau. ■

TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
France	176,8		0,0083%	
Royaume-Uni	94,2		0,0042%	
Suède	62,8		0,0145%	
Belgique	26,8		0,0067%	
Roumanie	4,4		0,0029%	
Danemark		67,9		0,0250%
Pays-Bas		97,8		0,0145%
Total UE	781,6	377,5	0,0056%	0,0026%
Autres pays				
USA	671,5	755,4	0,0051%	0,0046%
Corée	123,7	106,2	0,0116%	0,0085%
Canada	79,0	63,3	0,0059%	0,0045%

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI Note : la somme correspondant à la totalité des technologies n'apparaît que si le pays dispose de données pour chacune des technologies (s'il manque des données pour une ou plusieurs technologies, le total ne peut pas être calculé)

Enfin, un examen attentif de l'investissement public en R&D pour l'ensemble des technologies renouvelables révèle une bonne position des États-Unis en 2015, alors qu'en 2014, c'était l'Union européenne qui était en tête. Mais, du fait des nombreuses données manquantes en 2015, ce tableau doit être interprété avec prudence. En termes de part du PIB, la Corée se place en bonne position. Les États-Unis, le Canada et l'Union européenne affichent des parts relativement similaires en 2014. Au sein de l'Union européenne, seuls quelques pays disposent de données : en 2015, le Danemark et les Pays-Bas ont consacré une part de leur PIB inférieure à celle de l'Union des 28, et en 2014, la Suède, la France et la Belgique ont consacré une part plus importante. ■

CONCLUSIONS

En raison de données lacunaires, notamment pour la Chine, il est difficile de tirer des conclusions définitives. La Chine est actuellement le premier investisseur dans les installations d'énergie renouvelable (éolien et solaire), suivie des États-Unis. Il est donc logique qu'elle affecte également des montants financiers élevés à la R&D. De plus, la Chine est le principal exportateur de technologies photovoltaïques et hydroélectriques. En se fondant sur l'hypothèse d'un renforcement de la compétitivité grâce à l'innovation, la Chine est également censée allouer des ressources financières importantes à la R&D en faveur de ces technologies. Néanmoins, on peut affirmer que de nombreux pays se sont spécialisés dans certains domaines technologiques au sein des énergies renouvelables. Dans l'énergie solaire, l'Union européenne arrive en première position, devant les États-Unis, tandis que les données ne sont pas disponibles pour la

Chine. En Europe, ce sont l'Allemagne, les Pays-Bas et le Danemark qui consacrent les plus gros budgets publics à la R&D. En ce qui concerne l'énergie géothermique, les États-Unis se classent en tête, bien que de nombreux autres pays se révèlent actifs dans ce domaine. La Suisse se distingue, notamment, avec une part relativement importante de son PIB consacrée aux investissements publics en R&D. Dans l'énergie hydraulique, qui est un secteur relativement modeste en termes d'investissement public en R&D, le Canada arrive en tête, ce qui s'explique par sa situation géographique, et notamment ses importantes ressources hydroélectriques. La Norvège et la Suisse (et la Finlande, 2014) disposent de ressources hydroélectriques comparables, et donc de dépenses publiques comparables, en termes de R&D. Cela se reflète également dans la part du PIB consacrée à ces dépenses. Dans les biocarburants, ce sont

sans conteste les États-Unis qui totalisent le plus gros investissement, avec près de 500 millions d'euros en 2015. Tous les autres pays consacrent des investissements publics bien moins élevés (inférieurs à 50 millions d'euros). Dans l'énergie éolienne, le Japon arrive en première position, suivi de l'Union des 28 (Danemark, Allemagne, Royaume-Uni, Espagne), tandis que dans l'énergie océanique – également un domaine plutôt modeste –, c'est l'Union des 28 qui se distingue, du fait du niveau élevé des dépenses publiques au Royaume-Uni. Dans le cadre d'une comparaison globale, il convient de mentionner l'Allemagne, et surtout les Pays-Bas et le Danemark. Ces pays consacrent en effet d'importantes dépenses publiques en R&D dans pratiquement tous les domaines des énergies renouvelables. Pour le Danemark et les Pays-Bas, cela représente également une part assez élevée du PIB. ■

Dépôt de brevets

La performance technologique d'un pays ou d'un système d'innovation se mesure généralement par le dépôt et la délivrance de brevets, ces données pouvant être considérées comme les principaux indicateurs de résultat des processus de R&D. Un pays dont la production de brevets est importante tendra à bénéficier d'une forte compétitivité technologique, ce qui pourrait se traduire par une compétitivité macroécono-

mique globale. Les brevets peuvent être analysés sous différents angles et avec différents objectifs, sachant que les méthodes et définitions appliquées seront également différentes. Nous mettons ici l'accent sur une perspective intérieure et macroéconomique, en fournissant des informations sur les capacités technologiques des économies dans le domaine des énergies renouvelables.

Approche méthodologique

Les chiffres du présent rapport ont été fournis par JRC/SETIS. Ils sont issus de la base de données World Patent Statistical Database (PATSTAT)¹ développée par l'Office européen des brevets (OEB). Il faut compter un délai de trois à cinq ans pour réunir un ensemble complet de données couvrant une année. Les données utilisées pour l'évaluation des indicateurs datent de quatre ans. Les estimations remontant à deux ans ne sont fournies qu'au niveau de l'Union européenne. Les données concernent spécifiquement les avancées dans le domaine des technologies bas carbone et d'atténuation du changement climatique (code Y de la Classification coopérative des brevets - CPC²). Les ensembles de données sont traités par JRC SETIS afin d'éliminer les erreurs et les incohérences. Les statistiques relatives aux brevets sont basées sur la date de priorité, les familles de brevets simples³ et le comptage fractionnaire des demandes dépo-

1. OEB. Base de données statistique mondiale des brevets (PATSTAT), Office européen des brevets. Disponible à l'adresse : <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab1>
2. OEB et USPTO. Classification coopérative des brevets (CPC), Office européen des brevets et Office des brevets et des marques des États-Unis. Disponible à l'adresse : <http://www.cooperativepatentclassification.org/index.html>
3. Les brevets permettent aux entreprises de protéger leurs efforts de recherche et d'innovation. Les brevets couvrant uniquement le marché intérieur (familles comportant un seul brevet) ne fournissent une protection qu'au niveau national, alors que les brevets déposés auprès de l'OMPI ou de l'OEB offrent une protection au-delà du marché intérieur (ils sont transmis à d'autres offices nationaux) et illustrent donc la compétitivité internationale de l'entreprise.

sées auprès des autorités nationales et internationales, afin d'éviter un double comptage. Les familles de brevets comprennent les brevets déposés auprès d'un seul office, ou singletons. Mais cela peut influencer sur les résultats liés à la compétitivité technologique mondiale, et profiter aux pays disposant de grands marchés intérieurs et de spécialités dans leurs systèmes de brevets, comme le Japon et la Corée, en laissant supposer que ces pays bénéficient d'une forte compétitivité à l'international.

Pour procéder à l'analyse des brevets au sein des différentes technologies d'énergie renouvelable, il faut non seulement s'intéresser au nombre de brevets déposés, mais aussi à l'indice de spécialisation. Pour cela, il convient d'évaluer l'avantage technologique révélé (ATR) fondé sur les travaux de Balassa (Balassa 1965), qui a créé en 1965 cet indicateur par rapport au commerce international. Ici, l'ATR indique la représentation plus ou moins forte d'un pays dans un domaine technologique donné, par rapport aux demandes de brevet totales dans le domaine des technologies énergétiques. Ainsi, l'ATR du pays « i » dans un domaine technologique donné mesure l'importance comparée de la part des brevets du pays i déposés dans ce domaine, par rapport au nombre total de brevets dans le domaine de l'énergie, et de la part des brevets déposés au niveau mondial dans ce même domaine par

rapport au nombre total de brevets déposés au niveau mondial, dans le domaine de l'énergie. Si la part du pays i est plus importante que la part mondiale, on peut supposer que le pays est spécialisé dans ce domaine. Les données ont été transformées, de sorte que les valeurs entre zéro et un indiquent un intérêt inférieur à la moyenne pour cette technologie renouvelable, tandis que les valeurs supérieures à un indiquent une spécialisation positive, à savoir une forte concentration dans ce domaine, par rapport à l'ensemble des technologies énergétiques. Il convient de noter que l'indice de spécialisation se réfère aux technologies énergétiques, et non à l'ensemble des technologies. Cela rend cet indice plus sensible aux faibles variations dans les dépôts de brevets (hauts et bas)⁴. Du fait du comptage fractionnaire, les chiffres peuvent aussi être compris entre zéro et un. Pour les chiffres inférieurs à un, une décimale est donnée, sinon, 0 est indiqué.

4. La méthodologie est décrite de façon plus détaillée dans le rapport JRC Science for Policy Report - Monitoring R&D in Low Carbon Energy Technologies: Methodology for the R&D indicators in the State of the Energy Union Report, - 2016 Edition. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies", EUR 28446 EN (2017). Disponible à l'adresse : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	279	338	2,1	2,2	95,5	111,5
Danemark	128	97	12,9	10,6	482,7	357,7
Espagne	48	68	6,0	7,0	46,1	63,0
Pologne	28	10	4,4	1,5	68,5	24,0
Royaume-Uni	22	30	1,6	1,5	9,6	11,7
France	21	34	0,6	0,8	9,9	15,5
Italie	21	23	1,6	1,6	12,8	13,8
Pays-Bas	17	26	1,7	2,2	26,1	38,8
Suède	10	17	2,3	2,2	23,8	38,3
Roumanie	10	2	4,4	1,9	65,4	14,5
Luxembourg	8	7	5,4	6,1	162,0	131,8
Autriche	7	8	1,5	0,9	22,5	22,8
Belgique	6	6	1,7	1,2	15,6	14,8
Finlande	6	9	1,4	1,4	28,0	41,8
Hongrie	2	1	7,7	2,9	20,6	10,4
Lettonie	2	2	6,3	8,7	84,6	82,1
Irlande	1	3	1,5	2,1	5,5	11,1
Grèce	1	0	2,7		5,6	
République tchèque	1	2	0,5	0,9	3,2	9,0
Portugal	0,1	3	0,3	4,4	0,7	13,9
Bulgarie	0	1		3,1		22,1
Chypre	0	0				
Estonie	0	0				
Croatie	0	0				
Lituanie	0	0				
Malte	0	0				
Slovénie	0	0				

Slovaquie	0	0				
Total UE	619	686	2,4	2,3	44,2	46,6
Autres pays						
Canada	634	697	1,0	0,9	80,2	70,2
Corée	356	463	1,4	1,5	334,3	372,9
Japon	178	233	0,3	0,3	48,8	59,1
USA	95	139	0,8	0,7	7,3	8,6
Reste du monde	132	133				

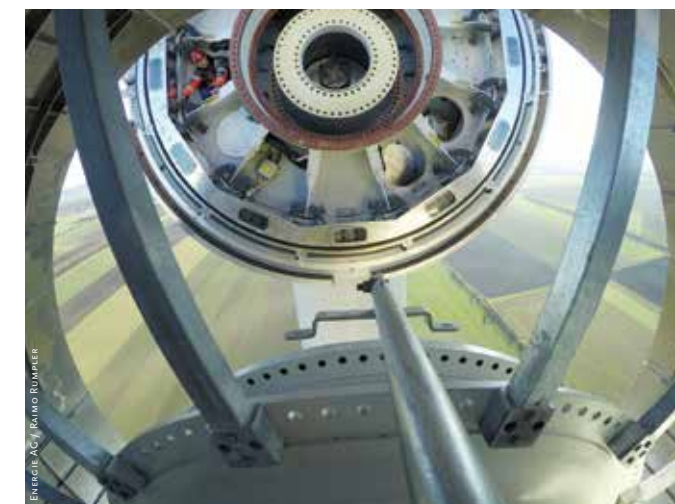
Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI
Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

L'Union des 28 a globalement déposé autant de brevets que la Chine. La Corée arrive troisième, suivie du Japon et des États-Unis. Cette bonne position de l'Europe s'explique principalement par le rôle joué par deux pays européens, l'Allemagne et le Danemark, qui représentent conjointement près de 65 % de tous les brevets européens dans l'énergie éolienne. L'Espagne, la France et le Royaume-Uni ont également déposé un nombre important de brevets dans ce domaine en 2012.

La Corée est en tête des demandes de brevet exprimées en fonction du PIB, suivie du Danemark, du Luxembourg et de l'Allemagne. L'Espagne se situe au-dessus de la moyenne européenne, mais en-dessous de la Chine. Sa compétitivité nationale est donc inférieure à celle de la Chine.

En ce qui concerne la spécialisation des brevets, l'Espagne et le Danemark présentent les valeurs

les plus élevées, ce qui implique que l'énergie éolienne peut être considérée comme un facteur important dans leur portefeuille national de technologies énergétiques. L'Allemagne affiche aussi une spécialisation supérieure à la moyenne quoique moins poussée que celle du Danemark et de la Suède. Cela est dû au fait que l'Allemagne dépose en général un nombre relativement élevé de brevets dans les technologies énergétiques, de sorte que l'impact des brevets liés à l'éolien n'est pas aussi important. ■



ÉNERGIE SOLAIRE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	431	452	0,9	0,9	147,5	149,2
France	108	126	0,9	0,8	50,5	57,8
Italie	94	93	2,1	1,9	58,0	56,4
Espagne	47	51	1,7	1,5	45,1	47,6
Pays-Bas	30	32	0,8	0,8	44,7	47,1
Royaume-Uni	29	46	0,6	0,7	12,7	17,9
Belgique	19	25	1,5	1,4	47,7	60,0
Autriche	19	25	1,1	0,9	56,1	73,3
Roumanie	19	14	2,4	3,2	123,0	85,2
Pologne	17	25	0,8	1,0	40,9	58,9
Finlande	8	15	0,6	0,7	40,7	70,2
République tchèque	6	3	1,6	0,5	36,7	18,0
Suède	5	9	0,3	0,3	12,1	20,1
Lettonie	5	1	4,5	1,2	211,6	41,0
Portugal	4	3	2,7	1,4	24,2	15,2
Danemark	3	6	0,1	0,2	12,8	21,2
Grèce	3	2	2,2	3,9	16,4	12,8
Luxembourg	2	5	0,5	1,4	47,7	102,5
Irlande	2	5	0,9	1,0	10,8	18,6
Bulgarie	2	2	3,0	1,8	46,8	44,2
Hongrie	1	1	1,4	0,8	12,7	10,4
Lituanie	1	0	5,3	0,8	34,2	6,7
Slovénie	1	3	1,8	3,1	33,5	72,6
Croatie	1	1	4,2	3,4	23,3	11,4
Malte	1	0	6,3		118,7	
Slovaquie	1	1	0,8	1,4	13,2	12,7
Chypre	1	1	4,7	2,0	39,8	56,7

Estonie	0	0				
Total UE	860	946	1,0	0,9	61,4	64,3
Autres pays						
Japon	2396	2754	1,1	1,2	655,7	696,9
Canada	1476	2054	0,7	0,8	186,8	207,0
Corée	1270	1229	1,4	1,2	1193,6	989,4
USA	436	613	1,0	0,9	33,2	37,7
Reste du monde	521	558				

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI
 Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

Dans le domaine de l'énergie solaire, le Japon est le premier pourvoyeur de brevets en nombre, et le second en parts du PIB. Il est suivi de près par la Chine, qui a fortement accru ses activités de brevetage entre 2011 et 2012. La Corée arrive troisième en nombre de brevets, mais première en part du PIB. L'UE des 28, dans son ensemble, arrive derrière la Corée et devant les États-Unis. Elle a vu croître ses dépôts de brevets de plus de

10 % entre 2011 et 2012. Au sein de l'Union, l'Allemagne enregistre le plus grand nombre de brevets déposés ; elle se classe également première en termes de brevets par rapport au PIB, suivie du Luxembourg. Ces différences entre pays s'expliquent par des disparités dans les conditions préalables de délivrance de brevets nationaux. Par exemple, la Chine comptabilise un grand nombre de dépôts de brevets pour le marché intérieur,

mais un nombre plus faible pour le marché international.

En examinant de plus près les indices de spécialisation des différents pays, on constate que les pays européens sont souvent plus spécialisés dans l'énergie solaire que les autres pays de notre analyse. Les pays ayant les indices de spécialisation les plus élevés sont la Grèce, la Croatie, la Roumanie et la Slovénie. Mais il faut aussi tenir compte du fait que ces pays enregistrent en général un nombre relativement faible de dépôts. Ainsi, en déposant un petit nombre de brevets dans le domaine du photovoltaïque, mais aussi dans les autres technologies énergétiques, un pays donné pourrait présenter un degré de spécialisation relativement élevé. Et la survenue de faibles variations dans les activités de brevetage au cours d'une année pourrait peser fortement sur les indices de spécialisation. ■



HYDROÉLECTRICITÉ

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	19	21	0,9	0,9	6,6	7,0
Royaume-Uni	6	4	2,7	1,4	2,8	1,7
France	5	5	0,8	0,7	2,2	2,4
Pologne	4	2	3,7	1,3	9,7	3,5
Roumanie	2	1	5,3	5,1	13,3	6,2
Italie	2	4	0,7	1,7	0,9	2,4
Suède	2	0	2,0		3,5	
Autriche	1	3	1,3	2,2	3,4	8,8
Danemark	1	0	0,6		3,8	
Slovénie	1	0	28,9		26,8	
Espagne	1	2	0,4	1,5	0,5	2,2
Irlande	0,3		2,1		1,3	
Belgique	0	0				
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
République tchèque	0	5		18,3		29,4
Estonie	0	0				
Grèce	0	0				
Finlande	0	0				
Croatie	0	0				
Hongrie	0	0				
Lituanie	0	0				
Luxembourg	0	0				
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Pays-Bas	0	1		0,3		0,7
Portugal	0	1		10,9		5,6

Slovaquie	0	0				
Total UE	43	49	1,0	1,0	3,1	3,3
Autres pays						
Chine	134	157	1,3	1,3	16,9	15,8
Japon	76	83	0,7	0,8	20,8	21,0
Corée	49	50	1,1	1,0	45,8	40,4
USA	7	7	0,3	0,2	0,5	0,4
Reste du monde	32	31				

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI
Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

Le nombre de brevets est légèrement plus important dans le domaine de l'énergie hydroélectrique que dans l'énergie géothermique. Dans ce secteur, la Chine arrive en tête, suivie du Japon ainsi que de la Corée et de l'Union européenne, qui se situent à des

niveaux très similaires. Parmi les pays européens, l'Allemagne est responsable de plus de 50 % des dépôts de brevet. La République tchèque, l'Italie, la France et le Royaume-Uni affichent également un certain niveau d'activité, qui s'est traduit par 4 à 5 dépôts de brevets en 2012.

Si l'on exprime les dépôts de brevets en fonction du PIB, c'est la Corée et la République tchèque qui arrivent en tête, suivies du Japon et de la Chine. Mais, comme ces brevets comprennent également des singletons, il est difficile d'évaluer de façon précise la compétitivité internationale.



De même que dans le secteur de la géothermie, l'indice ATR révèle un niveau de spécialisation élevé en République tchèque. Par conséquent, bien que ce pays affiche un nombre relativement faible de dépôts de brevets dans les technologies énergétiques, on peut toutefois considérer que son marché intérieur est spécialisé dans les technologies hydrauliques. Le Portugal enregistre des résultats similaires. En Slovaquie, la spécialisation est très élevée en 2011, et nulle en 2012, en raison d'un très faible nombre de brevets ces deux années. ■

GÉOTHERMIE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	9	11	0,8	1,0	2,9	3,5
France	2	2	0,8	0,5	1,1	0,8
Espagne	2	0	2,5	0,0	1,5	0,0
Finlande	2	2	4,6	4,2	7,3	9,5
Pologne	2	2	2,9	2,8	3,6	3,5
Pays-Bas	1	0,3	1,6	0,4	2,0	0,5
Italie	1	2	1,1	2,2	0,7	1,4
Royaume-Uni	1	1	1,0	0,9	0,5	0,5
Suède	0	3	0,9	5,1	0,8	6,7
Autriche	0	1		1,6		2,9
Belgique	0	0				
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
République tchèque	0	1		8,0		6,0
Danemark	0	0				
Estonie	0	0				
Grèce	0	0				
Croatie	0	0				
Hongrie	0	0				
Irlande	0	0				
Lituanie	0	0				
Luxembourg	0	0				
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Portugal	0	0				
Roumanie	0	0				
Slovénie	0	0				

Slovaquie	0	0				
Total UE	19	25	0,9	1,1	1,4	1,7
Autres pays						
Japon	49	73	0,9	1,5	13,4	18,4
Corée	39	30	1,9	1,3	36,7	24,4
Chine	33	23	0,7	0,4	4,2	2,3
USA	10	14	1,0	1,0	0,8	0,9
Reste du monde	11	10				

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI
Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

En ce qui concerne les dépôts de brevets, le secteur de la géothermie affiche de moins bons résultats que le solaire. Le nombre de dépôts est inférieur à 100, pour chacun des pays de notre étude. Les pays de l'Union européenne ont déposé un total de 25 brevets dans l'énergie géothermique en 2012, dont 11 en provenance d'Allemagne. Les autres pays européens qui ont activement breveté des inventions dans ce domaine sont l'Autriche, la République tchèque, la Finlande, la France, l'Italie, la Pologne, la Suède et le Royaume-Uni. Au niveau mondial, le pays qui a déposé le plus grand nombre de brevets dans l'énergie géothermique est le Japon, avec 73 brevets en 2012, suivi de la Corée, de l'UE des 28 et de la Chine. Les États-Unis n'ont déposé que 14 brevets dans ce domaine en 2012. Rapportés au PIB, c'est la Corée et le Japon qui enregistrent le plus haut niveau de dépôts de brevets. Au sein de

l'Union européenne, c'est la République tchèque, la Suède et la Finlande qui arrivent en tête, avec toutefois un niveau assez bas.

Le problème de la taille se reflète également dans la spécialisation. Bien que les valeurs soient élevées pour certains pays (par exemple, la République tchèque), cela ne reflète que des changements

mineurs dans le portefeuille de brevets de ces pays car, si ce portefeuille est très réduit, il peut fausser l'indice. Globalement, le Japon et la Corée affichent une spécialisation relativement importante de leurs marchés intérieurs, alors que certains pays européens ont un indice de spécialisation beaucoup plus élevé, car basé sur un nombre plus faible de brevets. ■



BIOCARBURANTS

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	53	67	0,7	0,6	18,3	22,2
France	24	30	1,2	1,0	11,4	13,8
Pologne	14	17	3,8	3,4	34,1	38,8
Pays-Bas	13	18	2,3	2,2	20,0	26,9
Danemark	12	12	2,1	1,8	45,2	43,0
Royaume-Uni	11	20	1,4	1,5	5,0	7,9
Suède	9	10	3,6	1,9	21,8	23,3
Finlande	8	16	3,6	3,6	40,7	76,1
Espagne	7	10	1,5	1,5	6,5	9,3
Italie	5	13	0,6	1,3	2,8	8,1
Roumanie	4	0	3,1		26,6	
Autriche	3	3	1,1	0,5	9,4	8,8
République tchèque	3	5	4,9	4,3	19,1	29,9
Luxembourg	2	0	1,8		31,6	
Belgique	2	5	0,7	1,4	3,7	11,7
Slovaquie	1	0	4,8		13,2	
Estonie	0,5	1	5,9	30,5	25,3	49,4
Irlande	0	0	0,6		1,3	
Hongrie	0	2	1,3	6,1	2,1	15,2
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
Grèce	0	0				
Croatie	0	0				
Lituanie	0	0,5		7,9		13,4
Lettonie	0	0,3		2,1		13,7
Malte	0	0				
Portugal	0	0,3		0,8		1,9

Slovenie	0	0				
Total UE	173	231	1,2	1,1	12,3	15,7
Autres pays						
Chine	515	756	1,4	1,4	65,2	76,2
Japon	166	199	0,4	0,4	45,4	50,4
USA	120	206	1,6	1,6	9,2	12,6
Corée	110	138	0,7	0,7	103,0	111,1
Reste du monde	89,8	111,0				

Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI
Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

Dans le domaine des biocarburants, c'est de nouveau la Chine qui a déposé le plus grand nombre de brevets en 2012. Avec 756 familles de brevets, elle arrive clairement en tête. L'Union européenne arrive en seconde position avec 231 familles de brevets. Les États-Unis se classent au troisième rang, avec 206 familles de brevets simples en 2012. Le secteur des biocarburants est donc le seul domaine technologique où, par rapport à leur taille, les États-Unis présentent un nombre significatif de dépôts de brevets. En Europe, la situation est un peu plus équilibrée que dans d'autres domaines technologiques, la plupart des pays étant actifs dans le dépôt de brevets. L'Allemagne se classe en tête, suivie de la France, du Royaume-Uni, des Pays-Bas et de la Pologne. La Corée, la Chine et le Japon occupent une bonne position en termes de dépôts exprimés par rapport au PIB. L'Union européenne se

classe juste devant les États-Unis. Au sein de l'Union, la Finlande arrive en bonne place, suivie de l'Estonie et du Danemark.

En ce qui concerne la spécialisation (ATR), l'Estonie présente la valeur la

plus élevée. Mais cela ne concerne que les brevets déposés en 2012. En outre, de nombreux pays européens affichent des valeurs positives (> 1), les pays non-européens étant moins spécialisés dans ce domaine. ■



ÉNERGIE OCÉANIQUE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
UE 28						
Allemagne	19	16	1,0	0,7	6,6	5,3
Royaume-Uni	18	25	9,2	8,4	8,1	9,8
France	8	11	1,6	1,5	3,9	4,9
Irlande	5	5	52,2	23,8	26,9	19,5
Italie	5	3	2,8	1,3	3,2	1,7
Espagne	4	7	3,8	4,6	4,1	6,4
Suède	4	5	5,7	4,0	8,3	10,8
Danemark	3	3	1,9	2,1	10,4	11,0
Finlande	1	3	2,3	3,1	6,5	14,3
Luxembourg	1	2	4,7	11,7	20,3	39,1
Pologne	1	2	1,1	1,4	2,4	3,5
Portugal	1	2	15,5	22,7	5,8	11,1
Autriche	1	1	1,1	0,4	2,4	1,5
Pays-Bas	1	4	0,4	2,2	0,9	5,9
Roumanie	0,3	0	1,1		2,2	
Belgique	0	0				
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
République tchèque	0	0,8		2,9		4,5
Estonie	0	0				
Grèce	0	0				
Croatie	0	0				
Hongrie	0	0				
Lituanie	0	0				
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Slovénie	0	0,5		12,5		13,0

Slovaquie	0	0				
Total UE	73	89	2,0	1,9	5,2	6,0
Autres pays						
Chine	74	101	0,8	0,9	9,4	10,2
Corée	62	51	1,7	1,1	58,1	41,3
Japon	42	62	0,5	0,6	11,5	15,7
USA	15	23	0,8	0,8	1,2	1,4
Reste du monde	21	36				

Source : JRC SETIS, Eurostat, Base de données WDI
Note : valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons)

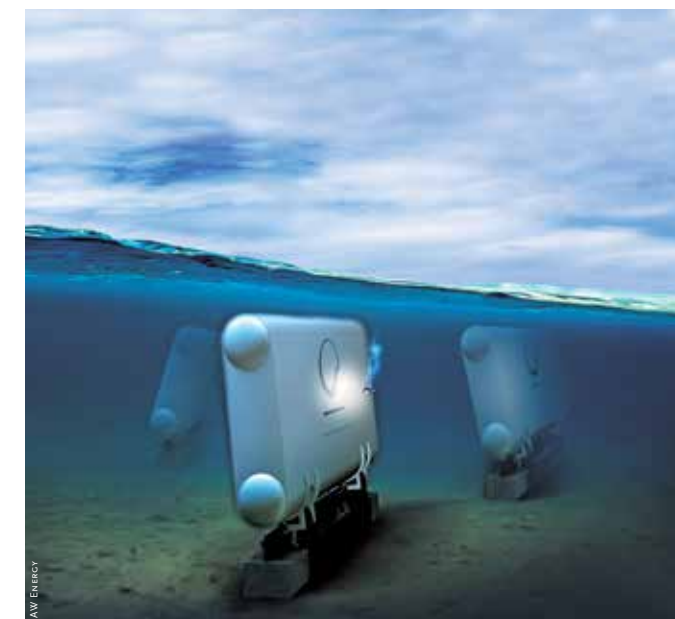
L'énergie océanique est également un domaine relativement modeste en termes de nombre de familles de brevets, mais ces chiffres reflètent néanmoins les tendances générales. La Chine arrive en tête, suivie de l'Europe, du Japon, de la Corée et des États-Unis. Comme pour les dépenses de R&D, le Royaume-Uni est le premier acteur européen dans ce domaine. L'Allemagne arrive seconde et la France troisième.

La Corée se classe en tête pour le dépôt de brevets rapporté au PIB. Étant donnée leur petite taille, le Luxembourg et l'Irlande arrivent devant le Japon, tandis que les pays présentant un nombre élevé de dépôts (Chine, Japon, Royaume-Uni ou Allemagne) se classent moins bien, du fait de leur envergure économique.

Le Royaume-Uni affiche également une forte spécialisation

dans ce domaine, mais, en raison du facteur taille, certains pays plus petits obtiennent un meilleur score. On peut cependant obser-

ver en Europe de nombreux pays ayant un bon niveau de spécialisation dans l'énergie océanique. ■



Commerce international

L'analyse du commerce et des flux commerciaux est devenue un facteur important de l'économie commerciale, car on considère que l'essor du commerce bénéficie généralement à tous les partenaires commerciaux. Selon une idée dominante dans les théories du commerce international, les échanges internationaux de marchandises reposent sur le principe des avantages comparatifs. Les avantages spécifiques à chaque nation pour la production de biens conduisent les pays à commercer entre eux. Cependant, les données empiriques révèlent que les performances à l'exportation d'un pays

dépendent, non seulement de ses dotations en facteurs de production, mais aussi de ses capacités technologiques. Ainsi, les sociétés qui développent de nouveaux produits intégrant une technologie supérieure domineront les marchés à l'exportation. En résumé, on peut affirmer que l'innovation est corrélée positivement avec les performances d'exportation, c'est pourquoi les résultats d'exportation font l'objet d'un examen attentif, en tant qu'indicateurs de la performance d'innovation au sein des technologies énergétiques renouvelables.

Approche méthodologique

Pour décrire le commerce, on analyse non seulement l'avantage absolu en termes de part de l'exportation mondiale, mais aussi les exportations nettes, c'est-à-dire, les exportations moins les importations d'un pays donné, afin de déterminer l'éventuel excédent généré par l'exportation de biens et services. De plus, on examine attentivement l'avantage comparatif qui se réfère aux coûts relatifs d'un produit entre un pays et un autre. Alors que les premiers économistes estimaient que l'avantage absolu, dans une certaine catégorie de produits, était une condition nécessaire au commerce, il a été démontré qu'il suffisait

d'un avantage comparatif pour que le commerce international soit mutuellement bénéfique (ce qui signifie que la productivité d'un bien par rapport à un autre diffère selon les pays). L'analyse des flux commerciaux est donc devenue un élément important de la théorie commerciale, dont l'indicateur le plus largement répandu est l'avantage comparatif révélé (ACR) développé par Balassa (1965), car un essor du commerce profite à tous les partenaires commerciaux dans des conditions très générales. Ainsi, l'ACR est un indicateur très utile pour analyser et décrire la spécialisation dans certains produits ou secteurs.

La part des exportations d'une technologie renouvelable d'un pays i est mesurée par les exportations de cette technologie, par rapport à l'ensemble des exportations du pays i . Pour ce pays, l'ACR représente, par exemple, la part des exportations de la technologie éolienne par rapport à la part mondiale des exportations de cette même technologie. Si la part du pays i est plus importante que la part mondiale, alors on peut dire que le pays i est spécialisé dans ce domaine. D'autre part, l'ACR se réfère à tous les groupes de produits commercialisés, tandis que l'ATR (avantage technologique révélé), employé pour le dépôt de brevets, concerne les technologies énergétiques.

L'analyse porte sur les exportations de technologies renouvelables prises dans leur ensemble, mais aussi sur chaque domaine pris séparément. Ces domaines comprennent l'éolien, le photovoltaïque et l'hydroélectricité pour l'année 2017. Les données relatives aux exportations proviennent de la base de données Comtrade de l'ONU. Les domaines ont été identifiés à partir du système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (SH 2017)¹.

1. Les codes SH 2017 utilisés sont les suivants : photovoltaïque (85414090), éolien (85023100) et hydroélectricité (84101100, 84101200, 84101300, 84109000).

TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	8,33%	8,20%	1342	2206	3	-3
Danemark	5,69%	4,79%	2772	2845	98	97
Espagne	2,58%	2,27%	1140	1267	39	24
Pays-Bas	1,77%	1,20%	-265	-106	-50	-73
Pologne	0,73%	0,62%	-361	-467	-43	-60
France	0,67%	0,62%	-353	-325	-91	-93
Italie	0,56%	0,69%	-191	-102	-92	-89
Belgique	0,50%	0,41%	-289	-52	-92	-95
Autriche	0,48%	0,46%	10	-34	-56	-60
République tchèque	0,48%	0,34%	-2	-9	-59	-79
Royaume-Uni	0,37%	0,27%	-2101	-2123	-96	-98
Slovénie	0,14%	0,11%	38	27	-17	-41
Portugal	0,10%	0,09%	-50	-19	-84	-89
Grèce	0,09%	0,02%	-38	-134	-61	-97
Suède	0,09%	0,07%	-166	-179	-98	-99
Slovaquie	0,09%	0,07%	2	-11	-93	-95
Irlande	0,07%	0,04%	4	3	-98	-99
Lituanie	0,06%	0,06%	0,2	13	-77	-75
Hongrie	0,06%	0,05%	-113	-147	-98	-99
Finlande	0,06%	0,04%	-126	-124	-96	-98
Estonie	0,05%	0,05%	13	22	-59	-45
Luxembourg	0,04%	0,05%	-6	-6	-65	-41
Croatie	0,03%	0,04%	-15	-30	-72	-63
Roumanie	0,03%	0,02%	-234	-112	-99	-100
Bulgarie	0,02%	0,03%	-28	-9	-98	-95
Lettonie	0,01%	0,02%	-11	-10	-97	-86
Malte	0,00%	0,00%	-11	-10	-100	-100

Continue page suivante

Chypre	0,00%	0,00%	-14	-4	-100	-100
Total UE	23,09%	20,64%	946	2368	-32	-45
Autres pays						
Chine	30,14%	33,76%	7225	10460	70	69
Japon	6,91%	5,83%	-3214	-2209	55	36
États-Unis	4,24%	3,79%	-2961	-5674	-62	-73
Inde	0,48%	0,32%	-348	-1665	-85	-93
Canada	0,30%	0,51%	-801	-641	-97	-93
Suisse	0,14%	0,13%	-247	-314	-99	-99
Russie	0,07%	0,07%	-605	-280	-100	-100
Turquie	0,03%	0,03%	-486	-827	-100	-100
Norvège	0,01%	0,01%	-67	-59	-100	-100
Reste du monde	34,58%	34,92%	2951	4032	7	21

Source : COMTRADE ONU

L'ACR doit être interprété par rapport au reste du portefeuille du pays, et à la part mondiale. Par exemple, si les pays n'ont qu'une part minime (inférieure à la moyenne) d'énergies renouvelables au sein de leur portefeuille commercial, toutes les valeurs seront négatives. En revanche, certains pays (par exemple, le Danemark, le Japon, le Canada et l'Espagne) ont une part importante de technologies renouvelables au sein de leur portefeuille de produits exportés.

En ce qui concerne les exportations dans les trois technologies sélectionnées, la Chine a une position plutôt dominante, qui s'est même renforcée entre 2014 et 2015. Alors que les exportations chinoises représentaient 30,1 % des exportations totales du secteur des technologies renouvelables en 2014, cette part a augmenté, passant à 33,8 % en 2015. Après la Chine, les plus gros exportateurs sont : l'Allemagne, le Japon, le Danemark, les États-Unis

et l'Espagne. Mais, parmi ces pays, seule l'Allemagne a pu conserver une part stable, entre 2014 et 2015. Pour tous les autres pays mentionnés, le pourcentage d'exportation pour l'ensemble des technologies renouvelables a légèrement diminué, ceci étant partiellement attribuable au rôle croissant de la Chine. Les pays affichant les parts les plus modestes sont : Chypre, Malte, la Norvège, la Turquie, la Roumanie, la Lettonie, la Grèce et la Bulgarie.

Ces tendances doivent toutefois être nuancées par l'examen des exportations nettes (valeur des exportations moins valeur des importations d'un pays), c'est-à-dire, la balance commerciale, qui permet de voir si un pays exporte plus qu'il n'importe, et vice versa. Cet indicateur montre que la Chine a une balance commerciale très positive, dont le solde semble encore avoir augmenté entre 2014 et 2015. Les seuls autres pays affichant une balance commerciale positive dans les EnR sont le Dane-

mark, l'Allemagne et l'Espagne. Ces pays exportent plus de technologies renouvelables qu'ils n'en importent. Les pays affichant le solde le plus négatif sont les États-Unis, le Royaume-Uni, le Japon et l'Inde. Bien que le Japon ait une balance commerciale excédentaire, il importe toujours plus de biens qu'il n'en exporte (en valeur monétaire) dans le domaine des EnR.

Dans une dernière étape, nous avons examiné la spécialisation des exportations (ACR). Concernant cet indicateur, le Danemark affiche les valeurs les plus élevées, ce qui signifie que les biens liés aux technologies renouvelables ont un poids important dans son portefeuille d'exportation. On observe également des valeurs de spécialisation positives pour la Chine, le Japon et l'Espagne, tandis que tous les autres pays présentent une spécialisation négative en matière de technologies. ■

ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Danemark	42,54%	41,73%	2821	2978	100	100
Allemagne	25,08%	30,24%	1251	1755	81	85
Espagne	17,74%	18,55%	1168	1305	98	98
Pays-Bas	0,52%	0,92%	-18	-4	-94	-83
Portugal	0,48%	0,36%	31	21	32	1
Estonie	0,32%	0,44%	21	30	84	92
Grèce	0,25%	0,16%	-34	-123	25	-12
Irlande	0,20%	0,12%	13	9	-81	-95
Finlande	0,12%	0,00%	-76	-92	-83	-100
Belgique	0,07%	0,01%	-202	1	-100	-100
Pologne	0,06%	0,08%	-105	-214	-99	-99
France	0,05%	0,04%	-110	-66	-100	-100
Royaume-Uni	0,05%	0,12%	-444	-299	-100	-100
Lituanie	0,03%	0,06%	1	3	-95	
Italie	0,03%	0,06%	-27	-44	-100	-100
République tchèque	0,02%	0,01%	-2	1	-100	-100
Roumanie	0,02%	0,00%	-86	-9	-100	-100
Autriche	0,01%	0,00%	-19	-51	-100	-100
Bulgarie	0,01%	0,11%	-4	6	-100	-38
Slovaquie	0,00%	0,00%	0,1	0	-100	-100
Suède	0,00%	0,02%	-108	-139	-100	-100
Lettonie	0,00%	0,00%	0	0	-100	
Croatie	0,00%	0,00%	-9	-28	-100	-100
Slovénie	0,00%	0,00%	0	0,0	-100	-100
Luxembourg	0,00%	0,00%	0	0	-100	

Continue page suivante

Hongrie	0,00%	0,00%	-0,4	0		-100
Malte	0,00%	0,00%	0	0,0		-100
Total UE	87,59%	93,02%	4060	5040	76	77
Autres pays						
États-Unis	6,18%	1,88%	268	-77	-33	-93
Chine	3,44%	3,68%	221	262	-86	-88
Inde	0,94%	0,06%	62	2	-53	-100
Canada	0,15%	0,10%	-444	-381	-99	-100
Japon	0,02%	0,03%	-63	-77	-100	-100
Norvège	0,00%	0,00%	-35	-9	-100	
Turquie	0,00%	0,00%	-263	-376	-100	-100
Suisse	0,00%	0,00%	0	-1	-100	-100
Russie	0,00%	0,00%	-404	-78	-100	-100
Reste du monde	1,67%	1,23%	-1575	-1776	-99	-100

Source : COMTRADE ONU

Après cet aperçu général, voyons maintenant la part des exportations dans le secteur de l'éolien. Ici, c'est sans conteste le Danemark qui détient la plus grande part des exportations, soit 41,7 %. Il est suivi de l'Allemagne qui a accru sa part de 5 points entre 2014 et 2015 pour atteindre 30,2 %. Ces deux pays sont donc à l'origine de 70 % des exportations mondiales liées aux technologies éoliennes. Et si l'on ajoute l'Espagne (18,6 %), on peut dire que près de 90 % de toutes les exportations dans ce domaine proviennent de l'Union européenne. En 2015, la part des exportations chinoises est relativement modeste (3,7 %), le pays se classant devant les États-Unis (1,9 %).

Ce modèle se retrouve dans la balance commerciale. Les seuls pays affichant une balance commerciale excédentaire dans ce secteur sont le Danemark, l'Allemagne, l'Espagne et la Chine, cette dernière enregistrant une valeur bien inférieure à celle des trois autres pays. Bien que les États-Unis détiennent une part significative des exportations dans les produits liés à la technologie éolienne, leur balance commerciale est négative.

En ce qui concerne l'ACR, on constate que le Danemark, l'Espagne et l'Allemagne sont hautement spécialisés dans le commerce des produits liés à la

technologie éolienne. Fait intéressant, l'Estonie affiche elle aussi une valeur très positive. Si la Chine, quant à elle, n'est pas spécialisée dans ce type d'exportations, elle semble toutefois clairement avoir mis l'accent sur les technologies photovoltaïques. ■

PHOTOVOLTAÏQUE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	5,65%	5,26%	2	360	-34	-44
Pays-Bas	2,02%	1,27%	-248	-103	-40	-70
Pologne	0,85%	0,70%	-257	-255	-29	-52
France	0,61%	0,54%	-294	-315	-92	-94
Belgique	0,56%	0,41%	-91	-77	-91	-95
République tchèque	0,45%	0,31%	-42	-52	-62	-82
Royaume-Uni	0,40%	0,27%	-1663	-1829	-96	-98
Italie	0,38%	0,59%	-264	-143	-97	-92
Autriche	0,21%	0,29%	-89	-86	-90	-82
Espagne	0,11%	0,08%	-86	-79	-99	-100
Suède	0,10%	0,07%	-35	-40	-97	-99
Slovaquie	0,10%	0,08%	2	-14	-91	-95
Grèce	0,07%	0,00%	-2	-9	-75	-100
Slovénie	0,07%	0,07%	3	4	-69	-68
Lituanie	0,07%	0,06%	-1	10	-73	-74
Hongrie	0,07%	0,06%	-113	-148	-97	-98
Danemark	0,06%	0,05%	-45	-129	-98	-99
Irlande	0,05%	0,03%	-7	-4	-99	-100
Finlande	0,04%	0,04%	-49	-33	-98	-97
Luxembourg	0,04%	0,06%	-5	-4	-54	-28
Portugal	0,04%	0,03%	-58	-49	-98	-98
Croatie	0,03%	0,04%	-3	1	-69	-57
Bulgarie	0,01%	0,00%	-25	-19	-99	-100
Lettonie	0,01%	0,02%	-10	-6	-96	-81
Estonie	0,01%	0,01%	-8	-8	-99	-99

Continue page suivante

Roumanie	0,01%	0,01%	-153	-104	-100	-100
Malte	0,00%	0,00%	-11	-10	-100	-100
Chypre	0,00%	0,00%	-14	-4	-100	-100
Total UE	12,02%	10,37%	-3566	-3146	-76	-83
Autres pays						
Chine	34,69%	38,01%	6772	9896	77	74
Japon	8,12%	6,71%	-3182	-2136	65	48
États-Unis	3,96%	4,03%	-3237	-5592	-66	-70
Inde	0,31%	0,24%	-452	-1722	-93	-96
Canada	0,28%	0,53%	-319	-217	-98	-92
Suisse	0,11%	0,10%	-178	-231	-99	-99
Russie	0,05%	0,04%	-116	-149	-100	-100
Turquie	0,03%	0,02%	-112	-371	-100	-100
Norvège	0,00%	0,00%	-15	-15	-100	-100
Reste du monde	40,44%	39,93%	5136	6477	22	33

Source : COMTRADE ONU

Dans le secteur du photovoltaïque, la Chine confirme une fois de plus sa position dominante. En 2015, plus de 38 % des exportations mondiales dans le secteur du photovoltaïque provenaient de Chine. Les autres grands exportateurs sont le Japon (6,7 %), l'Allemagne (5,3 %) et les États-Unis (4 %). En résumé, les pays de l'Union européenne représentent 10,4 % des exportations mondiales, l'Allemagne y contribuant pour moitié.

Concernant les exportations nettes, seule la Chine affiche des valeurs positives. Tous les autres pays étudiés importent

plus de technologies photovoltaïques qu'ils n'en exportent. Les États-Unis et le Royaume-Uni présentent la balance commerciale la plus déficitaire. Les deux pays dépendent donc fortement des importations en provenance d'autres pays. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de l'ACR. La Chine est le pays le plus spécialisé dans les produits liés à la technologie photovoltaïque, suivie du Japon, du Luxembourg et de l'Allemagne, bien que les valeurs de spécialisation soient négatives pour ces deux derniers pays. ■

HYDROÉLECTRICITÉ

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Autriche	11,98%	9,63%	118	103	99	98
Allemagne	9,66%	9,34%	89	90	18	10
Italie	9,46%	7,83%	100	85	83	76
France	5,97%	6,65%	51	55	59	63
Espagne	5,52%	4,03%	59	41	82	68
République tchèque	3,60%	3,36%	42	42	87	84
Slovénie	3,06%	2,03%	35	23	99	99
Royaume-Uni	1,07%	1,08%	7	5	-74	-77
Roumanie	0,86%	0,54%	5	2	68	33
Belgique	0,73%	2,33%	3	23	-85	-8
Bulgarie	0,33%	0,40%	1	4	63	71
Portugal	0,17%	0,82%	-23	8	-59	69
Pologne	0,17%	0,15%	1	2	-96	-97
Suède	0,15%	0,52%	-23	0,0	-94	-49
Finlande	0,12%	0,09%	-1	0	-83	-89
Croatie	0,11%	0,10%	-4	-3	33	20
Pays-Bas	0,07%	0,11%	1	1	-100	-100
Hongrie	0,03%	0,08%	0	1	-100	-97
Danemark	0,02%	0,03%	-3	-4	-100	-100
Lituanie	0,01%	0,00%	0,1	0	-100	-100
Irlande	0,00%	0,00%	-2	-1	-100	-100
Grèce	0,00%	0,00%	-1	-1	-100	-100
Slovaquie	0,00%	0,19%	0	3	-100	-72
Luxembourg	0,00%	0,00%	-1	-2	-100	-100
Estonie	0,00%	0,00%	0	-0,3	-100	-100

Continue page suivante

Chypre	0,00%	0,00%	0	0	-99
Lettonie	0,00%	0,00%	-2	-4	-100
Malte	0,00%	0,00%	0	0	0
Total UE	53,12%	49,32%	452	474	46
Autres pays					
Chine	18,55%	22,32%	232	302	37
Inde	3,64%	4,48%	42	55	64
États-Unis	3,49%	3,97%	9	-5	-72
Japon	3,02%	1,32%	31	4	-20
Suisse	2,00%	1,99%	-69	-82	18
Canada	1,71%	1,47%	-38	-43	-38
Russie	1,26%	1,78%	-84	-53	-64
Norvège	0,40%	0,30%	-18	-35	-59
Turquie	0,20%	0,34%	-111	-79	-90
Reste du monde	12,56%	12,69%	-610	-669	-74

Source : COMTRADE ONU

Dans le secteur de l'hydroélectricité, la situation est plus équilibrée que dans le photovoltaïque ou l'éolien. Les pourcentages les plus élevés peuvent être observés en Autriche (9,6 %), Allemagne (9,4 %), Italie (7,8 %), France (6,7 %), Espagne (4,9 %) et République Tchèque (3,5 %). L'Union européenne regroupe près de 50 % des exportations mondiales dans ce domaine. Quant à la Chine, elle occupe une position dominante, bien que moins prononcée que dans

le cas du photovoltaïque. L'Inde et dans une certaine mesure les États-Unis affichent des valeurs relativement élevées avec respectivement 4,5 % et 4 % du commerce mondial. Les exportations nettes sont positives pour l'Autriche, l'Allemagne, l'Italie, la France, l'Espagne et la République tchèque. Toutefois, c'est la Chine qui présente la valeur la plus élevée. La balance commerciale est également excédentaire pour l'Inde, mais légèrement déficitaire pour les États-Unis.

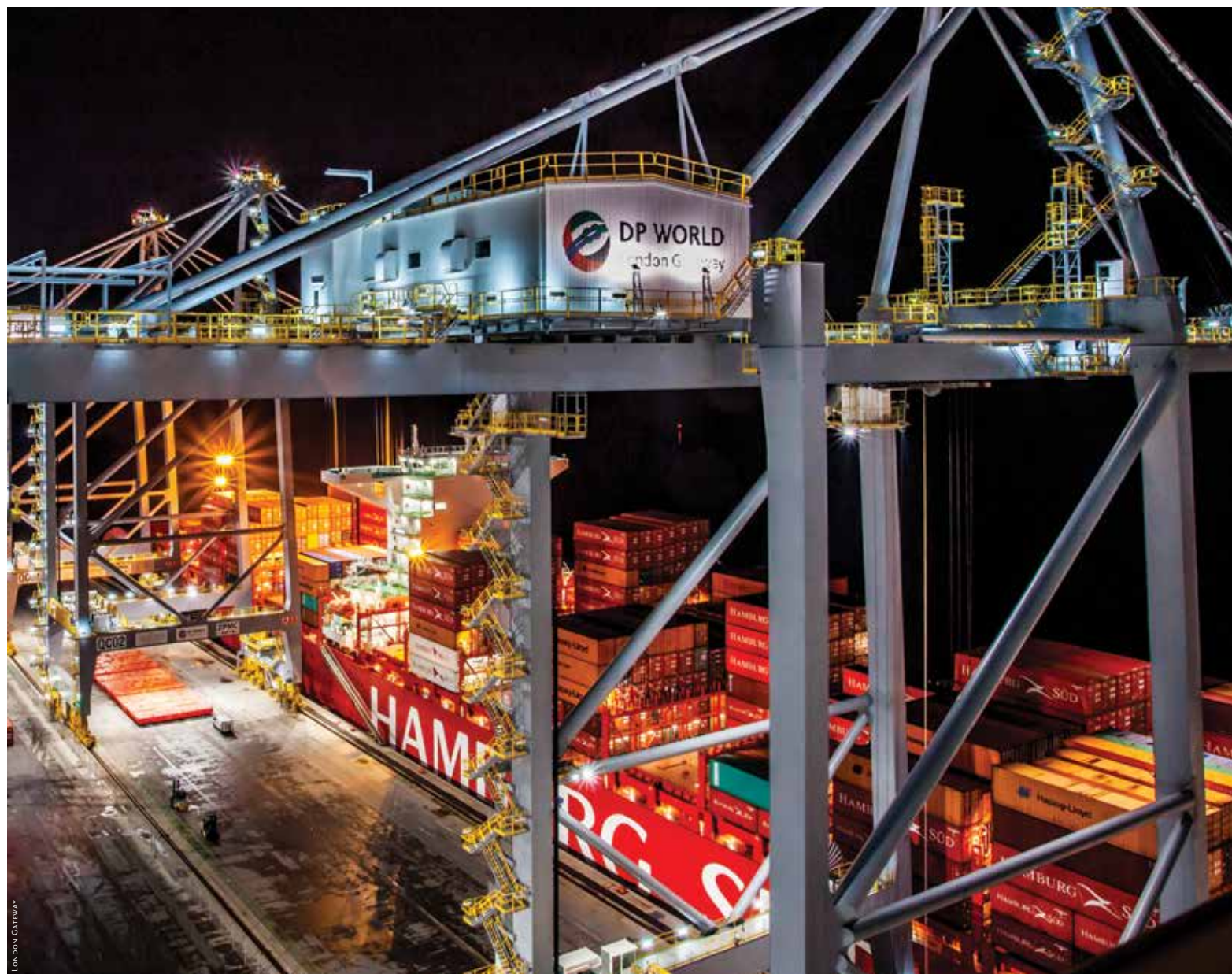
Les valeurs de spécialisation révèlent une situation assez favorable en Europe, où onze États membres présentent un ACR positif. La Chine aussi affiche une valeur positive, mais sa spécialisation est plus marquée dans le photovoltaïque. En ce qui concerne les pays non européens, c'est l'Inde qui est le plus spécialisé dans le domaine de l'hydroélectricité. ■

CONCLUSIONS

L'analyse des données d'exportation dans les technologies énergétiques renouvelables a montré que la Chine avait effectivement atteint une position assez solide au cours des dernières années. Ce poids des exportations chinoises s'explique par une position dominante dans le secteur du photovoltaïque, qui s'est encore renforcée entre 2014 et 2015. Cette technologie étant, à la différence des éoliennes, facile à assembler, la Chine a commencé à développer la fabrication de cellules et de modules photovoltaïques en partant de zéro, et en faisant appel aux technologies d'automatisation les plus récentes, ce qui rend la production chinoise très compétitive. C'est un défi important à relever pour l'Union européenne, qui ne représente que 20,6 % des exportations mondiales dans ce domaine et affiche une tendance à la baisse, sachant que les demandes chinoises de brevets connaissent une croissance démesurée, et révèlent une position de plus en plus dominante sur le marché.

La situation est différente dans les autres sous-domaines des énergies renouvelables (éolien et hydroélectricité). Dans l'éolien, l'Allemagne, l'Espagne et surtout le Danemark peuvent être considérés comme de solides concurrents, dominant les marchés d'exportation à l'échelle mondiale. Ces trois pays représentent près de 90 % des exportations mondiales, tandis que la Chine ne joue qu'un rôle mineur. En ce qui concerne les activités de brevetage, la Chine réduit l'écart, quoiqu'à un rythme nettement inférieur à celui du photovoltaïque.

Dans le domaine de l'hydroélectricité, la situation est plus équilibrée. Plusieurs pays européens sont actifs sur les marchés d'exportation à l'échelle mondiale, tandis que la Chine représente une part relativement importante. Bien qu'à un faible niveau, et à un rythme modéré, la Chine rattrape son retard dans les demandes de brevet (au moins sur le marché intérieur) et pourrait devenir, à l'avenir, un acteur concurrentiel. ■



LONDON GATEWAY

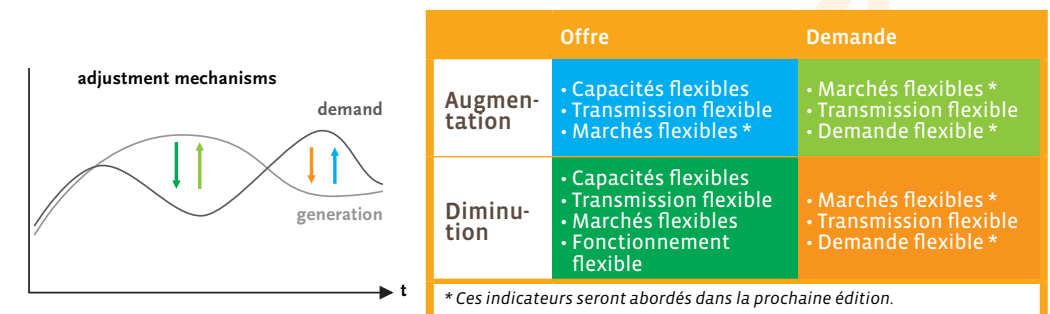
INDICATEURS SUR LA FLEXIBILITÉ DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

L'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité n'est pas un problème nouveau, et il peut arriver que les ressources conventionnelles soient insuffisantes et ne puissent répondre totalement à la demande. Cependant, l'augmentation de la part des énergies renouvelables, plus fluctuantes, notamment l'énergie éolienne et solaire, rend cet équilibre plus difficile à atteindre. Par exemple, si une baisse de la demande se produit en même temps qu'une augmentation de l'électricité éolienne, cela nécessite de réduire la production d'électricité conventionnelle, ce qui est particulièrement difficile si la demande

résiduelle est faible, et la capacité de production conventionnelle non modulable, élevée. Une augmentation de la demande simultanément à une diminution de la production d'énergie éolienne peut aussi nécessiter une forte montée en puissance de la production conventionnelle. D'autre part, une augmentation de la production éolienne, et surtout solaire, pourrait contribuer à réduire les périodes de pointe de la production conventionnelle. Des changements imprévus au sein d'un pays peuvent être compensés par des transferts transfrontaliers ou des ajustements côté demande. Ainsi, la flexibilité

1

Ajustement de la production et de la demande



Source : EurObserv'ER 2016

peut être assurée, non seulement du côté de l'offre, mais aussi de la demande et de l'infrastructure de transmission entre les pays et les marchés. Toutes ces options sont de plus en plus importantes pour réussir à intégrer les énergies renouvelables dans le système électrique. Pour tenir compte de la complexité du système, on applique une série d'indicateurs de flexibilité : la flexibilité de la capacité de production et de la transmission, qui seront complétées par la flexibilité opérationnelle et commerciale, dans les prochaines années.

Pour décrire la flexibilité d'un système, on utilise quatre indicateurs. En partant d'une charge donnée (prévue), on planifie la production en conséquence, *day ahead* ou en

infrajournalier. Toutefois, les déséquilibres soudains, dans l'offre et la demande, qu'il s'agisse d'une baisse ou d'une hausse inattendue des capacités de production, ou de changements de charge, posent un défi pour la flexibilité du système. Pour adapter le système aux variations de l'offre et de la demande, on peut appliquer différents mécanismes d'ajustement. On peut, par exemple, augmenter la demande et diminuer la production, ou, inversement, diminuer la demande et augmenter la production. La flexibilité de la production, de la transmission, des marchés et du fonctionnement participe à ces mécanismes d'ajustement (voir figure 1). Basés sur ces mécanismes, les indicateurs de flexibilité sont expliqués dans la section suivante.

Note méthodologique

La disponibilité de ressources flexibles, du côté de l'offre comme de la demande, est le premier facteur clé d'un système flexible. Le terme flexibilité inclut une composante temporelle, qui se définit comme étant la mise à disposition de capacités de production dans un délai de 15 minutes (toutes les capacités pouvant être mises à disposition pour la production ou l'ajustement de charge dans les 15 minutes sont incluses). Cela représente la flexibilité techniquement disponible du système, afin de s'adapter à une situation dans laquelle la production et la demande sont en déséquilibre. Afin de procéder à une comparaison objective des différents systèmes d'énergie ou des différents États membres, la **capacité flexible** est comparée à la demande de pointe annuelle (limite supérieure) et à la capacité des sources d'énergie renouvelable intermittentes. Vous trouverez une description détaillée de cette approche méthodologique à l'adresse : www.euroobserver.org. L'indicateur de flexibilité indique combien de fois la production flexible peut couvrir la demande de pointe ou les sources d'énergie renouvelable intermittentes. Cet indicateur reflète donc la flexibilité maximale disponible techniquement, dans le cadre d'un mix énergétique donné.

Les capacités de transmission entre pays permettent un équilibre lors des périodes de production déficitaire, ou excédentaire du fait d'un équilibre régional des différentes caractéristiques de production des EnR et d'une optimisation régionale des ressources flexibles. En outre, une capacité élevée de transfert entre zones contribue à un acheminement efficace, et favorise l'intégration des marchés nationaux. Ainsi, des capacités de transmission élevées accroissent la flexibilité du système. La **flexibilité de transmission** est mise en évidence par les capacités de transfert prévues *day-ahead*, qui sont comparées à la demande de pointe et aux EnR intermittentes par pays. Vous trouverez une description détaillée de cette approche méthodologique à l'adresse : www.euroobserver.org. L'indicateur de transmission indique combien de fois la transmission est capable de couvrir les variations de la demande de pointe ou des EnR intermittentes. Il reflète donc la flexibilité maximale disponible, dans le cadre des capacités d'interconnexion physique données et des mécanismes d'allocation.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

CAPACITÉS FLEXIBLES

La capacité flexible par source d'énergie renouvelable intermittente indique combien de fois les capacités flexibles (part des centrales au gaz, pétrole, lignite, charbon, biomasse et centrales nucléaires disposant d'un délai de montée en puissance de 15 minutes maximum) pourraient compenser une baisse de production non prévue, à court terme, des sources intermittentes. Une valeur inférieure à un indique la fraction d'un déficit hypothétique de 100 % des sources d'énergie intermittentes pouvant être équilibrée en 15 minutes, alors qu'une valeur supérieure à un assure un potentiel de compensation complet. Mais, en réalité, seule une petite fraction de la production intermittente totale fait défaut, de façon imprévue, dans les 15 minutes.

En revanche, la capacité de compensation (ou capacité flexible) en période de pointe, indique la part de la charge qui est flexible, c'est-à-dire, la part qui peut être équilibrée en cas de variation soudaine

de production, due, par exemple, à des capacités intermittentes dans des conditions de pointe. Toute valeur supérieure à un indique que les capacités flexibles peuvent, non seulement couvrir la demande de pointe, mais aussi, dans le même temps, compenser les déficits potentiels des sources intermittentes. Une valeur inférieure à un indique que, dans les conditions de pointe, seule une fraction d'un déficit hypothétique de 100 % pourrait être couverte. Si la valeur de la capacité de compensation en période de pointe est inférieure à la part intermittente en production, cela révèle une contrainte potentielle de flexibilité. Le tableau 1 montre que ce n'est pas le cas. La situation est d'autant plus rassurante que, comme seule une fraction de la capacité d'EnR installée pourrait réellement faire défaut (par exemple, 10 %), le seuil critique de la capacité de compensation en période de pointe est en fait inférieur à un dixième de la part totale des sources d'énergie intermittentes installées.

Le tableau 1 présente un indicateur de flexibilité particulièrement élevé pour la Norvège, la Suisse, les pays baltes et la Hongrie. Par exemple, cette dernière dispose de onze fois plus de capacités flexibles pour couvrir la totalité des EnR intermittentes. Ces valeurs élevées s'expliquent, notamment, par la faible part de l'énergie éolienne et photovoltaïque en Lettonie, en Hongrie, en Suisse et en Norvège, et par l'existence de ressources très flexibles, telles que le pétrole et le gaz, en Estonie, en Lituanie, en Finlande et à Chypre. En revanche, l'indicateur est bas (< 1) dans les pays disposant d'une part élevée d'EnR intermittentes, comme le Danemark et l'Allemagne. Cependant, si l'on suppose un taux d'indisponibilité de 10 % pour les EnR intermittentes, le système électrique ne serait en danger que si la valeur de l'indicateur de flexibilité était inférieure à la part d'EnR intermittentes, pondérée par son taux d'indisponibilité. Par exemple, en Allemagne, avec une part d'EnR



Indicateurs de flexibilité de la capacité de production

	Capacité flexible : fraction de la capacité permettant de compenser les variations de production des EnR		Capacité de compensation en période de pointe		Part des EnR intermittentes (EnR interm. sur capacité totale)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Norvège	31.9	38.4	1.2	1.5	0.03	0.02
Suisse	18.5	11.5	2.0	1.0	0.04	0.1
Lettonie	15.3	17.0	0.8	1.0	0.02	0.02
Hongrie	14.7	11.3	1.0	0.9	0.05	0.1
Lituanie	9.5	7.4	1.9	2.1	0.1	0.1
Finlande	8.7	5.3	0.4	0.4	0.04	0.1
Estonie	8.3	6.7	1.5	1.4	0.1	0.1
Chypre	7.0	6.3	1.7	1.5	0.1	0.1
Slovaquie	5.8	5.8	0.7	0.7	0.1	0.1
Luxembourg	5.3		1.0		0.1	0.1
Pays-Bas	5.1	4.2	1.2	1.2	0.1	0.2
Suède	4.5	3.9	1.0	1.0	0.1	0.2
Autriche	4.4	3.2	1.1	1.0	0.1	0.2
Bulgarie	3.7	3.4	0.9	0.8	0.1	0.1
France	3.7	2.9	0.7	0.5	0.1	0.2
Rép. tchèque	3.4	3.3	0.8	0.8	0.1	0.1
Slovénie	3.2	5.3	0.4	0.6	0.1	0.1
Croatie	3.0	2.4	0.4	0.4	0.1	0.1
Pologne	2.8	2.3	0.5	0.5	0.1	0.1
Italie	2.6	2.8	1.4	1.3	0.2	0.3
Irlande	2.5	2.1	1.2	1.1	0.2	0.3
Grèce	2.2	2.2	1.1	1.0	0.3	0.3
Espagne	2.0	2.1	1.4	1.5	0.3	0.3
Royaume-Uni	2.0	1.4	0.7	0.7	0.3	0.5
Belgique	1.9	1.7	0.8	0.8	0.3	0.3
Romania	1.7	2.5	0.9	1.3	0.2	0.2
Portugal	1.6	1.5	1.0	0.9	0.3	0.3
Danemark	0.8	0.8	0.9	1.0	0.5	0.5
Allemagne	0.7	0.7	0.7	0.8	0.4	0.4

*Remarque : en 2015, les données sont manquantes pour le Luxembourg.
Source : calculs propres basés sur les données d'ENTSO-E, ACER et EurObserv'ER.*

Indicateur de flexibilité des transmissions

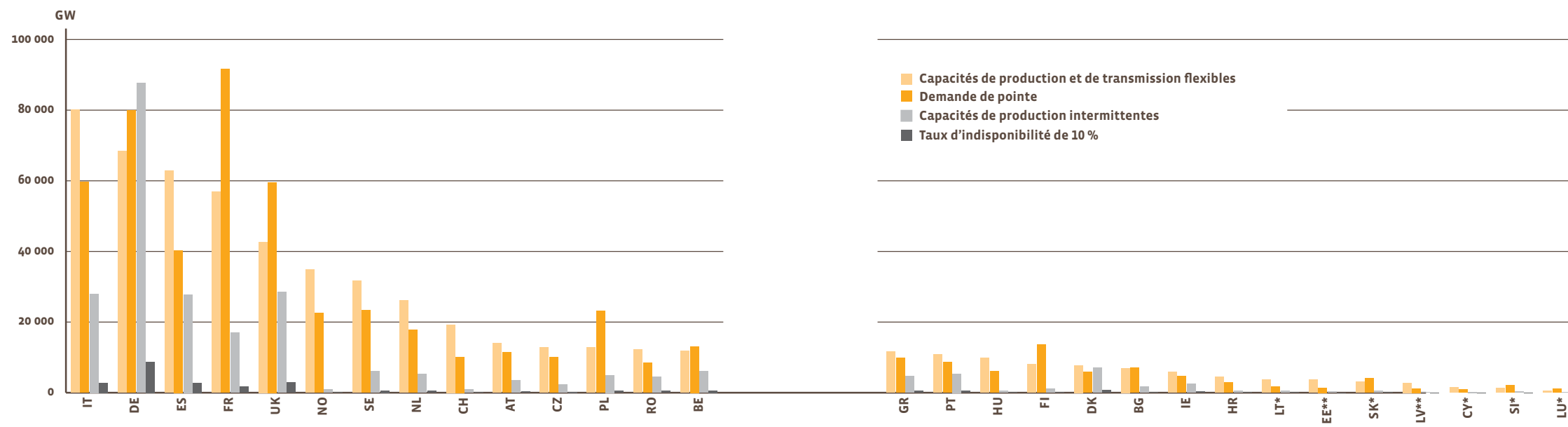
	Transmission flexible (EnR intermittentes)		Transfert de compensation en période de pointe	
	2014	2015	2014	2015
Lettonie	24		1.2	
Suisse	11	10	1.1	0.9
Croatie	9	7	1.1	1.1
Hongrie	9	8	0.6	0.7
Estonie	6		1.1	
Finlande	4.5	2.4	0.2	0.2
Rép. tchèque	2.0	2.2	0.5	0.5
Norvège	1.9	1.6	0.1	0.1
Suède	1.5	1.3	0.3	0.3
Pays-Bas	1.2	0.8	0.3	0.2
Autriche	0.9	0.9	0.2	0.3
France	0.8	0.5	0.1	0.1
Belgique	0.5	0.3	0.2	0.1
Bulgarie	0.5	0.6	0.1	0.2
Danemark	0.3	0.3	0.4	0.4
Royaume-Uni	0.1	0.1	0.0	0.1
Italie	0.1	0.1	0.1	0.0
Allemagne	0.1	0.1	0.1	0.1
Espagne	0.1	0.1	0.1	0.1
Portugal		0.5		0.3
Roumanie		0.3		0.2
Grèce		0.3		0.2
Irlande		0.3		0.1
Pologne		0.2		0.1

*Remarque : En 2015, les données relatives aux transferts entre zones ne sont pas disponibles pour tous les États membres.
Source : calculs propres basés sur les données d'ENTSO-E, ACER et EurObserv'ER.*

intermittentes d'environ 0,4 et un taux d'indisponibilité de 10 %, le seuil critique serait donc d'environ 0,04. Or l'indicateur de flexibilité allemand se situe bien au-dessus de ce seuil.

Cependant, la question principale consiste à savoir quelle est la flexibilité du système, pendant la période de pointe. L'indicateur de la capacité de compensation en période de pointe signale quelle part de la demande de pointe peut être couverte, dans un délai de 15 minutes, grâce à la production flexible. Les valeurs sont nettement supérieures à un pour la Lituanie, la Norvège, Chypre, l'Espagne et l'Estonie. Alors qu'en Lituanie, en Estonie et à Chypre, la production basée sur le pétrole ou le gaz domine, c'est l'énergie hydroélectrique (stockage) qui offre une grande flexibilité en Norvège. En Espagne, grâce à la combinaison du gaz et de l'hydroélectricité, la flexibilité demeure élevée. Les pays à faible flexibilité sont ceux affichant une forte part de nucléaire, comme la France, ou ceux dont la production est basée de façon prédominante sur le lignite ou le charbon, comme la Pologne et la Croatie. La Finlande dépendant, dans une large mesure, de centrales hydroélectriques au fil de l'eau et d'une faible part de combustibles fossiles, sa flexibilité technique est également faible. Cependant, selon le tableau 1, les valeurs de l'ensemble des pays sont nettement supérieures à la part des EnR intermittentes. Par conséquent, on peut dire que les EnR intermittentes ne posent aucun problème pour l'instant, quel que soit le pays.

Capacités flexibles comparées à la demande, aux capacités des EnR intermittentes et au seuil critique au taux d'indisponibilité de 10 %



Remarque : dans certains pays (p. ex. Finlande, France, Royaume-Uni), les capacités flexibles sont inférieures à la demande de pointe car seule une partie de l'électricité nucléaire, ou lignite/charbon/tourbe est incluse dans ces capacités flexibles. En général, ce n'est pas la demande de pointe qui est critique mais c'est le taux d'indisponibilité des EnR intermittentes. *Aucune donnée sur les capacités de transmission, mais seulement sur les capacités de production flexibles. ** Capacités de transmission 2014.

Source : EurObserv'ER 2016 d'après données ENTSO-E, ACER et EurObserv'ER

FLEXIBILITÉ DE LA TRANSMISSION TRANSFRONTALIÈRE

La flexibilité de la transmission est définie par la part de la capacité de transfert transfrontalière prévue par capacité d'EnR intermittente et par période de pointe. Le premier indicateur est dénommé part de la transmission flexible par EnR intermittente, et le second, transmission de compensation en période de pointe. En raison des changements dans les mécanismes d'attribution des capacités (couplage des marchés) et des investissements dans les nouveaux interconnecteurs, la capacité de transmission a augmenté dans de

nombreuses régions. De même, du fait des investissements en cours dans la production d'électricité basée sur les technologies énergétiques renouvelable, la capacité de production des EnR intermittentes a également augmenté. En cas de besoin dû à des variations dans la production des EnR intermittentes, la transmission flexible permet d'évaluer si des capacités peuvent être transférées. Si la valeur est inférieure à un, seule une part de la production des EnR intermittentes pourrait être compensée par des transferts, alors que, si la valeur est supérieure à un, toutes les EnR intermittentes pourraient

théoriquement être équilibrées par des transferts transfrontaliers. La transmission de compensation en période de pointe montre quelle part de la charge de pointe pourrait être compensée par les flux transfrontaliers, en cas d'indisponibilité des capacités de production intermittentes.

Le tableau 2 montre une transmission flexible très élevée pour les pays baltes, la Suisse, la Hongrie et la Croatie. Ceci est principalement dû à une faible part d'EnR intermittentes, ou à une faible demande. Les valeurs faibles concernent surtout l'Italie, qui

fait face à des contraintes de capacité de transfert, et le Royaume-Uni. Ce dernier dispose d'une faible capacité de production totale (par rapport à la demande de pointe), ainsi que d'une faible capacité de transfert, alors qu'il dispose, dans le même temps, d'une part élevée d'EnR intermittentes. L'Espagne est confrontée à une situation similaire, tandis que l'Allemagne a moins de flexibilité, en raison de la part importante de ses EnR intermittentes. Des améliorations sont intervenues dans le couplage des marchés et dans l'investissement relatif aux interconnexions. Mais, dans le cadre du marché européen intégré de l'électricité, les capacités de transfert sont encore modestes pour de nombreux États membres. En général, elles reflètent encore

une faible flexibilité de la transmission transfrontalière. Cela signifie que les variations de capacité de production ne peuvent être que partiellement compensées par des transferts.

CONCLUSION

Globalement, la flexibilité du système électrique, qui repose sur la flexibilité des capacités de production et de transmission, est tout à fait suffisante pour l'ensemble des États membres. La figure 4 présente la flexibilité générale comme la somme des flexibilités de production et de transmission, et compare sa valeur à la demande, à la part des EnR intermittentes et à leur taux d'indisponibilité (10 %), qui est décrit ici comme un seuil critique pour

la flexibilité du système. La flexibilité des capacités de production apparaît comme suffisante pour l'ensemble des États membres. Cependant, la capacité de transmission transfrontalière est faible, de sorte que les pays ne peuvent compter que de façon modérée sur les capacités flexibles des pays limitrophes. Les capacités de transfert peuvent devenir une contrainte, si certains pays augmentent considérablement leurs parts d'EnR intermittentes, dépendant par la même occasion de leurs voisins. Il pourrait y avoir un problème de flexibilité, si les capacités de transfert et de production prises dans leur ensemble se situaient en dessous de la part des EnR intermittentes, pondérée par le taux d'indisponibilité propre au pays – qui peut être différent de 10 %.

SOURCES

ORGANISATION EUROPÉENNE ET INTERNATIONALES, PRESSE

- **AEBIOM – European Biomass Association** (www.aebiom.org)
- **Becquerel Institute** (becquerelinstitute.org)
- **Biofuel Digest** (www.biofuelsdigest.com)
- **Bloomberg** (www.bloomberg.com)
- **BNEF – Bloomberg New Energy Finance** (www.bnef.com)
- **BP/Quandl** (www.quandl.com/data/BP/coal_prices)
- **EAFO – European Alternative Fuels Observatory** (www.eafo.eu)
- **CEWEP – Confederation of European Waste-to-Energy Plants** (www.cewep.eu)
- **EBA – European Biogas Association** (www.european-biogas.eu)
- **EBB – European Biodiesel Board** (www.ebb-eu.org)
- **European Biofuels Technology Platform** (www.biofuelstp.eu)
- **EC – European Commission** (www.ec.europa.eu)
- **ECN – Energy research Centre of the Netherlands, NREAP summary report** (www.ecn.nl/nreap)
- **EC – European Commission Directorate General for Energy and Transport** (https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_en)
- **EGEC – European Geothermal Energy Council** (www.egec.org)
- **EGC 2016 – European Geothermal Congress** (europeangeothermalcongress.eu)
- **EHPA – European Heat Pump Association** (www.ehpa.org)
- **EIB – European Investment Bank** (www.eib.org)
- **SPE – Solar Power Europe, anciennement EPIA** (www.solarpowereurope.com)
- **ePURE – European Renewable Ethanol** (www.epure.org)
- **ESHA – European Small Hydropower Association** (www.esha.be)
- **ESTELA – European Solar Thermal Electricity Association** (www.estelasolar.eu)
- **ESTIF – European Solar Thermal Industry Federation** (www.estif.org)
- **Electricity Map (EU)** (<https://www.electricitymap.org/>)
- **EU-OEA – European Ocean Energy Association** (www.eu-oea.com)
- **European Energy Innovation** (www.europeanenergyinnovation.eu)
- **European Commission, Weekly Oil Bulletin** (www.ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin)
- **Eurostat – Statistique européenne/European Statistics** (www.ec.europa.eu/Eurostat)
- **Eurostat Shares 2015 (Short Assessment of Renewable Energy Sources)** (ec.europa.eu/eurostat/fr/web/energy/data/shares)
- **European Union** (www.ec.europa.eu/energy/)
- **EVCA – European Private Equity and Venture Capital Association** (www.evca.eu)
- **Know-RES** (www.knowres-jobs.eu/en)
- **RGI – Renewables Grid Initiative** (renewables-grid.eu/)
- **fi-compass** (www.fi-compass.eu)
- **WindEurope, anciennement EWEA** (<https://windeurope.org>)
- **GEA – Geothermal Energy Association** (www.geo-energy.org)
- **GeoTrainNet** (www.geotrainet.eu/moodle)
- **GWEC – Global Wind Energy Council** (www.gwec.net)
- **IEA – International Energy Agency** (www.iea.org)
- **IEA – RETD: Renewable Energy Technology Deployment** (www.iea-retd.org)
- **IEPD – Industrial Efficiency Policy Database** (www.iepd.iipnetwork.org)
- **Horizon 2020** (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>)
- **IGA – International Geothermal Association** (www.geothermal-energy.org)
- **ISF/UTS Institute for Sustainable Futures/ University of Technology Sydney** (www.isf.uts.edu.au)
- **JRC – Joint Research Centre, Renewable Energy Unit** (www.ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm)
- **IRENA – International Renewable Energy Agency** (www.irena.org)
- **IWR – Institute of the Renewable Energy Industry** (www.iwr.de)

- **National Renewable Energy Action Plans (NREAPs) Transparency Platform on Renewable Energy** (www.ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy)
- **NIB – Nordic Investment Bank** (www.nib.int)
- **OEC – Ocean Energy Council** (www.oceanenergycouncil.com)
- **OEC – OECD/IEA Statistics Manual (2005)**
- **Photon International – Solar Power Magazine** (www.photon.info)
- **PV Employment** (www.pvemployment.org)
- **PVPS – IEA Photovoltaic Power Systems Programme** (www.iea-pvps.org)
- **REN 21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century** (www.ren21.net)
- **Renewable Energy Magazine** (www.renewableenergymagazine.com)
- **Renewables International** (www.renewablesinternational.net)
- **ReNEWS** (renews.biz/)
- **Reuters** (www.reuters.com)
- **RES Legal** (www.res-legal.eu)
- **Solarthermal World** (www.solarthermalworld.org)
- **Stream Map** (www.streammap.esha.be)
- **Sun & Wind Energy** (www.sunwindenergy.com)
- **WGC 2015 – Proceedings World Geothermal Congress 2015** (www.geothermal-energy.org)
- **WWEA – World Wind Energy Association** (www.wwindea.org)
- **WWF – World Wild Life Fund** (www.wwf.org)
- **BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft / Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management** (www.bmlfuw.gv.at)
- **BMVIT – Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology** (www.bmvit.gv.at)
- **Dachverband Energie-Klima – Umbrella Organization Energy-Climate Protection** (www.energieklima.at)
- **E-Control – Energie Control** (www.econtrol.at)
- **EEG (Energy Economics Group)/Vienna University of Technology** (www.eeg.tuwien.ac.at)
- **IG Windkraft – Austrian Wind Energy Association** (www.igwindkraft.at)
- **Kleinwasserkraft Österreich – Small Hydro Association Austria** (www.kleinwasserkraft.at)
- **Lebensministerium – Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management** (www.lebensministerium.at)
- **Nachhaltig Wirtschaften** (www.nachhaltigwirtschaften.at)
- **Österreichischer Biomasse-Verband – Austrian Biomass Association** (www.biomasseverband.at)
- **OeMAG – Energy Market Services** (www.oekb.at/en/energy-market/oemag/)
- **ProPellets Austria – Pellets Association Austria** (www.propellets.at)
- **PV Austria – Photovoltaic Austria Federal Association** (www.pvaustria.at)
- **Statistik Austria – Bundesanstalt Statistik Österreich** (www.statistik.at)
- **Umweltbundesamt – Environment Agency Austria** (www.umweltbundesamt.at)
- **Vienna University of Technology** (www.tuwien.ac.at)

AUTRICHE

- **AEE Intec – Institute for Sustainable Technologies** (www.aee-intec.at)
- **Austria Solar – Austrian Solar Thermal Industry Association** (www.solarwaerme.at)
- **ARGE Biokraft – Arbeitsgemeinschaft Flüssige Biokraftstoffe** (www.biokraft-austria.at)
- **Kompost & Biogas Verband – Austrian Biogas Association** (www.kompost-biogas.info)
- **BIOENERGY 2020+** (www.bioenergy2020.eu)
- **Bundesverband Wärmepumpe Austria – National Heat-Pump Association Austria** (www.bwp.at)

BELGIQUE

- **ATTB – Belgium Thermal Technics Association** (www.attb.be/index-fr.asp)
- **APERe – Renewable Energies Association** (www.apere.org)
- **Belsolar** (www.belsolar.be)
- **BioWanze – CropEnergies** (www.biowanze.be)

- Cluster TWEED – Technologie Wallonne Énergie, Environnement et Développement durable (www.clusters.wallonie.be/tweed)
- CWaPE – Walloon Energy Commission (www.cwape.be)
- EDORA – Renewable and alternative energyfederation (www.edora.be)
- ICEDD – Institute for Consultancy and Studies in Sustainable Development (www.icedd.be)
- SPF Economy – Energy Department – Energy Observatory (economie.fgov.be/fr/spf/structure/Observatoires/Observatoire_Energie)
- ODE – Sustainable Energie Organisation Vlaanderen (www.ode.be)
- Valbiom – Biomass Valuation asbl (www.valbiom.be)
- VEA – Flemish Energy Agency (www.energiesparen.be)
- VWEA – Flemish Wind Energy Association (www.vwea.be)
- Walloon Energie Portal (www.energie.wallonie.be)

BULGARIA

- ABEA – Association of Bulgarian Energy Agencies (www.abea-bg.org)
- APEE Association of Producers of Ecological Energy (www.apee.bg/en)
- BGA – Bulgarian Geothermal Association (www.geothermalbg.org)
- Bulgarian Wind Energy Association (bgwea.org.server14.host.bg/English/Home_EN.html)
- CL SENES BAS – Central Laboratory of Solar Energy and New Energy Sources (www.senes.bas.bg)
- EBRD – Renewable Development Initiative (www.ebrdrenewables.com)
- Invest Bulgaria Agency (www.investbg.government.bg)
- NSI National Statistical Institute (www.nsi.bg)
- SEC – Sofia Energy Centre (www.sec.bg)
- SEDDA – Sustainable Energy Development Agency (www.seea.government.bg)

CHYPRE

- Cyprus Institute of Energy (www.cie.org.cy)
- MCIT – Ministry of Commerce, Industry and Tourism (www.mcit.gov.cy)
- CERA Cyprus Energy Regulatory Authority (www.cera.org.cy)

CROATIE

- Croatian Bureau of Statistics (www.dzs.hr/default_e.htm)
- University of Zagreb (www.fer.unizg.hr/en)
- HEP-Distribution System Operator (www.hep.hr)
- CROATIAN ENERGY MARKET OPERATOR - HROTE (www.hrote.hr)
- Croatian Ministry of Economy (www.mingo.hr/en)

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

- MPO – Ministry of Industry and Trade – RES wws (www.mpo.cz)
- Czech RE Agency – Czech Renewable Energy Agency (www.czrea.org)
- ERU – Energy Regulatory Office (www.eru.cz)
- CzBA – Czech Biogas Association (www.czba.cz)
- CZ Biom – Czech Biomass Association (www.biom.cz)
- Czech Wind Energy Association (www.csve.cz/en)

DANEMARK

- DANBIO – Danish Biomass Association (www.biogasbranchen.dk)
- Dansk Solvarme Forening - Danish Solar Association (www.dansksolvarmeforening.dk)
- Danish Wind Industry Association (www.windpower.org/en)
- Energinet.dk – TSO (www.energinet.dk)
- ENS – Danish Energy Agency (www.ens.dk)
- PlanEnergi (www.planenergi.dk)
- SolEnergi Centret – Solar Energy Centre Denmark (www.solenergi.dk)

ESTONIE

- EBU – Estonian Biomass Association (www.eby.ee)
- Espel (Estonia)– MTÜ Eesti Soojuspumba Liit (www.soojuspumbaliit.ee)
- EWPA – Estonian Wind Power Association (www.tuuleenergia.ee/en)
- Ministry of Finance (www.fin.ee)
- Ministry of Economics (www.mkm.ee/eng/)
- MTÜ – Estonian Biogas Association
- STAT EE – Statistics Estonia (www.stat.ee)
- TTU – Tallinn University of Technology (www.ttu.ee)

FINLANDE

- Finbio – Bioenergy Association of Finland (www.finbio.org)
- Finnish Board of Customs (www.tulli.fi/en)
- Finnish biogas association (biokaasuyhdistys.net)
- Finnish Energy - Energiateollisuus (energia.fi/)
- Metla – Finnish Forest Research Institute (www.metla.fi)
- Pienvesivoimayhdistys ry – Small Hydro Association (www.pienvesivoimayhdistys.fi)
- Statistics Finland (www.stat.fi)
- SULPU – Finnish Heat Pump Association (www.sulpu.fi)
- Suomen tuulivoimayhdistys – Finnish Wind Power Association (www.tuulivoimayhdistys.fi)
- TEKES – Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (www.tekes.fi/en)
- Teknologiateollisuus – Federation of Finnish Technology Industries (www.teknologiateollisuus.fi)
- University of Eastern Finland (www.uef.fi)
- VTT – Technical Research Centre of Finland (www.vtt.fi)

FRANCE

- Ademe – Environment and Energy Efficiency Agency (www.ademe.fr)
- AFPAC – French Heat Pump Association (www.afpac.org)
- AFPG – Geothermal French Association (www.afpg.asso.fr)
- CDC – Caisse des Dépôts (www.caissedesdepots.fr)
- Club Biogaz ATEE – French Biogas Association (www.biogaz.atee.fr)
- DGEC – Energy and Climat Department (www.industrie.gouv.fr/energie)
- Enerplan – Solar Energy organisation (www.enerplan.asso.fr)
- FEE – French Wind Energy Association (www.fee.asso.fr)
- France Énergies Marines (www.france-energies-marines.org)
- In Numeri – Consultancy in Economics and Statistics (www.in-neri.fr)
- Observ'ER – French Renewable Energy Observatory (www.energies-renouvelables.org)
- OFATE - Office franco-allemand pour la transition énergétique (enr-ee.com/fr/qui-sommes-nous.html)

- Panorama de l'électricité renouvelable (www.rte-france.com, www.enr.fr)
- SVDU – National Union of Treatment and Recovery of Urban and Assimilated Waste (www.incineration.org)
- SER – French Renewable Energy Organisation (www.enr.fr)
- SOEs – Observation and Statistics Office – Ministry of Ecology (www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)
- UNICLIMA Syndicat des Industries Thermiques, Aérauliques et Frigorifiques (www.uniclima.fr/)

ALLEMAGNE

- AA - Federal Foreign Office (energie.wende.diplo.de/home/)
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien - Renewable Energy Agency (www.unendlich-viel-energie.de)
- AGE B – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (www.ag-energiebilanzen.de)
- AGEE-Stat – Working Group on Renewable Energy-Statistics (www.erneuerbare-energien.de)
- AGORA Energiewende - Energy Transition Think Tank (www.agora-energie.wende.de)
- BAFA – Federal Office of Economics and Export Control (www.bafa.de)
- BBE – Bundesverband Bioenergie (www.bioenergie.de)
- BBK – German Biogenous and Regenerative Fuels Association (www.biokraftstoffe.org)
- B.KWK German Combined Heat and Power Association (www.bkww.de)
- BEE – Bundesverband Erneuerbare Energie - German Renewable Energy Association (www.bee-ev.de)
- BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V (www.bdew.de)
- BDW - Federation of German Hydroelectric Power Plants (www.wasserkraft-deutschland.de)
- BMUB – Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (www.bmub.bund.de/en/)
- BMWi – Federal Ministry for Economics Affairs and Energy (www.bmwi.de/Navigation/EN/Home/home.html)
- BWE – Bundesverband Windenergie - German Wind Energy Association (www.wind-energie.de)

- BSW-Solar – Bundesverband Solarwirtschaft - PV and Solarthermal Industry Association (www.solarwirtschaft.de)
- BWP – Bundesverband Wärmepumpe - German Heat Pump Association (www.waermepumpe.de)
- Bundesnetzagentur – Federal Network Agency (www.bundesnetzagentur.de)
- Bundesverband Wasserkraft – German Small Hydro Federation (www.wasserkraft-deutschland.de)
- BVES – German Energy Storage Association (www.bves.de)
- CLEW -Clean Energy Wire (www.cleanenergywire.org)
- Dena – German Energy Agency (www.dena.de)
- DGS – EnergyMap Deutsche Gesellschaft für Solarenergie (www.energymap.info)
- DBFZ – German Biomass Research Centre (www.dbfz.de)
- Deutsche WindGuard GmbH (www.windguard.de)
- DEWI – Deutsches Windenergie Institut (www.dewi.de)
- EEG Aktuell (www.eeg-aktuell.de)
- EEX – European Energy Exchange (www.eex.com)
- Erneuerbare Energien (www.erneuerbare-energien.de)
- Exportinitiative Energie – Export Initiative Renewable Energy (www.german-energy-solutions.de)
- Exportinitiative Umwelttechnologien - Export Initiative Environmental Technologies (www.bmub.bund.de/P4355)
- Fachverband Biogas - German Biogas Association (www.biogas.org)
- Fraunhofer-ISE - Institut for Solar Energy System (www.ise.fraunhofer.de/)
- Fraunhofer-IWES - Institute for Wind Energy and Energy System Technology (www.iwes.fraunhofer.de/en.html)
- FNR – Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe - Agency for Sustainable Resources (international.fnr.de/)
- FVEE – Forschungsverbund Erneuerbare Energien – Renewable Energy Research Association (www.fvee.de)
- GTAI – Germany Trade and Invest (www.gtai.de)
- GtV – Bundesverband Geothermie (www.geothermie.de)

- GWS – Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (www.gws-os.com/de)
- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau (www.kfw.de)
- RENAC - Renewables Academy AG (www.renac.de)
- UBA - Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt) (www.umweltbundesamt.de)
- UFOP – Union for the Promotion of Oil and Protein plants e.V (www.ufop.de)
- VDB – German Biofuel Association (www.biokraftstoffverband.de)
- VDMA – German Engineering Federation (www.vdma.org)
- WI – Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy (www.wupperinst.org)
- ZSW – Centre for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Württemberg (www.zsw-bw.de)

GRECE

- CRES – Center for Renewable Energy Sources and saving (www.cres.gr)
- DEDDIE Hellenic Electricity Distribution Network Operator S.A. (www.deddie.gr)
- EBHE – Greek Solar Industry Association (www.ebhe.gr)
- HELAPCO – Hellenic Association of Photovoltaic Companies (www.helapco.gr)
- HELLABIOM – Greek Biomass Association c/o CRES (www.cres.gr)
- HWEA – Hellenic Wind Energy Association (www.eletaen.gr)
- MINISTRY OF ENVIRONMENT, ENERGY AND CLIMATE CHANGE (www.ypeka.gr)
- Small Hydropower Association Greece (www.microhydropower.gr)
- Lagie - operator of electricity market S.A. (www.lagie.info)

HONGRIE

- Energiaklub – Climate Policy Institute (www.energiaklub.hu/en)
- Energy Centre – Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency (www.energycentre.hu)
- Ministry of National Development (www.kormany.hu/en/ministry-of-national-development)
- Hungarian Wind Energy Association (www.mszet.hu)

- Hungarian Heat Pump Association (www.hoszisz.hu)
- Magyar Pellet Egyesület – Hungarian Pellets Association (www.mapellet.hu)
- MBE – Hungarian Biogas Association (www.biogas.hu)
- MGTE – Hungarian Geothermal Association (www.mgte.hu/egyesulet)
- Miskolci Egyetem – University of Miskolc Hungary (www.uni-miskolc.hu)
- MMESZ – Hungarian Association of Renewable Energy Sources (www.mmesz.hu)
- MSZET – Hungarian Wind Energy Association (www.mszet.hu)
- Naplopó Kft. (www.naplopo.hu)
- SolarT System (www.solart-system.hu)

IRLANDE

- Action Renewables (www.actionrenewables.org)
- EIRGRID (www.eirgridgroup.com/)
- IRBEA – Irish Bioenergy Association (www.irbea.org)
- Irish Hydro Power Association (www.irishhydro.com)
- ITI – InterTradeIreland (www.intertradeireland.com)
- IWEA – Irish Wind Energy Association (www.iwea.com)
- REIO – Renewable Energy Information Office (www.seai.ie/Renewables/REIO)
- SEAI – Sustainable Energy Authority of Ireland (www.seai.ie)

ITALIE

- AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali (www.aiel.cia.it)
- ANEV – Associazione Nazionale Energia del Vento (www.anev.org)
- APER – Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili (www.aper.it)
- Assocostieri – Unione Produttori Biocarburanti (www.assocostieribiodiesel.com)
- Assosolare – Associazione Nazionale dell'Industria Solar Fotovoltaica (www.assosolare.org)
- Assotermica (www.anima.it/ass/assotermica)
- CDP – Cassa Depositi e Prestiti (www.cassaddpp.it)
- COAER ANIMA Associazione Costruttori di Apparecchiature ed Impianti Aeraulici (www.coaer.it)
- Consorzio Italiano Biogas – Italian Biogas Association (www.consorziobiogas.it)

- Energy & Strategy Group – Dipartimento di Ingegneria Gestionale, Politecnico di Milano (www.energystrategy.it)
- ENEA – Italian National Agency for New Technologies (www.enea.it)
- Fiper – Italian Producer of Renewable Energy Federation (www.fiper.it)
- GIFi – Gruppo Imprese Fotovoltaiche Italiane (www.gifi-fv.it/cms)
- GSE – Gestore Servizi Energetici (www.gse.it)
- ISSI – Istituto Sviluppo Sostenibile Italia
- ITABIA – Italian Biomass Association (www.itabia.it)
- MSE – Ministry of Economic Development (www.sviluppoeconomico.gov.it)
- Ricerca sul Sistema Energetico (www.rse-web.it)
- Terna – Electricity Transmission Grid Operator (www.terna.it)
- UGI Unione Geotermica Italiana (www.unionegeotermica.it)

LETONIE

- CSB – Central Statistical Bureau of Latvia (www.csb.gov.lv)
- IPE – Institute of Physical Energetics (www.innovation.lv/fei)
- LATbioNRG – Latvian Biomass Association (www.latbionrg.lv)
- LBA – Latvijas Biogāzes Asociācija (www.latvijasbiogaze.lv)
- LIIA – Investment and Development Agency of Latvia (www.liaa.gov.lv)
- Ministry of Economics (www.em.gov.lv)

LITUANIE

- EA – State Enterprise Energy Agency (www.ena.lt/en)
- LAIEA – Lithuanian Renewable Resources Energy Association (www.laiea.lt)
- LBDA – Lietuvos Bioduju Asociacija (www.lbda.lt/lt/titulinis)
- LEEA – Lithuanian Electricity Association (www.leea.lt)
- LEI – Lithuanian Energy Institute (www.lei.lt)
- LHA – Lithuanian Hydropower Association (www.hidro.lt)
- Lietssa (www.lietssa.lt)
- LITBIOMA – Lithuanian Biomass Energy Association (www.biokuras.lt)

- LIGRID AB, Lithuanian electricity transmission system operator (www.litgrid.eu)
- LS – Statistics Lithuania (www.stat.gov.lt)
- LWEA – Lithuanian Wind Energy Association (www.lwea.lt/portal)

LUXEMBOURG

- Biogasvereniging – Luxembourg Biogas Association (www.biogasvereniging.lu)
- Chambre des Métiers du Grand-Duché de Luxembourg (www.cdm.lu)
- Enovos (www.enovos.eu)
- NSI Luxembourg – Service Central de la Statistique et des Études Économiques
- Solarinfo (www.solarinfo.lu)
- STATEC – Institut National de la Statistique et des Études Économiques (www.statec.public.lu)

MALTE

- WSC - The Energy and Water Agency (<https://energywateragency.gov.mt>)
- MEEREA – Malta Energy Efficiency & Renewable Energies Association (www.meerea.org)
- MIEMA – Malta Intelligent Energy Management Agency (www.miema.org)
- Ministry for Energy and Health (energy.gov.mt)
- MRA – Malta Resources Authority (www.mra.org.mt)
- NSO – National Statistics Office (www.nso.gov.mt)
- University of Malta – Institute for Sustainable Energy (www.um.edu.mt/iet)

PAYS-BAS

- Netherlands Enterprise Agency (RVO) (www.rvo.nl)
- CBS – Statistics Netherlands (www.cbs.nl)
- CertiQ – Certification of Electricity (www.certiq.nl)
- ECN – Energy research Centre of the Netherlands (www.ecn.nl)
- Holland Solar – Solar Energy Association (www.hollandsolar.nl)
- NWEA – Nederlandse Wind Energie Associatie (www.nwea.nl)
- Platform Bio-Energie – Stichting Platform Bio-Energie (www.platformbioenergie.nl)
- Stichting Duurzame Energie Koepel (www.dekoepel.org)
- Vereniging Afvalbedrijven – Dutch Waste Management Association (www.verenigingafvalbedrijven.nl)

- Bosch & Van Rijn (www.windstats.nl)
- Stichting Monitoring Zonnestroom (www.zonnestroomnl.nl)

POLOGNE

- CPV – Centre for Photovoltaicsat Warsaw University of Technology (www.pv.pl)
- Energy Regulatory Office (www.ure.gov.pl)
- Federation of employers renewable energy forum (www.zpfeo.org.pl)
- GUS – Central Statistical Office (www.stat.gov.pl)
- IEO EC BREC – Institute for Renewable Energy (www.ieo.pl)
- IMP – Instytut Maszyn Przepływowych (www.imp.gda.pl)
- National Fund for Environmental Protection and Water Management (www.nfosigw.gov.pl)
- SPIUG Polish heating organisation (www.spiug.pl/)
- PBA – Polish Biogas Association (www.pba.org.pl)
- PGA – Polish Geothermal Association (www.pga.org.pl)
- PIGEO – Polish Economic Chamber of Renewable Energy (www.pigeo.org.pl)
- POLBIOM – Polish Biomass Association (www.polbiom.pl)
- Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła PORT PC (www.portpc.pl)
- POPIHN - Polish Oil Industry and Trade Organisation – (www.popihn.pl/)
- PSG – Polish Geothermal Society (www.energia-geotermalna.org.pl)
- PSEW – Polish Wind Energy Association (www.psew.pl)
- TRMEW – Society for the Development of Small Hydropower (www.trmew.pl)
- THE - Polish Hydropower Association (PHA) (www.tew.pl)

PORTUGAL

- ADENE – Agência para a Energia (www.adene.pt)
- APESF – Associação Portuguesa de Empresas de Solar Fotovoltaico (www.apesf.pt)
- Apisolar – Associação Portuguesa da Indústria Solar (www.apisolar.pt)
- Apren – Associação de energias renováveis (www.apren.pt)
- CEBio – Association for the Promotion of Bioenergy (www.cebio.net)

- DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia (www.dgeg.pt)
- EDP – Microprodução (www.edp.pt)
- SPES – Sociedade Portuguesa de Energia Solar (www.spes.pt)

ROUMANIE

- Association Biofuels Romania (www.asociatia-biocombustibili.ro)
- CNR-CME – World Energy Council Romanian National Committee (www.cnr-cme.ro)
- ECONET Romania (www.econet-romania.com/)
- ENERO – Centre for Promotion of Clean and Efficient Energy (www.enero.ro)
- ICEMENERG – Energy Research and Modernising Institute (www.icemenerg.ro)
- ICPE – Research Institute for Electrical Engineering (www.icpe.ro)
- INS – National Institute of Statistics (www.insse.ro)
- Romanian Wind Energy Association (www.rwea.ro)
- RPIA - Romanian Photovoltaic Industry Association (rpia.ro)
- University of Oradea (www.uoradea.ro)
- Transelectrica (www.transelectrica.ro)

ESPAGNE

- AEE – Spanish Wind Energy Association (www.aeeolica.es)
- ADABE – Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (www.adabe.net)
- AEBIG – Asociación Española de Biogás (www.aebig.org)
- AIGUASOL – Energy consultant (www.aiguasol.coop)
- APPA – Asociación de Productores de Energías Renovables (www.appa.es)
- ASIF – Asociación de la Industria Fotovoltaica (www.asif.org)
- ASIT – Asociación Solar de la Industria Térmica (www.asit-solar.com)
- ANPIER – Asociación Nacional de Productores-Inversores de Energías Renovables (www.anpier.org)
- AVEBIOM – Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (www.avebiom.org/es/)
- CNMC – Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (www.cnmc.es)

- FB – Fundación Biodiversidad (www.fundacion-biodiversidad.es)
- ICO – Instituto de Crédito Oficial (www.ico.es)
- IDAE – Institute for Diversification and Saving of Energy (www.idae.es)
- INE – Instituto Nacional de Estadística (www.ine.es)
- MITYC – Ministry of Industry, Tourism and Trade (www.mityc.es)
- OSE – Observatorio de la Sostenibilidad en España (www.forumambiental.org)
- Protermosolar – Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica (www.protermosolar.com)
- Red Eléctrica de España (www.ree.es)

ROYAUME-UNI

- ADBA – Anaerobic Digestion and Biogas Association – Biogas Group (UK) (www.adbiogas.co.uk)
- BHA – British Hydropower Association (www.british-hydro.org)
- BSRIA – The Building Services Research and Information Association (www.bsria.co.uk/)
- BEIS - Department for Business, Energy & Industrial Strategy (<https://www.gov.uk/government/statistics/energy-trends-section-6-renewables>)
- DUKES – Digest of United Kingdom Energy Statistics (www.gov.uk/government)
- GSHPA – UK Ground Source Heat Pump Association (www.gshp.org.uk)
- HM Revenue & Customs (www.hmrc.gov.uk)
- National Non-Food Crops Centre (www.nnfcc.co.uk)
- MCS - Microgeneration Certification Scheme (www.microgenerationcertification.org)
- Renewable UK – Wind and Marine Energy Association (www.renewableuk.com)
- Renewable Energy Centre (www.TheRenewableEnergyCentre.co.uk)
- REA – Renewable Energy Association (www.r-e-a.net)
- RFA – Renewable Fuels Agency (www.data.gov.uk/publisher/renewable-fuels-agency)
- Ricardo AEA (www.ricardo-aea.com)
- Solar Trade Association (www.solar-trade.org.uk)
- UKERC – UK Energy Research Centre (www.ukerc.ac.uk)

SLOVAQUIE

- ECB – Energy Centre Bratislava Slovakia (www.ecb2.sk)
- Ministry of Economy of the Slovak Republic (www.economy.gov.sk)
- SAPI – Slovakian PV Association (www.sapi.sk)
- Slovak Association for Cooling and Air Conditioning Technology (www.szchkt.org)
- SK-BIOM – Slovak Biomass Association (www.4biomass.eu/en/partners/sk-biom)
- SKREA – Slovak Renewable Energy Agency, n.o. (www.skrea.sk)
- SIEA – Slovak Energy and Innovation Agency (www.siea.sk)
- Statistical Office of the Slovak Republic (portal.statistics.sk)
- The State Material Reserves of Slovak Republic (www.reserves.gov.sk/en)
- Thermosolar Ziar Ltd (www.thermosolar.sk)
- URSO Regulatory Office for Network Industries (www.urso.gov.sk)

SLOVÉNIE

- SURS – Statistical Office of the Republic of Slovenia (www.stat.si)
- Eko sklad – Eco-Fund-Slovenian Environmental Public Fund (www.ekosklad.si)
- ARSO - Slovenian Environment Agency (www.arso.gov.si/en/)
- JSI/EEC - The Jozef Stefan Institute – Energy Efficiency Centre (www.ijs.si/ijsw)
- Tehnološka platforma za fotovoltaike – Photovoltaic Technology Platform (www.pv-platforma.si)
- ZDMHE – Slovenian Small Hydropower Association (www.zdmhe.si)

SUÈDE

- Avfall Sverige – Swedish Waste Management (www.avfallsverige.se)
- ÅSC – Angstrom Solar Center (www.asc.angstrom.uu.se)
- Energimyndigheten – Swedish Energy Agency (www.energimyndigheten.se)
- SCB – Statistics Sweden (www.scb.se)
- SERO – Sveriges Energiföreningars Riks Organisation (www.sero.se)
- SPIA – Scandinavian Photovoltaic Industry Association (www.solcell.nu)
- Energigas Sverige – (www.energigas.se)
- Uppsala University (www.uu.se/en/)
- Svensk Solenergi – Swedish Solar Energy Industry Association (www.svensksolenergi.se)
- Svensk Vattenkraft – Swedish Hydropower Association – (www.svenskvattenkraft.se)
- Svensk Vindenergi – Swedish Wind Energy (www.svenskvindenergi.org)
- Swentec – Sveriges Miljöteknikråd (www.swentec.se)
- SVEBIO – Svenska Bioenergiföreningen/Swedish Bioenergy Association (www.svebio.se)
- SKVP - Svenska Kyl & Värmepumpföreningen, anciennement SVEP (skvp.se/)

**RÉFÉRENCES POUR LES INDICATEURS SUR L'INNOVATION ET LA COMPÉTITIVITÉ**

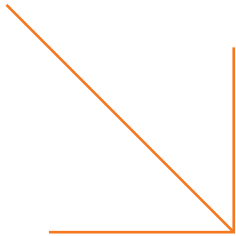
- Aghion, P./Howitt, P. (1993): "A model of growth through creative destruction". In: Foray, D./Freeman, C. (eds.): *Technology and the wealth of Nations*. London: Pinter Publisher, 145-172.
- Balassa, B. (1965): "Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage", *The Manchester School of Economics and Social Sciences*, 33, 99-123.
- Dosi, G./Soete, L. (1983): "Technology Gaps and Cost-Based Adjustment: Some Explorations on the Determinants of International Competitiveness", *Metroeconomica*, 35, 197-222.
- Dosi, G./Soete, L. (1991): "Technical Change and International Trade. In: Dosi, G./Freeman, C./Nelson, R./Silverberg, G./Soete, L. (eds.): *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 401-431.
- Freeman, C. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter Publishers.
- Grupp, H. (1998): *Foundations of the Economics of Innovation - Theory, Measurement and Practice*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Krugman, P. (1979): "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income", *Journal of Political Economy*, 87, 253-266.
- Leamer, E.E. (1980): "The Leontief Paradox, Reconsidered", *Journal of Political Economy*, 88, 495-503.
- Leontief, W. (1953): "Domestic Production and Foreign Trade; The American Capital Position Re-Examined", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97, 332-349.
- Martinez, C. (2011): "Patent families: When do different definitions really matter?", *Scientometrics*, 86, 39-63.
- Moed, H.F./Glänzel, W./Schmoch, U. (eds.) (2004): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publications and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Nelson, R.R./Romer, P.M. (1996): "Science, Economic Growth, and Public Policy". In: Smith, B.L.R./Barfield, C.E. (eds.): *Technology, R&D, and the Economy*. Washington D.C.: The Brookings Institution.
- Posner, M.V. (1961): "International Trade and Technical Change", *Oxford Economic Papers*, 13, 323-341.
- Romer, P.M. (1990): "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- Vernon, R. (1966): "International Investment and International Trade in the Product Cycle", *Quarterly Journal of Economics*, 80, 190-207.
- Vernon, R. (1979): "The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment", *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 41, 255-267.

LES BAROMÈTRES EUROBSERV'ER EN LIGNE

Les baromètres d'EurObserv'ER sont téléchargeables au format PDF sur :

www.eurobserv-er.org

The screenshot displays the EurObserv'ER website interface. At the top, the logo and navigation menu are visible. The main content area is titled 'Latest barometers released' and features a large graphic for the 'SOLID BIOMASS BAROMETER' showing a +6.7% increase. Below this, there is a section for downloading the 2016 English version. The page also includes a search bar, an email subscription form, an interactive database map of Europe, and a Twitter feed.



RENSEIGNEMENTS

Pour de plus amples renseignements sur les baromètres d'EurObserv'ER, veuillez contacter :

Diane Lescot, Frédéric Tuillé

Observ'ER

146, rue de l'Université

F – 75007 Paris

Tél. : + 33 (0)1 44 18 73 53

Fax : + 33 (0)1 44 18 00 36

E-mail : diane.lescot@energies-renouvelables.org

Internet : www.energies-renouvelables.org

Calendrier des prochains baromètres d'EurObserv'ER

Éolien	>> Février 2017
Photovoltaïque	>> Avril 2017
Solaire thermique	>> Juin 2017
Biocarburants	>> Juillet 2017
Biogaz	>> Novembre 2017
Biomasse solide	>> Décembre 2017



Directeur de la publication : Vincent Jacques le Seigneur
Rédacteur en chef adjoint : Timothée Bongrain
Coordination éditoriale : Romain David
Rédacteurs : Observ'ER (FR), ECN (NL), RENAC (DE), Frankfurt School of Finance and Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) and Statistics Netherlands (NL)
Secrétaires d'édition : Sabrina Moreau, Muriel Fitoussi
Traduction : Odile Bruder, Shula Tennenhaus
Conception graphique : Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com
Maquette : Marie Agnès Guichard, Alice Guillier
Pictos : bigre! et Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com
Crédit photographique de la couverture: Dalkia, Groupe EDF
Version anglaise imprimée par Graphius, Avril 2017
 ISSN 2101-9622



OBSERV'ER
146, rue de l'Université
F-75007 Paris
Tél. : +33 (0)1 44 18 00 80
www.energies-renouvelables.org

