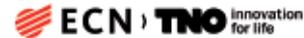




ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2018**
18^e bilan EurObserv'ER

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



ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2018**
18^e bilan EurObserv'ER



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

Ce document a été préparé pour la Commission européenne, mais il ne représente que l'opinion de ses auteurs. Ni la Commission européenne, ni l'Ademe ne peuvent être tenues responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

EDITORIAL par Vincent Jacques le Seigneur 4**Indicateurs énergétiques** 6

■ L'éolien	8
■ Le photovoltaïque	14
■ Le solaire thermique	20
■ L'hydroélectricité	26
■ La géothermie	30
■ Les pompes à chaleur	36
■ Le biogaz	42
■ Les biocarburants	50
■ Les déchets municipaux renouvelables	56
■ La biomasse solide	62
■ Le solaire thermodynamique	70
■ Les énergies marines	76
■ Intégration des énergies renouvelables dans le parc de bâtiments et l'infrastructure urbaine	80
• Conclusion	86

Indicateurs socio-économiques 101

■ L'éolien	104
■ Le photovoltaïque	108
■ Le solaire thermique et thermodynamique	112
■ L'hydroélectricité	116
■ La géothermie	120
■ Les pompes à chaleur	124
■ Le biogaz	128
■ Les biocarburants	130
■ Les déchets municipaux renouvelables	134
■ La biomasse solide	136
• Conclusion	140
■ Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles	150

Indicateurs d'investissement 154**Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable** 156

■ L'éolien	158
■ Le photovoltaïque	162
■ Le biogaz	166
■ Les déchets municipaux renouvelables	170
■ La géothermie	172
■ La biomasse solide	174

■ Comparaison des coûts d'investissement dans le monde 178**■ Programmes de financement public pour l'investissement dans les énergies renouvelables** 182**Investissement dans les technologies d'énergies renouvelables** 186

■ Capital-risque et capital-investissement	188
■ Performance des sociétés et des actifs du secteur des technologies renouvelables	192
• Conclusion	198

Coûts, prix et compétitivité des énergies renouvelables 201**Consommation de combustibles fossiles évitée et coûts résultants évités** 206**Indicateurs d'innovation et de compétitivité** 217**Investissements dans la R&D** 218

• Investissements publics en R&D	
■ L'éolien	220
■ Le solaire	221
■ L'hydroélectricité	222
■ La géothermie	223
■ Les biocarburants	224
■ Les énergies marines	225

■ Total des technologies renouvelables 226

• Investissements privés dans la R&D	
■ L'éolien	227
■ Le solaire	228
■ L'hydroélectricité	229
■ La géothermie	230
■ Les biocarburants	231
■ Les énergies marines	232

■ Total des technologies renouvelables 233**• Conclusion** 234**Dépôt de brevets** 238

■ L'éolien	240
■ Le solaire	242
■ L'hydroélectricité	244
■ La géothermie	246
■ Les biocarburants	248
■ Les énergies marines	250

■ Total des technologies renouvelables 252**• Conclusion** 254**Commerce international** 256

■ Total des technologies renouvelables	258
■ L'éolien	262
■ Le photovoltaïque	264
■ Les biocarburants	266
■ L'hydroélectricité	268
• Conclusion	270

Indicateurs sur la flexibilité du système électrique 272**Sources & références** 284

L'EUROPE SE JOUE DES FRONTIÈRES

Vincent Jacques le Seigneur, président d'Observ'ER

« S'il est aujourd'hui un projet qui est porteur d'une vision positive de la construction européenne, c'est bien celui de la transition énergétique », écrivent Jacques Delors et Enrico Letta en exergue du manifeste du think tank Notre Europe¹. L'histoire semble leur donner raison. Car l'enjeu énergétique qui fut l'amorce de la Communauté européenne avec le charbon et l'acier (Ceca, 1951) puis l'atome (Euratom, 1957), est à nouveau au cœur de toutes les discussions, dans un esprit d'ouverture et de convergence – même si beaucoup reste à faire.

L'Union européenne est aujourd'hui au cœur d'une double démarche : l'écriture d'une stratégie climatique² pour une Europe neutre en carbone d'ici 2050, qui fera l'objet d'un débat lors du Conseil européen du 9 mai 2019 à Sibiu, et la mise en œuvre du nouveau paquet climat-énergie 2030 dont les premiers des huit textes d'application, qui viennent d'être votés, fixent le cap pour la décennie à venir. La route a été longue depuis 2014 pour convaincre les plus récalcitrants des États-membres, mais aussi pour que le Parlement européen infléchisse la position initiale de la Commission et du Conseil européen. Mais les résultats sont là : le rôle de chef de file de l'Union européenne est confirmé, la part des renouvelables dans la consommation d'énergie finale, initialement fixée à 27 %, est désormais de 32 %, et les gains d'efficacité énergétique sont accrus de plus de cinq points. Si l'on peut regretter l'abandon d'objectifs contraignants pour les États-membres, l'exigence de plans nationaux en matière

d'énergie et de climat³ permettra leur évaluation par la Commission, qui pourra faire des recommandations voire des demandes de mesures correctives⁴.

Cet agenda politique est crucial à plus d'un titre : il donne de la visibilité à tous les investisseurs et décideurs, publics et privés ; il tombe à point nommé pour l'économie car les énergies renouvelables, qui emploient déjà près d'1,5 million de personnes et assurent un chiffre d'affaires de quelque 155 milliards d'euros, sont bien un relai de croissance ; et il répond aux attentes des Européens : 75 % d'entre eux souhaitent une politique commune de l'énergie bien avant l'union économique et monétaire ou d'improbables nouveaux élargissements⁵. C'est même leur principale attente vis-à-vis de l'Europe, après la libre circulation des personnes.

Sans attendre cette communauté européenne de l'énergie chère à Jacques Delors, de multiples initiatives sont prises. Ainsi de la direction générale de la concurrence de la Commission européenne, qui incite à la mise en place d'appels d'offres transfrontaliers pour faciliter le déploiement des énergies renouvelables dans les zones les plus propices tout en accélérant la baisse des coûts. Autre exemple, l'exigence d'harmonisation des mécanismes de soutien inscrite dans ce nouvel ensemble législatif, qui pourrait impacter le rythme de développement de l'éolien et du photovoltaïque, mais qui constitue bien le meilleur moyen de bâtir cette Europe de demain.



Pour garder le cap, une gouvernance a été arrêtée. Du côté des États-membres, le devoir de présenter tous les deux ans un rapport d'avancement portant sur les cinq dimensions de l'Union de l'énergie : sécurité d'approvisionnement, marché intérieur, efficacité énergétique, réduction des émissions, recherche et compétitivité. Et pour la Commission, l'obligation de présenter, chaque année, un rapport sur l'état de l'Union de l'énergie, au Parlement et au Conseil. Et nos deux illustres rapporteurs de conclure : « La Commission européenne a fait sa part du travail en mettant sur la table des propositions ambitieuses qu'il convient d'améliorer. Nous aimerions que nos dirigeants nationaux et européens prennent conscience de l'importance stratégique de l'Union de l'énergie pour notre Europe, nos nations, notre mode de vie. » Puissent-ils être encore et toujours entendus.

1. « Faire de la transition énergétique une réussite européenne », Notre Europe, 2017.

2. Communication présentée fin novembre 2018 : « Une planète propre pour tous ».

3. Soumis à la Commission avant le 1^{er} octobre 2019.

4. Le paquet législatif, Office franco-allemand pour la transition énergétique (Ofate), décembre 2018.

5. Eurobaromètre n° 90, octobre 2017.

INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES

Depuis près de vingt 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 2018 pour les filières éolienne, photovoltaïque, solaire thermique, solaire thermodynamique, biocarburants, pompe à chaleur et biomasse solide. Les données issues de ces baromètres ont été consolidées avec les données officielles disponibles en toute fin d'année.

Les filières non couvertes par un baromètre thématique ont également fait l'objet d'une analyse et d'un suivi statistique détaillé avec des données de l'année 2017. Il s'agit de l'hydraulique, de l'énergie géothermique, du biogaz, de l'incinération des ordures ménagères renouvelables et des énergies marines.

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 de la base de données en ligne Eurostat, publiées le 31 janvier 2019, et celles propres aux indicateurs de la directive énergie renouvelable fournies par l'outil Shares (SHort Assessment of Renewable Energy Sources), avec la version mise à jour le 4 février 2019. Ce rapprochement concerne les indicateurs de production d'électricité, de puissance électrique, de consommation d'énergie finale et de chaleur dérivée issue des centrales de chauffage ou de cogénération.

Dans le cas d'indicateurs de marché ne faisant pas l'objet d'un suivi par Eurostat, comme les données de marché pour les différents types de pompes 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

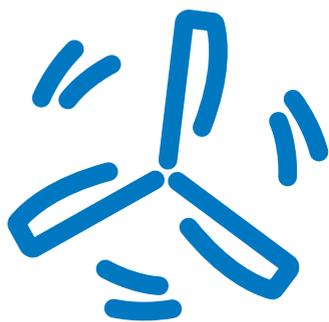


chaleur consommée par les équipements auxiliaires de l'installation qui utilisent un fluide chaud (chauffage des locaux, chauffage à combustible liquide, etc.) et les pertes dans les échanges de chaleur de l'installation/du réseau. Dans le cas des entités autoproductrices (entités produisant de l'électricité 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.

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.

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

Concernant les données de production d'électricité et de chaleur dérivée, une distinction est faite entre les centrales produisant uniquement de l'électricité ou uniquement de la chaleur et les centrales de cogénération combinant la production des deux. Les indicateurs français incluent les territoires d'outre-mer.



L'ÉOLIEN

NOUVEAU RECORD D'INSTALLATION

Dans l'Union européenne, la puissance électrique maximum nette de l'éolien (qui est la puissance active maximale pouvant être fournie en continu), qu'elle soit terrestre ou maritime, a atteint, selon Eurostat, 168,9 GW, soit une puissance supplémentaire de 14,7 GW par rapport à 2016. C'est l'augmentation la plus forte jamais enregistrée par la filière, devançant celles de 2016 et de 2015 (+ 12,8 GW chacune). Cette augmentation record s'explique par la dynamique positive de ses trois plus grands marchés et surtout du premier d'entre eux, l'Allemagne, qui à lui seul affiche une puissance nette supplémentaire de 6 126 MW. Le pays disposait ainsi d'une puissance cumulée de 55,7 GW fin 2017, soit près du tiers de la puissance éolienne de l'Union européenne. 2017 a également vu le retour au premier plan du Royaume-Uni qui, boosté par sa filière offshore, affiche une puissance supplémentaire de 3 662 MW, soit près du double de sa puissance installée en 2016 (1 868 MW). La France (départements d'outre-mer inclus)

a également affiché en 2017 sa meilleure progression avec 2 GW (2 001 MW) supplémentaires.

Si, par la taille de leur marché, ces trois pays représentent la plus grande partie des nouvelles capacités installées de l'Union européenne, d'autres pays sont restés très actifs. Des augmentations records ont ainsi été relevées en Belgique (+ 436 MW) et en Irlande (+ 532 MW). La Suède (+ 177 MW), l'Autriche (+ 157 MW) et la Grèce (+ 171 MW) ont en revanche marqué le pas. Ces évolutions positives contrastent cependant avec l'apathie de huit États-membres où aucune puissance supplémentaire n'a été comptabilisée.

L'OFFSHORE AUGMENTE SA VOILURE

Après avoir baissé en intensité en 2016, l'éolien offshore a retrouvé des couleurs en 2017, contribuant aux bons résultats globaux de la filière éolienne. La filière maritime affiche, selon EurObserv'ER, une puissance nette supplémentaire de 3 228,6 MW portant la puissance



PRNE GROUP



du parc offshore de l'Union européenne à 15 821,5 MW. Ce secteur représente désormais un peu moins de 10 % (9,4 %) de la puissance éolienne totale de l'Union européenne mais a représenté 22 % de la puissance nette supplémentaire installée en 2017.

Si on déduit le démonstrateur français d'éoliennes flottantes Floatgen, 12 fermes éoliennes offshore ont entièrement été connectées en 2017. Ce à quoi s'ajoutent des connexions partielles de quatre fermes, toutes britanniques : Race Bank, Walney, Rampion et Galloper. Les fermes britanniques entièrement connectées sont Dudgeon East (402 MW), Burbo Bank Extension (200 MW), Blyth (42 MW) et Hywind Scotland (30 MW). Cette dernière est particulière, car il s'agit du premier parc offshore au niveau mondial (hors démonstrateurs) à utiliser des fondations flottantes. L'Allemagne compte également cinq nouveaux parcs entièrement connectés : Veja Mate (402 MW), Wikinger (350 MW), Nordsee One (332 MW), Nordergründe (111 MW) et Sandbank (52 MW). La Belgique a quant à elle inauguré le parc de NobelWind (165 MW), et la Finlande a mis en service le parc de Pori Tahkoluoto (42 MW) et remplacé la totalité des éoliennes du parc Kemis Ajos (26,4 MW). Le démonstrateur français d'éoliennes flottantes Floatgen (2 MW) a été inauguré en octobre 2017 mais, s'il a produit ses premiers kWh à quai en décembre 2017, il a été connecté sur son véritable site de test, au large du Croisic, au début de l'année 2018.

1

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

	2016	2017
Allemagne	49 592	55 718
Espagne	22 990	23 100
Royaume-Uni	16 174	19 835
France	11 511	13 512
Italie	9 384	9 737
Suède	6 434	6 611
Pologne	5 747	5 759
Danemark	5 246	5 522
Portugal	5 124	5 124
Pays-Bas	4 257	4 202
Irlande	2 786	3 318
Roumanie	3 025	3 030
Autriche	2 730	2 887
Belgique	2 370	2 806
Grèce	2 370	2 624
Finlande	1 565	2 044
Bulgarie	699	698
Croatie	483	576
Lituanie	509	518
Hongrie	329	329
Estonie	310	312
Rép. tchèque	282	308
Chypre	158	158
Luxembourg	120	120
Lettonie	70	77
Slovénie	5	5
Slovaquie	3	4
Malte	0	0
Total UE 28	154 272	168 934

* Puissance électrique maximum nette. Source : Eurostat



2
UNE ANNÉE DE PRODUCTION 2017 PLUS CONFORME À LA NORMALE

L'année 2016 avait été particulièrement défavorable à la production d'électricité éolienne, à cause des déficits de vents importants sur les côtes britanniques, en mer du Nord, en mer Baltique et, plus généralement, sur une large moitié Nord de l'Europe. Cependant, 2017 a été plus conforme à la normale. Selon Eurostat, la production a atteint 362,4 TWh en 2017, soit une croissance de

2

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

	2016	2017
Royaume-Uni	5 293,4	6 987,9
Allemagne	4 152,0	5 427,0
Danemark	1 271,1	1 296,8
Pays-Bas	957,0	957,0
Belgique	712,2	877,2
Suède	203,0	203,0
Finlande	4,3	72,7
Total UE 28	12 593,0	15 821,5

* Puissance électrique maximum nette. Source : EurObserv'ER 2018



19,7 % par rapport à 2016 (équivalant à un gain de 59,6 TWh). L'Allemagne est le premier pays à franchir la barre des 100 TWh éoliens produits, avec 105,7 TWh générés en 2017. Le Royaume-Uni (50 TWh) coiffe sur le fil l'Espagne (49,1 TWh) et devient le second producteur de l'Union européenne. Le productible s'est logiquement amélioré dans les pays disposant d'importantes capacités éoliennes offshore. De plus en plus de parcs offshore présentent des facteurs charges annuels proches et mêmes supérieurs à 50 %. Un taux qui peut être encore plus élevé durant les périodes hivernales, qui correspondent aux pics des besoins en électricité dans de nombreux pays. Le facteur de charge d'une éolienne correspond au rapport entre l'énergie effectivement produite durant un laps de temps donné et l'énergie qu'elle aurait pu générer à sa puissance nominale pendant la même période.

UNE ÉVOLUTION EN PARTIE LIÉE AU NIVEAU DE COOPÉRATION EUROPÉENNE

Jusqu'à 2020, la croissance projetée européenne reste globalement en phase avec les objectifs des plans d'action nationaux énergies renouvelables. À plus long terme, les projections sont plus incertaines. En effet, si la baisse des prix de l'énergie éolienne et leur compétitivité vis-à-vis d'autres technologies ouvrent de nouvelles perspectives à la filière, le rythme de développement futur de l'éolien est, contrairement aux marchés américain et chinois, contraint par le manque de débouchés sur

3

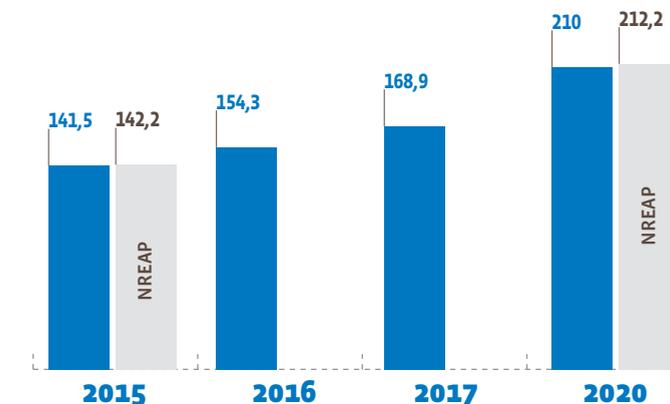
Production d'électricité d'origine éolienne dans les pays de l'Union européenne en 2016 et 2017 (en TWh)

	2016	2017
Allemagne	78,598	105,693
Royaume-Uni	37,263	50,004
Espagne	48,905	49,127
France	21,473	24,711
Italie	17,689	17,742
Suède	15,479	17,609
Pologne	12,588	14,909
Danemark	12,782	14,780
Portugal	12,474	12,248
Pays-Bas	8,170	10,569
Irlande	6,149	7,445
Roumanie	6,590	7,407
Autriche	5,232	6,574
Belgique	5,437	6,511
Grèce	5,146	5,537
Finlande	3,068	4,795
Bulgarie	1,425	1,504
Lituanie	1,136	1,364
Croatie	1,014	1,204
Hongrie	0,684	0,758
Estonie	0,594	0,723
Rép. tchèque	0,497	0,591
Luxembourg	0,101	0,235
Chypre	0,227	0,211
Lettonie	0,128	0,150
Slovaquie	0,006	0,006
Slovénie	0,006	0,006
Malte	0,000	0,000
Total UE 28	302,859	362,412

Source : Eurostat

4

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

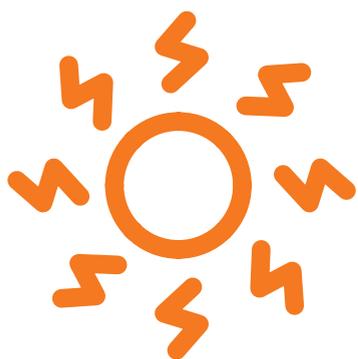


Source : EurObserv'ER 2018

le marché européen de l'électricité. La situation de surcapacité du marché européen de l'électricité, associée à l'afflux d'énergies renouvelables "variables", a conduit à diminuer le prix de l'électricité sur le marché du gros et à fragiliser de nombreux opérateurs historiques qui, de ce fait, demandent plus de temps pour décarboner leur système de production.

Une solution poussée par la direction générale de la concurrence de la Commission européenne passe par la mise en place d'appels d'offres transfrontaliers, qui faciliteraient le développement des énergies renouvelables dans les zones les plus propices, avec les coûts les plus faibles possible. Pour la Commission européenne, une ouverture de 10 à 15 % des appels d'offres aux capacités étrangères entraînerait une diminution des coûts de soutien de l'ordre de 4 à 5 % pour la période 2021-2030. La Commission estime également que l'ouverture transfrontalière des appels d'offres est le moyen le plus efficace de favoriser une harmonisation des mécanismes de soutien. Elle considère enfin que cette ouverture permettrait de fixer un objectif européen de développement des énergies renouvelables lié à un mécanisme "européen" de soutien. Dans ce cadre, le rythme de développement futur de l'éolien sera étroitement lié au niveau de coopération européenne dans le cadre d'une vision énergétique commune, ainsi qu'aux efforts de lutte contre le réchauffement climatique consenti par les États à l'horizon 2030. ■





LE PHOTOVOLTAÏQUE

La croissance spectaculaire de l'électricité solaire, qui s'appuie sur des bases industrielles extrêmement solides, fait du photovoltaïque un des piliers de la transition énergétique mondiale. Durant l'année 2017, il a été installé dans le monde près de 100 GW photovoltaïques – dont plus de la moitié en Chine (53 GW) –, ce qui a porté la puissance du parc mondial à plus de 400 GW (403,3 GW selon l'AIE PVPS). Plus aucun représentant de l'Union européenne ne figure dans le top 5 mondial. Derrière le trio de tête représenté par la Chine (53 GW), les États-Unis (10,7 GW) et l'Inde (9,6 GW), il y a le Japon (7,5 GW) et la Turquie (2,6 GW). Le top 10 ne compte plus que trois pays de l'UE : l'Allemagne, à la 6^e place (1,7 GW), devance l'Australie (1,3 GW) et la Corée du Sud (1,2 GW) – la France (0,9 GW), le Royaume-Uni (0,9 GW) et le Brésil (0,9 GW) se tiennent dans un mouchoir de poche. Le marché mondial de 2017 a représenté à peine moins que la totalité du parc installé dans l'Union européenne qui, selon Eurostat, a atteint 106,7 GW. Le constat est donc un processus de mondialisation de l'énergie solaire

qui s'accélère avec un poids relatif de plus en plus faible de l'Union européenne, tant au niveau du marché que du parc.

UN MARCHÉ DE L'UE TOUJOURS EN PHASE DE TRANSITION

Les données 2017 publiées par Eurostat en janvier 2019 confirment une baisse tendancielle de la puissance annuelle nette raccordée. Après avoir connu un pic d'installation en 2011 avec 23,2 GW, la puissance annuelle nette de l'UE a diminué jusqu'à 6,5 GW en 2014. Après un sursaut en 2015, la puissance supplémentaire installée annuellement est ensuite repartie à la baisse, pour atteindre 5,7 GW en 2017.

Le marché de l'Union européenne est donc toujours dans une phase de transition. Il est moins axé sur un développement rapide de grandes centrales photovoltaïques désormais encadré par une politique d'appels d'offres, et plus axé sur des systèmes en toiture commerciaux et résidentiels.





1

Puissance solaire photovoltaïque nette* installée dans l'Union européenne fin 2017 (en MW)

	2016	2017
Allemagne	40 714	42 337
Italie	19 283	19 682
Royaume-Uni	11 912	12 776
France	7 702	8 610
Espagne	4 716	4 725
Belgique	3 325	3 610
Pays-Bas	2 049	2 903
Grèce	2 604	2 606
Rép. tchèque	2 068	2 070
Roumanie	1 372	1 374
Autriche	1 096	1 269
Bulgarie	1 028	1 036
Danemark	851	906
Portugal	513	579
Slovaquie	533	528
Hongrie	235	344
Pologne	187	287
Slovénie	233	247
Suède	153	244
Luxembourg	122	128
Malte	93	112
Chypre	84	110
Finlande	35	74
Lituanie	70	74
Croatie	56	60
Irlande	6	16
Lettonie	1	1
Estonie	0	0
Total UE 28	101 041	106 707

* Puissance électrique maximum nette. Source : Eurostat

Il est également plus axé sur des systèmes en autoconsommation permettant aux investisseurs de profiter de coûts de production d'électricité solaire autoconsommée inférieurs à ceux de la fourniture de l'électricité.

L'ALLEMAGNE REPREND LE LEADERSHIP DE L'UE

En 2017, l'Allemagne a repris les rênes du marché européen après les avoir laissés trois années de suite au Royaume-Uni. Selon Eurostat, la puissance photovoltaïque du parc allemand a augmenté de 1623 MW en 2017 (comparé à 1471 MW en 2016) pour atteindre 42337 MW, ce qui représente environ 1,6 million d'installations raccordées. Durant 2017, la production d'électricité photovoltaïque s'est établie à 39,4 TWh (+ 3,4 % par rapport à 2016) et a constitué 6 % de la production d'électricité brute du pays. Selon l'AGEE-Stat, la part de l'électricité directement autoconsommée a continué à augmenter pour atteindre 10 % en 2017 (9,5 % en 2016 et 9,1 % en 2015). Ce marché de l'autoconsommation s'accompagne désormais du marché du stockage de l'électricité solaire. Selon l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (Ofate), 40 000 systèmes de batteries photovoltaïques de petite taille ont été commercialisés en Allemagne au 31 décembre 2017, dont 32 000 ont bénéficié du programme de soutien financier de la KfW (Établissement de crédit pour la reconstruction).

Les centrales de puissance supérieure ou égale à 750 kWc sont, elles, soumises à une procédure d'appel d'offres. La quatrième période de l'appel d'offres photo-

2

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

	2016	2017
Allemagne	38,098	39,401
Italie	22,104	24,378
Royaume-Uni	10,411	11,525
France	8,657	9,573
Espagne	8,064	8,514
Grèce	3,930	3,991
Belgique	3,092	3,288
Pays-Bas	1,602	2,204
Rép. tchèque	2,131	2,193
Roumanie	1,820	1,856
Bulgarie	1,386	1,403
Autriche	1,096	1,269
Portugal	0,871	0,992
Danemark	0,744	0,751
Slovaquie	0,533	0,506
Hongrie	0,244	0,349
Malte	0,254	0,310
Slovénie	0,267	0,284
Suède	0,143	0,230
Chypre	0,146	0,172
Pologne	0,124	0,165
Luxembourg	0,100	0,108
Croatie	0,066	0,079
Lituanie	0,066	0,068
Finlande	0,019	0,044
Irlande	0,006	0,011
Lettonie	0,000	0,000
Estonie	0,000	0,000
Total UE 28	105,975	113,665

Source : Eurostat

voltaïque pour les centrales PV au sol d'une puissance minimale de 750 kWc, publié le 1^{er} février 2018, a été marquée par une poursuite de la baisse des prix. Soixante-dix-neuf offres ont été déposées, pour un volume total de 546 MWh, parmi lesquelles 24 ont été retenues, pour une puissance de 200 MW. La valeur de référence de ces appels d'offres était de 4,33 c€/kWh, avec une valeur de l'offre la plus basse à 3,86 c€/kWh. La valeur de référence de l'appel d'offres précédent était de 4,91 c€/kWh.

L'agence fédérale de réseaux a également publié, le 1^{er} avril 2018, les résultats du premier appel d'offres bitechnologie combinant solaire et éolien. Tous les lauréats de cet AO portent des projets de centrales photovoltaïques, ce qui acte l'avantage concurrentiel de l'électricité solaire en Allemagne. Au total, 32 projets de centrales photovoltaïques ont été retenus, pour une puissance totale de 210 MW. Le prix moyen s'est établi à 4,67 c€/kWh (un peu plus élevé que celui du dernier appel uniquement dédié au photovoltaïque), avec une offre la plus basse à 3,96 c€/kWh et la plus haute à 5,76 c€/kWh.

LE MARCHÉ DES GRANDES CENTRALES AU POINT MORT AU ROYAUME-UNI

Après avoir assuré le leadership européen pendant trois années, le marché des grandes centrales solaires britanniques s'est progressivement éteint. Selon le département des Affaires, de l'Énergie et des Stratégies industrielles (BEIS), 864 MW ont été rac-



cordés en 2017, contre 2 311 MW en 2016 (et 4 073 MW en 2015). Cette puissance additionnelle porte la puissance nette totale fin 2017 à 12 776 MW. La plus grande partie de la puissance installée

en 2017 provient des sites accrédités dans le cadre de l'ancien système d'incitation de l'Obligation renouvelable (*Renewable Obligation*) et a été installée au premier trimestre de l'année, avant la

fermeture définitive du dispositif (soit 720 MW installés au premier trimestre, puis 43 MW au second, 55 MW au troisième et 45 MW au dernier). Les quelques dizaines de MW installés sur les derniers

trimestres correspondent au marché de petites installations bénéficiant encore d'un tarif d'achat. Cette situation s'explique par le fait que depuis la seconde enchère du système des *Contract for Difference* (CfD), aucun projet solaire n'est parvenu à se qualifier.

113,7 TWH D'ÉLECTRICITÉ PV PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

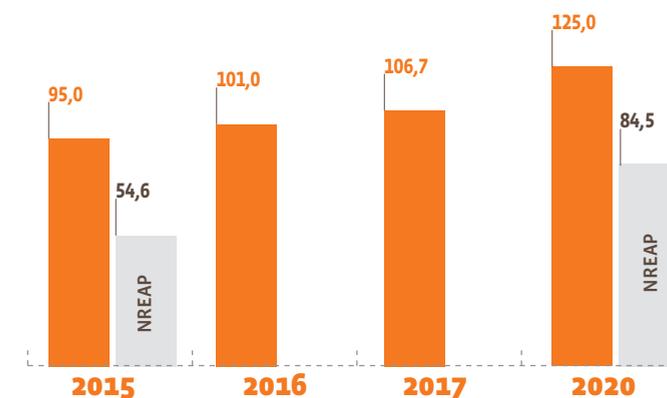
Sur le plan du productible, l'année 2017 a été bien meilleure qu'en 2016, aidée par un ensoleillement un peu plus favorable et une puissance nette additionnelle de 11,7 GW au cours des deux dernières années. Selon Eurostat, la production de l'Union européenne a atteint 113,7 TWh en 2017, soit une croissance de 7,3 % par rapport à 2016. L'électricité solaire représente désormais 3,4 % de la production brute d'électricité de l'Union européenne.

DE BELLES PERSPECTIVES SOUS CONTRAINTES POLITIQUES

Malgré une nouvelle baisse du nombre de raccordements dans l'UE, la spirale négative devrait logiquement s'inverser, au moins pour les trois prochaines années. Le solaire photovoltaïque est très certainement devenu l'énergie renouvelable la plus populaire, la moins chère et la plus facilement appropriable par les acteurs économiques. De ce fait, beaucoup de gouvernements comptent s'appuyer sur l'énergie solaire pour atteindre leur objectif national pour 2020. Le réveil des pays retardataires, parmi lesquels la France et les Pays-Bas, contribue

3

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

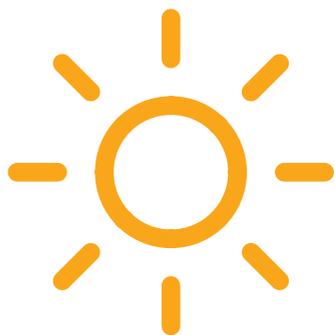


Source : EurObserv'ER 2018

déjà à redonner une impulsion positive au marché de l'Union, qui profite d'une dynamique de baisse des coûts très positive. Les appels d'offres espagnols devraient également redonner un coup de fouet au marché européen à partir de 2019, aidés par la concrétisation de nouveaux projets de type PPA (*power purchase agreement*) sans subventions publiques. L'Allemagne, aidée par la mise en place d'un cadre réglementaire stable, devrait rester la colonne vertébrale du marché européen avec un objectif de 2,5 GW installés par an. Pour les 11 pays de l'Union ayant déjà atteint leur objectif de participation des énergies renouvelables dans la consommation brute d'électricité, la contrainte européenne de développer ces filières est devenue plus faible, et la motivation est seulement liée à une volonté politique nationale. Cela peut expliquer que des

marchés autrefois dynamiques soient devenus complètement atones, comme c'est le cas en République tchèque, en Roumanie ou en Bulgarie. À l'échelle européenne, EurObserv'ER estime que la capacité nouvellement installée pourrait progressivement augmenter jusqu'à au moins 10 GW d'ici 2020.

Un autre point favorable est l'appétence de plus en plus importante des différents secteurs d'activité économique (grande distribution, industrie agro-alimentaire, agriculture, etc.) pour les nouveaux modèles d'autoconsommation. Le sujet de l'autoconsommation solaire collective fait pourtant l'objet de tensions entre les parties prenantes dans les pays concernés, à la fois pour des raisons réglementaires et au sujet de la contribution de ces installations au développement et à l'entretien du réseau de distribution. ■



LE SOLAIRE THERMIQUE

Le solaire thermique est certainement la forme ultime du point de vue physique pour transférer de la chaleur à de l'eau sans aucune émission de gaz à effet de serre ni de polluants. La filière peine cependant à s'imposer économiquement sur le marché de la production d'eau chaude et du chauffage. À l'échelle de l'Union européenne, le marché a fait face en 2017 à une nouvelle baisse significative de la superficie installée dédiée à la production d'eau chaude et au chauffage, la neuvième consécutive depuis 2009. Selon EurObserv'ER, la diminution a été particulièrement importante entre 2016 et 2017 : -16,6 %, soit une surface installée de 2 175 546 m², équivalente à une puissance thermique de 1523 MWth (2 609 886 m² en 2016).

UNE PLACE AU SOLEIL DIFFICILE À TROUVER

Dans leur ensemble, les marchés solaires thermiques européens peinent à se stabiliser (Espagne, Autriche, Pologne) ou continuent de décrocher (Allemagne, France, Italie ou Belgique). Malgré des avantages indéniables sur les plans de l'efficacité énergétique

et du bilan CO₂, la chaleur solaire thermique a de plus en plus de mal à trouver économiquement sa place sur le marché du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire. La concurrence est particulièrement féroce sur le segment de la rénovation mais également dans la construction, où le solaire thermique trouve difficilement sa place.

Dans le neuf, l'activité solaire thermique est en effet très liée aux choix politiques d'imposer ou non la chaleur renouvelable dans le cadre des réglementations thermiques. Ce qui est par exemple le cas en Espagne. Le niveau d'exigence des réglementations thermiques est également très impactant sur la dynamique de ce marché car, en l'absence d'obligation renouvelable, le respect à minima des normes de construction peut se faire via des progrès réalisés dans les produits d'isolation ou par l'intégration de technologies "fossiles" ou "électriques" qui avancent également en matière d'efficacité énergétique. A contrario, les réglementations thermiques qui rendent

obligatoire dans le neuf l'introduction de technologies renouvelables, ou une part d'énergie renouvelable minimum dans la consommation des bâtiments, ne bénéficient pas nécessairement aux solutions solaires thermiques. Dans les faits, chaque type de réglementation a tendance à "fléchir" dans le neuf telles ou telles solutions de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire.

Le solaire thermique fait face à une concurrence très rude des autres technologies de production de chauffage renouvelable comme les pompes à chaleur aérothermiques ou les chauffe-eau thermodynamiques (CET). Ces secteurs sont sur des dynamiques de croissance très positives, et sont par ailleurs encouragés par une tendance à l'électrification des besoins de chaleur et de rafraîchissement. Le solaire thermique connaît également une concurrence "fratricide" avec le solaire photovoltaïque, qui se joue à la fois au niveau des surfaces disponibles en toiture, mais aussi, fait nouveau, au niveau des usages. L'atteinte de la parité

réseau dans de nombreux pays ou régions pousse au développement de l'autoconsommation, à la fois pour répondre aux besoins en électricité, mais de plus en plus avec des systèmes dimensionnés pour répondre aux besoins d'eau chaude sanitaire, directement liés au cumul électrique ou à un CET.

Dans le secteur de la rénovation des maisons individuelles, s'ajoute un manque de préconisation des installateurs. Ces derniers préfèrent souvent orienter leurs clients vers des systèmes moins coûteux et plus simples à installer (qui ne nécessitent pas de monter sur la toiture). L'étiquetage énergétique, qui aurait pu être un atout pour la filière solaire thermique (les systèmes solaires thermiques affichant les meilleures notations) n'est également pas mis en avant. Des efforts sont pourtant menés pour promouvoir l'étiquetage énergétique auprès des installateurs à travers le projet LabelPack A+, coordonné par Solar Heat Europe et financé par le programme Horizon 2020 de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation.

ACTUALITÉ DES PRINCIPAUX MARCHÉS EUROPÉENS

Nette contraction du marché allemand

L'Allemagne est demeurée en 2017 le premier marché de l'Union européenne. Selon l'AGEE-Stat, le groupe de travail qui travaille à l'élaboration des statistiques énergies renouvelables pour le ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi), le pays a installé environ 650 000 m² de capteurs en 2017 (équivalent à une production de 455 MWth). Ces données indiquent une baisse de la superficie installée de 15,1 % par rapport à 2016 (766 000 m²). Cette baisse confirme également les observations réalisées l'an dernier par les professionnels de la filière. Le programme d'incitation MAP revalorisé en 2015 et le nouveau programme de stimulation de l'efficacité énergétique Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE), mis en place le 1^{er} janvier 2016, n'ont pas été suffisants pour inverser la tendance du marché solaire thermique. La tendance baissière de ce marché s'explique

selon eux à la fois par le prix de la chaleur gaz, qui reste très compétitif, et par une concurrence de plus en plus forte des autres systèmes de chauffage énergies renouvelables. Un autre grief, observé dans d'autres pays, est le désintérêt croissant des installateurs pour les solutions solaires thermiques, leur préférant des solutions plus rapides à installer.

Embellie du marché grec

La belle embellie du marché grec contraste avec les difficultés des autres principaux marchés européens. Selon Costas Travasores, secrétaire exécutif de l'EBHE (Association de l'industrie solaire grecque), le marché grec a atteint 316 000 m² en 2017, contre 272 000 m² en 2016 (+16,2 %). L'EBHE attribue cette croissance à une série d'éléments favorables dont, en premier lieu, une diminution du prix des systèmes due à une forte concurrence entre acteurs. Les autres facteurs sont une multiplication des réseaux de distribution avec la montée en puissance de l'e-commerce, ainsi que l'apparition


1

 Surfaces annuelles installées en 2016 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	677 000	67 000	22 000	766 000	536,2
Danemark	478 297			478 297	334,8
Grèce	271 400	600		272 000	190,4
Espagne	214 000			214 000	149,8
Italie	186 647	25 043		211 690	148,2
France*	114 894		5 500	120 394	84,3
Pologne	116 000			116 000	81,2
Autriche	109 600	1 440	760	111 800	78,3
Portugal	55 000			55 000	38,5
Belgique	39 000	7 500		46 500	32,6
Rép. tchèque	22 000	9 000		31 000	21,7
Pays-Bas	20 137	5 179	2 621	27 937	19,6
Irlande	23 305			23 305	16,3
Croatie	19 000	2 500		21 500	15,1
Hongrie	13 050	5 592	188	18 830	13,2
Chypre	18 000	600		18 600	13,0
Roumanie	6 800	11 000		17 800	12,5
Royaume-Uni	17 000			17 000	11,9
Bulgarie	10 000	0		10 000	7,0
Slovaquie	8 000	1 600		9 600	6,7
Finlande	5 000			5 000	3,5
Luxembourg	3 759			3 759	2,6
Suède	2 763	336	75	3 174	2,2
Slovénie	2 300	400		2 700	1,9
Lituanie	800	1 400		2 200	1,5
Estonie	1 000	1 000		2 000	1,4
Malte	2 000			2 000	1,4
Lettonie	1 500	300		1 800	1,3
Total UE 28	2 438 252	140 490	31 144	2 609 886	1 827

 * Inclus 38 739 m² dans les DOM. Source : EurObserv'ER 2018

2

 Surfaces annuelles installées en 2017* 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	573 000	57 000	20 000	650 000	455,0
Grèce	312 840	3 160		316 000	221,2
Espagne	190 666	7 187	3 652	201 505	141,1
Danemark	173 387	0	0	173 387	121,4
Italie	159 666			159 666	111,8
France**	114 591		5 500	120 091	84,1
Pologne	115 000			115 000	80,5
Autriche	99 770	1 060	630	101 460	71,0
Portugal	55 105			55 105	38,6
Belgique	30 200	5 200	0	35 400	24,8
Pays-Bas	21 150	6 162	2 621	29 933	21,0
Royaume-Uni	28 000			28 000	19,6
Bulgarie	24 000			24 000	16,8
Rép. tchèque	16 500	7 500		24 000	16,8
Slovaquie	24 000			24 000	16,8
Croatie	22 700			22 700	15,9
Irlande	11 254	9 049	0	20 303	14,2
Chypre	18 000	860		18 860	13,2
Roumanie	6 800	11 000		17 800	12,5
Hongrie	12 000	5 000	180	17 180	12,0
Finlande	5 000			5 000	3,5
Luxembourg	3 600			3 600	2,5
Suède	2 867	341		3 208	2,2
Slovénie	2 300	400		2 700	1,9
Lituanie	800	1 400		2 200	1,5
Estonie*	1 000	1 000		2 000	1,4
Lettonie	1 500	300		1 800	1,3
Malte	518	130		648	0,5
Total UE 28	2 026 214	116 749	32 583	2 175 546	1 522,9

 * Estimation. ** Inclus 39 220 m² dans les DOM. Source : EurObserv'ER 2018



3

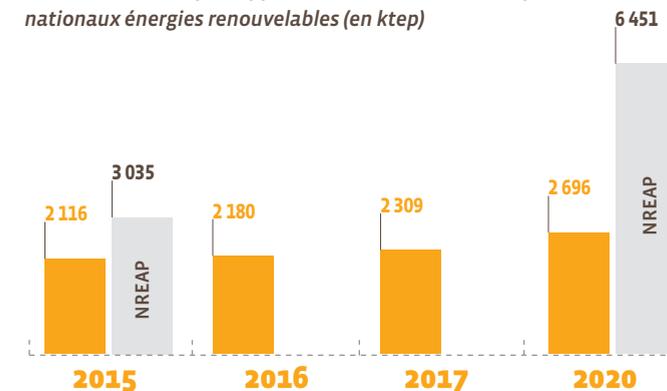
Parc cumulé de capteurs solaires thermiques* installés dans l'Union européenne en 2016 et en 2017** (en m² et en MWth)

	2016		2017	
	m ²	MWth	m ²	MWth
Allemagne	19 122 000	13 385	19 109 000	13 376
Autriche	5 288 813	3 702	5 271 743	3 690
Grèce	4 477 000	3 134	4 596 000	3 217
Italie	3 891 000	2 724	4 050 666	2 835
Espagne	3 796 000	2 657	3 997 000	2 798
France	3 005 947	2 104	3 094 442	2 166
Pologne	2 016 000	1 411	2 131 000	1 492
Danemark	1 368 997	958	1 542 384	1 080
Royaume-Uni	1 400 000	980	1 428 000	1 000
Portugal	1 176 000	823	1 231 105	862
Chypre	1 025 000	718	1 043 860	731
Belgique	721 000	505	750 600	525
Pays-Bas	652 000	456	649 000	454
Rép. tchèque	569 000	398	593 000	415
Suède	475 000	333	472 000	330
Bulgarie	354 000	248	378 000	265
Irlande	343 251	240	311 216	218
Hongrie	292 000	204	308 000	216
Slovénie	239 000	167	238 750	167
Croatie	204 000	143	226 700	159
Slovaquie	177 000	124	201 000	141
Roumanie	174 000	122	189 000	132
Malte	72 000	50	72 250	51
Luxembourg	59 550	42	63 150	44
Finlande	55 000	39	60 000	42
Lettonie	22 720	16	24 520	17
Lituanie	17 950	13	20 150	14
Estonie	14 120	10	16 120	11
Total UE 28	51 008 348	35 706	52 068 656	36 448

* Toutes technologies y compris le non-vitré. ** Estimation. Source : EurObserv'ER 2018

4

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



Source : EurObserv'ER 2018

de nouveaux labels privés travaillant avec des partenaires OEM (fabricants d'équipements d'origine) et une petite amélioration de l'économie grecque.

Le marché espagnol plie mais ne rompt pas

Selon l'étude annuelle réalisée par l'Association solaire thermique espagnole (Asit), le pays a installé en 2017 une superficie de 201 505 m² (équivalant à une puissance thermique de 141 MWth). Un chiffre en légère diminution (- 5 %) par rapport aux résultats obtenus lors de la même étude en 2017. Le parc est quant à lui estimé à 2 798 MWth, soit une surface de plus de 4 millions de m².

Le marché espagnol du solaire est fortement lié à celui de la construction neuve du fait de la mise en œuvre en 2006 d'une nouvelle réglementation de la construction (le *Código técnico de la edificación*) qui a rendu obligatoire l'installation dans les nouveaux bâtiments de systèmes de production d'eau chaude renouvelable. Ce cadre avait rapidement porté la filière à des sommets en 2007 (641 419 logements construits) puis 2008 (615 072 logements), pour ensuite lourdement chuter suite à l'éclatement de la bulle de l'économie immobilière espagnole renforcée par la crise financière mondiale.

LE MAINTIEN DE LA CONTRIBUTION DE LA CHALEUR SOLAIRE EN QUESTION

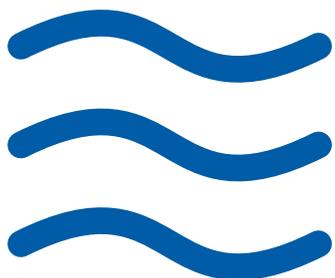
La baisse tendancielle du marché européen qui dure depuis 2009 se traduit par un écart de plus en plus important avec la trajectoire des plans d'action nationaux énergies

renouvelables (NREAP). Cette baisse pose la question du maintien de la contribution des apports de la chaleur solaire aux objectifs énergies renouvelables européens dans les prochaines années, du fait du déclassement des anciennes installations. Car le niveau de marché actuel est désormais très proche de celui de 2003 (2,1 millions de m²). Signe de cette tendance, l'Autriche, pays précurseur en matière de solaire thermique, disposant d'un taux d'équipement parmi les plus élevés d'Europe, a vu la contribution de la chaleur solaire légèrement diminuer en 2017 après s'être stabilisée en 2016.

Sur le papier pourtant, les intentions sont bien présentes et susceptibles de relancer la filière durant la prochaine décennie. Le nouveau paquet législatif européen qui définit la trajectoire énergie renouvelable jusqu'en 2030 pourrait fortement inciter les pays membres à être beaucoup plus proactif sur le plan de la chaleur solaire. La nouvelle directive énergie renouvelable, dans son article 23, précise

qu'afin de faciliter la pénétration des énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement, chaque État-membre doit assurer une augmentation annuelle de la part des énergies renouvelables dans ces usages. La valeur indicative retenue est de 1,3 point de pourcentage en moyenne annuelle calculée pour les périodes suivantes : 2021-2025 et 2026-2030, et ce à partir de la part des énergies renouvelables dans les secteurs de la chaleur et du refroidissement mesurée en 2020, exprimée en part nationale de la consommation finale d'énergie.

La chaleur solaire a encore de belles cartes à jouer. La production d'eau chaude sanitaire dans le secteur collectif possède le potentiel de croissance le plus important, car ce segment repose sur un gigantesque gisement de bâtiments à réhabiliter. D'autres relais de croissance comme les réseaux de chaleur solaire et la chaleur industrielle solaire devraient progressivement s'imposer et redonner des marges de manœuvre à la filière. ■

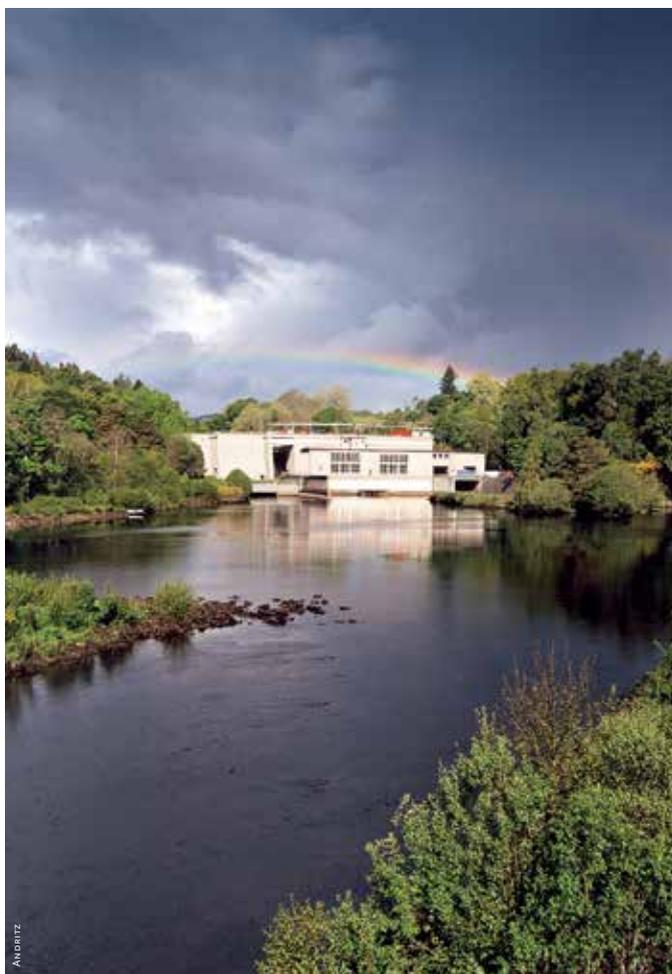


L'HYDROÉLECTRICITÉ

L'année 2017 a été marquée par un déficit pluviométrique record qui a touché une grande partie de l'Europe. La production hydroélectrique issue du débit naturel de l'eau, c'est-à-dire ne prenant pas en compte la production d'électricité issue du pompage, a apporté dans l'Union européenne un peu plus de 300 TWh en 2017 (300,7 TWh), contre 351 TWh en 2016.

Parmi les grands pays producteurs d'hydroélectricité, seules la Suède et la Lettonie ont été épargnées, avec pour la Suède un gain de 3 TWh par rapport à 2016, soit un total de 65,1 TWh produits en 2017, et pour la Lettonie un gain de 1,9 TWh, soit un total de 4,4 TWh.

Les pays du sud de l'Europe et ceux situés le plus à l'ouest ont connu les diminutions les plus importantes. La production espagnole a quasiment été divisée par deux (- 48,4 %) passant de 36,4 TWh à 18,8 TWh. La production hydroélectrique portugaise a chuté de 62,5 % (- 9,8 TWh) pour atteindre 5,9 TWh. La production française a perdu



ANIBERTZ

1

Puissance des centrales hydrauliques pures, mixtes et de pompage pures en 2016 et 2017* (en MW)

	2016				2017			
	Centrales hydrauliques pures	Centrales hydrauliques mixtes	STEP**	Total	Centrales hydrauliques pures	Centrales hydrauliques mixtes	STEP**	Total
France	18 487	5 407	1 728	25 621	18 560	5 418	1 728	25 706
Italie	14 991	3 325	3 982	22 298	15 109	3 377	3 940	22 426
Espagne	14 053	2 690	3 337	20 080	14 052	2 690	3 337	20 079
Suède	16 367	99		16 466	16 403	99		16 502
Autriche	8 493	5 623		14 116	8 506	5 644		14 150
Allemagne	4 573	1 187	5 540	11 300	4 449	1 178	5 493	11 120
Portugal	4 458	2 502		6 960	4 462	2 764		7 226
Roumanie	6 377	265	92	6 734	6 328	272	92	6 692
Royaume-Uni	1 835	300	2 444	4 579	1 874	300	2 444	4 618
Grèce	2 693	699		3 392	2 693	699		3 392
Bulgarie	2 210	149	864	3 223	2 359	149	864	3 372
Finlande	3 250			3 250	3 272			3 272
Slovaquie	1 608		916	2 524	1 607		916	2 523
Pologne	596	376	1 413	2 385	591	376	1 423	2 390
Rép. tchèque	1 090		1 172	2 262	1 093		1 172	2 265
Croatie	1 912	293		2 205	1 913	293		2 206
Lettonie	1 564			1 564	1 564			1 564
Belgique	115		1 310	1 425	113		1 310	1 423
Slovénie	1 113		180	1 293	1 167		180	1 347
Luxembourg	34		1 296	1 330	35		1 296	1 331
Lituanie	117		760	877	117		760	877
Irlande	237		292	529	237		292	529
Hongrie	57			57	57			57
Pays-Bas	37			37	37			37
Danemark	9			9	9			9
Estonie	6			6	7			7
Total UE 28	106 283	22 915	25 326	154 523	106 613	23 260	25 247	155 119

* Puissance électrique maximum nette. ** Stations de transfert d'énergie par pompage. Source : Eurostat.



10,9 TWh (- 17,9 %), pour atteindre 50 TWh, la production italienne 6,2 TWh (- 14,7 %), pour atteindre 36,2 TWh, et celle de Grèce 1,6 TWh (- 28,5 %), pour atteindre 4 TWh. L'Allemagne et l'Autriche ont été moins impactées, avec une baisse respective par rapport à 2016 de 0,4 TWh (- 1,9 % à 20,2 TWh) et de 1,5 TWh (- 3,8 % à 38,4 TWh).

Il convient de préciser que dans les calculs des objectifs énergies renouvelables des pays membres, dont la méthodologie est définie par la directive énergie renouvelable, la production hydroélectrique est normalisée sur les 15 dernières années afin d'atténuer l'effet des variations en matière d'hydraulicité. Selon l'outil statistique Shares, utilisé pour le calcul de ces objectifs, la production hydroélectrique normalisée retenue à l'échelle de l'Union européenne était de 348,9 TWh en 2017, en diminution de 0,6 % par rapport à 2016 (351,0 TWh en 2016).

Sur le plan de la puissance, le suivi statistique réalisé par les instituts officiels de statistique tels qu'Eurostat et l'Agence internationale de l'énergie a été simplifié. Depuis le questionnaire annuel "Énergies renouvelables et déchets" 2017, les organismes statistiques officiels nationaux ne sont plus tenus de spécifier la puissance conventionnelle (c'est-à-dire hors pompage) des centrales hydrauliques selon leur taille (< 1 MW, de 1 à 10 MW et > 10 MW). La puissance conventionnelle qui rassemblait ces trois catégories de centrales est désormais unifiée dans une seule catégorie nommée "centrales hydrauliques pures" (*pure hydro plants*). Elle regroupe ainsi

2

Production brute d'électricité d'origine hydraulique (hors pompage) dans les pays de l'Union européenne (en TWh) en 2016 et en 2017

	2016	2017
Suède	62,018	65,066
France	60,838	49,974
Autriche	39,902	38,370
Italie	42,432	36,199
Allemagne	20,547	20,150
Espagne	36,395	18,782
Finlande	15,799	14,772
Roumanie	18,028	14,494
Royaume-Uni	5,390	5,928
Portugal	15,723	5,897
Croatie	6,853	5,307
Lettonie	2,530	4,381
Slovaquie	4,359	4,324
Grèce	5,543	3,963
Slovénie	4,503	3,868
Bulgarie	3,942	2,828
Pologne	2,140	2,560
Rép. tchèque	2,000	1,869
Irlande	0,681	0,692
Lituanie	0,454	0,602
Belgique	0,370	0,270
Hongrie	0,259	0,220
Luxembourg	0,115	0,086
Pays-Bas	0,100	0,061
Estonie	0,035	0,026
Danemark	0,019	0,018
Total UE 28	350,976	300,707

Source : Eurostat

les centrales hydroélectriques utilisant uniquement des apports directs d'eau naturels et ne disposant d'aucune capacité de stockage par pompage permettant de faire remonter l'eau en amont du barrage. La classification des centrales hydrauliques mixtes (*mixed hydro plants*) et des stations de transfert d'énergie par pompage pures (*pure pumped storage plants*) ne change pas. Les centrales hydrauliques mixtes sont des centrales hydrauliques à apport naturel d'eau où tout ou partie de l'équipement peut être utilisé pour pomper de l'eau en amont du barrage. Ce type de centrales peut ainsi produire de l'électricité avec le flux naturel, mais également avec de l'eau précédemment pompée en amont du barrage. Les stations de transfert d'énergie par pompage pures, quant à elles, ne sont pas reliées à un cours d'eau et n'utilisent pas le débit naturel de l'eau. Elles sont composées de deux bassins situés à des altitudes différentes,

elles permettent de stocker de l'énergie en pompant l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur lorsque la demande électrique est faible.

Selon Eurostat, la puissance nette maximum des centrales hydrauliques pures de l'Union européenne a été mesurée à 106 613 MW en 2017 (106 283 MW en 2016), tandis que la puissance nette maximum des centrales mixtes atteignait 23 260 MW en 2017 (22 915 MW en 2016). En prenant en compte uniquement les centrales hydroélectriques pures, les cinq pays les plus richement dotés (données 2017) sont la France (18 560 MW), la Suède (16 403 MW), l'Italie (15 109 MW), l'Espagne (14 052 MW) et l'Autriche (8 506 MW).

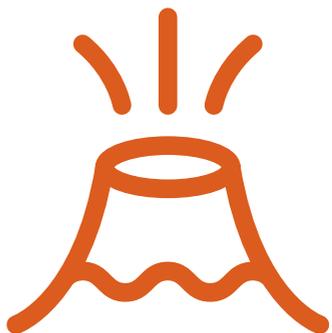
DES CENTRALES À LAC AUX CENTRALES AU FIL DE L'EAU

Les nouvelles normes de suivi statistique de l'Union européenne

ne permettent plus d'observer aussi facilement l'évolution de la puissance des centrales de "petite hydraulique" qui, par définition, regroupaient les centrales hydroélectriques (hors pompage) jusqu'à 10 MW. Mais un nouvel indicateur est mis en avant qui distingue, parmi les centrales hydrauliques pures celles "au fil de l'eau" (*run of river plants*).

Ce nouvel indicateur, qui se met progressivement en place et n'est pas encore disponible pour l'ensemble des pays membres, permet d'opérer une distinction entre les centrales hydroélectriques qui utilisent le débit naturel et la baisse d'élévation d'une rivière pour produire de l'électricité et celles "à accumulation" ou de "lac", où l'eau est stockée dans un réservoir (ou un lac) retenu par un barrage. Les centrales de lac permettent un stockage saisonnier de l'eau et une modulation de la production pour passer les pics de charge de consommation électrique. D'autres centrales, dites "éclusées", ont des durées d'accumulation plus courtes et ne modulent leur production qu'au niveau journalier voire hebdomadaire. La production des centrales au fil de l'eau, en l'absence de capacité de stockage, doit être consommée instantanément. Si, par leur nombre, ce sont majoritairement des petites centrales, des centrales plus importantes (de 150 MW et plus) sont positionnées sur de grands fleuves européens comme le Rhin. Dans certains pays, la puissance nette des centrales au fil de l'eau (données année 2017) est particulièrement importante. C'est le cas de l'Italie (5 479 MW), l'Autriche (5 272 MW) et de l'Allemagne (4 097 MW). ■





LA GÉOTHERMIE

La géothermie consiste à puiser la chaleur contenue dans le sous-sol, afin de l'utiliser pour chauffer des bâtiments, les rafraîchir ou produire de l'électricité. Les techniques et les usages géothermiques diffèrent selon la température des aquifères où l'eau est prélevée. Quand elle est comprise entre 30 et 150 °C (de quelques centaines de mètres jusqu'à environ 2 kilomètres), la chaleur géothermique peut être utilisée pour le chauffage urbain collectif (réseau de chaleur) ou être directement prélevée pour alimenter en chauffage des maisons individuelles, des immeubles ou des exploitations agricoles. Pour augmenter les performances d'un réseau de chaleur géothermique, il peut être envisagé d'associer une ou plusieurs pompes à chaleur (PAC) de très grande puissance, qui permettent d'augmenter la température exploitable par le réseau et d'utiliser 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 avec la technologie

de cycle binaire. Dans ce cas, l'eau prélevée, qui est liquide quand elle atteint la surface, 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

1

Puissance installée et puissance nette des centrales électriques géothermiques de l'Union européenne en 2016 et 2017 (en MWe)*

	2016		2017	
	Puissance installée	Puissance nette	Puissance installée	Puissance nette
Italie	915,5	767,0	915,5	767,2
Allemagne	38,0	29,0	38,0	32,0
Portugal	28,8	25,0	34,3	29,1
France	17,1	15,5	17,1	15,9
Hongrie	0,0	0,0	3,4	3,0
Autriche	1,0	0,9	1,0	0,9
Roumanie	0,0	0,0	0,05	0,05
Total UE 28	1 000,4	837,4	1 009,3	848,2

* Puissance électrique maximum nette. Sources : EurObserv'ER 2018 (puissance installée), Eurostat (puissance nette)



régions volcaniques ou de limite de plaques. Les systèmes de pompe à chaleur qui extraient la chaleur superficielle du sol et des aquifères de surface font l'objet d'un traitement spécifique et par convention ne sont pas comptabilisés dans les données officielles de production d'énergie géothermique.

LA PRODUCTION DE CHALEUR

Les applications dans le domaine de la production de chaleur géothermique sont multiples. Le principal usage est le chauffage des habitations et des locaux commerciaux, mais d'autres applications sont possibles dans l'agriculture (chauffage de serres, séchage de produits agricoles, etc.), la pisciculture, les process industriels, le chauffage des piscines et la réfrigération, entre autres. À cause de cette multiplicité d'usages, la puissance thermique des installations ne fait pas toujours l'objet d'un suivi précis et régulier de la part des organismes statistiques officiels. L'Egec (European Geothermal Energy Council) assure néanmoins

2

Production brute d'électricité géothermique dans l'Union européenne en 2016 et 2017 (en GWh)

	2016	2017
Italie	6 289,0	6 201,2
Portugal	172,0	216,7
Allemagne	175,0	163,0
France	97,6	133,1
Hongrie	0,0	1,0
Autriche	0,02	0,09
Total UE 28	6733,6	6715,0

Source : Eurostat



dans le cadre de son rapport de marché annuel ("Egect Geothermal Market Report") un suivi de la puissance des réseaux de chaleur géothermiques en Europe. Selon ce texte, la puissance thermique des réseaux de chaleur géothermiques serait dans l'Union européenne de l'ordre de 1 763 MW fin 2017, répartis à travers 198 réseaux de chaleur. L'essentiel de la puissance additionnelle en 2017 est venu de France, des Pays-Bas et d'Italie. La France a comptabilisé trois nouvelles mises en service en 2017, toutes situées dans la région Île-de-France. Un nouveau doublet (un doublet est un double forage, le premier pour puiser l'eau, le second pour la réinjecter dans la nappe) a été ajouté sur le réseau de la ville du Blanc-Mesnil (11 MW), et un autre sur celle de Dammarie-Les-Lys (9 MW). Le pays a également inauguré le nouveau réseau de chaleur de la ville de Grigny (10 MW). Les Pays-Bas sont, avec la France, un des pays les plus actifs en matière de géothermie. Ils ont mis en service deux nouveaux réseaux de chaleur en 2017, celui de Venlo/Grubbenvorst (10,6 MW) et celui d'Aardwarmte Vogelaer (10,2 MW). En Italie, en Toscane, le projet Piancastagnaio-Siena (4,4 MW), situé dans la zone industrielle La Rota, a également été mis en service en 2017.

Les données de production de chaleur géothermique font l'objet d'un suivi statistique régulier de la part des organismes statistiques nationaux et d'Eurostat. Les données officielles, qui regroupent la chaleur géothermique distribuée par les réseaux et celle directement consommée par l'utilisateur final, font état d'une production de 828,7 ktep en 2017 (257,9 ktep

3

Puissance des réseaux de chaleur géothermiques installés dans l'Union européenne en 2016 et 2017 (en MWth)

	2016	2017
France	493	509
Allemagne	336	336
Hongrie	254	253
Italie	157	160
Pays-Bas	127	142
Roumanie	85	88
Pologne	64	64
Autriche	60	60
Suède	48	44
Danemark	33	33
Croatie	20	20
Slovaquie	16	16
Lituanie	14	14
Belgique	10	10
Rép. tchèque	7	8
Slovénie	4	4
Royaume-Uni	2	2
Total UE 28	1 730	1 763

Source : EGEC market reports 2016 and 2017

de chaleur dérivée et 570,8 ktep de consommation d'énergie finale), soit une croissance de 6,5 % par rapport à 2016.

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

La puissance électrique géothermique de l'ensemble des pays de l'Union européenne continue d'augmenter, mais avec un rythme peu soutenu. Elle atteint en 2017 une puissance installée de 1 009,3 MW, soit 8,9 MW de plus qu'en 2016. La puissance nette, qui est la puissance maximale présumée exploitable, est, elle, estimée à 848,2 MW (+ 10,7 MW).

La production brute d'électricité géothermique a très peu évolué (- 0,3 % par rapport à 2016) et atteint 6,7 TWh, les baisses de production enregistrées en Allemagne et en Italie ayant été compensées par les hausses des productions portugaise et française. L'Italie demeure le principal producteur d'électricité géothermique de l'Union européenne (6,2 TWh en 2017), représentant à elle seule 92,3 % de sa production.

Selon EurObserv'ER, deux pays ont vu augmenter leur puissance électrique géothermique en 2017. La Hongrie est devenue cette

année-là le 6^e pays de l'Union européenne à disposer d'une filière géothermique de production d'électricité. Le pays a mis en service sa première centrale géothermique en novembre 2017. La centrale de Tura, propriété de KS Orka, utilise la technologie du cycle binaire. Elle fonctionnera en cogénération et dispose d'une puissance électrique de 3,35 MW et d'une puissance thermique de 7 MW. Si la partie électrique a été mise en service fin 2017, la chaleur ne sera valorisable qu'en 2018, lors de l'achèvement de la construction de la serre. Une seconde phase de ce projet est actuellement en préparation et pourrait conduire à augmenter la puissance électrique du site à plus de 10 MW. Également en novembre 2017, le Portugal a mis en service la centrale de Pico Alto (centrale à cycle binaire de type ORC) dans la région autonome des Açores, et plus précisément sur l'île de Terceira. Cette centrale de 4,5 MW fournira une production d'électricité annuelle de 21 GWh et sera capable de satisfaire 10 % des besoins en électricité de cette île.

APPEL DE LA FILIÈRE POUR LEVER LES OBSTACLES

La géothermie profonde, si elle contribue chaque année davantage aux objectifs climatiques, reste très en deçà de la trajectoire prévue dans le cadre des plans d'action nationaux pour les énergies renouvelables. Selon la filière, un obstacle majeur au déploiement accru de l'énergie géothermique est le manque de sensibilisation à la technologie et le manque d'implication des pou-



4

Consommation de chaleur issue de la géothermie dans l'Union européenne en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Total	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée*	Total	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée*
France	145,2	40,2	105,0	170,1	40,2	130,0
Italie	144,1	124,7	19,3	149,8	130,8	18,9
Hongrie	115,1	50,6	64,5	127,5	61,8	65,7
Allemagne	100,1	81,1	19,0	100,4	85,1	15,3
Pays-Bas	67,9	67,9	0,0	72,8	72,8	0,0
Slovénie	44,2	43,8	0,4	48,3	47,8	0,4
Bulgarie	34,6	34,6	0,0	34,6	34,6	0,0
Roumanie	31,7	25,6	6,1	32,5	26,2	6,3
Pologne	22,2	22,2	0,0	22,6	22,6	0,0
Autriche	21,2	7,2	14,0	21,7	7,5	14,1
Espagne	18,8	18,8	0,0	18,8	18,8	0,0
Grèce	10,1	10,1	0,0	8,8	8,8	0,0
Croatie	9,1	9,1	0,0	8,2	8,2	0,0
Slovaquie	4,9	1,6	3,3	5,0	1,5	3,5
Danemark	2,7	0,0	2,7	1,8	0,0	1,8
Portugal	1,4	1,4	0,0	1,6	1,6	0,0
Chypre	1,6	1,6	0,0	1,6	1,6	0,0
Belgique	1,6	0,0	1,6	1,5	0,0	1,5
Royaume-Uni	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0
Lituanie	1,0	0,0	1,0	0,4	0,0	0,4
Total UE 28	778,2	541,1	237,0	828,7	570,8	257,9

* Venant principalement de réseaux de chaleur (voir la définition d'Eurostat). Source : Eurostat

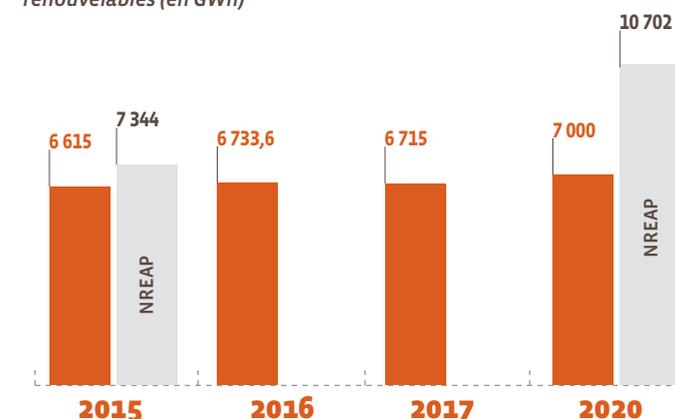
voirs publics. Pour déployer l'énergie géothermique, il est selon eux essentiel de mettre en place un cadre stabilisé qui assure la sécurité de l'investissement pour les promoteurs de projets, grâce à des programmes de soutien, mais également des conditions réglementaires et d'exploitation adaptées

aux exigences des technologies géothermiques profondes. Selon l'Egec, de nombreux projets engagés conduiront à une expansion significative de la capacité géothermique profonde pour le chauffage et le refroidissement, ainsi que pour l'électricité, mais ces nouveaux ajouts ne suffiront pas pour

atteindre les objectifs à l'horizon 2020, car il faudrait presque quadrupler l'augmentation de la capacité géothermique profonde installée pour le chauffage et le refroidissement et augmenter de 50 % la capacité électrique géothermique installée au cours des deux à trois prochaines années. De plus,

5

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



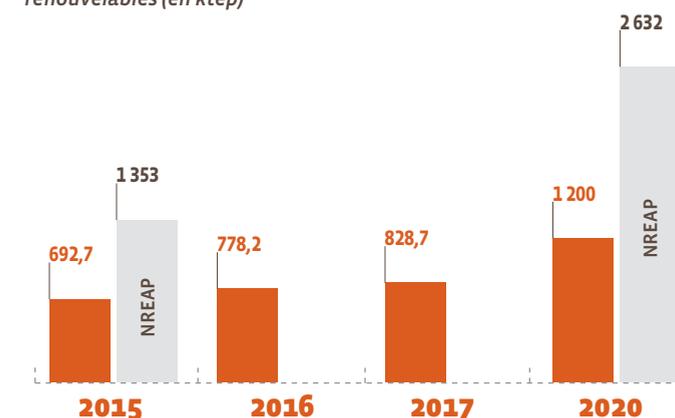
Source : EurObserv'ER 2018

les projets géothermiques ont un délai d'exécution assez long. Par conséquent, il est peu probable qu'ils soient tous mis en service avant 2020. Certains pays peuvent toutefois être cités comme des exemples positifs, notamment les Pays-Bas, qui comptent parmi les rares États-membres de l'UE à avoir mis en place un cadre compatible avec un développement géothermique ambitieux, permettant à l'industrie géothermique de réagir et de fournir de nouvelles capacités d'énergie renouvelable.

Dans une déclaration commune adressée en novembre 2018 aux instances européennes et aux pays membres, les acteurs de la filière géothermique demandent également que soit intensifié le soutien à la recherche, au développement et à l'innovation dans l'énergie géothermique, et de lancer une grande campagne européenne d'exploration géothermique. Le manque de connaissance du sous-sol profond est jugé comme un obstacle important au développement de projets géothermiques. Ils considèrent indispensable la levée de ces obstacles pour que la filière puisse contribuer de manière significative aux objectifs climatiques de l'UE aux horizons de 2030 et 2050. ■

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)



Source : EurObserv'ER 2018



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. On distingue trois grandes familles de PAC en fonction de la source froide utilisée. Les PAC aérothermiques sont celles où la source froide est l'air (air ambiant, air extrait ou air intérieur). Les PAC

géothermiques rassemblent les systèmes dont la source froide est le sol et les PAC hydrothermiques les systèmes dont la source froide est l'eau (eau de nappe phréatique, de rivière ou de lac). Par souci de simplicité, la famille des PAC hydrothermiques est assimilée dans les indicateurs EurObserv'ER à la famille des PAC géothermiques.

Dans le cas des PAC géothermiques, le mode de diffusion de la chaleur se fait par un circuit de chauffage de type plancher chauffant ou radiateurs basse ou haute températures. On parle alors de PAC sur vecteur eau. Les modes de diffusion de chaleur des PAC aérothermiques sont plus diversifiés. Certaines PAC aérothermiques, à l'instar des PAC géothermiques,

utilisent le vecteur eau comme mode de diffusion de la chaleur. Elles sont alors de type air-eau. D'autres utilisent des systèmes qui soufflent de l'air chaud : on parle alors de PAC de type air-air. Ces dernières fonctionnent quasiment toutes en mode réversible et, dans les pays à climat chaud, la fonction de refroidissement est souvent le mode d'usage principal. Les PAC air-air réversibles représentent une part très importante des ventes de systèmes de l'Union européenne. Leur puissance unitaire est généralement beaucoup plus faible que celle des PAC sur vecteur eau.

Il convient de préciser que tous les types de PAC ne produisent pas la même quantité d'énergie renouvelable. Leur production dépend de la source énergétique auxiliaire utilisée pour faire fonctionner le compresseur (du mix du système électrique dans le pays), de la source froide utilisée (sol, eau, air), du mode (chaleur ou refroidissement), de la durée d'utilisation et de la zone climatique dans laquelle les PAC sont installées. Pour aider les pays membres à mesurer la production d'énergie

renouvelable issue de leur parc de PAC, la Commission européenne a publié en mars 2013 un guide méthodologique établissant les lignes directrices relatives au calcul de la part d'énergie renouvelable produite à partir des différentes technologies de pompes à chaleur, conformément à l'article 5 de la directive 2009/28/CE.

LE MARCHÉ DE LA PAC DESTINÉE AU CHAUFFAGE SE PORTE BIEN

La filière européenne des pompes à chaleur pour les usages de chauffage et de refroidissement s'appuie depuis plusieurs années sur des marchés solides. Selon EurObserv'ER, plus de 3,5 millions de systèmes ont été vendus dans l'Union européenne durant l'année 2017, soit 4,4 % de plus qu'en 2016. Cette croissance aurait pu être beaucoup plus importante, n'eût été la baisse du marché italien, principal marché européen, essentiellement tourné en volume vers les besoins de refroidissement.

Sur ce total, environ un tiers des PAC est destiné à couvrir prioritairement des besoins

de chauffage (1,1 million selon l'Ehpa). Les deux tiers restant sont davantage représentatifs des besoins de refroidissement dans les pays à climat chaud (Italie, Espagne, Portugal, sud de la France notamment). Cette ambivalence des usages soulève des problèmes de comparaisons statistiques entre les différents marchés de l'Union européenne, d'autant plus que les PAC air-air réversibles sont utilisées en mode chauffage dans les pays du nord de l'Europe (en Suède, au Danemark et en Finlande).

Les PAC aérothermiques de type air-air réversibles représentent toujours l'essentiel des ventes sur le marché européen, avec 3,1 millions de systèmes vendus en 2017, soit environ 100 000 pièces de plus qu'en 2016 (+ 3,3 %). L'augmentation plus mesurée du marché européen des PAC air-air réversibles s'explique uniquement par une moindre performance du marché italien (- 7,2 % par rapport à 2016), qui, du fait de sa taille (45 % du marché européen des





PAC air-air réversibles en 2017), impacte les chiffres globaux de l'Union européenne. Le marché italien est un marché spécifique car il est en volume essentiellement tourné vers les besoins de refroidissement. Sa baisse peut s'expliquer par un effet de satura-

tion après la très forte croissance enregistrée en 2016 (+ 55,4 %), liée à un été caniculaire. L'augmentation des besoins de confort d'été est actuellement le principal moteur du marché de la PAC air-air réversible en France, en Espagne et au Portugal.

Le marché des PAC aérothermiques sur vecteur eau répond spécifiquement aux besoins de chauffage. Les ventes sont en constante augmentation depuis 2013 et ont même accéléré en 2017. Elles ont augmenté de 18,3 % en 2017, soit plus de 300 000 pièces

vendues (300 756 recensées dans 21 pays de l'UE), après avoir déjà augmenté de 13 % en 2016.

Quant au marché des PAC géothermiques (qui inclut dans notre étude les PAC hydrothermiques), il est selon EurObserv'ER resté

stable en 2017 (- 0,6 %). La tendance de ce marché n'est cependant pas homogène au niveau des pays européens. Il retrouve des couleurs au Royaume-Uni, en Belgique et aux Pays-Bas, se stabilise enfin en France, en Autriche et en Suède. Il tend cependant à

se contracter en Finlande et au Danemark, pays où historiquement la PAC géothermique est bien implantée.

1

Marché de la pompe à chaleur aérothermique en 2016 et 2017* (nombre d'unités vendues)

	2016				2017			
	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	1 541 200	1 511 400	29 800	0	1 440 000	1 403 000	37 000	0
Espagne	792 088	781 116	10 972	0	912 378	901 406	10 972	0
France	446 745	372 270	74 475	0	487 090	405 390	81 700	0
Portugal	129 136	128 611	525	0	144 666	144 141	525	0
Suède	78 413	55 000	8 099	15 314	81 355	55 000	9 035	17 320
Pays-Bas	69 797	58 618	11 179	0	80 026	60 168	19 858	0
Allemagne	60 970	0	48 501	12 469	71 138	0	57 638	13 500
Belgique	37 812	32 350	5 462	0	55 528	49 190	6 338	0
Finlande	51 672	45 742	3 709	2 221	54 141	47 281	4 138	2 722
Danemark	25 209	21 396	3 784	29	41 793	35 504	6 125	164
Royaume-Uni	16 058	0	16 058	0	19 260	0	18 935	325
Pologne	8 756	3 546	5 160	50	16 370	8 280	8 080	10
Estonie	15 010	13 700	1 280	30	15 010	13 700	1 280	30
Rép. tchèque	10 862	0	10 827	35	13 778	0	13 718	60
Autriche	12 131	0	12 076	55	13 764	0	13 689	75
Irlande	4 457	0	4 398	59	4 457	0	4 398	59
Slovénie	5 200	0	5 200	0	3 200	0	3 200	0
Slovaquie	1 888	158	1 730	0	2 554	306	2 248	0
Lituanie	890	0	890	0	1 498	0	1 474	24
Hongrie	180	70	105	5	650	320	325	5
Luxembourg	80	0	80	0	80	0	80	0
Total UE 28	3 308 553	3 023 976	254 310	30 267	3 458 736	3 123 686	300 756	34 294

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. * Estimation. *Source* : EurObserv'ER 2018

2

Marché de la pompe à chaleur géothermique* en 2016 et 2017** (nombre d'unités vendues)

	2016	2017
Suède	22 843	22 641
Allemagne	20 789	20 170
Finlande	8 491	7 986
Pologne	5 390	5 660
Autriche	5 228	5 230
Pays-Bas	4 065	4 806
France	3 095	3 100
Royaume-Uni	1 920	2 358
Danemark	2 248	2 143
Belgique	1 600	1 963
Estonie	1 750	1 750
Rép. tchèque	1 521	1 561
Italie	857	860
Lituanie	770	633
Slovénie	700	598
Irlande	371	291
Hongrie	800	220
Slovaquie	242	168
Luxembourg	116	116
Espagne	77	95
Portugal	25	52
Bulgarie	0	0
Total UE 28	82 898	82 401

* Pompes à chaleur hydrothermiques incluses. ** Estimation. *Source* : EurObserv'ER 2018



3

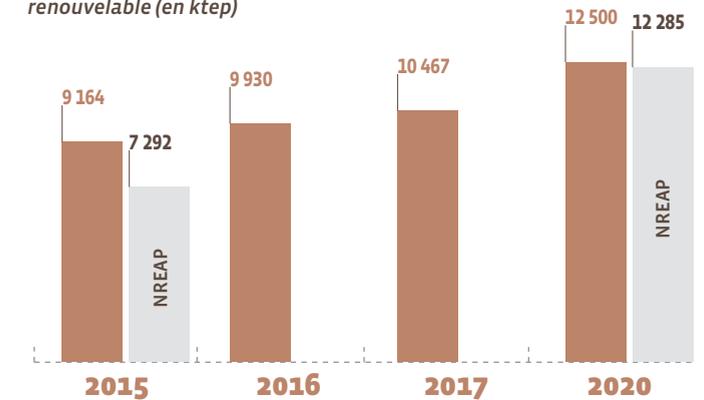
Parc des pompes à chaleur en opération dans l'Union européenne en 2016 et en 2017*

	2016			2017		
	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC
Italie	19 045 000	14 220	19 059 220	19 520 000	14 200	19 534 200
France	5 085 653	151 770	5 237 423	5 572 743	154 870	5 727 613
Espagne	2 289 432	1 293	2 290 725	3 201 810	1 388	3 203 198
Suède	1 057 666	514 038	1 571 704	1 136 341	525 678	1 662 019
Allemagne	551 958	339 946	891 904	616 569	358 181	974 750
Finlande	629 480	102 995	732 475	683 621	110 981	794 602
Portugal	384 080	857	384 937	528 746	909	529 655
Pays-Bas	316 899	50 943	367 842	393 922	54 846	448 768
Danemark	272 470	60 691	333 161	290 254	61 204	351 458
Bulgarie	214 971	4 272	219 243	214 971	4 272	219 243
Autriche	79 065	99 547	178 612	92 808	103 120	195 928
Royaume-Uni	130 852	29 183	160 035	150 112	31 541	181 653
Belgique	91 938	9 374	101 312	147 466	11 337	158 803
Estonie	116 717	12 375	129 092	131 727	14 125	145 852
Pologne	45 361	41 995	87 356	61 731	47 655	109 386
Rép. tchèque	54 975	23 149	78 124	68 753	24 710	93 463
Slovénie	24 900	10 050	34 950	27 900	10 648	38 548
Irlande	13 484	3 824	17 308	17 941	4 115	22 056
Slovaquie	8 495	3 315	11 810	11 049	3 483	14 532
Lituanie	2 760	4 463	7 223	4 258	5 096	9 354
Hongrie	5 400	1 310	6 710	6 050	1 530	7 580
Luxembourg	1 309	555	1 864	1 389	671	2 060
Total UE 28	30 422 864	1 480 165	31 903 029	32 880 160	1 544 560	34 424 720

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. * Estimation. *Source* : EurObserv'ER 2018

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)



Source : EurObserv'ER 2018

UNE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DE 10,5 MTEP EN 2017

L'outil Shares d'Eurostat, qui sert à calculer le suivi des objectifs énergies renouvelables, s'il ne fournit pas d'indicateur de marché, précise dans sa version détaillée la puissance des parcs de PAC éligibles à la production d'énergie renouvelable. Ces données permettent de déterminer la quantité d'énergie renouvelable délivrée par les PAC selon la méthodologie et les critères définis par la directive énergie renouvelable. Selon Shares, cette contribution était de 10 467 ktep en 2017, soit une augmentation de 537 ktep par rapport à 2016. Les PAC font donc partie des technologies qui, à l'échelle de l'Union européenne, contribuent le plus à l'augmentation de la chaleur renouvelable. Elles constituent également la principale technologie renouvelable capable de répondre aux besoins de rafraîchissement.

UNE ROUTE DÉSORMAIS TRACÉE JUSQU'À 2030

Pour les prochaines années, de grandes tendances concourent à une montée en puissance de cette technologie, avec des signaux réglementaires et politiques favorables à une électrification plus poussée des besoins de chaleur. Sur le plan technologique, les progrès réalisés sur la dernière décennie ont ouvert de nouvelles opportunités de croissance. Les PAC dites de haute température sont désormais capables de fonctionner efficacement avec des températures extérieures négatives. Ces progrès ont permis de favoriser leur déploiement dans un nombre

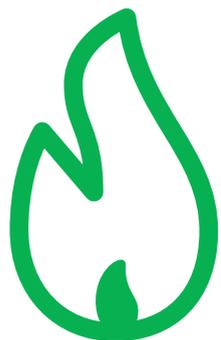
plus important de bâtiments et de s'attaquer beaucoup plus frontalement au marché de la rénovation.

Les pompes à chaleur profitent également d'une combinaison gagnante avec l'essor de l'autoconsommation photovoltaïque, qu'elle soit individuelle ou collective. La possibilité de produire soi-même sa propre électricité à un coût inférieur à celui du réseau commence à influencer le marché du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire. Le développement de l'autoconsommation photovoltaïque favorise également le marché des pompes à chaleur aérothermiques réversibles, les pics de production de l'électricité solaire étant directement corrélés aux besoins de confort d'été.

L'article 23 de la nouvelle directive énergies renouvelables 2018/2001 adoptée le 11 décembre 2018, impactera directement la trajectoire de développement de la filière pompes à chaleur. Il précise

qu'afin de faciliter la pénétration des énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement, chaque État-membre doit suivre une augmentation annuelle de la part des énergies renouvelables dans ces usages. La valeur indicative retenue est de 1,3 point de pourcentage en moyenne annuelle calculée pour les périodes suivantes : 2021-2025 et 2026-2030, et ce à partir du niveau atteint en 2020, exprimé en part nationale de la consommation finale d'énergie.

De manière générale, la nouvelle législation européenne constitue un signal extrêmement positif pour les industriels de la PAC. La route est désormais tracée jusqu'en 2030. À la filière pompes à chaleur de répondre aux ambitions énergies renouvelables de l'Union européenne. ■



LE BIOGAZ

La méthanisation est un processus naturel de dégradation biologique de la matière organique dans un milieu sans oxygène due à l'action de multiples micro-organismes. Le biogaz de méthanisation provenant de la fermentation anaérobie est décomposé en trois sous-filières segmentées selon l'origine et le traitement des déchets. Il comprend la méthanisation de boues de stations d'épuration des eaux usées (gaz de digestion des boues), le biogaz des installations de stockage de déchets non dangereux (biogaz de décharge) et la méthanisation de déchets non dangereux ou de matières végétales brutes (autres biogaz). Une quatrième filière biogaz fait également l'objet d'un suivi dans les nomenclatures internationales. Il est cette fois issu d'un processus de traitement thermique ("biogaz provenant de procédés thermiques") par pyrolyse ou par gazéification de la biomasse solide (bois, résidus forestiers, déchets ménagers solides et fermentescibles). Ces procédés permettent la production d'hydrogène (H₂) et de monoxyde de carbone (CO) qui,

recombinés, donnent un biogaz de synthèse, substitut au gaz naturel (CH₄). De telles filières sont actuellement recensées en Finlande, au Danemark, en Espagne, en Italie et en Belgique, et de nouveaux projets sont en cours, comme aux Pays-Bas. Par commodité, et du fait de leur faible niveau de production, EurObserv'ER a intégré cette production dans la catégorie "autres biogaz".

16,6 MILLIONS DE TEP PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

En 2017, la production d'énergie primaire à partir de biogaz au sein de l'Union européenne a faiblement augmenté (+ 0,4 % par rapport à 2016). Selon Eurostat, elle a atteint 16 812 ktep, contre 16 742 ktep en 2016. Cette évolution est en phase avec la décélération de la croissance amorcée par la filière depuis 2011. En effet, après avoir atteint un pic de croissance en 2011 (+ 21,9 % par rapport à 2010), le rythme de croissance de la production d'énergie primaire a constamment diminué. Cette tendance s'explique par la mise en place de réglementations moins favo-

rables à l'utilisation des cultures alimentaires (comme le maïs), par la limitation de la puissance allouée aux appels d'offres biogaz et par des conditions de rémunération de l'électricité biogaz beaucoup moins incitatives. Ainsi, la tendance générale des principaux pays producteurs est à la décélération (Royaume-Uni, Pologne, Italie), voire à une diminution de la production (Allemagne, Autriche). Mais le biogaz connaît encore une croissance à deux chiffres dans quatre pays : au Danemark (+ 34,0 %, avec un total 389 Ktep), en France (+ 14,0 %, avec 899,5 ktep) en Finlande (+ 11,1 %, avec 124,5 ktep) et en Estonie (+ 20,5 %, avec 12,9 ktep). La France est le pays dont la production a le plus augmenté en 2017 (+ 110,7 ktep). Le cadre plus incitatif commence à porter ses fruits (tarif d'achat pour l'injection, tarif d'achat revalorisé pour les petites installations de moins de 500 kW, appel d'offres pour les plus de 500 kW), malgré la limitation réglementaire de l'apport des cultures alimentaires dans la production. En effet, les installations de méthanisation de déchets non dangereux ou de matières végétales brutes



peuvent être approvisionnées par des cultures alimentaires ou énergétiques, cultivées à titre de cultures principales, dans une proportion maximale de 15 % du tonnage brut des intrants par année civile.

Selon Eurostat, le biogaz de méthanisation de déchets non dangereux et de matières brutes végétales

(catégorie "autres biogaz") représente désormais les trois quarts (75 %) de la production de biogaz (74,9 % en 2016). Cette augmentation se fait au détriment du biogaz de décharge (de 16 % à 15,4 %). Tandis que la production du biogaz de boues d'épuration augmente légèrement en 2017 (de 8,2 % à 8,3 %). La part du biogaz thermique passe elle de 1,0 à 1,3 %.

Si la production d'énergie primaire n'a pas ou peu augmenté à l'échelle de l'Union européenne, cela n'a pas été le cas pour la production d'énergie finale, ce qui signifie de moindres pertes dans le secteur de la transformation. Selon Eurostat, la production d'électricité biogaz a atteint 63,4 TWh en 2017, contre





1

Production primaire de biogaz de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en ktep)

	2016					2017				
	Biogaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total	Biogaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total
Allemagne	83,5	464,3	7 547,2	0,0	8 095,0	132,0	460,4	7 252,1	0,0	7 844,6
Royaume-Uni	1 400,8	303,4	938,7	0,0	2 642,9	1 277,1	311,6	1 130,2	0,0	2 718,9
Italie	365,5	53,1	1 449,9	6,6	1 875,1	349,8	53,5	1 488,0	6,4	1 897,7
France	290,1	25,4	473,3	0,0	788,8	311,1	27,4	561,0	0,0	899,5
Rép. tchèque	25,4	41,5	534,0	0,0	601,0	23,1	43,1	541,4	0,0	607,7
Pays-Bas	16,2	57,6	244,9	0,0	318,6	16,9	57,6	246,4	0,0	320,8
Autriche	3,7	15,1	287,6	0,0	306,4	2,4	14,5	229,1	0,0	246,1
Danemark	4,7	25,2	186,2	74,2	290,3	4,7	26,3	235,5	122,5	389,0
Pologne	57,6	119,8	83,7	0,0	261,1	48,0	115,0	117,5	0,0	280,6
Espagne	138,6	62,1	20,5	23,9	245,2	149,9	64,7	22,8	23,9	261,4
Belgique	21,9	26,3	179,8	5,9	233,9	20,0	24,9	174,1	5,3	224,3
Suède	6,7	75,6	91,2	0,0	173,5	4,7	78,6	94,6	0,0	177,8
Slovaquie	11,9	10,6	129,4	0,0	151,8	9,9	12,5	130,1	0,0	152,5
Finlande	22,8	15,1	25,0	49,3	112,1	20,9	16,1	31,4	56,1	124,5
Grèce	72,5	16,6	12,6	0,0	101,7	68,8	16,1	22,2	0,0	107,1
Lettonie	7,8	2,6	79,5	0,0	89,9	8,1	2,4	82,7	0,0	93,2
Hongrie	18,4	23,2	46,9	0,0	88,6	15,1	29,0	47,9	0,0	91,9
Portugal	68,2	2,7	9,4	0,0	80,3	73,5	3,0	8,6	0,0	85,1
Bulgarie	0,1	0,2	59,7	0,0	60,0	0,0	2,8	44,0	0,0	46,8
Irlande	38,9	8,4	7,5	0,0	54,8	38,1	9,2	7,2	0,0	54,6
Croatie	5,3	3,5	37,9	0,0	46,6	5,0	3,5	55,3	0,0	63,8
Lituanie	8,5	7,5	16,0	0,0	32,0	5,1	7,2	19,9	0,0	32,2
Slovénie	3,7	2,2	24,3	0,0	30,2	1,9	2,1	21,8	0,0	25,7
Luxembourg	0,0	2,3	17,6	0,0	19,9	0,0	1,8	18,7	0,0	20,5
Roumanie	0,0	0,0	17,7	0,0	17,7	0,0	0,0	18,0	0,0	18,0
Chypre	0,0	0,6	11,1	0,0	11,8	0,0	0,7	11,4	0,0	12,0
Estonie	7,2	3,5	0,0	0,0	10,7	9,5	3,4	0,0	0,0	12,9
Malte	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	2,3	0,0	2,3
Total UE 28	2 679,9	1 368,5	12 533,3	159,9	16 741,6	2 595,5	1 387,4	12 614,4	214,3	16 811,6

Source : Eurostat

62,8 TWh en 2016, soit une augmentation de 1,0 %. La valorisation sous forme de chaleur a augmenté plus rapidement. La chaleur dérivée (issue du secteur de la transformation) a quant à elle atteint 757,2 ktep fin 2017 (695,9 ktep fin 2016), en croissance de 8,8 %. À cela s'ajoute la consommation d'énergie finale (ne transitant pas par le secteur de la transformation), qui est estimée à 3 millions de tep fin 2017 (+ 3,4 % par rapport à 2016).

Le biogaz 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, mais il peut également être utilisé par les véhicules au gaz naturel (bioGNV) ou bien encore injecté dans le réseau de gaz naturel après épuration et odorisation. Ces dernières années, l'injection de biométhane est devenue une tendance importante du marché du biogaz. Selon l'Observatoire européen du biométhane, la filière européenne comptait, fin 2017, pas moins de 542 unités produisant du biométhane (528 dans l'Union européenne, 35 en Suisse et 9 en Norvège). La très grande majorité de ces unités injecte directement le biométhane dans le réseau.

L'Allemagne est le pays disposant du plus grand nombre d'unités de biométhane - 203 fin 2017 -, suivie par la Suède (67) et le Royaume-Uni (85). En France, l'injection dans les réseaux se développe actuellement à un rythme soutenu. Selon les tableaux de bord du Sdes (Service de la donnée et des études




2

Production brute d'électricité à partir de biogaz de l'Union européenne en 2016 et 2017 (en GWh)

	2016			2017		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	9 223,1	24 480,4	33 703,5	7 911,0	25 968,0	33 879,0
Italie	3 073,2	5 185,5	8 258,7	2 961,1	5 338,0	8 299,1
Royaume-Uni	7 024,6	711,1	7 735,7	6 937,2	784,6	7 721,8
Rép. tchèque	49,2	2 539,8	2 589,0	41,3	2 598,0	2 639,3
France	661,2	1 306,7	1 967,9	382,3	1 709,2	2 091,5
Pologne	0,0	1 027,6	1 027,6	0,0	1 096,4	1 096,4
Espagne	726,0	180,1	906,0	742,0	199,0	941,0
Belgique	93,0	893,0	986,0	72,3	866,0	938,3
Pays-Bas	34,0	958,8	992,8	29,7	893,6	923,3
Danemark	0,8	565,4	566,1	1,0	685,1	686,0
Autriche	597,3	68,5	665,9	562,7	67,4	630,1
Slovaquie	114,0	462,0	576,0	86,0	508,0	594,0
Finlande	222,3	174,6	396,8	231,6	179,6	411,2
Lettonie	0,0	396,9	396,9	0,0	405,4	405,4
Hongrie	90,2	243,1	333,3	88,0	246,0	334,0
Croatie	26,4	211,0	237,3	24,1	285,6	309,7
Grèce	32,8	236,9	269,6	51,0	249,2	300,2
Portugal	267,8	16,7	284,6	269,6	16,9	286,5
Bulgarie	96,4	94,4	190,8	93,0	122,8	215,8
Irlande	160,9	44,2	205,1	155,0	42,6	197,7
Slovénie	2,3	139,8	142,1	1,1	129,0	130,1
Lituanie	0,0	122,7	122,7	0,0	127,2	127,2
Luxembourg	0,0	72,7	72,7	0,0	72,4	72,4
Roumanie	35,9	29,0	64,9	38,1	28,6	66,7
Chypre	0,0	52,0	52,0	0,0	51,8	51,8
Estonie	0,0	45,0	45,0	0,0	41,8	41,8
Suède	0,1	11,0	11,1	0,0	11,0	11,0
Malte	0,0	8,3	8,3	0,0	9,7	9,7
Total UE 28	22 531,4	40 277,2	62 808,7	20 678,1	42 732,9	63 411,0

Source : Eurostat

3

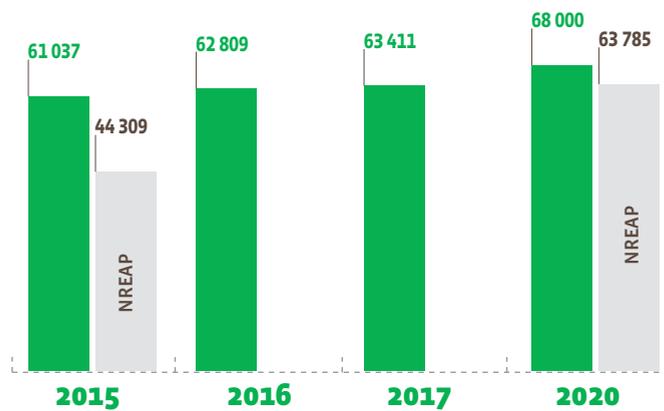
Production de chaleur à partir de biogaz de l'Union européenne en 2016 et 2017 (en ktep) dans le secteur de la transformation*

	2016			2017		
	Centrales thermiques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales thermiques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Italie	0,2	207,8	208,0	0,1	225,9	226,0
Allemagne	68,8	153,8	222,5	60,0	154,7	214,7
Danemark	14,8	62,6	77,4	19,1	79,9	99,0
France	5,8	40,0	45,8	14,2	47,9	62,1
Lettonie	0,0	22,7	22,7	0,0	23,9	23,9
Pologne	0,3	13,8	14,1	0,3	21,0	21,3
Finlande	7,0	12,9	19,8	6,0	15,1	21,2
Rép. tchèque	0,0	14,3	14,3	0,0	17,2	17,2
Slovaquie	0,0	11,2	11,2	0,1	13,0	13,1
Suède	3,1	3,5	6,5	7,1	3,3	10,4
Belgique	0,0	10,2	10,2	0,0	8,9	8,9
Croatie	0,0	6,8	6,8	0,0	7,8	7,8
Pays-Bas	0,0	6,5	6,5	0,0	6,4	6,4
Slovénie	0,0	6,6	6,6	0,0	5,3	5,3
Roumanie	0,4	3,5	3,9	1,6	3,3	4,9
Autriche	1,6	4,2	5,9	1,2	2,5	3,7
Bulgarie	0,0	3,2	3,2	0,0	3,3	3,3
Luxembourg	0,0	2,0	2,0	0,0	2,0	2,0
Lituanie	0,0	2,2	2,2	0,0	2,0	2,0
Hongrie	0,2	3,8	3,9	0,0	1,8	1,8
Chypre	0,0	1,2	1,2	0,0	1,3	1,3
Estonie	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,6
Malte	0,0	0,2	0,2	0,0	0,4	0,4
Irlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	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
Portugal	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 28	102,1	593,8	695,9	109,7	647,5	757,2

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



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 2018

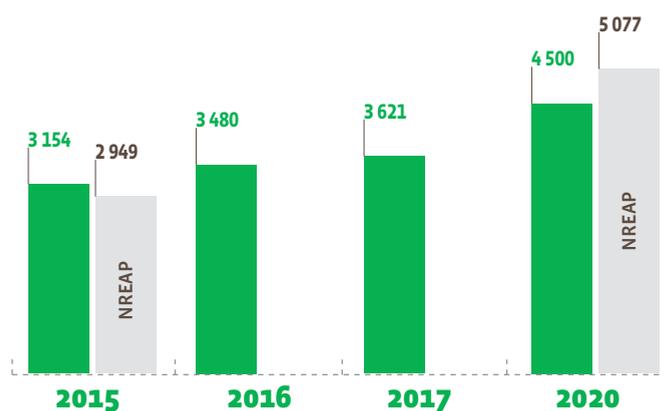
statistiques), 44 installations injectaient dans le réseau de gaz fin 2017, pour une capacité maximale de production de 696 GWh par an. Au 31 septembre 2018, on comptabilisait 67 installations pour une capacité maximale de production de 1 048 GWh par an. La Suède est un cas particulier, car seules 27 % de ces unités injectent directement dans le réseau. Là, l'essentiel du biométhane produit est utilisé dans les transports routiers du pays. Selon Statistics Suède, 111 ktep de biométhane ont ainsi été directement consommés dans les transports en 2017, contre 98,9 ktep en 2016.

UN OBJECTIF RÉALISABLE DE 30 MTEP D'ICI 2030

La décision des principaux pays européens producteurs de biogaz de réduire ou d'encadrer l'utilisation des cultures énergétiques a fortement impacté les scénarios de croissance de la filière biogaz. Ces derniers sont aujourd'hui liés davantage, au moins jusque 2030, à une valorisation optimisée des déchets fermentescibles qu'à une utilisation accrue de cultures énergétiques.

Dans une vision de long terme, des choix de stratégies énergétiques devront rapidement être engagés en vue de mettre en place une économie climatiquement neutre, en ligne avec les accords de Paris. La Commission européenne, à la demande du Conseil européen, a apporté une première réponse le 28 novembre 2018 sous la forme d'une communication intitulée "Une vision européenne stratégique à long terme pour une planète propre pour tous" et appelant à atteindre la neu-

5
Tendance actuelle de la consommation de chaleur biogaz par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en ktep)



Source : EurObserv'ER 2018



tralité carbone d'ici 2050. Cette communication est accompagnée d'une analyse en profondeur : "In-depth Analysis in Support of the Commission Communication COM (2018) 73". Selon la Commission, atteindre une économie climatiquement neutre d'ici 2050 est réalisable d'un point de vue technologique, économique et social mais nécessitera de profondes transformations sociétales et économiques en l'espace d'une génération. L'analyse en profondeur de la Commission met en avant huit scénarios qui prévoient des réductions d'émissions plus ou moins fortes dans les différents secteurs économiques pour aboutir à des niveaux d'ambition différents. Ces niveaux vont de la diminution des

émissions de gaz à effet de serre de 80 % en 2050 par rapport à 1990 (stratégie facteur 4) jusqu'à la neutralité carbone en 2050. Le point commun de ces scénarios est que chacun d'eux octroie un rôle important aux gaz renouvelables.

La Commission estime que la contribution du biogaz de méthanisation pourrait augmenter de 16 Mtep en 2015 à 30 Mtep d'ici 2030 (incluant une faible part de biogaz "thermique"), et selon les scénarios étudiés pourrait varier d'ici 2050 de 45 Mtep (scénario EE) à 79 Mtep (scénario P2X). L'e-gaz (le biométhane produit par électrolyse) ajouterait 91 Mtep en 2050 selon un scénario, et entre 40 et 50 Mtep selon les autres scénarios

ayant exploré son utilisation à grande échelle. Les professionnels des différentes filières de gaz renouvelable se disent prêts à aider la Commission européenne à concrétiser ces scénarios. Ils rappellent les avantages des réseaux de distribution de gaz pour gérer les fluctuations de la production d'électricité renouvelable. Ils mettent notamment en avant la facilité technique et les capacités de stockage des réseaux de distribution de gaz, les avantages d'une infrastructure énergétique hybride, bâtie sur une construction renforcée des réseaux de gaz et d'électricité qui constitueront, selon eux, l'épine dorsale d'un système énergétique européen décarboné. ■



LES BIOCARBURANTS

La période d'incertitude sur le devenir des biocarburants a pris fin avec le compromis final de la nouvelle directive énergies renouvelables. L'encadrement formalisé de leur développement devrait permettre de mieux structurer la filière dans le sens premier des objectifs du prochain paquet climat-énergie, à savoir la lutte contre le réchauffement climatique. Ce dénouement attendu se ressent au niveau des chiffres de consommation de biocarburant dans les transports. Après plusieurs années de stabilisation, elle repart à la hausse en 2017 (+ 8,0 %), pour atteindre 15,4 Mtep.

Le temps de la réflexion et de la concertation sur la contribution des énergies renouvelables dans les transports et de la place des "agrocultures" (produits à partir de cultures alimentaires) dans cette contribution a été pris. La nouvelle directive énergie renouvelable 2018/2001 (RED II) du 11 décembre 2018 donne le cadre de développement de la filière au moins jusque 2030. À cet horizon, chaque État-membre devra imposer aux fournisseurs de carburant

de veiller à ce que la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports soit d'au moins 14 % (part minimale), selon une trajectoire indicative fixée par l'État-membre. Une clause ouvre la possibilité de réviser à la hausse l'objectif d'ici 2023. Concernant les transports, il a été décidé de maintenir la contribution maximale des agrocultures, biodiesel et bioéthanol produits à partir de plantes vivrières à 7 %, soit le même plafond que celui de 2020 décidé par la directive dite Casi (directive 2015/1513) du 9 septembre 2015. La RED II a également fixé des objectifs contraignants en matière d'incorporation des biocarburants avancés et de biogaz, non issus de cultures alimentaires, soit une part minimale de 0,2 % en 2022, d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 3,5 % d'ici 2030.

LA CONSOMMATION DE L'UE EN HAUSSE DE 8,0 %

Si la feuille de route des biocarburants à l'horizon 2030 est désormais très encadrée, le niveau de consommation actuelle et la confirmation du plafond de 7 % pour les



biocarburants issus de cultures alimentaires ouvrent encore des débouchés au secteur.

La consommation totale de biocarburant, certifié durable ou non, après avoir légèrement augmenté en 2016, a crû beaucoup plus nettement en 2017. La consommation de biocarburants dans son ensemble a augmenté de 8,0 % entre 2016 et 2017, pour s'établir à 15 392,8 ktep, soit un gain de 1 135,8 ktep par rapport à 2016. Toutes les grandes catégories de biocarburant ont vu leur consommation progresser mais, parmi les deux principales, c'est la catégorie biodiesel (qui inclut le biodiesel de synthèse HVO) qui a augmenté le plus rapidement, soit un gain de 991,8 ktep par rapport à 2016 (+ 8,6 %). Dans le même temps, la consommation de bioéthanol n'a progressé que de 128,9 ktep (+ 4,9 %). La consommation de biogaz carburant destinée aux motorisations GNV (véhicule gaz naturel) a été recensée pour cinq pays : la Suède, l'Allemagne, la Finlande, l'Autriche et le Danemark. Elle est également en


1

Consommation de biocarburants destinés au transport dans l'Union européenne en 2016 (en ktep)

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	476,0	2 639,2	0,0	0,0	3 115,3	100 %
Allemagne	744,9	1 808,8	31,8	2,2	2 587,7	98 %
Suède	109,3	1 268,6	98,9	0,0	1 476,7	100 %
Espagne	134,1	1 029,8	0,0	0,0	1 163,9	100 %
Italie	32,5	1 008,5	0,0	0,0	1 041,0	100 %
Royaume-Uni	386,4	630,2	0,0	0,0	1 016,5	100 %
Autriche	57,1	481,1	0,4	0,0	538,6	97 %
Pologne	167,7	289,8	0,0	0,0	457,4	100 %
Belgique	43,1	391,0	0,0	0,0	434,1	100 %
Rép. tchèque	48,4	252,7	0,0	0,0	301,1	100 %
Portugal	26,3	231,2	0,0	2,2	259,7	100 %
Roumanie	81,3	175,9	0,0	0,0	257,2	100 %
Pays-Bas	120,6	123,8	0,0	0,0	244,4	97 %
Danemark	0,0	235,6	0,1	0,0	235,7	100 %
Hongrie	43,8	142,1	0,0	0,0	185,9	100 %
Finlande	67,6	110,3	0,2	0,0	178,1	100 %
Bulgarie	32,9	127,3	0,0	0,0	160,2	100 %
Grèce	0,0	149,5	0,0	0,0	149,5	33 %
Slovaquie	15,5	129,2	0,0	0,0	144,8	98 %
Irlande	31,6	86,8	0,0	0,0	118,5	100 %
Luxembourg	8,8	78,2	0,0	0,1	87,1	100 %
Lituanie	6,4	50,1	0,0	0,0	56,5	100 %
Slovénie	4,3	13,8	0,0	0,0	18,2	100 %
Lettonie	8,3	2,0	0,0	0,0	10,3	100 %
Chypre	0,0	8,8	0,0	0,0	8,8	99 %
Malte	0,0	6,1	0,0	0,0	6,1	100 %
Estonie	2,6	0,0	0,0	0,0	2,6	0 %
Croatie	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	100 %
Total UE 28	2 649,6	11 471,5	131,4	4,5	14 257,0	99 %

* Huiles végétales utilisées pures et biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/CE.
Sources : EurObserv'ER 2018, Shares pour % conforme

2

Consommation de biocarburants destinés au transport dans l'Union européenne en 2017 (en ktep)

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	537,3	2 797,7	0,0	0,0	3 335,0	100 %
Allemagne	733,4	1 842,6	38,3	0,6	2 614,9	98 %
Suède	99,1	1 460,6	111,1	0,0	1 670,8	100 %
Espagne	138,0	1 231,5	0,0	0,0	1 369,5	100 %
Italie	33,1	1 028,8	0,0	0,0	1 061,9	100 %
Royaume-Uni	383,2	636,5	0,0	0,0	1 019,7	100 %
Pologne	176,2	428,7	0,0	0,0	604,9	100 %
Autriche	56,0	410,3	0,3	0,0	466,6	96 %
Belgique	96,7	368,4	0,0	0,0	465,1	100 %
Finlande	80,7	311,0	0,3	0,0	392,1	99 %
Rép. tchèque	59,3	254,5	0,0	0,0	313,8	100 %
Pays-Bas	129,0	182,6	0,0	0,0	311,5	97 %
Roumanie	91,1	206,1	0,0	0,0	297,2	100 %
Portugal	3,1	239,0	0,0	0,0	242,1	100 %
Danemark	0,0	218,2	0,3	0,0	218,5	100 %
Grèce	0,0	165,9	0,0	0,0	165,9	33 %
Bulgarie	26,7	136,4	0,0	0,0	163,0	100 %
Irlande	44,5	116,1	0,0	0,0	160,6	100 %
Slovaquie	19,6	129,9	0,0	0,0	149,5	100 %
Hongrie	40,0	108,0	0,0	0,0	148,0	100 %
Luxembourg	6,7	103,5	0,0	0,0	110,3	100 %
Lituanie	7,4	53,6	0,0	0,0	61,0	100 %
Slovénie	8,6	15,7	0,0	0,0	24,3	99 %
Lettonie	7,9	1,2	0,0	0,0	9,2	100 %
Chypre	0,0	8,6	0,0	0,0	8,6	100 %
Malte	0,0	7,4	0,0	0,0	7,4	100 %
Estonie	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0 %
Croatie	0,2	0,3	0,0	0,0	0,5	100 %
Total UE 28	2 778,6	12 463,2	150,4	0,6	15 392,8	99 %

* Huiles végétales utilisées pures et biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/CE.
Sources : EurObserv'ER 2018, Shares pour % conforme



augmentation, avec un gain de 9,7 %, passant de 131,4 ktep en 2016 à 150,4 ktep en 2017.

La consommation de biocarburant certifié durable, le seul pouvant être pris en compte dans les objectifs énergies renouvelables et transports de la directive, a été rendu public via l'outil Shares d'Eurostat qui vise à calculer de manière harmonisée la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables. L'avantage de cet outil réside dans le fait que les États-membres doivent utiliser exactement la même méthode pour calculer les valeurs souhaitées. Il empêche les irrégularités provenant des divers paramètres et règles utilisés dans les différentes méthodes de calcul. Selon Shares, la consommation des biocarburants certifiés durables dans les transports s'est établie à 15 191,6 ktep en 2017 (14 081,3 ktep en 2016), soit une augmentation de 1 110,3 ktep par rapport à 2016.

VERS UN DOUBLEMENT POSSIBLE DE LA CONSOMMATION EN 2030

La consommation de bioéthanol et de biodiesel, conventionnelle ou

avancée, va continuer à augmenter à l'échelle de l'Union européenne, et ce en lien avec l'augmentation des taux d'incorporations prévus dans chaque pays membre. Ces taux sont établis soit en contenu énergétique, soit en volume d'incorporation, avec ou non des objectifs spécifiques pour le bioéthanol et le biodiesel. La plupart des États-membres ont fait le choix d'adopter une double comptabilisation pour les biocarburants avancés, comme les y autorise la directive européenne (qui permet d'affecter un coefficient multiplicateur de 2 aux consommations de ce type de biocarburant dans le calcul de l'objectif énergie renouvelable concernant le transport), diminuant de fait le niveau réel d'incorporation. Parmi les pays ayant défini un taux d'incorporation de biocarburant en contenu énergétique pour 2020, on peut citer les exemples de l'Espagne (8,5 %), de la Pologne (8,5 %), de l'Autriche (8,75 %), de la Croatie (8,81 %), de la Grèce (10 %), de l'Italie (10 %), des Pays-Bas (10 %), du Portugal (10 %) et de la Finlande (20 %).

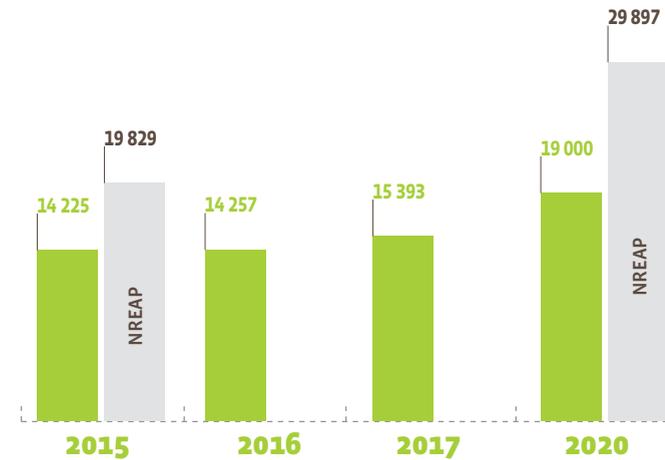
Selon les données de l'étude annuelle GAIN Report de l'USDA Foreign Office, le taux d'incorporation

en contenu énergétique, en excluant la double comptabilité, pourrait atteindre 5,2 % en 2018, soit une part de 3,6 % pour le bioéthanol et de 5,8 % pour le biodiesel. La part des biocarburants issus de cultures alimentaires est elle estimée à 4,1 %, à comparer au plafond des 7 % instauré dans le cadre de la directive Casi à l'horizon 2020 et à plus long terme dans le cadre de la RED II sur la période 2021-2030. La marge de progression théorique pour les biocarburants conventionnels est donc de 2,9 points de pourcentage d'ici 2020. La part en mélange et en contenu énergétiques des biocarburants avancés (non issue de cultures alimentaires) est elle estimée à 1,2 %. 1 % est issu d'huiles de cuisson usagées ou de graisses animales (listées dans la partie B de l'annexe 9 de la directive renouvelable) et 0,2 % provient de sous-produits agricoles et forestiers, notamment issus de matières premières celluloseuses (listées dans la partie A de la même annexe).

Les auteurs du rapport cité précédemment se sont livrés à un travail prospectif. En prenant en considération les relevés

3

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



Source : EurObserv'ER 2018

historiques de consommation de carburants de l'UE et les projections de la Commission européenne pour l'utilisation des carburants dans les transports (issus de sa publication "EU Reference Scenario 2016 Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050") et en les combinant avec le plafond de 7 %, la consommation potentielle maximum de biocarburants issus de cultures alimentaires pourrait théoriquement atteindre 23 Mtep en 2022 puis passer à 21 Mtep en 2030. Ces niveaux de consommation sont théoriques et susceptibles d'être diminués en fonction de la politique des différents États-membres. Ils sont également dépendants de la place qu'accorderont les différents États aux autres sources énergétiques permettant d'atteindre la part obligatoire de 14 % d'énergie renouvelable dans les

transports, associées à différents coefficients multiplicateurs. Les coefficients multiplicateurs proposés sont de 4 pour les énergies renouvelables utilisées dans les véhicules électriques, de 1,5 pour les transports ferroviaires, de 1,2 pour les biocarburants utilisés dans les transports aériens et maritimes et de 2 pour les biocarburants avancés (parties A et B). Les objectifs de la RED II en matière de biocarburants avancés issus de la partie A de l'annexe (biocarburant cellulosique) sont de 0,2 % en 2020, soit le même niveau qu'actuellement. Cependant, cette part devrait passer à 3,5 % d'ici 2030, ce qui permettrait d'amener ce niveau de consommation à un peu plus de 10 Mtep. Ce niveau nécessiterait alors la construction d'une centaine d'usines de production de biocarburant cellulosique, d'une capacité de 200 000 litres

chacune. La consommation de biocarburants avancés issus de matières premières listées dans la partie B (huiles végétales usagées et graisses animales) pourrait, quant à elle, atteindre un peu plus de 5 Mtep d'ici 2022 et se stabiliser à 5 Mtep d'ici 2030. La production maximale théorique des biocarburants dans leur ensemble pourrait donc atteindre les 35 Mtep d'ici 2030, soit plus du double de la consommation mesurée en 2017. Selon les projections d'EurObserv'ER, la consommation de biocarburants utilisés pour les transports sera de 30 Mtep en 2030.

Ces projections demeurent encore dans une large part théoriques. Car si les intentions restent positives, les objectifs fixés dans le cadre de la RED II ne sont pas en pratique contraignants au niveau de chaque État-membre. C'est la Commission européenne qui aura la prérogative de vérifier et de contrôler que les États-membres respectent bien leurs engagements, afin que collectivement au niveau de l'Union européenne le cumul de leurs engagements permette d'atteindre l'objectif commun. Les négociations actent finalement l'existence d'une Europe à deux vitesses entre des pays prêts à intensifier leurs efforts en matière de transition énergétique et des nations d'Europe centrale qui entendent évoluer à leur propre rythme. Cela risque d'aboutir un résultat commun moins ambitieux et très certainement insuffisant pour répondre aux engagements européens de limiter les conséquences du réchauffement. ■



LES DÉCHETS MUNICIPAUX RENOUEVABLES

La production d'énergie primaire des déchets municipaux renouvelables valorisés par les unités d'incinération avec récupération d'énergie (*waste-to-energy plants*) a dans l'Union européenne franchit en 2017 le cap symbolique des 10 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep). Selon Eurostat, cette valorisation s'est établie à 10 059,9 ktep en 2017, soit une croissance de 2,5 % (245,7 ktep de plus qu'en 2016). Ces chiffres ne prennent pas en compte la totalité de la production énergétique valorisée par ces centrales mais uniquement la part biodégradable des ordures ménagères. La valorisation énergétique des déchets ménagers non renouvelables (emballages plastiques, bouteilles d'eau, etc.) représente une production énergétique équivalente, légèrement inférieure. À l'échelle des États-membres, les tendances sont plus contrastées : si la valorisation énergétique des déchets ménagers renouvelables augmente dans une majorité de pays, cinq ont vu leur niveau de production diminuer (voir tableau).

Un avantage de la filière est que les centrales d'incinération sont



le plus souvent situées à proximité de grands centres urbains, à la fois pourvoyeurs de déchets mais également grands consommateurs d'énergie. Cette proximité favorise une utilisation optimale et locale de l'énergie, que ce soit sous forme de chaleur, d'électricité, ou le plus souvent les deux simultanément grâce à la cogénération. La chaleur peut ainsi être plus facilement exportée pour alimenter un réseau de chauffage urbain ou les besoins d'un site industriel.

L'électricité est restée, en 2017, le premier mode de valorisation énergétique des incinérateurs. En prenant uniquement la partie renouvelable des déchets, les centrales d'incinération ont permis la production de 22,2 TWh fin 2017, soit 975 GWh de plus qu'en 2016 (+ 4,6 %). La cogénération est le principal mode de valorisation de ces centrales, avec une part en constante augmentation, liée à une hausse de l'efficacité énergétique des incinérateurs. La part de l'électricité issue de cogénération a ainsi augmenté

1

Production d'énergie primaire à partir de déchets municipaux renouvelables de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en ktep)

	2016	2017
Allemagne	3 102,0	3 216,9
France	1 369,7	1 390,9
Royaume-Uni	820,1	886,6
Italie	870,7	853,2
Suède	832,0	779,1
Pays-Bas	793,6	764,3
Danemark	450,2	467,7
Belgique	370,6	375,1
Finlande	306,2	326,9
Espagne	235,2	259,7
Autriche	199,0	176,7
Portugal	103,7	119,0
Irlande	63,9	103,1
Pologne	61,0	92,5
Rép. tchèque	85,5	92,0
Hongrie	66,1	46,1
Bulgarie	28,9	32,2
Lituanie	21,8	29,4
Slovaquie	19,5	28,5
Luxembourg	12,6	14,1
Lettonie	0,0	3,7
Roumanie	1,7	2,0
Chypre	0,2	0,5
Total UE 28	9 814,2	10 059,9

Source : Eurostat



de 52,4 % en 2015, 53,4 % en 2016 et 56,2 % en 2017.

La chaleur vendue au réseau de chaleur est également en augmentation (+ 4,1 %). Elle atteint 2904,6 ktep en 2017 (2789,8 ktep en 2016). La part de la chaleur issue de cogénération est également en

augmentation, passant de 79,5 % en 2015, à 80,0 % à 80,3 % en 2017.

Au sein de l'Union européenne, on constate de grandes différences concernant la valorisation énergétique des déchets urbains. D'après un indicateur de production d'énergie primaire par habitant, les pays

nordiques (81,4 tep/1000 hab. pour le Danemark, 77,9 tep/1000 hab. pour la Suède, et 59,4 tep/1000 hab. pour la Finlande) et les Pays-Bas (44,7 tep/1000 hab.) sont de loin les plus impliqués dans la valorisation énergétique de leurs déchets ménagers. La démarche est moins développée dans les pays comme



XAVIER SCHNEBEL / SUEZ ENVIRONNEMENT

2

Production brute d'électricité à partir de déchets municipaux renouvelables de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en GWh)

	2016			2017		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales électriques seules	Unités fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	3 601,3	2 328,5	5 929,8	3 309,0	2 647,0	5 956,0
Royaume-Uni	1 892,3	847,4	2 739,8	1 949,2	1 436,4	3 385,6
Italie	1 217,8	1 197,6	2 415,4	1 160,1	1 223,6	2 383,6
France	1 177,2	1 005,8	2 183,0	1 236,8	1 025,0	2 261,8
Pays-Bas	0,0	2 005,1	2 005,1	0,0	1 903,7	1 903,7
Suède	0,0	1 681,0	1 681,0	0,0	1 778,0	1 778,0
Belgique	452,0	497,0	949,0	473,9	498,3	972,2
Danemark	0,0	860,8	860,8	0,0	883,6	883,6
Espagne	641,3	94,3	735,5	674,0	98,0	772,0
Finlande	40,2	479,1	519,2	28,0	528,4	556,4
Portugal	304,8	0,0	304,8	360,3	0,0	360,3
Autriche	250,4	82,8	333,2	247,9	70,2	318,1
Hongrie	178,7	66,4	245,1	83,0	77,0	160,0
Irlande	75,8	0,0	75,8	150,7	0,0	150,7
Rép. tchèque	0,0	98,6	98,6	0,0	114,3	114,3
Pologne	0,0	12,7	12,7	0,0	80,7	80,7
Lituanie	0,0	47,4	47,4	0,0	73,2	73,2
Luxembourg	42,2	0,0	42,2	46,9	0,0	46,9
Slovaquie	0,0	26,0	26,0	0,0	22,0	22,0
UE 28	9 873,9	11 330,5	21 204,4	9 719,8	12 459,3	22 179,1

Source : Eurostat

la France (20,8 tep/1000 hab.), où beaucoup de centrales, de conception plus ancienne, n'ont pas été pensées spécifiquement pour produire de l'énergie, mais pour éliminer des déchets par incinération. Les pays d'Europe centrale et certains pays du sud de l'Union comme l'Espagne ont encore très peu investi dans la valorisation énergétique de

leurs déchets ménagers, avec des ratios le plus souvent inférieur à 10 tep/1000 hab.

Le Royaume-Uni est actuellement un des pays les plus actifs sur le plan de la construction de nouvelles unités d'incinération. Selon le Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS), la production énergétique des déchets

ménagers renouvelables a augmenté au Royaume-Uni de 8,1 % entre 2016 et 2017 (886,6 ktep en 2017) et, par rapport au niveau de production de 2014, l'augmentation est de 71,9 %. Cette énergie a essentiellement été valorisée sous forme d'électricité, dont la production s'établit à 3,4 TWh en 2017 (+ 23,6 %



3

Production de chaleur à partir de déchets municipaux renouvelables en 2016 et 2017 (en ktep) dans le secteur de la transformation*

	2016			2017		
	Centrales thermiques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales thermiques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	271,9	460,5	732,4	284,8	488,5	773,3
Suède	56,3	509,8	566,1	56,4	528,0	584,4
France	147,4	279,5	427,0	149,1	285,4	434,5
Danemark	35,8	320,4	356,2	34,8	331,3	366,1
Pays-Bas	0,0	265,2	265,2	0,0	277,0	277,0
Finlande	22,4	145,9	168,3	25,3	141,5	166,9
Italie	0,0	117,1	117,1	0,0	124,2	124,2
Autriche	13,7	48,6	62,3	14,6	50,9	65,6
Rép. tchèque	0,0	35,9	35,9	0,0	40,6	40,6
Belgique	0,0	26,8	26,9	0,1	26,0	26,1
Lituanie	0,0	10,4	10,4	0,0	16,4	16,4
Pologne	0,1	0,3	0,4	0,1	10,8	10,9
Hongrie	0,0	12,1	12,1	0,0	10,9	10,9
Royaume-Uni	8,1	0,0	8,1	7,0	0,0	7,0
Slovaquie	1,5	0,0	1,5	0,8	0,0	0,8
Roumanie	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01
UE 28	557,2	2 232,6	2 789,8	573,0	2 331,6	2 904,6

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

par rapport à 2016). Cette croissance importante s'explique par la mise en service de plusieurs incinérateurs avec récupérateur d'énergie durant l'année 2016 (dont Teesside et Greatmore) qui ont produit sur une année complète en 2017. Selon le BEIS, la puissance électrique nette des unités d'incinération est passée de 930 MW en 2015 à 1028 MW en 2016 et à 1091 MW en 2017. La puissance électrique des incinérateurs a plus que doublé

depuis 2012 (513 MW). Cette tendance s'explique par la législation britannique qui, depuis 1996, augmente chaque année le niveau des taxes pour la mise en décharge. Le niveau de taxes est ainsi passé de 86,10 £ la tonne au 1^{er} avril 2017 à 88,95 £ la tonne au 1^{er} avril 2018.

L'Allemagne est le pays où la valorisation énergétique des déchets municipaux renouvelables a le plus augmenté en valeur, soit un

gain de 115 ktep par rapport à 2016 pour une production totale de 3 217 ktep en 2017. Cette augmentation a contribué à une augmentation de la vente au réseau de chaleur. La chaleur issue du secteur de la transformation gagne ainsi 40,8 ktep à 773,3 ktep en 2017. La consommation d'énergie finale, qui correspond à la consommation directe de chaleur sur les sites de production, augmente dans le même temps de 364 à 413,4 ktep.



DES OBJECTIFS EN BONNE VOIE DE REALISATION

La dynamique de la valorisation énergétique des déchets municipaux renouvelables est globalement positive. Depuis 2010, elle est passée d'une production d'énergie primaire de 8,1 Mtep à 10 Mtep en 2017, encouragée par une politique visant à augmenter les taxes sur la mise en décharges et à interdire la mise en décharges des déchets organiques.

Le respect de la directive cadre sur les déchets qui a établi une "hiérarchie des déchets" (prévention, préparation à la réutilisation, recyclage, valorisation, élimination) devrait toutefois retirer une part de plus en plus importante de déchets recyclables aux unités d'incinération (recyclage des cartons, papiers, emballages, briques de lait...).

Ne pourra être incinérée à terme que la fraction biodégradable des déchets ne convenant pas au recyclage ou à un compostage de qualité, comme les cartons sales et les emballages multicouches trop compliqués à recycler. Le potentiel de croissance reste cependant important à l'échelle de l'Union européenne. Selon le Cewep, douze États-membres enfouissent encore la majeure partie de leurs déchets municipaux, ce qui a des conséquences importantes sur le plan des émissions de gaz à effets de serre de type méthane et, dans le cas d'une mauvaise gestion, génère des pollutions potentielles au lixiviat, avec les problèmes sanitaires associés. L'association estime cependant que ces pays auront besoin de soutiens financiers et d'aides de la part de l'Union européenne afin de réaliser leurs objectifs.

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, avec 25 TWh d'électricité et 42 TWh (3,6 Mtep) de chaleur. La consommation de chaleur totale (chaleur issue du secteur de la transformation et consommation de chaleur finale) a d'ores et déjà atteint 3,8 Mtep (dont 2,9 Mtep de chaleur vendus dans les réseaux) en 2017. 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 ambitieux d'ici 2020. ■



LA BIOMASSE SOLIDE

La biomasse solide rassemble l'ensemble des composants solides d'origine biologique destinés à être utilisés comme combustibles. Ces combustibles regroupent le bois, la plaquette forestière, les sous-produits de l'industrie du bois (chutes, sciures...), les liqueurs noires de l'industrie papetière, les granulés de bois, la paille, la bagasse, les déchets animaux et autres matières et résidus végétaux solides. Le charbon de bois, issu de biomasse solide, fait l'objet d'un traitement statistique spécifique et n'est pas compris dans les données présentées. De même, les déchets municipaux renouvelables, qui s'apparentent également à de la biomasse solide, valorisés dans les centrales d'incinération, font l'objet d'un traitement statistique spécifique.

L'évolution de la consommation d'énergie biomasse solide est tributaire des politiques publiques favorisant son utilisation, mais elle est, dans sa composante chauffage, également corrélée au niveau des températures extérieures. L'année 2017, relativement clémente à ce niveau, 5^e année la plus chaude

enregistrée en Europe selon l'Organisation météorologique mondiale, a limité l'augmentation des besoins en chaleur de l'Union européenne. L'année 2018, qui vient de s'achever, a également été très chaude, la plus chaude jamais enregistrée depuis les premiers relevés de températures en 1900 dans plusieurs pays européens, dont la France. La succession d'années et d'hivers doux en Europe, conséquence mesurable du réchauffement climatique, a pour effet de brouiller la lecture de l'impact des politiques mises en place pour promouvoir l'utilisation de la biomasse solide dans des appareils de chauffage à haut rendement.

Un autre élément à prendre en considération est que dans certains pays du nord de l'Europe où l'industrie forestière représente une part importante de l'activité économique nationale, la disponibilité de la biomasse solide susceptible d'être valorisée énergétiquement (chutes de bois, liqueurs noires, rémanents forestiers) est également tributaire des besoins du marché européen en

produits forestiers (construction, trituration, ameublement, etc.). Une partie de la quantité d'énergie biomasse disponible est de ce fait liée au niveau d'activité de l'industrie forestière, même si une partie de l'activité reste complètement dédiée à la fourniture de biomasse au secteur énergétique.

Dernier élément à prendre en compte dans l'évolution et l'analyse du suivi de la consommation de biomasse solide : l'amélioration du suivi par le biais de nouvelles études, notamment de nouvelles enquêtes sur la consommation de bois énergie des ménages. À noter qu'indépendamment des conditions climatiques, la consommation moyenne de bois par logement diminue, en raison notamment de l'amélioration de la performance des appareils de chauffage au bois et de l'isolation des bâtiments.

UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE AU SEUIL DES 100 MTEP

Selon Eurostat, la consommation d'énergie primaire biomasse solide est restée en 2017 juste en dessous du seuil des 100 Mtep. Elle atteint



99,8 Mtep, en croissance de 1,9 %, équivalent à une augmentation de la consommation de 1,9 Mtep. À l'échelle des États-membres, la situation est un peu plus contrastée. Une petite minorité de pays ont vu leur consommation de biomasse solide légèrement diminuer, parmi lesquels la Pologne (- 329 ktep), la

France, départements d'outre-mer inclus (- 218 ktep), la Suède (- 72 ktep) et la Hongrie (- 39 ktep). Les augmentations les plus marquantes sont à mettre à l'actif de l'Italie (+ 571 ktep), du Royaume-Uni (+ 423 ktep), du Danemark (+ 401 ktep), de la Finlande (+ 285 ktep) et de l'Allemagne (+ 278 ktep).

La production d'énergie primaire biomasse solide, qui correspond à la biomasse solide prélevée sur le sol de l'Union européenne, a augmenté à un rythme un peu moins soutenu (+ 1,3 %), pour atteindre les 95 Mtep (+ 1,2 Mtep entre 2016 et 2017). Le différentiel, qui représente les importations nettes, s'explique notamment par les importations de granulés de bois provenant en grande partie des États-Unis et du Canada). Sur les trois dernières années, le solde des importations nettes de l'UE a tendance à augmenter. Il était de 3,7 Mtep en 2015, de 4,1 Mtep en 2016 et de 4,8 Mtep en 2017.

La consommation d'énergie finale est égale à la consommation d'énergie primaire moins toutes les pertes d'énergie au long de la chaîne industrielle qui transforme les ressources énergétiques en énergies utilisées dans la consommation finale, à savoir l'électricité et la chaleur. La chaleur biomasse solide est différenciée selon qu'elle est utilisée directement par le consommateur final via




1

Production d'énergie primaire et consommation intérieure brute de biomasse solide* dans les pays de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en Mtep)

	2016		2017	
	Production	Consommation	Production	Consommation
Allemagne	12,169	12,169	12,011	12,447
France	11,012	11,012	10,794	10,794
Suède	9,402	9,419	9,316	9,347
Italie	7,232	8,441	7,826	9,013
Finlande	8,334	8,358	8,611	8,643
Royaume-Uni	3,715	6,245	4,253	6,668
Pologne	6,415	6,620	6,161	6,291
Espagne	5,327	5,327	5,473	5,473
Autriche	4,457	4,555	4,593	4,590
Roumanie	3,579	3,607	3,564	3,639
Danemark	1,693	2,816	1,727	3,216
Rép. tchèque	2,970	2,906	2,997	2,962
Portugal	2,605	2,402	2,619	2,421
Hongrie	2,402	2,413	2,360	2,374
Belgique	1,285	2,051	1,202	2,038
Lettonie	2,076	1,300	2,040	1,428
Pays-Bas	1,366	1,209	1,434	1,264
Lituanie	1,203	1,209	1,306	1,263
Croatie	1,531	1,253	1,543	1,241
Bulgarie	1,121	1,057	1,123	1,066
Estonie	1,396	0,898	1,487	0,984
Grèce	0,797	0,855	0,809	0,862
Slovaquie	0,835	0,826	0,841	0,827
Slovénie	0,609	0,609	0,592	0,592
Irlande	0,227	0,270	0,246	0,275
Luxembourg	0,063	0,069	0,077	0,084
Chypre	0,009	0,010	0,010	0,012
Malte	0,000	0,001	0,000	0,001
Total UE 28	93,830	97,906	95,015	99,815

* Hors charbon de bois. Source : EurObserv'ER 2018

2

Production brute d'électricité à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en TWh)

	2016			2017		
	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Total	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Total
Royaume-Uni	19,589	0,000	19,589	20,763	0,000	20,763
Finlande	1,004	9,599	10,603	0,918	9,973	10,890
Allemagne	4,775	6,019	10,794	4,602	6,055	10,657
Suède	0,000	9,750	9,750	0,000	10,250	10,250
Pologne	2,052	4,861	6,913	1,415	3,893	5,309
Danemark	0,000	3,486	3,486	0,000	4,798	4,798
Espagne	3,212	0,836	4,048	3,458	0,907	4,365
Italie	2,226	1,899	4,125	2,198	2,033	4,232
Belgique	2,156	1,315	3,471	2,491	1,326	3,816
Autriche	0,875	2,816	3,691	0,877	2,816	3,692
France	0,419	3,032	3,450	0,419	2,922	3,341
Portugal	0,760	1,721	2,481	0,799	1,775	2,573
Rép. tchèque	0,014	2,053	2,068	0,004	2,209	2,213
Pays-Bas	1,116	0,791	1,907	1,099	0,674	1,772
Hongrie	0,827	0,666	1,493	0,955	0,691	1,646
Slovaquie	0,003	1,126	1,129	0,000	1,080	1,080
Estonie	0,127	0,713	0,840	0,140	0,856	0,996
Lettonie	0,000	0,427	0,427	0,000	0,525	0,525
Roumanie	0,077	0,388	0,466	0,064	0,395	0,458
Irlande	0,379	0,016	0,395	0,366	0,016	0,381
Lituanie	0,000	0,269	0,269	0,000	0,303	0,303
Croatie	0,000	0,194	0,194	0,000	0,216	0,216
Bulgarie	0,003	0,160	0,163	0,014	0,167	0,180
Slovénie	0,000	0,137	0,137	0,000	0,155	0,155
Luxembourg	0,000	0,025	0,025	0,000	0,052	0,052
Grèce	0,005	0,000	0,005	0,010	0,000	0,010
Total UE 28	39,619	52,300	91,918	40,590	54,086	94,675

* Hors charbon de bois. Source : Eurostat

des appareils de chauffage (chaudières, poêles, inserts, etc.) ou qu'il s'agit d'une chaleur dérivée issue du secteur de la transformation (provenant de chaufferies biomasse et de centrales biomasse fonctionnant en cogénération). Selon les données d'Eurostat, la consommation de chaleur directement utilisée par le consommateur final a augmenté de 1,6 % par rapport à 2016 (+ 1,1 Mtep), pour atteindre 69,4 Mtep en 2017. La production brute de chaleur biomasse solide vendue dans les réseaux de chaleur a elle augmenté de 4,2 % (+ 445 ktep). Elle atteint 11 Mtep en 2017, dont 60,2 % sont issus d'unités fonctionnant en cogénération. En additionnant ces deux éléments, la consommation totale d'énergie finale de chaleur biomasse a augmenté de 2,0 % entre 2016 et 2017, à 80,3 Mtep (soit 1,6 Mtep supplémentaire).

La production d'électricité biomasse solide de l'Union européenne est moins sensible aux aléas climatiques. Elle dépend davantage de la politique de promotion de son utilisation en substitution du charbon de certains pays membres. À l'échelle de l'Union européenne, la production d'électricité biomasse a augmenté de 3,0 % par rapport à 2016, pour atteindre 94,7 TWh en 2017 (+ 2,8 TWh). Cette hausse s'explique en grande partie par une augmentation de la puissance électrique maximale nette biomasse solide des grands pays producteurs. Celle du Royaume-Uni atteint 3 191 MW fin 2017 (+ 196 MW par rapport à 2016), celle de la Finlande 1 966 MW (+ 219 MW) et celle du Danemark 1 504 MW (+ 472,6 W). Pour d'autres pays, l'augmentation de la production s'explique

par une meilleure utilisation des capacités existantes. C'est le cas de la Suède, qui disposait d'une capacité électrique de biomasse solide de 3 706 MW fin 2017, ou de la Belgique (559 MW). Dans le classement des principaux pays producteurs d'électricité biomasse solide, quatre se détachent nettement, le Royaume-Uni (20,8 TWh en 2017, + 1,2 TWh par rapport à 2016), la Suède (10,3 TWh, + 0,5 TWh), la Finlande (10,9 TWh, + 0,3 TWh), et l'Allemagne (10,7 TWh, - 0,1 TWh). À eux quatre, ils représentent 55,5 % de la production d'électricité biomasse solide de l'Union européenne en 2017. À l'échelle de l'Union européenne (UE 28), plus de la moitié (57,1 % en 2017) de la production d'électricité biomasse solide est issue de centrales produisant en cogénération. Sans le Royaume-Uni, cette part monterait à 73,2 %.

ACCÉLÉRATION ATTENDUE DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'ICI 2020

La biomasse solide, du fait de son potentiel mobilisable et de sa capacité technique à se substituer aux combustibles fossiles, à la fois pour la production de chaleur et pour d'électricité, a été placée au cœur de la stratégie de nombreux États dans le cadre de leur plan d'action national énergies renouvelables et, plus globalement, dans leur stratégie de lutte contre le réchauffement climatique.

Les prévisions d'EurObserv'ER établissent la contribution de la chaleur biomasse à 90 Mtep à l'horizon 2020, soit 86 Mtep issus de biomasse solide et 4 Mtep issus de déchets municipaux renouvelables. En ajoutant la contribution chaleur du biogaz et de la

biomasse liquide, EurObserv'ER estime la contribution de l'ensemble de la chaleur biomasse à 95 Mtep d'ici 2020.

Concernant l'électricité, la filière biomasse solide électrique bénéficiera entre autres de la conversion des centrales à charbon danoises, du développement de la cogénération biomasse en Suède (avec 500 MW supplémentaires attendus d'ici 2023, selon l'AIE) et de l'essor attendu de la co-combustion charbon biomasse aux Pays-Bas (centrales d'Amer et d'Eemshaven par exemple). Aux Pays-Bas, plusieurs grands projets de co-combustion de la biomasse dans des centrales à charbon existantes ont bénéficié de subventions au titre de SDE+, et devraient produire 7 TWh par an d'ici 2020. Le Royaume-Uni, dont la sortie effective de l'UE est prévue le 1^{er} janvier 2021, après une période de transition qui débutera le 29 mars 2019, devrait également ajouter 2,1 GW de capacités supplémentaires de bioénergie d'ici 2023, dont une part importante sera opérationnelle avant 2020. Ces éléments indiquent que la production d'électricité biomasse solide devrait très nettement augmenter dans les trois prochaines années et pourrait, selon EurObserv'ER, dépasser les 130 TWh en 2020, et ce incluant la part renouvelable des déchets municipaux valorisés dans les centrales d'incinération.

La croissance rapide du nombre de centrales biomasse de taille importante pose également la question de l'approvisionnement en matières premières. Il est important que les besoins en biomasse



3

Production brute de chaleur à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2016 et en 2017 (en Mtep) dans le secteur de la transformation**

	2016			2017		
	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Total	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Total
Suède	0,711	1,765	2,477	0,709	1,808	2,518
Finlande	0,668	1,092	1,760	0,711	0,995	1,706
Danemark	0,473	0,666	1,139	0,478	0,878	1,356
France	0,533	0,498	1,031	0,569	0,555	1,124
Autriche	0,543	0,341	0,884	0,547	0,360	0,908
Allemagne	0,216	0,400	0,616	0,208	0,401	0,609
Lituanie	0,392	0,096	0,488	0,422	0,124	0,545
Italie	0,078	0,464	0,542	0,078	0,466	0,544
Estonie	0,157	0,150	0,308	0,165	0,132	0,296
Lettonie	0,114	0,137	0,251	0,145	0,147	0,292
Pologne	0,048	0,271	0,319	0,054	0,225	0,279
Rép. tchèque	0,023	0,138	0,161	0,032	0,139	0,171
Slovaquie	0,048	0,077	0,125	0,049	0,083	0,133
Hongrie	0,056	0,068	0,124	0,048	0,064	0,112
Pays-Bas	0,027	0,022	0,049	0,024	0,077	0,101
Royaume-Uni	0,080	0,000	0,080	0,086	0,000	0,086
Roumanie	0,031	0,041	0,072	0,018	0,047	0,065
Croatie	0,000	0,022	0,022	0,000	0,036	0,036
Slovénie	0,009	0,019	0,028	0,011	0,020	0,030
Luxembourg	0,004	0,009	0,013	0,004	0,019	0,024
Bulgarie	0,006	0,009	0,015	0,004	0,010	0,014
Belgique	0,000	0,006	0,006	0,000	0,007	0,007
Total UE 28	4,218	6,292	10,510	4,362	6,593	10,955

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

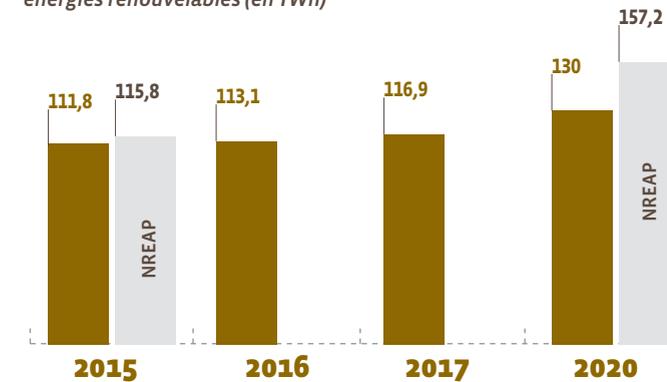


Consommation de chaleur issue de la biomasse solide* dans l'Union européenne en 2016 et 2017 (en Mtep)

	2016	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**	2017	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**
Allemagne	9,566	8,949	0,616	9,853	9,244	0,609
France	9,965	8,934	1,031	9,777	8,653	1,124
Suède	7,852	5,376	2,477	7,792	5,275	2,518
Italie	7,123	6,582	0,542	7,716	7,173	0,544
Finlande	6,922	5,162	1,760	7,048	5,342	1,706
Pologne	5,170	4,851	0,319	5,222	4,943	0,279
Espagne	4,005	4,005	0,000	4,059	4,059	0,000
Autriche	3,839	2,955	0,884	3,934	3,027	0,908
Roumanie	3,465	3,393	0,072	3,512	3,447	0,065
Royaume-Uni	2,888	2,808	0,080	3,002	2,917	0,086
Danemark	2,367	1,228	1,139	2,626	1,270	1,356
Rép. tchèque	2,438	2,278	0,161	2,446	2,275	0,171
Hongrie	2,015	1,891	0,124	1,932	1,820	0,112
Portugal	1,773	1,773	0,000	1,772	1,772	0,000
Belgique	1,317	1,310	0,006	1,267	1,261	0,007
Lettonie	1,121	0,870	0,251	1,232	0,940	0,292
Croatie	1,171	1,149	0,022	1,160	1,124	0,036
Lituanie	1,110	0,621	0,488	1,157	0,612	0,545
Bulgarie	1,007	0,993	0,015	1,037	1,023	0,014
Grèce	0,849	0,849	0,000	0,857	0,857	0,000
Pays-Bas	0,712	0,662	0,049	0,820	0,719	0,101
Estonie	0,711	0,404	0,308	0,716	0,420	0,296
Slovénie	0,585	0,556	0,028	0,562	0,531	0,030
Slovaquie	0,513	0,388	0,125	0,527	0,394	0,133
Irlande	0,190	0,190	0,000	0,197	0,197	0,000
Luxembourg	0,063	0,050	0,013	0,072	0,048	0,024
Chypre	0,006	0,006	0,000	0,008	0,008	0,000
Malte	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
Total UE 28	78,744	68,234	10,510	80,306	69,351	10,955

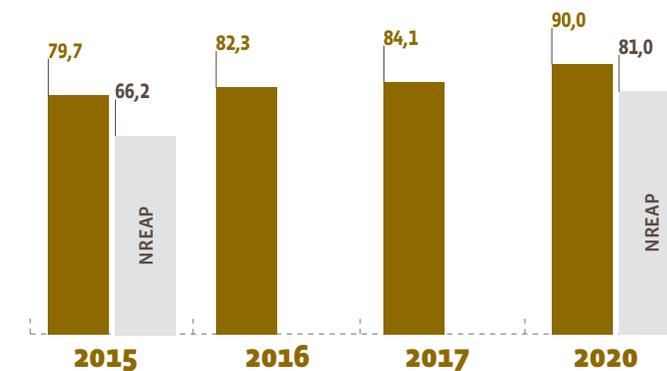
* Charbon de bois exclu. ** Venant principalement de réseaux de chaleur.

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 2018

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 2018

soient satisfaits de manière responsable et durable. La nouvelle directive énergie renouvelable impose des exigences de durabilité aux combustibles biomasse pour qu'ils puissent compter dans le calcul de la part d'énergie renouvelable dans la consommation brute d'énergie finale. L'article 29 de la directive détaille dans ses 6^e et 7^e paragraphes les critères à respecter afin de réduire le risque qu'ils soient produits de façon non soutenable. Les combustibles biomasse issus de la foresterie devront provenir de pays ayant mis en place une législation garantissant la légalité des opérations d'exploitation forestière, la régénération de la forêt et le maintien ou l'amélioration de sa capacité à produire de la biomasse, la protection des surfaces classées selon le droit international ou national, la préservation de la qualité et de la biodiversité des sols. Les combustibles biomasse issus de la foresterie doivent également remplir des critères concernant l'usage des terres et des changements d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF). Ils doivent notamment provenir d'un pays signataire des Accords de Paris, ayant soumis une contribution nationale déterminée à la convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, et dont la législation ou réglementation permet de garantir que les émissions issues du secteur UTCATF n'excèdent pas les réductions d'émissions apportées par ce même secteur. La Commission devra décider de quelle façon apporter la preuve de la conformité avec ces critères de durabilité au plus tard le 31 janvier 2021. ■



LE SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

Les centrales thermodynamiques ou solaires thermiques à concentration (en anglais CSP pour *concentrated solar power*) regroupent l'ensemble des technologies qui visent à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur à température très élevée pour la valoriser ensuite en électricité ou en chaleur. On distingue les centrales à tour, où des héliostats concentrent le rayonnement sur un récepteur situé en haut d'une tour, les centrales utilisant des collecteurs de Fresnel, où des rangées de miroirs plats concentrent le rayonnement sur un récepteur en forme de tube, les collecteurs cylindro-paraboliques, qui concentrent les rayons sur un tube, et les collecteurs paraboliques, où un miroir en forme de parabole réfléchit les rayons du soleil sur un point de convergence.

5 079 MW DE PUISSANCE CSP DANS LE MONDE

L'essentiel du développement actuel des centrales thermodynamiques se situe dans des pays où les conditions d'ensoleillement sont très propices, tels que la Chine, l'Australie, l'Afrique du Sud

et les pays du Golfe ou du Maghreb. Selon le site Protermosolar, la puissance mondiale de ces centrales était estimée à 5 079 MW fin 2018 (4 879 MW fin 2017). Deux installations ont été mises en service durant l'année 2017, à savoir la centrale de Xina Solar One (100 MW) en Afrique du Sud et celle d'Agua Prieta au Mexique (12 MW). En 2018, trois nouvelles centrales étaient opérationnelles, celle de Waad Al Shamal ISCC Plant en Arabie Saoudite (50 MW), celle de Kathu Solar Park (100 MW) en Afrique du Sud et celle de Delingha (50 MW) en Chine. Le nombre de centrales actuellement en construction est beaucoup plus important et devrait se traduire par une augmentation significative de la puissance installée mondiale à partir de 2019.

2 314 MW DANS L'UNION EUROPÉENNE

Après une vague d'installations qui s'est concentrée en Espagne entre 2007 et 2014, le marché s'est grandement ralenti. Fin 2017, le compteur de l'Union européenne a légèrement augmenté, avec la connexion au réseau de la centrale d'Ottana (0,6 MW) en Sardaigne,

portant sa puissance solaire thermodynamique à 2 314,3 MW, pilotes et démonstrateurs inclus. Le compteur n'a pas évolué en 2018. En France, la centrale Ello située dans les Pyrénées-Orientales est opérationnelle depuis la fin du mois d'octobre 2018 (mise en route du champ de capteurs), mais ne devrait être connectée au réseau et donc comptabilisée dans les statistiques qu'en 2019. Quatre projets plus significatifs (Solecaldo 41 MW à Aidone en Sicile, Reflex Solar Power 12,5 MW à Gela en Sicile, Lentini 55 MW en Sicile et le projet solaire hybride CSP San Quirico 10 MW en Sardaigne) sont encore susceptibles d'être réalisés d'ici 2020-2021 en Italie, mais les investisseurs attendent encore le décret définissant les conditions de rémunération. La date de mise en service commerciale est pour cette raison encore en suspens.

LE CSP HORS JEU EN ESPAGNE

Leader européen du secteur, l'Espagne a stoppé le développement de sa filière en 2012 avec un moratoire, le gouvernement conservateur de l'époque refusant

de maintenir les subventions attribuées aux installations renouvelables. Entre 2007 et 2013, le pays a réalisé et connecté 49 centrales

commerciales plus un prototype (Puerto Errado 1), ce qui représente une puissance cumulée de 2 303,9 MW. Depuis 2014, la pro-

duction des centrales solaires thermodynamiques espagnoles fonctionne uniquement grâce à l'énergie solaire, la possibilité initiale d'utiliser le gaz naturel jusqu'à 15 % comme énergie d'appoint n'ayant pas été conservée. Cette mesure n'a absolument pas affecté la production du parc, qui a su se maintenir au-delà de 5 TWh sans rencontrer aucun problème d'exploitation. Selon Eurostat, la production a atteint 5 883 GWh en 2017, contre 5 579,2 GWh en 2016 et 5 593,2 GWh en 2015. Selon Protermosolar, le CSP actuellement en opération en Espagne est capable de couvrir des pics jusqu'à 10 % des besoins en électricité du pays, avec un niveau moyen de contribution de l'ordre de 8 % durant la saison estivale. La situation en Espagne ne devrait pas évoluer dans les prochaines années. Malgré la fin du moratoire, le lancement depuis 2017 de nouveaux appels d'offres énergies renouvelables "technologiquement neutres" oblige le CSP à s'incliner pour le moment face aux technologies concurrentes comme le solaire photovoltaïque.




1

Centrales solaires héliothermodynamiques en service à la fin de l'année 2017

Projets	Technologie	Puissance (MW)	Date de mise en service
Espagne			
Planta Solar 10	Centrale à tour	10	2007
Andasol-1	Cylindro-parabolique	50	2008
Planta Solar 20	Centrale à tour	20	2009
Ibersol Ciudad Real (Puertollano)	Cylindro-parabolique	50	2009
Puerto Errado 1 (prototype)	Fresnel	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	Centrale 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	Fresnel	30	2012
Solacor 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Solacor 2	Cylindro-parabolique	50	2012

Continues overleaf

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		2 303,9	
Italie			
Archimede (prototype)	Cylindro-parabolique	5	2010
Archimede-Chiyoda Molten Salt Test Loop	Cylindro-parabolique	0,35	2013
Freesun	Fresnel	1	2013
Zasoli	Fresnel + HB	0,2	2014
Rende	Fresnel + HB	1	2014
Ottana	Fresnel	0,6	2017
Total Italie		8,15	
Allemagne			
Jülich	Centrale à tour	1,5	2010
Total Allemagne		1,5	
France			
La Seyne-sur-Mer (prototype)	Fresnel	0,5	2010
Augustin Fresnel 1 (prototype)	Fresnel	0,25	2011
Total France		0,75	
Total UE 28		2 314,3	
<i>Source : EurObserv'ER 2018</i>			



UNE MISE EN SERVICE À CONTRETEMPS EN FRANCE

Située dans la partie est des Pyrénées, à Llo, le projet eLLO sera la première centrale de type Fresnel disposant d'un système de stockage. Le site est achevé depuis fin 2018, avec la mise en service des champs solaires et l'installation du système de stockage de la chaleur, mais la centrale ne sera prise en compte dans les statistiques qu'à partir de 2019. S'étalant sur 36 hectares, elle est équipée de 95 200 miroirs assemblés dans 23 800 capteurs couvrant une superficie de 153 000 m². La production pourra être stockée au sein de neuf accumulateurs de vapeur de 90 tonnes et 120 m³ chacun, à 80 bars, soit quatre heures de stockage. La centrale dispose d'une puissance de 9 MW, suffisant pour alimenter en électricité plus de 6 000 ménages, soit environ 20 GWh par an. Selon Suncnim, concepteur du projet, le niveau de puissance et la technologie de stockage d'eLLO ne sont plus adaptés au marché mondial de l'électricité. L'industriel préfère

désormais se focaliser sur la partie thermique de la centrale, autour d'un objectif de fourniture de vapeur à l'industrie, notamment pétrolière, dans les pays à fort ensoleillement.

LES PROJETS TOUJOURS BLOQUÉS EN ITALIE

Selon Emilio Conti, de l'Anest (Association nationale de l'énergie solaire thermodynamique), la situation a très peu évolué en 2017. Pour les centrales de plus de 5 MW, la filière attend depuis deux ans un nouveau décret sur les conditions de rémunération qui aurait dû être publié fin 2017. Ce décret devait reprendre les éléments contenus dans celui du 23 juin 2016 et permettre de débloquent la construction de 118,5 MW ayant déjà fait l'objet d'une autorisation, dont trois projets en Sicile (55 MW à Carlentini, 41 MW à Aidone, 12,5 MW à Gela) et un en Sardaigne (centrale hybride CSP/biomasse de 10 MW à San Quirico). Deux autres centrales sont encore en phase finale d'autorisation : celle de Flumini Mannu (55 MW), dans les communes de Villasor

et Decimoputzu en Sardaigne, et la centrale 3QP de 10 MW, à San Severo, dans les Pouilles.

Pour les centrales d'une puissance de moins de 5 MW, huit projets ont été admis dans les registres du gestionnaire du réseau italien (GSE). Parmi ceux-ci, sept sont situés en Sicile et un en Sardaigne. Selon l'Anest, les projets susceptibles d'être mis en construction le plus rapidement sont ceux de Calliope PV SRL à Trapani en Sicile (4 MW), de Stromboli Solar SRL également à Trapani (4 MW), de Solin Par SRL à Partanna (4,3 MW) et de Bilancia PV SRL à Mezzojuso (4 MW) près de Palerme. En attendant, la filière a dû se contenter de la connexion au réseau le 5 octobre 2017 de la petite centrale de type Fresnel d'Ottana en Sardaigne, de 600 kW (soit 9 000 m² de miroirs), la première utilisant un cycle organique de Rankine ORC. Un second démonstrateur de 1 MW, de type cylindro-parabolique, également connecté à un système ORC, est actuellement en construction à Mellili en Sicile. Le tarif d'achat pour les installations de 250 kW à 5 MW est de 296 €/MWh, auxquels s'ajoute "un facteur d'intégration" si la centrale est équipée d'un système de stockage, soit, dans le cas de la centrale de Mellile, 45 €/MWh supplémentaires (pour un total de 341 €/MWh).

L'AVENIR EUROPÉEN DU CSP EN POINTILLÉS

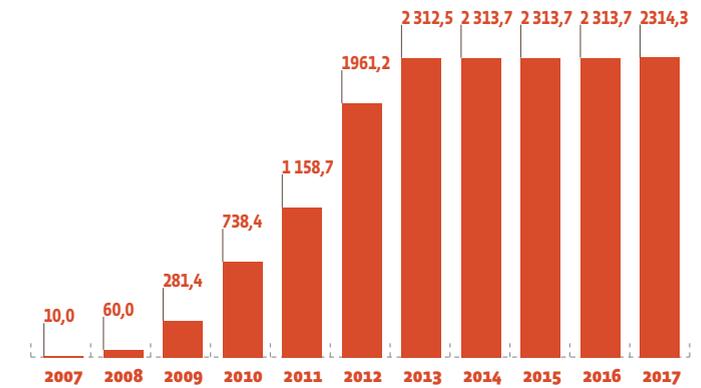
D'ici à 2020, les perspectives européennes de croissance de la filière restent bien en dessous des objectifs que s'étaient assignés les pays membres dans le cadre des plans d'action nationaux énergies

renouvelables. La trajectoire pour les trois prochaines années s'écrit encore en pointillés, car la réalisation des seuls projets concrets actuels, tous situés en Italie, est suspendue à la parution de décrets présentant de meilleures conditions de rémunération.

À l'horizon de la nouvelle directive énergie renouvelable, la mise en œuvre de nouveaux grands projets de centrales solaires thermodynamiques reste possible en Europe. Les représentants de cette filière, comme Luis Crespo de Protermosolar, rappellent le rôle important que pourrait prendre le CSP dans le cadre d'un réseau européen de plus en plus interdépendant et interconnecté. Sont mis en avant les avantages de la filière liés aux capacités de stockage de longue durée pouvant sécuriser une partie des approvisionnements des pays européens, d'Europe centrale notamment, où seules les technologies à puissance variable, comme l'éolien et le solaire photovoltaïque, sont susceptibles d'être développées. Luis Crespo rappelle également que la nouvelle directive européenne sur les énergies renouvelables va dans le sens d'une poussée des échanges transfrontaliers, avec la réalisation des investissements là où la ressource est la meilleure. Le futur rôle que pourra jouer le solaire thermodynamique dans le cadre des nouveaux objectifs de 2030 dépendra de la capacité des pays à coordonner géographiquement leur investissements en fonction des caractéristiques complémentaires de toutes les énergies renouvelables, afin de doter l'Europe d'un système de production d'électricité robuste, bon marché et sans émissions. ■

2

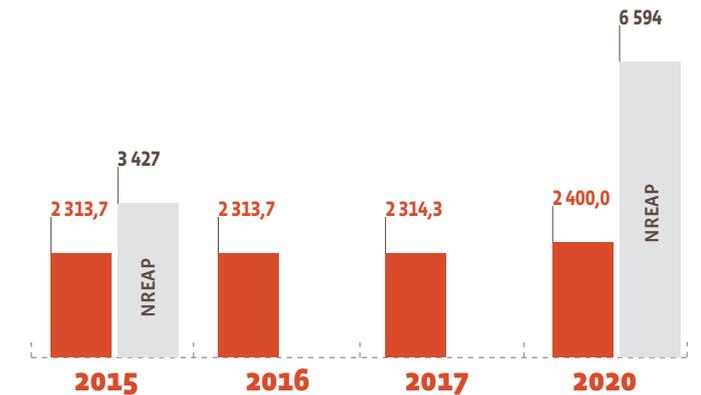
Évolution de la puissance héliothermodynamique installée dans l'Union européenne (en MW)



Source : EurObserv'ER 2018

3

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



Source : EurObserv'ER 2018





ÉNERGIES MARINES

Les mers et les océans représentent une ressource énergétique très importante exploitée sous cinq formes : l'énergie des marées (marémotrice), l'énergie des courants (hydrolienne), l'énergie des vagues (houlomotrice) et l'énergie tirée de la différence de température (thermique) ou de salinité entre deux eaux (osmotique). L'Europe, grâce à ses kilomètres de côtes continentales et ultrapériphériques, dispose d'un potentiel à la fois important et varié, qui en fait le leader de la filière.

La recherche et l'innovation sont soutenues via le programme européen Horizon 2020, qui a permis le lancement en 2018 d'un troisième programme MaRINET. Celui-ci fournit un accès gratuit à un réseau de 57 installations de recherche de pointe dans toute l'Europe. Le projet européen DTOcean+, d'une durée de trois ans (2018-2021), est en outre relancé. Il assurera la mise en place d'une suite open source des outils de conception avancés pour l'innovation, le développement et le déploiement de systèmes hydroliens et houlomoteurs, avec pour objectif de réduire de 6 % à 8 % le LCOE.

L'énergie marémotrice est exploitée commercialement depuis 1966 grâce au barrage de la Rance (Ille-et-Vilaine) installé en France dans l'estuaire du fleuve (240 MW). Le barrage des estuaires posant des problèmes environnementaux et d'acceptation sociale, des systèmes de lagons artificiels installés en mer sont à l'étude. Le projet le plus avancé, un prototype de 320 MW porté par la société Tidal Lagoon Power à Cardiff, au pays de Galles, a cependant été lâché par le gouvernement britannique.

L'exploitation de l'énergie des courants et de celle des vagues, testée via des projets pilotes, devrait rapidement passer au stade commercial. Le Royaume-Uni est le plus avancé dans le secteur, à la fois grâce aux expérimentations à petite échelle menées au Centre européen de l'énergie marine (Emec), en Écosse, depuis plus de dix ans, et grâce à des projets de grande ampleur en passe de se concrétiser. Le plus avancé est le projet hydrolien Meygen de l'australien Atlantis Resources Corporation, qui prévoit l'installation de 398 MW dans le détroit Pentland

Firth. La première tranche de 6 MW a été bouclée en 2017. La deuxième (projet Demotide), qui fera également 6 MW et devrait être exploitée commercialement, est prévue pour 2019. L'ombre du Brexit plane cependant sur les énergies marines dans le pays, la majorité des projets étant aujourd'hui portés via des aides européennes.

En France, le secteur a subi un coup dur avec la défection de Naval Énergies dans l'hydrolien. Atlantis Resources Corporation a cependant annoncé vouloir installer au Raz Blanchard dix hydroliennes de 2 MW chacune dans le cadre d'un dispositif test. L'hydrolien fluvial est en outre en plein essor dans l'Hexagone. Dans le Rhône, HydroQuest a mis en service quatre hydroliennes près de Lyon (320 kW au total) et immergera en 2019, à l'aval du barrage de Génissiat (Ain), 39 hydroliennes de 40 et 80 kW chacune (2 MW au total). On peut noter également une avancée majeure dans le houlomoteur, avec la mise à l'eau d'une machine pilote



EMMANUEL DONFUT / BALAO



d'une puissance de 50 kW en août dans le port de La Rochelle, par la start-up girondine Hydro Air Concept Énergie (Hace). L'Irlande, l'Espagne, le Danemark, la Suède, l'Italie et la Belgique sont investis également dans cette filière, ainsi que le Portugal, où un prototype de système houlomoteur WaveRoller de 350 kW de la compagnie finlandaise AW-Energy sera ins-

tallé prochainement (au large de Peniche). Les Pays-Bas sont, eux, moteurs dans l'hydrolien et l'énergie osmotique.

Selon une nouvelle étude de marché sur les énergies de l'océan commanditée par la Commission européenne (CE), si l'Europe souhaite maintenir son avance dans les énergies marines, le secteur devra

bénéficier d'un fort soutien. L'étude propose ainsi la mise en place d'une plateforme européenne d'investissement pour les énergies marines, validant les recommandations de la feuille de route (Ocean Energy Roadmap) publiée par l'industrie, représentée par OEE (Ocean Energy Europe), en 2016. Mais le principal instrument préconisé est le recours aux tarifs d'achat. ■

1

Liste des centrales utilisant des énergies marines dans les pays de l'Union européenne fin 2018

Projets	Capacité (MW)	Mise en service	État
Royaume-Uni			
SeaGen	1,2	2008	Connecté
Wello Oy- Penguin WEC	0,6	2012	Connecté
Minesto - Deep GreenOcean	0,03	2013	Connecté
WaveNET	0,45	2016	Connecté
Nova 30	0,03	2014	Connecté
Nova 100	0,3	2016	Connecté
Andritz TTG#1 - Meygen	4,5	2016-2017	Connecté
Atlantis AR1500 - Meygen	1,5	2017	Connecté
CorPower C3	0,05	2018	Connecté
PLAT-O	1	2016	Connecté
Minesto - Deep GreenOcean	0,5	2018	Connecté
Total UK	10,16		
France			
La Rance Barrage	240	1966	Connecté
Hydotube Énergie H3	0,02	2015	En test
Sabella D10	1	2015	Connecté
Bertin Technologies	0,018	2016	Connecté
Guinard Énergie	0,004	2018	Connecté
Seeneoh / Hydroquest	0,08	2018	Connecté
Seeneoh / Design Pro	0,025	2018	Connecté
Hydrowatt / Hydroquest	0,32	2018	Connecté
Hydro Air Concept Énergie (Hace)	0,05	2018	Connecté
Total France	241,517		

Continue page suivante

Espagne			
Mutriku OWC - Voith Wavegen	0,3	2011	Connecté
Oceantec WEC MARMOK-A-5	0,03	2016	Connecté
Total Espagne	0,33		
Italie			
KOBOLD turbine	0,03	2000	Connecté
H24	0,05	2015	Connecté
REWEC3	0,02	2016	En test
OBREC	n. c.	2016	En test
ISWEC	0,1	2016	En test
GEM	0,02	2014	En test
Total Italie	0,22		
Pays-Bas			
Tocado T1	0,3	2015	Connecté
Tocado T2	0,25	2016	Connecté
Eastern Scheldt Tocado T2	1,25	2015	Connecté
REDstack Afsluitdijk	0,05	2014	Connecté
Total Pays-Bas	1,85		
Suède			
Lysekil Project	n,c	2006	Connecté
Seabased Sotenäs project	3	2016	En test
Total Suède	3		
Danemark			
Wavepiston	0,012	2015	En test
Weptos	n. c.	2017	En test
Crestwing	n. c.	2018	En test
Total Danemark	0,012		
Portugal			
Evopod E1	0,001	n. c.	En test
Total Portugal	0,001		
Grèce			
SINN Power	n. c.	2018	Connecté
Total Grèce	n. c.		
Total UE 28	257,1		
<i>Source : EurObserv'ER 2018</i>			

INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE PARC IMMOBILIER 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 est en train de gagner en importance. Les indicateurs de consommation et de marché relatifs à l'intégration des énergies renouvelables dans le parc immobilier et l'infrastructure urbaine visent à présenter la situation actuelle de l'utilisation des EnR et la dynamique de leur déploiement. En raison de l'importance du parc immobilier et de la longue durée de vie des systèmes de chauffage, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie évolue lentement, alors que les parts de marché reflètent les changements à la marge.

Les EnR intégrées aux bâtiments ou à l'infrastructure urbaine comprennent différentes technologies mises en œuvre pour la fourniture de chauffage, le refroidissement et l'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 pompes à chaleur à grande échelle.

Approche méthodologique

La part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie du parc immobilier illustre l'importance des différentes sources d'énergie renouvelable dans le secteur du bâtiment et leur usage. C'est le quotient de la demande finale en énergie renouvelable, pour le chauffage et le refroidissement, par la totalité de la demande finale en énergie dans le bâtiment, en incluant l'électricité pour le chauffage. Est également détaillée la part des différentes technologies renouvelables installées dans le parc immobilier. Cela représente les unités de chauffage installées, exprimées en pourcentage de l'ensemble des logements. L'électricité solaire étant principalement utilisée en combinaison avec d'autres technologies, elle n'est pas considérée ici comme un système autonome. En revanche, le chauffage électrique est inclus dans les différentes technologies installées, en tant que système autonome. C'est une technologie qui joue un rôle important pour le chauffage, dans certains pays. Contrairement à la part des EnR dans la consommation, la part des EnR dans les ventes de chauffage représente la dynamique et le développement des EnR,

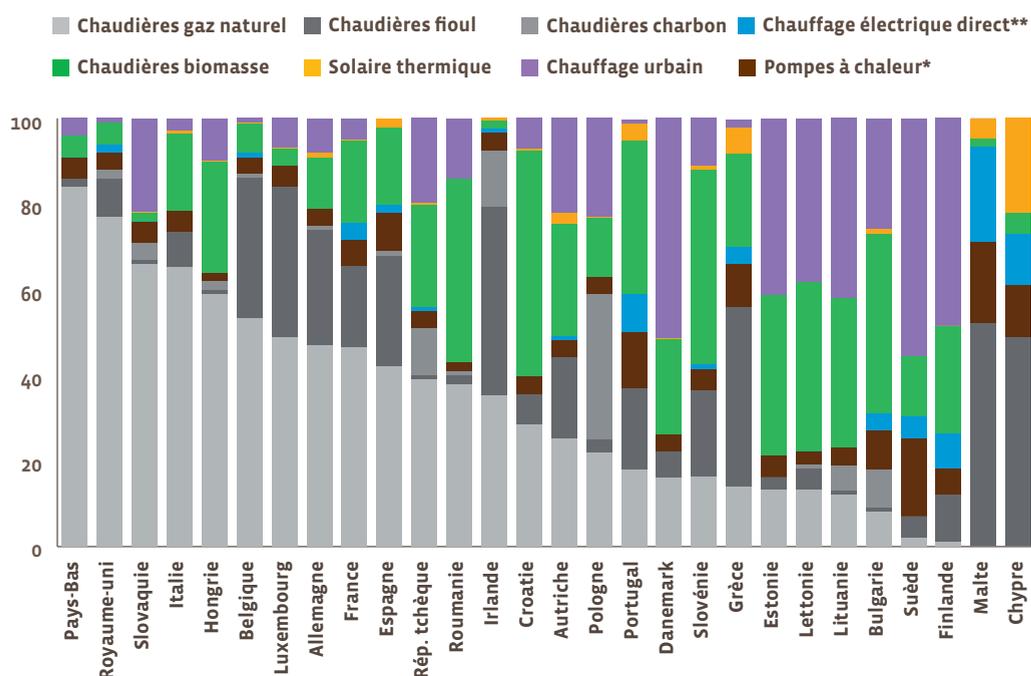
à la marge. Ces parts de marché illustrent la part des technologies renouvelables vendues par rapport à l'ensemble des unités de chauffage vendues. Elles peuvent varier d'une année sur l'autre, dans chaque pays. Les données sur les ventes n'étant pas disponibles pour toutes les technologies, ni pour tous les pays, le nombre de remplacements de systèmes de chauffage est évalué sur la base du taux moyen de remplacement des systèmes dans les pays où les données sont disponibles. Bien que l'énergie solaire thermique soit principalement utilisée en combinaison avec d'autres systèmes, elle est présentée ici séparément, afin de mettre en avant son importance et sa dynamique.

Pour une description plus détaillée de l'approche méthodologique des parts de marché et de la part des EnR dans la consommation, voir eurobserv-er.org. Pour la méthodologie d'Eurostat sur la part des EnR dans la consommation, voir <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>. Les données d'Eurostat pour 2017 n'étant pas encore publiées, les chiffres présentés ne concernent que l'année 2016.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

1

Part des énergies renouvelables dans la consommation en 2016



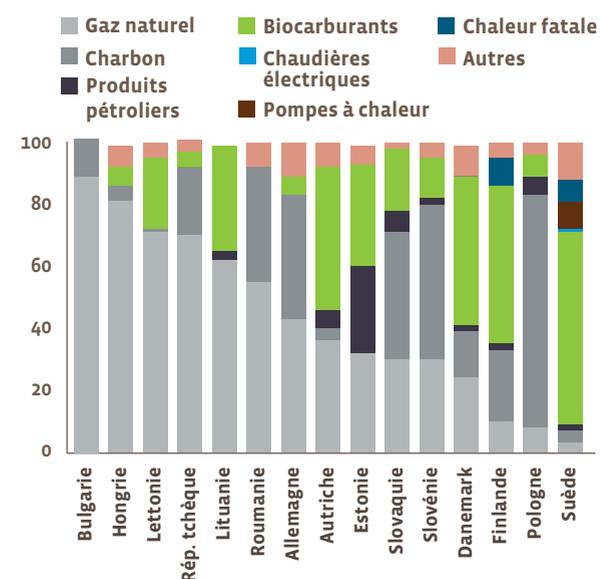
La figure 1 présente la part des énergies renouvelables dans la consommation de chaleur et de refroidissement, en 2016, pour les bâtiments résidentiels et de service. Il s'agit essentiellement d'un indicateur combiné de l'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment et dans l'infrastructure urbaine. Il représente la demande finale en énergie renouvelable pour le chauffage

et le refroidissement par rapport à la totalité de la demande finale en énergie pour ce même chauffage et refroidissement. Les taux annuels de remplacement des systèmes de chauffage et refroidissement variant de 2 à 4 %, la part des énergies renouvelables dans la consommation varie très peu d'une année sur l'autre. Ainsi, la situation en 2017 devrait être similaire à celle de 2016.

Aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, et dans une moindre mesure en Slovaquie, en Italie, en Hongrie, au Luxembourg et en Belgique, le gaz occupe toujours une place prépondérante dans les systèmes de chauffage. À Malte, à Chypre et en Irlande, on utilise principalement les chaudières au fioul ; au Luxembourg, en Belgique, en Grèce, en Slovaquie, au Portugal et en Allemagne, celles-ci repré-

2

Part des technologies renouvelables injectées dans les réseaux de chaleur en 2016



sentent encore une technologie ou une source de chaleur importante.

La figure 2 présente la part des énergies dans les pays où les réseaux de chaleur couvrent environ 10 %, ou plus, de la demande de chaleur et d'eau chaude en 2016. D'après la moyenne arithmétique, il peut être conclu que le réseau existant de chaleur repose encore sur les combustibles fossiles, le gaz naturel et le charbon étant encore prédominants. Le charbon est particulièrement utilisé en Pologne, en Slovaquie, en Allemagne et en

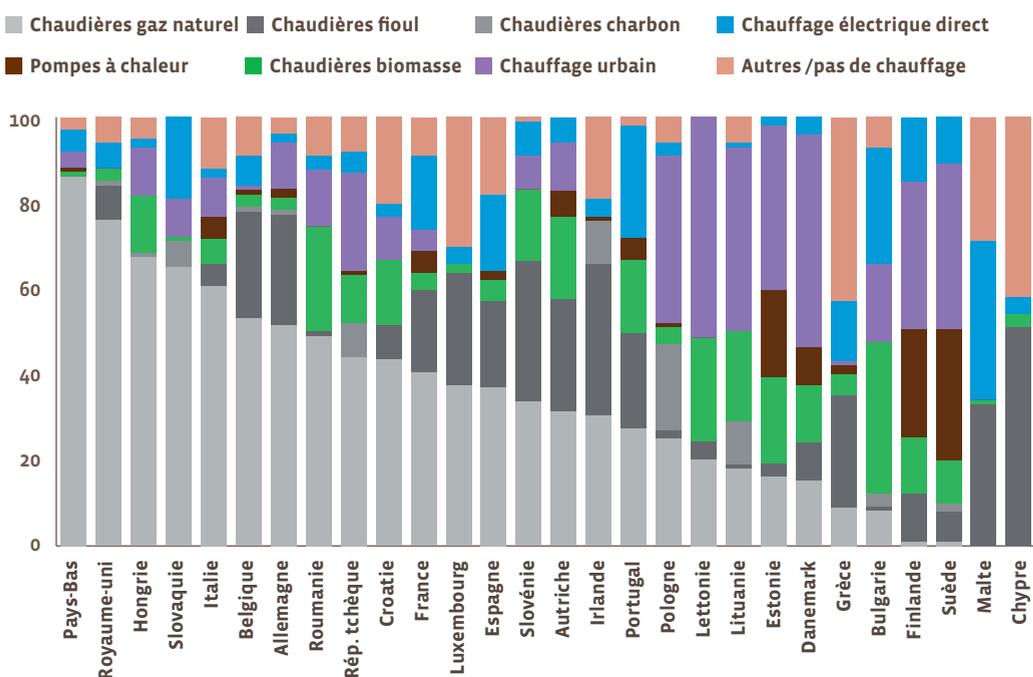
Roumanie. L'utilisation de pétrole dans les réseaux de chaleur a presque disparu, sauf en Estonie, et sa part devient insignifiante. En moyenne, les énergies renouvelables telles que la biomasse, le biogaz et les déchets renouvelables jouent un rôle significatif, soit 24 % environ de l'approvisionnement des réseaux urbains. Les biocarburants sont une source prédominante de chaleur pour les réseaux urbains dans les pays scandinaves et en Autriche, et représentent une part substantielle dans les pays baltes et la Slovaquie. Les pompes à chaleur sont

surtout utilisées en Finlande et en Suède. Le chauffage urbain est très répandu dans les pays scandinaves ainsi que dans les pays baltes et dans d'autres pays d'Europe de l'Est. Dans ces derniers, il s'inscrit dans une longue tradition et peut s'appuyer sur les infrastructures existantes.

Par ailleurs, la figure 1 montre également que les énergies renouvelables occupent une place prépondérante en Croatie (54 %), en Slovaquie (50 %) et en Bulgarie (49 %). Cette prédominance est uniquement due à une large utilisation de la biomasse, qui représente dans ces pays un combustible plutôt bon marché pour le chauffage. La biomasse est aussi largement utilisée en Roumanie (43 %), en Lettonie (39 %) et au Portugal (36 %). Si la part des pompes à chaleur reste faible, on observe toutefois une croissance dans certains pays et un niveau élevé en Suède (18 %), au Portugal (13 %) et dans d'autres pays du sud de l'Europe tels que Malte (19 %), Chypre (12 %), la Grèce (10 %) et l'Espagne (9 %). Globalement, le solaire thermique représente la part la plus faible ; il est principalement utilisé (à un niveau modéré) dans les pays du sud de l'Europe, où le rayonnement solaire est plus important que dans le Nord. Il enregistre le niveau le plus élevé à Chypre (22 %) et le plus faible dans les États baltes, la Roumanie et la Finlande. En Pologne, le charbon représente une part importante

3

Part des technologies renouvelables dans le parc immobilier



Source : EurObserv'ER 2018 – calculs propres basés sur diverses sources. Note : l'énergie solaire n'est pas considérée comme un système autonome car elle est principalement utilisée en combinaison avec d'autres systèmes.

pour le chauffage (34 %), tandis que le chauffage électrique joue un rôle majeur à Malte, au Portugal, à Chypre, et en Finlande, mais également en Suède, en France, en Bulgarie et en Grèce.

La figure 3 représente la part des différentes technologies dans le parc immobilier, c'est-à-dire dans l'ensemble des logements. Contrairement à la figure 1, celle-ci montre la proportion de ménages utilisant un système de chauffage

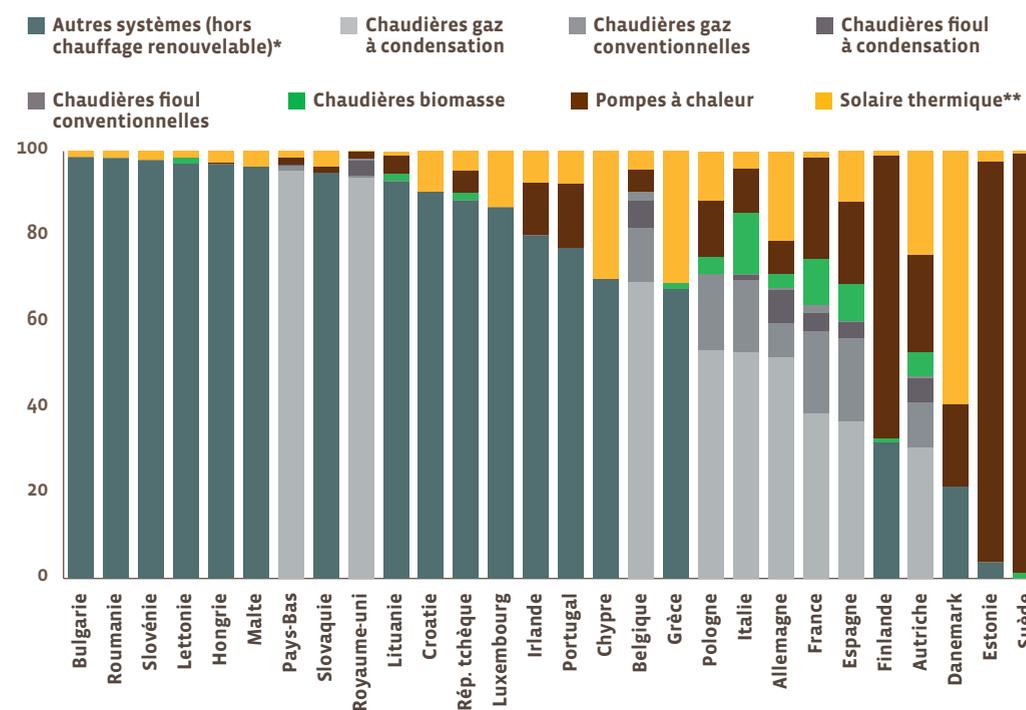
différent ou inconnu, ou ne disposant d'aucun système de chauffage. Cette proportion est très élevée à Chypre et en Grèce ; elle est élevée à Malte et au Luxembourg, et également en Croatie, en Irlande et en Espagne. Du fait des conditions climatiques, certains logements peuvent ne comporter qu'un petit appareil de chauffage, poêle, etc., qui n'est pas pris en compte dans les statistiques. D'autre part, une valeur très élevée dans ce groupe peut refléter des problèmes statis-

tiques. Le solaire thermique n'étant pas inclus ici en tant que système distinct, les logements qui utilisent uniquement l'énergie solaire thermique pour le chauffage font également partie de ce groupe.

Suite à l'augmentation de la part des EnR dans le secteur de l'électricité, le chauffage électrique gagne en importance. En Bulgarie, au Portugal et à Malte, la proportion est nettement supérieure à 10 %, tandis qu'en Espagne, en

4

Part des technologies renouvelables dans les ventes en 2016



Source : EurObserv'ER 2018 – calculs propres basés sur diverses sources. * Peut inclure gaz, fioul et cogénération biomasse, calculé pour les pays de l'UE dont les données sont lacunaires, sur la base de la part moyenne des ventes de AT, BE, FR, DE, IT, NL, PL, ES, UK. ** Le système solaire thermique correspond à une surface de capteur de 4 m².

Slovaquie, en France, en Finlande, en Grèce et en Suède, elle dépasse légèrement ce seuil. Cela signifie que la part croissante des EnR dans l'électricité contribue à un chauffage ou un refroidissement bas carbone dans ces pays.

PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES VENTES

Les figures 4 et 5 illustrent la part des technologies renouvelables

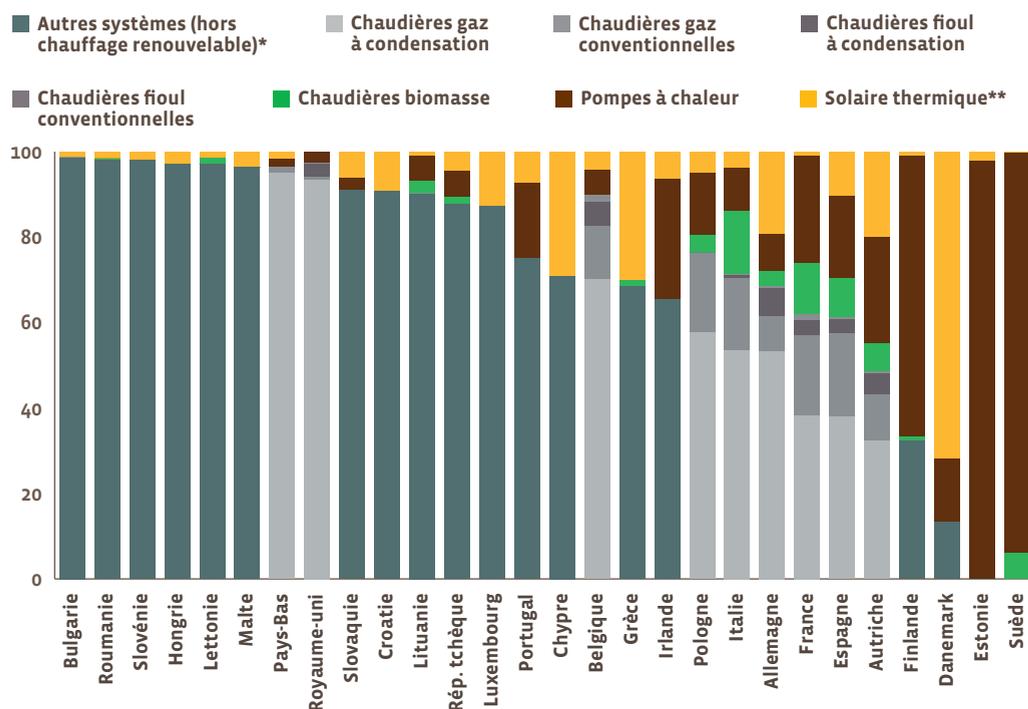
dans les ventes de systèmes de chauffage et de refroidissement. Contrairement à la figure 3, la figure 4 présente l'évolution récente des énergies renouvelables en montrant la part des technologies renouvelables dans les ventes de chauffage/refroidissement pour l'année concernée. Cela illustre leur dynamique sur le marché.

Les pompes à chaleur présentent une très forte progression en

Estonie, en Finlande, en Suède et en France. Les chaudières biomasse affichent également un niveau moindre, en Italie, en France, en Espagne et en Autriche. Malgré l'absence de données sur les ventes dans certains pays, on peut supposer, en se basant sur les parts de consommation et les

5

Part des technologies renouvelables dans les ventes en 2017



Source : EurObserv'ER 2018 – calculs propres basés sur diverses sources. * Peut inclure gaz, fioul et cogénération biomasse, calculé pour les pays de l'UE dont les données sont lacunaires, sur la base de la part moyenne des ventes de AT, BE, FR, DE, IT, NL, PL, ES, UK
 ** Le système solaire thermique correspond à une surface de capteur de 4 m².

parts de marché, que les ventes des technologies biomasse individuelles sont également élevées dans les pays baltes, en Bulgarie, en Roumanie, en Croatie et en Slovaquie. L'énergie solaire thermique connaît une forte progression dans les pays où elle occupe déjà une place importante, comme à Chypre et en Grèce, mais son augmentation la plus importante s'observe au Danemark (chauf-

fage urbain solaire), tandis que l'Autriche, l'Allemagne, la Pologne et l'Espagne affichent un développement modéré.

Globalement, dans de nombreux pays de l'Union européenne, la dynamique des énergies renouvelables dans le secteur du chauffage/refroidissement est faible.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, le chauffage au gaz naturel est le système le plus couramment utilisé, suivi des chaudières au fioul, tandis que les chaudières à charbon disparaissent progressivement, comme le montrent les chiffres des parts de consommation et des parts de marché. De plus, les ventes de chaudières à condensation gaz et fioul connaissent une forte pro-

1

Taux de remplacement des systèmes de chauffage (pourcentage des ménages)

Pays	2016	2017
Autriche	2,24 %	2,33 %
Belgique	5,47 %	5,62 %
France	3,38 %	3,56 %
Allemagne	1,73 %	1,78 %
Italie	4,60 %	4,75 %
Pays-Bas	5,34 %	5,56 %
Pologne	1,53 %	1,58 %
Espagne	2,11 %	2,16 %
Suède	2,56 %	3,04 %
Royaume-Uni	6,18 %	6,45 %
Total	3,45 %	3,59 %

Source : évaluation propre basée sur diverses sources

gression, ce qui indique qu'elles joueront encore, à l'avenir, un rôle important dans le chauffage.

Malgré la progression relativement forte des pompes à chaleur dans certains pays, les parts de consommation sont faibles par rapport aux systèmes de chauffage basés sur les combustibles fossiles. L'énergie solaire thermique présente un certain potentiel, même dans les pays du Nord comme le Danemark, mais sa part dans le parc immobilier sont faibles.

Le tableau 1 présente une vue d'ensemble du taux de remplacement des systèmes de chauffage de plusieurs États-membres. On peut observer que les taux de

remplacement sont plus élevés dans les pays où la part du chauffage urbain est très faible (par exemple, la Belgique, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni) que dans ceux comptant une forte proportion de ménages desservis par un réseau de chaleur urbain.

En résumé, certains pays enregistrent une consommation élevée d'énergie renouvelable ainsi qu'une forte progression des ventes des systèmes renouvelables. Les pompes à chaleur sont notamment de plus en plus utilisées dans les pays scandinaves, tandis que la biomasse joue un rôle croissant dans certains pays d'Europe de l'Est. En Roumanie, en Bulgarie et en Hongrie, la dyna-

mique semble faible dans le secteur de la chaleur renouvelable, mais traditionnellement, le chauffage repose déjà partiellement sur la biomasse. Dans le cadre de la décarbonisation du chauffage et du refroidissement, l'électricité gagne en importance si elle est basée sur une source d'énergie renouvelable. Cependant, les taux de déploiement du chauffage électrique sont encore faibles. ■

OBJECTIF 2020 : UN DEMI-POINT DE PLUS EN 2017

Les niveaux de production des énergies renouvelables sont par nature sensibles aux conditions climatiques, au niveau de la demande qui en est faite (exemples : la consommation de bois des ménages dépend des températures hivernales, comme la durée de l'utilisation des pompes à chaleur et de leur fonction réversible en été), mais également parce que ces la météo les impactent directement : le niveau des précipitations annuelles influe sur l'hydroélectricité, les vitesses moyennes de vent sur l'éolien et les heures d'ensoleillement sur la production des installations solaires.

Une des conclusions de l'année 2017 est que, comme en 2016, des conditions climatiques perturbées ont affecté la production de certaines filières renouvelables, avec des situations contrastées, parfois inversées, selon la géographie des pays membres. À l'échelle de l'Union européenne, deux grandes filières de production d'électricité ont particulièrement été impactées en 2017, négativement, avec un déficit hydroélectrique record qui a touché une grande partie de l'Europe et, plus positivement, avec une production éolienne en forte hausse en 2017, faisant suite à une année 2016 particulièrement peu ventée dans la moitié Nord de l'Europe. Ces perturbations sont très vraisemblablement liées au réchauffement climatique en cours. Selon l'Organisation météorologique mondiale, l'année 2017 est la 5^e année la plus chaude enregistrée en Europe. On sait déjà qu'en 2018, de nombreux pays d'Europe continentale ont relevé des températures moyennes annuelles inédites, avec des records de chaleur enregistrés de la mer du Nord au Danube.

LES NOUVELLES FILIÈRES RENOUVELABLES COMPENSENT UN DÉFICIT HYDROÉLECTRIQUE RECORD

La production brute d'électricité renouvelable réelle (non normalisée) – pour l'hydraulique, issue du débit naturel de l'eau (c'est-à-dire hors pompage hydraulique) – a augmenté, mais de façon très modérée en 2017. Elle s'est établie à 975,2 TWh (graphique 1), en augmentation de 2,2 % par rapport à 2016 (953,9 TWh). Elle correspond à une augmentation de la production de 21,3 TWh entre 2016 et 2017. Cette croissance est légèrement supérieure à celle de 2016 (+ 1,7 % entre 2015 et 2016), mais reste inférieure à celles de 2015 (+ 4 %), de 2014 (+ 4,9 %) et de 2013 (+ 11,7 %). Si l'on ajoute la production hydraulique issue de pompage, non qualifiée de renouvelable par la directive européenne sur les énergies renouvelables, la production s'établit à 1 005,8 TWh en 2017 (983,9 TWh en 2016), avec une augmentation de 2,2 %.

L'année 2017 a été marquée par une sécheresse et un déficit pluviométrique records qui ont touché une grande partie de l'Europe. La production hydroélectrique issue du débit naturel de l'eau, c'est-à-dire ne prenant pas en compte la production d'électricité issue du pompage, a perdu 50,3 TWh par rapport à 2016, pour atteindre un seuil historiquement bas de 300,7 TWh (351 TWh en 2016). Parmi les grands pays producteurs d'hydroélectricité, seules la Suède et la Lettonie ont été épargnées. Les pays du sud de l'Europe et ceux situés le plus à l'ouest ont connu les diminutions les plus importantes, avec des baisses de production de 48,4 % en Espagne, 62,5 % au Por-

tugal, 28,5 % en Grèce, 17,9 % en France et 14,7 % en Italie. Les variations de la production hydroélectrique "naturelle" peuvent être très importantes d'une année sur l'autre, les niveaux de 2017 étant par exemple très éloignés de ceux de 2014 (375,9 TWh) ou de 2010 (376,9 TWh), années particulièrement pluvieuses à l'échelle de l'Union européenne.

Le déficit hydroélectrique a été contrebalancé par une production d'électricité éolienne et solaire en très forte augmentation. L'année 2016 avait été particulièrement défavorable à la production d'électricité éolienne, avec des déficits de vents importants sur les côtes britanniques, en mer du Nord, en mer Baltique et, plus généralement, sur une large moitié Nord de l'Europe. 2017 a été plus conforme à la normale. Selon Eurostat, la production a atteint 362,4 TWh, soit une croissance de 19,7 % par rapport à 2016 (équivalent à un gain de 59,6 TWh). L'Allemagne est le premier pays à franchir la barre des 100 TWh éoliens produits avec 105,7 TWh générés en 2017. Le Royaume-Uni (50 TWh) coiffe sur le fil l'Espagne (49,1 TWh) et devient le second producteur de l'Union européenne. Le productible s'est logiquement amélioré dans les pays disposant d'importantes capacités éoliennes offshore. De plus en plus de parcs offshore présentent des facteurs charges annuels proches et mêmes supérieurs à 50 %. Un taux qui peut être encore plus élevé durant les périodes hivernales, qui correspondent aux pics des besoins en électricité dans de nombreux pays. L'autre facteur d'augmentation est la hausse des capacités de production éolienne (terrestre et maritime), avec une puissance nette en augmentation de 14,7 GW

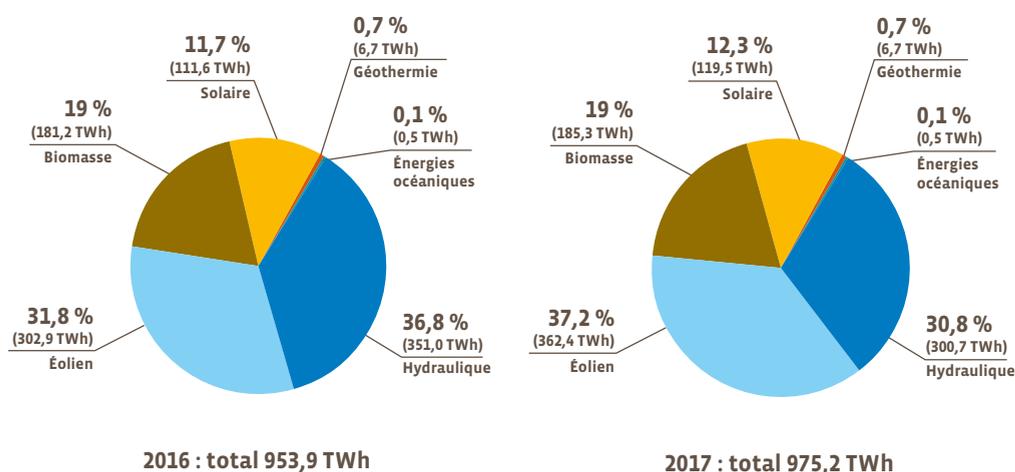
(pour un total de 169,8 GW), soit la progression la plus forte jamais enregistrée par la filière, devançant celles de 2016 et de 2015 (+ 12,8 GW chacune).

2017 a également été une bonne année pour la production d'électricité photovoltaïque, aidée par un ensoleillement plus favorable et une puissance nette additionnelle de 11,7 GW au cours des deux dernières années. Selon Eurostat, la production de l'Union européenne a atteint 113,7 TWh en 2017, soit une croissance de 7,3 % par rapport à 2016. L'électricité photovoltaïque représente désormais 3,4 % de la production brute d'électricité de l'Union européenne. En ajoutant la production des centrales héliothermodynamiques espagnoles (5,9 TWh), qui est restée identique sur le plan de la puissance installée, la contribution totale de l'électricité solaire atteint 119,5 TWh.

Concernant l'énergie biomasse dans son ensemble, la production d'électricité a atteint le chiffre de 185,3 TWh en 2017, en croissance de 2,2 % par rapport à 2016 (+ 4 TWh). La dynamique de croissance de la production d'électricité biomasse est principalement assurée par sa composante biomasse solide, qui a augmenté de 3,0 % par rapport à 2016, pour atteindre 94,7 TWh en 2017 (+ 2,8 TWh). Cette augmentation s'explique en grande partie par une hausse de la puissance électrique maximale nette biomasse solide de pays qui promeuvent son utilisation en substitution du charbon et via le développement de la cogénération biomasse ; le Royaume-Uni, la Finlande et le Danemark étant actuel-

1

Part de chaque énergie dans la production d'électricité renouvelable de l'Union européenne



Note : Productions hydraulique et éolienne réelles (non normalisées), Step non incluses. Source : EurObserv'ER 2018

lement les pays les plus actifs. L'électricité biomasse bénéficie également d'une augmentation de la part d'électricité renouvelable provenant de la combustion des ordures ménagères (+ 1 TWh, pour un total de 22,2 TWh). L'augmentation de la production d'électricité biogaz, moins politiquement soutenue qu'auparavant, a été moindre (+ 0,6 TWh, pour un total de 63,4 TWh), tandis que la production d'électricité issue de biomasse liquide perd 0,3 TWh, soit un total de 5 TWh. Les filières de production d'électricité géothermique et énergies marines évoluent peu, en très légère baisse de 19 GWh pour la première (soit un total de 6,7 TWh) et en hausse de 25 GWh pour la seconde (soit un total de 526 GWh).

UN INDICATEUR DE SUIVI DE LA DIRECTIVE PLUS FLATTEUR

L'indicateur de suivi de la production d'électricité renouvelable utilisé pour le calcul de l'objectif de la directive relative aux énergies renouvelables (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 de la directive), afin de gommer les aléas climatiques, au moins au niveau des précipitations et du vent, et

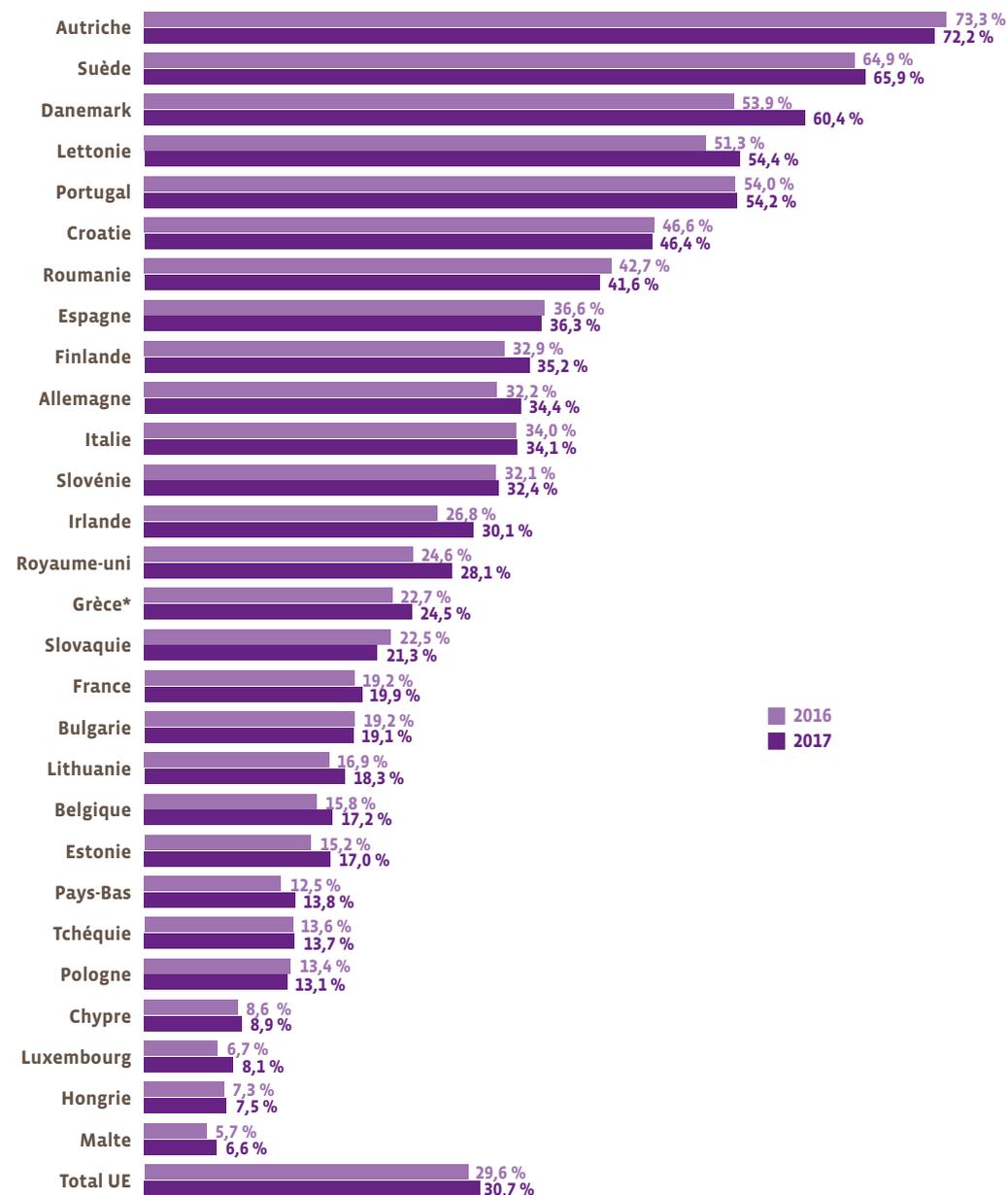
ainsi être plus représentatif des efforts réalisés par chaque État-membre. Il est également plus précis, car il prend en compte une estimation de la production d'électricité renouvelable produite par le biométhane (biogaz épuré) injecté dans le réseau de gaz naturel et n'intègre que la production d'électricité issue de biomasse liquide certifiée durable.

La production normalisée de l'hydraulique ainsi retenue (mise à jour du 4 février 2019) a été de 348,9 TWh en 2017 (351 TWh en 2016), et celle de l'éolien a été de 346,7 TWh en 2017 (311,1 TWh en 2016). Elle porte la production d'électricité renouvelable, retenue pour le calcul des objectifs européens, à 1 008,1 TWh en 2017 contre 962,1 TWh en 2016. La production totale d'électricité retenue atteint 3 278,7 TWh en 2017, contre 3 255 TWh en 2016 (+ 0,7 % par rapport à 2016). Cette évolution permet une augmentation de la part des énergies renouvelables qui passe ainsi de 29,6 % en 2016 à 30,7 % en 2017. Par rapport à l'année 2005 (14,8 %), la part de l'électricité renouvelable "normalisée" a été multipliée par plus de deux.



2

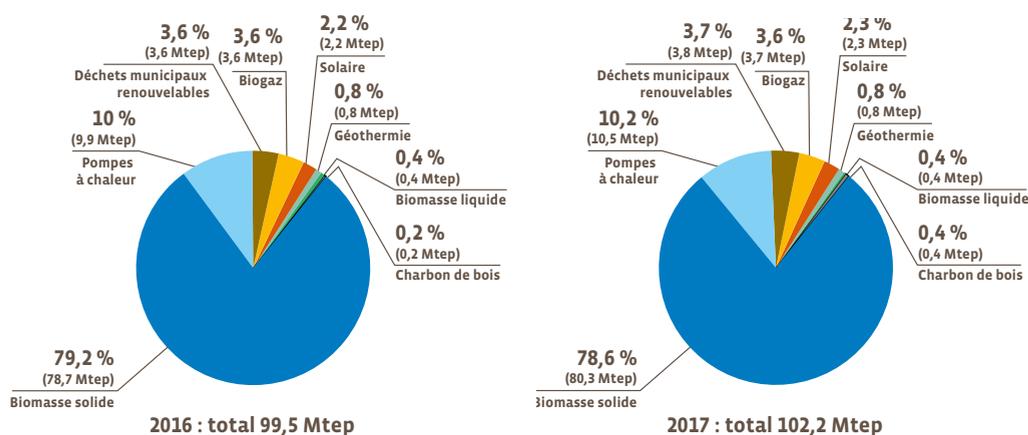
Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité des pays de l'Union européenne en 2016 et en 2017



* Estimation. 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. Les autres énergies renouvelables comprennent la production d'électricité à partir de biocombustibles gazeux et liquides, de déchets municipaux renouvelables, de géothermie et de marées, de vagues et d'océan. Source : Shares.

3

Part de chaque énergie dans la consommation de chaleur et de rafraîchissement renouvelable de l'Union européenne



Source : EurObserv'ER 2018

En prenant en compte cette période de référence (entre 2005 et 2017), on peut constater que l'augmentation de la part de l'électricité renouvelable a été significative dans beaucoup de pays de l'Union européenne, avec des modifications en profondeur du mix de production électrique. Les augmentations les plus importantes sont à mettre à l'actif du Danemark (+ 35,7 points de pourcentage), du Portugal (+ 26,5 pp), de l'Allemagne (+ 24 pp), du Royaume-Uni (+ 24 pp), de l'Irlande (+ 22,9 pp), de l'Italie (+ 17,8 pp) et de l'Espagne (+ 17,2 pp). La part de l'électricité renouvelable a en revanche faiblement augmenté dans des pays comme la Hongrie (+ 3,1 pp), la Slovaquie (+ 3,8 pp), le Luxembourg (+ 4,9 %), la Slovaquie (+ 5,6 pp), la France (+ 6,2 pp) et les Pays-Bas (+ 7,5 pp).

Le graphique 2 montre que la part de l'électricité renouvelable peut être extrêmement variable selon le potentiel et les politiques de soutien aux énergies renouvelables des États-membres. La production renouvelable est majoritaire dans les cinq premiers pays du classement : Autriche (72,2 % en 2017), Suède (65,9 %), Danemark (60,4 %), Lettonie (54,4 %), Portugal

(54,2 %) et Danemark (53,7 %). Elle reste en revanche inférieure à 10 % dans les quatre pays de queue : Chypre, Luxembourg, Hongrie et Malte.

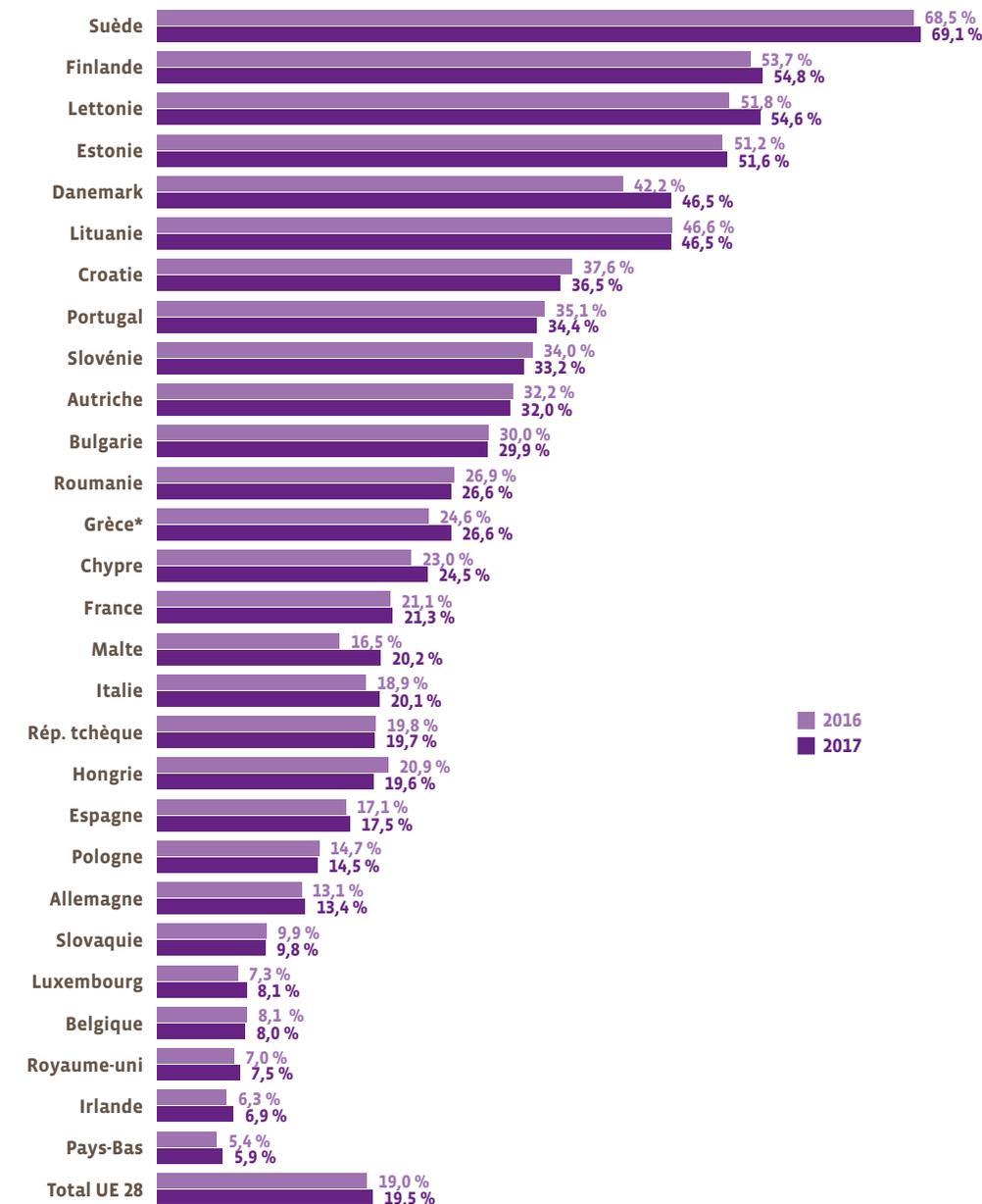
LA CHALEUR PASSE LE SEUIL DES 100 MTEP

Selon les données fournies par Eurostat dans le cadre de son outil de calcul Shares, en 2017, la chaleur renouvelable a moins contribué que l'électricité renouvelable à l'augmentation de la consommation d'énergie finale renouvelable, alors que c'était l'inverse en 2016. Cet indicateur regroupe à la fois l'énergie directement consommée par l'utilisateur final non issue du secteur de la transformation (exemple : la consommation de bois énergie des ménages utilisé dans les appareils de chauffage domestique), la chaleur dérivée issue de centrales de chauffage et de cogénération et la production renouvelable restituée par les pompes à chaleur. La production de chaleur a ainsi contribué à hauteur de 100,2 Mtep en 2017 (99,5 Mtep), soit une croissance de 2,7 % par rapport à 2016 (2,7 Mtep supplémentaires). Cette augmentation est inférieure à celle enregistrée



4

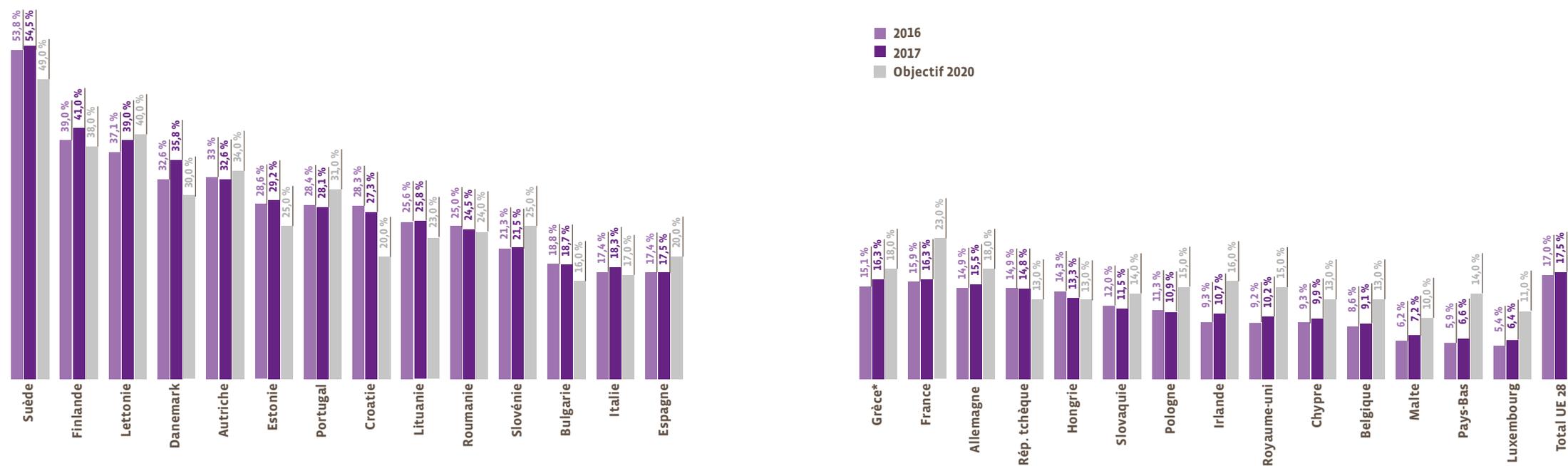
Part des énergies renouvelables dans la chaleur et le rafraîchissement des pays de l'Union européenne en 2016 et 2017



* Estimation. Source : Shares.

5

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2016 et 2017 et objectif 2020



* **Estimation.** L'outil de suivi Shares 2017 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.**

en 2016, où 3,3 Mtep avaient été ajoutés (+ 3,5 %), et à celle de 2015, où 4,7 Mtep avaient été ajoutés (+ 5,1 %).

Les variations de la consommation de chaleur renouvelable doivent s'analyser avec précaution. En effet, la succession d'années et d'hivers doux en Europe, conséquence mesurable du réchauffement climatique, a pour effet de brouiller la lecture de l'impact des politiques mises en place pour promouvoir l'utilisation de chaleur renouvelable, les besoins de chauffage étant directement corrélés avec le niveau moyen des températures. À noter qu'indépendamment des conditions climatiques, les efforts liés à l'efficacité énergétique rendue possible par une meilleure isolation des bâtiments et par des appareils de chauffage performants permet de mieux valoriser énergétiquement

la consommation d'énergie primaire renouvelable. L'installation d'un nouveau chauffage au bois ou d'une pompe à chaleur dans une maison où des travaux d'isolation ont été effectués aura pour effet de diminuer la consommation d'énergie finale renouvelable.

En regardant de près l'évolution par filière, l'augmentation s'explique essentiellement par une contribution supplémentaire de biomasse solide (+ 1,6 Mtep) et, dans une moindre mesure, des filières pompes à chaleur (+ 0,5 Mtep), déchets municipaux renouvelables (+ 0,2 Mtep), charbon de bois (+ 0,2 Mtep), solaire thermique (+ 0,1 Mtep) et biogaz (+ 0,1 Mtep). La contribution supplémentaire de la filière géothermie est plus faible (+ 0,05 Mtep), et celle de la biomasse liquide est restée globalement stable.

Selon les calculs d'EurObserv'ER, la répartition entre les différentes filières de chaleur renouvelable a peu évolué entre 2016 et 2017 (graphique 3). La biomasse solide demeure la principale source de chaleur renouvelable (78,6 % du total 2017), soit une consommation de 80,3 Mtep. Les pompes à chaleur, qu'elles soient aérothermiques, hydrothermiques ou géothermiques, constituent la deuxième source de chaleur renouvelable de l'Union européenne, avec une part de 10,2 % et une production de 10,5 Mtep. Suivent les déchets urbains renouvelables (part de 3,7 % et production de 3,8 Mtep), le biogaz (3,6 %, 3,7 Mtep), le solaire (2,3 %, 2,3 Mtep), la géothermie (0,8 %, 0,8 Mtep) et la biomasse liquide (0,4 %, 0,4 Mtep).

Compte tenu de l'augmentation totale de la consommation de chaleur, qui est passée de 522,3 Mtep en 2016 à 524,5 Mtep en 2017 (+ 0,4 %), la part de la chaleur renouvelable a atteint 19,5 % (19,0 % en 2016). En prenant 2005 comme année de référence (11,1 %), le gain passe à 8,4 points de pourcentage.

Sur la période 2005-2017, les plus fortes progressions dans la part de la chaleur renouvelable sont à mettre à l'actif du Danemark (+ 23,7 pp), de l'Estonie (+ 19,5 pp), de Malte (+ 19,2 pp), de la Suède (+ 17,3 pp), de la Lituanie (+ 17,2 pp), de la Finlande (+ 15,7 pp), de la Bulgarie (+ 15,6 pp) et de la Slovénie (+ 14,3 pp). En revanche, parmi les pays qui ont observé les plus faibles progressions, on trouve : le Portugal (+ 2,3 pp), l'Irlande (+ 3,4 pp), les Pays-Bas (+ 3,5 pp), la Pologne (+ 4,3 pp) et le Luxembourg (+ 4,5 pp).

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 majoritaire ou presque dans les pays d'Europe du Nord (69,1 % en Suède, 54,8 % en Finlande, 46,5 % au Dane-

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2016 et 2017 et trajectoire indicative

Pays	2016	2017	Trajectoire indicative 2017-2018
Suède	53,8 %	54,5 %	45,8 %
Finlande	39,0 %	41,0 %	34,7 %
Lettonie	37,1 %	39,0 %	37,4 %
Danemark	32,6 %	35,8 %	25,5 %
Autriche	33,0 %	32,6 %	30,3 %
Estonie	28,6 %	29,2 %	22,6 %
Portugal	28,4 %	28,1 %	27,3 %
Croatie	28,3 %	27,3 %	17,4 %
Lituanie	25,6 %	25,8 %	20,2 %
Roumanie	25,0 %	24,5 %	21,8 %
Slovénie	21,3 %	21,5 %	21,9 %
Bulgarie	18,8 %	18,7 %	13,7 %
Italie	17,4 %	18,3 %	12,9 %
Espagne	17,4 %	17,5 %	16,0 %
Grèce*	15,1 %	16,3 %	14,1 %
France	15,9 %	16,3 %	18,6 %
Allemagne	14,9 %	15,5 %	13,7 %
Rép. tchèque	14,9 %	14,8 %	10,6 %
Hongrie	14,3 %	13,3 %	10,0 %
Slovaquie	12,0 %	11,5 %	11,4 %
Pologne	11,3 %	10,9 %	12,3 %
Irlande	9,3 %	10,7 %	11,5 %
Royaume-Uni	9,2 %	10,2 %	10,2 %
Chypre	9,3 %	9,9 %	9,5 %
Belgique	8,6 %	9,1 %	9,2 %
Malte	6,2 %	7,2 %	6,5 %
Pays-Bas	5,9 %	6,6 %	9,9 %
Luxembourg	5,4 %	6,4 %	7,5 %
Total UE 28	17,0 %	17,5 %	-

* Estimation. L'outil de suivi Shares 2017 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.

mark) et dans les pays baltes (54,6 % en Lettonie, 51,6 % en Estonie et 46,5 % en Lituanie). Elle est en revanche fortement minoritaire dans les pays du Benelux (8,1 % au Luxembourg, 8,0 % en Belgique et 5,9 % aux Pays-Bas) et dans les îles britanniques (6,9 % en Irlande et 7,5 % au Royaume-Uni).

OBJECTIF 2020 : UN DEMI-POINT DE PLUS EN 2017

Eurostat a publié à travers son outil Shares (Short Assessment of Renewable Energy Sources) ses premiers résultats concernant la part de l'énergie provenant de sources renouvelables selon les critères de la directive 2009/28/EC. Ils confirment, dans sa mise à jour du 4 février 2019, à l'échelle de l'Union européenne, les estimations réalisées en décembre dans le cadre du projet EurObserv'ER. La part de l'énergie provenant de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie a atteint 17,5 % dans l'Union européenne en 2017, soit un demi-point de pourcentage (+ 0,5 pp) de plus qu'en 2016.

La progression de la part énergie renouvelable a été en 2017, à l'échelle de l'Union européenne, un peu plus élevée que celle mesurée en 2016, où 0,3 pp avait été ajouté entre 2015 et 2016. Elle reste cependant en deçà des gains observés en 2012 (+ 1,3 pp), 2013 (+ 0,7 pp) et 2014 (+ 0,8 pp). Pour l'atteinte de l'objectif de 2020, le rythme de croissance actuelle demeure insuffisant. Il devra être d'au moins 0,83 pp chaque année entre 2018 et 2020. Collectivement, cela reste encore à la portée de l'Union européenne, notamment dans le cadre d'une mise en œuvre effective des mécanismes de coopération qui incluent des "transferts statistiques" des pays anticipant un surplus dans leurs objectifs vers les pays anticipant un déficit.

Chaque État membre de l'UE a son propre objectif 2020. Les objectifs nationaux tiennent compte des différences dans les situations de départ ainsi que des potentiels d'énergies renouvelables, des ambitions et des performances économiques propres aux États-membres. Les grands pays forestiers et/ou disposant d'un haut potentiel hydroélectrique sont naturellement avantagés ; c'est le cas de la Suède, où la part de l'énergie provenant de sources renouvelables est majoritaire, soit 54,5 % en 2017. Quatre autres pays produisent le tiers ou plus de leur consommation d'énergie finale avec des sources renouvelables : la

Finlande (41,0 %), la Lettonie (39,0 %), le Danemark (35,8 %) et l'Autriche (32,6 %). À l'autre extrémité, cinq pays disposaient d'une part inférieure à 10 % (soit deux de moins qu'en 2016 (le Royaume-Uni et l'Irlande ayant quitté ce groupe en 2017), soit Chypre (9,9 %), la Belgique (9,1 %), Malte (7,2 %), les Pays-Bas (6,6 %) et le Luxembourg (6,4 %).

Un point d'étape de l'année 2017 montre qu'une grande majorité de pays membres sont en ligne avec leur objectif, c'est-à-dire que soit leur objectif a déjà été atteint, soit ils sont en ligne avec leur trajectoire indicative définie par la directive relative aux énergies renouvelables. Selon les résultats provisoires de Shares, 11 pays membres avaient en 2017 dépassé leurs objectifs 2020. Il s'agit de 11 mêmes que l'année précédente, à savoir la Suède (+ 5,5 pp), la Finlande (+ 3 pp), le Danemark (+ 5,8 pp), l'Estonie (+ 4,2 pp), la Croatie (+ 7,3 pp), la Lituanie (+ 2,8 pp), la Roumanie (+ 0,5 pp), la Bulgarie (+ 2,7 pp), l'Italie (+ 1,3 pp), la Rép. tchèque (+ 1,8 pp) et la Hongrie (+ 0,3 pp). Les pays les plus éloignés de leurs objectifs sont les Pays-Bas (à 7,4 pp de leur objectif national), la France (à 6,7 pp), l'Irlande (à 5,3 pp), le Royaume-Uni (à 4,8 pp) et le Luxembourg (à 4,6 pp).

Si l'on tient compte cette fois de la trajectoire indicative, dont le pourcentage est identique pour les années 2017-2018, seule une poignée de pays s'en sont écartés. Les retards les plus importants sont ceux des Pays-Bas (3,3 pp de retard par rapport à la trajectoire) et de la France (2,3 pp de retard). Les écarts sont moindres pour la Pologne (1,4 point de retard), le Luxembourg (1,1 point de retard), l'Irlande (0,8 point de retard), et peu significatifs pour la Slovénie (0,3 point de retard) et la Belgique (0,2 point de retard).

La croissance de la part renouvelable n'est pas toujours linéaire et peut faire l'objet de variations à la baisse d'une année sur l'autre. En 2017, environ un tiers des pays membres (9 pays sur 28) ont vu leur part renouvelable diminuer par rapport à 2016. C'est moins qu'en 2016, où 13 pays avaient vu leur part renouvelable légèrement diminuer par rapport à 2015. En 2017, c'était le cas de l'Autriche, du Portugal, de la Pologne, de la Slovaquie, de la Croatie, de la Roumanie, de la Bulgarie, de la Rép. tchèque et de la Hongrie. Hormis

en Hongrie, la baisse de la part renouvelable ne s'explique pas par une baisse de la consommation d'énergie finale renouvelable mais par une croissance plus importante de la consommation finale non renouvelable (pétrole, gaz, charbon et nucléaire).

Ces variations à la baisse peuvent s'expliquer par différentes raisons, comme des hivers plus cléments qui ont limité la consommation de bois énergie des ménages ou une baisse du taux d'incorporation des biocarburants dans les transports. Elles montrent cependant que les besoins supplémentaires énergétiques d'un pays, sur certains secteurs spécifiques liés à l'activité économique, ne sont pas encore systématiquement remplis par un développement accru des énergies renouvelables.

Il reste donc trois ans à l'Union européenne pour gagner les 2,5 pp manquants pour atteindre son objectif de 2020 et se placer dans les meilleures conditions pour répondre aux ambitions de la nouvelle directive énergie renouvelable 2018/2001. Définitivement adoptée le 11 décembre 2018, cette dernière impose aux États-membres de veiller collectivement à ce que la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables soit d'au moins 32 % dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030.

Si les objectifs chiffrés sont importants pour les acteurs industriels impliqués dans la transition énergétique, ainsi que les lois de programmation permettant leur mise en œuvre à l'échelle nationale, il est indispensable que l'Union européenne donne aux citoyens une vision stratégique à long terme, un but commun, afin de parvenir à une économie prospère, moderne et neutre pour le climat d'ici à 2050.

Le Conseil européen, qui réunit les chefs d'État et de gouvernement, a demandé à la Commission européenne de présenter une stratégie climatique pour 2050 d'ici le premier trimestre 2019, conformément à l'Accord de Paris, en tenant compte des plans nationaux sur l'énergie et le climat qui devront être adressés à la Commission européenne. La Commission européenne a apporté une première réponse le 28 novembre 2018, sous la forme d'une communication intitulée "Une planète propre pour tous". Elle y apporte une vision stratégique des profondes transformations économiques et sociales nécessaires

à la mise en place d'une économie climatiquement neutre. L'idée de cette stratégie n'est pas de fixer des objectifs mais de veiller à ce que la transition soit socialement juste, ne laissant pas de côté des Européens ou des régions en retard, et de permettre et renforcer la compétitivité de l'économie européenne sur les marchés mondiaux. Selon la Commission, atteindre une économie climatiquement neutre d'ici 2050 est réalisable d'un point de vue technologique, économique et social, mais nécessitera de profondes transformations sociétales et économiques en l'espace d'une génération. La Commission a donc énoncé ses priorités stratégiques pour atteindre la neutralité climatique de l'économie. Elle cite en premier lieu la décarbonisation complète du système d'approvisionnement énergétique européen, avec une électrification à grande échelle du système énergétique couplée à un déploiement important des renouvelables, une maximisation des bénéfices liés à l'efficacité énergétique, avec une diminution par près de la moitié des consommations énergétiques entre 2005 et 2050, un développement des infrastructures et des réseaux intelligents, la récolte des bénéfices de la bio-économie et la création de puits de carbone via le développement d'une agriculture et d'une gestion des terres durables, la mise en place des systèmes de capture et de stockage du carbone, celle d'une mobilité propre, sûre et connectée, la mise de la modernisation industrielle au centre d'une économie circulaire. ■



INDICATEURS SOCIO-ECONOMIQUES

Le présent chapitre apporte un éclairage sur l'impact socio-économique des différents secteurs européens des énergies renouvelables. Les 28 États membres de l'Union européenne sont couverts pour les années 2016 et 2017.

Note méthodologique

Un important changement méthodologique a été mis en œuvre dans l'édition 2017 de "L'état des énergies renouvelables en Europe" concernant les indicateurs socio-économiques. Il s'agit de la mise en place d'un environnement de modélisation qui permet de formaliser la procédure d'évaluation de l'emploi et du chiffre d'affaires. Le modèle a été développé par l'Energy Research Centre of the Pays-Bas (ECN), qui s'appelle désormais ECN Part of TNO.

Il est important de noter que les indicateurs utilisés dans cette méthodologie diffèrent de ceux des années précédentes (jusqu'à l'édition 2016 incluse). Au lieu de déterminer les emplois réels existants ou le chiffre d'affaires réalisé au cours d'une année donnée, la méthodologie évalue les emplois et le chiffre d'affaires qui sont liés à la capacité de la filière (installée et déjà présente) lors d'une année donnée. Cette différence

subtile signifie qu'une baisse ou une augmentation soudaine des emplois, telle qu'elle peut être présentée dans cette étude, ne correspond pas nécessairement à ce qu'observent les associations sectorielles nationales, car en cas de baisse de courte durée des capacités nouvellement installées, les sociétés (et leurs employés) peuvent résister en s'appuyant sur leurs réserves.

La nouvelle approche méthodologique repose sur une évaluation de l'activité économique de chaque secteur renouvelable couvert, activité qui est ensuite exprimée en équivalents temps plein (ETP). Dans cette publication, le terme "emploi" équivaut donc toujours à "équivalent temps plein". Cette nouvelle approche met l'accent sur les flux financiers provenant de quatre activités distinctes :

1. l'investissement dans de nouvelles installations ;
2. les activités d'exploitation et de maintenance des unités existantes, comprenant les unités nouvellement mises en place ;
3. la production et le commerce des équipements liés aux énergies renouvelables ;
4. la production et le commerce de la biomasse.

Les caractéristiques propres aux secteurs économiques des différents États-membres sont prises en compte lors de la détermination des retombées sur l'emploi et sur le chiffre d'affaires, au moyen de tableaux entrées-sorties. La nouvelle méthodologie utilise une approche cohérente et mathématique pour définir les effets sur l'emploi et sur le chiffre d'affaires, permettant d'établir des comparaisons entre les États-membres de l'Union européenne. Les bases de données sous-jacentes proviennent d'Eurostat, du JRC et d'EurObserv'ER. L'emploi lié aux mesures d'efficacité énergétique ne rentre pas dans le cadre de cette analyse. Quelques points méthodologiques importants sont brièvement énoncés ci-dessous :

- les données relatives à l'emploi présentées dans chaque filière font référence à l'emploi brut, c'est-à-dire qu'elles ne tiennent pas compte des évolutions dans les secteurs énergétiques non renouvelables ni de la réduction des dépenses dans d'autres secteurs ;
- les données comprennent à la fois les emplois directs et indirects. L'emploi direct comprend la fabrication d'équipements d'énergie renou-

velable, la construction d'installations d'énergie renouvelable, l'ingénierie et la gestion, l'exploitation et la maintenance, l'approvisionnement et l'exploitation de la biomasse. L'emploi indirect concerne des activités secondaires telles que le transport ou d'autres activités de service ;

- les indicateurs socio-économiques de la filière bioénergie (biocarburants, biomasse et biogaz) incluent les activités situées en amont, dans la filière agricole et sylvicole ;
- les chiffres d'affaires sont exprimés en millions d'euros courants (M€) ;
- tout en veillant à la précision des données, les indicateurs socio-économiques ont été arrondis à la centaine près pour l'emploi et à 10 millions d'euros près pour le chiffre d'affaires.

Les données relatives à l'emploi et au chiffre d'affaires ont été obtenues à partir d'un modèle évolutif, c'est-à-dire en cours de développement et pouvant donner lieu à des remarques et à des améliorations. L'une des difficultés de la mise en place d'un tel modèle concerne l'intégration de ces nombreuses observations, émises par des experts en modélisation, le secteur des énergies renouvelables, des décideurs politiques et des représentants nationaux. En septembre 2018, des experts sélectionnés au sein des organismes statistiques nationaux et des associations professionnelles ont été invités à formuler des remarques sur les indicateurs socio-économiques.

Les réponses au questionnaire ont apporté de précieuses informations. Une divergence a notamment été observée entre les estimations d'EurObserv'ER et un rapport de WindEurope intitulé "Local impact, global leadership. The Impact of wind energy on jobs and the EU economy" (2017)¹, qui évalue également l'activité économique liée à l'énergie éolienne. Les estimations figurant dans ce rapport diffèrent des données présentées dans cette section, ce qui peut s'expliquer par une différence de méthodologie. Le rapport de WindEurope dresse un inventaire de l'emploi direct en comptant les emplois figurant dans les rapports annuels des sociétés actives dans l'énergie éolienne. Puis, l'emploi indirect est ensuite estimé. En revanche, EurObserv'ER utilise une approche intégrale de modélisation par entrées-sorties pour évaluer l'emploi direct et indirect. Cette approche a notamment pour spécificité d'affecter les investissements s'échelonnant sur plusieurs années à l'activité socio-économique de l'année où la production d'énergie commence.

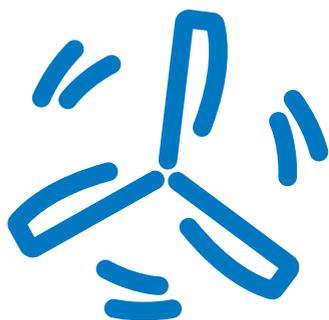
Des différences ont également été constatées pour l'Italie lors de l'examen du rapport "La situazione energetica nazionale nel 2017" (2018)². Elles peuvent s'expliquer par les différentes conditions aux limites appliquées dans les deux études (pour le secteur des pompes à chaleur, EurObserv'ER évalue également les PAC réfrigérantes et, pour la géothermie, EurObserv'ER évalue les installations produisant uniquement de la chaleur à côté de celles qui produisent de l'électricité). Cette

différence d'approche peut expliquer (au moins partiellement) les écarts observés. L'équipe d'EurObserv'ER tient à remercier tous les experts qui ont fait part de leurs observations au cours de la phase de consultation.

Un nouvel indicateur a été introduit dans l'édition 2017 : il s'agit de l'impact des énergies renouvelables sur l'emploi dans le secteur des combustibles fossiles. Cet indicateur se fonde sur l'énergie remplacée par la croissance de la production des énergies renouvelables. Il ne prend en compte que les emplois directs dans les secteurs fossiles, mais pas les investissements remplacés ni les effets indirects. Actuellement, les estimations couvrent 18 États-membres.

Pour de plus amples informations sur la méthodologie utilisée dans le présent chapitre, les lecteurs intéressés sont invités à consulter un document méthodologique fournissant des précisions sur la nouvelle approche. Ce document peut être téléchargé sur le site web du projet EurObserv'ER.

1. <https://windeurope.org/about-wind/reports/local-impact-global-leadership>
2. https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/MISE-DGSAIE_Relazione_energia_ed_appendici_2018.pdf



L'ÉOLIEN

Le secteur de l'énergie éolienne contribue toujours largement à la création d'emplois au sein du marché européen des énergies renouvelables. Selon le modèle EurObserv'ER, après une baisse du chiffre d'affaires (39,25 milliards d'euros) et de l'emploi (309 000 ETP) en 2016, le secteur est reparti à la hausse en 2017, totalisant 48,04 milliards d'euros et 356 700 ETP. Les cinq premiers pays en termes d'emploi sont quasiment les mêmes qu'en 2016, à l'exception des Pays-Bas, qui ont perdu leur cinquième place au profit de la France. Ce chapitre regroupe à la fois l'éolien terrestre et offshore.

L'augmentation de la puissance additionnelle installée en 2017 est due principalement à l'éolien offshore (3 228,6 MW installés en 2017, contre 1 613,8 MW en 2016). L'emploi lié au secteur éolien a également progressé de manière significative. L'exportation de turbines et de fondations offshore demeure solide. Le secteur manufacturier des pays producteurs d'éoliennes tels que le Danemark, l'Allemagne et l'Espagne en a tiré profit. Les principaux acteurs

européens du secteur sont Vestas (Danemark), Siemens Gamesa (Allemagne et Espagne) et Enercon (Allemagne). Ils exportent vers des pays extracommunautaires : Inde, États-Unis, Argentine, Chili, Canada, Mexique, Chine, Égypte, Taïwan, Thaïlande et Vietnam.

En **Allemagne**, la main-d'œuvre liée à l'énergie éolienne a atteint 140 800 ETP, contre 121 700 l'année précédente, pour un chiffre d'affaires dépassant les 20 milliards d'euros. Le pays confirme sa position de leader en matière de création d'emploi, concentrant 39,5 % de la main-d'œuvre européenne du secteur. Cette situation peut être attribuée à la croissance record de l'Allemagne au cours de la période concernée. Selon Eurostat, le pays a installé une capacité additionnelle de 6 126 MW en 2017, répartie en 4 431,5 MW pour les installations terrestres et 1 694,5 MW pour l'éolien offshore. Les modifications des mécanismes de soutien proposés par le gouvernement allemand ont stimulé la croissance du secteur et incité les développeurs à tirer parti de solutions de paiement avantageuses, encouragées notamment par le passage à un système d'appels d'offres et par le développement de la vente directe. Les trois appels d'offres de l'année 2017 ont révélé une forte diminution de la valeur des offres. Le Bureau des énergies renouvelables du ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie (BMWi) en conclut que si les résultats des appels d'offres dans le segment offshore continuent de baisser en 2018, il n'est pas exclu d'observer à l'avenir des offres à 0 cent d'euro par kWh.



Avec une croissance annuelle de 63 % et un total de 69 900 ETP, le **Royaume-Uni** est le second pourvoyeur d'emplois. Le chiffre d'affaires généré par la filière a suivi une tendance similaire, totalisant 7,4 milliards d'euros en 2017 (contre 4,5 milliards en 2016). La main-d'œuvre britannique représente 19,6 % de l'ensemble des emplois liés à l'éolien dans l'Union européenne.

L'Espagne arrive en troisième position avec 37 200 ETP,



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Allemagne	121 700	140 800	16 060	20 040
Royaume-Uni	42 900	69 900	4 490	7 360
Danemark	26 600	34 200	4 600	6 310
Espagne	23 500	37 200	2 820	4 340
Pays-Bas	21 500	5 800	2 680	830
France	18 800	18 500	2 790	2 860
Pologne	11 400	8 000	790	660
Portugal	6 400	3 100	500	320
Italie	6 300	7 500	950	1 120
Suède	4 900	2 700	1 010	620
Irlande	4 200	6 500	440	700
Grèce	3 700	3 100	300	230
Finlande	3 500	4 100	520	630
Roumanie	2 500	2 100	150	160
Belgique	2 300	5 500	450	1 100
Autriche	1 700	2 000	280	350
Estonie	1 600	1 200	90	80
Lituanie	1 600	500	60	30
Rép. tchèque	900	900	60	70
Croatie	900	1 100	50	70
Hongrie	800	800	50	50
Bulgarie	600	500	30	30
Luxembourg	200	100	30	20
Chypre	<100	200	<10	20
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Slovénie	<100	<100	<10	<10
Slovaquie	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	309 000	356 700	39 250	48 040

Source : EurObserv'ER 2018



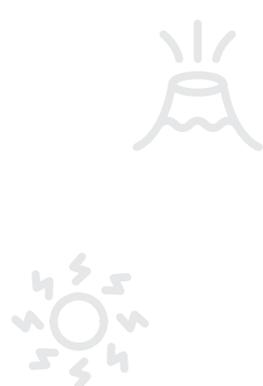
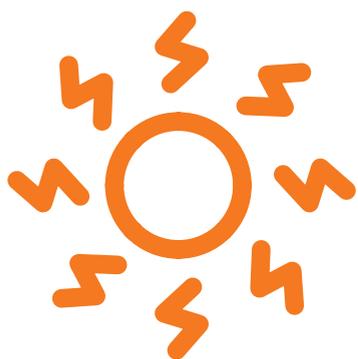
représentant 10 % des emplois de la filière européenne. Le chiffre d'affaires a poursuivi sa progression, passant de 2,8 milliards d'euros en 2016 à 4,3 milliards d'euros en 2017. La forte croissance de l'emploi est soutenue par la reprise de l'activité dans le secteur manufacturier et par le développement de parcs éoliens (Iberdrola Renovables a notamment développé et exploité 16 077 MW en 2017).

Au **Danemark**, l'emploi a progressé de 28,7 %, pour atteindre 34 200 ETP en 2017. Le chiffre d'affaires du secteur s'est élevé à 6,3 milliards d'euros. L'augmentation est en partie liée aux projets éoliens réalisés au niveau national, mais la majorité des emplois sont associés à la fabri-

cation d'équipements exportés vers d'autres pays de l'Union ainsi que sur le marché mondial. Avec une puissance cumulée de 5 522 MW fin 2017, le Danemark arrive en tête concernant la puissance éolienne pour 1 000 habitants, avec le chiffre record de 960,3 kW/1 000 habitants. En comparaison, l'Allemagne arrive seulement en quatrième position, avec 671,5 kW/1 000 habitants. Parmi sa capacité totale installée, le Danemark compte 1 296,8 MW de puissance offshore. Cela le classe au troisième rang de l'Union européenne pour l'éolien offshore (après le Royaume-Uni et l'Allemagne).

En **France**, le nombre d'emplois a diminué légèrement, passant de 18 800 ETP en 2016 à 18 500

en 2017, tandis que la puissance totale installée de l'éolien terrestre augmentait de 15,3 % sur la même période, pour atteindre 13 152 MW. La baisse de l'emploi semble être due à une diminution des exportations nettes de composants éoliens par rapport à 2016. Les conditions météorologiques favorables ont entraîné une augmentation de la production d'électricité éolienne, qui est passée de 0,7 % en 2016 à 5 % en 2017. Parallèlement, le nombre de projets en cours a progressé de 5 %. Cela peut s'expliquer notamment par la stabilisation du cadre réglementaire, qui a permis d'évoluer vers un complément de rémunération et l'abandon progressif du tarif d'achat. ■



LE PHOTOVOLTAÏQUE

En 2017, le marché européen du photovoltaïque a reculé d'environ 5 %. Cependant, l'énergie photovoltaïque représente plus de 7 % du mix énergétique de l'Allemagne et de l'Italie. La puissance additionnelle installée dans l'Union européenne en 2017 n'a été que de 5,7 GW, enregistrant une baisse de 10,8 % par rapport aux niveaux de 2016. Globalement, le secteur européen du photovoltaïque représentait toutefois cette année-là un marché de 11,2 milliards d'euros, pour un effectif de 90 800 personnes.

En 2017, **l'Allemagne** comptait le plus grand nombre d'emplois dans le secteur, avec une main-d'œuvre estimée à 29 300 ETP pour un chiffre d'affaires de 4,01 milliards d'euros, devançant le Royaume-Uni, qui détenait la première place depuis trois années consécutives. Le nombre d'emplois dans le secteur allemand du photovoltaïque représente 32,2 % de la main-d'œuvre globale de l'Union européenne dans ce même secteur. Selon Eurostat, l'Allemagne a raccordé 1 623 MW supplémentaires au réseau en 2017, contre 1 492 MW en 2016, soit une

augmentation de 12,5 %. Le marché intérieur allemand est en plein essor et s'appuie sur le marché du stockage de l'électricité solaire, avec la fabrication de systèmes de batteries photovoltaïques de petite taille. Le pays compte également plusieurs grands développeurs photovoltaïques, tels Juwi AG/MVV Energie AG et Enerparc, qui ont installé globalement plus de 4 300 MW. Bien que l'Allemagne, principal fabricant et seul exportateur net d'équipements photovoltaïques en Europe, ait enregistré une augmentation globale des emplois dans le secteur, celui-ci a toutefois subi un léger recul en raison de la baisse globale des installations en Europe, ce qui a freiné l'exportation des équipements photovoltaïques produits en Allemagne.

Le **Royaume-Uni** a été rétrogradé en deuxième place concernant le nombre d'ETP dans ce secteur. L'emploi britannique a, en effet, fortement reculé (- 55,4 %), passant d'environ 29 000 ETP à un peu plus de 12 900 ETP en 2017, pour un chiffre d'affaires de 1,31 milliard





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Allemagne	27 100	29 300	3 400	4 010
Royaume-Uni	29 000	12 900	2 810	1 310
Italie	10 700	11 200	1 400	1 450
France	5 200	9 300	710	1 310
Pays-Bas	4 700	6 000	560	730
Espagne	2 200	5 500	220	500
Belgique	2 400	3 000	440	570
Autriche	1 300	1 600	190	260
Portugal	700	1 500	40	90
Hongrie	2 000	1 300	90	60
Rép. tchèque	1 700	1 300	110	100
Grèce	1 100	1 300	90	90
Pologne	1 500	1 100	90	80
Danemark	1 200	1 100	200	190
Roumanie	1 800	900	90	60
Finlande	400	700	80	120
Bulgarie	800	600	30	30
Suède	300	500	60	90
Chypre	<100	500	<10	30
Malte	100	300	<10	20
Slovaquie	400	200	20	20
Lituanie	300	100	10	<10
Slovénie	300	100	20	10
Estonie	200	100	10	<10
Croatie	<100	100	<10	<10
Luxembourg	<100	100	10	10
Irlande	<100	<100	<10	10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	95 900	90 800	10 730	11 190

Source : EurObserv'ER 2018



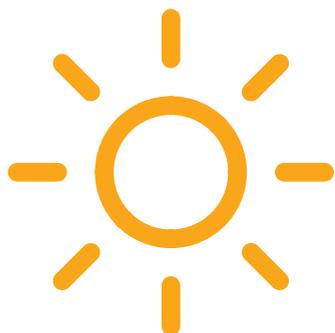
d'euros. Cette baisse sévère peut être attribuée à la diminution de la puissance photovoltaïque nouvellement installée (864 MW en 2017 contre 2 364 MW en 2016). Cette situation s'explique par le fait qu'aucun projet solaire n'a réussi à se qualifier depuis la seconde enchère du système des "contracts for difference" (CfD). Néanmoins, la production d'électricité solaire a augmenté de 10,2 % par rapport à 2016 et représente actuellement 3,2 % de la production d'électricité du pays.

L'Italie arrive en troisième position, avec 11 200 ETP en 2017, soit une croissance de 4,6 % sur un an, pour un chiffre d'affaires de

1,45 milliard d'euros. La capacité totale additionnelle est passée de 382 MW en 2016 à 399 MW en 2017, ce qui a porté le parc photovoltaïque connecté et cumulé à 19 682 MW à la fin de l'année. L'emploi italien pourrait éventuellement être boosté par la présence de développeurs photovoltaïques, tel Enerl Green Power, qui a installé une puissance photovoltaïque de 1 200 MW en 2017, ainsi que par le besoin de main-d'œuvre pour l'installation de nouveaux panneaux photovoltaïques ou la réparation et l'entretien du matériel plus ancien.

En **France**, le nombre d'emplois a connu une croissance

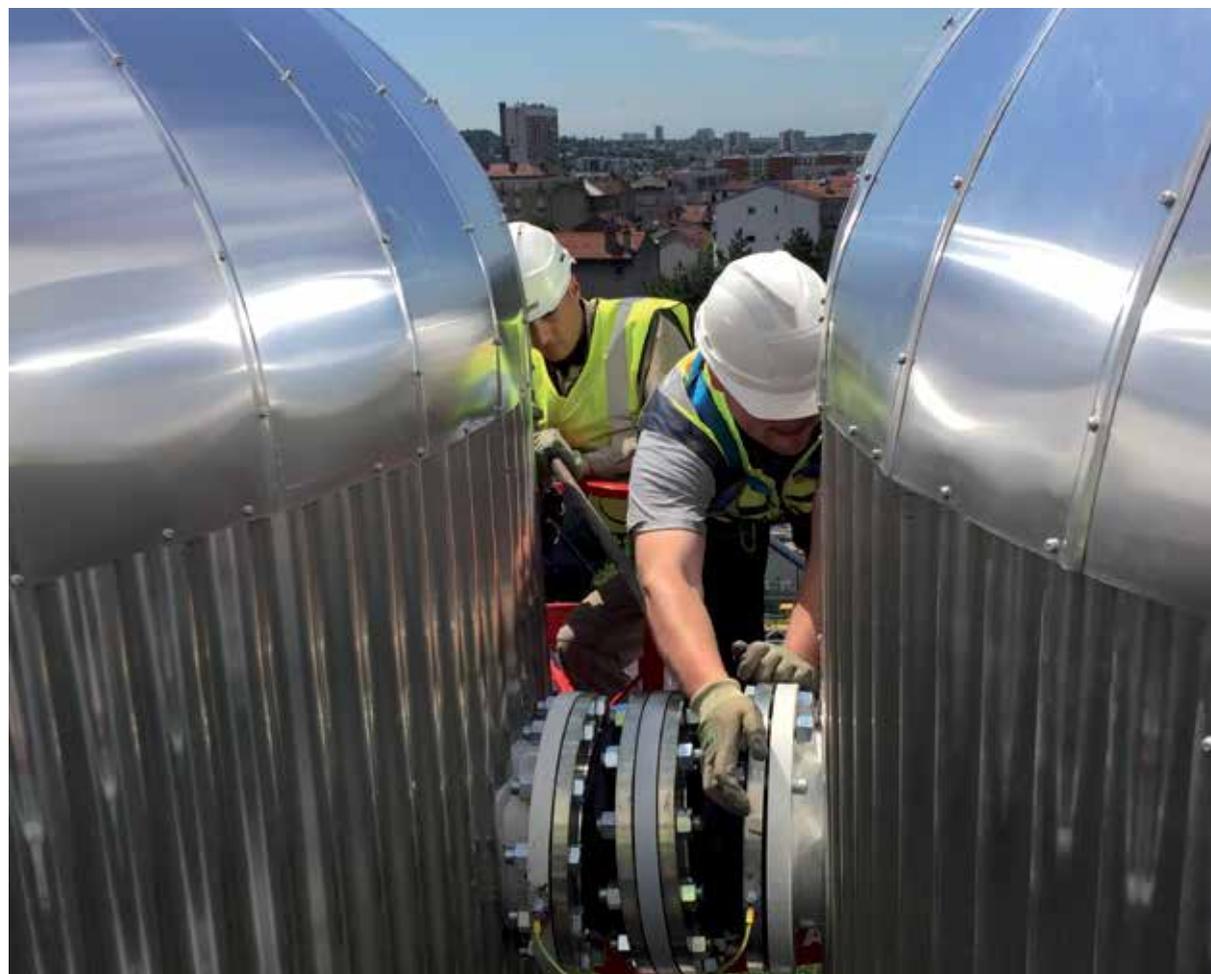
exceptionnelle de 78,7 %, atteignant 9 300 ETP, pour un chiffre d'affaires de 1,3 milliard d'euros. Cette reprise a été en partie favorisée par l'évolution positive de la France après la performance décevante de 2016. Avec plus de huit appels d'offres en 2017, pour un total de 1 503 MW, le secteur devrait poursuivre sa croissance en 2018. Celle-ci devrait aussi être favorisée par une augmentation de 1 GW du volume des appels d'offres pour le solaire photovoltaïque au cours de l'année à venir. La croissance sans précédent du marché intérieur a boosté l'emploi : le nombre de ménages produisant leur propre électricité est passé de 8 000 à 20 000 en 2017. ■



SOLAIRE THERMIQUE ET THERMODYNAMIQUE

Le marché du solaire thermique de l'Union européenne a connu un nouveau recul pour la neuvième année consécutive, avec une baisse de 24 % et moins de 2 millions de mètres carrés de surface de capteurs installés. Les marchés européens du solaire thermique ont du mal à se stabiliser et à rester à flot. Parmi les facteurs contribuant à cette détérioration figurent notamment les réglementations limitant l'installation de capteurs solaires thermiques, les choix politiques restrictifs, ainsi que la concurrence des autres filières renouvelables, mais aussi des technologies "fossiles" et "électriques", qui deviennent de plus en plus efficaces. Dans le secteur de l'héliothermodynamique, le marché européen a ralenti et le parc existant s'établit à 2 314 MW, incluant les centrales pilotes et les démonstrateurs. De nouveaux projets devraient être opérationnels en 2018, notamment en Italie, ce qui devrait booster l'emploi dans ce pays. L'emploi total dans le secteur du solaire thermique est estimé en 2017 à 21 900 ETP pour un chiffre d'affaires de 2,4 milliards d'euros, contre 29 000 ETP et 3,4 milliards d'euros en 2016.

L'Espagne demeure le premier acteur européen, avec une main-d'œuvre s'élevant à 8 100 ETP et un chiffre d'affaires de 970 millions d'euros, soit une légère augmentation par rapport à 2016. L'essentiel de cette main-d'œuvre assure l'exploitation ou la maintenance des installations héliothermodynamiques existantes ou exerce des activités secondaires en lien avec ce secteur. Bien que le nombre de capteurs solaires thermiques installés annuellement ait reculé d'environ 5 %, la croissance devrait se poursuivre dans ce secteur. En effet, le Código técnico de la edificación (CTE) oblige à couvrir entre 30 % et 70 % des besoins en eau chaude de tous les nouveaux bâtiments avec des systèmes renouvelables. Cette obligation a entraîné une croissance rapide de la filière en 2007, mais la bulle immobilière espagnole a éclaté un an plus tard, se traduisant par une chute du marché de la construction et un ralentissement depuis lors. Cette tendance a toutefois commencé à s'inverser en 2017. Le marché a enregistré, cette année-là, une croissance de 15 % grâce au CTE, malgré la baisse des ventes des systèmes non subventionnés.



Dans le secteur de l'industrie et du logement social, la superficie de capteurs installés a doublé en 2017, pour atteindre 4 000 m², ce qui montre que la baisse du marché est clairement imputable au marché de la rénovation. En ce qui concerne l'héliothermodynamique, la production atteinte en Espagne en 2017 était de 5 348 GWh, contre 5 071 GWh en 2016, selon Red eléctrica de España. Bien que le moratoire sur la construction de nouvelles centrales héliothermodynamiques, dû au refus du gouvernement de maintenir les subventions, soit désormais levé, le marché espagnol doit encore reprendre des couleurs. L'évolution vers de nouveaux appels d'offres "technologiquement neutres", en 2017, a eu des conséquences importantes pour le secteur héliothermodynamique, qui doit s'incliner face à d'autres technologies concurrentes, comme le solaire photovoltaïque.

En **Allemagne**, l'emploi est évalué en forte baisse (- 30 %), chutant de 6 400 en 2016 à 4 500 en 2017. Le chiffre d'affaires s'élève



	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Espagne	8 000	8 100	980	970
Allemagne	6 400	4 500	760	580
Grèce	1 500	2 000	110	130
Bulgarie	1 300	1 300	40	50
Autriche	2 000	1 200	330	200
France	1 100	1 000	150	130
Italie	1 400	600	170	70
Portugal	200	500	10	30
Pologne	1 100	300	70	20
Croatie	100	200	<10	10
Rép. tchèque	400	200	20	10
Danemark	3 200	200	530	30
Hongrie	400	200	20	10
Royaume-Uni	200	200	10	10
Belgique	200	100	30	30
Chypre	100	100	<10	10
Irlande	100	100	10	10
Malte	<100	100	<10	<10
Pays-Bas	100	100	10	10
Slovaquie	<100	100	<10	<10
Slovénie	200	100	<10	<10
Estonie	<100	<100	<10	<10
Finlande	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Lituanie	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Roumanie	200	<100	<10	<10
Suède	<100	<100	20	10
Total UE 28	29 000	21 900	3 380	2 410

Source : EurObserv'ER 2018

à 580 millions d'euros, contre 760 millions l'année précédente. Ce recul peut s'expliquer de diverses façons. Il existe une forte concurrence des systèmes de chauffage au gaz, et de nombreux installateurs sont découragés par le décalage entre les procédures d'installation et les profits qu'ils en tirent. Ces facteurs ont un tel poids que même le programme de stimulation de l'efficacité énergétique Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) n'a pas réussi à favoriser la croissance du secteur. Selon le ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi), le pays a installé environ 650 000 m² de capteurs en 2017, ce qui représente une baisse de 15,1 % par rapport à l'année précédente.

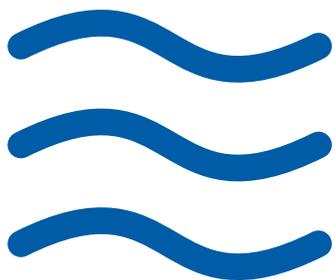
En **Grèce**, la main-d'œuvre du secteur est évaluée entre 1 500 et 2 000 ETP, ce qui témoigne d'une croissance remarquable et qui contraste avec le ralentissement

des autres grands marchés européens. Le chiffre d'affaires a atteint 130 millions d'euros fin 2017. Le marché grec du solaire thermique a progressé de 16,2 %, atteignant 316 000 m² de surface installée cette année-là. La concurrence entre les acteurs a fortement tiré les prix vers le bas. Le développement a été encore renforcé par l'expansion des réseaux de distribution, la montée en puissance du commerce électronique, ainsi que par l'arrivée sur le marché de grandes enseignes de bricolage et l'apparition de marques de distributeurs travaillant avec des équipementiers, tout cela dans un contexte de reprise de l'économie. Par ailleurs, les ventes à l'exportation (notamment de la société grecque Dimas Solar) ont progressé de 12 % grâce à la forte demande du marché nord-africain. Concernant le secteur héliothermodynamique, plusieurs projets étaient en cours début 2018 en Grèce, pour une puissance d'environ 125 MW. Ces projets

pourraient également contribuer au renforcement significatif de l'emploi dans le pays.

La baisse la plus forte de l'emploi lié au solaire thermique s'est produite au **Danemark**, selon les évaluations d'EurObserv'ER. Ceci s'explique notamment par la baisse des nouvelles installations solaires thermiques en 2017, due à la modification de la réglementation. Il faut noter qu'il y avait eu une très forte augmentation du nombre d'installations solaires thermiques en 2016, contre pratiquement aucune en 2017. Cette situation a eu un impact très négatif sur le nombre d'ETP, calculé à partir de la méthodologie décrite précédemment. Face à la diminution de la demande du marché intérieur, mais aussi de l'exportation, le Danemark a subi une lourde perte du côté de l'emploi, tant dans le secteur de l'installation que dans celui de la fabrication. ■





L'HYDROÉLECTRICITÉ

Globalement, le nombre d'équivalents temps plein a diminué dans la filière hydroélectrique de l'Union européenne, passant de 75 900 à 70 700, tandis que le chiffre d'affaires enregistrait une légère baisse, de 8,62 à 8,36 milliards d'euros. La grande majorité des infrastructures hydroélectriques européennes a été mise en place dans les années 1960-1970 et nécessite aujourd'hui d'être réhabilitée et modernisée¹. L'Europe de l'Est, et notamment les Balkans occidentaux, offre un bon potentiel de développement de la filière. En mettant l'accent sur une approche de planification globale, le Schéma directeur de l'hydroélectricité 2017 insiste sur la nécessité d'accroître les synergies et la planification transfrontalière pour développer la capacité hydroélectrique de la région. Cette approche vise également à promouvoir des services tels que la prévention des inondations, pour toutes les parties prenantes. Cependant, il existe un vaste désaccord dans ce domaine, car certains acteurs condamnent la construction de nouveaux barrages en raison de leur impact environnemental, notamment dans les

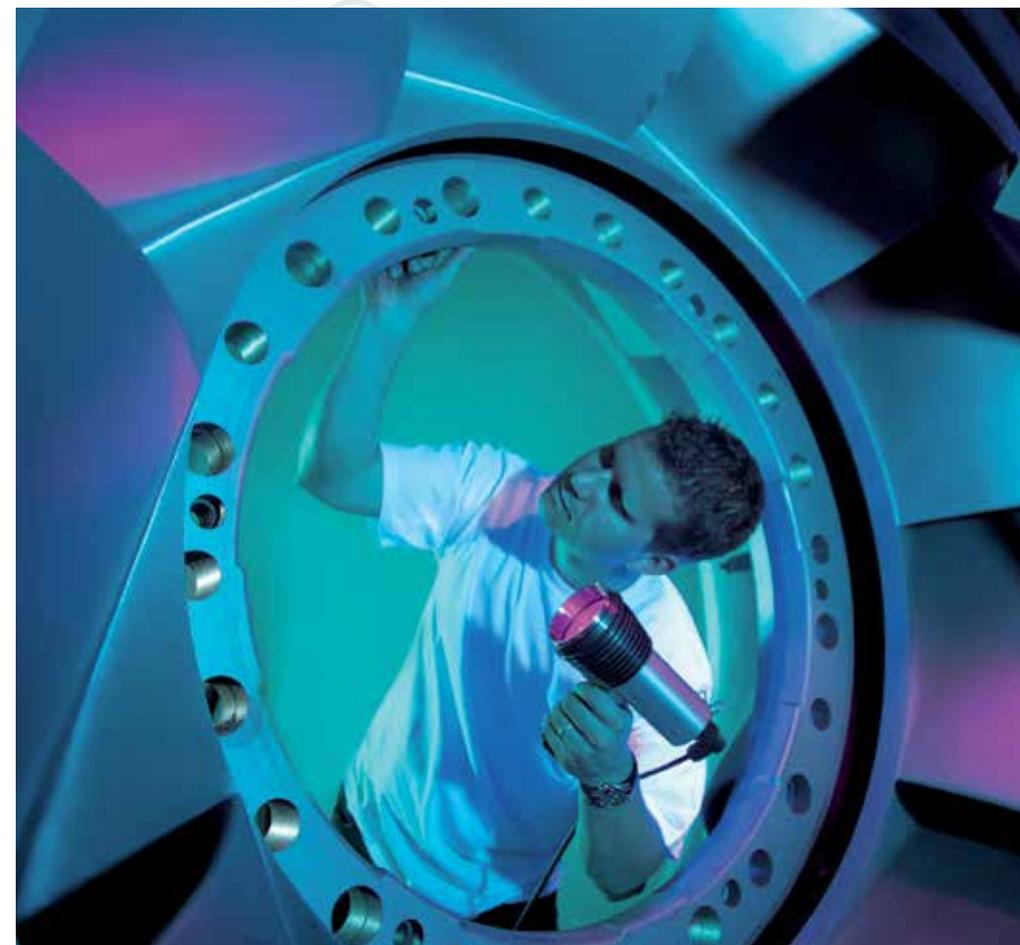
zones essentielles au maintien d'une flore et d'une faune rares et de paysages uniques. Au lieu de cela, des ONG telles que Riverwatch et EuroNature appellent à un développement accru du solaire et de l'éolien dans les Balkans². Ces positions contradictoires rendent incertain l'avenir du développement de l'énergie hydroélectrique dans l'UE.

L'Espagne s'est hissée au premier rang, délogeant l'Italie, avec 11 200 emplois dans le secteur en 2017. Son chiffre d'affaires de 1,07 milliard d'euros est en légère baisse par rapport à l'année précédente. Il convient de noter que la péninsule ibérique a connu une forte sécheresse entre avril et décembre 2017, ce qui a entraîné une très forte diminution des réserves d'eau, et par là même, une baisse spectaculaire des réserves hydroélectriques (- 37 % par rapport aux niveaux de 2016). Par conséquent, le potentiel hydroélectrique au fil de l'eau a chuté de 53 %. Une aggravation de la fréquence des sécheresses, et donc une baisse des réserves hydroélectriques,

pourrait empêcher l'Espagne d'atteindre ses objectifs 2020 en matière d'énergies renouvelables, malgré la croissance du secteur enregistrée l'année précédente. La petite hydroélectricité peut également avoir un rôle à jouer dans la réalisation de ces objectifs. Si elles devaient se poursuivre au cours des prochaines années, ces conditions météorologiques défavorables risquent d'avoir une incidence négative sur le chiffre de l'emploi.

L'Italie, qui occupait la tête du classement en 2016, avec un total de 13 400 ETP, a enregistré une baisse de l'emploi, évalué

- [1. https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/iha_2018_hydropower_status_report_4.pdf](https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/iha_2018_hydropower_status_report_4.pdf)
- [2. https://www.pveurope.eu/News/Markets-Money/More-PV-and-wind-to-save-Balkan-rivers?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=20181214_New+business+molds+for+0%26M%2C+push+for+storage+in+UK%2C+mo](https://www.pveurope.eu/News/Markets-Money/More-PV-and-wind-to-save-Balkan-rivers?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=20181214_New+business+molds+for+0%26M%2C+push+for+storage+in+UK%2C+mo)



à 10 800 ETP en 2017, pour un chiffre d'affaires de 1,42 milliard d'euros. L'avenir de la filière italienne est désormais axé sur les microcentrales hydroélectriques à faible rendement, qui combinent un engagement économique et technique peu élevé avec un faible impact sur l'environnement. Cependant, il ne faut pas minimiser l'importance du secteur hydroélectrique en Italie. En 2016, 67 % de l'énergie issue de sources renouvelables provenait de l'hydroélectricité, dont la puissance totale installée s'élevait à

22 298 MW. Ainsi, bien que la plupart des sites favorables soient exploités, ce qui conduit, selon certains, à la "fermeture" du secteur, l'hydroélectricité demeure prépondérante dans le mix énergétique du pays.

Conservant sa troisième place, la **France** a réussi à se maintenir une fois de plus dans le trio de tête concernant l'emploi, malgré une baisse de 3 % du nombre d'ETP, ce qui amène la filière à un total de 9 900 emplois. Son chiffre d'affaires, supérieur à celui de

l'Espagne et de l'Italie, s'élève à 1,48 milliard d'euros. La capacité installée française devrait rester stable dans les années à venir, soit 25 000 à 26 000 MW. Cette avancée est largement alimentée par le rôle que joue l'hydroélectricité dans l'équilibre de l'approvisionnement énergétique du pays ; l'approvisionnement actuel issu de l'hydroélectricité est flexible et permet de répondre plus facilement à une demande fluctuante. En 2017, une puissance additionnelle de 85 MW a été installée en France, portant le parc total à 25 706 MW. ■

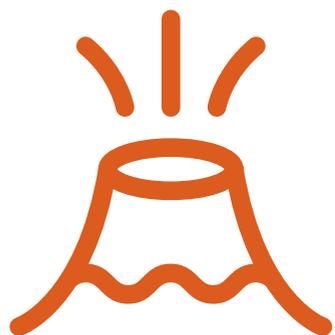


Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Espagne	10 900	11 200	1 080	1 070
Italie	13 400	10 800	1 760	1 420
France	10 200	9 900	1 460	1 480
Suède	4 800	4 700	940	950
Autriche	4 800	4 600	770	790
Allemagne	5 200	4 600	650	650
Portugal	3 800	4 200	260	290
Roumanie	4 400	3 400	240	240
Bulgarie	2 900	2 300	120	120
Royaume-Uni	2 200	2 300	240	250
Grèce	1 700	2 000	150	140
Rép. tchèque	1 700	1 500	110	110
Croatie	1 600	1 400	90	90
Finlande	1 200	1 200	190	190
Slovaquie	1 300	1 200	90	90
Pologne	1 300	1 100	100	100
Lettonie	1 100	1 000	50	50
Slovénie	900	800	60	60
Lituanie	800	700	30	30
Luxembourg	500	500	70	70
Belgique	400	400	80	80
Irlande	200	300	20	30
Hongrie	<100	100	<10	<10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Danemark	<100	<100	<10	<10
Estonie	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Pays-Bas	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	75 900	70 700	8 620	8 360

Source : EurObserv'ER 2018





LA GÉOTHERMIE

L'énergie géothermique représente la filière renouvelable la plus modeste de l'Union européenne. Malgré cela, sa main-d'œuvre est passée de 8 600 à près de 10 900 personnes, ce qui représente une croissance de 28 %, et son chiffre d'affaires estimé est passé de 950 millions à 1,3 milliard d'euros. Les principaux pays impliqués ont également changé, la France et la Slovaquie ayant supplanté respectivement l'Allemagne et la Hongrie aux deuxième et troisième places du classement. En 2017, la capacité totale installée pour la production d'électricité s'élevait à 1 GWe dans l'Union européenne. De plus, neuf nouvelles installations de chauffage géothermique ont été inaugurées en 2017, réparties en France, aux Pays-Bas et en Italie, pour un total de 75 MWth. Le chauffage urbain géothermique représente 1,8 GWth au sein de l'Union européenne. Les systèmes de chauffage individuels, qui constituent l'essentiel du secteur de la géothermie, demeurent également une composante clé des marchés allemand, suédois et français. Le nombre cumulé d'installations

géothermiques en exploitation dans l'Union européenne était de 55 en 2017, tandis que la capacité additionnelle installée totalisait 9 MWe.

Comme en 2016, **l'Italie** arrive en tête concernant l'emploi dans le secteur de la géothermie, avec un total de 3 100 ETP. Cela représente une croissance de 35 %, principalement liée à la fabrication d'équipements et à la construction de nouvelles installations géothermiques. Le chiffre d'affaires s'élève quant à lui à **410 millions d'euros**. Par ailleurs, plus de quarante sites sont à l'étude pour la construc-

1. Il est à noter que les filières qui n'enregistrent pas une capacité de production additionnelle chaque année peuvent afficher des pics soudains en matière d'emploi et de chiffre d'affaires, car la méthodologie utilisée impute l'ensemble du coût de la nouvelle installation à une année donnée (l'année au cours de laquelle le projet est achevé et apparaît dans les statistiques).



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Italie	2 300	3 100	310	410
France	600	2 500	90	360
Hongrie	1 200	700	60	40
Slovaquie	100	700	10	50
Danemark	300	600	50	100
Allemagne	1 200	500	150	70
Portugal	<100	400	<10	30
Belgique	<100	200	<10	40
Bulgarie	200	200	<10	10
Roumanie	200	200	10	10
Croatie	<100	100	<10	10
Lituanie	<100	100	<10	10
Pays-Bas	500	100	70	10
Pologne	200	100	10	10
Slovénie	100	100	<10	10
Autriche	<100	<100	10	10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Rép. tchèque	<100	<100	<10	<10
Estonie	<100	<100	<10	<10
Finlande	<100	<100	<10	<10
Grèce	<100	<100	<10	<10
Irlande	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Espagne	<100	<100	<10	<10
Suède	<100	<100	<10	10
Royaume-Uni	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	8 600	10 900	950	1 300

Source : EurObserv'ER 2018



tion de nouvelles centrales géothermiques. Si les résultats de ces études s'avèrent favorables, il y a de fortes chances pour que les niveaux d'emploi connaissent de nouvelles hausses. L'Union géothermique italienne estime que l'utilisation de la chaleur géothermique continuera de croître dans le pays. Elle suppose que la capacité totale installée se situera entre 8 100 et 11 350 MWth en 2050.

Avec 2 500 emplois, la **France** fait mieux que l'Allemagne et se hisse au second rang européen, avec un chiffre d'affaires évalué à 360 millions d'euros. Mais ce déve-

loppement prometteur n'implique pas pour autant une filière au meilleur de sa forme. Une étude conduite par le Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (Pipame) suggère qu'il existe en France un large potentiel d'amélioration concernant la cohésion entre bureaux, ministères et associations.

En **Slovaquie**, le marché de la géothermie a connu une évolution importante, avec un niveau d'emploi qui est passé de 100 ETP en 2016 à 700 en 2017. Le chiffre d'affaires a également progressé, passant de 10 à 50 millions d'euros

au cours de la même période. Cette croissance sans précédent est liée à l'abandon progressif des secteurs houiller et minier et aux mesures politiques adoptées pour utiliser les ressources naturelles du pays de manière durable. Ainsi, une nouvelle installation d'énergie géothermique a été mise en service pour chauffer les bâtiments de la ville de Velky Meder². ■

2. <https://www.euroheat.org/news/new-geothermal-district-heating-system-started-operation-Slovakia>



LES POMPES À CHALEUR



Le marché global des pompes à chaleur (PAC) a progressé de 4,4 % dans l'Union européenne en 2017, avec 34,4 millions d'unités vendues. Ce nombre était toutefois en baisse par rapport à 2016. Sur ce total, environ un tiers était destiné à couvrir des besoins de chauffage dans les pays à climat froid, tandis que les deux tiers restants ont été utilisés à des fins de rafraîchissement dans les pays où les étés chauds prédominent. La baisse des ventes de pompes à chaleur a entraîné une chute de près de 24 % du nombre d'emplois à l'échelle de l'Union européenne, le nombre final s'élevant à 201 600 ETP. La croissance aurait pu être plus importante sans la baisse du marché italien, premier marché européen. Le chiffre d'affaires a diminué dans les mêmes proportions, passant de 30,2 milliards d'euros en 2016 à 22,73 milliards d'euros en 2017¹. Le principal moteur des ventes de PAC, en France, en Espagne et au Portugal, est lié aux besoins de rafraîchissement estival.

En se hissant à la première place, occupée précédemment par

l'Italie, l'Espagne compte désormais le plus grand nombre d'emplois dans la filière. Avec 56 600 ETP en 2017, le pays a connu une baisse d'environ 7,4 % par rapport à 2016, en raison du nombre moins important d'unités installées, mais il concentre encore 28 % de tous les emplois de l'Union européenne dans le secteur. Le chiffre d'affaires de 2017 s'est élevé à 5,33 milliards d'euros, ce qui représente une baisse relativement modérée par rapport aux niveaux de 2016 (5,8 milliards d'euros).

Redescendue au deuxième rang, l'Italie a enregistré une chute du nombre d'emplois, passé de 94 000 ETP en 2016 à 41 700 ETP en 2017. Celle-ci s'est accompagnée

¹. Il convient de noter que les données du marché des PAC présentées dans ce document et provenant d'Italie, d'Espagne et de France ne sont pas directement comparables à celles d'autres pays, car elles incluent des pompes à chaleur dont la fonction principale est le rafraîchissement.



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Espagne	60 800	56 600	5 800	5 330
Italie	94 000	41 300	12 280	5 440
France	32 800	36 200	4 630	5 310
Pays-Bas	3 600	6 800	450	870
Portugal	7 400	13 800	440	860
Allemagne	14 500	9 300	1 920	1 350
Suède	10 400	5 100	2 110	1 030
Finlande	4 500	4 700	700	740
Pologne	2 200	3 000	140	220
Rép. tchèque	1 800	2 600	110	180
Estonie	2 100	1 700	120	120
Royaume-Uni	1 800	1 700	170	170
Danemark	2 100	1 500	340	270
Belgique	1 500	1 400	280	270
Autriche	1 900	1 300	300	220
Grèce	1 400	1 200	110	100
Slovénie	500	900	30	60
Bulgarie	3 900	700	130	40
Hongrie	500	400	20	20
Irlande	400	300	40	40
Lituanie	400	300	10	10
Roumanie	300	200	10	10
Slovaquie	100	200	<10	20
Croatie	<100	<100	<10	<10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	249 400	191 700	30 200	22 730

Source : EurObserv'ER 2018

d'une contraction du chiffre d'affaires, qui est passé de 12,28 milliards d'euros à 5,49 milliards d'euros au cours de la même période. Cette situation peut s'expliquer par la saturation du marché italien, après une croissance record en 2016 (+ 55,4 %). En 2017, une baisse de 6,6 % des ventes de PAC aérothermiques² et une stabilité des ventes de PAC géothermiques ont été constatées³.

De plus, les coûts d'investissement, plus élevés pour l'achat d'une pompe à chaleur que pour un chauffage électrique conventionnel, sont dissuasifs et freinent la croissance du secteur ; il convient également de noter que le rapport entre les prix de l'électricité

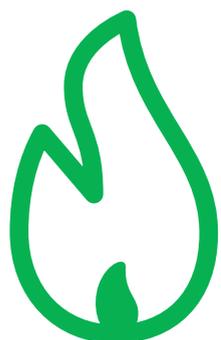
et du gaz a fluctué au cours de l'année. Ces facteurs, combinés à un manque de connaissance de la chaîne logistique, peuvent expliquer l'hésitation des utilisateurs finaux à investir dans une PAC. Du fait de ce manque d'information, beaucoup ignorent le profit qu'ils pourraient tirer des pompes à chaleur. Néanmoins, l'avenir de la filière n'est pas si sombre. Il existe actuellement en Italie trois mécanismes qui devraient dynamiser le secteur à long terme. Il s'agit notamment de subventions telles que les "certificats blancs", distribués proportionnellement aux économies d'énergie générées par les PAC, de réductions d'impôt pour le remplacement de systèmes obsolètes et d'aides financières

pour l'installation de PAC en remplacement de technologies plus anciennes. Les systèmes hybrides associant chaudières à gaz et pompes à chaleur aérothermiques constituent une technologie relativement nouvelle, qui gagne également du terrain.

La **France**, en revanche, a enregistré une légère croissance, avec 36 500 ETP comptabilisés en 2017, soit une augmentation de 11,3 % par rapport à l'année précédente. Cette progression se reflète également dans le chiffre d'affaires du secteur, qui est passé de 4,63 à 5,35 milliards d'euros. Selon le "Baromètre pompes à chaleur EurObserv'ER 2018", le marché français des PAC aérothermiques a enregistré une hausse de 9 % en 2017 (487 090 unités vendues), soit 10 % pour les PAC air/eau (81 700 unités vendues) et 9 % pour les PAC air/air (405 390 unités vendues en 2017). La réglementation thermique mise en place en 2012 a contribué à la reprise du marché de la construction. Les consommateurs sont de plus en plus sensibilisés aux avantages des PAC et n'hésitent plus à se rapprocher de spécialistes. La stabilité des prix a également renforcé la confiance envers cette technologie. ■



2. Les PAC aérothermiques comprennent les PAC air-air, air-eau et sur air extrait.
 3. <https://www.eurobserv-er.org/pdf/eurobserv-heat-pumps-barometer-2018-en/>
 4. <https://www.eurobserv-er.org/pdf/eurobserv-heat-pumps-barometer-2018-en/>



LE BIOGAZ

Le marché du travail dans la filière biogaz, au sein de l'Union européenne, affiche une légère contraction évaluée à environ 5 % en 2017 (de 76 300 à 72 400 ETP). Quant au chiffre d'affaires total estimé, il est passé de 7,64 milliards d'euros à 7,52 milliards d'euros au cours de la même période. Le ralentissement qui touche le secteur depuis 2011 s'explique principalement par l'appréhension de nombreux États-membres concernant l'utilisation de cultures énergétiques. Ceci a conduit à une baisse des investissements dans la filière.

L'Allemagne arrive en tête du nombre d'emplois, avec 35 000 ETP, soit un léger fléchissement (2 %)

par rapport à 2016. Globalement, cela représente 48 % du total des ETP liés au biogaz, dans l'UE en 2017. Le chiffre d'affaires s'est établi à 4,19 milliards d'euros, enregistrant une légère hausse par rapport à l'année précédente (4,12 milliards d'euros). Bien que le marché semble stable, une menace se profile pour de nombreux exploitants allemands. En effet, il n'existe pas de réglementation nationale souple permettant l'injection de biogaz dans le réseau. Du côté des fabricants d'équipements, de nombreuses entreprises locales commencent à miser sur l'exportation de leurs produits pour maintenir leur activité à flot. Les coupes dans le domaine des énergies renouve-

lables ont fait chuter le nombre de sociétés de production de biogaz de 400 en 2012 à 250 aujourd'hui. En 2018, seules 137 unités de biogaz ont été construites, contre 196 en 2016. Cependant, tout espoir n'est pas perdu pour la filière allemande, à condition que des mesures soient prises pour la mise en place d'un système de compensation plus souple et d'opportunités de diversification (par exemple, l'injection de biogaz dans le réseau public).

Avec 8 400 ETP et un chiffre d'affaires de 800 millions d'euros, le **Royaume-Uni** occupe la deuxième place de l'Union européenne, en termes d'emploi. Mais cela ne doit pas occulter la baisse de près de 30 % du nombre d'ETP et du chiffre d'affaires entre 2016 et 2017, ce qui contraste avec la croissance de 24 % enregistrée entre 2015 et 2016. On dénombre 550 unités de digestion anaérobie actuellement en service au Royaume-Uni, dont 85 qui injectent directement du biométhane dans le réseau. Comme en Allemagne, l'avenir du biogaz semble précaire, avec des tarifs d'achat qui risquent d'être moins incitatifs d'ici avril 2019. ■



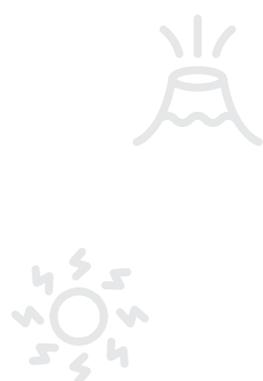
AGRIWAT



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Allemagne	35 700	35 000	4 120	4 190
Royaume-Uni	11 800	8 400	1 120	800
Italie	8 000	8 100	880	840
Rép. tchèque	4 300	4 500	240	270
France	1 800	2 400	220	290
Pologne	3 100	2 300	160	100
Espagne	1 300	1 600	90	120
Grèce	800	1 300	40	70
Lettonie	800	900	40	40
Croatie	600	800	30	50
Danemark	300	700	50	120
Lituanie	800	700	20	30
Pays-Bas	800	700	120	110
Portugal	800	700	30	30
Bulgarie	800	600	30	30
Finlande	400	600	50	80
Hongrie	1 500	600	70	30
Belgique	400	500	100	130
Slovaquie	600	500	40	40
Autriche	500	400	80	60
Roumanie	200	300	<10	10
Irlande	300	200	30	20
Chypre	<100	100	<10	10
Estonie	<100	100	<10	<10
Luxembourg	<100	100	10	10
Slovénie	200	100	20	10
Suède	<100	100	<10	10
Malte	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	76 300	72 400	7 640	7 520

Source : EuroObserv'ER 2018



LES BIOCARBURANTS

L'emploi généré par le secteur des biocarburants de l'Union européenne est passé de 205 100 ETP en 2016 à 230 400 ETP

en 2017, ce qui représente une augmentation de 12 %. Quant au chiffre d'affaires, il est passé de 13,11 milliards à 13,81 milliards

d'euros. Selon EurObserv'ER, la consommation de biocarburants a augmenté en 2017 malgré la mise en œuvre de réglementations

fixant un plafond de 7 % pour ceux produits à partir de cultures alimentaires. Globalement, toutes les filières des biocarburants ont progressé, mais c'est le biodiesel (y compris celui de synthèse HVO) qui a connu la plus forte croissance, soit 10 % par rapport à 2016. Il convient de noter que la méthodologie utilisée pour évaluer le secteur de la biomasse couvre également les activités d'approvisionnement en biomasse, c'est-à-dire le secteur agricole. Ainsi, les principaux employeurs ne sont pas nécessairement les plus grands consommateurs de biocarburants comme la France et l'Allemagne, mais plutôt les États-membres disposant d'une part importante de zones agricoles comme la Roumanie, la Hongrie, la Lituanie et la Pologne.

Sur la base de l'approche de modélisation utilisée, la contribution de la **Roumanie** au secteur des biocarburants a très fortement augmenté : en 2017, l'emploi cumulé y a atteint 34 300 ETP, contre 23 800 ETP en 2016. Quant au chiffre d'affaires, il totalisait 960 millions d'euros en 2017.

Le nombre d'ETP a diminué en **Pologne** (de 34 800 en 2016 à 31 400 en 2017), de même que le chiffre d'affaires (de 1,31 à 1,11 milliard d'euros).

L'Espagne a connu une croissance remarquable en 2017. Le nombre d'ETP y a grimpé de 15 100 à 26 600, alors que le chiffre d'affaires passait de 900 millions à 1,59 milliard d'euros. Le pays demeure le quatrième plus gros consommateur de biocarburants de l'Union européenne, avec un total de 1280 ktep (+ 15,4 %). Cela s'explique notamment par l'obligation légale imposant aux distributeurs d'incorporer 5 % de biocarburants dans le mix énergétique en 2017 (contre 4,3 % en 2016). Ce pourcentage devrait augmenter progressivement pour atteindre 6 % en 2018, puis 7 % en 2019 et 8,5 % en 2020.

Les cas français et allemand sont intéressants. En 2016, la **France** se classait au deuxième rang concernant l'emploi dans la filière des biocarburants. Mais en l'espace d'une année, le nombre d'ETP a chuté (de 33 200 à 24 400)

en raison du manque d'investissements dans de nouvelles capacités de production. Néanmoins, selon le service statistique du ministère de la Transition écologique et solidaire, la consommation de biocarburants a augmenté de 7,7 %, pour atteindre 3 335 ktep en 2017. En **Allemagne**, la consommation de biocarburants est restée stable au cours des trois dernières années, avec toutefois une légère augmentation de 1,2 % en 2017, tandis que l'emploi est passé de 21 800 ETP en 2016 à 15 500 en 2017. ■

1. Ces résultats doivent être interprétés avec prudence car la capacité de production du secteur des biocarburants a été obtenue à partir des données fournies par Epure et EBB, et non par Eurostat. De ce fait, la production de bioéthanol à des fins industrielles ou alimentaires est désormais aussi incluse. Pour le biodiesel, on suppose que seule la moitié de la capacité de production mentionnée par EBB est active, en se basant sur la capacité de production totale installée et sur la production réelle en 2016 selon EBB.



MARTIN REINIS / NESTE OIL



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Roumanie	23 800	34 300	750	960
Pologne	34 800	31 400	1 310	1 110
Espagne	15 100	26 600	900	1 590
France	33 200	24 400	3 160	2 350
Hongrie	15 700	18 200	750	820
Allemagne	21 800	15 500	2 300	1 640
Grèce	4 500	11 500	150	370
Royaume-Uni	4 500	10 100	370	820
Italie	6 500	9 000	630	780
Rép. tchèque	8 000	8 400	420	450
Suède	7 600	8 300	330	350
Bulgarie	3 000	7700	110	280
Lituanie	9 200	4 500	290	150
Lettonie	3 100	4000	130	130
Slovaquie	4 000	3800	300	300
Pays-Bas	400	2800	70	440
Autriche	2 900	2000	390	300
Croatie	1 900	2000	100	110
Finlande	2 900	1600	300	150
Belgique	900	1500	240	420
Danemark	200	700	30	120
Estonie	200	700	<10	40
Slovénie	<100	500	<10	60
Portugal	400	400	20	20
Irlande	<100	200	<10	20
Chypre	<100	100	<10	10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	205 100	230 400	13 110	13 810

Source : EurObserv'ER 2018





LES DÉCHETS MUNICIPAUX RENOUELVABLES

Les déchets municipaux renouvelables représentent toujours une part modeste dans le mix européen des énergies renouvelables. Selon les estimations d'EurObserv'ER, la filière génère 4,75 milliards d'euros et occupe 35 600 personnes à temps plein au sein de l'Union européenne.

Globalement, le nombre d'ETP dans le secteur de la valorisation énergétique des déchets a augmenté de 30 % entre 2016 et 2017¹.

Le **Royaume-Uni** s'est hissé à la première place en 2017, suite à l'accroissement de ses capacités de valorisation énergétique des déchets. Avec un nombre d'ETP s'élevant à 10 800, dû en grande partie à la construction de nouvelles unités cette année-là, le secteur a généré un chiffre d'affaires de 1,14 milliard d'euros, contre 270 millions l'année précédente. Selon la méthode de répartition d'EurObserv'ER, le Royaume-Uni pourrait concentrer 30 % des ETP sur le marché des déchets urbains solides de l'UE, en 2017. Du fait de cette croissance rapide, l'Allemagne a perdu sa position de

leader. L'augmentation du nombre d'unités de valorisation énergétique des déchets (de 37 en 2016 à 40 en 2017), conjuguée à une amélioration de l'efficacité des installations, a permis au Royaume-Uni d'accroître sa production d'énergie renouvelable dans ce secteur².

Rétrogradée à la seconde place, avec 18 % des emplois de la filière européenne, **l'Allemagne** a réussi à conserver 6 300 ETP, soit un léger recul par rapport aux 7 000 ETP de 2016. Le chiffre d'affaires réalisé cette même année a été de 1,02 milliard d'euros, ce qui représente une légère baisse (1,03 milliard en 2016).

En **Italie**, le secteur de la valorisation énergétique des déchets n'a pas enregistré d'investissements dans de nouvelles capacités de production en 2017. Alors que le pays occupait la troisième place en 2016, avec 15 % de tous les emplois de la filière européenne, la situation a changé et le nombre d'ETP est tombé à 2 500 en 2017, ce qui ne représente plus que 7 % des emplois européens. Cette baisse soudaine doit être interprétée avec prudence, les pertes étant dues à

une baisse des activités liées à la construction. L'emploi lié aux activités d'exploitation et de maintenance ou à la chaîne logistique des déchets urbains n'a, quant à lui, pas changé. ■

1. Il est à noter que les filières qui n'enregistrent pas une capacité de production additionnelle chaque année peuvent afficher des pics soudains concernant l'emploi et le chiffre d'affaires, car la méthodologie utilisée impute l'ensemble du coût de la nouvelle installation à une année donnée (l'année au cours de laquelle le projet est achevé et apparaît dans les statistiques).
2. <http://www.tolvik.com/wp-content/uploads/Tolvik-UK-EfW-Statistics-2017.pdf>. Il est important de noter que les statistiques ne prennent pas seulement en compte les déchets municipaux renouvelables, mais aussi les déchets résiduels.

Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Royaume-Uni	2 300	10 800	270	1 140
Allemagne	7 000	6 300	1 030	1 020
Belgique	300	3 200	60	590
France	4 000	2 600	550	350
Italie	3 800	2 500	500	320
Autriche	200	1 600	30	270
Pays-Bas	2 000	1 500	290	230
Espagne	700	1 100	80	120
Suède	900	800	160	160
Rép. tchèque	200	700	10	50
Irlande	<100	700	<10	70
Pologne	<100	700	<10	50
Danemark	500	600	110	130
Portugal	500	500	40	40
Finlande	700	400	120	70
Hongrie	1 000	400	40	20
Grèce	<100	100	<10	10
Lituanie	300	100	<10	<10
Luxembourg	<100	100	<10	10
Roumanie	<100	100	<10	<10
Slovaquie	<100	100	<10	<10
Bulgarie	<100	<100	<10	<10
Croatie	<100	<100	<10	<10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Estonie	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Slovénie	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	25 700	35 600	3 430	4 750

Source : EurObserv'ER 2018



LA BIOMASSE SOLIDE

Selon EurObserv'ER, la consommation de chaleur à partir de la biomasse solide a augmenté de 1,1 Mtep en 2017, soit 1,4 % de plus qu'en 2016, pour atteindre 79,9 Mtep. Par ailleurs, la demande en électricité issue de la biomasse solide a progressé de 2,9 %, poussée notamment par la conversion de centrales à charbon dans certains pays comme le Royaume-Uni, la Finlande et le Danemark. Le nombre d'ETP dédiés à la biomasse dans l'UE a augmenté d'environ 4 % en 2017, pour arriver à 364 800 à la fin de l'année. Le chiffre d'affaires de la filière (34,6 milliards d'euros) a augmenté de 8 % par rapport au niveau de 2016¹.

L'Allemagne conserve la première place en matière d'emploi, avec 44 900 ETP, soit une augmentation de 6 % par rapport à 2016. 10,7 TWh électriques ont été produits à partir de biomasse solide en 2017 en Allemagne, soit une baisse de 0,1 TWh par rapport à l'année précédente. La production d'énergie primaire dans le pays est de 12,0 Mtep, soit une légère augmentation par rapport aux 11,9 Mtep de 2016. E.ON et Zellstoff

Stendal comptent parmi les principaux exploitants de centrales biomasse basés en Allemagne. La filière a obtenu des réponses assez mitigées aux procédures d'appel d'offres. Il semblerait que les nouvelles installations soient freinées par le manque de soutien financier, tandis que les contraintes légales imposées aux anciennes rendraient leurs appels d'offres "peu attractifs"².

L'Italie a réussi à devancer la France en lui soustrayant la seconde place, avec un nombre d'emplois estimé à 35 800 ETP pour un chiffre d'affaires de 2,55 milliards d'euros en 2017. Cela représente une augmentation de 10 % du nombre d'ETP sur un an. Grâce à des sociétés telles que le groupe EPH, qui font leur entrée sur le marché italien de la biomasse et acquièrent de plus petites entreprises³, l'emploi dans le pays devrait rester à la hausse. La production d'énergie primaire à partir de biomasse est passée de 7,2 Mtep en 2016 à 7,7 Mtep en 2017, tandis que la consommation intérieure brute passait de 8,4 Mtep à 9 Mtep au cours de la

même période. Cette croissance se reflète également dans la production brute d'électricité à partir de biomasse solide, qui s'élevait à 4 193 TWh en 2017 (+ 1,6 %). Dans le cadre de sa stratégie en matière d'énergies renouvelables, l'Italie prévoit de promouvoir de nouveaux investissements en encourageant la production d'électricité et en stimulant la concurrence et, dans le cas de la biomasse, en poursuivant la production existante d'électricité à partir de la bioénergie, sans perturber la chaîne du secteur agricole⁴.

- [1. *http://biomassmagazine.com/articles/15315/irena-renewable-energy-industry-employs-10-3-million*](http://biomassmagazine.com/articles/15315/irena-renewable-energy-industry-employs-10-3-million)
- [2. *https://www.endswasteand-bioenergy.com/article/1445017/poor-response-Allemagnes-first-biomass-tender*](https://www.endswasteand-bioenergy.com/article/1445017/poor-response-Allemagnes-first-biomass-tender)
- [3. *https://www.eppowereurope.cz/en/tiskove-zpravy/eph-group-enters-biomass-business-italy/*](https://www.eppowereurope.cz/en/tiskove-zpravy/eph-group-enters-biomass-business-italy/)
- [4. *https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/BROCHURE_ENG_SEN.PDF*](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/BROCHURE_ENG_SEN.PDF)





Emploi et chiffre d'affaires

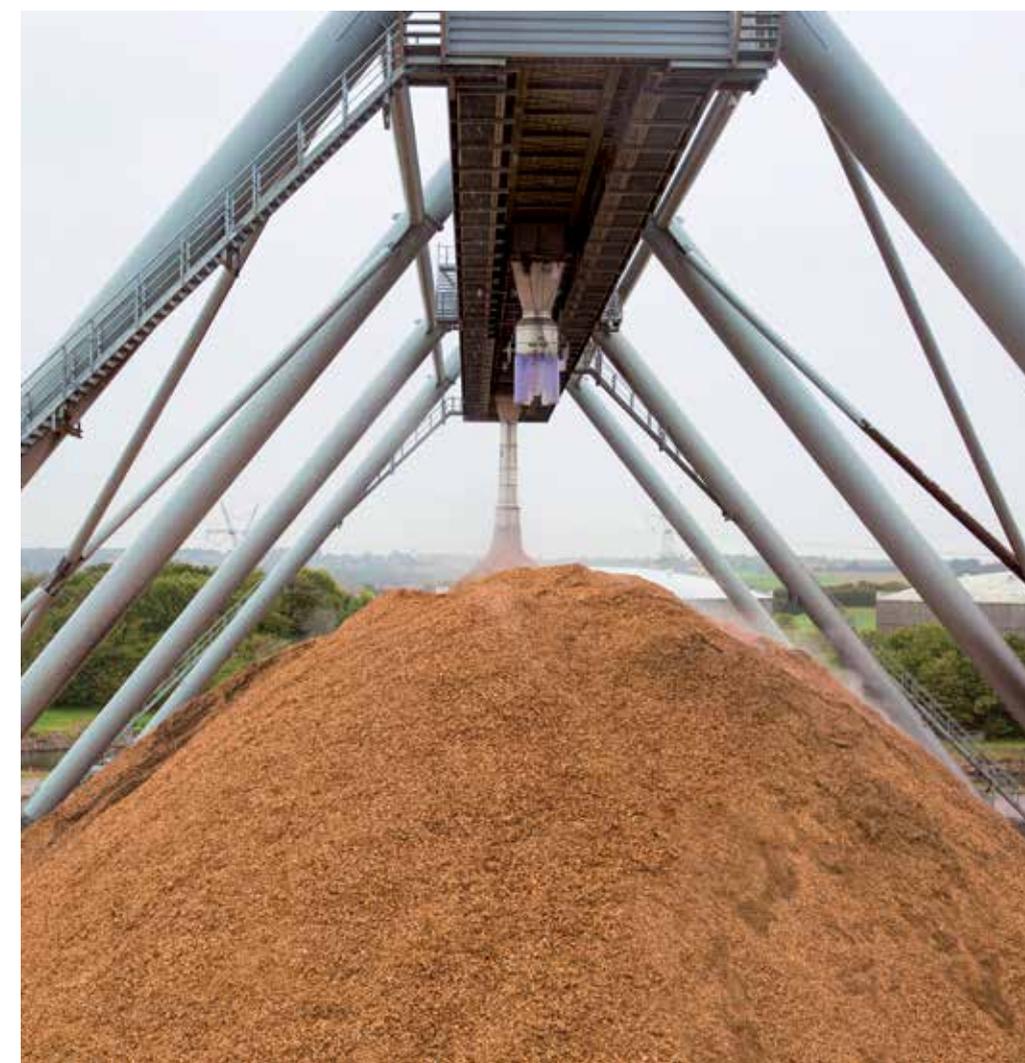
	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2016	2017	2016	2017
Allemagne	42 500	44 900	5 110	5 630
Italie	32 600	35 800	2 540	2 550
France	35 400	33 900	4 090	3 990
Finlande	25 400	26 800	4 320	4 860
Pologne	26 100	25 900	1 010	1 000
Espagne	18 400	20 800	770	1 030
Lettonie	21 800	20 700	720	770
Suède	18 700	20 700	4 090	4 460
Royaume-Uni	12 600	15 000	1 090	1 230
Croatie	15 000	14 400	380	280
Hongrie	12 000	13 300	350	420
Rép. tchèque	11 400	12 300	690	840
Roumanie	11 400	11 400	330	320
Danemark	8 500	10 500	1 450	1 890
Slovaquie	8 700	9 000	340	350
Autriche	8 600	8 700	1 740	1 630
Bulgarie	9 600	8 700	270	280
Portugal	6 500	8 000	580	670
Estonie	10 000	8 000	560	490
Pays-Bas	3 900	4 800	480	550
Lituanie	4 700	3 600	260	240
Grèce	3 400	2 600	150	170
Belgique	1 000	2 000	260	590
Slovénie	2 300	1 500	130	110
Irlande	1 700	1 200	200	160
Luxembourg	<100	100	<10	20
Chypre	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Total UE 28	352 500	364 800	31 940	34 550

Source : EurObserv'ER 2018

La France se classe en troisième position en nombre d'emplois dans la filière, avec 33 900 ETP en 2017 et un chiffre d'affaires de 3,99 milliards d'euros. Cela équivaut à une baisse respective de 4 % et 10 % par rapport à ses niveaux de 2016. Cette baisse peut s'expliquer par un ralentissement de la production de granulés de bois, entraînant une dépendance

vis-à-vis des importations, et une diminution des besoins en chauffage résidentiel, ainsi qu'une légère augmentation des salaires dans le secteur forestier. Selon le Service de la donnée et des études statistiques, la consommation intérieure totale de biomasse solide de la France (incluant ses territoires d'outre-mer) a légèrement reculé, passant de 11 Mtep

en 2016 à 10,8 Mtep en 2017. Malgré ce ralentissement, le secteur français de la biomasse devrait reprendre des couleurs dans les prochaines années grâce à la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et à la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), avec un financement de 1,6 milliard d'euros pour près de 4 000 projets, représentant 2 millions de tep. ■





CONCLUSION

Comme dans l'édition 2016 de "L'état des énergies renouvelables en Europe", l'équipe d'Eurobserv'ER a utilisé une nouvelle approche de modélisation de l'emploi pour estimer le nombre d'ETP générés par les investissements dans les énergies renouvelables, les activités d'exploitation et de maintenance, la production et la commercialisation d'équipements et de matière première biomasse. Selon cette approche, le nombre d'emplois dans les énergies renouvelables au sein de l'Union européenne s'élevait en 2017 à 1,45 million d'ETP. Ce chiffre était globalement comparable à celui de 2016, avec une augmentation d'à peine plus de 1 %, soit 18 500 emplois.

Les filières dont les estimations 2017 étaient inférieures à celles de 2016 (impliquant une baisse du nombre d'emplois) sont les suivantes : le photovoltaïque est passé de 95 900 à 90 800 ETP (- 5,3 %), les pompes à chaleur, de 249 400 à 191 700 (- 23,1 %), le biogaz, de 76 300 à 72 400 (- 5,1 %), l'énergie hydraulique, de 75 900 à 70 700 (- 6,9 %), et le solaire thermique, de 29 000 à 21 900 (- 24,5 %). Par ailleurs, plusieurs filières ont observé une augmentation du nombre d'ETP créés au cours de l'année 2017 : l'énergie éolienne est passée de 309 000 à 356 700 ETP (+ 15,4 %), la biomasse solide, de 352 500 à 364 800 (+ 1,3 %), les biocarburants, de 205 100 à 230 400 (+ 12,3 %), la géothermie, de 8 600 à 10 900 (+ 26,7 %), et les déchets urbains solides, de 25 700 à 35 600 (+ 38,5 %).

Forte d'une croissance de 2,7 %, l'Allemagne demeure l'acteur principal concernant l'emploi généré par les énergies renouvelables en 2017, avec 290 700 ETP. Les emplois sont particulièrement nombreux dans la filière éolienne, où ils totalisent 140 800 ETP. L'Espagne arrive en deuxième position, avec 168 800 emplois, ce qui représente une croissance de 19,7 % par rapport à 2016. Cette progression peut être attribuée à une augmentation de 58 % de l'emploi dans le secteur de l'énergie éolienne (+ 13 700 ETP). Comme l'année précédente, la France se classe en troisième position avec 140 700 ETP, l'essentiel des effectifs travaillant dans le secteur des pompes à chaleur (soit 25,7 % de l'emploi total dans les renouvelables). Le Royaume-Uni arrive au quatrième rang et affiche une progression de 22,3 %, totalisant 131 400 ETP à la fin de l'année 2017. L'essentiel de l'emploi est concentré dans le secteur éolien, qui affiche une croissance continue depuis 2015.

Concernant l'activité économique, le chiffre d'affaires combiné des dix filières énergies renouvelables dans les 28 États membres de l'UE s'est élevé à 154,7 milliards d'euros en 2017, soit une hausse de 3,6 % par rapport à 2016. Cela révèle une augmentation des activités d'investissement, et ce malgré la baisse des coûts technologiques et une incertitude politique dans de nombreux États-membres. Les trois premières filières en termes de chiffre d'affaires sont l'éolien (48 milliards d'euros, soit 31 % du chiffre d'affaires total de l'ensemble des secteurs énergies renouvelables), la biomasse solide (34,6 milliards d'euros, 22 %) et les pompes à chaleur (22,7 milliards d'euros, 15 %).

En se basant sur les chiffres d'affaires estimés par pays, on constate que 15 États-membres sur 28 ont enregistré soit une augmentation, soit un maintien de leurs chiffres d'affaires sectoriels. Ces 15 États-membres (Allemagne, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Finlande, Grèce, Hongrie, Irlande, Malte, Portugal, Rép. tchèque, Roumanie, Royaume-Uni et Slovaquie) représentent une hausse globale de 15,1 milliards d'euros. Et 13 pays ont observé une baisse, cumulée à 9,7 milliards d'euros : Autriche, Bulgarie, Croatie, Estonie, France, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Slovaquie et Suède.

Comme indiqué dans la note méthodologique introduisant le chapitre socio-économique, les estimations de l'emploi et du chiffre d'affaires d'Eurobserv'ER sont basées sur une évaluation de l'activité économique des différentes filières concernées, cette évaluation étant ensuite exprimée en équivalents temps plein (ETP). Les ETP et le chiffre d'affaires estimés pour chaque combinaison pays-technologie sont donc directement corrélés aux changements observés dans les capacités annuelles installées (MW), par combinaison pays-technologie. Le modèle ne prend pas en compte les délais requis pour la mise en service de nouvelles installations, ni la capacité des entreprises à supporter de courtes périodes de conjoncture défavorable. Les ETP et chiffres d'affaires estimés peuvent donc sembler plus volatils que ceux observés par les organismes statistiques nationaux ou les associations professionnelles. ■

NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE EN 2016

	Total	Biomasse solide	Éolien	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Biogaz	Hydroélectricité	Solaire thermique	Déchets	Géothermie
Allemagne	283 100	42 500	121 700	14 500	21 800	27 100	35 700	5 200	6 400	7 000	1 200
Italie	179 000	32 600	6 300	94 000	6 500	10 700	8 000	13 400	1 400	3 800	2 300
France	143 100	35 400	18 800	32 800	33 200	5 200	1 800	10 200	1 100	4 000	600
Espagne	141 000	18 400	23 500	60 800	15 100	2 200	1 300	10 900	8 000	700	<100
Royaume-Uni	107 400	12 600	42 900	1 800	4 500	29 000	11 800	2 200	200	2 300	<100
Pologne	81 800	26 100	11 400	2 200	34 800	1 500	3 100	1 300	1 100	<100	200
Suède	47 900	18 700	4 900	10 400	7 600	300	<100	4 800	<100	900	<100
Roumanie	44 900	11 400	2 500	300	23 800	1 800	200	4 400	200	<100	200
Danemark	43 000	8 500	26 600	2 100	200	1 200	300	<100	3 200	500	300
Finlande	39 200	25 400	3 500	4 500	2 900	400	400	1 200	<100	700	<100
Pays-Bas	37 600	3 900	21 500	3 600	400	4 700	800	<100	100	2 000	500
Hongrie	35 200	12 000	800	500	15 700	2 000	1 500	<100	400	1 000	1 200
Rép. tchèque	30 500	11 400	900	1 800	8 000	1 700	4 300	1 700	400	200	<100
Lettonie	27 400	21 800	<100	<100	3 100	<100	800	1 100	<100	<100	<100
Portugal	26 800	6 500	6 400	7 400	400	700	800	3 800	200	500	<100
Autriche	24 000	8 600	1 700	1 900	2 900	1 300	500	4 800	2 000	200	<100
Bulgarie	23 200	9 600	600	3 900	3 000	800	800	2 900	1 300	<100	200
Croatie	20 500	15 000	900	<100	1 900	<100	600	1 600	100	<100	<100
Grèce	18 300	3 400	3 700	1 400	4 500	1 100	800	1 700	1 500	<100	<100
Lituanie	18 300	4 700	1 600	400	9 200	300	800	800	<100	300	<100
Slovaquie	15 500	8 700	<100	100	4 000	400	600	1 300	<100	<100	100
Estonie	14 600	10 000	1 600	2 100	200	200	<100	<100	<100	<100	<100
Belgique	9 500	1 000	2 300	1 500	900	2 400	400	400	200	300	<100
Irlande	7 300	1 700	4 200	400	<100	<100	300	200	100	<100	<100
Slovénie	4 800	2 300	<100	500	<100	300	200	900	200	<100	100
Luxembourg	1 500	<100	200	<100	<100	<100	<100	500	<100	<100	<100
Chypre	1 000	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	100	<100	<100
Malte	1 000	<100	<100	<100	<100	100	<100	<100	<100	<100	<100
Total UE	1 427 400	352 500	309 000	249 400	205 100	95 900	76 300	75 900	29 000	25 700	8 600

Source : EurObserv'ER 2018

CHIFFRE D'AFFAIRES PAR FILIÈRE EN 2016 (MILLIONS €)

	Total	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Déchets	Solaire thermique	Géothermie
Allemagne	35 500	16 060	5 110	1 920	2 300	3 400	650	4 120	1 030	760	150
Italie	21 420	950	2 540	12 280	630	1 400	1 760	880	500	170	310
France	17 850	2 790	4 090	4 630	3 160	710	1 460	220	550	150	90
Espagne	12 750	2 820	770	5 800	900	220	1 080	90	80	980	<10
Royaume-Uni	10 580	4 490	1 090	170	370	2 810	240	1 120	270	10	<10
Suède	8 740	1 010	4 090	2 110	330	60	940	<10	160	20	<10
Danemark	7 370	4 600	1 450	340	30	200	<10	50	110	530	50
Finlande	6 300	520	4 320	700	300	80	190	50	120	<10	<10
Pays-Bas	4 740	2 680	480	450	70	560	<10	120	290	10	70
Autriche	4 120	280	1 740	300	390	190	770	80	30	330	10
Pologne	3 690	790	1 010	140	1 310	90	100	160	<10	70	10
Belgique	1 950	450	260	280	240	440	80	100	60	30	<10
Portugal	1 930	500	580	440	20	40	260	30	40	10	<10
Rép. tchèque	1 780	60	690	110	420	110	110	240	10	20	<10
Roumanie	1 610	150	330	10	750	90	240	<10	<10	<10	10
Hongrie	1 460	50	350	20	750	90	<10	70	40	20	60
Grèce	1 120	300	150	110	150	90	150	40	<10	110	<10
Lettonie	1 000	<10	720	<10	130	<10	50	40	<10	<10	<10
Estonie	840	90	560	120	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10
Slovaquie	840	<10	340	<10	300	20	90	40	<10	<10	10
Bulgarie	780	30	270	130	110	30	120	30	<10	40	<10
Irlande	780	440	200	40	<10	<10	20	30	<10	10	<10
Lituanie	710	60	260	10	290	10	30	20	<10	<10	<10
Croatie	700	50	380	<10	100	<10	90	30	<10	<10	<10
Slovénie	310	<10	130	30	<10	20	60	20	<10	<10	<10
Luxembourg	180	30	<10	<10	<10	10	70	10	<10	<10	<10
Chypre	100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Malte	100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Total UE	149 250	39 250	31 940	30 200	13 110	10 730	8 620	7 640	3 430	3 380	950

Source : EurObserv'ER 2018

NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE EN 2017

	Total	Biomasse solide	Éolien	Biocarburants	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biogaz	Hydroélectricité	Déchets	Solaire thermique	Géothermie
Allemagne	290 700	44 900	140 800	15 500	9 300	29 300	35 000	4 600	6 300	4 500	500
Espagne	168 800	20 800	37 200	26 600	56 600	5 500	1 600	11 200	1 100	8 100	<100
France	140 700	33 900	18 500	24 400	36 200	9 300	2 400	9 900	2 600	1 000	2 500
Royaume-Uni	131 400	15 000	69 900	10 100	1 700	12 900	8 400	2 300	10 800	200	<100
Italie	129 900	35 800	7 500	9 000	41 300	11 200	8 100	10 800	2 500	600	3 100
Pologne	73 900	25 900	8 000	31 400	3 000	1 100	2 300	1 100	700	300	100
Roumanie	53 000	11 400	2 100	34 300	200	900	300	3 400	100	<100	200
Danemark	50 200	10 500	34 200	700	1 500	1 100	700	<100	600	200	600
Suède	43 100	20 700	2 700	8 300	5 100	500	100	4 700	800	<100	<100
Finlande	40 300	26 800	4 100	1 600	4 700	700	600	1 200	400	<100	<100
Hongrie	36 000	13 300	800	18 200	400	1 300	600	100	400	200	700
Portugal	33 100	8 000	3 100	400	13 800	1 500	700	4 200	500	500	400
Rép. tchèque	32 500	12 300	900	8 400	2 600	1 300	4 500	1 500	700	200	<100
Pays-Bas	28 700	4 800	5 800	2 800	6 800	6 000	700	<100	1 500	100	100
Lettonie	27 200	20 700	<100	4 000	<100	<100	900	1 000	<100	<100	<100
Grèce	25 200	2 600	3 100	11 500	1 200	1 300	1 300	2 000	100	2 000	<100
Autriche	23 500	8 700	2 000	2 000	1 300	1 600	400	4 600	1 600	1 200	<100
Bulgarie	22 700	8 700	500	7 700	700	600	600	2 300	<100	1 300	200
Croatie	20 300	14 400	1 100	2 000	<100	100	800	1 400	<100	200	100
Belgique	17 800	2 000	5 500	1 500	1 400	3 000	500	400	3 200	100	200
Slovaquie	15 900	9 000	<100	3 800	200	200	500	1 200	100	100	700
Estonie	12 200	8 000	1 200	700	1 700	100	100	<100	<100	<100	<100
Lituanie	10 700	3 600	500	4 500	300	100	700	700	100	<100	100
Irlande	9 700	1 200	6 500	200	300	<100	200	300	700	100	<100
Slovénie	4 300	1 500	<100	500	900	100	100	800	<100	100	100
Chypre	1 500	<100	200	100	<100	500	100	<100	<100	100	<100
Luxembourg	1 400	100	100	<100	<100	100	100	500	100	<100	<100
Malte	1 200	<100	<100	<100	<100	300	<100	<100	<100	100	<100
Total UE	1 445 900	364 800	356 700	230 400	191 700	90 800	72 400	70 700	35 600	21 900	10 900

Source : EurObserv'ER 2018

CHIFFRE D'AFFAIRES PAR FILIÈRE EN 2017 (MILLIONS €)

	Total	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Déchets	Solaire thermique	Géothermie
Allemagne	39 180	20 040	5 630	1 350	1 640	4 010	650	4 190	1 020	580	70
France	18 430	2 860	3 990	5 310	2 350	1 310	1 480	290	350	130	360
Espagne	15 080	4 340	1 030	5 330	1 590	500	1 070	120	120	970	<10
Italie	14 400	1 120	2 550	5 440	780	1 450	1 420	840	320	70	410
Royaume-Uni	13 100	7 360	1 230	170	820	1 310	250	800	1 140	10	<10
Danemark	9 170	6 310	1 890	270	120	190	<10	120	130	30	100
Suède	7 690	620	4 460	1 030	350	90	950	10	160	10	10
Finlande	6 860	630	4 860	740	150	120	190	80	70	<10	<10
Autriche	4 090	350	1 630	220	300	260	790	60	270	200	10
Belgique	3 820	1 100	590	270	420	570	80	130	590	30	40
Pays-Bas	3 790	830	550	870	440	730	<10	110	230	10	10
Pologne	3 350	660	1 000	220	1 110	80	100	100	50	20	10
Portugal	2 380	320	670	860	20	90	290	30	40	30	30
Rép. tchèque	2 090	70	840	180	450	100	110	270	50	10	<10
Roumanie	1 790	160	320	10	960	60	240	10	<10	<10	10
Hongrie	1 480	50	420	20	820	60	<10	30	20	10	40
Grèce	1 320	230	170	100	370	90	140	70	10	130	<10
Irlande	1 070	700	160	40	20	10	30	20	70	10	<10
Lettonie	1 050	<10	770	<10	130	<10	50	40	<10	<10	<10
Slovaquie	900	<10	350	20	300	20	90	40	<10	<10	50
Bulgarie	880	30	280	40	280	30	120	30	<10	50	10
Estonie	790	80	490	120	40	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Croatie	650	70	280	<10	110	<10	90	50	<10	10	10
Lituanie	530	30	240	10	150	<10	30	30	<10	<10	10
Slovénie	350	<10	110	60	60	10	60	10	<10	<10	10
Luxembourg	180	20	20	<10	<10	10	70	10	10	<10	<10
Chypre	130	20	<10	<10	10	30	<10	10	<10	10	<10
Malte	110	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10
Total UE	154 660	48 040	34 550	22 730	13 810	11 190	8 360	7 520	4 750	2 410	1 300

Source : EurObserv'ER 2018

IMPACT DU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LE SECTEUR DES COMBUSTIBLES FOSSILES

1

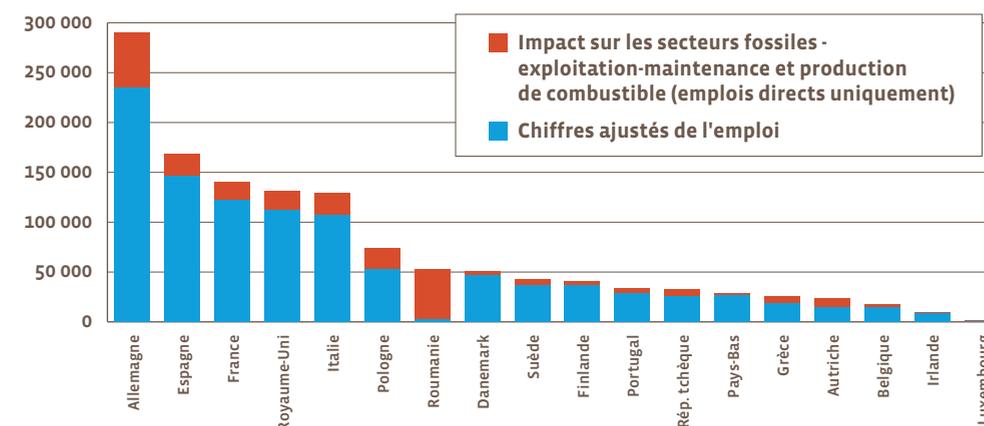
Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles dans 18 pays européens (chiffres pour 2017)

	Emplois énergies renouvelables (directs et indirects)	Impact sur les secteurs fossiles – exploitation-maintenance et production de combustible (emplois directs uniquement)	Chiffres ajustés de l'emploi
Allemagne	290 700	56 072	234 628
Espagne	168 800	22 651	146 149
France	140 700	18 297	122 403
Royaume-Uni	131 400	19 159	112 241
Italie	129 900	23 056	106 844
Pologne	73 900	21 024	52 876
Roumanie	53 000	50 648	2 352
Danemark	50 200	3 075	47 125
Suède	43 100	6 450	36 650
Finlande	40 300	3 476	36 824
Portugal	33 100	4 187	28 913
République tchèque	32 500	6 998	25 502
Pays-Bas	28 700	2 497	26 203
Grèce	25 200	6 181	19 019
Autriche	23 500	9 410	14 090
Belgique	17 800	3 228	14 572
Irlande	9 700	1 190	8 510
Luxembourg	1 400	931	469
TOTAL	1 293 900	258 530	1 035 370

Source : EurObserv'ER 2018

1

Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des énergies fossiles (chiffres pour 2017)



Note : Concernant l'effet des énergies renouvelables sur les secteurs fossiles – exploitation-maintenance et production de combustible, les emplois indirects ou liés aux activités d'investissement ne sont pas considérés. Source : EurObserv'ER 2018

Le déploiement des technologies énergétiques renouvelables a un impact sur l'activité économique des secteurs énergétiques basés sur les combustibles fossiles.

Pour la seconde fois dans le projet des baromètres EurObserv'ER, le chapitre socio-économique inclut un indicateur dédié afin de prendre en compte les effets de la croissance des énergies renouvelables sur le secteur européen des combustibles fossiles. Cette année, 18 pays sont évalués (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Rép. tchèque, Roumanie, Royaume-Uni et Suède). L'édition 2019 de l'« État des énergies renouvelables en Europe » (prévue pour 2020) couvrira l'ensemble des États-membres de l'Union européenne.

Les résultats présentés ici concernent l'année 2017 et évaluent l'influence des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles. Cet impact est évalué pour six sous-secteurs : production d'électricité,

exploitation minière, pétrole pour la production d'électricité, raffinage, production et extraction de chaleur, fourniture de pétrole brut et de gaz naturel. Les résultats sont exprimés en emplois directs uniquement. Notre approche ne couvre que les retombées sur les activités d'exploitation-maintenance et de production de combustible (l'impact sur l'exploitation-maintenance est supposé être proportionnel à la production réduite/évitée). Il convient de noter que la réduction des activités de construction de nouvelles usines conventionnelles n'est pas prise en compte. Notre présentation ne donne donc pas une image complète de l'influence sur le secteur des combustibles fossiles.

Le graphique montre que les retombées varient énormément selon les États-membres. L'impact relatif sur le secteur des combustibles fossiles, comparé à l'emploi total, est de nature complètement différente selon que l'on se trouve au Luxembourg et en

Roumanie ou au Danemark et au Royaume-Uni. Cela s'explique par la différence de composition du secteur des combustibles fossiles et par le type de technologie renouvelable déployé. Les pays qui disposent d'activités minières liées au charbon sont plus sensibles à l'influence du développement des énergies renouvelables que les pays qui importent du charbon pour la production d'électricité. On peut constater, par exemple, que cet impact est important en République tchèque, en Allemagne et en Espagne¹.

Le type de technologie renouvelable déployée est également un facteur important. Les technologies qui exploitent des matières premières (biogaz, biomasse solide², biocarburants et déchets urbains renouvelables) génèrent un nombre relativement élevé d'emplois par MW. Par conséquent, le développement de l'emploi dans la production des matières premières utilisées pour ces technologies renouvelables se traduit par un impact proportionnellement moins important sur le secteur des combustibles fossiles que le développement de l'industrie éolienne, par exemple. ■

-
1. *Dans notre méthodologie, l'emploi concerné par la réduction de la consommation de gaz naturel est supposé être négligeable. Il est peu probable que des installations d'extraction, de conversion et de transport du gaz naturel soient mises hors service du fait de la montée en puissance des énergies renouvelables. Le personnel chargé de l'exploitation-maintenance des installations existantes ne devrait pas être affecté par la réduction de la demande de gaz.*
 2. *Il convient de noter que la biomasse solide se compose en grande partie du bois de chauffage utilisé par les ménages. Or, souvent, celui-ci ne provient pas de circuits de vente officiels. La consommation de biomasse solide ne contribue donc pas pleinement à l'emploi officiel.*

INDICATEURS D'INVESTISSEMENT

Dans le présent 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 d'indicateurs concerne les investissements liés à l'application des technologies renouvelables (par exemple, la construction de centrales électriques) ;
- le second 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.

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 le plus exhaustive possible. Il est donc logique que les chiffres de l'investissement 2015 présentés dans l'édition de l'année dernière soient différents de ceux présentés cette année.

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.

Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable



Dans la présente section, les indicateurs d'investissement d'EurObserv'ER mettent l'accent sur l'investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable, à savoir les centrales électriques renouvelables à grande échelle (financement d'actifs). Ainsi, nous présentons une vue d'ensemble des investissements dans les capacités de production à travers les

différents secteurs des EnR, dans les États membres de l'Union européenne. En outre, les coûts moyens d'investissement par mégawatt de capacité de production sont calculés pour l'Union européenne et comparés à ceux de ses principaux partenaires commerciaux. Enfin, des informations sont apportées sur les programmes de financement public des énergies renouvelables.



Note méthodologique

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 1 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 2015 et 2016. 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 indication 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 démarrera 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 au cours aussi bien 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.

On distingue trois types de financement d'actifs : financement sur bilan (balance-sheet finance), financement de projet sans recours (non-recourse project financing) 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 complémentaires. 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 le chapitre et leur rôle est analysé au sein de l'Union européenne.



L'ÉOLIEN

Après une année 2016 record, les investissements dans l'éolien ont accusé une forte baisse. Alors qu'ils totalisaient près de 38 milliards d'euros en 2016, soit le montant le plus élevé depuis l'introduction des indicateurs d'investissement, ils ont chuté à près de 24 milliards d'euros en 2017, ce qui demeure toutefois supérieur aux montants investis en 2014 ou les années précédentes. Parallèlement à cette baisse, le nombre de projets éoliens a lui aussi fortement diminué, passant de 785 en 2016 à 533 en 2017. La puissance additionnelle associée est passée quant à elle de 16,6 GW en 2016 à 12,2 GW l'année suivante. Cette baisse plus faible de la puissance associée révèle une baisse des coûts d'investissement dans la filière éolienne.

Le mode de financement des projets éoliens n'a pratiquement pas évolué au cours des deux années. La majorité des investissements ont eu recours au financement sur bilan (71 % en 2016 et 74 % en 2017). Une légère baisse a pu être observée pour le financement de projets (28 % en 2016 et 23 % en 2017). 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 projets éoliens les plus modestes reposent sur le financement sur bilan. Bien que le financement de projet représente, en volume, entre 23 et 28 %

de l'investissement réalisé au cours de chacune de ces deux années, il ne représente, en nombre, que 11,6 % (2017) et 9,8 % (2016) de tous les projets. Quant aux autres instruments de financement, notamment les obligations ou les garanties, on observe une petite progression (1 % en 2016 contre 3,7 % en 2017). Mais dans l'ensemble, ces instruments jouent un rôle mineur dans le financement des investissements éoliens au sein de l'UE.

HAUSSE DE LA PART DE L'ÉOLIEN TERRESTRE EN 2017

Si l'on compare les montants investis dans l'éolien terrestre et dans l'éolien offshore, on s'aperçoit que la baisse globale est principalement due à une baisse importante des investissements offshore. Ceux-ci ont été l'élément moteur au cours des années passées. Alors qu'ils s'élevaient en 2016 à 21,6 milliards d'euros, ils ont chuté de près de 50 % pour atteindre 11,3 milliards d'euros en 2017. Ainsi, cette année-là, ils ne représentaient plus une part majoritaire dans l'investissement éolien global, celle-ci étant passée de 56 % à 47 %. Comme les années précédentes, les projets éoliens offshore affichent, sans surprise, des montants moyens bien supérieurs à ceux des projets terrestres. Ce montant est resté relativement stable, soit 1,66 milliard d'euros en 2016 et 1,61 milliard d'euros en 2017. En revanche, le montant moyen d'un projet terrestre n'était que de 21 millions d'euros en 2016

et de 24 millions en 2017. La part relative du financement sur bilan et du financement de projet est relativement similaire dans l'éolien offshore et terrestre en 2017, ce qui est quelque peu inattendu du fait des volumes de financement élevés dans le secteur offshore. En 2016, cependant, le financement de projet représentait une part plus importante dans l'éolien offshore que dans le terrestre.

La capacité additionnelle associée aux investissements offshore est passée de 5,2 GW en 2016 à 3,05 GW en 2017. Cela correspond à une baisse de 41 %, soit moins que la baisse de l'investissement, ce qui indique que les coûts d'investissement ont également diminué dans l'éolien offshore. En 2016, les dépenses moyennes par MW de capacité offshore s'élevaient à près de 4,2 millions d'euros, contre seulement 3,7 millions d'euros en 2017. Pour l'éolien terrestre, les coûts d'investissement sont bien inférieurs, comme on peut s'y attendre. Ils ont légèrement diminué, passant de 1,42 million d'euros en 2016 à 1,38 million en 2017.

LE ROYAUME-UNI ET L'ALLEMAGNE ENREGISTRENT LES INVESTISSEMENTS LES PLUS ÉLEVÉS GRÂCE À L'ÉOLIEN OFFSHORE

En 2017, l'Allemagne a regagné la première place, au détriment

1

État des lieux du financement d'actifs éoliens (sur terre et en mer) dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Allemagne	11 869,4	458	6 388,9	8 846,8	271	4 245,6
Royaume-Uni	15 573,4	83	4 216,3	5 077,3	23	1 945,9
Danemark	1 302,2	16	617,9	2 903,7	16	867,7
France	2 137,7	92	1 496,5	2 216,3	91	1 580,6
Suède	994	20	747,8	1 648,1	15	1 355,1
Grèce	176,5	4	133,4	805,2	18	523,1
Pays-Bas	86,8	6	62,1	512,5	7	364,2
Irlande	672,7	14	467	425,7	19	277,3
Italie	802,5	14	532,4	382,8	13	264,1
Belgique	2 616,9	27	916,6	331,5	27	241,4
Espagne	85,7	8	63,1	227,5	11	164,5
Autriche	391,9	12	244,4	212,8	7	166,7
Finlande	621,1	18	388,2	142,6	9	103,9
Croatie	93,9	2	67,2	73,9	2	59
Rép. tchèque	0	0	0	35,7	1	26
Portugal	78,8	6	56,4	32,7	3	23,8
Estonie	166,2	1	102			
Pologne	93,2	3	61,4			
Lituanie	10,5	1	7,5			
Total UE	37 773,2	785	16 569,1	23 874,8	533	12 208,6

Source : EurObserv'ER 2018

du Royaume-Uni, concernant les investissements dans l'éolien. Mais les deux principaux acteurs de la filière ont cependant enregistré un recul substantiel entre les deux années. En Allemagne, les investissements éoliens totalisaient 8,8 milliards d'euros en 2017, contre 11,9 milliards en 2016. Au Royaume-Uni, la chute a été encore plus importante puisque les investissements ont été divisés par trois, passant de 15,6 milliards d'euros en 2016 à 5,1 milliards l'année suivante. Les montants très élevés de 2016 étaient presque entièrement attribuables à cinq très gros projets offshore totalisant 13,5 milliards d'euros. En Allemagne, l'éolien offshore joue également un rôle très important, mais il est resté relativement stable, autour de 4,5 milliards d'euros ces deux années.

LE DANEMARK OCCUPE LA TROISIÈME PLACE

Le Danemark a connu une progression particulièrement forte de ses investissements éoliens. Alors qu'ils atteignaient déjà le niveau remarquable de 1,3 milliard d'euros en 2016, ils sont passés à 2,9 milliards d'euros en 2017. Avec cette hausse, le Danemark gagne la troisième place de l'Union européenne. Le niveau élevé de 2017 est principalement dû au secteur offshore, le pays ayant enregistré des investissements de 2,54 milliards d'euros dans ce secteur. La Suède a connu une hausse similaire de ses investissements dans l'éolien, ceux-ci étant passés de près de 1 milliard d'euros en 2016 à 1,65 mil-

2

Part des différents types de financement d'actifs éoliens (sur terre + en mer) dans l'UE en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	70,84 %	89,17 %	73,64 %	87,43 %
Financement de projet	28,02 %	9,81 %	22,63 %	11,63 %
Obligations/ Autres	1,14 %	1,02 %	3,72 %	0,94 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER 2018

liard d'euros en 2017. Le nombre de projets ayant diminué, cette hausse s'explique par des projets beaucoup plus importants en 2017.

En France, les investissements sont restés à un niveau très élevé. Le financement d'actifs est passé de 2,14 milliards d'euros en 2016 à 2,22 milliards en 2017. Le nombre de projets est resté également stable. Cette évolution favorable place la France en quatrième position pour les investissements dans l'éolien en 2017.

Trois autres États-membres ont enregistré des investissements élevés, et en progression, dans le secteur éolien. En Grèce, ils ont plus que quadruplé, passant de 176 millions d'euros en 2016 à près de 805 millions d'euros l'année suivante. Une progression encore plus marquée a été constatée aux

Pays-Bas, où le financement d'actifs s'élevait à 512 millions d'euros en 2017, contre seulement 87 millions l'année précédente. Contrairement à ce qu'il s'est passé en Grèce, cette hausse a été alimentée par de grands projets. Enfin, l'Espagne a également connu une bonne année 2017, avec 227 millions d'euros investis dans la filière, alors qu'en 2016, seuls 86 millions d'euros avaient été investis dans les capacités éoliennes.

Enfin, en Croatie, les investissements éoliens sont restés relativement stables entre les deux années, passant de 94 millions d'euros à 74 millions d'euros. En Rép. tchèque, un projet a été clôturé en 2017, pour un montant de 36 millions d'euros.

3

État des lieux du financement d'actifs éoliens en mer dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
Allemagne	4 631	3	1 231	4 432,3	4	1 061
Royaume-Uni	13 535,7	5	2 819,5	4 273,9	1	1 386
Danemark	1 045,5	2	434	2 542,9	1	604,8
France	0	0	0	5,1	1	1,2
Belgique	2 283,5	2	678,7			
Finlande	108,2	1	40			
Total UE	21 603,9	13	5 203,2	11 254,2	7	3 053

Source : EurObserv'ER 2018

DES INVESTISSEMENTS EN BAISSÉ DANS PLUSIEURS ÉTATS-MEMBRES

La chute la plus spectaculaire a été observée en Belgique, avec des investissements passant de 2,6 milliards d'euros en 2016 à 331 millions d'euros en 2017. Cette baisse ne doit toutefois pas être surestimée, car elle s'explique principalement par l'existence de deux très gros projets dans l'éolien offshore en 2016. Et si l'on ne prend en compte que l'éolien terrestre, la tendance est relativement stable. En Finlande, le financement d'actifs a fortement chuté, passant de 621 millions d'euros en 2016 à seulement 143 millions d'euros en 2017. L'Irlande, l'Italie, l'Autriche et le Portugal ont connu une baisse moins importante. Enfin, l'Estonie, la Pologne et la Lituanie n'ont enregistré des investissements qu'en 2016. ■

4

Part des différents types de financement d'actifs éoliens en mer dans l'UE en 2016 et 2017

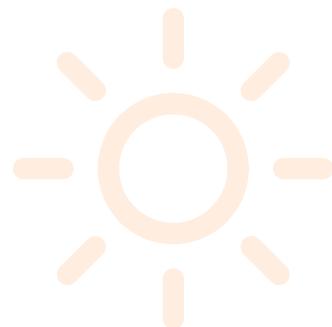
	2016		2017	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	65,72 %	69,23 %	79,83 %	71,43 %
Financement de projet	34,28 %	30,77 %	20,17 %	28,57 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER 2018

LE PHOTOVOLTAÏQUE

Lors de l'analyse des investissements dans l'énergie solaire photovoltaïque, il convient de noter deux points importants. D'une part, le financement d'actifs ne concerne 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. Mais d'autre part, EurObserv'ER rend compte également, depuis quelques années, des investissements dans les installations photovoltaïques à petite échelle, c'est-à-dire les installations d'une capacité inférieure à 1 MW, au sein de l'Union européenne.



STABILISATION DES INVESTISSEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES

Après une tendance continue à la baisse dans les dernières années, les investissements photovoltaïques à grande échelle (>1 MW) ont totalisé 2,05 milliards d'euros en 2017. Cela représente un recul de 7 % par rapport à l'année 2016 (2,2 milliards d'euros). Le nombre



1

État des lieux du financement d'actifs photovoltaïques dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017 (centrales au sol)

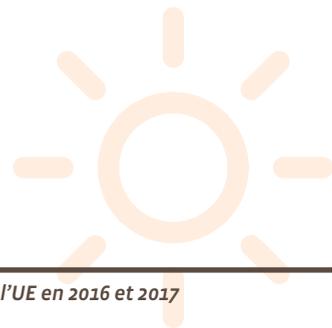
	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
France	478,7	52	430	614,4	75	585,5
Royaume-Uni	1 253	185	1 152,4	353,8	59	339
Allemagne	232,5	33	175,9	336,9	53	314,5
Pays-Bas	85,4	14	79	288	30	269,8
Portugal	0	0	0	206,3	1	221
Espagne	5	1	4,6	83,7	8	77,4
Danemark	41,4	1	38	68,2	3	64,7
Pologne	0	0	0	43,9	2	41
Italie	72,1	2	66,1	20,1	3	18,8
Hongrie	0	0	0	14,4	6	13,4
Grèce	4,8	1	4,4	10,3	3	9,6
Finlande	0	0	0	3,9	1	3,6
Autriche	0	0	0	3,4	1	3,2
Suède	3	1	2,7	1,6	1	1,5
Chypre	14,6	2	13,4			
Belgique	14	1	12,8			
Total UE	2 205,3	293	1 979,3	2 048,7	246	1 962,9

Source : EurObserv'ER 2018

de nouveaux investissements a baissé à un rythme plus soutenu (16 %), passant de 293 projets en 2016 à 246 en 2017. Cela indique que la taille moyenne des projets a augmenté entre les deux

années. Un projet moyen s'élevait à 7,53 millions d'euros en 2016, contre 8,3 millions d'euros en 2017. Comme le financement d'actifs global, la capacité additionnelle associée a également diminué,

mais dans une moindre ampleur (de 1,98 GW en 2016 à 1,96 GW en 2017). Cela révèle une baisse légère des coûts d'investissement.



2

Investissement dans les installations photovoltaïques pour l'ensemble de l'UE en 2016 et 2017 (commercial et résidentiel)

	2016		2017	
	Investment (en M €)	Capacité (MW)	Investment (en M €)	Capacité (MW)
Total UE	3 949,3	5 584	3 702,5	5 978

Source : EurObserv'ER 2018

En 2016, les dépenses d'investissement par MW de capacité photovoltaïque installée s'élevaient en moyenne à 1,11 million d'euros, contre 1,04 million d'euros en 2017, ce qui correspond à une réduction de 6 %. Cette baisse des coûts est cependant moins importante que celle enregistrée entre 2015 et 2016 et mentionnée dans la dernière édition.

Concernant les sources de financement des centrales photovoltaïques, aucun changement notable n'est observé. Au cours des deux années, la plupart des centrales photovoltaïques ont eu recours au financement sur bilan. Entre 2016 et 2017, la part de ce type de financement a légèrement diminué (de 80 % à 78 %), tandis que la part du financement de projet sans recours est passée de près de 17 % à 21 %. Les obligations ou autres mécanismes de financement n'ont pas été utilisés pour les investissements photovoltaïques en 2016 et n'ont joué qu'un rôle négligeable en 2017.

Comme les années précédentes, les investissements dans les

systemes à petite échelle sont supérieurs aux investissements à grande échelle. Entre les deux années, cependant, ils ont baissé légèrement. Alors qu'ils atteignaient près de 4 milliards d'euros en 2016, ils se sont élevés à 3,7 milliards d'euros en 2017. Cela correspond à une baisse d'environ 6 %. Malgré cette légère diminution des volumes d'investissement, la capacité additionnelle a augmenté entre 2016 et 2017, passant de 5,6 GW à près de 6 GW, ce qui révèle une diminution considérable des dépenses d'investissement par MW (-12 %).

LA FRANCE EN TÊTE DES INVESTISSEMENTS EN 2017, LE ROYAUME-UNI EN BAISSÉ

Depuis 2012, il existe une forte concentration des investissements photovoltaïques à grande échelle au Royaume-Uni. Mais en 2017, la situation semble avoir changé au profit de la France, qui a pris la première place au sein de l'UE. Après des montants déjà très élevés en 2016 (479 millions d'euros), le financement d'actifs y a atteint 614 millions d'euros en 2017. La situation inverse a été observée

au Royaume-Uni. Après avoir totalisé 1,25 milliard d'euros en 2016, les investissements dans le photovoltaïque ont chuté à 354 millions d'euros en 2017, reléguant le Royaume-Uni au second rang.

Après une baisse presque continue ces dernières années, les investissements allemands affichent à nouveau une tendance à la hausse. Ils sont passés de 232 millions d'euros en 2016 à 337 millions en 2017, ce qui correspond à une augmentation de 45 %. Les Pays-Bas ont également enregistré une hausse notable de leurs investissements, puisque ceux-ci sont passés d'à peine 85 millions d'euros en 2016 à 289 millions d'euros en 2017.

Après avoir atteint des sommets par le passé, les investissements photovoltaïques italiens sont à un niveau très bas et continuent de décroître. En 2016, seuls 72 millions d'euros ont été investis dans le photovoltaïque à grande échelle et, en 2017, les montants ont encore chuté pour atteindre 20 millions d'euros. Dans les autres États-membres ayant

3

Part des différents types de financement d'actifs photovoltaïques dans l'UE en 2016 et 2017 (centrales au sol)

	2016		2017	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	80,37 %	83,96 %	78,34 %	80,49 %
Financement de projet	19,63 %	16,04 %	21,37 %	19,11 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0,29 %	0,41 %
Total UE	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : EurObserv'ER 2018

enregistré des investissements, le nombre de projets et les volumes sont assez faibles. Dans la plupart des pays, comme en Pologne ou au Danemark, les montants investis ont augmenté, tandis que dans quelques autres, ils ont diminué entre les deux années. ■



LE BIOGAZ

La base de données recense quatre types d'investissements à grande échelle dans le secteur du biogaz : (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 renouvelées) ; (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. Mais ces dernières sont tout à fait minoritaires dans les données. Toutefois, afin de distinguer ces deux types d'investissement, deux tableaux distincts présentent le financement des centrales électriques au biogaz, et celui des installations produisant du biométhane.

BAISSE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CENTRALES ÉLECTRIQUES AU BIOGAZ

Le financement d'actifs dans le secteur du biogaz – incluant les centrales électriques au biogaz ainsi que les unités de production de biogaz – est demeuré en légère baisse : 113 millions d'euros ont été investis en 2016, contre 85 millions d'euros en 2017. La part relative des centrales électriques et des unités de production a considérablement



changé entre les deux années. Les investissements dans les centrales électriques ont fortement baissé, passant de 113 millions d'euros en 2016 à 10 millions d'euros l'année suivante. Quant à la puissance additionnelle associée à ces investissements, elle a baissé moins fortement, passant de 31,8 MW en 2015 à 4 MW. Cela révèle une baisse des coûts d'investissement des installations de production de biogaz entre les deux années (de 3,55 à 2,47 millions d'euros par MW). Cette évolution des coûts doit cependant être interprétée avec prudence, en raison du très faible nombre d'observations, notamment en 2017, où seuls deux investissements ont pu être constatés.

Contrairement aux investissements dans les centrales électriques au



1

État des lieux du financement d'actifs biogaz dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
Royaume-Uni	102,38	7	28,6	9,88	2	4
France	10,46	3	3,19			
Total UE	112,84	10	31,79	9,88	2	4,0

Source : EurObserv'ER 2018

2

État des lieux du financement d'actifs dans le secteur biogaz dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017 (biométhane)

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (m³/hr)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (m³/hr)
Danemark	0	0	0	75	1	3 139,3
Total UE	0	0	0	75	1	3 139,3

Source : EurObserv'ER 2018



biogaz, ceux liés aux unités de production de biogaz n'ont été observés qu'en 2017. Cette année-là, un investissement relativement important (75 millions d'euros) a été réalisé. La puissance associée à cette unité de production est de 3 139 m³/h. Cet investissement est donc le moteur principal d'un secteur du biogaz qui connaît globalement un recul assez modéré.

Le mode de financement des centrales au biogaz a évolué entre les deux années. En 2016, 73 % des investissements étaient couverts par le financement sur bilan, et les 27 % restants par le financement de projet. Comme seules 10 % des installations ont eu recours au financement de projet, les investissements concernés par ce type de financement étaient en moyenne beaucoup plus importants que ceux couverts par le financement sur bilan, phénomène souvent observé au sein des filières renouvelables. En 2017, toutes les centrales au biogaz ainsi que les unités de production de biogaz ont recouru au financement sur bilan.

DES INVESTISSEMENTS PRINCIPALEMENT AU DANEMARK ET AU ROYAUME-UNI

Seul le Royaume-Uni a enregistré des investissements dans le biogaz au cours des deux années. En 2016, le pays détenait le record de l'investissement dans les centrales au biogaz, avec 102 millions d'euros investis dans sept nouvelles unités, pour une capacité additionnelle totale de 28,6 MW. En 2017, seuls 9,9 millions d'euros

ont été investis au Royaume-Uni. Parmi les autres États-membres, la France a enregistré trois investissements plutôt modestes en 2016, totalisant 10,5 millions d'euros

pour une capacité additionnelle de 3,2 MW. Enfin, 75 millions d'euros ont été investis au Danemark, dans une installation de production de biogaz. ■

3

Part des différents types de financement d'actifs biogaz dans l'UE en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	72,64 %	90 %	100 %	100 %
Financement de projet	27,36 %	10 %	0 %	0 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
Total UE	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : EurObserv'ER 2018



Remi Vuiller / Terre & Inéo



AB Energy

DÉCHETS MUNICIPAUX RENOUVELABLES

De même que pour la biomasse solide, le financement d'actifs lié à la valorisation énergétique des déchets inclut 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 ; (iii) centrales de cogénération – centrales produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur, d'une puissance de 1 MWe ou plus. 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 production

de déchets renouvelables utilisés pour la production d'énergie.

BAISSE DES INVESTISSEMENTS

Dans l'ensemble, les investissements de l'UE dans le secteur de la valorisation énergétique des déchets ont considérablement diminué entre les deux années. En 2016, 1,1 milliard d'euros a été investi dans des installations de valorisation, contre seulement 164 millions d'euros en 2017. Le nombre de projets bouclés a baissé également, passant de dix en 2016 à deux en 2017, tout comme la taille moyenne des projets (de 110 millions d'euros à 82 millions d'euros).

De même, la capacité additionnelle liée à ces investissements était beaucoup plus importante en 2016, avec 224 MW contre 27 MW en 2017. Ainsi, les coûts d'investissement semblent avoir nettement

augmenté entre les deux années (5 millions d'euros par MW en 2016, 6 millions d'euros en 2017), ce qui doit toutefois être interprété avec prudence. Les coûts relativement faibles de 2016 s'expliquent essentiellement par le fait que le plus gros projet cette année-là (70 MW) concernait la modernisation d'une centrale existante, ce qui implique généralement des dépenses moyennes beaucoup moins élevées qu'une construction neuve.

En 2016, la répartition était relativement équilibrée entre le financement sur bilan (42 %) et le financement de projet (58 %). Cette année-là, la taille moyenne des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne beaucoup plus importante que celle des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène souvent observé



2

Part des différents types de financement d'actifs du secteur des déchets dans l'UE en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	42,00 %	70 %	100 %	100 %
Financement de projet	58,00 %	30 %	0 %	0 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
Total UE	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : EurObserv'ER 2018

au sein des filières renouvelables. En 2017, tous les projets ont eu recours au financement sur bilan.

Au cours des années précédentes, le Royaume-Uni se classait généralement en tête des investissements liés à la valorisation énergétique des déchets. Cela était encore vrai en 2016, le pays ayant conduit la totalité des investissements enregistrés au sein de l'UE. En 2017, en revanche, seul un modeste investissement de 8 millions d'euros a été conduit au Royaume-Uni. L'investissement le plus important (156 millions d'euros) a été réalisé en Lituanie. ■



1

État des lieux du financement d'actifs du secteur des déchets dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
Lituanie	0	0	0	155,9	1	24
Royaume-Uni	1 104,5	10	223,9	8,15	1	3,3
Total UE	1 104,5	10	223,9	164	2	27,3

Source : EurObserv'ER 2018

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'investissement pris en compte dans les données de base. Ils sont au nombre de quatre : (i) l'énergie géothermique conventionnelle ; (ii) le chauffage urbain ; (iii) la cogénération ; (iv) les systèmes géothermiques stimulés. L'énergie géothermique présente une forte orientation régionale au sein de l'Union européenne. Le principal utilisateur est, de loin, l'Italie, bien que d'autres États-membres aient aussi recours à cette source d'énergie, mais dans une moindre mesure.



1

État des lieux du financement d'actifs géothermie dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MWth)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
Pays-Bas	18,8	1	16	125,5	3	63
Hongrie	0	0	0	5,4	1	2,7
Allemagne	52,7	1	26	0	0	0
Portugal	8,1	1	4	0	0	0
Total UE	79,6	3	46	130,9	4	66

Source : EurObserv'ER 2018

2

Part des différents types de financement d'actifs géothermie dans l'UE en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets
Financement sur bilan	76,44 %	66,67 %	0 %	0 %
Financement de projet	23,56 %	33,33 %	100 %	100 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER 2018

CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS GÉOTHERMIQUES AU SEIN DE L'UE

En 2017, 131 millions d'euros ont été investis dans la géothermie au sein de l'Union européenne. Cela représente une augmentation de 64 % par rapport aux 80 millions d'euros investis en 2016. Ainsi, en 2017, les investissements ont atteint le niveau relativement élevé de 2015, niveau en tout cas bien supérieur à celui des années précédentes, qui n'avaient souvent connu que de modestes investissements, voire aucun, dans la filière. Le nombre de nouveaux projets géothermiques est passé de 3 à 4, ce qui indique que la taille moyenne des projets a augmenté entre les deux années (26,5 millions d'euros par projet en 2016, contre 32,7 millions en 2017). La capacité associée est passée, quant à elle, de 46 MW à 66 MW. Ainsi, les coûts d'investissement moyens ont légèrement augmenté, passant de 1,73 million d'euros par MW en 2016 à 2 millions d'euros en 2017.

Le mode de financement des projets géothermiques a notablement changé entre les deux années. En 2016, plus de 76 % des investissements ont bénéficié du financement sur bilan, et 24 % seulement ont eu recours au financement de projet. La situation a complètement changé en 2017, toutes les installations

géothermiques ayant recours au financement de projet. Ces deux années, les obligations et autres instruments financiers n'ont joué aucun rôle dans les investissements liés à la géothermie.

PRÉDOMINANCE DES PAYS-BAS EN 2017

Les Pays-Bas arrivent en tête des investissements dans la filière en 2017, avec 125 millions d'euros investis dans trois installations géothermiques. C'est par ailleurs le seul État-membre à avoir enregistré des investissements au cours des deux années. Toutefois, en 2016, le financement d'actifs était nettement inférieur, avec 19 millions d'euros. Le seul autre pays ayant réalisé

des investissements en 2017 est la Hongrie, avec un projet relativement modeste de 5,4 millions d'euros. En 2016, les montants les plus importants ont été relevés en Allemagne, avec 53 millions d'euros investis dans une installation géothermique de 26 MW. La même année, 8 millions d'euros ont été investis au Portugal dans une installation de 4 MW. ■

LA BIOMASSE SOLIDE

Le financement d'actifs abordé ici concerne uniquement les centrales alimentées à la biomasse solide, et non les installations de production de biomasse. Les données concernent quatre types d'investissement à grande échelle : (i) production d'électricité (nouvelles installations) – construction de nouvelles centrales biomasse 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 éga-

lement des centrales biomasse rénovées); (iii) chaleur – centrales biomasse produisant de la chaleur, d'une puissance de 30 MWth ou plus ; (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.

EFFONDREMENT DES INVESTISSEMENTS DANS LA BIOMASSE

L'année 2016 a été très positive pour le financement d'actifs dans le domaine de la biomasse à grande échelle. Les investissements au



sein de l'UE ont totalisé plus de 5 milliards d'euros, soit un niveau nettement plus élevé que la plupart des années précédentes. Mais en 2017, ils ont chuté de près de 87 %, pour atteindre 679 millions d'euros. La capacité additionnelle associée a subi à peu près la même baisse. Alors qu'elle était de 1,7 GW en 2016, elle ne s'élevait plus qu'à 208 MW en 2017. Le nombre de projets n'a quant à lui baissé que de 55 % entre les deux années, passant de 20 à 9. Les montants très élevés de 2016 étaient principalement dus à de très gros investissements. Le projet moyen, qui



1

État des lieux du financement d'actifs biomasse solide dans les pays membres de l'UE en 2016 et 2017

	2016			2017		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Capacité (MW)
Danemark	666,2	1	150	163,3	1	25
Italie	57,3	1	22,8	121,3	1	30
Portugal	0	0	0	104,8	1	30
Finlande	145,1	1	170	91,2	1	30,7
Royaume-Uni	1 259	10	408	86,7	2	35,1
Espagne	0	0	0	84,3	1	46
Croatie	0	0	0	24,8	1	5
Suède	0	0	0	2,57	1	6
Pays-Bas	2 382	2	801			
Lituanie	338,1	1	87,6			
France	124,7	2	28,8			
Estonie	64,5	1	21,4			
Allemagne	21	1	6,4			
Total UE	5 057,8	20	1 696	678,9	9	207,8

Source : EurObserv'ER 2018

s'élevait à 253 millions d'euros cette année-là, est passé à 75 millions d'euros en 2017. Les coûts d'investissements par MW ont légèrement augmenté, passant de 3 millions d'euros en 2016 à 3,3 millions d'euros en 2017.

Le mode de financement des installations biomasse n'a pas changé de façon notable entre les deux années. La majorité des projets

(environ 72 % chaque année) a bénéficié du financement sur bilan, le reste relevant du financement de projet. Au cours des deux années, la taille des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne beaucoup plus importante que celle des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène typique au sein des filières renouvelables.

UNE SITUATION HÉTÉROGÈNE AU SEIN DE L'UE

En 2016, les investissements les plus élevés dans la filière biomasse ont été observés au Royaume-Uni et, surtout, aux Pays-Bas, avec 1,26 milliard d'euros et près de 2,4 milliards d'euros respectivement. Quant à la capacité additionnelle associée à ces hauts



BARDONIX AG & CO

2

Part des différents types de financement d'actifs biomasse solide dans l'UE en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations (en M €)	Nombre de projets
Financement sur bilan	72,51 %	75,00 %	72,14 %	77,78 %
Financement de projet	27,49 %	25,00 %	27,86 %	22,22 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER 2018

niveaux d'investissement, elle est également assez importante (801 MW aux Pays-Bas et 408 MW au Royaume-Uni). En revanche, on observe une différence notable entre les deux pays concernant le nombre de projets : il n'y a eu que deux très gros projets réalisés aux Pays-Bas.

Seuls quelques États-membres ont enregistré des investissements au cours des deux années. Par ailleurs, presque tous les pays qui ont investi dans la filière en 2017 n'ont enregistré qu'un seul investissement dans la biomasse cette année-là, à l'exception du Royaume-Uni. Les montants les plus importants ont été relevés au Danemark (163 millions d'euros), en Italie (121 millions d'euros) et au Portugal (105 millions d'euros). En 2016, aucun investissement n'a été réalisé au Portugal, 57 millions d'euros ont été investis en Italie, et 666 millions d'euros au Danemark. Après le Danemark, l'Italie et le Royaume-Uni, le quatrième pays à avoir bénéficié d'investissements ces deux années est la Finlande (145 millions d'euros en 2016 et 91 millions d'euros en 2017).

Les autres États-membres n'ont réalisé d'investissements qu'au cours d'une seule année. L'Espagne, la Croatie et la Suède en 2017. La Lituanie, la France, l'Estonie et l'Allemagne en 2016. Parmi ceux-ci, il convient de noter un investissement très élevé en Lituanie (338 millions d'euros). ■



SIEMENS

COMPARAISON DES COÛTS D'INVESTISSEMENT DANS LE MONDE



Cette section présente et compare les coûts d'investissement des technologies renouvelables, au sein de l'Union européenne et chez ses principaux partenaires commerciaux. Cette étude est basée sur les investissements dans les

centrales électriques renouvelables à grande échelle. Les coûts sont définis comme les dépenses moyennes d'investissement par mégawatt de capacité de production, dans les différents secteurs des énergies renouvelables. Les

dépenses moyennes sont calculées pour l'Union européenne ainsi que pour certains de ses grands partenaires commerciaux, à savoir le Canada, la Chine, 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 selon les technologies et les années.

DÉPENSES D'INVESTISSEMENT DANS L'ÉOLIEN TERRESTRE ET OFFSHORE

Les dépenses d'investissement par mégawatt de capacité éolienne terrestre ont diminué de plus de 3 % dans l'Union européenne, passant de 1,42 million d'euros en 2016 à 1,38 million d'euros en 2017. En revanche, les coûts sont restés constants dans les pays extracommunautaires analysés (environ 1,41 million d'euros/MW les deux années). Ainsi, alors que les dépenses moyennes d'investissement dans l'éolien terrestre étaient légèrement plus élevées en 2016 dans l'Union européenne, elles sont devenues inférieures à celles de ses principaux partenaires commerciaux en 2017. Dans certains pays extracommunautaires, par exemple au Canada et aux États-Unis, les coûts d'investissement de l'éolien terrestre ont chuté encore plus fortement que dans l'UE, alors que dans d'autres pays, comme l'Inde, ils ont légèrement augmenté

1

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

	2016	2017
Canada	1,6	1,4
Chine	1,3	1,2
Inde	1,2	1,3
Japon	1,9	1,7
Norvège	1,2	1,4
Fédération de Russie	1,4	1,6
Turquie	1,4	1,4
États-Unis	1,4	1,3
Moyenne UE	1,4	1,4

Source : EurObserv'ER 2018

2

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

	2016	2017
Chine	2,5	2,5
Moyenne UE	4,2	3,7

Source : EurObserv'ER 2018

Contrairement à l'éolien terrestre, seul un pays extérieur à l'Union a enregistré des investissements dans l'éolien offshore, à savoir la Chine. Les dépenses d'investissement par MW d'éolien offshore y sont restées relativement stables, autour de 2,5 millions d'euros au cours des deux années.

Globalement, les coûts semblent être nettement plus élevés dans l'Union européenne, où ils ont toutefois baissé, passant de 4,15 à 3,69 millions d'euros.



DÉPENSES D'INVESTISSEMENT DANS LE PHOTOVOLTAÏQUE ET LA BIOMASSE

Dans le secteur européen du solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement des centrales à grande échelle ont diminué encore plus fortement que dans l'éolien terrestre (plus de 6 %). Les dépenses d'investissement par MW sont en effet passées de 1,11 million d'euros en 2016 à seulement 1,04 million d'euros en 2017. La même tendance a pu être observée pour la majorité des pays tiers analysés, où les dépenses d'investissement moyennes sont passées de 1,17 à 1,16 million d'euros. Ainsi, les coûts européens d'investissement dans le photovoltaïque sont inférieurs, ces deux années, à ceux des pays extracommunautaires analysés, et l'avantage s'est même accru pour l'UE en 2017.

Dans le secteur européen de la biomasse, les dépenses d'investissement par MW sont passées de 2,98 millions d'euros en 2016 à 3,27 millions d'euros en 2017. Ces coûts demeurent supérieurs à ceux des pays extracommunautaires analysés, ces derniers s'élevant à 2,42 millions d'euros en 2016 et 2,12 millions d'euros en 2017. Cette situation est essentiellement due à la Chine, où les coûts d'investissement par MW de capacité biomasse sont nettement inférieurs à 2 millions d'euros ces deux années.

Dans l'ensemble, l'analyse montre une situation hétérogène au sein

3

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

	2016	2017
Canada	1,1	1,1
Chine	1,2	1,1
Inde	0,9	0,9
Japon	1,6	1,5
Fédération de Russie	1,1	1,3
Turquie	1,1	1
États-Unis	1,2	1,1
Union Européenne	1,1	1

Source : EurObserv'ER 2018

4

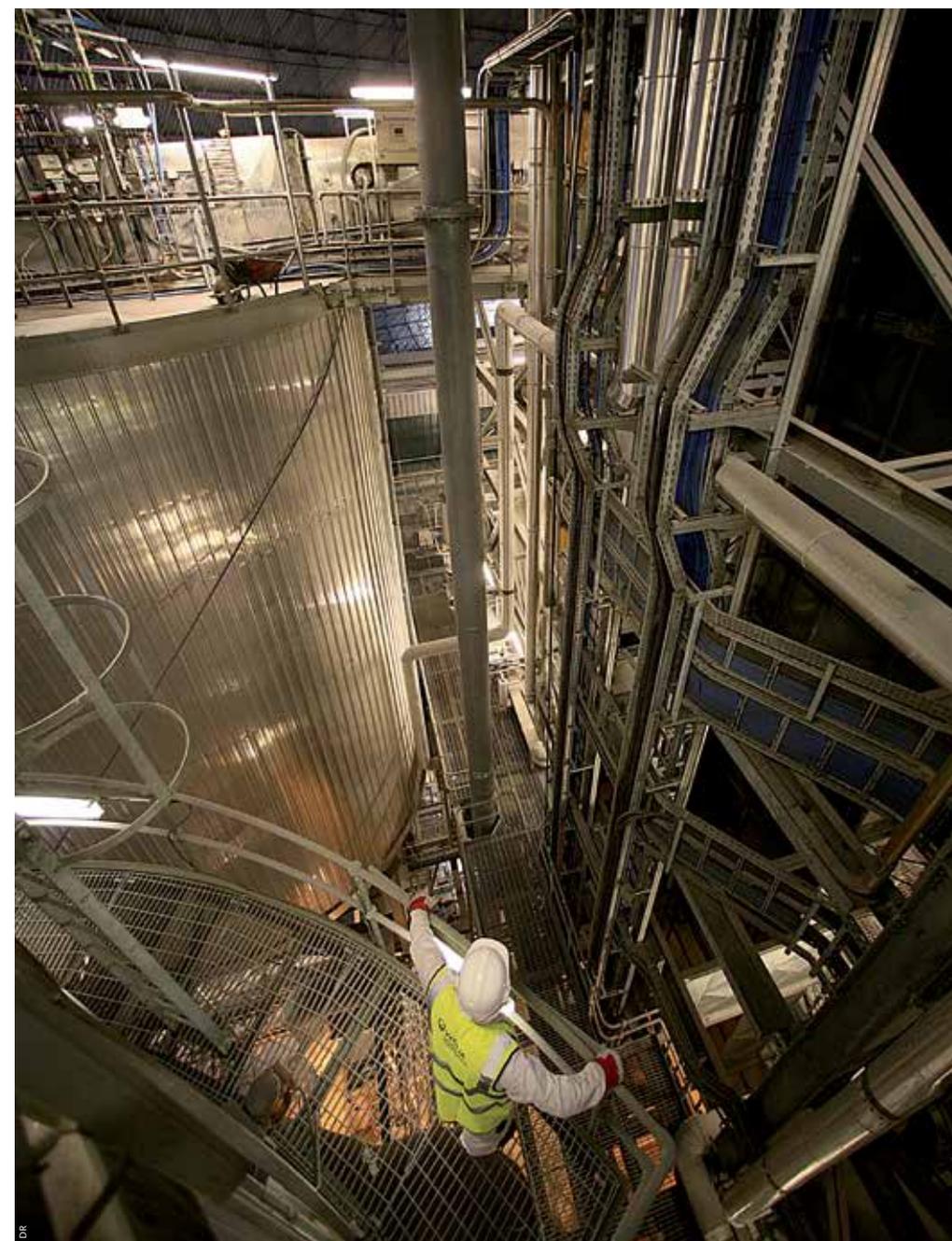
Dépenses d'investissement dans la biomasse (en M€/MW)

	2016	2017
Chine	1,6	1,4
Japon	3,1	2,5
États-Unis	2,5	2,5
Union Européenne	3	3,3

Source : EurObserv'ER 2018

des différentes technologies renouvelables. Dans les deux filières bénéficiant des investissements les plus élevés, à savoir l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement par mégawatt dans l'Union européenne semblent être inférieurs aux coûts moyens des pays extracommunautaires analysés. De plus, ces coûts continuent d'évoluer à la baisse entre 2016 et 2017. Pour la biomasse et l'éolien

offshore, les dépenses d'investissement par MW semblent être plus élevées dans l'Union européenne. Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence, en raison du très faible nombre d'investissements observés dans la biomasse. ■



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, d'aides financières et de fonds, jusqu'aux prêts concessionnels classiques (prêts à conditions préférentielles) ou aux 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 2016 ou 2017. Cet aperçu ne comprend que des programmes proposant des instruments financiers tels que le financement par emprunt ou en

fonds propres et les garanties. Les programmes de subventions ne sont pas traités dans cette section, car ils font l'objet d'une analyse dans les fiches politiques d'EurObserv'ER, à côté d'autres instruments politiques liés aux EnR. Cet aperçu fournit donc un complément aux fiches nationales portant sur les politiques et réglementations relatives aux énergies renouvelables. 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. C'est le cas de la Banque nordique d'investissement (NIB), qui offre également des prêts pour les investissements dans les EnR à ses pays membres, à savoir le Danemark, la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Suède, l'Estonie, la Lettonie et la Lituanie. 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. Le mécanisme polonais de financement de l'énergie durable (PolSeff) en est un exemple. Les investissements dans les mesures d'efficacité énergétique applicables aux

équipements, systèmes et processus ou aux bâtiments résidentiels et commerciaux y jouent un rôle important.

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 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) ou la Banque croate pour la reconstruction et le développement (HBOR). 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 de fonds nationaux comme le Fonds public slovène pour l'environnement (Éco-fonds) ou le Fonds lituanien d'investissement pour l'environnement (Leif). Enfin, il existe également des mécanismes de financement dédiés, qui proposent des prêts pour les investissements dans les énergies renouvelables et offrent

aussi généralement une assistance technique aux banques privées. C'est le cas du mécanisme polonais de financement de l'énergie durable (PolSeff) ou du mécanisme de financement slovaque pour l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable (SlovSeff III), au sein de la Berd.

PROGRAMMES ET INSTRUMENTS DE FINANCEMENT

Les programmes de financement public présentés 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 proposées.

On observe également des différences importantes dans la façon dont le financement est accordé aux bénéficiaires finaux. Dans de nombreux cas, comme 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 financement 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.

Enfin, il existe des différences considérables entre les volumes de financement accordés par les différents programmes. La KfW, par exemple, donne la priorité aux investissements à grande échelle dans les énergies renouvelables, avec des prêts variant de 25 à 100 millions d'euros. En revanche, le programme polonais Prosumer cible les micro-installations, par exemple les petites installations d'électricité renouvelable jusqu'à 40 kWe. Dans l'ensemble, on peut observer dans l'Union européenne une grande diversité de programmes de financement, d'instruments et d'emprunteurs finaux ciblés.

Il est possible que l'engagement du secteur public dans le financement des projets d'énergie renouvelable, au sein de l'Union, s'atténue au cours des prochaines années, comme cela s'est déjà produit pour d'autres mécanismes de soutien. Cela a été le cas du Fondo Kyoto de la Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo en Italie, qui n'apparaît plus dans cette section, car il n'a attribué aucun budget en 2017. Les besoins en financement public pourraient diminuer à mesure que les technologies renouvelables deviennent matures. Mais 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. ■

Programmes de financement public en faveur des énergies renouvelables

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
Fonds de cohésion de la BEI	Banque européenne d'investissement (BEI)	2014	États-membres dont le RNB/hab. est inférieur à 90 % de la moyenne communautaire	EnR multiples (et autres domaines hors EnR)	Soutien financier (garanties, prêts, participation en (quasi-)fonds propres et autres mécanismes de participation aux risques)
Programme de prêt	Fonds pour la protection de l'environnement et l'efficacité énergétique (Epeef)	2003	Croatie	EnR multiples	Prêts, subventions, aides financières et subventions pour les EnR (ainsi que pour la protection de l'environnement et la gestion des déchets)
Programme de prêt pour la protection environnementale, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables	Banque croate pour la reconstruction et le développement (HBOR)	1992	Croatie	EnR multiples	Prêts en faveur d'investissements EnR
Garanties d'emprunt pour les initiatives locales de construction de parcs éoliens	Energinet.dk	2009	Danemark	Éolien terrestre	Octroi de garanties d'emprunts
Fonds chaleur	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)	2009	France	Solaire thermique, biomasse, géothermie, biogaz, déchets et réseaux de chaleur	Subventions pour les grandes installations de chaleur renouvelable
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
The Lithuanien Environmental Investment Fund (Leif)	The Lithuanien Environmental Investment Fund (LEIF)	1996	Lituanie	EnR multiples	Prêts concessionnels en faveur d'investissements EnR
Prêts du National Fund for Environmental Protection and Water Management	National Fund for Environmental Protection and Water Management (NFEPWM)	2015	Pologne	Biomasse, géothermie, solaire photovoltaïque	Prêts en faveur d'investissements EnR
Bocian – Soutien aux sources d'énergie renouvelable distribuée	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
Prosumer – Programme soutenant le déploiement des micro-installations EnR	Fonds national pour la protection de l'environnement et la gestion de l'eau (NFOSIGW)	2014	Pologne	EnR multiples	Prêts en faveur des micro-installations d'EnR. Bénéficiaires : particuliers, "housing associations" et communautés, gouvernements locaux
Mécanisme de financement de l'énergie durable (PolSeff)	Banque européenne pour la reconstruction et le développement (EBRD)	2011	Pologne	EnR multiples	Octroi de lignes de crédit disponibles auprès de banques partenaires
Mécanisme de financement slovaque pour l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable (SlovSeff III)	Banque européenne pour la reconstruction et le développement (EBRD)	2014	Slovaquie	EnR multiples	Prêts en faveur d'investissements EnR (et efficacité énergétique)
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 start-up de l'énergie	Agence suédoise de l'énergie	2006	Suède	EnR multiples	Prêts en faveur de start-up 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

Source : EurObserv'ER 2018

L'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable

Les indicateurs d'investissement d'EurObserv'ER mettent également l'accent sur les investissements liés au développement et à la production des technologies d'énergie renouvelable ainsi que sur la performance des sociétés et des actifs du secteur des énergies renouvelables. Sont donc également

présentées ici des informations sur les investissements en capital-risque et en capital-investissement. De plus, des indices énergies renouvelables basés sur les sociétés européennes du secteur ont été élaborés, et la performance des YieldCos fait l'objet d'un suivi.

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 start-up, présentant généralement des risques élevés mais aussi un fort potentiel de retour sur investissement. Il peut aider un entrepreneur à développer son idée avant même que sa société n'ait démarré, 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 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 technologies 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 qu'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 start-up et des jeunes sociétés dans le domaine des énergies renouvelables. Il est essentiel de faire la distinction entre le capital-transmission, généralement 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, 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 au moins 90 % du chiffre d'affaires a été généré 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 a trait uniquement (ou principalement) au 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 cotées 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 2015, la valeur des sociétés a été pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires de 2014, alors qu'en 2016, ce sont les chiffres d'affaires de 2015 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 l'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 2015.

D'autre part, EurObserv'ER collecte et analyse les données relatives aux 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 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



L'investissement total en capital-risque et capital-investis-
sement dans les sociétés d'énergie
renouvelable, au sein de l'Union
Européenne, a reculé d'environ
18 % entre 2016 et 2017, passant
de 2 milliards d'euros à 1,6 mili-
liard d'euros. Cette évolution à la
baisse dans les filières renouve-
lables est contraire à la tendance
globale observée au sein de l'UE.
Selon les chiffres de l'associa-
tion European Private Equity
and Venture Capital Association
(EVCA), l'investissement global
en capital-risque et capital-
investissement dans l'ensemble
de l'Union européenne (tous

secteurs confondus) a progressé
d'environ 29 %.

RÉPARTITION SELON LES DIFFÉRENTES PHASES D'INVESTISSEMENT

Dans le cadre de cette analyse,
les investissements globaux en
capital-risque et capital-inves-
tissement dans l'ensemble des
secteurs des énergies renouve-
lables, sont répartis selon quatre
phases : (i) capital-risque d'amor-
çage ; (ii) capital-risque pour la
phase de croissance ; (iii) capital
développement ; (iv) capital trans-
mission. Le capital d'amorçage
permet de financer de jeunes

entreprises émergentes, en phase
de création. Il peut par exemple
aider à financer les activités de
recherche-développement afin
d'élaborer un business plan, de
développer un produit et le rendre
commercialisable.

Le capital-risque destiné à la
phase de croissance sert, par
exemple, à financer les capaci-
tés de production initiales et
les activités commerciales. Le
capital-investissement est géné-
ralement utilisé dans une phase
plus tardive du cycle de vie de la
société. Le capital-développement
(ou expansion) vise généralement

des sociétés matures ou établies
afin d'étendre leurs activités, par
exemple, en développant les ins-
tallations de production. Enfin,
le capital-transmission concerne
l'investissement visant à racheter
une société d'énergie renouve-
lable (ou une part majoritaire de
celle-ci) et implique généralement
des financements élevés, contrai-
rement à d'autres opérations,
notamment de capital-risque.

Cette analyse par type d'inves-
tissements montre que la baisse
de l'investissement global est

principalement due à une baisse
de 20 % du capital-investissement,
qui est passé de 1,77 milliard d'eu-
ros en 2016 à 1,42 milliard en 2017.
Comme cela a déjà été observé au
cours des années précédentes, le
capital-transmission représente la
majeure partie de l'investissement
global. Sa part, qui totalisait 82 %
en 2016, a légèrement augmenté,
pour atteindre près de 86 % en
2017. Une tendance similaire peut
également être observée pour les
investissements globaux en capi-
tal-risque et capital-investisse-
ment tels que rapportés par l'EVCA

(tous secteurs confondus), où la
part du capital transmission a aug-
menté, passant de 67 % à plus de
71 % entre ces deux années. Quant
au capital-développement, il a
connu une baisse très importante,
passant de 118 millions d'euros
en 2016 à seulement 21 millions
d'euros en 2017.

Les investissements en capital-
risque n'ont baissé que de 7 %
(de 231 millions d'euros en 2016 à
215 millions en 2017). Cette baisse

1

Investissements en capital-risque et capital-investissement par technologie énergies renouvelables, dans l'Union européenne, en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Capital-risque/ capital- investissement (en M €)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital- investissement (en M €)	Nombre de projets
Biogaz, biomasse & déchets	32,1	4	308,1	12
Petite hydroélectricité	0	0	1,4	1
Photovoltaïque	1 307,9	18	1 057,7	19
Éolien	663,3	9	267	6
Total UE	2 003,2	31	1 634,2	38

Source : EurObserv'ER 2018

2

Investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables par phase d'investissement dans l'Union européenne en 2016 et 2017

	2016		2017	
	Capital-risque/ capital- investissement (en M €)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital- investissement (en M €)	Nombre de projets
Capital-risque d'amorçage	128,7	8	54,7	16
Capital-risque pour la phase de croissance	102,5	7	160,4	12
Capital-développement	118,5	7	21,5	2
Capital-transmission	1 653,6	9	1 397,6	8
Total UE	2 003,2	31	1 634,2	38

Source : EurObserv'ER 2018

était principalement due à une réduction du capital d'amorçage (de 129 millions d'euros à 55 millions). En revanche, le capital destiné à la phase de croissance a progressé fortement (de 102 millions d'euros à 160 millions d'euros). Mais le changement le plus notable est l'augmentation significative du nombre de transactions de capital-risque, qui a presque doublé entre les deux années.

Cela montre que, même si les volumes globaux n'ont pas beaucoup changé, les activités d'innovation dans les secteurs des énergies renouvelables se multiplient, avec un nombre croissant de jeunes entreprises

qui cherchent à se lancer ou à se développer au sein de l'Union européenne.

POSITION DOMINANTE DU SOLAIRE

Avant d'analyser en détail les différentes filières des énergies renouvelables, il convient de souligner que le biogaz, la biomasse et la valorisation énergétique des déchets ont été regroupés dans une même filière. 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'équipements qui fournissent

des technologies pour au moins deux de ces secteurs.

Au cours de ces deux années, la filière solaire photovoltaïque a dominé toutes les autres filières renouvelables en termes de volumes investis. De 2016 à 2017, les investissements en capital-risque et capital-investissement dans les sociétés du secteur solaire sont passés de 1,3 milliard d'euros à 1,06 milliard d'euros, tandis que la part de la filière dans l'ensemble de ces investissements demeurait très stable, autour de 65 %. Le nombre d'opérations (capital-risque et capital-investissement) a même légèrement augmenté.

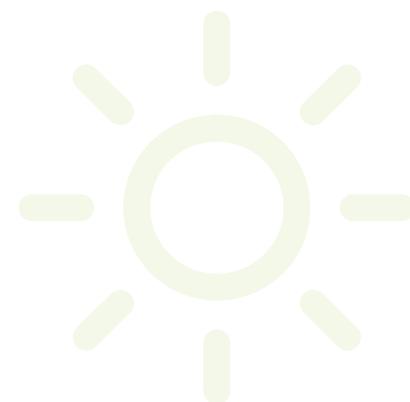
Ces montants relativement élevés s'expliquent notamment par de très grosses opérations de transmission au cours des deux années. Par conséquent, il ne faut pas surinterpréter les activités d'innovation dans le secteur du solaire photovoltaïque.

Les investissements ont fortement diminué dans la filière éolienne, passant de 663 millions d'euros en 2016 à 267 millions d'euros en 2017. Quant au nombre de transactions, il a diminué d'un tiers. Cette baisse des investissements peut s'expliquer en grande partie par une diminution des opérations de transmission, qui ont été l'élément moteur essentiel

de 2016. Les investissements en capital-risque sont restés relativement stables dans le secteur de l'éolien entre 2016 et 2017.

Les seuls autres secteurs ayant enregistré des investissements en capital-risque et capital-investissement au cours des deux années sont le biogaz, la biomasse et la valorisation énergétique des déchets. De plus, ce sont les seuls à avoir connu une augmentation notable des investissements, qui ont été multipliés par dix entre les deux années (de 36 millions d'euros à 348 millions d'euros). Mais cette hausse s'explique essentiellement par une opération de transmission

relativement importante (près de 300 millions d'euros). Enfin, le secteur de la petite hydroélectricité a enregistré un investissement assez modeste, totalisant 1,6 million d'euros en 2017. ■



PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ET DES ACTIFS DU SECTEUR DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Dans cette section, EurObserv'ER présente les indices basés sur les actions des sociétés du secteur des technologies renouvelables, c'est-à-dire les sociétés qui développent ou produisent les technologies énergétiques renouvelables, afin de mettre en évidence leurs performances. Ces indices sont des indicateurs des performances actuelles et attendues des sociétés européennes du secteur des énergies renouvelables cotées en Bourse. Comme dans la dernière édition, quatre de ces indices sont présentés, l'indice éolien, l'indice solaire, l'indice composite des technologies biomasse et un indice agrégé. Les trois premiers se composent de dix sociétés opérant quasi exclusivement dans la filière concernée, alors que le dernier est un indice agrégé, basé sur toutes les sociétés comprises dans les autres indices. L'indice composite des technologies biomasse comprend des sociétés actives dans le secteur des biocarburants, du biogaz, de la biomasse et/ou de la valorisation énergétique des déchets. Toutes ces sociétés sont regroupées dans un indice commun car elles sont actives dans plusieurs secteurs, rendant quasiment impossible leur affectation à un secteur spécifique.

Lors de l'analyse de ces indices, il est essentiel de garder à l'esprit

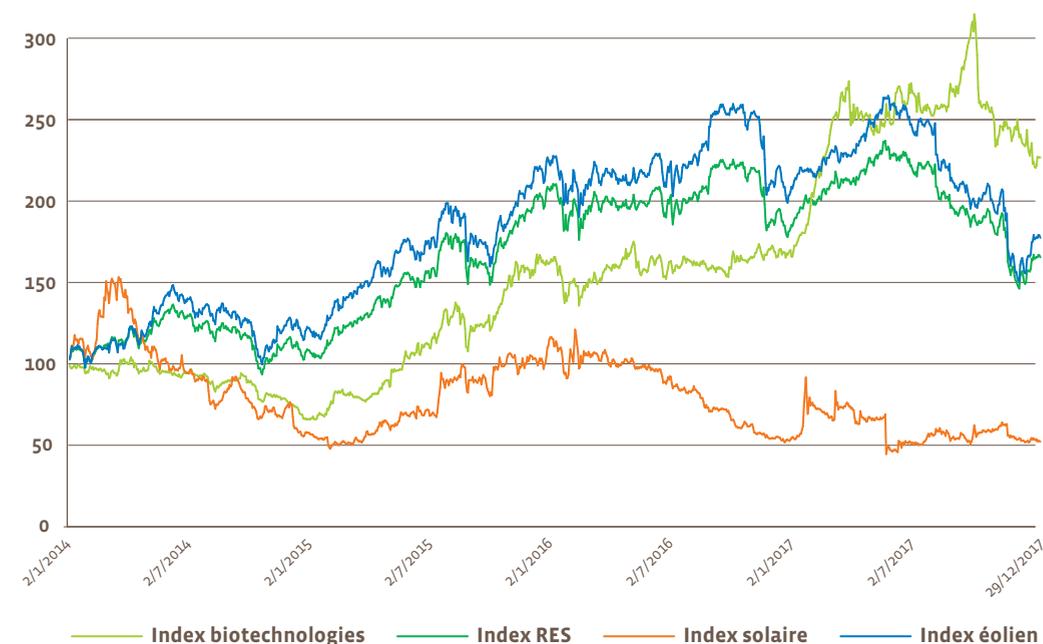


qu'ils ne prennent en compte que des sociétés cotées en Bourse. Ainsi, les filiales détenues par des sociétés mères ou des sociétés à responsabilité limitée (par exemple Enercon), qui ne sont pas cotées en Bourse, ne sont donc pas prises en compte. D'autre part, de nombreuses sociétés n'exercent pas seulement dans le domaine des énergies renouvelables. Par exemple, la firme espagnole Abengoa est active également dans le traitement des

eaux ou la production électrique classique : elle ne satisfait donc pas aux critères retenus pour figurer dans les indices énergies renouvelables. Comme dans la dernière édition, l'Euro Stoxx 50 est utilisé pour comparer la performance des sociétés du secteur des énergies renouvelables par rapport à l'ensemble des autres secteurs de l'Union européenne.

1

Évolution des indices énergies renouvelables de 2014 à 2017



Source : EurObserv'ER 2018

COMPOSITION DES INDICES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Comme les années précédentes, certaines sociétés en ont remplacé d'autres dans les indices. Ceux-ci couvrant toutes les années depuis la date de référence, et pas seulement les deux dernières comme dans les éditions plus anciennes, l'ensemble des sociétés composant les indices peut évoluer d'une année sur l'autre (toutes ces sociétés figurent dans

la note en bas de page). L'un des changements notables de l'édition 2017 est la suppression de KTG Energie et de BDI-BioEnergy International, qui ont été remplacés par Ebioss Energy et Fluid. Ces deux nouvelles entreprises étant basées respectivement en Bulgarie et en Pologne, cela diversifie les États-membres représentés dans l'indice. Il convient aussi de noter que les deux plus grosses sociétés en termes de chiffre d'affaires,

CropEnergies et Verbio Bioenergy, sont principalement actives dans le secteur des biocarburants. Davantage d'États-membres sont représentés dans l'indice photovoltaïque et dans l'indice éolien. La plus grande société de l'indice solaire photovoltaïque est, sans conteste, SMA Solar Technology AG, alors que pour l'éolien, c'est le danois Vestas.

SITUATION HÉTÉROGÈNE EN 2017 AU SEIN DES DIFFÉRENTES FILIÈRES RENOUVELABLES

L'indice éolien et l'indice des technologies biomasse ont connu une évolution assez similaire pendant la majeure partie de l'année 2016. La croissance a été régulière jusqu'à la fin de l'année pour les technologies biomasse. En revanche, l'indice éolien a enregistré une très forte croissance au second trimestre, suivie d'une baisse au quatrième, se retrouvant à la fin de l'année presque au même niveau qu'au début. Les sociétés cotées du secteur photovoltaïque ont connu une année 2016 plutôt mauvaise. En effet, l'indice solaire a subi une baisse continue, clôturant fin 2016 au même niveau que

début 2015. L'année suivante, l'évolution des trois indices a été nettement plus hétérogène.

Dans l'ensemble, l'indice solaire a présenté une évolution assez particulière en 2017, car il est resté relativement stable, sa valeur de clôture étant quasiment la même qu'en début d'année. Toutefois, par rapport aux années précédentes, la performance des entreprises photovoltaïques cotées est relativement modeste, l'indice affichant à peine plus de 50 points, soit une valeur bien inférieure aux 100 points de début 2014. La forte baisse de mai 2017 est imputable à SolarWorld, qui s'est déclarée insolvable, ce qui a entraîné une baisse substantielle du prix des actions de cette société.

L'année 2017 peut être divisée en deux phases pour l'indice éolien, qui a connu une croissance substantielle au deuxième trimestre. À son maximum, l'indice atteignait près de 268 points. Par la suite, cependant, les entreprises du secteur ont enregistré une baisse sensible de leurs performances sur les marchés boursiers. La baisse de l'indice a été particulièrement forte au début du troisième trimestre. Bien que la tendance soit légèrement repartie à la hausse en fin d'année, l'indice a clôturé à 179 points, soit une valeur nettement inférieure à celle de début 2017.

Les entreprises du secteur des technologies biomasse ont enregistré une performance exceptionnelle début 2017. L'indice correspondant

a connu une forte croissance, passant d'environ 180 points à plus de 270 points entre le début et la fin du premier trimestre. Au cours des mois suivants, l'indice a fluctué légèrement au-dessus de la barre des 250 points, avant de connaître un autre pic à la fin du troisième trimestre en franchissant la barre des 300 points, seuil qui n'avait encore jamais été atteint par un autre indice. Malgré une baisse enregistrée en fin d'année, les entreprises du secteur ont connu une excellente année 2017. Enfin, c'est la première fois depuis 2014 que la filière éolienne ne se classe pas première, détrônée par les technologies biomasse.

L'indice global et l'indice éolien présentent des niveaux différents, mais des fluctuations très semblables. 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 global étant relativement plus élevé dans l'éolien que dans le solaire photovoltaïque ou dans les technologies biomasse (l'éolien représente 80 % à 85 % 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.

Le niveau de l'Euro Stoxx 50 est resté plutôt constant en 2016. Mais une évolution positive a pu être observée l'année suivante, ce qui révèle une tendance économique assez favorable au



2

Évolution de l'indice Euro Stoxx 50 de 2014 à 2017



Source : EurObserv'ER 2018

sein de l'Union européenne. En 2016, les filières énergies renouvelables ont évolué de façon similaire à toutes les autres filières de l'UE. En revanche, en 2017, le secteur des technologies biomasse a fait mieux que la tendance générale, tandis que l'indice solaire et, surtout, l'indice éolien faisaient moins bien. 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

Les YieldCos sont des entités qui détiennent des actifs d'infrastructure générant des flux

de trésorerie, dont les actions sont négociées sur les marchés publics. Ces actifs sont des installations d'énergie renouvelable généralement associées à des contrats de fourniture d'énergie à long terme pour les clients. 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.

Au cours de la période étudiée, seules huit YieldCos ont été cotées en Bourse au sein de l'Union européenne, et aucune nouvelle YieldCo n'a été observée en 2017. Le cours des actions de l'ensemble des YieldCos basées au Royaume-Uni évolue de façon assez similaire. Une évolution positive semble s'être produite depuis mi-2016 jusqu'à la fin du premier trimestre 2017. Puis, les

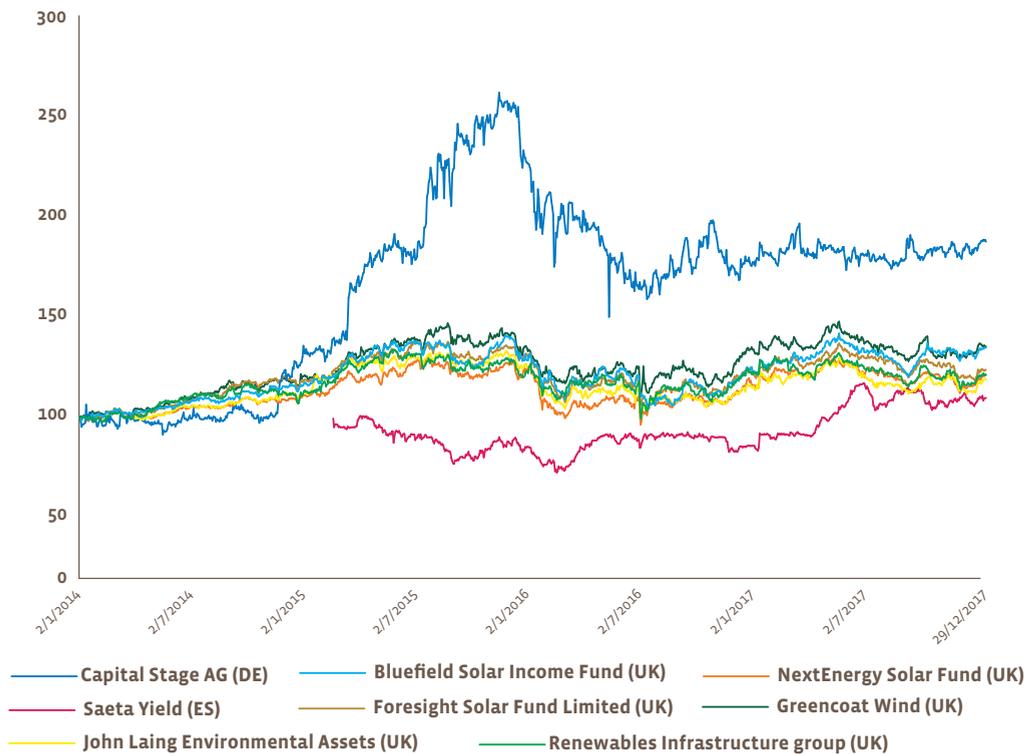
prix ont baissé légèrement et sont stabilisés en fin d'année. Globalement, il n'y a pas eu de changements substantiels dans le cours des actions des YieldCos basées au Royaume-Uni. Le cours de la YieldCo allemande s'est largement stabilisé lors des deux dernières années. Après d'importants changements de prix, notamment en 2015, le prix a fluctué durant la majeure par-

tie de 2016 ainsi qu'en 2017, sans nette tendance à la hausse ou à la baisse. Après une année 2016 assez stable, la YieldCo espagnole a connu une évolution positive en 2017, rattrapant en fin d'année les YieldCo britanniques. Reste à voir si l'évolution positive des YieldCos européennes se maintiendra à long terme. D'un côté, elles offrent des rendements intéressants aux investisseurs. De l'autre,

nombre de grandes compagnies de distribution d'énergie hésitent encore à en créer. Aujourd'hui, il est étonnant de constater qu'aucune nouvelle YieldCo ne soit entrée sur le marché. EurObserv'ER continuera de suivre leur évolution dans le secteur des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne. ■

3

Évolution de l'indice YieldCos de 2014 à 2017



Source : EurObserv'ER 2018



Indice éolien : Vestas (DK), Siemens Gamesa (ES), Nordex (DE), EDP Renovaveis (PT), Falck Renewables (IT), Energiekontor (DE), PNE Wind (DE), ABO Wind (DE), Futuren (FR, 2014-2016), Enel Green Power (IT, 2014-2015), Good Energy (UK, 2016-2017), Arise (SE, 2017)

Indice photovoltaïque : SMA Solar Technology (DE), Solarworld (DE), Ternienergia (IT), Centrotherm Photovoltaics (DE), Enertronica (IT), PV Crystalox Solar (UK), Solaria Energia (ES), Etrion (SE), 7C Solarparken (DE, 2015-2017), E4U (CZ, 2015-2017), Auhua Clean Energy (UK, 2014), Solar-Fabrik (DE, 2014)

Indice des technologies biomasse : Cropenergies (DE), Verbio Bioenergie (DE), Albioma (FR), Envitec Biogas (DE), 2G Energy (DE), Cogra (FR), Europlasma (FR), Ebioss Energy (BG, 2017), Global Bioenergies (FR, 2017), Fluid (PL, 2017), KTG Energie (DE, 2014-2016), Active Energy (UK, 2014-2016), BDI-BioEnergy International (DE, 2014-2016)

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. Les montants cumulés de ce financement pour l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables révèlent une forte baisse des investissements dans la capacité de production d'énergie entre 2016 et 2017. Après des montants record en 2016 (46,3 milliards d'euros), les investissements ont chuté à 27 milliards d'euros en 2017. Malgré cette baisse, le montant total investi demeure supérieur à celui de 2014, c'est-à-dire avant les deux années record de 2015 et 2016.

Sans surprise, et comme les années précédentes, c'est la filière éolienne qui a enregistré les valeurs les plus élevées. En 2016, les montants investis dans l'éolien (terrestre et offshore) ont atteint un record absolu depuis l'introduction des premiers indicateurs d'investissement, soit près de 38 milliards d'euros. Environ 57 % de ce montant a été investi dans des capacités offshore. En 2017, l'investissement total dans la capacité éolienne a diminué de plus d'un tiers, pour atteindre près de 24 milliards d'euros. Cette année-là, l'éolien offshore constituait toujours un élément moteur, mais avec une part moindre dans l'investissement (47 %).

Contrairement à ce qu'il s'est passé dans la filière éolienne, le financement d'actifs dans la capacité photovoltaïque à grande échelle est resté relativement stable entre les deux années, après une tendance continue à la baisse les années précédentes. Les montants investis dans les centrales photovoltaïques ont totalisé 2,2 milliards d'euros en 2016, puis ont reculé de 7 %, pour atteindre 2,05 milliards d'euros l'année suivante. L'investissement dans les installations photovoltaïques à petite échelle a également diminué légèrement (6 %), passant de 4 milliards d'euros en 2016 à 3,7 milliards en 2017. En ce qui concerne le secteur de la biomasse, 2016

a été une très bonne année, puisque les investissements ont totalisé plus de 5 milliards d'euros à l'échelle de l'UE. Ces montants étaient nettement plus élevés que ceux de la plupart des années précédentes. Mais en 2017, ils ont chuté pour atteindre 679 millions d'euros. Dans le secteur de la géothermie, 131 millions d'euros ont été investis en 2017 au sein de l'Union européenne. Cela représente une augmentation de 64 % par rapport aux 80 millions d'euros investis en 2016. Les montants de ces deux années ont été beaucoup plus élevés que ceux des années précédentes, où n'avaient souvent été enregistrés que de modestes investissements, voire aucun, dans la filière.

Comme dans les dernières éditions, 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 révèle une situation hétérogène au sein des différentes technologies renouvelables de l'UE. Dans les deux très grandes filières que sont l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement par mégawatt dans l'UE semblent être inférieurs aux coûts moyens des pays extracommunautaires analysés. Les dépenses d'investissement par MW de capacité éolienne terrestre dans l'Union européenne ont diminué de plus de 3 %, passant de 1,42 million d'euros en 2016 à 1,38 million d'euros en 2017. Dans la filière solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement des centrales à grande échelle ont baissé encore plus fortement (plus de 6 %), passant de 1,11 million d'euros par MW en 2016 à seulement 1,04 million d'euros en 2017. Pour la biomasse et l'éolien offshore, les dépenses d'investissement par MW semblent être plus élevées dans l'UE que dans les pays tiers analysés. Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence, en raison du faible nombre d'investissements observés.

CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

L'investissement total en capital-risque et capital-investissement dans les sociétés d'énergie renouvelable a diminué d'environ 18 % entre 2016 et 2017. En 2017, il s'élevait dans l'UE à 1,6 milliard d'euros, contre 2 milliards en 2016. Cette baisse est principalement due à une baisse de 20 % du capital-investissement, qui est passé de 1,77 milliard d'euros en 2016 à 1,42 milliard en 2017, tandis que le capital-risque évoluait pendant la même période de 231 millions d'euros à 215 millions d'euros. Au cours de ces deux années, la filière solaire photovoltaïque a dominé toutes les autres filières renouvelables en termes de volumes investis.

L'évolution à la baisse de ces types d'investissement dans les filières renouvelables est contraire à la tendance globalement positive dans d'autres secteurs de l'UE. Selon les chiffres de l'association European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA), l'investissement global en capital-risque et capital-investissement dans l'ensemble de l'Union européenne (tous secteurs confondus) a progressé d'environ 29 %.

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 composite des technologies biomasse comprend des sociétés actives dans le secteur des biocarburants, du biogaz, de la biomasse et/ou de la valorisation énergétique des déchets.

L'indice éolien et l'indice des technologies biomasse ont connu une évolution assez similaire et positive pendant la majeure partie de l'année 2016. En revanche, l'indice du solaire photovoltaïque a révélé une année 2016 plutôt mauvaise pour les sociétés cotées du secteur. En 2017, l'indice solaire a également connu une évolution assez différente des autres indices énergies renouvelables, car il est resté relativement stable. L'indice éolien a considérablement progressé jusqu'au deuxième trimestre 2017. Mais par la suite, les entreprises du secteur ont connu une baisse sensible de leurs performances sur les marchés boursiers. Les entreprises du secteur des technologies biomasse ont enregistré une performance exceptionnelle en 2017. Malgré une baisse en fin d'année, il convient de noter que c'est la première année depuis 2014 où cet indice se classe en première position, faisant mieux que l'indice éolien. Comme 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. En 2016, les filières énergies renouvelables ont évolué de façon similaire à toutes les autres filières de l'UE. En revanche, en 2017, le secteur des technologies biomasse a fait mieux que la tendance générale, tandis que l'indice solaire et, surtout, l'indice éolien faisaient moins bien.

Afin de suivre la performance des actifs renouvelables sur les marchés publics, EurObserv'ER a observé l'évolution 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. Au cours de la période analysée, seules huit YieldCos ont été cotées en Bourse dans l'UE, enregistrant une assez bonne performance globale. Il est étonnant de constater qu'aucune nouvelle YieldCo n'est entrée sur le marché. EurObserv'ER continuera de suivre leur évolution dans le secteur des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne. ■

COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dans la version précédente de l' "État des énergies renouvelables en Europe" (édition 2017), la concurrence entre sources d'énergie renouvelable et énergie conventionnelle a été examinée pour les années 2005, 2010 et 2016. Cela a été effectué en comparant les coûts actualisés de l'énergie (LCoE) renouvelable avec les prix de référence. La présente section (édition 2018) propose deux nouveautés : premièrement, les données d'entrée pour le calcul des LCoE ont été mises à jour pour s'aligner sur l'édition 2017 de la publication du CCR intitulée "Cost development of low carbon energy technologies – Scenario-based cost trajectories to 2050" (2018) ; deuxièmement, les données présentées sont celles de 2017 (et non 2016). Dans ce chapitre, les coûts historiques approximatifs (pour 2005 et 2010) n'ont pas été actualisés par rapport à l'édition précédente.

La question essentielle – savoir si les technologies renouvelables sont compétitives ou non – dépend notamment des prix de référence payés pour l'énergie. Dans certains secteurs de la demande, ainsi que dans plusieurs États-membres, certaines technologies renouvelables sont déjà compétitives, mais, dans d'autres, ce n'est pas encore le cas.

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 aux 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 ceux liés 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 EXPRIMÉS SOUS FORME D'UNE FOURCHETTE DE VALEURS

Parmi les pays de l'Union européenne, on constate des différences entre les coûts de l'énergie renouvelable. Ces différences sont attribuables à plusieurs 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 d'origine éolienne 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. Par conséquent, les coûts sont présentés dans des fourchettes de valeurs, prenant ainsi en compte les rendements, les caractéristiques de financement et les coûts de biomasse propres à chaque 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.

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.

L'analyse 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, au rendement énergétique du combustible, à la durée du projet et au coût moyen pondéré du capital (CMPC). Les estimations du CMPC sont spécifiques au pays et à la technologie. Pour la présente analyse, ce sont les estimations de 2016 qui ont été utilisées (voir édition 2017). Tous les paramètres d'entrée sont définis sous forme de fourchettes de valeur. Puis la méthode "Monte-Carlo" est appliquée au calcul des coûts actualisés (5 000 simulations par valeur de LCoE), se traduisant par des fourchettes de coûts. Alors que les coûts technologiques sont issus de JRC 2018, les hypothèses de prix des combustibles ont été empruntées à Elbersen et al. (2016) et interpolées à partir de données modélisées. Une attention particulière est accordée à la valeur réelle des coûts.

Les coûts des vecteurs énergétiques conventionnels sont basés sur des sources statistiques (Eurostat,

Commission européenne) 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).

TECHNOLOGIES PRISES EN COMPTE

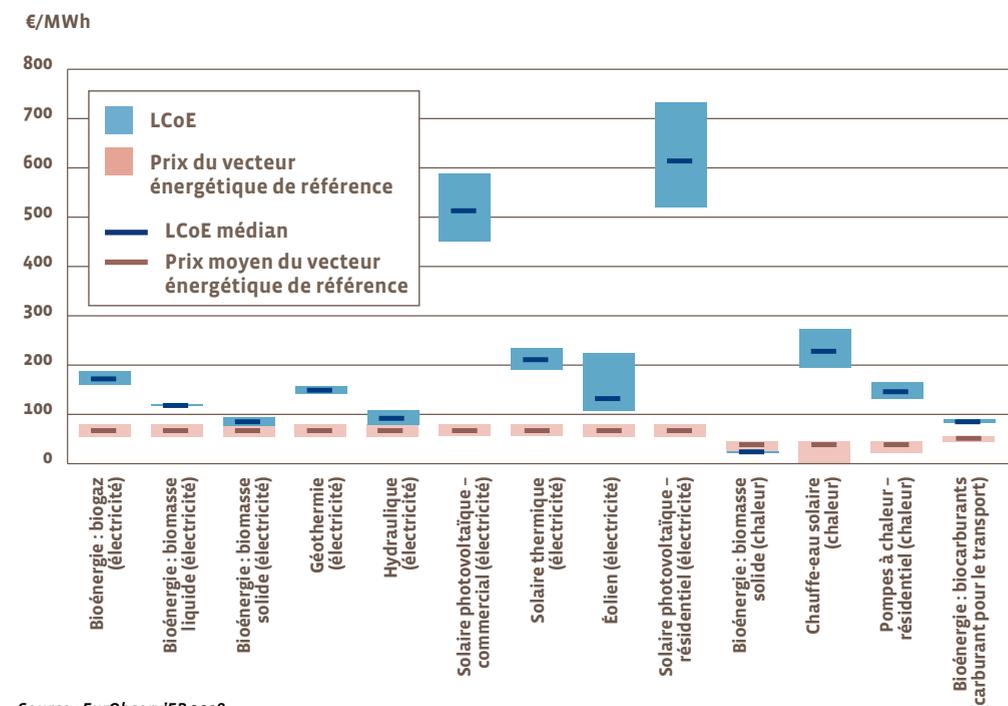
Les technologies prises en compte sont la chaleur résidentielle issue des pompes à chaleur (moyenne des PAC géothermiques, aérothermiques et aquathermiques), la bioénergie (biocarburants pour le transport, électricité produite à partir du biogaz et de la biomasse liquide, chaleur et électricité produites à partir de la biomasse solide), l'électricité géothermique, l'hydroélectricité, l'énergie océanique, le solaire photovoltaïque (commercial et résidentiel), les chauffe-eau solaires, l'héliothermodynamique et l'énergie éolienne (terrestre et offshore).

ACTUALISATION DES DONNÉES TECHNOLOGIQUES

Comme mentionné précédemment, les données ont été actualisées, pour la plupart des technologies, sur la base des travaux du JRC (2018). Les changements dans les données concernent principalement les coûts d'investissement. Ceux-ci ont été ajustés à la baisse pour l'éolien, le photovoltaïque, l'hydroélectricité et la géothermie. Les hypothèses de coûts liées aux pompes à chaleur et à l'énergie solaire thermique n'ont pas été actualisées par rapport à l'édition précédente. Les technologies en lien avec la biomasse sont inchangées par rapport à l'édition

1

LCoE et prix des vecteurs énergétiques de référence (€/MWh) – Fourchettes issues de l'analyse des États-membres pour l'année 2005



Source : EurObserv'ER 2018

2017 de "L'état des énergies renouvelables en Europe". La publication JRC (2018) expose les hypothèses sous-jacentes.

COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la compétitivité des coûts des technologies énergétiques renouvelables varie en fonction des technologies et des États-membres, ainsi que des prix de référence de l'énergie dans les différents États. Les technologies matures telles que l'hydroélectricité et la biomasse solide peuvent, en principe, fournir de l'électricité à faible coût, ce

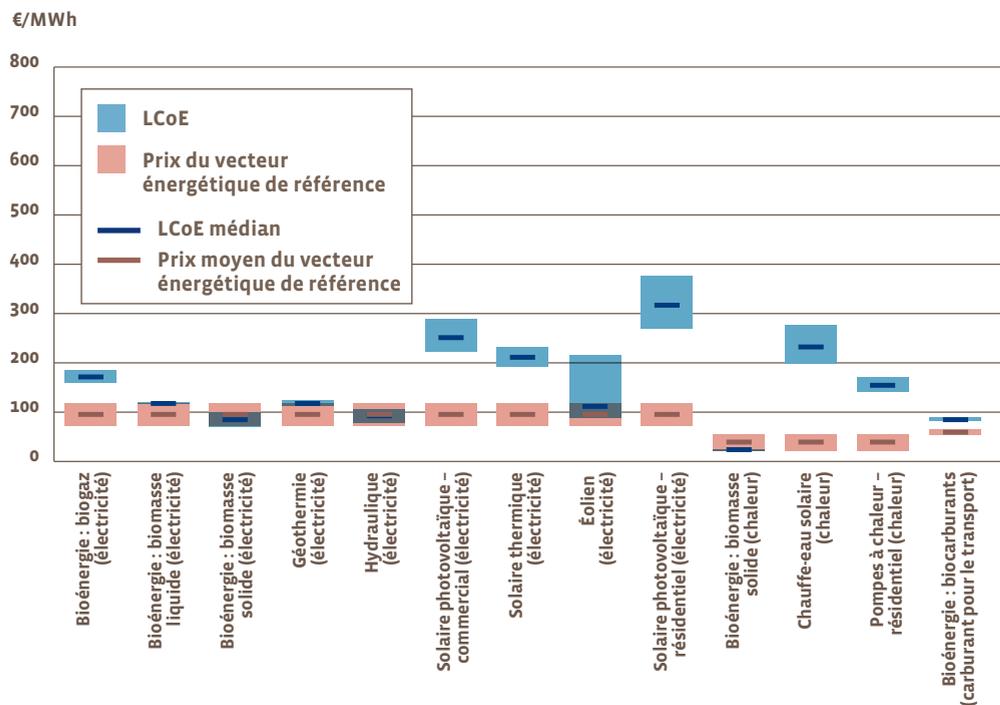
coût étant comparable aux prix de référence de l'électricité dans certains États-membres. De même, l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque commercial à grande échelle peuvent être compétitifs dans les pays disposant de bonnes ressources en vent ou d'un ensoleillement important, et d'un prix de l'électricité relativement élevé.

RÉSULTATS EN MATIÈRE DE LCOE ET COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS

Sachant que les LCoE des énergies renouvelables ainsi que les prix des vecteurs énergétiques de référence varient d'un État-membre à l'autre, les résultats sont présentés

ici dans des fourchettes de valeurs, ce qui permet de regrouper plusieurs États-membres dans une même fourchette. Afin d'illustrer les coûts et les prix associés à différentes années de référence, des graphiques distincts sont présentés. Les estimations des coûts historiques ont été calculées à l'aide des données ECN relatives à l'évolution des coûts; elles sont inchangées par rapport à leur première publication, dans l'édition 2017 du rapport EurObserv'ER "L'état des énergies renouvelables". Les prix de référence de l'énergie sont également présentés dans

LCoE et prix des vecteurs énergétiques de référence (€/MWh) – Fourchettes issues de l'analyse des États-membres pour l'année 2010



Source : EurObserv'ER 2018

les graphiques, de façon à pouvoir les comparer, à titre indicatif, avec les LCoE calculés. Les prix de référence sont mentionnés, hors taxes et prélèvements, pour les grands consommateurs. Les prix estimatifs de l'électricité, pour 2005, ont été définis par Eurostat, selon une méthode différente de celle utilisée pour les années 2010 à 2016 ; ils ne peuvent donc pas être comparés aisément avec ces derniers. Les prix de l'électricité pour les consommateurs industriels sont définis hors taxes pour les consommateurs de taille moyenne (consommation annuelle entre 500 et 2 000 MWh, source : Eurostat). Les prix du chauffage

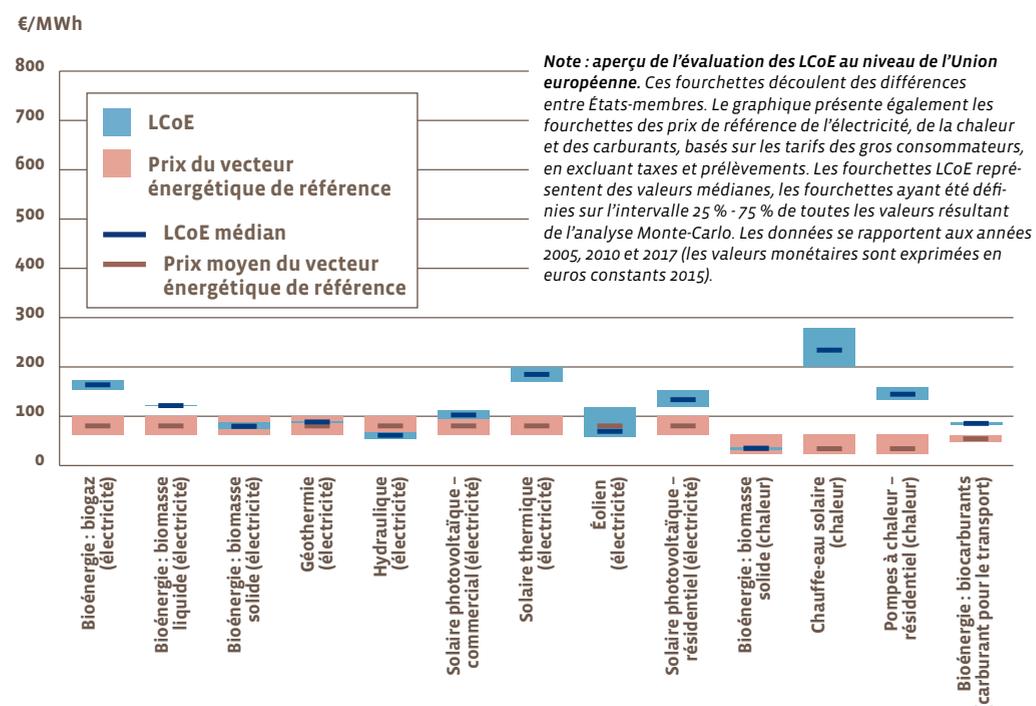
sont tous mentionnés hors taxes et prélèvements, et basés sur les gros consommateurs ; ils ont été calculés sur la base du mix de combustibles propre à chaque pays et des hypothèses relatives au rendement énergétique (90 % pour les combustibles fossiles vers chauffage, aucun coût d'investissement ou de maintenance n'est pris en compte). En l'absence de données, les données moyennes de l'UE ont été utilisées.

Électricité renouvelable

Suite à l'actualisation des données, une faible baisse des LCoE est intervenue dans l'ensemble des données 2017. Les réductions

de coûts sont plus prononcées pour l'énergie éolienne, où la fourchette supérieure, constituée de l'éolien offshore, a baissé. En général, les fourchettes moyennes LCoE calculées ne changent pas beaucoup, mais pour des projets individuels d'énergie renouvelable, les réductions de coûts peuvent être plus importantes que celles indiquées ici. Les variations entre États-membres résultent principalement des différences de rendement présumées (pour l'énergie solaire et éolienne) et des conditions de financement. Les graphiques représentent les valeurs globales pour l'Union européenne dans son ensemble.

LCoE et prix des vecteurs énergétiques de référence (€/MWh) – Fourchettes issues de l'analyse des États-membres pour l'année 2017



Source : EurObserv'ER 2018

Note : aperçu de l'évaluation des LCoE au niveau de l'Union européenne. Ces fourchettes découlent des différences entre États-membres. Le graphique présente également les fourchettes des prix de référence de l'électricité, de la chaleur et des carburants, basés sur les tarifs des gros consommateurs, en excluant taxes et prélèvements. Les fourchettes LCoE représentent des valeurs médianes, les fourchettes ayant été définies sur l'intervalle 25 % - 75 % de toutes les valeurs résultant de l'analyse Monte-Carlo. Les données se rapportent aux années 2005, 2010 et 2017 (les valeurs monétaires sont exprimées en euros constants 2015).

Pour l'électricité issue de la géothermie profonde, tous les pays affichent les valeurs LCoE estimées, bien qu'aucune réalisation n'ait été mise en place au cours de la période concernée et que le potentiel économique soit inexistant. Les deux variantes photovoltaïques semblent avoir bénéficié d'importantes réductions de coûts par rapport à 2005, ce qui rend cette technologie de plus en plus compétitive. Dans le secteur résidentiel, le photovoltaïque est compétitif dans plusieurs pays par rapport aux prix de l'électricité. Les coûts d'investissement de l'énergie éolienne semblent avoir diminué rapidement depuis 2005, aussi bien pour l'éo-

lien terrestre que pour l'offshore, entraînant une baisse des niveaux de LCoE. Pour l'éolien offshore, on peut observer des fourchettes de coûts de réalisation très larges, et l'étude du JRC (2018) fait état d'une réduction des coûts d'investissement, des coûts d'exploitation et de maintenance et d'une augmentation de la durée de vie.

Chaleur renouvelable

Pour les technologies produisant de la chaleur, le coût actualisé de l'énergie 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

et pour la chaleur produite à partir des PAC aérothermiques montre, selon l'analyse, des niveaux relativement élevés. Il convient de noter que les LCoE de ces systèmes font référence à des équipements de petite taille. Le passage aux systèmes collectifs, éventuellement en combinaison avec le chauffage urbain, pourrait permettre de réduire les coûts.

Transport renouvelable

Les coûts actualisés des biocarburants pour le transport présentent une fourchette assez étroite, située au-dessus des niveaux de prix de référence des carburants dédiés au transport. ■

CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS RÉSULTANTS ÉVITÉS

VECTEURS ÉNERGÉTIQUES CONVENTIONNELS ÉVITÉS GRÂCE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les combustibles fossiles évités représentent les vecteurs énergétiques conventionnels non renouvelables (combustibles fossiles et déchets non renouvelables, appelés collectivement ci-après “combustibles fossiles”) non consommés (aussi bien nationaux qu’importés) 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.

Les quantités de combustibles fossiles évitées ont été analysées par l’Agence européenne pour l’environnement et présentées dans le rapport intitulé “Renewable energy in Europe 2018 – Recent growth and knockon effects” (AEE 2018) (à paraître lors de la rédaction de ce texte). 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’AEE. Les coûts des combustibles fossiles évités sont basés sur les prix nationaux des combustibles, issus de différentes sources (Eurostat, Commission européenne, BP). La figure 1 présente les fourchettes de prix des combustibles observées dans les 28 États membres de l’Union européenne, en 2016 et 2017, pour cinq vecteurs énergétiques : le charbon, le diesel, l’essence, le gaz naturel et le fuel. Ces cinq vecteurs sont supposés couvrir raisonnablement les combustibles déclarés dans le rapport de l’AEE (2018). 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 les prix des combustibles fossiles sont légèrement plus élevés en 2017 qu’en 2016. Le classement demeure inchangé : le charbon

est toujours le combustible le moins cher (exprimé en euros par tonne d’équivalent pétrole, hors taxes et prélèvements), suivi

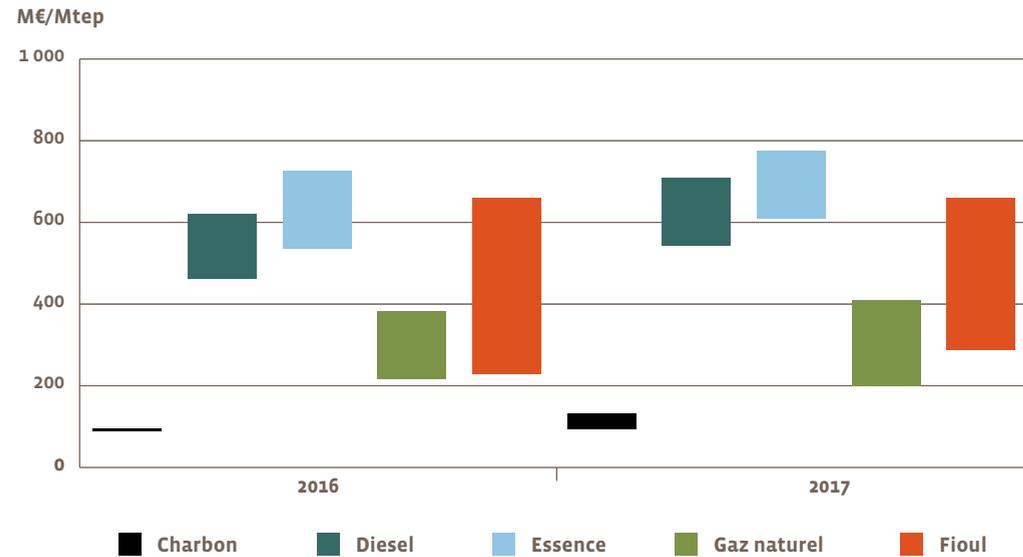
du gaz naturel puis du fioul (chauffage). Le diesel et l’essence sont les combustibles les plus onéreux.

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.
- La situation de référence est celle où aucune énergie renouvelable n’est en place. D’autres études se réfèrent souvent à la situation de l’année 2005 aux fins de comparaisons, mais ce n’est pas le cas ici ; nous convertissons également la situation des énergies renouvelables de 2005 en vecteurs d’énergie fossile évités.
- 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 ce n’est pas le même ensemble de données de base qui a été utilisé. Les estimations 2017 sont des approximations empruntées à l’AEE (2018).

1

Fourchettes de prix des combustibles fossiles dans l'Union européenne (hors taxes et prélèvements)

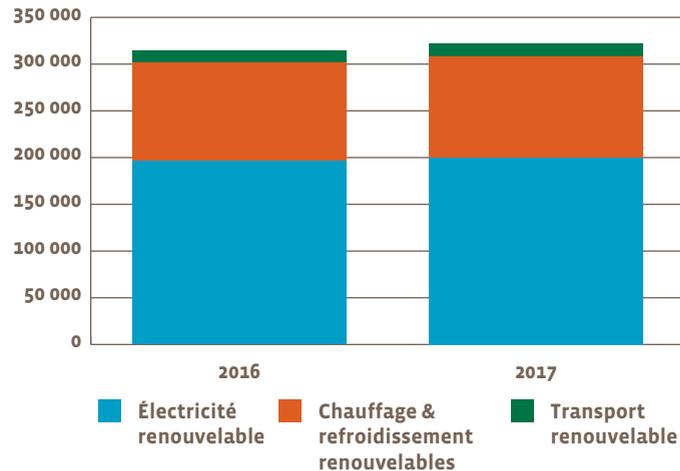


Source : Eurostat, European Commission, BP 2018

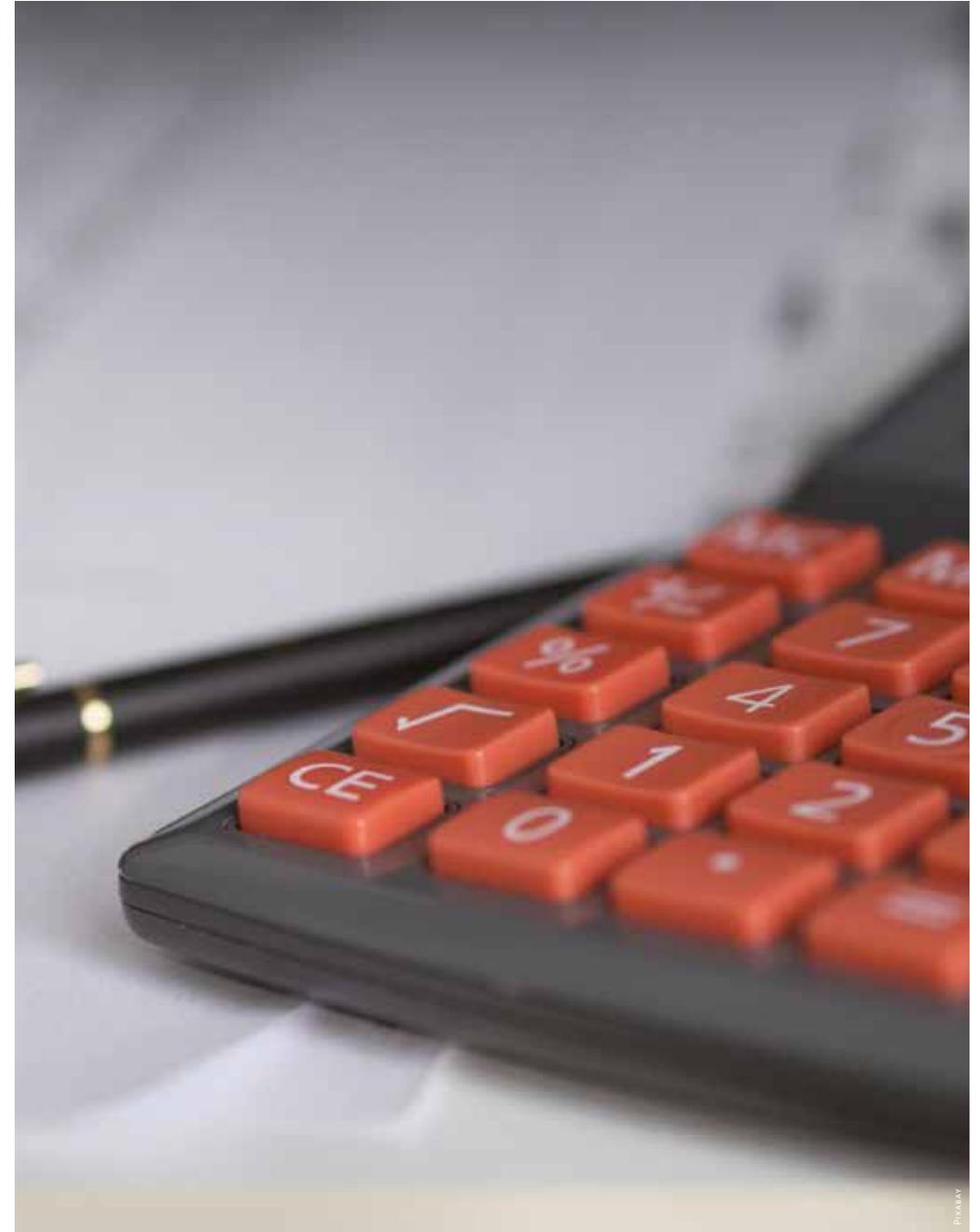
En 2016 et 2017, les énergies renouvelables ont permis de remplacer respectivement 315 Mtep et 322 Mtep de combustibles fossiles. Ces chiffres correspondent à un coût annuel évité de 84,6 milliards d'euros en 2016, pour l'ensemble des 28 États-membres, et 93,5 milliards d'euros en 2017. Les contributions financières 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).

2

Combustibles fossiles évités par secteur (ktep)



Source : EurObserv'ER 2018 d'après données EEA

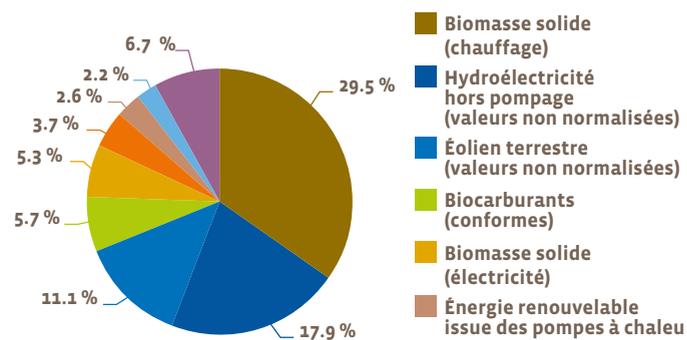


CONSUMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS ÉVITÉS PAR TECHNOLOGIE

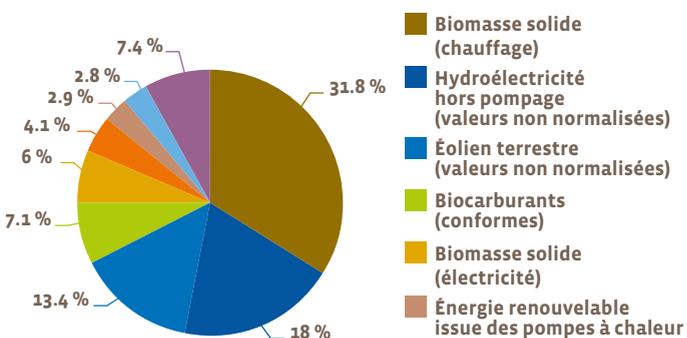
La consommation d'électricité renouvelable a contribué à hauteur de 62 % au total des combustibles fossiles évités (en termes énergétique); la part est identique en 2016 et en 2017. Les énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement y ont contribué à hauteur de 33 % (chaque année) et les carburants renouvelables ont constitué la part restante, soit 4,3 % en 2016 et 4,5 % en 2017 (seuls sont inclus les carburants conformes à la directive 2009/28/CE). Les coûts évités dans le secteur de l'électricité représentaient, en termes monétaires, 42,8 milliards d'euros en 2016 et 47,2 milliards d'euros en 2017. La chaleur renouvelable représentait, quant à elle, un coût évité de 34,5 milliards d'euros en 2016 et 37,3 milliards d'euros en 2017. Enfin, pour les carburants renouvelables, le coût évité s'élevait à 7,3 milliards d'euros en 2016 et 9 milliards d'euros en 2017. Pour interpréter correctement ces résultats, il est important de tenir compte d'un certain nombre de remarques méthodologiques, mentionnées dans l'encadré en début de chapitre.

3

Dépenses évitées grâce aux renouvelables dans l'UE des 28 en 2016 et 2017



2016 (84,6 milliards d'euros)

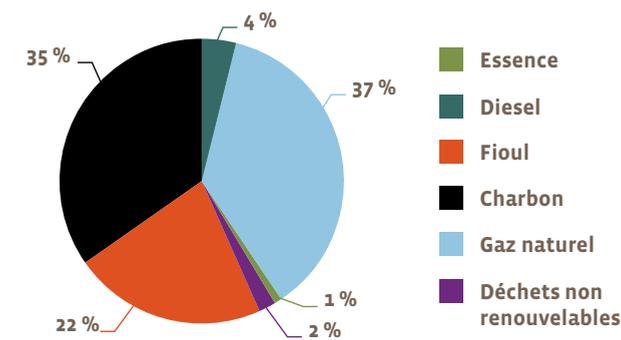


2017 (93,5 milliards d'euros)

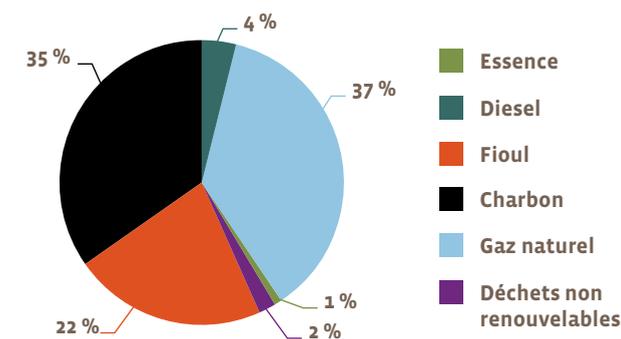
Source : EurObserv'ER 2018 d'après données EEA

4

Combustibles fossiles remplacés dans l'Union européenne en 2016 et 2017



2016 (total 314,9 Mtep)



2017 (total 322,1 Mtep)

Source : EurObserv'ER 2018 d'après données EEA

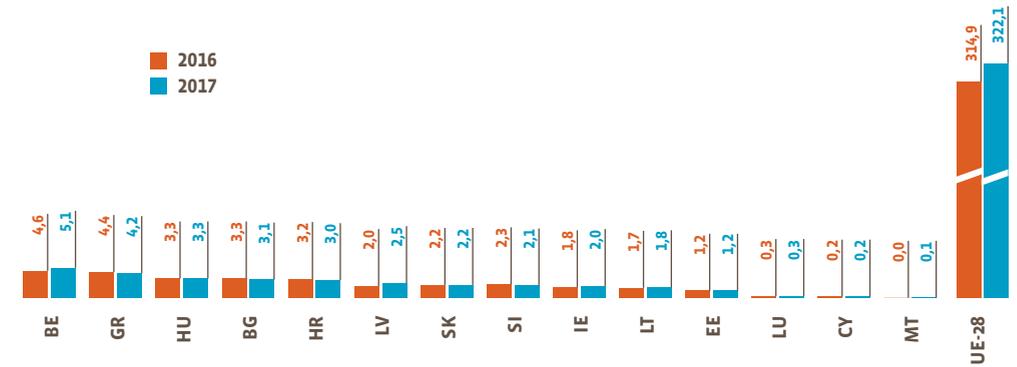
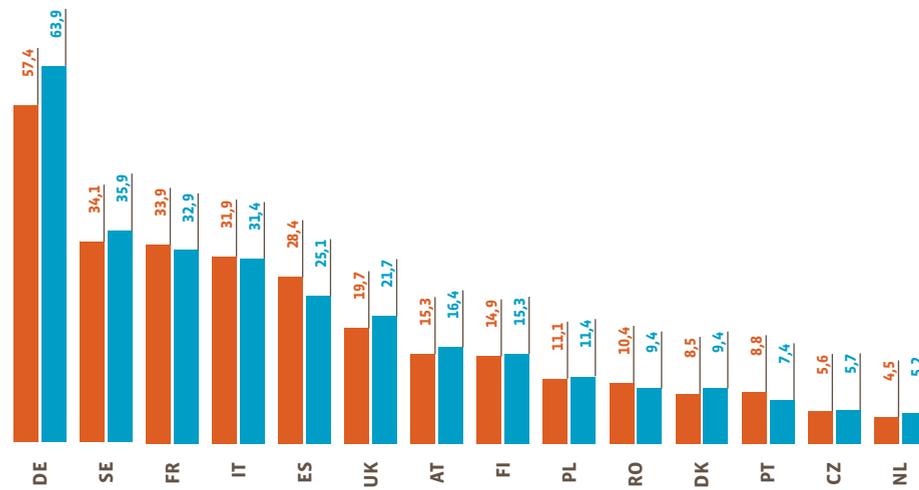
Alors que la pénétration des énergies renouvelables (exprimée en combustibles fossiles évités) a progressé d'environ 2,3 % de 2016 à 2017, l'effet cumulé des dépenses évitées a augmenté de 10,5 % (de 84,6 à 93,5 milliards d'euros). Cela s'explique par l'augmentation des prix des combustibles fossiles en 2017.

Parmi les technologies énergétiques renouvelables, la biomasse solide utilisée à des fins de chauffage a permis d'éviter l'achat de combustibles fossiles à hauteur de 31,8 milliards d'euros en 2017 (29,5 milliards en 2016). Quant à l'hydroélectricité, elle a permis d'économiser 18 milliards d'euros en 2017 (17,9 milliards en 2016). L'éolien terrestre arrive en troisième position, avec 13,4 milliards d'euros de coûts évités en 2017 (11,1 milliards d'euros en 2016). Le graphique et les diagrammes ici présentés illustrent la part de chaque technologie dans le total des coûts évités.

Les combustibles fossiles évités sont majoritairement le gaz naturel (37 % chaque année), suivi des combustibles solides (principalement le charbon, 35 % chaque année). Ensuite, arrivent les produits pétroliers (22 % chaque année). Les autres combustibles (carburants pour le transport et déchets non renouvelables) couvrent la partie restante (globalement, ils totalisent 5 % chaque année).

5

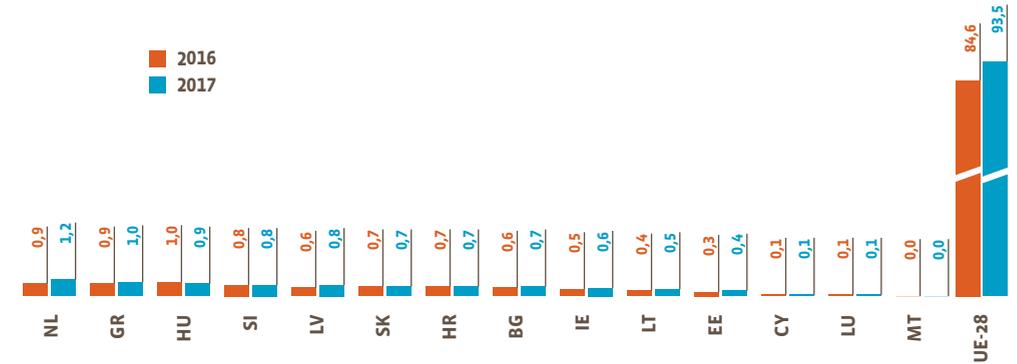
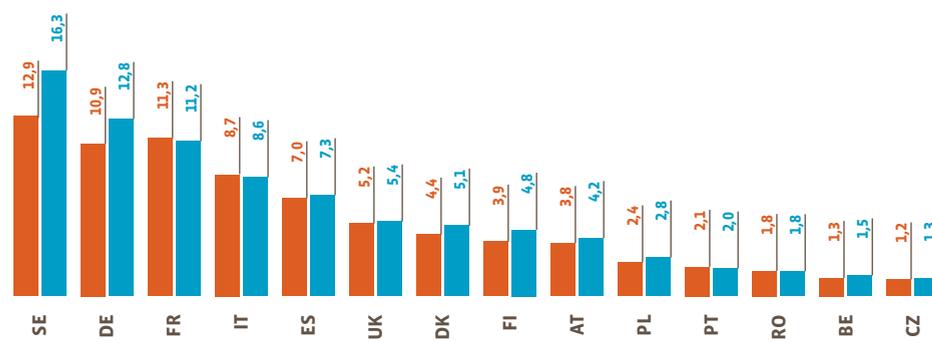
Combustibles fossiles remplacés par pays (Mtep)



Source : EurObserv'ER 2018 d'après données EEA. Note : Les données 2017 reposent sur des estimations.

6

Dépenses évitées grâce aux renouvelables par pays (milliards d'euros)



Source : EurObserv'ER 2018 d'après données EEA. Note : Les données 2017 reposent sur des estimations.

COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉS ET DÉPENSES ÉVITÉES PAR ÉTAT-MEMBRE

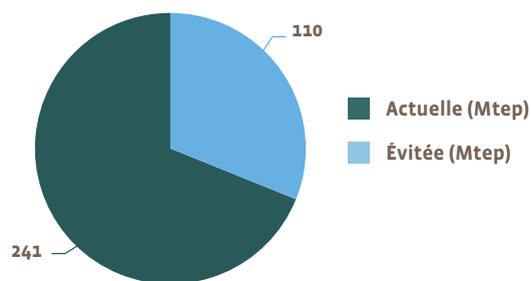
Au niveau des États-membres, l'estimation des coûts évités est présentée sous forme de graphique. On notera qu'il existe une forte corrélation entre le montant évité et la taille du pays. Comme on peut s'y attendre, les coûts évités suivent l'évolution des prix des combustibles fossiles : les prix de 2017 étant supérieurs à ceux de 2016, la plupart des pays présentent un modèle similaire.

Quatre États-membres enregistrent une tendance à la baisse des dépenses évitées du fait de la baisse du déploiement des énergies renouvelables en 2017. Il s'agit de la France, de la Hongrie, de l'Italie et du Portugal. Tous les autres pays affichent des dépenses évitées plus élevées en 2017 qu'en 2016, dont quatre pays qui présentent pourtant des montants plus faibles de combustibles fossiles évités. Ce sont la Bulgarie, la Grèce, l'Espagne et la Roumanie. Voir aussi la note méthodologique.

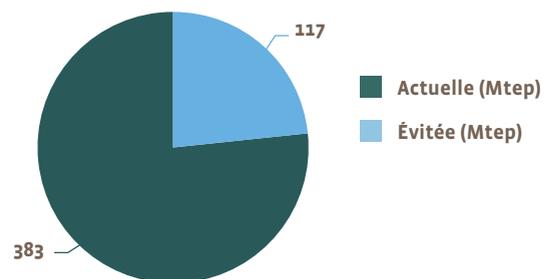
Les données ont été présentées sous forme de graphiques (figures 5 et 6). Les figures ci-contre montrent la relation entre les montants estimés de combustibles évités et la consommation totale de combustibles dans l'Union européenne. Le critère pertinent pour comparer la consommation de combustible évitée est la consommation d'énergie primaire, qui indique la consom-

7

Économie d'énergies fossiles comparée à leur consommation totale en 2016



Consommation de charbon en 2016 dans l'Union européenne



Consommation de gaz en 2016 dans l'Union européenne

Source : Eurostat 2018 d'après données EEA

mation intérieure brute excluant toute utilisation non énergétique des vecteurs énergétiques (par exemple, le gaz naturel utilisé non pour la combustion mais pour la production de produits chimiques). Pour les carburants

destinés au transport, la comparaison n'est pas possible, car ce ne sont pas des combustibles primaires (mais secondaires). L'année de référence est 2016, car elle correspond à des données définitives (et non à des estimations). ■



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 permettent de réaliser 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 l'importance de la R&D dans le renforcement de la position commerciale, c'est-à-dire la compétitivité, dans le domaine des technologies renouvelables, on mesure, par exemple, la part des échanges commerciaux des 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 dans la R&D

Généralement, on considère les investissements dans la R&D et l'innovation comme un élément de base des évolutions technologiques et de la compétitivité, et donc comme un moteur essentiel de la croissance économique. D'un point de vue macroéconomique, les investissements dans la R&D peuvent donc être

considérés comme un indicateur majeur permettant d'évaluer les performances ou les systèmes d'innovation d'une économie. Cet indicateur permet d'afficher 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 les entreprises (secteur privé), le gouvernement et l'enseignement supérieur (secteur public). Cette différenciation entre financement (zone grise) et mise en œuvre (zone blanche) est illustrée figure 1. Dans la présente section, nous analysons les dépenses publiques et privées de R&D d'un ensemble de pays donné, dans le domaine des technologies d'énergie renouvelable, c'est-à-

dire en prenant en compte les investissements dans la recherche issus du secteur public (zone gris clair, figure 1) ainsi que du secteur privé (zone gris foncé, 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 publics soit très peu connu, leur vocation est d'inciter le secteur privé à prendre la relève, et de générer des retombées positives.

1

Financement et exécution de R&D par secteur

	Dépenses R&D totales		
Financement	Entreprises	Gouvernement	
Mise en œuvre	Entreprises	Gouvernement	Enseignement supérieur

Pour l'élaboration du présent rapport, les données relatives aux investissements publics et privés ont été fournies par le Centre commun de recherche/Setis (CCR ou JRC en anglais). Ses données se fondent sur les statistiques de l'AIE, qui collecte et décrit les investissements nationaux dans la R&D¹. Ces statistiques couvrent vingt États membres de l'Union européenne et offrent une régularité et un niveau de détail variables selon les technologies abordées. Cependant, un délai de deux ans est nécessaire pour obtenir les chiffres de la plupart des États-membres. Ainsi nous disposons des données de 2016, mais seuls quelques chiffres sont disponibles pour 2017. Pour les chiffres de la recherche privée, les délais sont encore plus longs (2012 et 2013), car l'évaluation du JRC se base sur les données relatives aux brevets. 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 Edition"². Les États-

membres complètent les données manquantes par le biais du groupe de pilotage du plan SET, ou par le data mining.

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 R&D Online Data Service. Disponible à l'adresse : <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>
2. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies", EUR 28446 EN (2017), doi : 10.2760/447418. Disponible à l'adresse : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

Les investissements publics dans la R&D sont détaillés par technologie renouvelable.

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

Les investissements privés dans la R&D sont détaillés par technologie renouvelable. Pour les pays de l'Union européenne, seuls les chiffres de 2013 et 2014 sont disponibles.

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

L'ÉOLIEN

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	Allemagne	49,6	75,0	0,0017 %	0,0026 %
	Danemark	22,7	20,6	0,0086 %	0,0077 %
	Espagne	19,9	n.a.	0,0018 %	n.a.
	Pays-Bas	13,9	n.a.	0,0021 %	n.a.
	Royaume-Uni	9,3	6,9	0,0004 %	0,0003 %
	France	6,9	n.a.	0,0003 %	n.a.
	Belgique	2,7	n.a.	0,0007 %	n.a.
	Suède	2,5	1,8	0,0006 %	0,0004 %
	Finlande	2,0	n.a.	0,0010 %	n.a.
	Autriche	1,9	n.a.	0,0006 %	n.a.
	Pologne	0,2	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Rép. tchèque	0,1	n.a.	0,0001 %	n.a.
Total UE		131,7	104,2	0,0010 %	0,0007 %
Autres pays	Japon	190,1	154,3	0,0042 %	0,0036 %
	États-Unis	66,5	108,7	0,0004 %	0,0006 %
	Corée	26,9	n.a.	0,0021 %	n.a.
	Norvège	17,2	12,6	0,0048 %	0,0035 %
	Canada	4,1	2,9	0,0003 %	0,0002 %
	Suisse	2,5	2,5	0,0005 %	0,0005 %
	Australie	0,3	0,2	n.a.	n.a.
	Turquie	0,1	0,3	0,0000 %	0,0000 %
Nouvelle-Zélande	0,0	0,0	n.a.	n.a.	

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Concernant l'énergie éolienne, le Japon détient le record des dépenses publiques de R&D, suivi des États-Unis, qui ont vu ces dépenses augmenter entre 2016 et 2017, et de l'Union européenne (bien que les données de nombreux pays ne soient pas disponibles pour 2017). Au sein de l'Union, c'est encore une fois l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne (2016) et les Pays-Bas qui enregistrent les plus gros budgets publics de R&D (2016). Cela peut s'expliquer par la présence des principaux fabricants du secteur sur leurs territoires. En termes de part du PIB, c'est sans conteste le Danemark qui arrive en tête, suivi de la Norvège, du Japon et de la Corée (2016). ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

LE SOLAIRE

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	Allemagne	78,5	99,2	0,0027 %	0,0034 %
	France	62,7	n.a.	0,0029 %	n.a.
	Pays-Bas	16,9	n.a.	0,0025 %	n.a.
	Royaume-Uni	14,5	10,0	0,0007 %	0,0005 %
	Espagne	14,0	n.a.	0,0013 %	n.a.
	Autriche	12,4	n.a.	0,0039 %	n.a.
	Suède	10,0	5,4	0,0024 %	0,0012 %
	Danemark	8,5	5,9	0,0032 %	0,0022 %
	Finlande	6,4	n.a.	0,0033 %	n.a.
	Belgique	4,9	n.a.	0,0012 %	n.a.
	Slovaquie	1,2	0,2	0,0016 %	0,0002 %
	Estonie	0,6	0,6	0,0034 %	0,0033 %
Pologne	0,6	n.a.	0,0001 %	n.a.	
Rép. tchèque	0,4	n.a.	0,0002 %	n.a.	
Total UE		231,4	121,2	0,0017 %	0,0009 %
Autres pays	États-Unis	98,4	103,1	0,0006 %	0,0006 %
	Japon	54,6	48,1	0,0012 %	0,0011 %
	Corée	50,5	n.a.	0,0039 %	n.a.
	Suisse	48,1	48,1	0,0099 %	0,0098 %
	Australie	30,8	33,8	n.a.	n.a.
	Norvège	14,6	17,5	0,0041 %	0,0048 %
	Canada	12,3	29,7	0,0009 %	0,0020 %
	Turquie	1,5	2,4	0,0002 %	0,0003 %
Nouvelle-Zélande	0,0	0,1	n.a.	n.a.	

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

2017. Elle est suivie des États-Unis, de la Corée (valeur 2016) et du Japon. Le tableau 1 révèle une stagnation des investissements nationaux en R&D pour les États-Unis, et une baisse pour le Japon et l'UE. Les chiffres ne sont pas disponibles pour la Chine ni pour plusieurs autres pays.

Au sein de l'Union européenne, quatre pays ont réalisé d'importants investissements publics en R&D. Il s'agit de l'Allemagne, de la France (valeur 2016), des Pays-Bas (valeur 2016) et du Royaume-Uni. En 2016, ces quatre pays totalisent 75 % des investissements en R&D de l'Union des 28. En Allemagne, les dépenses publiques de R&D ont augmenté entre 2016 et 2017, alors qu'elles ont baissé au Royaume-Uni. Pour la France et les Pays-Bas, les données 2017 ne sont pas encore disponibles.

En ce qui concerne les dépenses de R&D exprimées par rapport au PIB, l'Union européenne affiche des valeurs faibles, surtout si on les compare à celles de la Corée (2016). Cependant, les données étant incomplètes pour 2017, il est impossible de dégager une tendance générale. Cette année-là, l'Union européenne affiche des valeurs légèrement inférieures à celles du Japon, mais toutefois supérieures à celles des États-Unis. Au sein de l'Union, ce sont l'Autriche, l'Estonie et la Finlande qui consacrent la plus grosse part de leur budget à l'énergie solaire, suivies du Danemark, de la France et de l'Allemagne et des Pays-Bas. ■

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'investissement national dans la R&D, bien que les données ne soient pas complètes pour l'année

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D L'HYDROÉLECTRICITÉ

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	Finlande	16,2	n.a.	0,0084 %	n.a.
	Pays-Bas	3,7	n.a.	0,0005 %	n.a.
	Danemark	3,3	0,0	0,0013 %	0,0000 %
	Allemagne	2,0	2,1	0,0001 %	0,0001 %
	Autriche	2,0	n.a.	0,0006 %	n.a.
	France	1,9	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Suède	1,3	0,8	0,0003 %	0,0002 %
	Slovaquie	0,4	0,0	0,0005 %	0,0000 %
	Rép. tchèque	0,2	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Royaume-Uni	0,2	0,0	0,0000 %	0,0000 %
	Belgique	0,1	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Pologne	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
Total UE		31,3	2,9	0,0002 %	0,0000 %
Autres pays	États-Unis	22,0	22,2	0,0001 %	0,0001 %
	Turquie	18,7	15,5	0,0022 %	0,0017 %
	Suisse	13,9	13,9	0,0029 %	0,0028 %
	Corée	8,2	n.a.	0,0006 %	n.a.
	Norvège	8,1	10,1	0,0023 %	0,0028 %
	Canada	6,5	6,9	0,0005 %	0,0005 %
	Nouvelle-Zélande	0,0	0,0	n.a.	n.a.
	Australie	n.a.	0,1	n.a.	n.a.

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie hydraulique est une filière plus modeste que l'énergie solaire en ce qui concerne l'investissement public en R&D. Au niveau mondial, ce sont les États-Unis qui consacrent les plus gros investissements dans ce domaine (tableau 3). Ils sont suivis de la Turquie, de la Suisse, de la Norvège et du Canada, pays qui disposent tous d'importantes ressources hydroélectriques. Au sein de l'UE, la Finlande, suivie de loin par les Pays-Bas, le Danemark et l'Allemagne, affiche les valeurs les plus élevées (2016). Ces pays représentent respectivement 16,2 millions, 3,7 millions, 3,3 millions et 2 millions d'euros. En termes de part du PIB, c'est la Finlande (2016), la Suisse, la Norvège, la Turquie et le Danemark (2016) qui totalisent les pourcentages les plus élevés. Au sein de l'UE, ce sont la Finlande et le Danemark qui arrivent en tête dans ce domaine, suivis de l'Autriche et des Pays-Bas (2016). ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D LA GÉOTHERMIE

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	Allemagne	12,5	16,5	0,0004 %	0,0006 %
	France	4,7	n.a.	0,0002 %	n.a.
	Pays-Bas	3,1	n.a.	0,0005 %	n.a.
	Danemark	2,3	0,0	0,0009 %	0,0000 %
	Espagne	1,1	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Autriche	0,8	n.a.	0,0002 %	n.a.
	Slovaquie	0,4	0,0	0,0005 %	0,0000 %
	Rép. tchèque	0,4	n.a.	0,0002 %	n.a.
	Suède	0,3	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Belgique	0,1	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Pologne	0,1	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Royaume-Uni	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Total UE		25,8	16,5	0,0002 %	0,0001 %
Autres pays	États-Unis	59,8	85,3	0,0004 %	0,0005 %
	Suisse	18,4	18,4	0,0038 %	0,0038 %
	Japon	14,6	17,4	0,0003 %	0,0004 %
	Corée	4,3	n.a.	0,0003 %	n.a.
	Nouvelle-Zélande	3,9	0,9	n.a.	n.a.
	Norvège	0,9	1,4	0,0002 %	0,0004 %
	Canada	0,7	1,7	0,0000 %	0,0001 %
	Australie	0,4	0,5	n.a.	n.a.
Turquie	0,1	0,1	0,0000 %	0,0000 %	

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

En ce qui concerne l'énergie géothermique, les États-Unis totalisent les plus gros investissements publics en R&D (59,8 millions d'euros en 2016 et 85,3 millions en 2017), suivis du Japon (17,4 millions d'euros) et de l'Union européenne (16,5 millions d'euros). Comparées à celles de l'énergie solaire, ces dépenses sont relativement faibles. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que c'est la Suisse qui consacre la plus grosse part de son PIB aux investissements publics dans la R&D, suivie du Danemark (valeur 2016). D'autre part, l'Allemagne, les États-Unis et le Japon y consacrent des parts relativement importantes. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

LES BIOCARBURANTS

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	France	73,3	n.a.	0,0035 %	n.a.
	Allemagne	37,2	32,7	0,0013 %	0,0011 %
	Royaume-Uni	33,6	0,1	0,0016 %	0,0014 %
	Pays-Bas	25,6	n.a.	0,0038 %	n.a.
	Suède	24,6	13,8	0,0058 %	0,0032 %
	Finlande	13,1	n.a.	0,0068 %	n.a.
	Autriche	11,1	n.a.	0,0035 %	n.a.
	Danemark	9,6	4,9	0,0037 %	0,0018 %
	Slovaquie	7,2	0,1	0,0092 %	0,0001 %
	Belgique	6,7	n.a.	0,0017 %	n.a.
	Espagne	4,4	n.a.	0,0004 %	n.a.
	Pologne	2,8	n.a.	0,0006 %	n.a.
	Rép. tchèque	2,0	n.a.	0,0012 %	n.a.
	Estonie	0,4	n.a.	0,0020 %	n.a.
Total UE	251,6	80,4	0,0018 %	0,0006 %	
Autres pays	États-Unis	477,1	605,1	0,0028 %	0,0035 %
	Canada	54,2	41,5	0,0039 %	0,0028 %
	Japon	33,0	39,3	0,0007 %	0,0009 %
	Suisse	18,7	18,7	0,0039 %	0,0038 %
	Corée	17,1	n.a.	0,0013 %	n.a.
	Norvège	13,2	17,2	0,0037 %	0,0047 %
	Australie	4,5	3,9	n.a.	n.a.
	Turquie	0,6	1,2	0,0001 %	0,0001 %
Nouvelle-Zélande	0,0	0,6	n.a.	n.a.	

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Le secteur des biocarburants est celui qui enregistre les plus gros investissements en R&D. Cela est principalement dû à l'engagement des États-Unis, qui consacrent les montants les plus élevés, avec plus de 600 millions d'euros en 2017. Les autres pays de cette étude investissent des sommes publiques beaucoup plus faibles dans la R&D (toutes inférieures à 50 millions d'euros), à l'exception de l'Union européenne dans son ensemble. Derrière les États-Unis viennent l'Union européenne, le Canada et le Japon. Au sein de l'Union, les investissements les plus élevés peuvent être observés en France (2016), en Allemagne, au Royaume-Uni et en Suède. En part du PIB, on constate que la Finlande (2016) présente le pourcentage le plus élevé, suivie de la Suède, du Canada, de la Suisse et des Pays-Bas. La Slovaquie affiche également une part importante en 2016. 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 néanmoins une tendance à la hausse entre 2016 et 2017. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

LES ÉNERGIES MARINES

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	Royaume-Uni	16,4	17,7	0,0008 %	0,0008 %
	Suède	4,4	2,4	0,0010 %	0,0006 %
	France	4,4	n.a.	0,0002 %	n.a.
	Espagne	0,7	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Belgique	0,3	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Pays-Bas	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Danemark	0,0	0,7	0,0000 %	0,0002 %
	Rép. tchèque	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Pologne	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Total UE	26,1	20,7	0,0002 %	0,0001 %
Autres pays	États-Unis	40,2	49,5	0,0002 %	0,0003 %
	Japon	7,9	4,7	0,0002 %	0,0001 %
	Corée	5,6	n.a.	0,0004 %	n.a.
	Norvège	2,4	3,4	0,0007 %	0,0009 %
	Canada	1,4	2,2	0,0001 %	0,0001 %
	Australie	1,0	1,8	n.a.	n.a.
Nouvelle-Zélande	0,3	0,0	n.a.	n.a.	
Turquie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %	

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un secteur relativement modeste en termes d'investissement public. Ici, ce sont les États-Unis qui affichent les valeurs les plus élevées, suivis de l'Union des 28, bien que ses données soient très lacunaires. En 2017, les dépenses de l'Union européenne ont baissé, tandis que celles des États-Unis augmentaient. L'écart s'est donc élargi entre eux. À l'exception des États-Unis, de la Norvège et du Canada, il semble que les investissements aient diminué entre 2016 et 2017 au niveau mondial. Pour les valeurs exprimées en fonction du PIB, ce sont la Norvège, le Royaume-Uni et la Suède qui arrivent en tête. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

TOTAL DES TECHNOLOGIES
RENOUVELABLES

		Dépenses publiques de R&D (en M €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2016	2017	2016	2017
UE 28	France	153,9	n.a.	0,0072 %	n.a.
	Royaume-Uni	73,9	63,5	0,0035 %	0,0030 %
	Pays-Bas	63,2	n.a.	0,0093 %	n.a.
	Danemark	46,5	32,0	0,0177 %	0,0119 %
	Suède	43,0	n.a.	0,0102 %	n.a.
	Belgique	14,8	n.a.	0,0038 %	n.a.
	Pologne	3,7	n.a.	0,0008 %	n.a.
	Rép. tchèque	3,1	n.a.	0,0018 %	n.a.
Total UE		697,9	346,0	0,0050 %	0,0024 %
Autres pays	États-Unis	763,9	973,8	0,0045 %	0,0057 %
	Corée	112,6	n.a.	0,0088 %	n.a.
	Canada	79,0	84,9	0,0057 %	0,0058 %
	Norvège	56,4	62,2	0,0158 %	0,0171 %
	Turquie	21,1	19,6	0,0025 %	0,0022 %
	Nouvelle-Zélande	4,2	1,6	n.a.	n.a.
Australie	n.a.	40,2	n.a.	n.a.	

Note 1 : la somme correspondant à la totalité des technologies n'apparaît que si le pays dispose de données pour chacune de ces technologies (s'il manque des données pour une ou plusieurs technologies, le total ne peut pas être calculé).
Note 2 : Une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros.
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

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 2016, position qui pourrait encore être renforcée en 2017, alors que l'Union européenne semble perdre du terrain. Mais du fait des nombreuses données manquantes, ce tableau doit être interprété avec prudence. Les valeurs exprimées en part du PIB révèlent une très bonne position de la Norvège, de la Corée et du Canada, par rapport à l'Union européenne et aux États-Unis. Au sein de l'Union, ce sont le Danemark, la Suède, les Pays-Bas et la France qui affichent les parts les plus élevées (2016). Cependant, seuls quelques pays disposent de données pour 2017, ce qui rend toute comparaison difficile. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

L'ÉOLIEN

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	505,2	544,9	0,0187 %	0,0197 %
Danemark	213,8	194,8	0,0858 %	0,0769 %
Espagne	116,0	89,3	0,0114 %	0,0086 %
France	44,0	69,7	0,0021 %	0,0034 %
Royaume-Uni	59,0	52,7	0,0030 %	0,0026 %
Italie	41,8	33,6	0,0027 %	0,0022 %
Pays-Bas	47,6	31,9	0,0074 %	0,0049 %
Belgique	8,6	19,4	0,0023 %	0,0051 %
Suède	58,3	18,6	0,0152 %	0,0047 %
Autriche	14,5	8,1	0,0047 %	0,0026 %
Pologne	14,1	7,9	0,0036 %	0,0020 %
Roumanie	6,8	7,5	0,0050 %	0,0054 %
Finlande	3,7	5,5	0,0020 %	0,0030 %
Hongrie	2,1	2,3	0,0021 %	0,0022 %
Slovénie	n.a.	2,3	n.a.	0,0063 %
Slovaquie	n.a.	2,3	n.a.	0,0031 %
Grèce	0,4	1,1	0,0002 %	0,0006 %
Luxembourg	4,7	1,1	0,0110 %	0,0025 %
Estonie	n.a.	0,8	n.a.	0,0044 %
Lituanie	n.a.	0,8	n.a.	0,0023 %
Irlande	6,1	n.a.	0,0035 %	n.a.
Lettonie	0,2	n.a.	0,0008 %	n.a.
Total UE	1146,9	1094,6	0,0088 %	0,0082 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. **Sources :** JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie éolienne, l'Allemagne se classe au premier rang des pays de l'Union en ce qui concerne ses investissements privés en R&D. Atteignant près de 544 millions d'euros en 2014, ceux-ci ont augmenté et représentent plus de deux fois ceux du Danemark, en baisse depuis 2013. L'Espagne arrive en troisième position, avec seulement la moitié du budget du Danemark. En termes de part du PIB, c'est le Danemark qui affiche sans conteste les valeurs les plus élevées, suivi de l'Allemagne et de l'Espagne. En somme, cette tendance est très similaire à celle observée pour l'investissement public dans le secteur de l'éolien. Ceci est également vrai pour les autres technologies renouvelables. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

LE SOLAIRE

	Dépenses privées de R&D (en M€)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	1 031,4	808,0	0,0382 %	0,0293 %
France	232,1	205,5	0,0113 %	0,0099 %
Royaume-Uni	129,7	117,1	0,0067 %	0,0058 %
Pays-Bas	76,2	80,3	0,0119 %	0,0123 %
Autriche	31,5	76,2	0,0103 %	0,0246 %
Italie	160,1	74,8	0,0104 %	0,0048 %
Espagne	101,2	67,9	0,0099 %	0,0066 %
Suède	22,7	34,0	0,0059 %	0,0087 %
Irlande	5,9	18,3	0,0033 %	0,0095 %
Finlande	33,7	14,9	0,0180 %	0,0080 %
Belgique	40,5	14,8	0,0108 %	0,0039 %
Pologne	31,0	13,1	0,0079 %	0,0032 %
Roumanie	1,3	7,0	0,0010 %	0,0050 %
Luxembourg	1,6	4,4	0,0038 %	0,0097 %
Rép. tchèque	5,4	3,5	0,0034 %	0,0022 %
Lituanie	n.a.	3,5	n.a.	0,0106 %
Portugal	6,4	3,5	0,0038 %	0,0021 %
Danemark	17,6	2,2	0,0070 %	0,0009 %
Chypre	n.a.	1,8	n.a.	0,0100 %
Grèce	4,8	n.a.	0,0026 %	n.a.
Croatie	0,6	n.a.	0,0015 %	n.a.
Hongrie	3,2	n.a.	0,0032 %	n.a.
Lettonie	0,6	n.a.	0,0032 %	n.a.
Total UE	1 937,7	1 550,7	0,0148 %	0,0117 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'Allemagne apparaît comme l'acteur européen majeur concernant l'investissement privé dans la R&D. Bien que ses chiffres aient baissé entre 2013 et 2014, ils demeurent à un niveau très élevé par rapport à ceux des autres pays de l'Union. L'Allemagne est suivie de la France, dont les dépenses privées de R&D dans les technologies solaires ont augmenté depuis 2013. Le Royaume-Uni et les Pays-Bas se classent en troisième et quatrième positions, suivis de l'Autriche et de l'Italie. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, l'Allemagne arrive encore en tête, bien que le pourcentage ait diminué en 2014 du fait de la baisse de ses dépenses en valeur absolue. Elle est suivie de l'Autriche, dont la part a augmenté ainsi que les chiffres en valeur absolue. Les Pays-Bas arrivent en troisième position, suivis de la Lituanie et de Chypre. Dans tous ces pays, la part des dépenses privées de R&D dans le PIB est supérieure à 0,01 % pour les technologies solaires. Cette part est nettement plus élevée en 2013-2014 que la part des dépenses publiques de R&D observées en 2016-2017 dans l'énergie solaire. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

L'HYDROÉLECTRICITÉ

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
France	37,2	32,4	0,0018 %	0,0016 %
Allemagne	31,3	25,3	0,0012 %	0,0009 %
Royaume-Uni	7,9	9,7	0,0004 %	0,0005 %
Autriche	8,8	5,0	0,0029 %	0,0016 %
Espagne	3,8	3,4	0,0004 %	0,0003 %
Pologne	5,1	2,3	0,0013 %	0,0006 %
Slovénie	n.a.	2,3	n.a.	0,0063 %
Finlande	3,0	1,8	0,0016 %	0,0010 %
Rép. tchèque	0,7	1,7	0,0005 %	0,0011 %
Pays-Bas	5,3	1,1	0,0008 %	0,0002 %
Italie	26,1	0,8	0,0017 %	0,0000 %
Belgique	2,5	n.a.	0,0007 %	n.a.
Danemark	1,3	n.a.	0,0005 %	n.a.
Grèce	0,8	n.a.	0,0005 %	n.a.
Croatie	2,5	n.a.	0,0058 %	n.a.
Irlande	1,3	n.a.	0,0008 %	n.a.
Roumanie	3,4	n.a.	0,0025 %	n.a.
Slovaquie	5,1	n.a.	0,0071 %	n.a.
Total UE	146,1	85,8	0,0011 %	0,0006 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Par rapport à l'énergie solaire, l'énergie hydraulique est un secteur plutôt modeste en termes d'investissements privés dans la R&D. Mais ces investissements sont cependant plus élevés en 2013-2014 que les investissements publics en 2016-2017 (au moins pour les États membres de l'UE). La France affiche les valeurs les plus élevées parmi les pays de notre étude. Ensuite vient l'Allemagne, qui enregistre également un niveau significatif d'investissements privés dans ce secteur. Ces deux pays sont suivis du Royaume-Uni et de l'Autriche, où les montants dépassent les 5 millions d'euros, malgré une baisse, entre 2013 et 2014, en Autriche. L'Italie affichait également des dépenses élevées en 2013, mais celles-ci ont fortement diminué en 2014. Pour l'année 2013, on constate également des dépenses importantes en Slovaquie, en Pologne et aux Pays-Bas. En revanche, la part exprimée en fonction du PIB révèle un classement différent : les pourcentages les plus élevés s'observent en Slovaquie (2013), en Slovénie et en Croatie (2013). L'Autriche affiche aussi un pourcentage relativement élevé (mais qui évolue à la baisse). Les pays qui présentaient des chiffres importants en valeur absolue, à savoir la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni, se classent en milieu de liste. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

LA GÉOTHERMIE

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	40,5	33,2	0,0015 %	0,0012 %
Suède	9,6	19,3	0,0025 %	0,0049 %
France	3,2	15,5	0,0002 %	0,0007 %
Italie	0,8	11,9	0,0001 %	0,0008 %
Pays-Bas	5,0	8,9	0,0008 %	0,0014 %
Autriche	n.a.	6,0	n.a.	0,0019 %
Danemark	n.a.	2,3	n.a.	0,0009 %
Pologne	7,7	1,5	0,0020 %	0,0004 %
Finlande	n.a.	0,5	n.a.	0,0003 %
Espagne	4,8	n.a.	0,0005 %	n.a.
Royaume-Uni	10,8	n.a.	0,0006 %	n.a.
Total UE	82,4	99,2	0,0006 %	0,0007 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans l'énergie géothermique, les dépenses privées de R&D (tout comme les dépenses publiques) sont largement inférieures à celles de l'énergie solaire. Une fois encore, on peut observer que l'Allemagne enregistre les plus gros montants, soit 33,2 millions d'euros en 2014, avec toutefois une diminution par rapport à 2013. Viennent ensuite la Suède, la France, l'Italie et le Royaume-Uni (2013), avec moins de 20 millions d'euros pour chacun, bien que la Suède, la France et le Royaume-Uni affichent une tendance à la hausse, tandis que la Pologne enregistre une baisse entre 2013 et 2014. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que la Suède détient la plus grosse part d'investissements privés dans la R&D (parmi tous les pays de notre étude), cette part ayant même progressé de façon significative entre 2013 et 2014. Elle est suivie de l'Autriche, des Pays-Bas et de l'Allemagne, tous ces pays affichant des parts assez proches. Cependant, il faut être conscient du fait que les données sont très lacunaires, ce qui peut fausser le classement. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

LES BIOCARBURANTS

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	127,0	159,1	0,0047 %	0,0058 %
Danemark	118,3	101,0	0,0474 %	0,0399 %
France	52,5	86,9	0,0026 %	0,0042 %
Royaume-Uni	34,7	40,1	0,0018 %	0,0020 %
Pays-Bas	54,4	36,2	0,0085 %	0,0056 %
Finlande	26,2	35,0	0,0140 %	0,0188 %
Italie	33,5	29,7	0,0022 %	0,0019 %
Pologne	34,6	12,3	0,0088 %	0,0030 %
Suède	25,3	11,3	0,0066 %	0,0029 %
Rép. tchèque	10,0	9,7	0,0064 %	0,0060 %
Hongrie	10,6	8,9	0,0105 %	0,0085 %
Slovaquie	1,8	8,9	0,0025 %	0,0121 %
Luxembourg	4,4	8,8	0,0103 %	0,0196 %
Espagne	36,0	8,7	0,0035 %	0,0008 %
Slovénie	n.a.	4,5	n.a.	0,0123 %
Belgique	10,4	3,3	0,0028 %	0,0009 %
Autriche	14,1	1,1	0,0046 %	0,0004 %
Estonie	2,6	n.a.	0,0157 %	n.a.
Irlande	2,8	n.a.	0,0016 %	n.a.
Portugal	1,4	n.a.	0,0008 %	n.a.
Roumanie	8,8	n.a.	0,0066 %	n.a.
Total UE	609,5	565,6	0,0047 %	0,0043 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Le secteur des biocarburants se classe en troisième position en termes d'investissements privés dans la R&D, après l'énergie solaire et éolienne. L'Allemagne affiche les montants les plus élevés, avec près de 159 millions d'euros en 2014. Le Danemark arrive en seconde position, bien que ses investissements aient diminué en 2013, alors que dans le même temps, ils augmentaient en Allemagne. Tous les autres pays de cette étude affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros. La France arrive en troisième position, avec 87 millions d'euros, suivie du Royaume-Uni et des Pays-Bas, avec respectivement 40 et 36 millions d'euros. En résumé, on peut toutefois constater que les dépenses privées de R&D dans les biocarburants ont diminué entre 2013 et 2014, ce qui se traduit par un chiffre en baisse pour l'Union européenne dans son ensemble. En part du PIB, le Danemark se classe en tête en 2014, suivi du Luxembourg, de la Finlande, de la Slovaquie et de la Slovaquie. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

LES ÉNERGIES MARINES

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	35,4	46,3	0,0013 %	0,0017 %
Royaume-Uni	45,4	43,4	0,0023 %	0,0022 %
France	29,2	31,4	0,0014 %	0,0015 %
Finlande	15,4	20,6	0,0082 %	0,0110 %
Suède	20,8	19,6	0,0054 %	0,0050 %
Irlande	5,3	14,5	0,0030 %	0,0075 %
Espagne	12,1	11,5	0,0012 %	0,0011 %
Italie	9,9	9,5	0,0006 %	0,0006 %
Danemark	2,7	3,3	0,0011 %	0,0013 %
Pays-Bas	15,9	3,2	0,0025 %	0,0005 %
Portugal	n.a.	2,4	n.a.	0,0014 %
Slovénie	n.a.	2,4	n.a.	0,0067 %
Autriche	n.a.	1,3	n.a.	0,0004 %
Luxembourg	n.a.	1,2	n.a.	0,0027 %
Roumanie	n.a.	0,5	n.a.	0,0003 %
Belgique	2,8	n.a.	0,0007 %	n.a.
Grèce	1,5	n.a.	0,0008 %	n.a.
Total UE	196,6	211,0	0,0015 %	0,0016 %

Note : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros. *Sources* : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un secteur relativement modeste en termes d'investissement privé en R&D. Ici aussi, l'Allemagne affiche les valeurs les plus élevées en 2014, suivie de près par le Royaume-Uni et la France. La Finlande et la Suède se classent respectivement en quatrième et cinquième position. Cependant, ce secteur présente également des données très lacunaires. En 2014, les investissements dans l'énergie océanique ont augmenté pour l'Union européenne dans son ensemble, bien que le Royaume-Uni accuse un léger ralentissement. La croissance globale est principalement attribuable à l'augmentation des investissements en Allemagne, ainsi qu'en Finlande et en France. Les pays qui affichent les parts de PIB les plus élevées sont la Finlande et l'Irlande, suivies de la Slovénie, de la Suède, du Luxembourg et du Royaume-Uni. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Dépenses privées de R&D (en M €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	1 770,8	1 616,8	0,0656 %	0,0586 %
France	398,2	441,4	0,0194 %	0,0213 %
Pays-Bas	204,4	161,7	0,0319 %	0,0248 %
Italie	272,2	160,3	0,0177 %	0,0104 %
Autriche	n.a.	97,5	n.a.	0,0315 %
Finlande	n.a.	78,3	n.a.	0,0420 %
Espagne	274,0	n.a.	0,0268 %	n.a.
Royaume-Uni	287,5	n.a.	0,0148 %	n.a.
Total UE	4 119,1	3 606,7	0,0316 %	0,0271 %

Note 1 : la somme correspondant à la totalité des technologies n'apparaît que si le pays dispose de données pour chacune de ces technologies (s'il manque des données pour une ou plusieurs technologies, le total ne peut pas être calculé).
Note 2 : une valeur de 0 signifie que la part ou les dépenses sont sous les 0,0000 % ou les 500 000 euros.
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Enfin, si l'on examine l'investissement privé en R&D dans l'ensemble des technologies renouvelables, on constate la bonne position de l'Allemagne en 2013 et 2014. Bien que les investissements privés allemands aient diminué en 2014 dans les technologies renouvelables, ils demeurent les plus élevés. D'importants investissements privés en R&D sont également observés en France, qui arrive en deuxième position sur cet indicateur. Quant aux autres pays pour lesquels nous disposons de données, le Royaume-Uni (2013) et l'Espagne (2013) affichent des niveaux d'investissement comparables, de même que les Pays-Bas et l'Italie. En termes de part du PIB, les valeurs reflètent également la très bonne position de l'Allemagne, mais aussi la tendance à la baisse des investissements en valeur absolue. Pourtant, comme pour les investissements publics, ce tableau doit être interprété avec prudence du fait des nombreuses données manquantes. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS ET PRIVÉS DANS LA R&D : CONCLUSIONS

Vu les informations très lacunaires, notamment pour la Chine ou pour d'autres pays extracommunautaires, il est difficile de tirer des conclusions sur les dépenses privées de R&D. 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 consacre

également des montants élevés à la R&D. De plus, c'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.



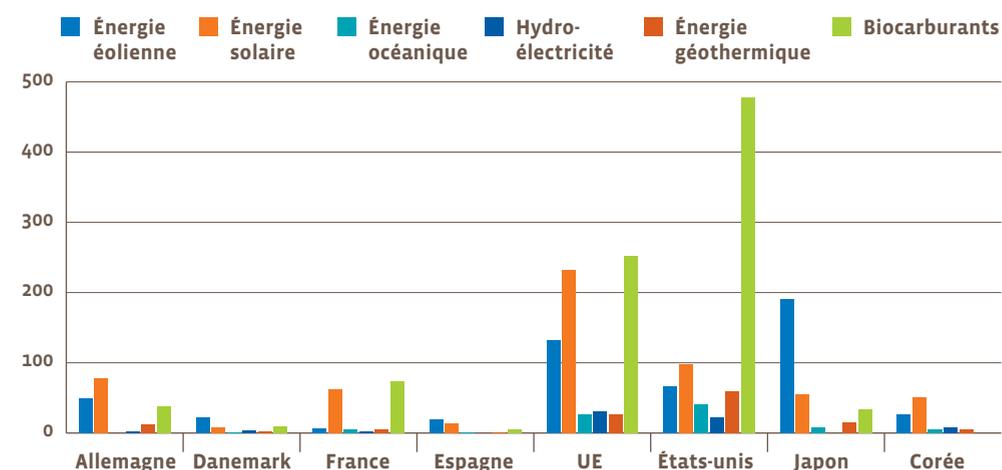
Néanmoins, on peut observer que de nombreux pays se sont spécialisés dans certains domaines technologiques au sein des énergies renouvelables. Cela vaut aussi bien pour les investissements publics que privés (voir figures 1 et 2) :

- Jusqu'à présent, l'Union européenne (2016/2017) arrive en tête devant les États-Unis, le Japon et la Corée en ce qui concerne les dépenses publiques de R&D pour l'énergie solaire, tandis que les données ne sont pas disponibles pour la Chine. En Europe, ce sont l'Allemagne, la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni qui consacrent les plus gros budgets publics à la R&D. Pour les investissements privés en R&D, seules sont disponibles les données relatives aux pays de l'Union européenne (2013-2014). On peut constater que l'Allemagne arrive en tête, suivie de la France, du Royaume-Uni et des Pays-Bas.

- En ce qui concerne l'énergie géothermique, les États-Unis se classent en première position, mais de nombreux autres pays sont également actifs dans ce domaine. Si l'on considère la part des investissements publics

1

Dépenses publiques de R&D par secteur et par pays, en M € (2016)



Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

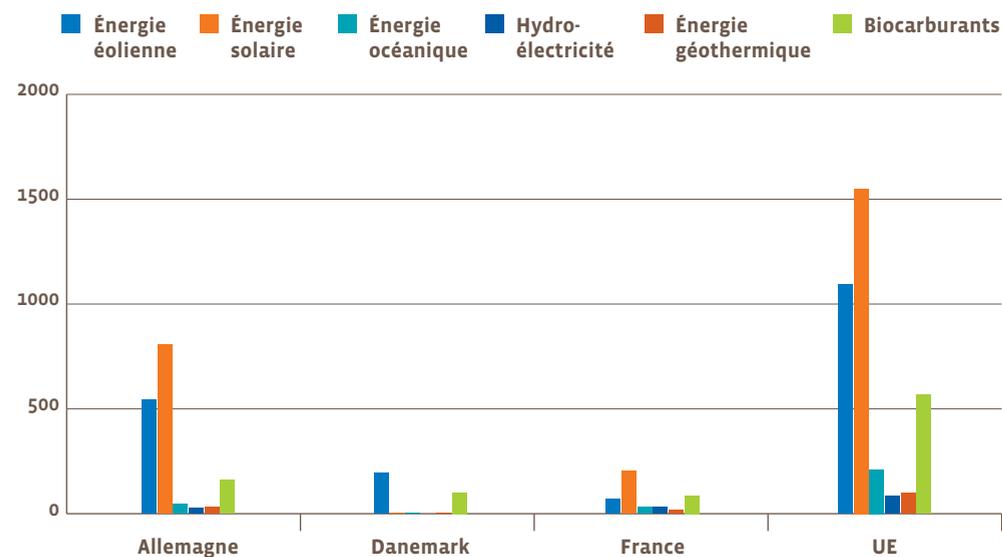
en R&D dans le PIB, la Suisse et le Danemark se distinguent tout particulièrement. Les chiffres des dépenses privées de R&D montrent que l'Allemagne arrive en tête, avec 33,3 millions d'euros en 2015, mais ce volume représente une baisse par rapport à 2013. Elle est suivie de la Suède, de la France, de l'Italie et du Royaume-Uni (2013).

• Dans l'énergie hydraulique, secteur relativement modeste en termes d'investissement public en R&D, l'Union européenne arrive en tête (2016), ce qui peut s'expliquer par sa situation géographique et, notamment, ses vastes ressources hydroélectriques. Elle est suivie des États-Unis, de la Turquie, de la Suisse, de la Norvège et du Canada. Au

sein de l'Union européenne, la Finlande, les Pays-Bas, le Danemark et l'Allemagne affichent les montants les plus élevés. En ce qui concerne les investissements privés, la France présente les valeurs les plus élevées parmi les pays de notre étude (Union européenne uniquement).

2

Dépenses privées de R&D par secteur et par pays, en M € (2014)



Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Ensuite viennent l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Autriche, qui affichent également un niveau significatif d'investissements privés dans ce secteur.

- Dans le secteur des biocarburants, ce sont sans conteste les États-Unis qui totalisent les plus gros investissements publics, avec plus de 600 millions d'euros en 2017, soit une hausse par rapport à l'année précédente. Les autres pays de cette étude investissent des sommes beaucoup plus faibles dans la R&D (toutes inférieures à 50 millions d'euros), à l'exception de l'Union européenne dans son ensemble. Pour ce qui est de l'investissement privé, l'Allemagne arrive

en tête avec près de 159 millions d'euros en 2017. Le Danemark se situe au deuxième rang. Tous les autres pays de cette étude (UE 28) affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros.

- Concernant l'énergie éolienne, le Japon détient le record des dépenses publiques de R&D en 2016, suivi de l'Union européenne et des États-Unis, tandis qu'en 2017, l'Union européenne passe en troisième position (mais les données nationales sont très lacunaires pour cette année-là). Quant aux dépenses privées de R&D, l'Allemagne se positionne en tête, suivie du Danemark, qui arrive second sur cet indicateur. L'Espagne arrive en troisième

position, avec seulement la moitié du budget du Danemark.

- Dans l'énergie océanique, autre secteur relativement modeste en termes de dépenses publiques, les États-Unis affichent les valeurs les plus élevées, suivis de l'Union européenne. En 2017, les dépenses de l'Union ont baissé (sur la base des données disponibles) tandis que celles des États-Unis augmentaient, ceci étant aussi dû à l'accroissement des investissements publics dans ce pays. En ce qui concerne les investissements privés en R&D, l'Allemagne affiche les valeurs les plus élevées en 2013, suivie de près par le Royaume-Uni et la France, ainsi que par la Finlande et la Suède.

- En ce qui concerne l'ensemble des énergies renouvelables, il convient de mentionner l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni mais aussi les Pays-Bas, le Danemark

et l'Espagne. Ces pays consacrent en effet d'importantes dépenses publiques en R&D dans pratiquement tous les secteurs des énergies renouvelables. ■





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

macroéconomique globale. Les brevets peuvent être analysés sous différents angles et avec différents objectifs, sachant que les méthodes et définitions appliquées différencieront également. L'accent est mis ici 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. Ainsi, 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

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.



déposées 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 la Chine, 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 (1965), qui a créé cet indicateur pour analyser le 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 relatifs aux technologies renouvelables : l'indice affiche plus de hauts et de bas et associe les petits nombres dans les brevets renouvelables à de grands effets en matière de spécialisation si le portefeuille de brevets dans les technologies énergétiques est modeste (donc, si le pays est petit). Pour tenir compte de cet effet d'échelle et pour que les données sur les brevets puissent être comparées entre les pays, les chiffres des dépôts de brevets sont également exprimés en fonction du PIB (en milliards d'euros).

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 Edition"⁴.

4. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&D 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>

L'ÉOLIEN

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	268	258	2,2	2,3	99,2	93,6
Danemark	98	89	11,1	11,2	394,8	349,4
Espagne	48	40	5,8	6,0	46,9	38,4
France	22	30	0,6	0,9	10,8	14,5
Royaume-Uni	28	23	1,5	1,4	14,3	11,7
Pays-Bas	23	14	1,9	1,3	36,3	22,3
Italie	21	10	2,1	1,4	13,6	6,6
Suède	23	8	2,1	0,9	58,9	19,1
Belgique	5	7	1,4	2,7	12,3	19,7
Roumanie	5	7	4,1	7,2	34,7	52,7
Pologne	11	7	2,0	1,5	28,4	16,1
Autriche	6	3	1,0	0,4	20,9	10,2
Finlande	2	3	0,3	0,4	12,0	13,4
Hongrie	1	1	2,0	4,0	9,9	9,5
Slovénie	0	1	0,0	2,1	0,0	27,7
Slovaquie	1	1	2,0	4,6	13,9	13,6
Estonie	0	1	0,0	5,1	0,0	38,5
Grèce	0	1	0,8	7,0	1,1	2,7
Luxembourg	2	1	3,0	0,6	51,5	11,1
Lituanie	0	0	0,0	2,3	0,0	10,1
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chypre	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rép. tchèque	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Croatie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	3	0	2,5	0,0	14,2	0,0
Lettonie	2	0	2,5	0,0	77,9	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
UE 28 Total	569	504	2,2	2,2	43,6	38,0

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	669	721	0,9	0,9	92,5	91,2
Corée	268	277	1,2	1,1	272,6	260,8
Japon	215	199	0,5	0,5	55,2	54,4
États-Unis	222	156	1,0	0,9	17,7	11,9
Reste du monde	103	79	n.a.	n.a.	0,0	0,0

*Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus.
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI*

Contrairement à ceux de l'énergie hydraulique et des biocarburants, le secteur de l'énergie éolienne à l'échelle de l'Union européenne bénéficie d'une activité de brevetage équivalente à celle de la Chine. Cependant, l'Union européenne a perdu un peu de terrain en 2014, tandis que la Chine a accru ses activités dans ce domaine. La

Corée arrive en troisième position, suivie de l'Allemagne, du Japon, des États-Unis et du Danemark. Cette bonne position de l'Europe est principalement due à la performance de l'Allemagne et du Danemark, qui totalisent conjointement près de 69 % de tous les brevets européens dans l'énergie éolienne. L'Espagne, la France,

le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Italie ont également déposé un nombre important de brevets dans ce secteur en 2014.

En termes de part du PIB, le Danemark arrive en tête, avec les valeurs les plus élevées de cette étude. Il est suivi de la Corée, de l'Allemagne, de la Chine et du Japon. La Roumanie, l'Estonie et l'Espagne font mieux que la moyenne européenne, mais moins bien que la Chine.

En ce qui concerne la spécialisation des brevets, le Danemark affiche un indice élevé, l'énergie éolienne représentant un élément important de son portefeuille national de technologies énergétiques. La Roumanie, la Grèce et l'Espagne se caractérisent également par des valeurs élevées. L'Allemagne présente également une spécialisation légèrement supérieure à la moyenne, quoique moins poussée que celles du Danemark et des autres pays mentionnés. Cela est dû au fait que l'Allemagne dépose généralement un nombre élevé de brevets dans les technologies énergétiques, minimisant ainsi l'impact des brevets liés à l'éolien. ■



LE SOLAIRE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	359	268	0,8	0,8	132,8	97,2
France	124	104	0,9	1,0	60,0	50,0
Royaume-Uni	53	45	0,8	0,9	27,1	22,5
Espagne	48	43	1,6	2,1	47,0	42,0
Pays-Bas	37	38	0,9	1,1	57,7	58,6
Autriche	12	25	0,5	1,1	37,9	80,1
Italie	48	20	1,3	0,9	31,3	12,8
Pologne	17	15	0,8	1,1	42,6	36,5
Belgique	22	12	1,9	1,4	60,1	32,4
Suède	8	10	0,2	0,4	19,6	26,1
Roumanie	5	6	1,1	1,7	34,7	39,6
Irlande	4	5	1,1	1,7	21,6	27,8
Finlande	13	5	0,6	0,3	70,6	26,9
Portugal	3	3	2,7	2,1	17,9	18,9
Danemark	7	2	0,2	0,1	26,6	9,6
Lituanie	0	2	0,0	4,4	0,0	60,5
Lettonie	3	2	1,5	5,9	167,0	97,4
Rép. tchèque	2	2	0,4	0,6	10,6	9,3
Luxembourg	1	1	0,2	0,5	11,8	27,8
Slovaquie	1	1	0,6	1,5	13,9	13,6
Chypre	0	1	0,0	0,7	0,0	28,6
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	2	0	1,6	0,0	8,1	0,0
Croatie	0	0	0,7	0,0	4,6	0,0
Hongrie	1	0	0,6	0,0	9,9	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Slovénie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
UE 28 Total	767	610	0,8	0,9	58,8	45,9

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	2 328	2 108	0,8	0,8	321,7	266,8
Japon	2 062	1 362	1,2	1,2	530,9	372,6
Corée	1 115	1 144	1,4	1,5	1 133,4	1 075,6
États-Unis	575	455	0,7	0,8	45,7	34,6
Reste du monde	517	397	n.a.	n.a.	0,0	0,0

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le domaine de l'énergie solaire, la Chine détient le plus grand nombre de brevets déposés au niveau national ou international et se classe au troisième rang en termes de brevets par rapport au PIB. Elle est suivie d'assez près par le Japon, dont les activités de brevets ont diminué entre 2013 et 2014 (contrairement à la Chine). La Corée se classe troisième en nombre de brevets, avec des chiffres qui stagnent entre 2013 et 2014. Mais elle occupe, sans conteste, la première place pour la part des brevets exprimée en fonction du PIB. L'Union des 28 arrive globalement derrière la Corée (avec environ la moitié du nombre de brevets déposés) et devant les États-Unis, bien

que les chiffres aient baissé en 2014 pour ces deux pays. Au sein de l'Union européenne, l'Allemagne a déposé le plus grand nombre de brevets, suivie de la France, du Royaume-Uni, de l'Espagne et des Pays-Bas. Elle se classe également première en termes de part du PIB, conjointement à la Lettonie, et suivie de l'Autriche et de la Lituanie. Ces différences entre pays s'expliquent en partie par des disparités dans les comportements ou les conditions préalables de délivrance des 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, on constate que les États européens sont souvent plus spécialisés dans l'énergie solaire que les autres pays de notre analyse. Les pays qui présentent les valeurs de spécialisation les plus élevées sont la Lettonie, la Lituanie, le Portugal, l'Espagne, l'Irlande et la Roumanie. 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 brevets au cours d'une année pourrait influencer fortement sur les indices de spécialisation. ■



L'HYDROÉLECTRICITÉ

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	15	15	0,7	0,6	5,6	5,4
France	14	13	2,0	1,8	6,9	6,1
Royaume-Uni	3	4	0,9	1,1	1,6	2,1
Pologne	6	4	5,6	3,5	15,3	8,7
Espagne	3	3	1,6	2,2	2,4	3,1
Autriche	3	2	2,6	1,2	10,9	6,5
Roumanie	2	1	10,8	4,4	17,4	7,2
Slovénie	0	1	0,0	9,4	0,0	27,7
Finlande	1	1	0,9	0,6	6,2	4,2
Rép. tchèque	0	1	1,4	3,5	1,8	4,1
Pays-Bas	2	1	1,0	0,2	3,4	0,8
Italie	8	0	4,4	0,2	5,4	0,2
Belgique	1	0	1,6	0,0	2,7	0,0
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chypre	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Danemark	1	0	0,3	0,0	2,0	0,0
Estonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	0	0	6,8	0,0	1,8	0,0
Croatie	1	0	69,3	0,0	22,9	0,0
Hongrie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	1	0	2,6	0,0	2,8	0,0
Lituanie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Luxembourg	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lettonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suède	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Slovaquie	2	0	21,6	0,0	27,9	0,0
UE 28 Total	64	45	1,3	0,9	4,9	3,4

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	185	221	1,3	1,2	25,5	27,9
Japon	68	71	0,8	0,9	17,6	19,5
Corée	36	52	0,9	1,0	36,6	49,1
États-Unis	10	7	0,2	0,2	0,8	0,5
Reste du monde	23	34	n.a.	n.a.	0,0	0,0

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

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. Le Japon, la Corée et l'Union européenne suivent assez loin derrière. La Corée a enregistré une croissance de ses dépôts de brevets entre 2013 et 2014, tandis que l'Union européenne a subi un recul. Parmi les pays européens, l'Allemagne regroupe 33 % de tous les dépôts de bre-

vets dans ce secteur, et la France 28 %. Le Royaume-Uni, la Pologne, l'Espagne, l'Autriche, la Roumanie, la Slovaquie, la Finlande, la République tchèque et les Pays-Bas affichent également un certain niveau d'activité.

Si l'on exprime les dépôts de brevets en fonction du PIB, c'est la Corée et la Chine qui arrivent en tête, suivies de la Slovaquie, du Japon, de la Pologne et de la Roumanie. Mais il faut souligner

que ces brevets comprennent également des singletons, et qu'il est donc difficile d'évaluer la compétitivité internationale en se basant sur ces chiffres.

L'indice ATR révèle un niveau de spécialisation élevé en Slovaquie, Roumanie, Pologne, République tchèque, Espagne et France. Cependant, à l'exception de la France, celui-ci est basé sur un nombre de dépôts très faible. ■



LA GÉOTHERMIE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	9	6	1,0	0,7	3,5	2,0
Suède	2	3	2,5	5,2	5,2	8,3
France	1	3	0,2	1,1	0,3	1,3
Pologne	4	2	8,5	6,9	9,2	5,6
Belgique	0	2	0,0	9,9	0,0	5,3
Italie	0	2	0,2	3,7	0,1	1,3
Pays-Bas	1	2	1,2	1,9	1,7	2,3
Autriche	0	1	0,0	1,8	0,0	3,2
Danemark	0	0	0,0	0,7	0,0	1,5
Finlande	0	0	0,0	0,4	0,0	0,9
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chypre	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rép. tchèque	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	1	0	1,6	0,0	1,0	0,0
Croatie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hongrie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lituanie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Luxembourg	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lettonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roumanie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Slovénie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Slovaquie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Royaume-Uni	2	0	1,6	0,0	1,2	0,0
UE 28 Total	20	21	1,0	1,2	1,5	1,6

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	29	40	0,5	0,7	4,0	5,1
Japon	56	40	1,6	1,5	14,4	10,9
Corée	27	23	1,7	1,3	27,6	22,0
États-Unis	11	12	0,6	0,9	0,9	0,9
Reste du monde	11	6	n.a.	n.a.	0,0	0,0

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

En ce qui concerne le nombre de brevets déposés, le secteur de la géothermie est beaucoup plus modeste que le solaire, puisqu'en 2014 ce nombre est inférieur à 50 pour chacun des pays de notre étude. Les pays de l'Union européenne ont déposé un total de 21 brevets dans l'énergie géothermique en 2014, dont 6 en provenance d'Allemagne. Les autres pays européens qui ont activement breveté des inventions dans

ce domaine cette même année sont la Suède, la France, la Pologne, la Belgique, l'Italie, les Pays-Bas et l'Autriche. Au niveau mondial, les pays qui ont déposé le plus grand nombre de brevets dans l'énergie géothermique sont le Japon et la Chine, chacun avec 40 brevets en 2014, suivis de la Corée et de l'Union européenne. Les États-Unis n'ont déposé que 12 brevets dans ce domaine en 2014. Quant aux dépôts de brevets rapportés au PIB, c'est la

Corée et le Japon qui enregistrent les plus hauts niveaux. Parmi les 28 États-membres, la Suède, la Pologne, la Belgique, l'Autriche, les Pays-Bas et l'Allemagne sont les plus actifs, tout en se situant à un niveau bien inférieur à celui du Japon ou de la Corée.

Comme indiqué précédemment, le cas des petits pays pose un problème d'échelle concernant l'indice de spécialisation. Par exemple, l'indice est élevé en Belgique, en Pologne, en Suède ou en Italie, mais il ne repose que sur quelques changements mineurs dans l'activité de brevetage. Ceci s'explique par la taille réduite du portefeuille de technologies renouvelables de ces pays, ce qui fait que des changements mineurs dans les brevets liés à ces technologies pèsent beaucoup. Globalement, le Japon et la Corée affichent une spécialisation relativement importante de leurs marchés intérieurs avec un assez grand nombre de brevets, alors que certains pays européens ont un indice de spécialisation beaucoup plus élevé mais qui est basé sur un nombre plus faible de brevets. ■



LES BIOCARBURANTS

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	50	49	0,5	0,5	18,4	17,7
France	23	33	0,8	1,2	11,3	16,1
Danemark	20	16	2,9	2,4	78,3	61,8
Pays-Bas	21	12	2,3	1,3	32,5	18,2
Pologne	17	11	4,0	2,9	44,0	26,6
Royaume-Uni	12	11	0,9	0,8	6,2	5,3
Finlande	12	11	2,4	2,1	63,3	56,3
Espagne	17	8	2,7	1,5	16,8	8,1
Italie	11	6	1,4	0,9	7,2	3,7
Roumanie	5	3	5,7	3,5	37,2	21,6
Belgique	4	3	1,8	1,3	11,7	7,8
Suède	7	3	0,9	0,4	18,7	7,1
Rép. tchèque	3	3	3,3	3,5	18,0	15,5
Luxembourg	1	2	2,2	2,9	29,1	46,4
Hongrie	3	2	8,0	9,5	29,7	19,0
Slovaquie	1	2	1,3	11,1	7,0	27,2
Slovénie	0	1	0,0	2,5	0,0	27,7
Autriche	4	1	0,8	0,1	13,0	2,2
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chypre	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estonie	0,75	0	18,5	0,0	44,5	0,0
Grèce	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Croatie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	2	0	2,3	0,0	10,2	0,0
Lituanie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lettonie	6	0	12,4	0,0	297,5	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	1	0	2,5	0,0	3,6	0,0
UE 28 Total	220	175	1,1	0,9	16,9	13,2

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	685	874	1,2	1,3	94,7	110,6
Corée	134	193	0,8	0,9	136,3	181,9
États-Unis	239	150	1,4	1,0	19,0	11,4
Japon	172	126	0,5	0,4	44,3	34,4
Reste du monde	120	105	n.a.	n.a.	0,0	0,0

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur des biocarburants, c'est de nouveau la Chine qui a déposé le plus grand nombre de brevets en 2014. Avec 874 familles de brevets, elle occupe clairement une position dominante et enregistre une croissance dans ce domaine depuis

2013. La Corée arrive en seconde position avec 193 familles de brevets. Les États-Unis et l'Union européenne ont perdu du terrain depuis 2013 et arrivent maintenant derrière la Chine et la Corée. L'Union européenne a déposé 175 familles de brevets simples

en 2014 et les États-Unis, 150. Néanmoins, le secteur des biocarburants est toujours le seul domaine 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 secteurs, la plupart des pays étant actifs dans le dépôt de brevets. L'Allemagne se classe en tête, suivie de la France, du Danemark, des Pays-Bas, de la Pologne, du Royaume-Uni et de la Finlande.

Si l'on exprime les dépôts de brevets par rapport au PIB, la Corée et la Chine occupent une solide position. Elles sont suivies d'assez loin par le Danemark et la Finlande. En ce qui concerne la spécialisation (ATR), la Slovaquie, la Hongrie, la Roumanie et la Rép. tchèque présentent les valeurs les plus élevées. Mais cela ne concerne qu'un très faible nombre de dépôts en 2014. Cependant, de nombreux pays européens affichent des valeurs positives (> 1), les pays non européens étant moins spécialisés dans ce domaine, à l'exception de la Chine, qui présente une valeur de 1,2. ■



LES ÉNERGIES MARINES

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
UE 28						
Allemagne	17	24	0,6	0,8	6,3	8,7
Royaume-Uni	19	19	4,8	4,4	9,6	9,4
France	15	13	1,8	1,5	7,4	6,2
Finlande	7	9	4,8	5,4	35,5	45,8
Espagne	9	9	4,9	4,9	8,3	8,2
Suède	8	8	3,7	3,6	21,8	20,3
Irlande	2	6	9,3	21,2	11,3	28,6
Italie	4	4	2,0	2,0	2,8	2,6
Pologne	1	3	0,8	2,1	2,6	6,2
Danemark	1	1	0,6	0,7	4,7	5,5
Pays-Bas	7	1	2,9	0,5	11,5	2,0
Portugal	2	1	22,8	7,9	8,9	5,9
Slovénie	0	1	0,0	7,9	0,0	27,7
Autriche	0	1	0,0	0,3	0,0	1,6
Luxembourg	0	1	0,0	2,3	0,0	11,1
Roumanie	0	0	0,0	0,7	0,0	1,4
Belgique	2	0	2,5	0,0	4,6	0,0
Bulgarie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chypre	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rép. tchèque	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	1	0	12,0	0,0	3,6	0,0
Croatie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hongrie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lituanie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lettonie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Slovaquie	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
UE 28 Total	94	99	1,7	1,7	7,2	7,4

Continue page suivante

Autres pays						
Chine	165	219	1,0	1,0	22,7	27,7
Corée	50	92	1,1	1,4	51,0	86,3
Japon	51	49	0,5	0,5	13,2	13,5
États-Unis	33	23	0,7	0,5	2,6	1,7
Reste du monde	42	27	n.a.	n.a.	0,0	0,0

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un domaine relativement modeste en termes de nombre de familles de brevets, mais ces chiffres reflètent les tendances générales : la Chine arrive en tête, suivie de l'Europe, de la Corée, du Japon et des États-Unis. L'Allemagne est le premier acteur européen dans ce domaine. Le Royaume-Uni arrive deuxième et la France troisième.

La Corée se classe en tête pour le dépôt de brevets rapporté au PIB. Étant donnée leur petite taille, la Finlande 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 en raison 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 observer en Europe de nombreux pays ayant un bon niveau de spécialisation dans l'énergie océanique. ■



TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

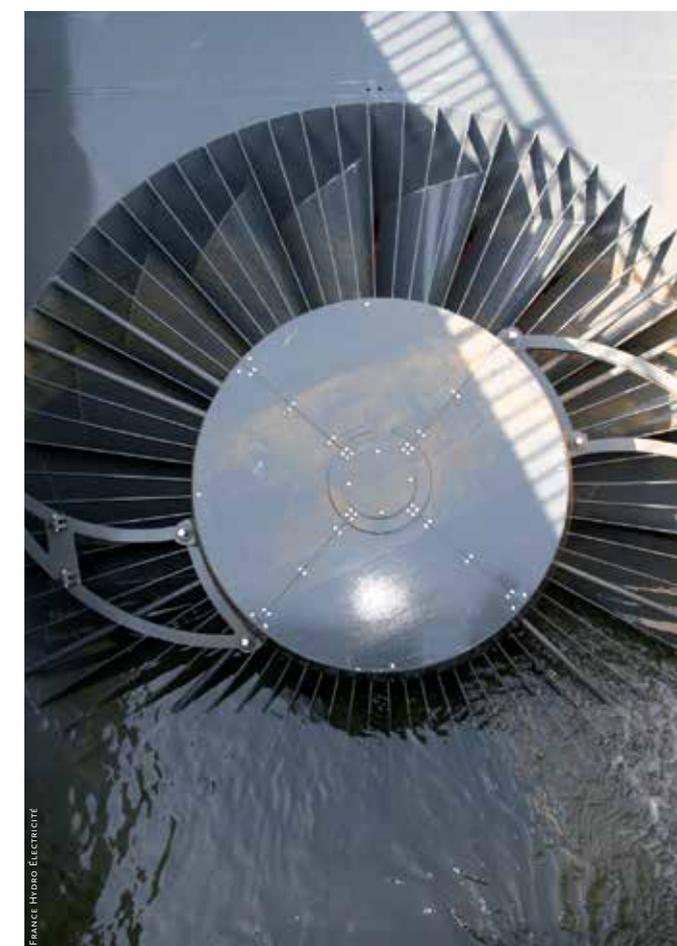
	Nombre de familles de brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2013	2014	2013	2014
UE 28				
Allemagne	718	620	265,8	224,6
France	199	195	96,8	94,1
Danemark	126	108	506,4	427,8
Espagne	125	103	122,4	99,8
Royaume-Uni	117	102	59,8	51,0
Pays-Bas	92	68	143,0	104,1
Italie	93	42	60,5	27,2
Pologne	56	40	142,1	99,6
Autriche	25	32	82,7	103,8
Suède	48	32	124,2	80,9
Finlande	35	28	187,6	147,5
Belgique	34	25	91,4	65,2
Roumanie	17	17	123,9	122,5
Irlande	11	11	60,1	56,4
Rép. tchèque	5	5	30,4	28,9
Luxembourg	4	4	92,3	96,4
Portugal	5	4	30,4	24,8
Slovénie	0	4	0,0	110,7
Slovaquie	5	4	62,8	54,3
Hongrie	5	3	49,6	28,5
Lituanie	0	2	0,0	70,6
Lettonie	11	2	542,4	97,4
Estonie	1	1	44,5	38,5
Chypre	0	1	0,0	28,6
Grèce	3	1	14,7	2,7
Bulgarie	0	0	0,0	0,0
Croatie	1	0	27,4	0,0
Malte	0	0	0,0	0,0
UE 28 Total	1 734	1 453	132,9	109,4

Continue page suivante

Autres pays				
Chine	4 060	4 182	561,0	529,3
Japon	2 624	1 847	675,6	505,2
Corée	1 630	1 783	1 657,6	1 675,8
États-Unis	1 090	802	86,7	61,1
Reste du monde	815	647	n.a.	n.a.

Note 1 : La valeur 0 indique l'absence de dépôt de brevet. Note 2 : Les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus. Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Un dernier examen des statistiques de brevetage dans l'ensemble des technologies renouvelables montre que la Chine a déposé le plus grand nombre de brevets en 2014, suivie du Japon, de la Corée, de l'Union des 28 et des États-Unis. Au sein de l'Union, on peut constater la bonne position de l'Allemagne, position qui a déjà été observée dans le domaine des investissements en R&D. On trouve également un grand nombre de brevets dans les technologies renouvelables en France, au Danemark, en Espagne, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. En termes de part du PIB, la Corée arrive en tête, suivie de la Chine et du Japon. L'Union européenne se classe à un niveau intermédiaire (supérieur) avec les États-Unis. Au sein de l'Union, le Danemark, l'Allemagne et la Finlande affichent le plus grand nombre de brevets par rapport au PIB. ■



CONCLUSION

Dans presque tous les domaines des technologies renouvelables, les pays d'Asie enregistrent les activités de brevetage les plus élevées, en chiffres absolus et relatifs (PIB), lorsqu'on inclut les dépôts de brevets ne couvrant que le marché intérieur (singletons) (voir figure 3). C'est souvent la Chine qui arrive en première position pour le nombre de familles de

brevets parmi les pays étudiés, bien que la Corée se classe souvent en tête en valeur relative exprimée en fonction du PIB. L'Europe occupe une position intermédiaire entre les pays d'Asie et les États-Unis. Mais, à part pour l'éolien, elle est plus proche du second que des premiers. Les États-Unis ne sont pas très actifs dans le dépôt de brevets liés aux technologies d'énergie renouve-

lable, hormis dans le domaine de l'énergie solaire. Les biocarburants sont le seul secteur où ils se classent parmi les quatre premiers en termes de nombre de brevets. Au sein de l'Union européenne, c'est principalement l'Allemagne qui dépose le plus grand nombre de brevets. Mais cela est dû à sa taille. En valeur relative, c'est le Danemark qui arrive en tête des pays européens.

L'Allemagne est également l'un des rares pays à afficher un certain niveau d'activité dans tous les domaines des énergies renouvelables, tandis que la plupart des autres pays se spécialisent dans une ou deux filières. Le Danemark et l'Espagne, par exemple, enregistrent un nombre remarquable de dépôts de brevets dans l'énergie éolienne, tandis que le

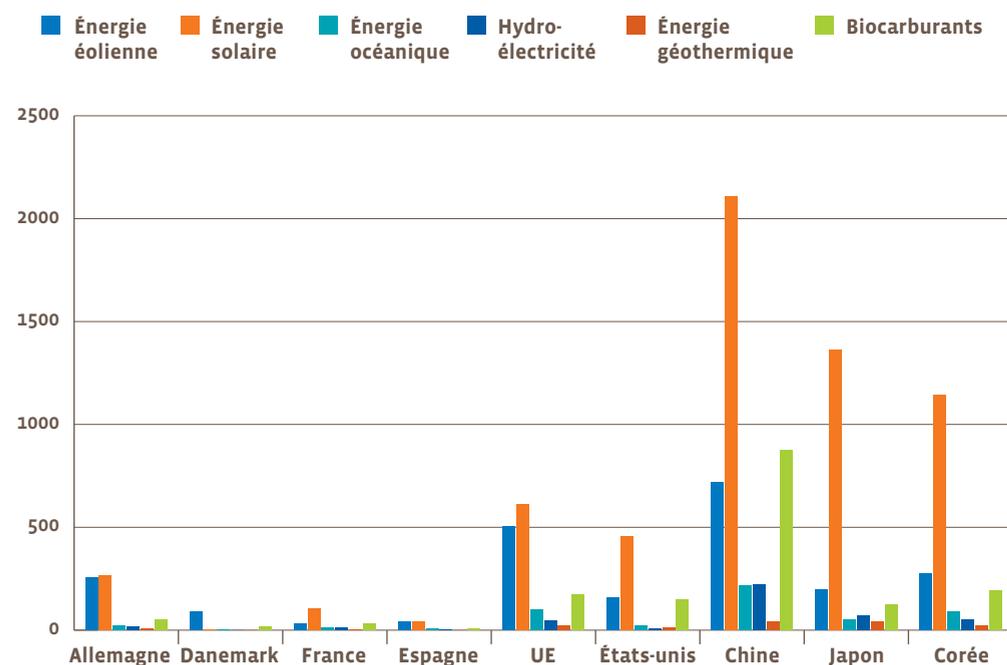
Royaume-Uni est surtout actif dans l'énergie océanique.

Concernant les différentes filières, l'énergie solaire bénéficie du plus grand nombre de dépôts de brevets au niveau européen et mondial, suivie de l'énergie éolienne. Contrairement aux importants investissements en R&D observés dans les biocarburants,

les statistiques sur les brevets révèlent des résultats relativement modestes dans ce même secteur. En ce qui concerne l'énergie océanique, les dépôts de brevets et les dépenses de R&D sont moins significatifs, malgré les ressources et le potentiel de développement technologique de ce secteur. ■

3

Nombre de familles de brevets par pays et par technologie, 2014



Note : les brevets seuls dans leur famille (singletons) ont été inclus.
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI





Commerce international

L'analyse du commerce et des flux commerciaux est devenue un élément 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 en termes d'exportations nettes (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 aussi l'avantage comparatif qui fait référence 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*. Cette part est ensuite comparée à la part des exportations de cette même technologie au niveau mondial (somme de

tous les autres pays). Par conséquent, pour ce pays, l'ACR représente la part des exportations d'une technologie (l'éolien par exemple) 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. La fonction "tanhyp-log" ne modifie pas cette interprétation générale, mais symétrise cet indicateur en le normalisant dans un intervalle compris entre -100 et +100, contrairement à l'indice ATR. Par ailleurs, l'ACR fait référence 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'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.

L'analyse porte sur les exportations de technologies renouvelables prises dans leur ensemble, mais aussi sur chaque domaine pris séparément. Ces domaines comprennent le photovoltaïque, l'éolien 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). Pour les biocarburants, les codes (22071000, 22072000) sont basés sur la classification JRC Setis dans A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&I in low-carbon energy technologies", EUR 28446 EN (2017), doi : 10.2760/447418.

TOTAL DES TECHNOLOGIES RENEUVELABLES

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
UE 28						
Allemagne	7,74 %	11,46 %	1801	419	-10	-6
Danemark	4,55 %	5,53 %	2690	1704	97	95
Espagne	1,90 %	3,64 %	971	939	5	30
Royaume-Uni	0,64 %	1,63 %	-1255	-994	-89	-67
Italie	0,75 %	1,30 %	-175	-160	-88	-83
Belgique	0,82 %	1,29 %	139	70	-81	-77
Hongrie	0,53 %	1,03 %	127	111	-22	8
Rép. tchèque	0,38 %	0,63 %	5	-15	-77	-70
Suède	0,23 %	0,48 %	-186	-116	-88	-75
Pologne	0,29 %	0,45 %	-149	-149	-90	-89
Portugal	0,20 %	0,38 %	7	12	-51	-31
Croatie	0,06 %	0,29 %	-28	3	-40	67
Slovénie	0,13 %	0,22 %	29	21	-29	-9
Slovaquie	0,13 %	0,22 %	25	25	-87	-83
Luxembourg	0,08 %	0,19 %	1	6	-8	47
Bulgarie	0,06 %	0,13 %	0	1	-76	-58
Irlande	0,06 %	0,13 %	-66	-35	-99	-98
Estonie	0,04 %	0,09 %	11	8	-60	-39
Lituanie	0,04 %	0,08 %	-9	-7	-87	-82
Roumanie	0,05 %	0,05 %	-133	-138	-97	-98
Finlande	0,02 %	0,04 %	-162	-107	-100	-99
Lettonie	0,01 %	0,03 %	-28	-24	-93	-86
Grèce	0,04 %	0,02 %	-223	-229	-90	-99
Chypre	0,00 %	0,00 %	-5	-6	-100	-99
Autriche	0,59 %	n.a.	8	n.a.	-43	n.a.

Continue page suivante

France	1,53 %	n.a.	196	n.a.	-62	n.a.
Malte	0,00 %	n.a.	-9	n.a.	-100	n.a.
Pays-Bas	2,23 %	n.a.	-309	n.a.	-24	n.a.
Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	23,08 %	29,32 %	3273	1339	-36	-25
Autres pays						
États-unis	6,52 %	13,27 %	-6 459	-3 317	-34	3
Japon	5,67 %	10,37 %	-1 270	-592	31	52
Canada	0,56 %	0,94 %	-777	-912	-90	-87
Inde	0,43 %	0,69 %	-2 772	-2 624	-88	-74
Norvège	0,01 %	0,50 %	-77	-132	-100	-48
Suisse	0,13 %	0,27 %	-270	-227	-99	-98
Russie	0,17 %	0,24 %	-120	-195	-98	-99
Turquie	0,03 %	0,05 %	-3 395	-3 446	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,01 %	0,01 %	-26	-30	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-10	-5	-100	n.a.
Chine	25,48 %	n.a.	7 345	n.a.	56	n.a.
Reste du monde	37,92 %	44,33 %	4 412	-1 104	23	37

Note: la valeur 0 indique que la part des exports nets est inférieure à 0,005 % ou 500 000 euros.
Source : EurObserv'ER 2018 d'après Comtrade ONU - taux de change OCDE/MEI.

En ce qui concerne les exportations dans les quatre technologies sélectionnées, la Chine affiche les valeurs les plus élevées en 2016, avec une part légèrement supérieure à 25 %. Cependant, on observe en 2017 une augmentation de la part des exportations de l'Union européenne (de 23 % à 29 %), tandis qu'une diminution de la part de la Chine avait été constatée dans le rapport de l'an dernier. Au niveau des pays, les plus gros exportateurs après la Chine sont les États-Unis, l'Allemagne, le Japon, le Danemark et les Pays-Bas (valeurs 2016). Tous les pays

étudiés ont vu une augmentation de leurs exportations de technologies renouvelables en 2017, les États-Unis et le Japon affichant les taux de croissance les plus élevés. Cela pourrait être dû à la baisse de la part de la Chine, observée entre 2015 et 2016¹. Les pays affichant les parts les plus modestes sont l'Albanie, Chypre, la Nouvelle-Zélande, la Grèce, la Lettonie, la Finlande, la Turquie, la Roumanie, la Lituanie et l'Estonie.

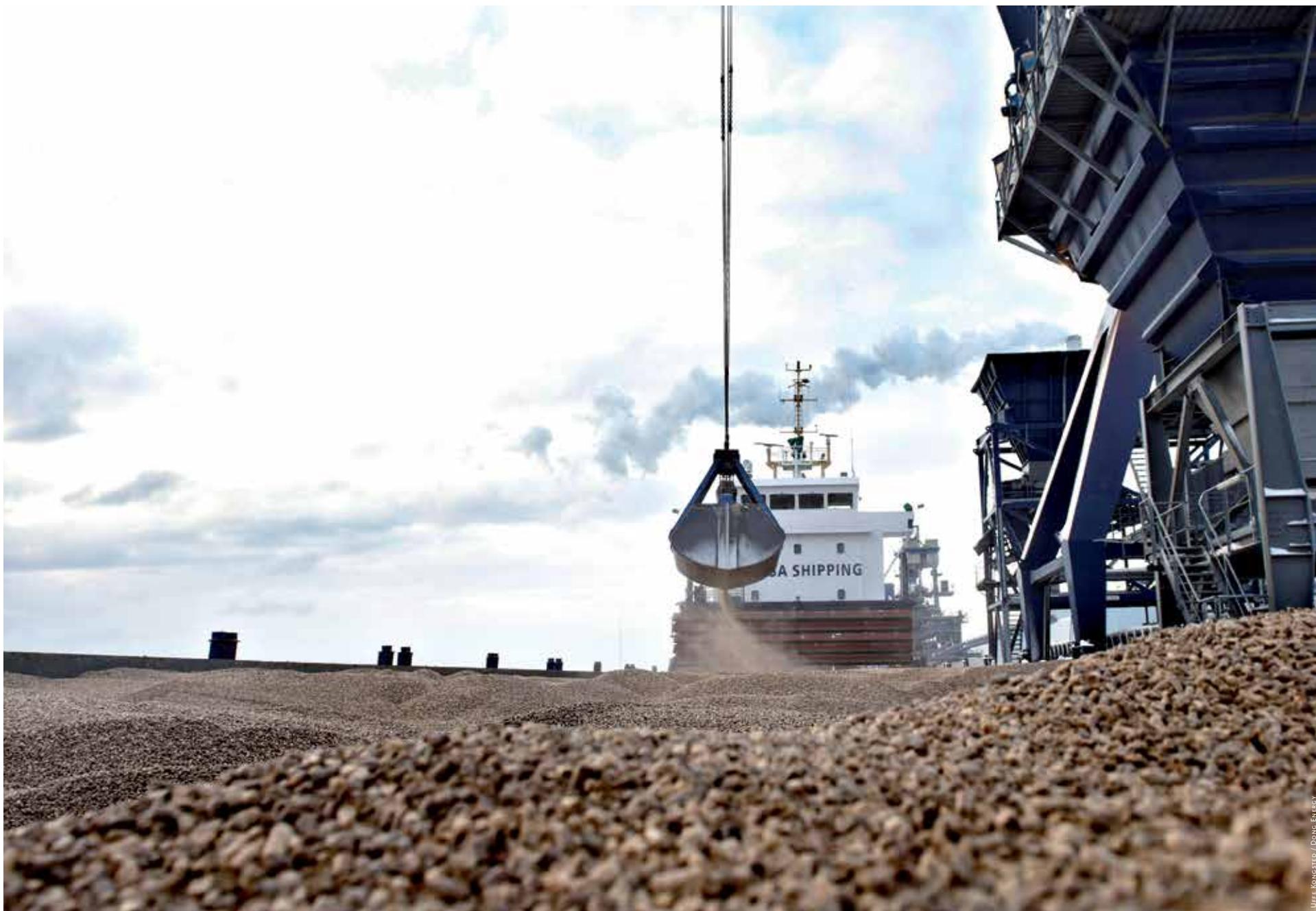
Les tendances ci-dessus doivent toutefois être nuancées par l'examen des exportations

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, ou vice versa. Cet indicateur révèle une balance commerciale très positive pour la Chine (valeur 2016), ainsi que pour l'Union européenne, mais négative pour les États-Unis. De nombreux pays

1. La valeur 2017 n'est pas disponible pour la Chine.

européens affichent une balance commerciale positive, comme le Danemark, l'Espagne, l'Allemagne, la Hongrie, la Belgique, la Slovaquie, la Slovénie et le Portugal. Ces pays exportent plus de technologies renouvelables qu'ils n'en importent. Les pays ayant le solde le plus négatif sont la Turquie, les États-Unis, l'Inde, le Royaume-Uni, le Canada et le Japon. 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 (2016), la Croatie, le Japon, le Luxembourg, l'Espagne, la Hongrie et les États-Unis, tandis que tous les autres pays (hormis le groupe "Reste du monde") présentent une spécialisation négative dans le domaine des technologies renouvelables en 2017. ■



L'ÉOLIEN

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
UE 28						
Danemark	41,80 %	41,52 %	2809	1800	100	100
Allemagne	29,32 %	24,51 %	1783	871	84	61
Espagne	15,24 %	23,64 %	1007	970	97	97
Portugal	1,53 %	2,36 %	97	103	90	91
Estonie	0,33 %	0,54 %	22	24	89	89
Croatie	0,00 %	0,38 %	-22	-11	-100	79
Irlande	0,14 %	0,38 %	-18	9	-95	-81
Belgique	0,69 %	0,35 %	26	-3	-86	-98
Pologne	0,06 %	0,28 %	-20	12	-100	-96
Grèce	0,35 %	0,13 %	-195	-164	59	-62
Royaume-Uni	0,08 %	0,09 %	-301	-625	-100	-100
Italie	0,04 %	0,08 %	-52	-20	-100	-100
Lituanie	0,02 %	0,08 %	-5	2	-97	-82
Roumanie	0,01 %	0,03 %	1	1	-100	-99
Rép. tchèque	0,03 %	0,02 %	2	1	-100	-100
Finlande	0,00 %	0,00 %	-118	-71	-100	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	-100
Lettonie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	-100
Suède	0,01 %	0,00 %	-65	-33	-100	-100
Hongrie	0,00 %	0,00 %	0	0	-100	-100
Bulgarie	0,00 %	0,00 %	-1	0	-100	-100
Slovénie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	0	-100	n.a.
Slovaquie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Autriche	0,00 %	n.a.	-7	n.a.	-100	n.a.
France	0,45 %	n.a.	-54	n.a.	-96	n.a.
Malte	0,00 %	n.a.	-1	n.a.	-100	n.a.
Pays-Bas	1,13 %	n.a.	51	n.a.	-73	n.a.
Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	93,03 %	91,49 %	4727	4951	78	75

Continue page suivante

Autres pays						
Norvège	0,00 %	3,76 %	-3	-46	-100	90
États-unis	0,22 %	1,21 %	-98	-134	-100	-98
Inde	0,11 %	0,34 %	1	11	-99	-93
Canada	0,14 %	0,02 %	-86	-247	-99	-100
Turquie	0,02 %	0,01 %	-797	-223	-100	-100
Russie	0,00 %	0,01 %	-16	-36	-100	-100
Japon	0,00 %	0,01 %	-67	-153	-100	-100
Suisse	0,01 %	0,01 %	-11	0	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,02 %	0,00 %	-2	0	-98	-100
Chine	7,87 %	n.a.	529	n.a.	-49	n.a.
Reste du monde	0,38 %	0,23 %	-2 467	-1 336	-100	-100

Note: la valeur 0 indique que la part des exports nets est inférieure à 0,005 % ou 500 000 euros.
Source : Eurobserv'ER 2018 d'après Comtrade ONU - taux de change OCDE/MEI.

Dans l'éolien, c'est sans conteste le Danemark qui assure la plus grande part des exportations mondiales, soit 42 %. Il est suivi de l'Allemagne, dont la part atteint presque 25 %. Ces deux pays sont donc à l'origine des deux tiers des exportations mondiales liées aux technologies éoliennes. Et si l'on ajoute l'Espagne (24 %), on peut affirmer que près de 90 % de toutes les exportations dans ce domaine proviennent de ces trois pays européens. L'Union européenne dans son ensemble est responsable de 94 % des exportations mondiales dans l'éolien. En 2016, la part des exportations chinoises est relativement modeste, soit 7,9 % (2016). La Chine est suivie de la Norvège, du Portugal et des États-Unis.

Ce modèle se retrouve aussi dans la balance commerciale. Ici, les balances commerciales les plus excédentaires peuvent aussi être observées au Danemark, en Espagne, en Allemagne et en Chine (2016), cette dernière enregistrant un solde bien inférieur à ceux des trois autres pays.

En ce qui concerne l'ACR, on constate que le Danemark, l'Espagne, le Portugal, l'Estonie, la Croatie et l'Allemagne sont hautement spécialisés dans le commerce des produits liés à la technologie éolienne. Quant à la Chine, elle n'est pas spécialisée dans ce domaine en 2016 ; en revanche, elle semble clairement avoir mis l'accent sur les technologies photovoltaïques. ■

LE PHOTOVOLTAÏQUE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
UE 28						
Allemagne	5,22 %	10,55 %	273	-92	-46	-14
Italie	0,67 %	1,33 %	-118	-133	-90	-82
Royaume-Uni	0,32 %	0,80 %	-810	-304	-97	-91
Rép. tchèque	0,29 %	0,57 %	-51	-48	-85	-75
Belgique	0,30 %	0,52 %	-100	-112	-97	-96
Croatie	0,07 %	0,35 %	-2	19	-24	75
Luxembourg	0,10 %	0,28 %	3	9	18	71
Pologne	0,24 %	0,25 %	-89	-136	-93	-96
Espagne	0,12 %	0,20 %	-56	-79	-99	-99
Slovénie	0,10 %	0,16 %	3	-4	-53	-40
Hongrie	0,07 %	0,15 %	-143	-176	-98	-95
Danemark	0,05 %	0,12 %	-48	-11	-98	-96
Suède	0,07 %	0,10 %	-38	-41	-99	-99
Irlande	0,04 %	0,10 %	-4	-2	-100	-99
Portugal	0,03 %	0,07 %	-66	-73	-98	-96
Lituanie	0,04 %	0,07 %	-1	-10	-87	-85
Slovaquie	0,06 %	0,07 %	-17	-22	-97	-98
Finlande	0,02 %	0,06 %	-41	-35	-99	-98
Roumanie	0,01 %	0,04 %	-97	-85	-100	-99
Estonie	0,00 %	0,01 %	-9	-15	-100	-98
Lettonie	0,01 %	0,01 %	-6	-4	-97	-99
Grèce	0,00 %	0,01 %	-10	-12	-100	-100
Bulgarie	0,00 %	0,01 %	-24	-30	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	-4	-6	-100	-99
Autriche	0,30 %	n.a.	-137	n.a.	-81	n.a.
France	0,71 %	n.a.	-194	n.a.	-90	n.a.
Malte	0,00 %	n.a.	-8	n.a.	-100	n.a.
Pays-Bas	1,52 %	n.a.	-212	n.a.	-56	n.a.
Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	10,39 %	15,80 %	-2004	-1400	-82	-70

Continue page suivante

Autres pays						
Japon	7,36 %	15,01 %	-817	-53	52	74
États-unis	4,35 %	9,30 %	-7 813	-4 758	-64	-32
Canada	0,54 %	0,97 %	-155	-163	-91	-86
Inde	0,24 %	0,49 %	-2740	-2 559	-96	-86
Suisse	0,12 %	0,34 %	-175	-132	-99	-96
Russie	0,04 %	0,07 %	-132	-168	-100	-100
Turquie	0,02 %	0,03 %	-2 489	-3 158	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	-20	-19	-100	-100
Norvège	0,01 %	0,00 %	-17	-21	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Chine	31,36 %	n.a.	6 852	n.a.	69	n.a.
Reste du monde	45,58 %	58,00 %	7 305	833	40	58

Note: la valeur 0 indique que la part des exports nets est inférieure à 0,005 % ou 500 000 euros.
Source : Eurobserv'ER 2018 d'après Comtrade ONU - taux de change OCDE/MEI.

Après cet aperçu général, examinons maintenant la part des exportations dans le secteur du photovoltaïque. La Chine confirme une fois de plus sa position dominante. En 2016, plus de 31 % des exportations mondiales du secteur provenaient de Chine. Les autres grands pays exportateurs sont le Japon (15 %), l'Allemagne (10,5 %) et les États-Unis (9 %) en 2017. Globalement, les pays de l'Union européenne représentent 15,8 % des exportations mondiales. La part de l'Allemagne étant de 10,5 %, elle y contribue donc pour les deux tiers.

la Turquie et de l'Inde présentent les balances commerciales les plus déficitaires. Ces pays dépendent donc fortement des importations en provenance d'autres pays. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de l'ACR. La Croatie est le pays le plus spécialisé dans les produits liés à la technologie photovoltaïque, suivie du Japon, du Luxembourg, de la Chine (2016) et de l'Allemagne, bien que les valeurs de spécialisation soient négatives pour ce derniers pays. ■

Concernant les exportations nettes, la Chine (2016), la Croatie et le Luxembourg sont les seuls pays à enregistrer des valeurs positives. Tous les autres pays de cette étude importent plus de technologies photovoltaïques qu'ils n'en exportent. Les États-Unis, suivis de

LES BIOCARBURANTS

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
UE 28						
Royaume-Uni	3,46 %	6,25 %	-153	-66	26	48
Hongrie	4,50 %	5,54 %	267	286	96	94
Allemagne	3,71 %	5,13 %	-343	-395	-69	-70
Belgique	4,97 %	5,12 %	209	173	58	34
Suède	1,66 %	2,44 %	-70	-40	55	57
Espagne	0,95 %	1,97 %	-13	31	-57	-29
Pologne	0,93 %	1,41 %	-42	-25	-30	-27
Slovaquie	0,81 %	1,01 %	43	47	45	34
Italie	0,69 %	0,83 %	-85	-72	-90	-92
Rép. tchèque	0,69 %	0,65 %	14	-4	-39	-69
Bulgarie	0,49 %	0,61 %	22	26	79	71
Lettonie	0,07 %	0,14 %	-7	-4	-9	29
Lituanie	0,06 %	0,12 %	-3	1	-75	-61
Irlande	0,10 %	0,07 %	-43	-42	-97	-99
Danemark	0,01 %	0,05 %	-70	-83	-100	-99
Roumanie	0,09 %	0,04 %	-48	-57	-90	-99
Portugal	0,03 %	0,02 %	-26	-19	-99	-100
Estonie	0,01 %	0,02 %	-2	-1	-94	-95
Slovénie	0,01 %	0,01 %	-4	-4	-100	-100
Croatie	0,01 %	0,01 %	-5	-7	-99	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Grèce	0,01 %	0,00 %	-17	-20	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Finlande	0,00 %	0,00 %	-1	0	n.a.	n.a.
Autriche	1,58 %	n.a.	60	n.a.	49	n.a.
France	7,88 %	n.a.	402	n.a.	73	n.a.
Malte	0,00 %	n.a.	-1	n.a.	-100	n.a.
Pays-Bas	8,97 %	n.a.	-153	n.a.	82	n.a.
Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	41,66 %	31,46 %	-71	-277	22	-18

Continue page suivante

Autres pays						
États-unis	29,60 %	39,00 %	1439	1546	82	80
Canada	0,96 %	1,41 %	-485	-490	-74	-72
Inde	1,34 %	1,10 %	-87	-111	-22	-46
Russie	0,65 %	0,90 %	41	48	-77	-84
Suisse	0,04 %	0,02 %	-63	-69	-100	-100
Japon	0,01 %	0,02 %	-387	-407	-100	-100
Turquie	0,01 %	0,01 %	-53	-57	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	-2	-2	-100	-100
Norvège	0,00 %	0,00 %	-41	-38	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-2	0	-99	n.a.
Chine	0,35 %	n.a.	-346	n.a.	-100	n.a.
Reste du monde	25,38 %	26,08 %	98	-381	-17	-14

Note: la valeur 0 indique que la part des exports nets est inférieure à 0,005 % ou 500 000 euros.
Source : EurObserv'ER 2018 d'après Comtrade ONU - taux de change OCDE/MEI.

Dans les biocarburants (qui comprennent les alcools éthyliques dont la teneur en alcool est supérieure ou égale à 80 % vol. ainsi que les alcools dénaturés), une image différente se dégage. Ici, ce sont les États-Unis qui occupent la première place, suivis de l'Union européenne. En 2017, plus de 70 % des exportations mondiales dans les biocarburants proviennent de ces deux régions du monde. Mais là aussi, une baisse apparaît clairement au sein de l'Union européenne depuis 2016, alors que dans le même temps les États-Unis enregistrent une hausse de leurs activités d'exportation. Les autres acteurs importants sont les Pays-Bas (valeur 2016), la France (2016), le Royaume-Uni, la Hongrie et l'Allemagne. Concernant les exportations nettes, la valeur élevée des États-Unis montre qu'ils exportent beaucoup plus de technologies

liées aux biocarburants qu'ils n'en importent. Les balances commerciales les plus excédentaires sont ensuite observées en France (2016), en Hongrie et en Belgique, tandis que les plus déficitaires sont celles du Canada, du Japon, de la Chine (2016) et de l'Allemagne. Ces pays dépendent donc fortement des importations en provenance d'autres pays dans le domaine des biocarburants. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de l'ACR. La Hongrie est le pays le plus spécialisé dans les produits liés aux biocarburants, suivie des Pays-Bas (2016), des États-Unis, de la France (2016), de la Bulgarie et de la Suède. ■

L'HYDROÉLECTRICITÉ

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
UE 28						
Italie	7,46 %	13,69 %	80	65	73	83
Allemagne	9,08 %	9,95 %	89	35	5	-19
Rép. tchèque	3,65 %	7,24 %	40	35	85	92
Slovénie	2,69 %	6,44 %	30	29	99	100
Espagne	3,24 %	4,54 %	34	17	53	49
Belgique	0,39 %	2,12 %	4	12	-95	-48
Royaume-Uni	1,34 %	1,97 %	9	1	-59	-56
Bulgarie	0,36 %	1,42 %	4	6	64	94
Roumanie	1,20 %	0,88 %	10	2	79	38
Portugal	0,52 %	0,69 %	2	1	36	27
Croatie	0,20 %	0,43 %	1	1	67	83
Pologne	0,11 %	0,26 %	1	1	-98	-96
Suède	0,22 %	0,22 %	-13	-2	-89	-94
Hongrie	0,24 %	0,17 %	3	1	-76	-94
Estonie	0,00 %	0,13 %	0	1	-100	0
Slovaquie	0,24 %	0,09 %	0	0	-61	-97
Finlande	0,04 %	0,09 %	-3	-1	-98	-95
Danemark	0,03 %	0,05 %	-1	-2	-99	-99
Lituanie	0,02 %	0,01 %	0	0	-98	-99
Irlande	0,00 %	0,01 %	-1	-1	-100	-100
Grèce	0,00 %	0,00 %	0	-34	-100	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Lettonie	0,00 %	0,00 %	-15	-16	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Autriche	9,06 %	n.a.	91	n.a.	98	n.a.
France	5,52 %	n.a.	41	n.a.	51	n.a.
Malte	0,00 %	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.
Pays-Bas	0,35 %	n.a.	4	n.a.	-97	n.a.
Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	45,99 %	50,38 %	410	149	31	28

Continue page suivante

Autres pays						
États-unis	4,68 %	13,39 %	13	29	-60	4
Inde	4,54 %	7,53 %	54	35	76	89
Japon	0,87 %	5,65 %	0	22	-92	-3
Russie	3,38 %	2,78 %	-13	-39	55	-8
Suisse	1,43 %	2,16 %	-20	-25	-30	-15
Canada	1,46 %	2,15 %	-51	-11	-49	-46
Turquie	0,60 %	1,46 %	-56	-8	-39	10
Norvège	0,41 %	0,40 %	-16	-26	-33	-64
Nouvelle-Zélande	0,06 %	0,16 %	-3	-8	-88	-60
Albanie	0,00 %	0,00 %	-8	-5	n.a.	n.a.
Chine	24,40 %	n.a.	311	n.a.	53	n.a.
Reste du monde	12,19 %	13,95 %	-524	-220	-72	-65

Note: la valeur 0 indique que la part des exports nets est inférieure à 0,005 % ou 500 000 euros.
Source : EurObserv'ER 2018 d'après Comtrade ONU - taux de change OCDE/MEI.

Dans le secteur de l'hydro-électricité, la situation est plus équilibrée que dans le photovoltaïque ou l'éolien. Au sein de l'Union européenne, les pourcentages les plus élevés sont observés en Italie (14 %), en Allemagne (10 %), en Tchéquie (7 %), en Slovaquie (6 %) et en Espagne (5 %). L'Union européenne dans son ensemble est responsable de la moitié des exportations mondiales dans ce secteur. Cette part a augmenté depuis 2016, bien que l'on ne connaisse pas les chiffres de l'Autriche ni de la France (ceux-ci s'élevaient respectivement à 9 % et 5 % en 2016).

L'analyse au niveau national révèle la position dominante de la Chine (24 % en 2016), position toutefois moins favorable que dans le secteur du photovoltaïque. Les États-Unis, mais aussi

l'Inde, dans une certaine mesure, affichent des valeurs relativement élevées, soit respectivement 13 % et 8 % du commerce mondial. Les balances commerciales les plus excédentaires, au sein de l'Union européenne, sont enregistrées par l'Italie, l'Allemagne, la Tchéquie, la Slovaquie et l'Espagne. Toutefois, c'est la Chine qui présente la valeur la plus élevée à l'échelle mondiale (2016). La balance est également excédentaire en Inde ainsi qu'aux États-Unis.

Les indices de spécialisation révèlent une situation assez favorable en Europe, où huit États-membres présentent un ACR positif (voire dix, si l'on prend en compte les chiffres 2016 de la France et de l'Autriche). La Chine aussi présente une valeur positive en 2016, mais sa spécialisation est encore plus marquée dans le

photovoltaïque. Parmi les pays extracommunautaires, c'est l'Inde qui est la plus spécialisée dans le domaine de l'hydroélectricité. ■

CONCLUSION

L'analyse des données relatives à l'exportation des technologies énergétiques renouvelables montre la position solide occupée par la Chine. Sa force provient principalement de ses atouts dans le photovoltaïque, mais également dans l'énergie hydroélectrique, alors que sa part dans l'éolien est encore faible. Néanmoins, la Chine tient toujours une place relativement importante dans les exportations mondiales et, du fait de sa position de leader dans les brevets, sa part devrait augmenter dans l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables. Dans le secteur des biocarburants, elle arrive loin derrière l'Union européenne, mais ses résultats de recherche sont très solides dans ce domaine.

D'autres pays occupent une très bonne position dans les domaines de l'énergie éolienne et de l'hydroélectricité. Dans l'éolien, le Danemark en particulier, mais aussi l'Allemagne et l'Espagne sont très compétitifs, dominant les marchés exports à l'échelle mondiale. Ces pays génèrent à eux trois plus de 90 % des exportations mondiales, tandis que la Chine ne joue qu'un rôle mineur. Cependant, le pays rattrape son retard,

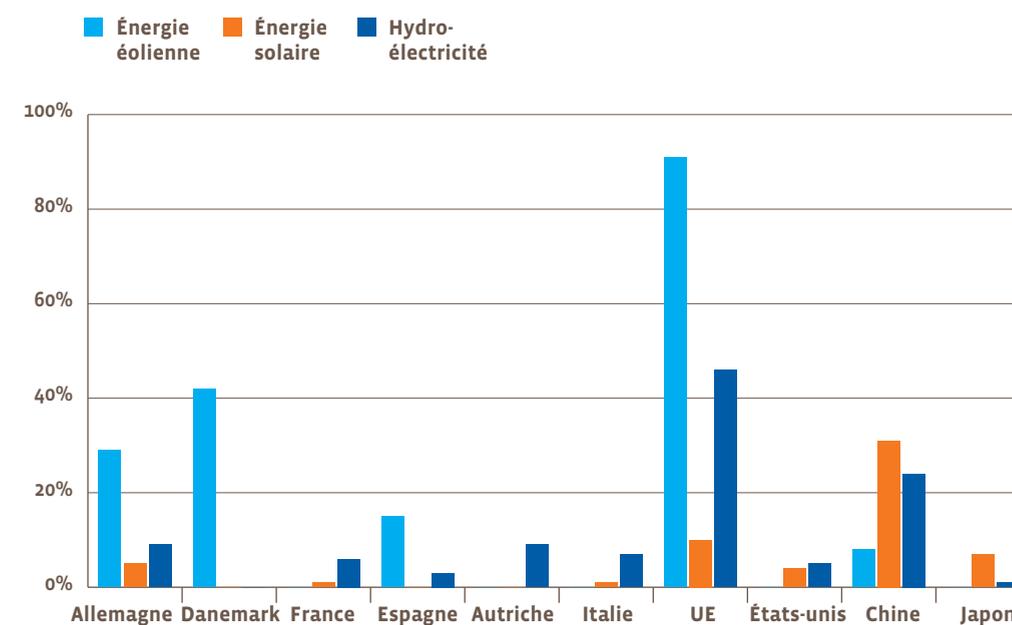
tant en termes de brevets que de parts de marché (c'est du moins ce qui ressort de la comparaison des chiffres de 2015 et de 2016).

Dans le domaine de l'hydroélectricité, la situation est très équilibrée. Plusieurs pays européens sont actifs sur les marchés exports à l'échelle mondiale, tandis que la Chine est responsable d'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) ainsi que dans l'exportation, et pourrait devenir, à terme, un acteur concurrentiel. Cependant, l'Union européenne progresse après un léger recul entre 2015 et 2016 (voir le rapport de l'an dernier).

Dans l'ensemble, l'UE jouit d'une forte compétitivité dans tous les secteurs des énergies renouvelables et a gagné des parts de marché en 2017. Les États-Unis ont acquis une position solide, et qui va en se renforçant, dans le seul secteur des biocarburants, tandis que leur contribution est très inférieure à celle de l'Union européenne dans d'autres secteurs des ENR (voir figure 4). ■

4

Part des exportations mondiales de certains pays, 2016 (%)



Source : Comtrade ONU

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. L'accroissement de la production d'énergie renouvelable intermittente, notamment à partir de l'éolien et du solaire, rend de plus en plus difficile l'équilibrage de la production (et de la demande) et néces-

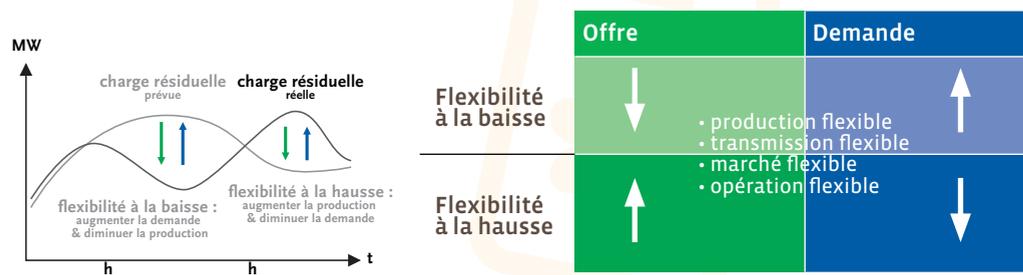
site davantage d'ajustements pour assurer la stabilité du système. Par exemple, une baisse inattendue de la demande avec une augmentation simultanée de la production d'énergie éolienne au-dessus de la valeur estimée exige des ajustements supplémentaires. Pour atténuer les écarts dans la demande et la production d'énergie, plusieurs options de flexibilité sont possibles. Au départ, lorsque les énergies

renouvelables intermittentes provenant des centrales éoliennes et photovoltaïques étaient faibles, de petits ajustements de production au moyen de capacités de production flexibles étaient suffisants. Mais avec l'accroissement de la part de l'énergie éolienne ou solaire, cela devient plus difficile. Par exemple, en cas d'augmentation simultanée de la demande et de diminution de la production d'énergie éolienne, une forte montée en puissance est nécessaire.

tème face à ces variations, il est possible d'appliquer différents mécanismes. On peut par exemple augmenter la demande ou diminuer la production (flexibilité à la baisse), ou inversement, diminuer la demande et augmenter la production (flexibilité à la hausse). Des variations imprévues au sein d'un pays peuvent aussi être compensées par des transferts transfrontaliers, les marchés à court terme ou des ajustements côté demande. Ainsi, la flexibilité du système électrique peut être assurée non seulement du côté de l'offre mais aussi de la demande, par l'infrastructure de transmission entre les pays et par les marchés. Toutes ces options sont de plus en plus importantes pour intégrer avec succès les énergies renouvelables dans le système électrique. Pour décrire le degré de flexibilité d'un système, on applique une série d'indicateurs permettant de mesurer la flexibilité de la capacité de production et de la transmission, la flexibilité opérationnelle et commerciale (voir figure 1).

1

Besoins de flexibilité du système électrique



Note : La charge résiduelle est la différence entre la charge et la production d'électricité à partir de sources renouvelables variables.
Source : EurObserv'ER 2018

Note méthodologique

Dans un premier temps, sont identifiées les situations dans lesquelles une grande flexibilité du système est requise. Ces situations sont dénommées périodes critiques et sont définies comme les périodes où la différence entre la charge prévue, la charge réelle et la production d'électricité intermittente est la plus grande. Ainsi, les périodes critiques sont soit celles où la production d'électricité intermittente prévue est plus importante et la charge prévue inférieure à la charge réelle, soit celles où la production d'électricité intermittente prévue est inférieure et la charge prévue est supérieure à la charge réelle. Dans le premier cas (flexibilité à la hausse), un volume d'électricité supplémentaire est requis, soit par une montée en puissance de la production conventionnelle, soit par la transmission, soit par le biais d'un ajustement du marché intraday ou de réserves, soit par une réduction de la charge. Le second cas (flexibilité à la baisse) implique de réduire plus spécifiquement la production d'électricité renouvelable. Cela présente le risque de réduire la durabilité et la rentabilité de la production, mais cela est réalisable, dans la plupart des situations. En revanche, la montée en puissance dans un temps très court est une opération plus complexe en raison des contraintes techniques que cela suppose. Ainsi, la flexibilité à la hausse revêt un intérêt tout particulier. Nous l'analyserons ci-dessous, en fonction de la production, de la transmission et de l'équilibrage.

Pour décrire la flexibilité d'un système au cours des périodes critiques, on utilise quatre indicateurs qui couvrent la production, la transmission, le marché et l'exploitation du système. Vous trouverez une description détaillée de cette approche méthodologique sur le lien suivant : www.eurobserv-er.org.

- **Flexibilité de production** : la production réelle utilisée au cours des périodes critiques est comparée à la capacité flexible disponible dans les pays concernés. La capacité flexible disponible se définit par les capacités de production qui peuvent être mises à disposition dans un délai de 15 minutes : toutes les capacités pouvant être mobilisées pour l'ajustement de la production dans les 15 minutes sont incluses (flexibilité à la hausse). Cela représente la flexibilité techniquement disponible du système, afin qu'il s'adapte à une situation dans laquelle la production et la demande sont en déséquilibre.
- **Flexibilité de transmission** : les exportations ou importations réelles, au cours des périodes critiques, sont comparées aux capacités de transmission disponibles. Idéalement, la capacité de transmission disponible est une capacité de transfert comparée aux frontières. Mais, en raison du manque de données, la capacité de transmission disponible est définie comme étant la capacité d'importation maximale d'un pays pour l'année concernée.
- **Flexibilité du marché** : les volumes réels échangés intraday, lors des périodes critiques, sont comparés aux volumes d'échange maximum disponibles pour l'année concernée. L'indicateur montre à quel niveau se situe le marché intraday par rapport au volume d'échange maximal, indiquant ainsi le niveau de gravité de la situation.
- **Flexibilité opérationnelle** : les volumes réels de réserve secondaire et tertiaire utilisés au cours des périodes critiques sont comparés à la réserve maximale de l'année concernée. Cela est employé comme un indicateur du volume de réserve disponible/contractualisé.

RÉSULTATS

Les résultats présentés dans cet aperçu illustrent les situations dans lesquelles une flexibilité à la hausse s'impose afin de garantir l'approvisionnement en énergie. Les barres bleues illustrent la relation entre la capacité flexible en fonctionnement pendant la période critique et la capacité flexible disponible estimée, c'est-à-dire le pourcentage de la capa-

cité utilisée au cours de la période critique identifiée. Plus la barre se rapproche de 100 % (ligne orange), plus le potentiel de flexibilité restant dans le système est faible.

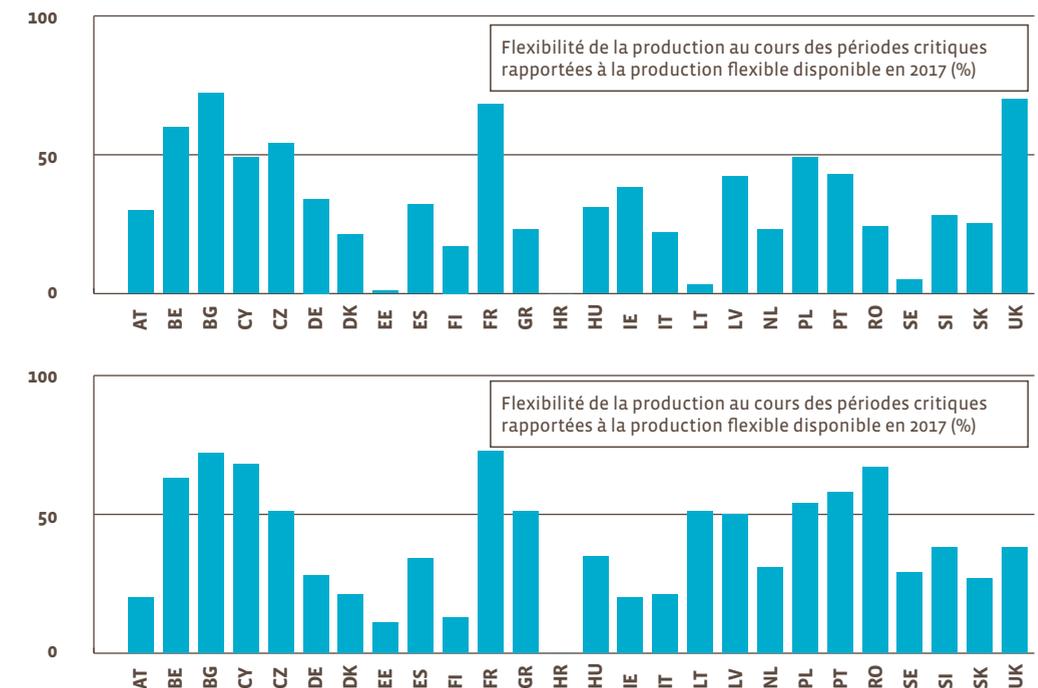
FLEXIBILITÉ DE PRODUCTION

Pour mesurer la flexibilité à la hausse, nous calculons la part de la capacité de production pilotable utilisée dans les périodes critiques

par rapport à la production flexible disponible totale estimée. Ainsi, dans chaque système énergétique des États-membres, la production flexible totale disponible est estimée pour toutes les technologies de production disponibles dans le système de production d'énergie. Elle est ensuite pondérée en

2

Flexibilité de la production au cours des périodes critiques de en 2016 et 2017



Note : absence de données pour HR, LU et MT. Données incomplètes pour BG, EE, GR, HU, NL, PT, SE et UK.
Source : EurObserv'ER 2018 – évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2018

fonction des temps de montée en puissance puis comparée aux capacités flexibles réelles en fonctionnement au cours des périodes critiques de chaque pays. Les résultats sont représentés figure 2.

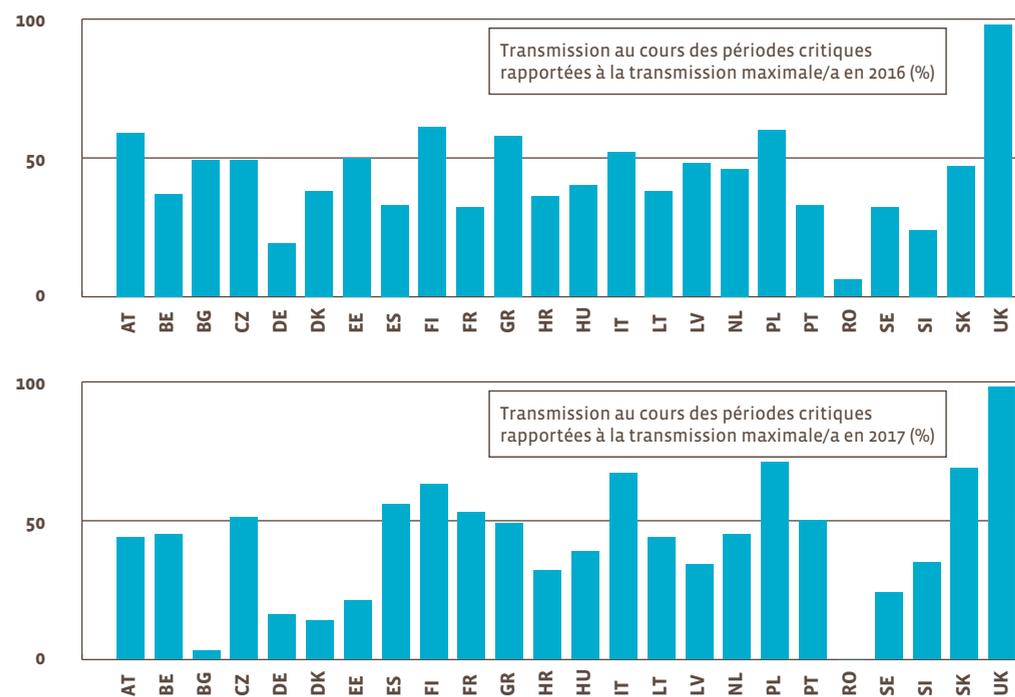
Dans l'ensemble, tous les États-membres disposent d'une marge de flexibilité suffisante dans leur production. Même si le nombre de pays (11) utilisant plus de 50 % de leur capacité de production

flexible a augmenté entre 2016 et 2017 (5), aucun d'entre eux ne s'est rapproché du seuil critique (100 %). La Lituanie, le Portugal et la Roumanie ont eu recours à des stations de pompage-turbinage pendant ces périodes, complétées par des centrales à gaz. Mais dans certains pays, même durant les périodes critiques, les technologies de production existantes dominent la

structure du mix énergétique : nucléaire en France, lignite et nucléaire en Tchéquie, charbon et lignite en Pologne. Alors que l'Estonie, la Lettonie et la Suède affichent des niveaux de capacités flexibles utilisées plus élevés en 2017 qu'en 2016, le Danemark, la Finlande et l'Italie restent en deçà du seuil de 25 %.

3

Flexibilité à la hausse, via la transmission, au cours des périodes critiques de 2016 et 2017



Note : Absence de données pour CY, IE, LU et MT. Données incomplètes pour HU, PL, RO, SK et UK.

Source : EurObserv'ER 2018 - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2018

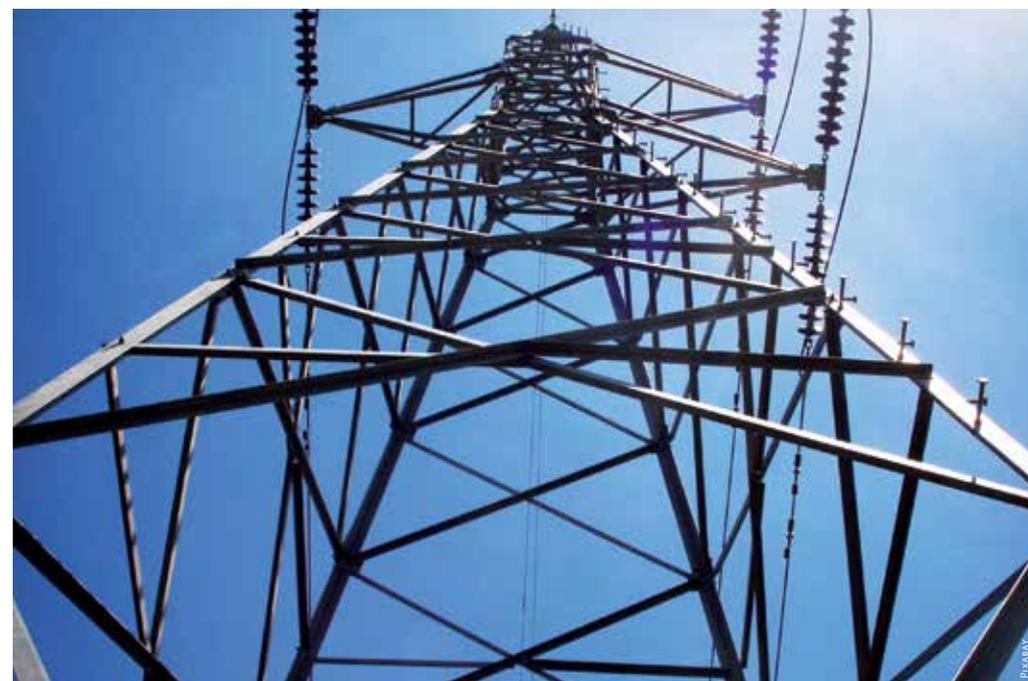
FLEXIBILITÉ DE TRANSMISSION

Pour illustrer la flexibilité offerte par les échanges transfrontaliers, les flux d'importation en période critique sont comparés aux flux d'importation maximum, sur une base horaire, au cours de l'année concernée. La figure 4 illustre la flexibilité à la hausse (importations) requise au cours des périodes critiques de 2016 et 2017. Plus la barre se rapproche de 100 % (ligne orange), plus on a utilisé la capacité d'interconnexion disponible pendant les périodes critiques (plus la situation est grave).

En 2016 et 2017, la flexibilité du système électrique (en termes

de transmission) a été largement sous-utilisée dans l'Union européenne, sauf au Royaume-Uni où les flux d'importation ont presque atteint leur valeur maximale au cours des périodes critiques, comme l'année précédente. Au niveau de l'Union européenne, environ 43 % des valeurs maximales annuelles ont été utilisés pour la flexibilité à la hausse, dans des situations extrêmes, au cours des deux années. Les grands pays tels que l'Allemagne, la France et l'Italie affichent généralement des flux transfrontaliers élevés. Alors que l'Italie a atteint les deux tiers de ses capacités d'interconnexion et la France environ la moitié, l'Allemagne a réduit ses impor-

tations d'électricité durant les périodes critiques à 16 % de leur valeur maximale, en 2017. La Finlande et la Pologne ont conservé leur part de flexibilité de transmission relativement élevée en 2017, tandis que cet indicateur a diminué pour le Danemark et la Suède. La Bulgarie a utilisé une faible capacité de transfert pendant les périodes critiques analysées en 2017, mais elle a atteint une part proche de 50 % en 2016. De même, l'Estonie a été également moins active en termes de transmission pendant les périodes critiques de 2017. De nombreux pays disposent donc encore d'un potentiel de



flexibilité important grâce à la transmission transfrontalière en période critique.

FLEXIBILITÉ DU MARCHÉ

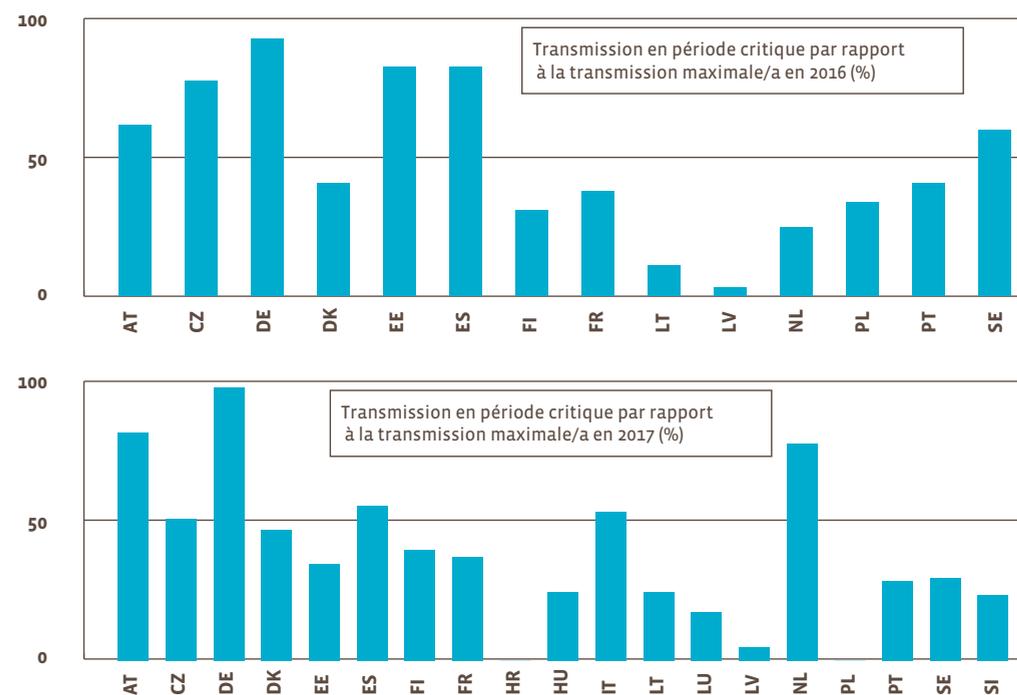
La flexibilité du marché est basée sur les volumes négociés en intraday, comme l'illustre la figure 4. Les barres représentent le volume négocié dans les périodes critiques par rapport au volume horaire maximal négocié dans

une année. Plus la barre bleue se rapproche de la ligne orange (100 %), plus le marché intraday a servi de mécanisme d'ajustement. Les données ne sont pas disponibles pour tous les États membres de l'Union européenne. Les indicateurs de flexibilité du marché décrits varient entre 2016 et 2017. En 2017, les plus gros volumes d'échange d'électricité de tous les marchés intraday consi-

dérés ont été atteints au sein des Bourses allemande, autrichienne et luxembourgeoise. Lors des périodes critiques de ces deux années, la valeur maximale de l'indicateur a été obtenue en Allemagne. En revanche, la Tchéquie, l'Estonie, l'Espagne et la Suède ont recouru de façon importante à la flexibilité du marché en 2016 et beaucoup moins en 2017. Alors que le Danemark, la Finlande, la

4

Flexibilité du marché au cours des périodes critiques de 2016 et 2017



Note : En 2017, aucun marché intraday n'était disponible pour BG, CY, GR, IE, MT et SK. Absence de données pour BE, RO et UK. En 2016, absence de données pour HR, HU, IT et SI. Données incomplètes pour NL. AT, DE et LU ont un marché commun mais différentes périodes critiques.

Source : EurObserv'ER 2018 - calculs propres basés sur les données des échanges d'électricité ; téléchargement oct. 2018

France et le Portugal se sont maintenus dans la moitié inférieure de leur volume échangé intraday, la Croatie et la Pologne n'ont utilisé aucun échange intraday pour compenser des changements imprévus dans la demande ou la production intermittente en 2017. Cela s'explique par le fait que la Croatie vient d'ouvrir son marché intraday en 2017. La part de la Pologne était déjà faible en 2016

(un tiers de son volume de marché) et a encore diminué en 2017.

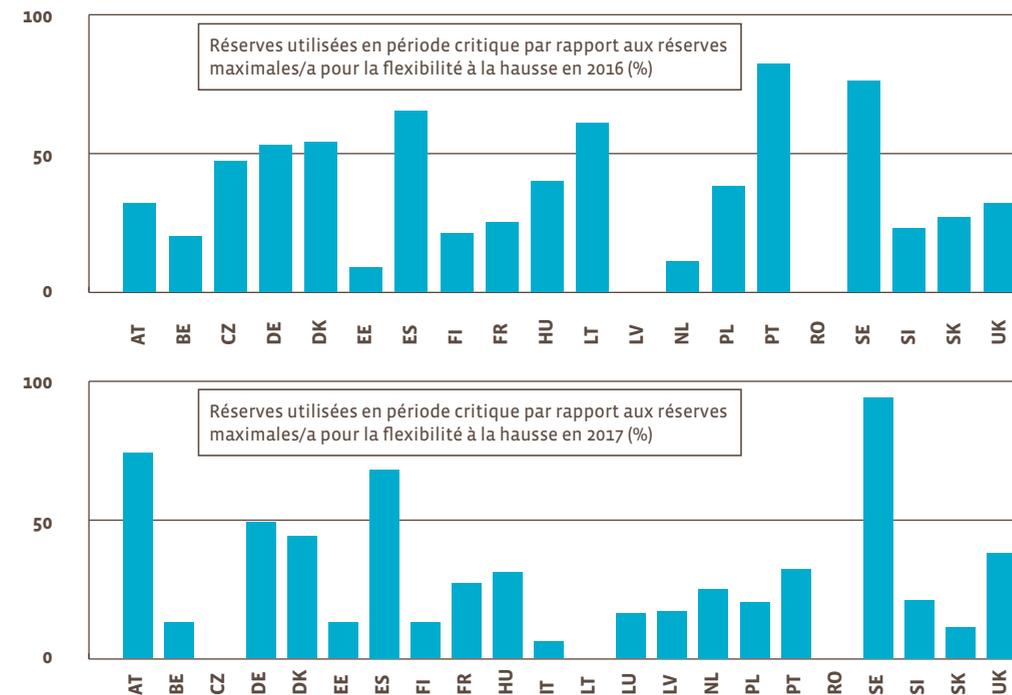
FLEXIBILITÉ OPÉRATIONNELLE

La flexibilité opérationnelle est représentée par le marché de réserves. Ici, les réserves d'électricité activées pendant les périodes critiques sont comparées au volume horaire maximal annuel. Ce ratio est considéré comme une approximation du

volume de flexibilité disponible restant. Le diagramme à barres de la figure 5 représente la part des réserves réelles activées au cours des périodes critiques par rapport au volume horaire maximal disponible. Plus les barres se rapprochent de la ligne orange (100 %), plus le système s'appuie sur le potentiel de flexibilité

5

Flexibilité opérationnelle au cours des périodes critiques de 2016 et 2017



Note : Absence de données pour BG, CY, GR, IE, HR, LU et MT. Absence de données pour IT en 2016. Les conditions d'échange (créneaux horaires, volume du contrat, clôture des guichets) varient d'un pays à l'autre.

Source : EurObserv'ER 2018 - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2018

opérationnelle dans les situations critiques.

En général, le marché de réserves n'assure qu'une petite partie de la capacité de production globale en tant que réserve, car les coûts de détention de réserve de puissance sont globalement plus élevés que les prix moyens de l'électricité sur les marchés au comptant. Ainsi, il existe une forte incitation à limiter au maximum l'utilisation des réserves.

Pour 2016 et 2017, entre 40 % et 32 % de la réserve de puissance maximale possible a été utilisée, en moyenne, pendant les périodes critiques, mais ce pourcentage varie fortement d'un pays à l'autre. Par exemple, l'Italie et

mobilisé environ 6 % (2017) des réserves opérationnelles maximales, au cours des périodes critiques. Mais on ne peut pas en conclure que le volume de réserve contractualisé pourrait être réduit, car il existe toujours, dans le système électrique, un risque potentiel d'interruption inopinée des capacités de production conventionnelles ou de problèmes de réseau (en plus des périodes critiques définies dans le présent rapport), surtout dans les pays ayant une forte demande, comme l'Allemagne, la France, l'Italie et la Grande-Bretagne.

En 2017, la Suède a atteint 94 % de sa capacité d'équilibrage et a utilisé sa puissance de réserve de façon croissante. Le Portugal et

la Lituanie ont considérablement réduit leurs besoins d'équilibrage au cours des périodes critiques. Bien que l'Italie et l'Allemagne affichent les volumes de réserve les plus élevés, moins de la moitié de leur potentiel a été activé au cours des périodes critiques de 2017. Pour la Roumanie, la situation est la même qu'en 2016 : elle n'utilise pas ses réserves pour augmenter sa production. Quant à la Lituanie et à la Tchéquie, elles n'ont pas utilisé non plus leur potentiel de flexibilité à la hausse pendant les périodes critiques de 2017. ■



OLIVIER GUERIN / RTE/010

CONCLUSIONS

Globalement, dans les périodes critiques, tous les pays disposent d'une flexibilité suffisante dans leur système. Il n'existe pas de modèle concernant l'utilisation des mécanismes de flexibilité en fonction de la part d'énergie intermittente disponible dans le pays, mais l'utilisation de ces mécanismes dépend de la combinaison de facteurs propres à chaque pays. Si l'on suit l'idée de départ de ce chapitre, selon laquelle l'augmentation de la part des énergies intermittentes, éolienne et solaire, rend plus difficile l'équilibrage entre production et consommation d'électricité, il est possible d'établir quelques comparaisons.

Ainsi, le système électrique des pays dans lesquels la part des capacités renouvelables

intermittentes installées par rapport aux capacités de production totales est la plus élevée revêt un intérêt particulier pour cette analyse. Parmi ces pays figurent l'Allemagne, le Danemark et le Royaume-Uni, classés par ordre décroissant de production d'électricité intermittente (voir figure 6). En revanche, les pays disposant d'une faible part d'énergies renouvelables intermittentes, comme la Lettonie, la Hongrie et la Slovaquie, sont censés peu recourir aux mécanismes de flexibilité.

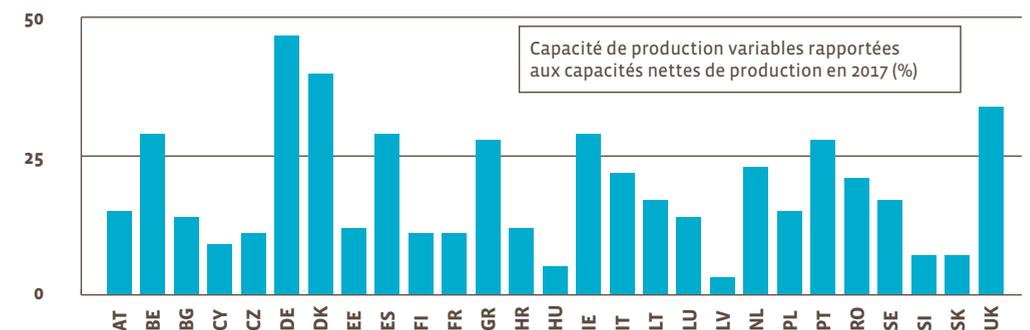
La figure 7 illustre le modèle des options de flexibilité des pays, au cours des périodes critiques, selon leur part de capacités de production intermittentes installées (élevée ou faible). Les deux groupes utilisent les options de flexibilité

au cours des périodes critiques, mais à des degrés divers.

Au Royaume-Uni, pays où la part de production intermittente est élevée (34 %), on recourt principalement à la flexibilité de transmission. En Slovaquie, le modèle est similaire, mais on y recourt à un degré moindre. Bien que le Danemark et la Hongrie se caractérisent par des parts de production intermittente respectives élevées et faibles, les deux pays affichent un niveau d'utilisation de la flexibilité à la hausse relativement faible concernant les quatre indicateurs. La Lettonie compense les variations imprévues de la demande et de l'offre par la flexibilité de la production et du marché intraday,

6

Part des énergies renouvelables intermittentes (capacités installées) en 2017



Source : EurObserv'ER 2018 - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2018.

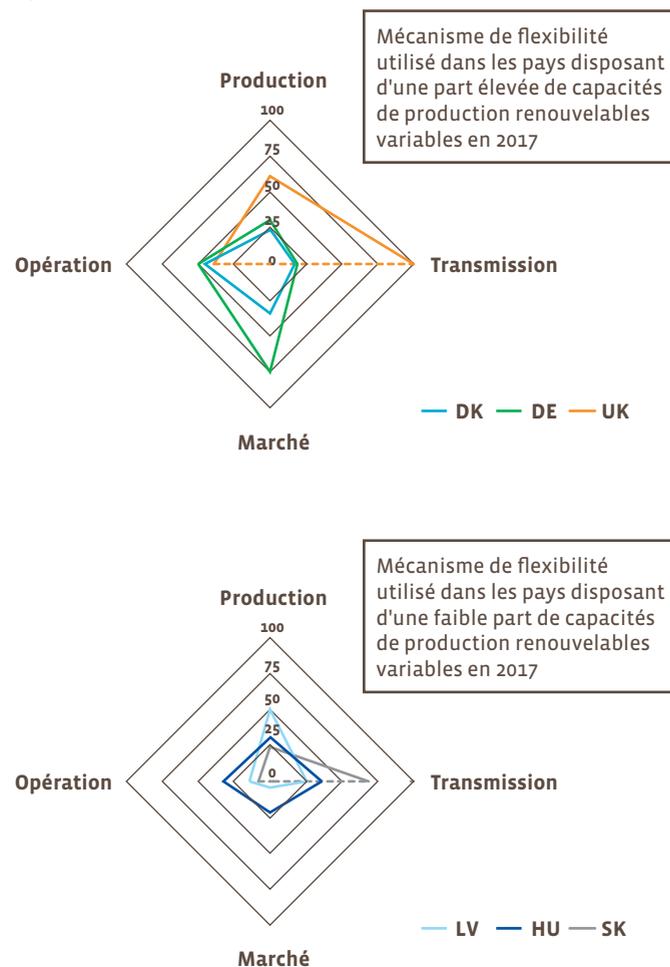
tandis que l'Allemagne s'appuie sur ce même marché de façon exceptionnelle pour compenser la production intermittente. Il convient de noter qu'il n'existe pas de marché intraday en Slovaquie, et que les données n'étaient pas accessibles pour le marché britannique.

Pour une analyse plus approfondie, les modèles d'option de flexibilité de l'Allemagne, de l'Espagne, de la France et de l'Italie au cours des périodes critiques (tels que définis précédemment) sont comparés aux modèles d'option lors des heures de charge maximale (voir figure 8). Compte tenu de la logique des indicateurs, tous les pays exploitent fortement leurs capacités de production flexibles et leurs mécanismes de marché en période de pointe. L'Italie et la France atteignent même la limite de leur flexibilité de production et exploitent une grande partie de la flexibilité de leur marché. En revanche, l'option de transmission est moins utilisée. L'option opérationnelle est similaire à celle de la période critique, à l'exception de l'Italie, qui a davantage utilisé ses réserves. Cependant, tout déficit de production "normal" dans ces pays pourrait toujours être compensé par une flexibilité opérationnelle² ou, le cas échéant, par des importations d'électricité. ■

2. La flexibilité opérationnelle couvre près de 20 % de la demande de pointe de la France et 5 % de celle de l'Italie.

7

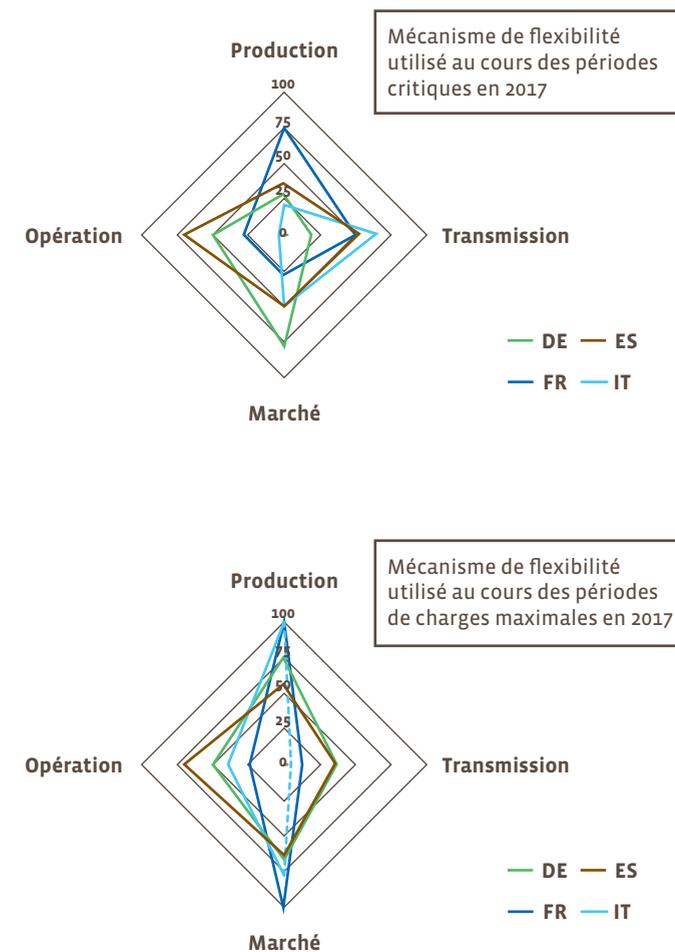
Modèle des mécanismes de flexibilité des pays avec de fortes et de faibles parts de capacités variables aux heures de périodes critiques



Note : Absence de données intraday pour UK et SK.
Source : EurObserv'ER 2018 - calculs propres basés sur les données Entso-E (téléchargement oct. 2018) et données d'échange d'électricité (téléchargement oct. 2018)

8

Modèle des mécanismes de flexibilité au cours des périodes critiques et au cours des périodes de charge maximale



Note : Données incomplètes concernant la transmission pour l'Italie pendant les heures de charge maximale.
Source : EurObserv'ER 2018 - calculs propres basés sur les données Entso-E et données de la Bourse d'électricité (téléchargement 2017)

SOURCES

ORGANISATIONS EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES, PRESSE

- **Aebiom – European Biomass Association** (www.aebiom.org)
- **Becquerel Institute** (becquerelinstitute.org)
- **Biofuels 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)
- **EAF0 – 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)
- **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)
- **EHPA – European Heat Pump Association** (www.ehpa.org)
- **EIB – European Investment Bank** (www.eib.org)
- **SPE – Solar Power Europe** (www.solarpowereurope.org), anciennement Epia
- **ePure – European Renewable Ethanol** (www.epure.org)
- **Estela – European Solar Thermal Electricity Association** (www.estelasolar.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/fr)
Accessibles depuis mi-février 2019
- **Eurostat Shares 2016 (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** (<https://windeurope.org>)
anciennement Ewea
- **GEA – Geothermal Energy Association** (www.geo-energy.org)
- **GeoTrainNet** (<http://geotrainnet.eu/>)
- **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/>)
- **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)
- **RES Legal** (www.res-legal.eu)
- **Solar Heat Europe** (<http://solarheateurope.eu/>)
- **Solarthermal World** (www.solarthermalworld.org)
- **Sun & Wind Energy** (www.sunwindenergy.com)
- **TNO, the Netherlands Organisation for Applied Scientific Research** (<https://www.tno.nl/en>)
- **WWO – World Meteorological Organization** (<https://public.wmo.int>)
- **WWEA – World Wind Energy Association** (www.wwindea.org)
- **WWF – World Wild Life Fund** (www.wwf.org)

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)
- **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)

BELGIQUE

- **ATTB – Belgium Thermal Technics Association** (www.attb.be/index-fr.asp)
- **APERe – Renewable Energies Association** (www.apere.org)
- **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)
- **ICEDD – Institute for Consultancy and Studies in Sustainable Development** (www.icedd.be)
- **SPF Economy – Energy Department – Energy Observatory** (www.economie.fgov.be)
- **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)

BULGARIE

- Abea – Association of Bulgarian Energy Agencies (www.abea-bg.org)
- Apee Association of Producers of Ecological Energy (www.apee.bg/en)
- Bulgarian Wind Energy Association (www.bgwea.eu)
- CL Senes BAS – Central Laboratory of Solar Energy and New Energy Sources (www.senes.bas.bg)
- EBRD – Renewable Development Initiative (www.ebrd.com)
- Invest Bulgaria Agency (www.investbg.government.bg)
- NSI – National Statistical Institute (www.nsi.bg)
- SEC – Sofia Energy Centre (www.sec.bg)
- Seda – Sustainable Energy Development Agency (www.seea.government.bg)

CHYPRE

- Cyprus Institute of Energy (www.cyi.ac.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)
- HROTE – Croatian Energy Market Operator (www.hrote.hr)
- Croatian Ministry of Economy (www.mingo.hr/en)

TCHÉQUIE

- MPO – Ministry of Industry and Trade – RES Statistics (www.mpo.cz)
- 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)
- 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 – 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)
- MTÜ – Estonian Biogas Association
- Stat EE – Statistics Estonia (www.stat.ee)
- TTU – Tallinn University of Technology (www.ttu.ee)

FINLANDE

- Finbio – Bio-Energy Association of Finland (www.bioenergia.fi)
- 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)
- 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 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (www.ademe.fr)
- Afpac – Association française pour la pompe à chaleur (www.afpac.org)
- AFGP – Association française des professionnels de la géothermie (www.afgp.asso.fr)
- CDC – Caisse des Dépôts (www.caissedesdepots.fr)
- Club Biogaz ATEE – French Biogas Association (www.biogaz.atee.fr)
- DGEC – Direction générale de l'énergie et du climat (www.industrie.gouv.fr/energie)
- Enerplan – Syndicat des professionnels de l'énergie solaire (www.enerplan.asso.fr)
- FEE – Association française des professionnels de la géothermie (www.fee.asso.fr)
- France Énergies Marines (www.france-energies-marines.org)
- In Numeri – Service de la donnée des des études statistiques - Ministère de la transition écologique et solidaire (www.in-numeri.fr)
- Observ'ER – Observatoire des Énergies Renouvelables (www.energies-renouvelables.org)
- Ofate – Office franco-allemand pour la transition énergétique (enr-ee.com/fr/qui-sommes-nous.html)
- SVDU – Syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains et assimilés (www.incineration.org)
- SER – Service de la donnée des des études statistiques - Ministère de la transition écologique et solidaire (www.enr.fr)
- Sdes – Service de la donnée des des études statistiques - Ministère de la transition écologique et solidaire (www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)
- Uniclma – Syndicat des industries thermiques, aéraliques et frigorifiques (www.uniclma.fr)

ALLEMAGNE

- AA – Federal Foreign Office (energiewende.diplo.de/home/)
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien – Renewable Energy Agency (www.unendlich-viel-energie.de)
- Ageb – 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-energiewende.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)
- 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 Nachwachsende 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 Strukturforschung (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)

GRÈCE

- 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.gr)

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 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 (<https://hipa.hu/renewable>)
- 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 – InterTradelreland (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)
- Fiper – Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili (www.fiper.it)
- Assocostieri – Unione produttori biocarburanti (www.assocostieribiodiesel.com)
- Assolare – Associazione nazionale dell'industria solar fotovoltaica (www.assolare.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)

LETTONIE

- 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 Biogazes Asociacija (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 Biojuju Asociacija (www.lbda.lt)
- 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)
- Ligrig AB – Lithuanian Electricity Transmission System Operator (www.litgrid.eu)
- LS – Statistics Lithuania (www.stat.gov.lt)
- LWEA – Lithuanian Wind Energy Association (www.lwea.lt)

LUXEMBOURG

- Enovos (www.enovos.eu)
- NSI Luxembourg – Service central de la statistique et des études économiques
- 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)
- Ministry of Energy, Renewable and Distributed Energy Department (<https://www.gov.pl/web/energia>)
- 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)
- Pigeao – Polish Economic Chamber of Renewable Energy (www.pigeo.org.pl)
- Polbiom – Polish Biomass Association (www.polbiom.pl)
- Port PC – Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (www.portpc.pl)
- POPIHN – Polish Oil Industry and Trade Organisation (www.popihn.pl/)
- PSG – Polish Geothermal Society (www.energia-geothermalna.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

- 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.org)
- 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)
- Ministry of Industry, Tourism and Trade (www.minetad.gob.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 fotovoltaiko – Photovoltaic Technology Platform (www.pv-platforma.si)
- ZDMHE – Slovenian Small Hydropower Association (www.zdmhe.si)

SUÈDE

- Avfall Sverige – Swedish Waste Management (www.avfallsverige.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 (skvp.se/) (anciennement Svep)

RÉFÉRENCES POUR LES INDICATEURS DE COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

- 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".
- JRC, 2018, Tsiropoulos I., Tarvydas, D., Zucker, A., "Cost development of low carbon energy technologies – Scenario-based cost trajectories to 2050", 2017 Edition, EUR 29034 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-77479-9, doi:10.2760/490059, JRC109894
- Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat> (2018)

RÉFÉRENCES POUR CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS RÉSULTANTS ÉVITÉS

- European Commission, *Weekly Oil Bulletin*, <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin>
- BP <http://tools.bp.com/energy-charting-tool> OECD/IEA Statistics Manual (2005)
- Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat>
- Renewable energy in Europe 2018, European Environment Agency (EEA) – <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2018>

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, there is a navigation menu with links for 'BIO BAROMETERS', 'RENEWABLE POLICY REPORTS', 'CASE STUDIES', 'PRESS', 'COORDINATION AND PARTNERS', and 'TWITTER'. The main content area is titled 'Latest barometers released' and features a large banner for the 'SOLID BIOMASS BAROMETER' showing a +1.7% increase in production. Below the banner, there is a 'Download the solid biomass barometer 2018 - English version' button. To the right, there is a search bar, a newsletter sign-up form, and an 'Interactive EurObserv'ER Database' map of Europe. At the bottom, there is a 'Twitter' feed showing tweets about the barometer. Logos for the European Commission and the European Union are visible at the bottom of the page.



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

E-mail : diane.lescot@energies-renouvelables.org

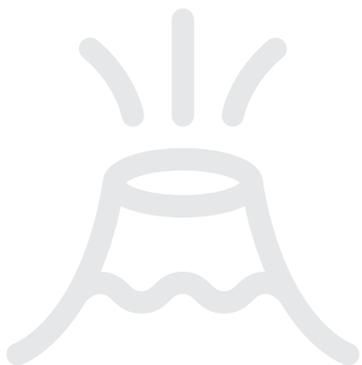
Internet : www.energies-renouvelables.org

Calendrier des prochains baromètres d'EurObserv'ER en 2019

Éolien	>> Février 2019
Photovoltaïque	>> Avril 2019
Solaire thermique & CSP	>> Juin 2019
Biocarburants	>> Septembre 2019
Énergies océaniques	>> Novembre 2019
Biomasse solide	>> Décembre 2019



Directeur de la publication : Vincent Jacques le Seigneur
Rédacteur en chef adjoint : Timothée Bongrain
Coordination éditoriale : Romain David
Rédacteurs : Observ'ER (FR), ECN part of TNO (NL), RENAC (DE), Frankfurt School of Finance and Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) and Statistics Netherlands (NL)
Secrétaire d'édition : Charlotte de L'escale
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: EDF - Marc Didier
 ISSN 2555-0195



OBSERV'ER

146, rue de l'Université

F-75007 Paris

Tél. : +33 (0)1 44 18 00 80

www.energies-renouvelables.org

