



ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2019**
19^e bilan EurObserv'ER

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



ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2019**
19^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 le compte de la Commission européenne cependant cette publication n'engage que la responsabilité de son auteur et la Commission européenne ne peut être tenue pour responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

ÉDITO 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	88
• Conclusion	98

Socio-economic indicators 112

■ L'éolien	114
■ Le photovoltaïque	118
■ Le solaire thermique	122
■ L'hydroélectricité	126
■ La géothermie	128
■ Les pompes à chaleur	132
■ Le biogaz	136
■ Les biocarburants	140
■ Les déchets municipaux renouvelables	144
■ La biomasse solide	146
• Conclusion	150

■ Le développement des énergies renouvelables et son influence sur le secteur des combustibles fossiles	160
---	-----

Indicateurs d'investissement 162

Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable 164

■ L'éolien	166
■ Le photovoltaïque	170
■ Le biogaz	174
■ Les déchets municipaux renouvelables	176
■ La géothermie	178
■ La biomasse solide	180

■ Comparaison des coûts d'investissement dans le monde 184

■ Programmes de financement public pour l'investissement dans les énergies renouvelables	188
--	-----

Investissement dans les technologies d'énergies renouvelables 192

■ Capital-risque et capital-investissement	194
■ Performance des sociétés et des actifs du secteur des technologies renouvelables	197
• Conclusion	202

Coûts, prix et compétitivité des énergies renouvelables 204

Consommation de combustibles fossiles évitée et coûts résultants évités 212

Indicateurs d'innovation et de compétitivité 223

Investissements dans la R&D 224

• Investissements publics en R&D	
■ L'éolien	226
■ Le photovoltaïque	227
■ L'hydroélectricité	228
■ La géothermie	229
■ Les biocarburants	230
■ Les énergies marines	231

■ Total des technologies renouvelables 232

• Investissements privés dans la R&D	
■ L'éolien	234
■ Le photovoltaïque	235
■ L'hydroélectricité	236
■ La géothermie	237
■ Les biocarburants	238
■ Les énergies marines	239

■ Total des technologies renouvelables 240

• Conclusion	242
--------------	-----

Dépôts de brevets 244

■ L'éolien	246
■ Le photovoltaïque	248
■ L'hydroélectricité	250
■ La géothermie	252
■ Les biocarburants	254
■ Les énergies marines	256

■ Total des technologies renouvelables 258

• Conclusion	260
--------------	-----

Commerce international 262

■ Total des technologies renouvelables	264
■ L'éolien	268
■ Le photovoltaïque	270
■ L'hydroélectricité	272
■ Les biocarburants	274
• Conclusion	276

Indicateurs sur la flexibilité du système électrique 278

Sources & références 290

UNE GAGEURE

Vincent Jacques le Seigneur, président d'Observ'ER

Comme chaque année, depuis plus de vingt ans, Observ'ER a réalisé avec ses partenaires le "Baromètre européen des énergies renouvelables"¹. Un arrêt sur image qui montre que la part de l'énergie provenant de sources renouvelables atteint en moyenne 18 %, en progression constante (0,5 % par an), et proche de l'objectif communautaire (20 % en 2020). Clin d'œil de l'histoire, la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, effective depuis le 1^{er} février dernier, permet même d'atteindre le score de 18,9 %.

Lorsqu'on réduit la focale pour ne s'intéresser qu'à l'électricité renouvelable, les résultats sont aussi notables, voire remarquables si l'on considère que cette transition s'est faite en moins de vingt ans. Près du tiers de l'électricité européenne (32,1 %) est désormais renouvelable. La croissance de 8 % en 2018 par rapport à l'année précédente représente une augmentation de la production de 78,3 TWh, soit plus que la totalité de la production d'électricité de la Belgique.

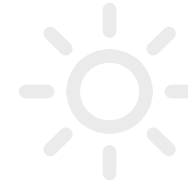
Mais une photographie, à l'instant "t", permet aussi de constater que tous les États-membres n'affichent pas les mêmes résultats. La part de l'électricité renouvelable est majoritaire dans cinq d'entre eux : Autriche (73,1 %), Suède (66,2 %), Danemark (62,4 %), Lettonie (53,5 %) ou encore Portugal (52,2 %) ; elle reste en revanche inférieure à 10 % dans quatre autres pays : Malte, Hongrie, Luxembourg et Chypre. Certes, certains pays bénéficient de ressources naturelles et/ou d'un climat plus propices que d'autres au développement des énergies renouvelables. Mais ce

n'est pas la seule explication, car ce n'est pas le soleil qui fait défaut aux deux petits pays méditerranéens et on ne voit pas bien ce qui manque à la Hongrie qu'auraient ses voisins de la Mitteleuropa.

Autre constat, la liste des pays les plus éloignés de l'objectif 2020 – Pays-Bas, France, Irlande, Royaume-Uni, Belgique... – montre que ce n'est pas non plus la richesse ou le PIB d'un pays qui fait la différence. Non, tout tend à prouver que la transition énergétique et le passage des sources fossiles aux renouvelables sont bien d'abord une affaire de politiques publiques ambitieuses et constantes.

Ce que montre ce baromètre, c'est aussi que toutes les filières ne sont pas logées à la même enseigne. Première de la classe, et seulement en termes de croissance, l'hydraulique. Là encore, il ne faut pas se tromper. Le score réalisé ne résulte que d'une meilleure pluviométrie après des années de sécheresse. Du reste, en Europe, le potentiel est presque intégralement exploité (hors petite hydraulique), et le financement de gros projets est de plus en plus complexe.

Il en va différemment de l'éolien, dont les bons résultats traduisent les efforts faits par certains États-membres, notamment le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France, qui caracolent en tête de peloton. En dépit de tous les recours et des retards, l'éolien est bien la première filière renouvelable pour la production d'électricité en Europe, et si l'éolien on-shore marque le pas, les installations en mer constituent



un beau relais de croissance avec des installations plus performantes et moins contestées et un coût du kWh désormais compétitif sans subvention.

Quant au solaire, il poursuit sa marche vers le podium. En termes de production, c'est certes trois fois moins d'électricité que l'éolien, mais la croissance enregistrée, supérieure à 8 %, montre une belle dynamique qui ne va pas s'essouffler avec la baisse continue du prix des modules et le maintien de politiques incitatives. Énergie renouvelable la mieux répartie, le photovoltaïque bénéficie en outre de l'attrait de l'autoconsommation, qui est désormais encouragée au plus près du territoire, sans subir comme l'éolien l'opprobre de l'opinion publique. Le solaire "décentralisé" (les panneaux photovoltaïques positionnés sur les maisons, les usines ou les supermarchés, par opposition aux grosses centrales solaires) comptera pour moitié de la croissance attendue dans le solaire.

Les progrès sont bien plus lents en ce qui concerne la chaleur renouvelable, qui peine à passer les 20 % (de 19,5 % en 2017 à 19,7 % en 2018 de la consommation de chaleur et de rafraîchissement), malgré la relative stabilité de la consommation globale. La raison est à chercher du côté des hivers plus doux et de la meilleure isolation des bâtiments, qui rendent les besoins en chauffage moins prégnants. Or les énergies renouvelables sont bien plus utilisées pour le chauffage des bâtiments que dans les autres usages de la chaleur (process industriels, eau chaude sanitaire...) dont les besoins ne baissent pas. Elles sont donc

plus touchées que les énergies conventionnelles par cette diminution, en particulier la biomasse solide (qui constitue plus des trois quarts de la contribution renouvelable en chaleur).

L'objectif de 2020 n'est pas atteint que déjà les États européens ont décidé de porter, d'ici 2030, la part du renouvelable à 32 % dans le bouquet énergétique. Si cet objectif n'est désormais plus contraignant pour les États-membres individuellement, il l'est collectivement et devrait être encouragé par le Green New Deal voté par le Parlement, et qui est le premier programme de la nouvelle Commission. L'enjeu est immense, l'urgence est là, et les États-membres seront bien jugés sur leurs résultats. Il ne leur reste que dix ans. Une gageure. ■

¹ Tous les résultats présentés sont les données consolidées de 2018.

INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES

Depuis 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 2019 pour les filières éolien, photovoltaïque, solaire thermique, solaire thermodynamique, biocarburants, énergies marines et biomasse solide. Ces synthèses ont été l'occasion de consolider l'ensemble des indicateurs énergétiques avec les données officielles 2017 (consolidées) et 2018.

Les filières non couvertes par un baromètre thématique ont également fait l'objet d'une analyse et d'un suivi statistique détaillé avec les dernières données officielles pour les années 2017 et 2018. Elles concernent l'hydraulique, l'énergie géothermique, les pompes à chaleur, le biogaz et les déchets urbains renouvelables.

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

Note méthodologique

Les tableaux reprennent, pour chacune des filières, les chiffres disponibles les plus actuels. Compte tenu de la date de publication de cette édition, un travail complet de rapprochement des données publiées par EurObserv'ER a été effectué avec les informations de la base de données en ligne Eurostat, mises à jour le 30 janvier 2020, et celles propres aux indicateurs de la directive énergie renouvelable fournies par l'outil Shares d'Eurostat (Short Assessment of Renewable Energy Sources), avec la version mise à jour le 28 janvier 2020. 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 marchés pour les différents types de pompe à chaleur (nombre d'unités vendues) ou les différents types de capteurs solaires thermiques (en mètres carrés installés), la source des indicateurs utilisée reste celle d'EurObserv'ER. Concernant les filières énergies marines et solaire thermique à concentration, des indicateurs spécifiques incluant les projets



pilotes et prototypes sont également présentés par EurObserv'ER afin de mieux mesurer le dynamisme et l'activité des filières.

Les indicateurs énergétiques présentés ayant comme source Eurostat sont ceux définis dans la notice méthodologique du "Questionnaire Renouvelable annuelle renouvelable" commun à Eurostat et à l'Agence internationale de l'énergie disponible à l'aide du lien suivant : <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/energy/methodology/annual>.

Les données de puissance électrique font ainsi référence à la notion de puissance maximale nette définie comme la puissance active maximale qui peut être fournie, en continu, de l'ensemble des installations en fonctionnement à leur point de sortie. Elles font état de la capacité maximale nette au 31 décembre de l'année et sont exprimées en MW. Concernant les données "chaleur", une distinction est faite entre la production brute de chaleur (issue du secteur de la transformation) et la consommation finale d'énergie, conformément aux définitions établies par Eurostat. La production brute de chaleur recouvre la production totale de chaleur produite par 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 (chauf-

fage des locaux, chauffage à combustible liquide, etc.) et les pertes dans les échanges de chaleur de l'installation/du réseau, ainsi que la chaleur des processus chimiques utilisés comme forme d'énergie primaire. Dans le cas des entités autoproductrices, la chaleur consommée par l'entreprise pour ses propres procédés n'est pas comprise, seule la partie de la chaleur vendue à une tierce partie est prise en compte.

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. Elle implique que l'énergie utilisée pour les processus de transformation et utilisée pour l'usage propre des industries productrices d'énergie est exclue.

Concernant les données de production brute d'électricité et de chaleur, 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. Concernant, les indicateurs pour la France, les départements d'outre-mer sont toujours inclus. Le Royaume-Uni, qui a officiellement quitté l'Union européenne depuis le 1^{er} février 2020, est inclus dans les graphiques montrant les projections des NREAP pour 2020.



ÉOLIEN

179,1 GW ÉOLIEN DANS L'UE EN 2018

Après une année 2017 exceptionnelle marquée par un record d'installations, la filière éolienne, à l'échelle de l'Union européenne, a connu une année 2018 plus calme sur le plan des raccordements. Selon Eurostat, l'Union européenne a ajouté une puissance supplémentaire de 10,5 GW en 2018, comparé à une puissance supplémentaire de 14,4 GW en 2017 (soit une baisse de 26,7 %). La puissance électrique maximum nette de l'éolien (qui est la puissance active maximale pouvant être fournie en continu) de l'UE, qu'elle soit terrestre et maritime, a ainsi atteint 179,1 GW au 31 décembre 2018.

Cette tendance globale s'explique en grande partie par une baisse sensible de la puissance nouvellement raccordée sur les trois principaux marchés de l'Union européenne, à savoir l'Allemagne (+ 3 263 MW, en baisse de 46,9 % par rapport à 2017), le Royaume-Uni (+ 2 186 MW, - 36,8 %) et la France (+ 1 401 MW, - 27,5 %).

Cette baisse de la puissance nouvellement raccordée n'est cependant pas généralisée à l'ensemble des pays membres. En effet, un nombre significatif de pays d'Europe de

l'Ouest et du Nord ont nettement relancé leur niveau d'installation avec, pour certains, des taux de croissance à trois chiffres. C'est notamment le cas de la Suède (+ 689 MW de puissance supplémentaire, + 291,5 %), du Danemark (+ 631 MW, + 158,5 %) et de l'Espagne (+ 281 MW, + 108,6 %). L'Italie fait également bonne figure avec un taux de croissance à deux chiffres (+ 494 MW, + 40,0 %).

Une tendance qui perdure est la morosité du marché éolien dans de nombreux pays membres dont l'activité est au point mort ou presque depuis plusieurs années. Dans l'Union européenne, environ la moitié des pays membres n'ont pas ou pratiquement pas fait évoluer leur parc éolien. Cette situation peut s'expliquer par le fait que certains d'entre eux ont déjà atteint (ou sont très proches de) leurs objectifs européens en énergie renouvelable pour 2020.

UNE PUISSANCE SUPPLÉMENTAIRE OFFSHORE DE PRÈS DE 3 GW

Si la baisse des raccordements de l'éolien terrestre a été franche à

l'échelle de l'UE, cela n'a pas été le cas de l'éolien offshore. Selon Eurostat, la puissance électrique maximum nette de l'éolien offshore de l'UE s'est établie en 2018 à 18 731,9 MW, soit 2 964,4 MW supplémentaires, proche de la puissance supplémentaire raccordée en 2017 (3 174,6 MW). La puissance totale du parc éolien offshore est répartie entre 7 pays de l'Union européenne (voir tableau), les sites pilotes espagnols et français n'ayant pas été officiellement recensés en 2018. L'éolien offshore a ainsi représenté 28,1 % de la puissance supplémentaire raccordée en 2018, comparé à une part de 22,1 % en 2017.

Le Royaume-Uni et l'Allemagne ont une nouvelle fois été les pays les plus actifs sur le plan des installations maritimes. Selon les données du BEIS (le Département des affaires, de l'énergie et des stratégies industrielles) reprises par Eurostat, le Royaume-Uni a ajouté 1 228,7 MW en 2018 (1 694,5 MW en 2017), portant son parc offshore à 8 216,5 MW. Les parcs intégralement





1

Puissance éolienne installée* dans l'Union européenne fin 2018 (en MW)

	2017	Dont éolien offshore	2018	Dont éolien offshore
Allemagne	55 580,0	5 406,0	58 843,0	6 396,0
Espagne	23 124,5		23 405,1	
Royaume-Uni	19 584,8	6 987,9	21 770,4	8 216,5
France	13 499,4		14 900,1	
Italie	9 736,6		10 230,2	
Suède	6 611,0	203,0	7 300,0	203,0
Danemark	5 489,6	1 263,8	6 120,6	1 700,8
Pologne	5 759,4		5 766,1	
Portugal	5 124,1		5 172,4	
Pays-Bas	4 202,0	957,0	4 393,0	957,0
Irlande	3 318,0		3 676,1	
Belgique	2 796,5	877,2	3 260,7	1 185,9
Autriche	2 886,7		3 132,7	
Roumanie	3 029,8		3 032,3	
Grèce	2 624,0		2 877,5	
Finlande	2 044,0	72,7	2 041,0	72,7
Bulgarie	698,4		698,9	
Croatie	576,1		586,3	
Lituanie	518,0		533,0	
Hongrie	329,0		329,0	
Rép. Tchèque	308,2		316,2	
Estonie	311,8		310,0	
Chypre	157,7		157,7	
Luxembourg	119,7		122,9	
Lettonie	77,1		78,2	
Slovénie	5,0		5,2	
Slovaquie	4,0		3,0	
Malte	0,1		0,1	
Tota UE 28	168 515,3	15 767,6	179 061,7	18 731,9

* Puissance électrique maximum nette. Source : Eurostat

connectés comptent les extensions du parc Walney 3 Phase Est (329 MW) et Phase Ouest (66 MW), Galloper (277,2 MW), Rampion (220,8 MW), Race Bank (50,4 MW), EOWDC (93,2 MW), auxquels il faut ajouter la connexion partielle du parc Beatrice 2 (273 MW). L'Allemagne a été le deuxième pays le plus actif, avec 990 MW connectés en 2018 (+ 1 254 MW en 2017). Cela porte la puissance du parc offshore allemand à 6 396 MW. Cette puissance supplémentaire correspond à la mise en service complète ou partielle des parcs de Borkum Riffgrund 2 (450 MW) et de Merkur (396 MW), en mer du Nord, et de Wikinger (350 MW) et d'Arkona (384 MW), en mer Baltique. Le Danemark a été le troisième pays sur le plan des installations avec, selon l'Agence danoise de l'énergie, 437 MW connectés en 2018. Le pays disposait en 2018 d'une puissance offshore raccordée de 1 700,8 MW, grâce notamment à la mise en service du parc Horns Rev 3 (407 MW). La Belgique s'est illustrée avec la connexion du parc de Rentel (309 MW), devenant ainsi le quatrième pays de l'UE à franchir le seuil du GW offshore raccordé avec 1 185,9 MW. Elle devance sur le fil les Pays-Bas (957 MW), dont la puissance offshore raccordée n'a pas évolué en 2018.

377,4 TWh PRODUIT EN 2018

Avec une production réelle de 377,4 TWh, l'éolien a maintenu en 2018 son statut de première filière renouvelable pour la production d'électricité, devant l'hydroélectricité (hors pompage). L'éolien a ainsi représenté 11,5 % de la production brute totale d'électricité de l'Union européenne en 2018



(11 % en 2017). 2017 avait été une année particulièrement venteuse et propice à l'énergie éolienne. Cela a été moins le cas en 2018, avec une douzaine de pays (exemples : Suède, Danemark, Pologne, Roumanie, Autriche) ayant enregistré des baisses de production. La production d'électricité éolienne reste cependant en hausse à l'échelle de l'Union européenne. Selon Eurostat, elle est en augmentation de 15,5 TWh par rapport à 2017 (+ 4,3 %). Cette croissance a notamment été tirée par l'éolien offshore, dont la production a augmenté de 7,5 TWh, atteignant 58,6 TWh en 2018 (+ 14,7 % par rapport à 2017). La part de l'éolien offshore dans le total de la production d'électricité éolienne de l'UE gagne ainsi chaque année en importance (14,1 % en 2017, 15,5 % en 2018). Les trois pays qui ont le plus contribué

à l'augmentation de la production d'électricité éolienne sont le Royaume-Uni (+ 7,3 TWh, soit un total de 56,9 TWh), l'Allemagne avec 4,3 TWh supplémentaires (soit un total de 110,0 TWh en 2018), et la France (+ 4,0 TWh, soit un total de 28,6 TWh). La production éolienne du Royaume-Uni est spécifique car elle repose pour près de la moitié (46,9 % en 2018) sur ses installations maritimes. ■



2

Production d'électricité d'origine éolienne dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018 (en TWh)

	2017	Dont éolien offshore	2018	Dont éolien offshore
Allemagne	105,693	17,675	109,951	19,467
Royaume-Uni	49,633	20,916	56,904	26,687
Espagne	49,127		50,896	
France	24,609		28,599	
Italie	17,742		17,716	
Suède	17,609	0,670	16,623	0,550
Danemark	14,780	5,180	13,899	4,630
Pologne	14,909		12,799	
Portugal	12,248		12,617	
Pays-Bas	10,569	3,700	10,564	3,630
Irlande	7,444		8,640	
Belgique	6,514	2,870	7,465	3,411
Roumanie	7,407		6,322	
Grèce	5,537		6,300	
Autriche	6,572		6,030	
Finlande	4,795	0,102	5,839	0,238
Croatie	1,204		1,335	
Bulgarie	1,504		1,318	
Lituanie	1,364		1,144	
Estonie	0,723		0,636	
Rép. Tchèque	0,591		0,609	
Hongrie	0,758		0,607	
Luxembourg	0,235		0,255	
Chypre	0,211		0,221	
Lettonie	0,150		0,122	
Slovénie	0,006		0,006	
Slovaquie	0,006		0,006	
Malte	0,000		0,000	
Total UE 28	361,939	51,112	377,423	58,613

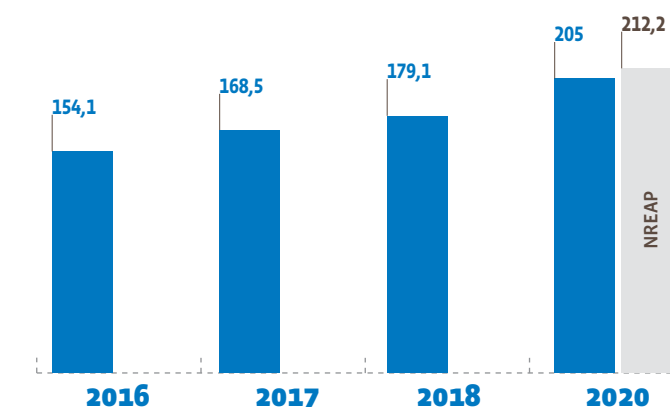
Source : Eurostat

3

UNE VITESSE D'INTÉGRATION SOUMISE AUX CHOIX POLITIQUES

Si les énergies renouvelables, comme l'éolien terrestre et l'éolien offshore posé, ont gagné la bataille de la compétitivité prix, se pose encore la question de la vitesse de leur intégration dans le mix électrique de l'UE. Elle dépendra, durant la prochaine décennie, de la solidité de l'engagement commun acté dans la nouvelle directive énergies renouvelables qui vise une part de 32 % d'énergie renouvelable dans la consommation brute d'énergie finale d'ici 2030. Un point d'étape important sera la publication en début d'année 2020 par les États-membres de la version finale de leur plan national énergie et climat, qui explique comment ils envisagent nationalement et collectivement leur transition énergétique au cours de la prochaine décennie, afin de contribuer aux objectifs climatiques et énergétiques. Ces plans, qui seront soumis à approbation par la Commission européenne, pourront encore être modifiés en 2023, afin de tenir compte des nouvelles ambitions en matière de climat en cas de réexamen de la législation européenne d'ici le mois de juin 2021. Si l'éolien terrestre jouera un rôle de plus en plus important dans la décarbonisation de l'économie européenne, l'éolien offshore est appelé à prendre une nouvelle dimension, notamment avec l'arrivée sur le marché de machines de plus de 10 MW présentant des facteurs de charge annuels de l'ordre de 60 %. Exploiter pleinement le potentiel de l'énergie éolienne en mer en Europe et en faire profiter l'ensemble des

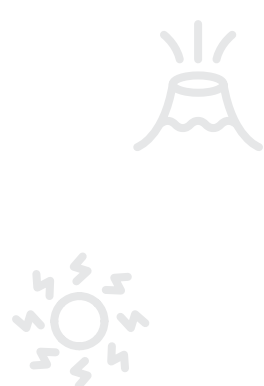
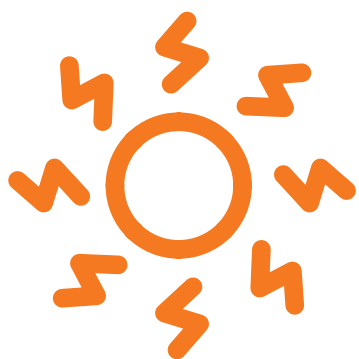
Tendance actuelle par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GW)



Source : EurObserv'ER

pays de l'UE fait partie des axes prioritaires du Pacte vert pour l'Europe (European Green Deal) présenté le 11 décembre dernier par la nouvelle Commission européenne, dont l'un des objectifs les plus ambitieux est de décarboner le secteur de l'énergie d'ici 2050.





PHOTOVOLTAÏQUE

UN MARCHÉ MONDIAL AU-DESSUS DES 100 GW EN 2018

En raison des nouvelles orientations prises par les décideurs politiques des plus grands marchés mondiaux, la progression du marché mondial a marqué un palier en 2018 après avoir connu une croissance très soutenue entre 2013 (de 37,3 GW) et 2017 (à 103,6 GW, chiffre révisé). En 2018, selon les données révisées fournies par l'AIE PVPS, au moins 103,2 GW de nouvelles capacités photovoltaïques ont été installés dans le monde, soit un niveau d'installation du même ordre que 2017. Cette nouvelle capacité porte la puissance photovoltaïque au niveau mondial à 512,3 GW. Pour rappel, en 1998, la puissance photovoltaïque mondiale plafonnait à un peu plus de 0,2 GW (234 MW). On voit ainsi le chemin parcouru en vingt ans. Le marché mondial 2018 se caractérise par le recul du marché chinois (de 53 068 MW en 2017 à 44 260 MW en 2018), marquant la volonté de la Chine de maîtriser la croissance de son marché, de donner la priorité de raccordement aux premières centrales solaires compétitives

face au charbon et de contenir la hausse des prix de l'électricité. Il se caractérise également par une légère décroissance du marché des États-Unis (de 10 845 MW à 10 680 MW), freiné par l'instauration de taxes douanières aux importations de cellules et de modules. À l'inverse, le marché de l'Union européenne, qui évolue souvent à contretemps du marché mondial, est en nette augmentation. Le retour à la croissance du marché mondial devrait intervenir dès 2019, avec une reprise plus franche en 2020.

REGAIN D'ACTIVITÉ SUR LE MARCHÉ EUROPÉEN

La puissance solaire photovoltaïque de l'Union européenne est nettement repartie à la hausse en 2018. Selon Eurostat, l'Union européenne a ajouté en 2018 une puissance nette de 7 985,2 MW, comparé à une augmentation de 5 659,1 MW en 2017 (soit une croissance de 41,1 %). La puissance nette maximum du parc européen s'établit désormais à 114 679,7 MW. Cette reprise de la croissance signifie que la phase de transition vers les mécanismes de marché pour les

grandes centrales est désormais terminée. Les appels d'offres européens ont également profité de la baisse du prix des modules sur le marché mondial, en partie liée à la moindre demande chinoise, et en fin d'année de la suppression des taxes antidumping décidée par la Commission européenne à l'encontre des modules et cellules chinois entrée en vigueur durant le dernier trimestre 2018. L'effet de cette mesure devrait cependant prendre sa pleine mesure en 2019 et 2020.

De manière générale, la baisse des prix des modules et la publication régulière d'appels d'offres sur les principaux marchés européens du solaire (Allemagne, Pays-Bas, France) ont insufflé une dynamique nouvelle à la filière. Le photovoltaïque bénéficie également d'une tendance forte à l'autoconsommation dans le secteur résidentiel et collectif, amplifiée par une nouvelle tendance à la hausse du prix de l'électricité en Europe. Le fait que le marché européen puisse de nouveau pleinement s'appuyer sur ses deux jambes, que sont les centrales terrestres et le solaire

distribué (solaire résidentiel et posé sur toiture), va lui permettre d'avancer beaucoup plus vite.

123 TWH PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

L'ensoleillement en 2018 a été globalement moins favorable qu'en 2017 dans les pays du sud de l'Europe, avec des facteurs de charge en baisse en Espagne (de 1 803 à 1 654 heures) et en Italie (de 1 239 à 1 127 heures). Il a été en revanche un peu plus favorable dans une moitié nord de l'Europe avec des hausses des facteurs de charge observées en Allemagne (931 à 1 011 heures) et au Royaume-Uni (de 898 à 980 heures). Selon les données Eurostat publiées en janvier, la production d'électricité solaire photovoltaïque de l'Union européenne a atteint 123 TWh, soit une croissance de 8,3 % par rapport à 2017. Le solaire photovoltaïque a ainsi représenté en 2018 3,8 % de la production brute d'électricité de l'Union européenne (3,4 % en 2017). Dans certains pays comme l'Allemagne, l'Italie et la Grèce, la part de l'électricité solaire





1

Puissance solaire photovoltaïque* installée dans l'Union européenne fin 2018 (en MW)

	2017	2018
Allemagne	42 291,0	45 179,0
Italie	19 682,3	20 107,6
Royaume-Uni	12 781,8	13 118,3
France	8 610,4	9 617,0
Espagne	4 723,0	4 763,5
Pays-Bas	2 903,0	4 522,0
Belgique	3 616,2	3 986,5
Grèce	2 605,5	2 651,6
Rép. Tchèque	2 069,5	2 075,1
Autriche	1 269,0	1 437,6
Roumanie	1 374,1	1 385,8
Bulgarie	1 035,6	1 032,7
Danemark	906,4	998,0
Hongrie	344,0	726,0
Portugal	579,2	667,4
Pologne	287,1	562,0
Slovaquie	528,0	472,0
Suède	244,0	428,0
Slovénie	246,8	221,3
Finlande	82,0	140,0
Malte	112,3	131,3
Luxembourg	128,1	130,6
Chypre	110,0	118,5
Lituanie	73,8	82,0
Croatie	60,0	67,7
Estonie	15,0	31,9
Irlande	15,7	24,2
Lettonie	0,7	2,0
Total UE 28	106 694,5	114 679,7

* Puissance électrique maximum nette. Source : Eurostat

est déjà supérieure à 7 % (7,1 % en Allemagne, 7,8 % en Italie, 7,1 % en Grèce).

PRÈS DE 3 GW SUPPLÉMENTAIRES EN ALLEMAGNE

Le marché allemand du solaire photovoltaïque a poursuivi sa remontée, mais cette fois de manière beaucoup plus franche. Selon Eurostat, le pays a connecté au réseau une puissance nette additionnelle de 2 888 MW en 2018, contre 1 614 MW en 2017, soit une progression de 78,9 %. Elle permet au parc allemand de s'établir fin 2018 à 45 179 MW. Afin d'accélérer le déploiement du solaire photovoltaïque, le gouvernement a choisi de lancer, en plus de ceux déjà programmés par la loi, une série d'appels d'offres supplémentaires concernant les installations de puissances égales et supérieures à 750 kW pour un volume cumulé de 4 GW d'ici 2021, et ce afin que le pays se rapproche davantage de son objectif climatique. Après avoir constaté une hausse des prix des appels d'offres durant l'année 2019 par rapport à 2018, du fait notamment d'une limitation à 10 MW de la puissance des parcs, la tendance est de nouveau à la baisse. Celui arrivant à échéance le 1^{er} octobre, pour un volume retenu de 153 MW, affiche un prix moyen de 49 €/MWh (contre 54,70 €/MWh durant la période précédente). À l'instar de l'Espagne, qui dispose de bien meilleures conditions d'ensoleillement, les premiers parcs sans subvention (non soumis aux contraintes des AO en termes de puissance) commencent à voir le jour en Allemagne. L'énergéticien EnBW se prépare à lancer début 2020 la construction d'une centrale solaire

2

Production d'électricité d'origine photovoltaïque dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018* (en TWh)

	2017	2018
Allemagne	39,401	45,784
Italie	24,378	22,654
Royaume-Uni	11,475	12,857
France	9,585	10,569
Espagne	8,514	7,877
Belgique	3,307	3,902
Grèce	3,991	3,791
Pays-Bas	2,208	3,693
Rép. Tchèque	2,193	2,359
Roumanie	1,856	1,771
Autriche	1,269	1,438
Bulgarie	1,403	1,343
Portugal	0,992	1,006
Danemark	0,751	0,953
Hongrie	0,349	0,620
Slovaquie	0,506	0,585
Suède	0,230	0,407
Pologne	0,165	0,300
Slovénie	0,284	0,255
Chypre	0,172	0,199
Malte	0,162	0,190
Luxembourg	0,108	0,120
Finlande	0,049	0,090
Lituanie	0,068	0,087
Croatie	0,079	0,075
Estonie	0,014	0,031
Irlande	0,011	0,017
Lettonie	0,000	0,001
Total UE 28	113,521	122,972

* Estimations. Source : Eurostat

de plus 180 MW, soit la plus grande du pays, à Weesow-Willmersdorf, sans tarif d'achat ni complément de rémunération. Autre tendance, le marché de l'autoconsommation pour les plus petites installations est de plus en plus lié à celui du stockage. Selon le Syndicat allemand de l'énergie solaire (BSW), le marché des systèmes de batteries photovoltaïques était de l'ordre de 35 000 en 2018 (20 000 en 2016, 31 000 en 2017). Ce chiffre signifie qu'un peu moins d'une nouvelle installation sur deux est équipée d'un système de stockage de l'électricité (76 500 nouvelles installations en 2018).

DES CONNEXIONS AUX PAYS-BAS ET EN FRANCE SUPÉRIEURES AU GW

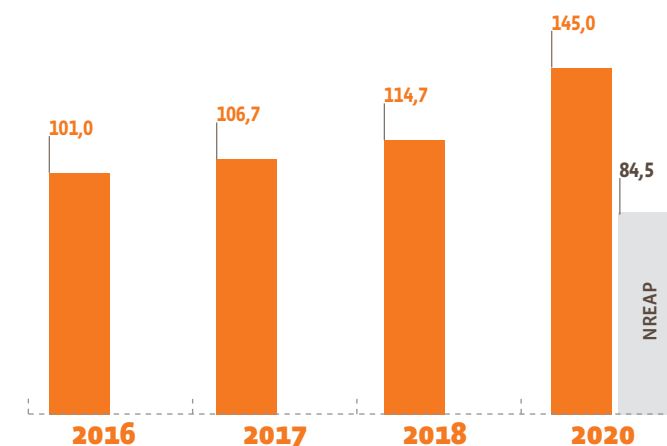
En 2018, le marché photovoltaïque des Pays-Bas a été particulièrement dynamique. Selon Eurostat, la puissance nette raccordée a augmenté de 1619 MW. La puissance totale du pays se montait fin 2018 à 4 522 MW. Cette forte croissance est principalement due à la connexion de projets de très grande puissance financés dans le cadre du programme SDE+, mais elle est également liée à un marché du photovoltaïque résidentiel très actif. La France est le troisième et dernier pays de l'UE à avoir dépassé le seuil du GW en termes de connexions (+ 1 006,6 MW), soit une centaine de MW de plus qu'en 2017 (+ 908,4 MW). La puissance nette maximale PV du pays s'établissait fin 2018 à 9 617 MW. De manière plus générale, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) a publié en février 2019 un rapport, "Coûts et rentabili-



tés du grand photovoltaïque en métropole continentale”, qui a été beaucoup commenté dans la presse énergétique française. Selon la CRE, une part significative des grands projets PV présente des coûts de production proche voire inférieurs aux prix de marché observés ces dernières années. Cette situation est de nature à permettre aux projets concernés de se développer sans soutiens publics, comme on a commencé à l’observer dans d’autres pays européens. ■

3

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



Source : EurObserv’ER

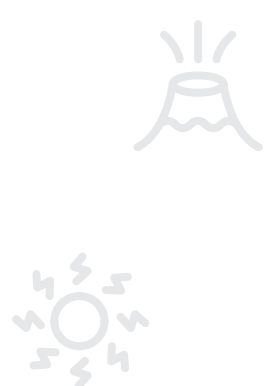
RENAISSANCE DU PHOTOVOLTAÏQUE DANS L’UNION EUROPÉENNE

À la veille des échéances européennes de 2020, beaucoup de pays devraient accélérer la mise en œuvre de leurs projets solaires photovoltaïques afin de remplir leurs obligations en matière d’énergie renouvelable. L’Union européenne devrait ainsi connaître une forte demande dans les deux prochaines années, un doublement de la puissance raccordée étant attendu en 2019 (supérieure à 16 GW). Selon EurObserv’ER, qui revoit une nouvelle fois à la hausse ses prévisions, cette croissance devrait être suffisante pour atteindre au moins 145 GW d’ici 2020 (graphique 3). Aussi, les prix garantis par les appels d’offres des grandes centrales sont de plus en plus souvent

inférieurs aux prix moyens de l’électricité observés sur le marché, ce qui justifie pleinement la politique de mise en place de mécanismes de marché voulue par la Commission européenne. Parallèlement aux appels d’offres, de nouveaux modèles d’affaires commencent également à se mettre en place pour les très grandes centrales ne nécessitant plus de subventions, comme les contrats de gré à gré entre producteurs et gros consommateurs, avec par exemple des projets de plusieurs GW déjà annoncés en Espagne.

Autre point positif, la directive énergie renouvelable du 11 décembre 2018 a créé un cadre très favorable à l’autoconsommation solaire. La directive demande aux États-membres d’établir un cadre

réglementaire afin que toute personne ait le droit de produire, de consommer sa propre production, de stocker et de vendre l’électricité, sans devoir supporter de charges disproportionnées. Les États-membres ont l’obligation de transposer les dispositions relatives à l’autoconsommation avant le 30 juin 2021. Le solaire distribué, qu’il soit adossé à une politique favorisant l’autoconsommation individuelle et collective ou destiné à la revente intégrale, restera un pan important du développement de l’électricité solaire. Ce nouveau cadre peut désormais se traduire politiquement par des objectifs nationaux 2030 très ambitieux en matière de plan climat-énergie et par la garantie de voir la part d’électricité solaire augmenter sensiblement durant la prochaine décennie.



SOLAIRE THERMIQUE

Dans un contexte où les conséquences du réchauffement climatique sont de plus en plus prégnantes, la technologie solaire thermique, qui exploite le rayonnement solaire afin de le transformer directement en chaleur, semble enfin retrouver de l'intérêt. Selon EurObserv'ER, le marché européen, qui était sur une tendance à la baisse depuis 2009, a enfin retrouvé le chemin de la croissance en 2018, passant de 2,08 millions de m² à 2,26 millions de m² (chiffres révisés), soit une croissance de 7,8 % entre 2017 et 2018. Ces données de marché prennent en compte les systèmes utilisant les capteurs plans vitrés, les capteurs à tubes sous vide et les capteurs non vitrés, technologies destinées à la production d'eau chaude sanitaire, au chauffage, ainsi qu'à la production de chaleur et d'eau chaude destinée aux réseaux de chaleur ou à l'industrie.

LE MARCHÉ DU SOLAIRE THERMIQUE EN ORDRE DISPERSÉ

Si la croissance du marché est de nouveau positive à l'échelle de l'UE, les marchés nationaux évoluent toujours en ordre dispersé.

Le développement le plus positif en 2018 vient de Pologne, où le secteur a fait un bond de 179 % à 310 000 m². Ces bons résultats s'expliquent par la mise en œuvre des appels d'offres municipaux annoncés en 2017 et décidés au début de l'année 2018. Ces programmes locaux, qui bénéficient de fonds européens, ont été initiés pour combattre le brouillard de pollution généré par les appareils de chauffage domestiques fonctionnant au charbon, encore très majoritaires dans le pays.

Une autre bonne nouvelle est la confirmation de la croissance du marché grec, qui gagne 4 % en 2018 pour atteindre 328 500 m², après avoir déjà augmenté de 16,2 % entre 2016 et 2017 (de 272 000 m² à 316 000 m²). L'EBHE (Association grecque de l'industrie solaire) précise que la surface supplémentaire installée est plus importante que celle mise hors service (soit 233 400 m² retirés en 2018), ce qui signifie que le parc solaire thermique en activité continue d'augmenter. Tout comme en 2017, l'EBHE attribue cette croissance à une série d'éléments favorables, avec en premier lieu une diminution du

prix des systèmes due à une forte concurrence entre acteurs, la montée en puissance de l'e-commerce, l'arrivée sur ce marché des grandes enseignes de bricolage et une petite amélioration de l'économie grecque.

Le marché espagnol augmente plus légèrement (+ 2 %), mais confirme son inflexion observée l'an dernier : la baisse du marché avait été limitée à 5 % entre 2016 et 2017. Ce retour à la croissance s'explique en premier lieu par de meilleurs chiffres au niveau de la construction de logements neufs, conséquence directe de la réglementation thermique espagnole (Código técnico de edificación - CTE), qui impose une contribution du solaire thermique dans toutes les constructions neuves.

Moins positif, certains marchés autrefois moteurs continuent de baisser. C'est notamment le cas du marché allemand. S'il demeure le premier marché de l'Union européenne avec 573 500 m² installés en 2018, il ne parvient toujours pas à se stabiliser et affiche une nouvelle baisse de 11,8 % par rapport à 2017. Cette baisse s'explique principalement par un moindre intérêt vis-à-

vis des systèmes solaires combinés (fournissant à la fois chauffage et eau chaude). Le marché italien n'est pas parvenu non plus à se stabiliser et devrait de nouveau acter une baisse de 8 % en 2018, aux alentours de 179 400 m² (systèmes thermosiphons inclus). Il souffre notamment de la concurrence fratricide du photovoltaïque. En France, le secteur est globalement en croissance en 2018, malgré un marché des chauffe-eau solaires individuels (Cesi) qui reste en souffrance en métropole, "cannibalisé" par la concurrence des chauffe-eau thermodynamiques (CET). Le dynamisme vient davantage des départements d'outre-mer (DOM), qui bénéficient d'incitations ciblées avec un soutien public important.

Autre segment de marché, le marché européen des réseaux de chaleur solaire et de la chaleur solaire industrielle trouve progressivement sa place, avec des nouvelles réalisations recensées au Danemark, en Allemagne, en Autriche, en Espagne et en France. En Europe, le rapport "Solar Heat Worldwide 2019" de l'IEA SHC estime la surface de capteurs connectée en

2018 sur des réseaux de chaleur solaire à 83 760 m² (58,6 MWth). Le rapport recense 15 nouveaux champs de capteurs solaires thermiques (> 500 m²) connectés à un réseau de chaleur, 6 au Danemark (66 800 m² dont 2 extensions de réseaux existants), 6 en Allemagne (9 380 m²), 2 en Autriche (3 010 m²) et 1 en Turquie (4 575 m²). Le plus grand système de réseau de chaleur a été installé dans la ville danoise de Aabybro, avec une superficie de capteurs de 26 195 m² (18,3 MWth).

UN PARC EUROPÉEN DE 53,5 MILLIONS DE M² FIN 2018

Si les données de marchés ne font pas l'objet d'un indicateur de suivi spécifique de la part des organismes officiels, le parc solaire thermique total en activité fait l'objet d'un suivi dans le cadre du "Questionnaire annuel sur les énergies renouvelables et déchets" (questionnaire commun à Eurostat et à l'Agence internationale de l'énergie). Ce suivi utilise les hypothèses de déclassement propres à chaque pays, ce qui explique certains écarts entre les indicateurs de parc publiés en janvier par Eurostat et les estimations

réalisées par EurObserv'ER ou par les représentants de l'industrie européenne du solaire thermique Solar Heat Europe. Ainsi, la superficie totale du parc solaire thermique de l'Union européenne s'est établie selon Eurostat à un peu plus de 53,4 millions de m² fin 2018. En ajoutant une estimation du parc des 3 pays baltes (non officiellement référencés), la superficie du parc de l'UE se rapproche des 53,5 millions de m², soit une surface cumulée supplémentaire de 1 323 615 m². La différence avec les données de marché s'explique par la mise hors service des anciennes installations. Ce phénomène de déclassement devrait s'accroître dans les prochaines années en lien avec la croissance des opérations faites durant les années 2000, qui ont culminé à près de 4,6 millions de m² en 2008. Selon les données officielles, les parcs allemands, autrichiens et suédois sont déjà (depuis 2017) en légère diminution, la surface déclassée étant devenue plus importante que la surface nouvellement installée. Cette évolution pose le problème du maintien de la contribution de la chaleur solaire


1

 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 totale (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteur sous vide			
Allemagne	573 000	57 000	20 000	650 000	455,0
Grèce	312 840	3 160	0	316 000	221,2
Espagne	190 666	7 187	3 652	201 505	141,1
Italie	171 600	23 400	0	195 000	136,5
France	117 076	0	5 500	122 576	85,8
Pologne	107 200	3 900	0	111 100	77,8
Autriche	99 770	1 060	630	101 460	71,0
Portugal	55 105	0	0	55 105	38,6
Chypre	36 218	0	0	36 218	25,4
Belgique	30 200	5 200	0	35 400	24,8
Danemark	31 500	0	0	31 500	22,1
Pays-Bas	21 150	6 162	2 621	29 933	21,0
Royaume-Uni	25 500	2 500	0	28 000	19,6
Bulgarie	24 000	0	0	24 000	16,8
Rép. Tchèque	16 500	7 500	0	24 000	16,8
Slovaquie	24 000	0	0	24 000	16,8
Croatie	22 700	0	0	22 700	15,9
Irlande	11 254	9 049	0	20 303	14,2
Hongrie	12 000	5 000	180	17 180	12,0
Roumanie	7 200	9 600	0	16 800	11,8
Finlande	5 000	0	0	5 000	3,5
Luxembourg	3 600	0	0	3 600	2,5
Suède	2 867	341	0	3 208	2,2
Lituanie	750	1 250	0	2 000	1,4
Lettonie	1 350	250	0	1 600	1,1
Slovénie	1 300	250	0	1 550	1,1
Estonie	900	600	0	1 500	1,1
Malte	518	130	0	648	0,5
Total UE 28	1 905 764	143 539	32 583	2 081 886	1 457,3

Source : EurObserv'ER

2

 Surfaces annuelles installées en 2018* par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance totale (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteur sous vide			
Allemagne	505 000	68 500	0	573 500	401,5
Grèce	328 500	0	0	328 500	230,0
Pologne	300 000	10 000	0	310 000	217,0
Espagne	191 966	9 698	3 866	205 530	143,9
Italie	157 900	21 500	0	179 400	125,6
France	150 622	0	5 500	156 122	109,3
Autriche	99 734	1 038	617	101 389	71,0
Portugal	56 000	1 000	0	57 000	39,9
Danemark	55 808	0	0	55 808	39,1
Chypre	40 812	0	0	40 812	28,6
Royaume-Uni	35 000	2 128	0	37 128	26,0
Pays-Bas	28 089	5 409	2 621	36 119	25,3
Belgique	25 000	4 900	0	29 900	20,9
Rép. Tchèque	16 500	7 500	0	24 000	16,8
Bulgarie	23 498	0	0	23 498	16,4
Irlande	22 191	0	0	22 191	15,5
Hongrie	16 000	5 000	0	21 000	14,7
Croatie	18 850	592	0	19 442	13,6
Roumanie	7 200	9 600	0	16 800	11,8
Finlande	5 000	1 000	0	6 000	4,2
Slovaquie	5 000	0	0	5 000	3,5
Luxembourg	3 418	0	0	3 418	2,4
Lituanie	750	1 250	0	2 000	1,4
Suède	1 755	167	0	1 922	1,3
Lettonie	1 350	250	0	1 600	1,1
Slovénie	1 300	250	0	1 550	1,1
Estonie	900	600	0	1 500	1,1
Malte	486	122	0	608	0,4
Total UE 28	2 098 629	150 504	12 604	2 261 737	1 583,2

* Estimate. Source : EurObserv'ER



3

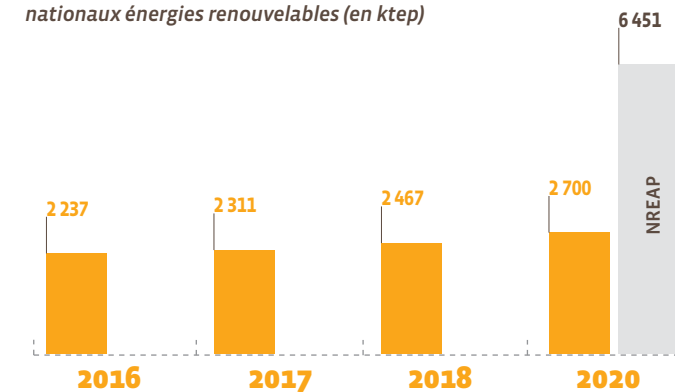
Parc cumulé* de capteurs solaires thermiques installés dans l'Union européenne en 2017 et en 2018** (en m² et en MWth)

	2017		2018	
	m²	MWth	m²	MWth
Allemagne	19 091 000	13 364	19 269 000	13 488
Autriche	5 172 185	3 621	5 123 303	3 586
Grèce	4 596 000	3 217	4 691 000	3 284
Espagne	3 997 082	2 798	4 202 770	2 942
Italie	4 050 666	2 835	4 196 376	2 937
France	3 094 442	2 166	3 218 301	2 253
Pologne	2 131 000	1 492	2 433 000	1 703
Danemark	1 774 747	1 242	1 830 555	1 281
Royaume-Uni	1 428 000	1 000	1 465 128	1 026
Portugal	1 231 105	862	1 288 104	902
Chypre	1 043 860	731	1 064 662	745
Belgique	728 600	510	748 300	524
Pays-Bas	649 000	454	657 000	460
Rép. Tchèque	593 000	415	617 000	432
Suède	472 000	330	466 000	326
Bulgarie	378 000	265	401 498	281
Irlande	311 216	218	333 407	233
Hongrie	308 000	216	329 000	230
Croatie	226 700	159	246 100	172
Slovénie	238 750	167	238 467	167
Slovaquie	201 000	141	206 000	144
Roumanie	189 000	132	189 000	132
Malte	72 250	51	72 860	51
Luxembourg	62 909	44	66 196	46
Finlande	60 000	42	66 000	46
Lettonie	24 520	17	26 120	18
Lituanie	20 150	14	22 150	16
Estonie	16 120	11	17 620	12
Total UE 28	52 161 302	36 513	53 484 917	37 439

* Toutes technologies y compris le non vitré. ** Estimations. Source : Eurostat, à l'exception de Lettonie, Estonie et Lituanie (estimations EurObserv'ER)

4

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



Source : EurObserv'ER

dans les objectifs de l'Union européenne dans le cas d'une absence de relance significative et soutenue du marché. Selon Eurostat, la contribution de la chaleur solaire thermique était de 2,5 Mtep à l'échelle de l'UE en 2018 (2,3 Mtep en 2017), soit une augmentation de 6,8 %.

6 % DE LA DEMANDE DE CHALEUR EUROPÉENNE EN 2030 ?

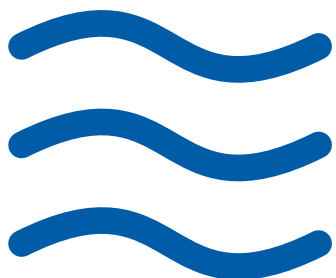
Le retour tardif à une croissance du marché solaire thermique, même si elle se confirmait en 2019 et 2020, ne sera pas suffisant pour que les pays de l'Union européenne atteignent les objectifs qu'ils se sont fixés pour 2020 (soit 6,45 Mtep). Selon EurObserv'ER, la contribution de la chaleur solaire ne devrait finalement atteindre que 2,7 Mtep à cet horizon (graphique 4).

La principale barrière liée au développement de la filière reste l'investissement initial, car dans le cas du solaire thermique, l'essentiel de la facture d'énergie sur les vingt années de durée de vie de l'installation est réalisé lors de l'achat. Malgré des coûts de production de l'énergie très compétitifs estimés selon Solar Heat Europe à 2 c€/kWh pour la production d'eau chaude via un système thermosiphon, et à moins de 3,5 c€/kWh pour un réseau de chaleur au Danemark, l'investissement de l'équipement reste une entrave au développement du marché. Autre frein identifié, le changement d'un système de chauffage et de production d'eau chaude est rarement programmé et se fait le plus souvent en urgence suite à une défaillance du système en place. Lorsque le problème est grave et qu'un remplacement est nécessaire, l'option la plus rapide

consiste à choisir une solution du même type, rendant plus difficile la diffusion des équipements énergies renouvelables. C'est donc de manière préventive que les efforts doivent être menés sur le plan commercial, afin d'aider les consommateurs à anticiper le remplacement de leur système. Un des principaux enjeux pour la filière est donc bien de participer à la modernisation du parc de chaudières existant.

Le potentiel de la filière solaire thermique reste très significatif, comme l'a montré le rapport "Perspectives des énergies renouvelables pour l'Union européenne", publié par l'Irena (Agence internationale des énergies renouvelables) en 2018 et réalisé en coopération avec la Commission européenne. Ce rapport a étudié les mix de solutions énergies renouvelables les plus efficaces en termes de coûts susceptibles d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables d'ici 2030. Les conclusions indiquent qu'à côté du solaire photovoltaïque, l'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments

et l'industrie reste une des solutions les plus pertinentes à explorer pour augmenter la part des sources d'énergies renouvelables, permettant même de dépasser l'objectif actuel de 32 % d'ici 2030 pour atteindre 34 %. Dans le cas d'un scénario de référence où la part des énergies renouvelables n'atteindrait que 24 % en 2030 de la demande totale de chaleur, la contribution du solaire thermique serait alors de 3 %. Dans le cas le plus ambitieux, le scénario Remap, la part des énergies renouvelables atteindrait 34 % de la demande de chaleur et la contribution du solaire thermique serait alors de 6,2 %. Dans ce dernier cas, l'Irena projette que l'énergie solaire thermique dans les bâtiments et l'industrie serait susceptible d'atteindre 691 PJ (192 TWh) de production d'énergie, ce qui se traduirait par 269 MWth (384 millions de m²) de capacité installée. Sur ce total, l'énergie solaire thermique dans les bâtiments pourrait générer à elle seule 571 PJ (158 TWh), ce qui correspond à 222 MWth (371 millions de m²) de capacité installée. ■



HYDROELECTRICITE

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, s'est à l'échelle de l'Union européenne nettement redressée en 2018, après avoir enregistré un déficit record de production en 2017. Selon Eurostat, elle s'est établie à 349,8 TWh en 2018 contre un peu plus de 300 TWh en 2017 (300,2 TWh, chiffre révisé). Cette situation s'explique par le redressement en 2018 de la production des pays d'Europe du Sud (Italie, Espagne, Portugal, Grèce) et de la France, pays qui avaient enregistré des déficits pluviométriques très importants en 2017.

Ainsi la production hydroélectrique française (hors pompage) repart nettement à la hausse (+ 30,6 % par rapport à 2017) et gagne 15,3 TWh pour atteindre 65,3 TWh. En Espagne et au Portugal, où les variations de la production peuvent être particulièrement importantes d'une année sur l'autre, la production augmente respectivement de 87,4 % (+ 16 TWh



1

Puissance* des centrales hydrauliques pures, mixtes et de pompage pures en 2017 et 2018 (en MW)

	2017				2018			
	Centrales hydrauliques pures	Centrales hydrauliques mixtes	Centrales hydrauliques de pompage pures	Total	Centrales hydrauliques pures	Centrales hydrauliques mixtes	Centrales hydrauliques de pompage pures	Total
France	18 561	5 418	1 728	25 707	18 856	5 209	1 728	25 793
Italie	15 109	3 377	3 940	22 426	15 182	3 377	3 940	22 499
Espagne	14 052	2 690	3 337	20 079	14 053	2 690	3 337	20 080
Suède	16 403	99	0	16 502	16 332	99	0	16 431
Autriche	8 506	5 644	0	14 150	8 591	5 925	0	14 516
Allemagne	4 449	1 178	5 493	11 120	4 456	1 129	5 355	10 940
Portugal	4 462	2 764	0	7 226	4 471	2 764	0	7 236
Roumanie	6 328	272	92	6 692	6 342	268	92	6 701
Royaume-Uni	1 873	300	2 600	4 773	1 878	300	2 600	4 778
Grèce	2 693	699	0	3 392	2 710	699	0	3 409
Bulgarie	2 359	149	864	3 372	2 366	149	864	3 379
Finlande	3 272	0	0	3 272	3 287	0	0	3 287
Slovaquie	1 607	0	916	2 523	1 612	0	916	2 528
Pologne	591	376	1 423	2 390	592	376	1 423	2 391
Rép. Tchèque	1 093	0	1 172	2 265	1 093	0	1 172	2 264
Croatie	1 912	281	0	2 193	1 924	275	0	2 200
Lettonie	1 564	0	0	1 564	1 565	0	0	1 565
Belgique	107	0	1 310	1 417	108	0	1 310	1 418
Slovénie	1 167	0	180	1 347	1 163	0	180	1 343
Luxembourg	35	0	1 296	1 331	34	0	1 296	1 330
Lituanie	117	0	760	877	117	0	760	877
Irlande	237	0	292	529	237	0	292	529
Hongrie	57	0	0	57	57	0	0	57
Pays-Bas	37	0	0	37	37	0	0	37
Danemark	9	0	0	9	9	0	0	9
Estonie	7	0	0	7	7	0	0	7
Malte	0	0	0	0	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0	0	0	0	0
Total UE 28	106 605	23 248	25 403	155 256	107 079	23 260	25 264	155 603

* Puissance électrique maximum nette. Source : Eurostat



soit un total de 34,3 TWh) et de 110,2 % (+ 6,5 TWh, soit un total de 12,4 TWh). La production italienne croît de 12,6 TWh (+ 34,8 %), pour atteindre 48,8 TWh, et la production grecque de 1,8 TWh (+ 44,9 %), pour atteindre 5,7 TWh.

Comme souvent, l'évolution de la production hydroélectrique des pays d'Europe du Nord est inversée par rapport à ceux situés plus au sud. La Suède, la Finlande, les pays Baltes (Estonie, Lettonie, Lituanie), mais également le Royaume-Uni ont vu leur production diminuer en 2018. Des baisses de production ont également été enregistrées en Allemagne, en Autriche et dans la plupart des pays d'Europe centrale. Les baisses de production les plus franches ont été mesurées en Suède (- 2,9 TWh, - 4,5 % par rapport à 2017), en Allemagne (- 2,2 TWh, - 10,8%), en Lettonie (- 1,9 TWh, - 44,5 %) et en Finlande (- 1,5 TWh, - 10 %).

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 quinze dernières années afin d'atténuer l'effet des variations en matière d'hydraulique. Selon l'outil statistique Shares, utilisé pour le calcul des objectifs énergies renouvelables des États-membres, la production hydroélectrique normalisée retenue à l'échelle de l'Union européenne était de 349,7 TWh en 2018, en augmentation de 0,6 % par rapport à 2017 (347,4 TWh en 2017).

Sur le plan de la puissance, Eurostat distingue désormais les centrales hydroélectriques selon

2

Production brute d'électricité d'origine hydraulique (hors pompage) dans les pays de l'Union européenne (en TWh) en 2017 et en 2018

	2017	2018
France	50,001	65,285
Suède	65,143	62,210
Italie	36,199	48,786
Autriche	38,294	37,638
Espagne	18,322	34,334
Allemagne	20,150	17,974
Roumanie	14,494	17,664
Finlande	14,772	13,301
Portugal	5,897	12,393
Croatie	5,307	7,701
Grèce	3,963	5,743
Royaume-Uni	5,902	5,490
Bulgarie	2,828	5,147
Slovénie	3,868	4,704
Slovaquie	4,324	3,590
Lettonie	4,381	2,432
Pologne	2,560	1,970
Rép. Tchèque	1,869	1,629
Irlande	0,692	0,694
Lituanie	0,602	0,431
Belgique	0,270	0,314
Hongrie	0,220	0,222
Luxembourg	0,086	0,093
Pays-Bas	0,061	0,072
Estonie	0,026	0,015
Danemark	0,018	0,015
Chypre	0,000	0,000
Malte	0,000	0,000
Total UE 28	300,248	349,846

Source : Eurostat

trois catégories. Les "centrales hydrauliques pures" (*pure hydro plants*) regroupent 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 totalité de leur production est de ce fait qualifiée de renouvelable. Les centrales hydrauliques mixtes (*mixed hydro plants*) 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. Seule la partie de la production produite avec le débit naturel peut être qualifiée de renouvelable. Enfin, les stations de transfert d'énergie par pompage pures (*pure pumped storage plants*), quant à elles, ne sont pas reliées à un cours d'eau

et n'utilisent pas le débit naturel de l'eau, et donc l'électricité produite n'est pas qualifiée de renouvelable. Une Step est composée de deux bassins situés à des altitudes différentes, elle permet de stocker de l'énergie en pompant l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur lorsque la demande électrique est faible et que le prix de marché de l'électricité est bas, et de la restituer quand la demande est forte et le prix de l'électricité est élevé. Selon Eurostat, la puissance nette maximum des centrales hydrauliques pures de l'Union européenne a été mesurée à 107 079 MW en 2018 (106 605 MW en 2017), tandis que la puissance nette maximum des centrales mixtes atteignait 23 260 MW en 2018 (23 248 MW en 2016). En prenant en compte uniquement les centrales hydroélectriques pures, les cinq pays les plus richement dotés (données 2018) sont la France (18 856 MW), la Suède (16 332 MW), l'Italie (15 182 MW), l'Espagne (14 053 MW) et l'Autriche (8 591 MW).

Dans l'Union européenne, le potentiel de croissance de la filière dépend surtout des petites installations ou de la modernisation des installations déjà existantes, le potentiel des sites qui permettent d'accueillir des grandes installations étant presque épuisé ou présentant des contraintes environnementales trop importantes. Le potentiel des nouvelles petites centrales hydroélectriques a cependant été considérablement affecté par la législation environnementale qui protège la biodiversité des rivières et cours d'eau, telle la directive-cadre sur l'eau et la mise en place des zones protégées Natura 2000. L'hydraulique joue pourtant un rôle essentiel dans le système électrique. En plus d'être une énergie renouvelable, cela reste une énergie compétitive qui contribue à la stabilité du réseau et apporte des moyens de stockage, journaliers, hebdomadaires et intersaisonniers indispensables aux déploiements des filières éolienne et solaire. ■





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 sols ou 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 soit liquide soit gazeuse quand elle atteint la surface, transfère sa chaleur à un autre liquide de travail 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

1

Puissance installée et puissance nette des centrales électriques géothermiques de l'Union européenne en 2017 et 2018 (en MWe).*

	2017		2018	
	Puissance installée	Puissance nette	Puissance installée	Puissance nette
Italie	915,5	767,2	915,5	767,2
Allemagne	38,0	32,0	38,0	36,0
Portugal	34,3	29,1	34,3	29,1
Croatie	0,0	0,0	17,5	10,0
France*	17,1	15,9	17,1	15,9
Hongrie	3,4	3,0	3,4	3,0
Autriche	0,9	0,9	0,9	0,9
Roumanie	0,05	0,05	0,05	0,05
Total UE 28	1 009,2	848,2	1 026,7	862,2

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

les 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, le chauffage des piscines, le rafraîchissement, 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.

La tenue du Congrès européen de la géothermie (EGC 2019) à La Hague, aux Pays-Bas, en juin 2019, a été

l'occasion pour la filière de faire un point pays par pays afin de présenter l'état de la filière géothermique en Europe. Selon les données du résumé des rapports nationaux réalisé par Burkhard Sanner¹, la puissance des usages directs de la géothermie pour la production de chaleur (ou de rafraîchissement) était en 2018 de l'ordre de 4 670,7 MWh dans l'Union européenne, dont 1 795,1 MWh de réseaux de chaleur urbains, 965,1 MWh d'installations produisant de la chaleur à usage agricole (incluant des réseaux de chaleur destinés au chauffage de serres), 1 001,9 MWh d'installations liées à la balnéologie et 908,6 MWh pour le chauffage direct de maison individuelles (c'est-à-dire sans utilisation de pompe à chaleur) et les autres usages.

L'Egec (European Geothermal Energy Council) assure néanmoins dans le cadre de son rapport de marché annuel ("Egec geothermal market report") un suivi de la puissance des réseaux de chaleur géothermiques en Europe. Selon l'Egec, dans l'Union européenne, 11 nouvelles installations ont été

mises en service ou on fait l'objet de rénovations (8 nouvelles et 3 rénovations), pour une puissance nouvelle de 144 MWh. Nouvelle et pas supplémentaire, car les opérations de rénovation remplacent des installations déjà existantes. Ces opérations de rénovation vont être de plus en plus importantes du fait de l'âge du "parc" existant, et constituent un marché important pour la filière. Cette usure explique également la perte de puissance de certains réseaux de chaleur.

Dans l'Union européenne, quatre pays ont augmenté la puissance de leurs réseaux de chaleur géothermique. Les Pays-Bas ont mis en service 5 nouvelles installations pour une puissance de 66 MWh, la France a procédé à la mise en service d'un nouveau réseau de chaleur et en a rénové 3 autres, pour une puissance nouvelle de 45 MWh, l'Allemagne a ajouté une installation de 24,5 MWh, et

1. <http://europeangeothermalcongress.eu/wp-content/uploads/2019/07/CUR-00-Summary-Europe.pdf>

2

Production brute d'électricité géothermique dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018 (en GWh)

	2017	2018
Italie	6 201,2	6 105,4
Portugal	216,7	230,4
Allemagne	163,0	178,0
France	133,1	129,7
Hongrie	1,0	12,0
Croatie	0,0	2,0
Autriche	0,1	0,2
Roumanie	0,0	0,0
Total UE 28	6 715,0	6 657,7

Source : Eurostat



la Belgique une autre de 8 MWth. L'installation allemande concerne la partie réseau de chaleur de la centrale géothermique fonctionnant en cogénération de Holzkirchen. L'Egec estime ainsi la puissance des réseaux de chaleur géothermique de l'Union européenne à 1942 MWth, soit une augmentation de l'ordre de 127 MWth.

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 867,6 ktep en 2018 (276,8 ktep de chaleur dérivée et 590,8 ktep de consommation d'énergie finale), soit une croissance de 4,1 % par rapport à 2017.

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Après l'arrivée de la Hongrie et de la Roumanie en 2017, la Croatie est devenue en 2018 le huitième pays de l'Union européenne à disposer d'une filière géothermique de production d'électricité. La centrale géothermique Velika 1, située dans la région de Velika Ciglena, au nord-est de la Croatie, a été mise en service en décembre 2018 et fonctionne à pleine capacité depuis mars 2019. Cette centrale de type ORC, réalisée par l'italien Turboden, affiche une puissance de 17,5 MW, ce qui en fait la centrale la plus puissante de ce type en exploitation en Europe. Elle a nécessité un investissement de 43,7 millions d'euros. Une centrale ORC (cycle organique de Rankine) fonctionne avec un

fluide organique qui se vaporise à basse température, ce qui permet de valoriser des ressources géothermiques entre 110 et 200 °C. La centrale croate Velika 1 disposant d'une ressource de 170 °C. L'exploitant précise que le contrat d'achat d'électricité signé avec l'opérateur du marché énergétique croate (HROTE) porte sur une puissance installée de 10 MW, ce qui correspond à la consommation moyenne de 29 000 ménages croates.

Cette centrale est la seule ayant été connectée dans l'Union européenne durant l'année 2018. Elle porte donc la puissance géothermique électrique de cette dernière à 1 027,6 MW. La puissance nette, qui est la puissance maximale présumée exploitable, est, elle, estimée par Eurostat à 862,2 MW (+ 14 MW). La production brute d'électricité géothermique a très peu évolué (- 0,9 % par rapport à 2017), légèrement inférieure à 6,7 TWh. Cette nouvelle baisse s'explique par une moins bonne disponibilité des centrales italiennes, dont la production est en baisse de 1,5 % à 6,1 TWh en 2018. Le pays n'en demeure pas moins le principal fournisseur d'électricité de l'Union européenne, représentant à lui seul 91,7 % de sa production.

DE NOUVELLES AMBITIONS POLITIQUES SONT NÉCESSAIRES

L'énergie géothermique continue à se développer en répondant à la fois aux besoins énergétiques en électricité et dans le secteur du chauffage et du refroidissement. Cependant, le déploiement de la géothermie sur la dernière décennie est resté bien en deçà de son potentiel en Europe, et loin des

3

Puissance des réseaux de chaleur géothermiques installés dans les pays de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en MWth)

	2017	2018
France	509	544
Allemagne	329	353
Hongrie	254	254
Pays-Bas	142	208
Italie	160	153
Roumanie	88	88
Autriche	86	86
Pologne	75	75
Suède	44	44
Danemark	33	33
Belgique	17	25
Croatie	20	20
Slovaquie	17	17
Lituanie	14	14
Grèce	13	13
Rép. Tchèque	8	8
Slovénie	4	4
Royaume-Uni	2	2
Espagne	1	1
Total UE 28	1 816	1 942

Source : Egec Market (année 2018)

objectifs affichés dans le cadre des plans d'action nationaux énergie renouvelable.

L'Egec observe néanmoins un clair regain d'intérêt pour l'énergie géothermique à travers l'Europe, en particulier pour la production de chaleur/froid. Cela se traduit par une consolidation de la dynamique dans les marchés porteurs (Pays-Bas, France, Allemagne), et par une émergence de nouveaux marchés ou une redynamisation de marchés plutôt stables tels que la Pologne,

la Belgique, la Croatie ou la Grèce. Pour l'électricité géothermique, on peut observer des signaux variés à travers l'Europe, et une incertitude réglementaire à l'origine d'un ralentissement des développements.

Les politiques européennes, notamment dans la nouvelle directive renouvelable, avec un objectif national d'augmentation de 1,3 point de pourcentage/an de la part de renouvelable dans la



4

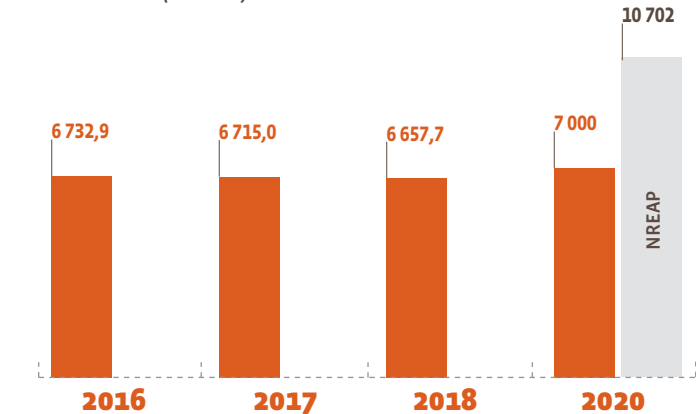
Consommation de chaleur* issue de la géothermie dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018**

	2017			2018		
	Total	Dont consommation finale d'énergie	Dont chaleur dérivée**	Total	Dont consommation finale d'énergie	Dont chaleur dérivée**
France	170,1	40,2	130,0	187,3	40,2	147,2
Italie	149,8	130,8	18,9	149,1	128,1	21,0
Hongrie	127,5	61,8	65,7	124,2	63,5	60,7
Allemagne	100,4	85,1	15,3	106,6	85,0	21,6
Pays-Bas	72,8	72,8	0,0	89,1	89,1	0,0
Slovénie	48,3	47,8	0,4	48,9	48,4	0,5
Bulgarie	34,6	34,6	0,0	34,6	34,6	0,0
Roumanie	32,5	26,2	6,3	31,3	25,5	5,9
Autriche	26,7	12,6	14,1	25,6	11,9	13,7
Pologne	22,6	22,6	0,0	23,7	23,7	0,0
Espagne	18,8	18,8	0,0	18,8	18,8	0,0
Grèce	8,8	8,8	0,0	8,9	8,9	0,0
Croatie	8,2	8,2	0,0	7,6	7,6	0,0
Slovaquie	5,0	1,5	3,5	5,2	1,4	3,8
Portugal	1,6	1,6	0,0	1,7	1,7	0,0
Chypre	1,6	1,6	0,0	1,6	1,6	0,0
Danemark	1,8	0,0	1,8	1,3	0,0	1,3
Belgique	1,2	0,0	1,2	1,3	0,0	1,3
Royaume-Uni	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0
Rép. Tchèque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estonie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lettonie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lituanie	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Total UE 28	833,5	575,9	257,6	867,6	590,8	276,8

** Production brute de chaleur dans le secteur de la transformation. Source : Eurostat

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)



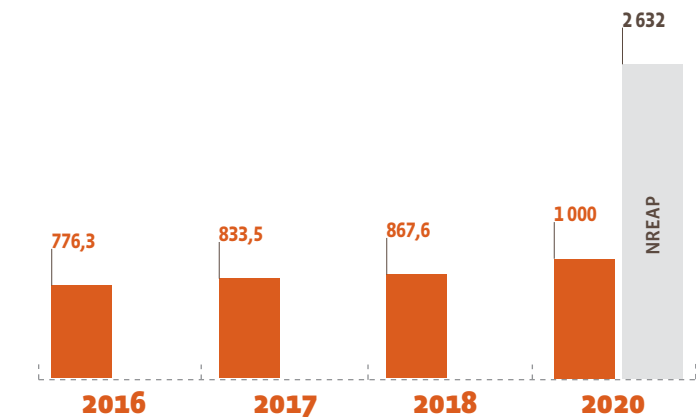
Source : EurObserv'ER

chaleur et le froid, sont positives. Toutefois, l'Egec estime que cette mesure importante n'était pas respectée dans les versions provisoires des plans d'action énergie climat de 2018, et ce pour la majorité des États-Membres.

Les dynamiques actuelles du marché – sans parler d'une application de la directive renouvelable 2018 – correspondent à une augmentation de près de 11 GWth pour la capacité de géothermie en réseaux de chaleur, et jusqu'à 3 GWe pour la géothermie électrique d'ici à 2030. La volonté politique réaffichée de la Commission européenne, via la présentation de son Green Deal le 11 décembre, de faire de l'Europe le premier continent neutre sur le plan climatique au monde d'ici 2050 ne peut que redonner de l'allant à la filière géothermique. Le Green Deal est considéré comme une opportunité par la filière pour exploiter pleinement le potentiel de l'énergie géothermique et soutenir le développement technologique de ces filières. L'exploitation de lithium dans les eaux extraites des forages géothermiques (présent sous forme de chlorure de lithium) par les centrales géothermiques fait partie des nouvelles options technologiques susceptibles de renforcer la rentabilité et le déploiement de nouveaux projets en géothermie profonde. Les acteurs de la géothermie profonde mettent en avant le caractère "propre" du lithium, qui pourrait être récupéré après raffinage avec un très faible impact environnemental, comparé avec les modes de production actuel en Australie et au Chili. La fabrication européenne de batteries bénéficierait fortement de cette production locale de lithium. ■

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



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 où l'énergie thermique est prélevée. Les PAC aérothermiques sont celles où l'énergie thermique est "pompée" de l'air ambiant. Les PAC géothermiques rassemblent les systèmes où l'énergie thermique est "pompée" du sol et les PAC hydrothermiques, de l'eau (eau de nappe phréatique). Par souci de simplicité et en raison de leur proximité technologique, 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 à basses ou hautes 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 (électricité ou gaz naturel), de la source d'énergie thermique utilisée (sol, eau, air), du mode d'utilisation (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.

4 MILLIONS DE PAC VENDUES DANS L'UE EN 2018

Porté à la fois par les besoins de chaleur et de rafraîchissement, le marché des pompes à chaleur (PAC) continue de prospérer, même s'il reste encore concentré dans un nombre limité de pays de l'UE. Selon EurObserv'ER, pas moins de 4 millions de PAC ont été vendues durant l'année 2018, toutes gammes de puissance et toutes technologies confondues, soit une augmentation de 10,5 % par rapport à 2017 (3,6 millions d'unités vendues en 2017). Ces chiffres sont avant tout représentatifs des marchés résidentiels et tertiaires (représentant une gamme de puissance allant de quelques kW à plus



d'une vingtaine), le marché des PAC de moyennes et de grandes puissances étant beaucoup plus limité (exemple : moins d'un millier de PAC industrielles vendues dans l'UE).

Sur ce total, environ un tiers des PAC est destiné à couvrir prioritairement des besoins de chauffage, soit un peu moins de 1,3 million d'unités selon le décompte spécifique effectué par l'EHPA dans sa publication "European heat pump market and statistics report 2019". Les deux tiers restants 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, les besoins

et les modes d'utilisation étant différents selon les zones climatiques.

Les PAC aérothermiques de type air-air réversibles représentent toujours l'essentiel des ventes sur le marché européen avec, selon EurObserv'ER, 3,5 millions de systèmes vendus en 2018, soit un peu plus de 300 000 pièces vendues par rapport à 2017 (+ 9,6 %). Il convient de préciser que les 4 plus grands marchés (Italie, Espagne, France, Portugal) concentrent à eux seuls 87,8 % des systèmes air-air réversibles nouvellement installés en Europe. Cette concentration s'explique à la fois par la taille des pays et par les zones climatiques où ils sont situés, avec des besoins de rafraîchissement importants durant la saison estivale. L'Italie demeure le plus grand marché des PAC air-air

réversibles avec, selon le ministère du Développement économique, 1 507 000 unités vendues en 2018, contre 1 403 000 en 2017 (+ 7,4 %), augmentation en partie liée à un été particulièrement chaud sur la péninsule italienne. L'augmentation des besoins de confort d'été est également 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, quant à lui, spécifiquement aux besoins de chauffage. Là aussi, les ventes sont en constante augmentation depuis 2013, avec une tendance à l'accélération depuis 2017. Elles ont en effet augmenté de 21,5 % entre 2017 et 2018, soit plus de 366 200 pièces vendues (dans 20 pays de l'UE), après avoir déjà augmenté de 18,5 % entre 2016 et 2017). Cette croissance entre 2017 et 2018 a la particularité d'être soutenue à la fois sur les marchés historiques des PAC aérothermiques sur vecteur eau que sont les marchés scandinaves (+ 19,4 % en Suède, + 28,2 % au Danemark), nordiques (+ 21,4 % en Finlande),



français (+ 14,5 %) et allemand (+ 10,2 %); mais également sur des marchés moins matures comme en Espagne (+ 134,1 %), aux Pays-Bas (+ 35,8 %), en Pologne (+ 31,6 %) et au Royaume-Uni (+ 24,7 %).

À une moindre échelle, le marché des PAC géothermiques (également sur vecteur eau) répond lui aussi spécifiquement aux besoins de chauffage. Il renoue nettement avec la croissance en 2018 (+ 4,9 %

entre 2017 et 2018) avec 87 126 unités vendues cette année-là, après être parvenu à stabiliser ses ventes en 2017. Les chiffres de marchés révisés pour 2017 faisaient état de 83 020 pièces vendues, un chiffre

à peu près stable par rapport à 2016 (+ 0,1 %). Ces bons résultats s'expliquent avant tout par le dynamisme du marché suédois, premier marché européen de la PAC géothermique avec, selon la SKVP (Swedish

Refrigeration & Heat Pump Association), 24 162 unités vendues en 2018 (+ 6,7 %), et le marché allemand qui, selon l'AGEEstat, a atteint 21 137 unités vendues (+ 4,6 %). À noter également, une forte progression

du marché néerlandais (+ 34,7 %) qui, selon Statistics Netherlands, a atteint les 6 504 pièces vendues en 2018.

1

Marché de la pompe à chaleur aérothermiques en 2017 et 2018* (nombre d'unités vendues)

	2017				2018			
	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	1 440 500	1 403 000	37 500	0	1 550 000	1 507 000	43 000	0
Espagne	912 378	901 406	10 972	0	942 569	916 879	25 690	0
France	501 403	419 703	81 700	0	591 700	498 120	93 580	0
Portugal	145 012	144 141	871	0	156 078	155 438	640	0
Pays-Bas	92 465	70 872	21 593	0	106 267	76 933	29 334	0
Suède	78 355	52 000	9 035	17 320	80 672	52 000	10 788	17 884
Allemagne	69 494	0	55 994	13 500	76 720	0	61 720	15 000
Belgique	55 528	49 190	6 338	0	71 069	64 041	7 028	0
Finlande	54 141	47 281	4 138	2 722	67 621	59 395	5 024	3 202
Malte	36 704	36 704	0	0	62 633	62 633	0	0
Danemark	41 793	35 504	6 125	164	47 508	39 488	7 855	165
Slovaquie	2 554	306	2 248	0	34 944	31 149	3 773	22
République tchèque	20 528	6 750	13 718	60	24 542	7 500	16 977	65
Royaume-Uni	19 260	0	18 935	325	23 615	0	23 615	0
Pologne	16 370	8 280	8 080	10	19 905	9 265	10 630	10
Autriche	13 865	0	13 689	176	15 157	0	14 862	295
Estonie	15 010	13 700	1 280	30	15 010	13 700	1 280	30
Lituanie	8 819	7 321	1 474	24	11 410	8 750	2 660	0
Irlande	4 457	0	4 398	59	4 457	0	4 398	59
Slovénie	3 200	0	3 200	0	3 200	0	3 200	0
Hongrie	1 700	1 700	0	0	2 850	2 850	0	0
Luxembourg	88	0	88	0	206	0	206	0
Total UE 28	3 533 624	3 197 858	301 376	34 390	3 908 133	3 505 141	366 260	36 732

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 elles, elles incluent une part importante de PAC réversibles de type air-air dont la fonction principale est le rafraîchissement. *Estimation. Source : EurObserv'ER

2

Marché de la pompe à chaleur géothermique* en 2017 et 2018** (nombre d'unités vendues)

	2017	2018
Suède	22 641	24 162
Allemagne	20 217	21 137
Finlande	7 986	7 995
Pays-Bas	4 830	6 504
Pologne	5 660	5 831
Autriche	5 230	5 408
France	3 100	3 080
Royaume-Uni	2 358	2 310
Danemark	2 143	2 310
Belgique	1 963	1 872
Estonie	1 750	1 750
République tchèque	1 561	1 647
Italie	860	775
Lituanie	633	615
Slovénie	598	598
Slovaquie	168	332
Hongrie	800	300
Irlande	291	291
Luxembourg	84	89
Espagne	95	73
Portugal	52	47
Total UE 28	83 020	87 126

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



3

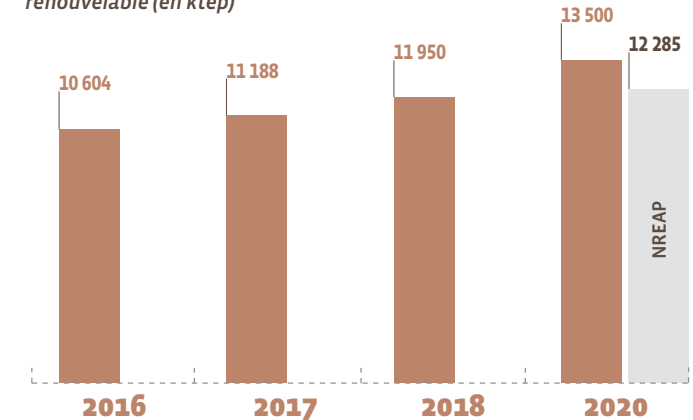
Parc des pompes à chaleur en opération dans l'Union européenne en 2017 et en 2018*

	2017			2018		
	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC
Italie	19 522 000	14 200	19 536 200	19 569 000	14 150	19 583 150
France	5 587 056	154 870	5 741 926	6 178 756	157 950	6 336 706
Espagne	3 201 810	1 388	3 203 198	4 144 379	1 461	4 145 840
Suède	1 130 341	525 678	1 656 019	1 204 328	537 878	1 742 206
Allemagne	613 605	358 228	971 833	684 439	376 902	1 061 341
Finlande	683 621	110 981	794 602	751 242	118 976	870 218
Portugal	529 092	909	530 001	685 170	956	686 126
Pays-Bas	406 361	54 870	461 231	509 650	60 379	570 029
Danemark	290 254	61 204	351 458	332 520	65 149	397 669
Malta	323 429	0	323 429	344 212	0	344 212
Belgique	147 466	11 337	158 803	218 535	13 209	231 744
Bulgarie	214 971	4 272	219 243	214 971	4 272	219 243
Autriche	92 869	103 185	196 054	108 026	106 819	214 845
Royaume-Uni	150 112	31 541	181 653	173 727	33 851	207 578
Estonie	131 727	14 125	145 852	146 737	15 875	162 612
République tchèque	104 658	22 559	127 217	129 200	24 028	153 228
Pologne	61 731	47 655	109 386	81 636	53 486	135 122
Slovaquie	11 049	3 483	14 532	45 993	3 815	49 808
Slovénie	27 900	10 648	38 548	31 100	11 246	42 346
Irlande	17 941	4 115	22 056	22 398	4 406	26 804
Hongrie	7 100	2 110	9 210	9 950	2 410	12 360
Lituanie	3 466	3 268	6 734	3 466	3 268	6 734
Luxembourg	1 422	634	2 056	1 628	742	2 370
Total UE 28	33 259 980	1 541 260	34 801 240	35 591 062	1 611 228	37 202 290

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 elles, elles incluent une part importante de PAC de type air-air réversibles dont la fonction principale est le rafraîchissement. * Estimation. Source : EurObserv'ER

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)



* Production d'énergie renouvelable selon les critères définis par la directive énergie renouvelable. Source : EurObserv'ER

UNE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUEVABLE DE PRÈS DE 12 MTEP EN 2018

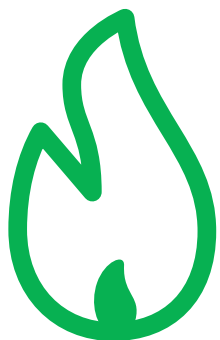
L'outil Shares d'Eurostat, qui sert à calculer le suivi des objectifs énergies renouvelables, s'il ne fournit pas d'indicateurs de marché, précise dans sa version détaillée la puissance des parcs de PAC éligibles à la production d'énergies renouvelables. Ces données permettent de déterminer la quantité 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 11 950 ktep en 2018, soit une augmentation de 762,7 ktep par rapport à 2017. Sans cette contribution positive, la consommation d'énergie finale renouvelable utilisée à des fins de chauffage et de rafraîchissement aurait diminué à l'échelle de l'Union européenne. Cette dernière dans son ensemble est passée de 102,4 Mtep en 2017 à 102,9 ktep en 2018 (+ 0,5 Mtep). 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 et constituent la principale technologie renouvelable capable de répondre aux besoins de rafraîchissement.

UNE VALEUR SÛRE DE LA TRANSITION ÉNERGETIQUE

Depuis la mise en place de la directive ENR de 2009, la filière des PAC a démontré qu'elle était une valeur sûre de la transition énergétique, apportant chaque année une contribution significative aux objectifs énergies renouvelables des pays

impliqués dans ces technologies. D'après l'outil Shares, la part de l'énergie renouvelable produite par les PAC représentait en 2018 déjà 2,4 % des besoins totaux de chaleur et de rafraîchissement (11,9 Mtep sur 522,8 Mtep). C'est un demi-point de pourcentage de plus qu'en 2015 (1,9%). Au Portugal, cette même part est déjà supérieure à 10 % (10,4 % en 2018), en Suède, elle est proche des 10 % (9,8 % en 2018), supérieure à 4 % en France (4,3 %) et en Italie (4,7%). 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 et de rafraîchissement et un désengagement progressif des solutions de chauffage au gaz et fioul. À titre d'exemple, les Pays-Bas ont publié mi-2019 leur feuille de route pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et, dans cette dernière, des mesures

visent à sortir complètement du gaz dans le chauffage des bâtiments résidentiels. Les pompes à chaleur (électriques et hybrides) seront l'un des moyens privilégiés de substitution au gaz naturel. Le ressenti de la filière est actuellement très positif, avec un maintien prévisible du rythme de croissance actuel susceptible de porter la contribution des PAC à plus de 13,6 Mtep d'ici 2020. 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, qui constitue le plus grand défi de la filière pour les prochaines décennies. ■



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 le biogaz des installations de stockage de déchets non dangereux (biogaz de décharge), la méthanisation de boues de stations d'épuration des eaux usées (gaz de digestion des boues) 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 (H_2) et de monoxyde de carbone (CO) qui, recombinaés,

donnent un biogaz de synthèse, substitut au gaz naturel (CH_4). De telles filières sont actuellement recensées en Finlande, au Danemark, en Espagne, en Italie et en Belgique.

16,8 MILLIONS DE TEP DE BIOGAZ PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

En 2018, la production d'énergie primaire à partir de biogaz (de fermentation anaérobie et de procédés thermiques) est à l'échelle de l'Union européenne restée stable. Selon Eurostat, elle a atteint 16 838,7 ktep en 2018, contre 16 786,3 ktep en 2017.

Cette tendance s'explique par la mise en place dans certains gros pays producteurs de réglementations moins favorables à l'utilisation des cultures alimentaires (comme le maïs) pour la production de biogaz, 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. Mais le biogaz connaît encore des niveaux de

croissance significatifs : comme au Danemark (+ 26,5 %, avec un total 489 ktep), en Finlande (+ 9,1 %, avec 186,2 ktep) et en France (+ 6,9 %, avec 877,4 ktep). Le Danemark est le pays dont la production a le plus augmenté en 2018 (+ 102,5 ktep), en particulier du fait de la montée en puissance du biogaz issu de procédés thermiques.

En France, le biogaz continue de profiter d'un cadre incitatif, avec notamment la mise en place d'un tarif d'achat du biométhane injecté sur le réseau à environ 95 €/MWh pour des contrats de quinze ans, mais également d'un tarif d'achat de l'électricité biogaz revalorisé pour les petites installations (< 500 kW) et une procédure d'appel d'offres pour les plus grandes installations.

Au niveau de l'évolution des différents gisements de biogaz, on observe en 2018 une tendance similaire à celle de 2017. Le biogaz de méthanisation de déchets non dangereux et de matières brutes végétales (catégorie "autres biogaz") continue de progresser mais à un rythme plus lent (+ 0,8 %, de 12 472,5 ktep à 12 574,5 ktep). Il



représente près des trois quarts de la production de biogaz de l'UE (74,3 % en 2017, 74,7 % en 2018). Cette augmentation se fait au détriment du biogaz de décharge (de 15,5 % à 14,4 %), dont la production est de nouveau en baisse (de 2 584,7 à 2 429,0 ktep). Troisième gisement par son importance, la production du biogaz de boues d'épuration augmente légèrement

en 2018 (2,7 %, de 1 468,6 ktep à 1 508,8 ktep) et voit sa part passer de 8,7 % à 9,0 %. La croissance de la production la plus remarquable est celle du biogaz issu de procédés thermiques (+ 25,3 % entre 2017 et 2018). Son niveau de production a été multiplié par deux en deux ans (159,9 ktep en 2016, 260,4 ktep en 2017 et 326,4 ktep en 2018), ce qui lui a permis de doubler sa part

dans la production totale de biogaz (1 % en 2016, 1,6 % en 2017 et 1,9 % en 2018). En Finlande, pays précurseur, le biogaz thermique représente déjà en 2018 63,6 % de la production de biogaz du pays, et au Danemark, plus d'un tiers de la production de biogaz (34,5 % en 2018).





1

Production primaire de biogaz de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en ktep)

	2017					2018				
	Gaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total	Gaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total
Allemagne	132,0	459,6	7 129,1	0,0	7 720,7	123,2	492,6	7 015,2	0,0	7 631,1
Royaume-Uni	1 276,7	361,3	1 135,4	0,0	2 773,4	1 168,1	367,8	1 273,4	0,0	2 809,2
Italie	349,8	53,5	1 488,0	6,4	1 897,7	333,5	51,7	1 500,0	6,8	1 892,2
France	307,5	32,5	480,6	0,0	820,6	322,4	35,3	519,8	0,0	877,4
Rép. Tchèque	23,1	43,1	541,4	0,0	607,7	21,3	44,0	538,5	0,0	603,8
Danemark	4,7	23,3	236,0	122,5	386,5	4,0	23,9	292,4	168,6	489,0
Pays-Bas	16,9	57,6	246,4	0,0	320,8	12,7	58,2	255,3	0,0	326,2
Pologne	48,0	115,0	117,5	0,0	280,6	38,9	116,1	133,4	0,0	288,3
Espagne	149,9	64,7	22,8	23,9	261,4	149,3	66,3	24,2	25,2	264,9
Autriche	2,4	41,1	273,4	0,0	317,0	2,1	25,8	205,7	0,0	233,6
Belgique	20,0	25,7	174,1	5,3	225,1	18,9	25,3	176,4	7,4	228,0
Finlande	20,9	16,1	31,4	102,3	170,7	18,0	17,5	32,3	118,4	186,2
Suède	4,7	78,6	94,6	0,0	177,8	4,0	78,0	93,8	0,0	175,8
Slovaquie	9,9	12,5	130,1	0,0	152,5	6,8	13,3	128,7	0,0	148,8
Grèce	68,8	16,1	22,2	0,0	107,1	64,8	17,0	31,1	0,0	112,8
Hongrie	15,1	29,0	54,9	0,0	98,9	12,7	28,5	50,8	0,0	92,0
Lettonie	8,1	2,4	82,7	0,0	93,2	7,6	2,0	77,5	0,0	87,0
Portugal	73,5	3,0	8,6	0,0	85,1	67,8	5,9	8,8	0,0	82,5
Croatie	5,0	3,5	55,3	0,0	63,8	5,0	3,2	65,4	0,0	73,6
Bulgarie	0,0	2,8	44,0	0,0	46,8	0,0	8,8	44,9	0,0	53,6
Irlande	39,0	9,2	7,2	0,0	55,5	33,5	9,0	7,8	0,0	50,4
Lituanie	5,1	7,2	19,9	0,0	32,2	10,0	6,9	20,2	0,0	37,1
Slovénie	1,9	2,1	21,8	0,0	25,7	2,0	2,0	20,4	0,0	24,3
Luxembourg	0,0	1,8	18,9	0,0	20,7	0,0	1,6	20,2	0,0	21,9
Roumanie	0,0	0,0	18,0	0,0	18,0	0,0	0,0	20,7	0,0	20,7
Estonie	1,8	6,2	4,9	0,0	12,9	1,4	7,5	4,8	0,0	13,6
Chypre	0,0	0,7	11,4	0,0	12,0	1,1	0,7	11,4	0,0	13,2
Malte	0,0	0,0	1,8	0,0	1,8	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6
Total UE 28	2 584,7	1 468,6	12 472,6	260,4	16 786,3	2 429,0	1 508,8	12 574,5	326,4	16 838,7

Source : Eurostat

Selon Eurostat, la production d'électricité biogaz a légèrement diminué entre 2017 et 2018 (-1,1 %), de 61,7 TWh à 60 TWh, essentiellement du fait d'une baisse de la production en Allemagne et au Royaume-Uni. La production de chaleur (issue du secteur de la transformation) a quant à elle atteint 859,9 en 2018 (704,9 ktep fin 2017), en croissance de 22,0 %. Cette progression s'explique essentiellement par une forte augmentation de la production de chaleur biogaz en Allemagne (+71,1 %, soit une augmentation de 152,6 ktep entre 2017 et 2018). La consommation d'énergie finale directement utilisée dans l'industrie et les autres secteurs (agricole notamment) augmente de 2 658,5 ktep à 2 667,2 ktep).

Le biogaz peut également être épuré pour être transformé en biométhane. Il peut alors soit être injecté dans le réseau et valorisé de la même manière que peut l'être le gaz naturel, sous forme d'électricité et ou de chaleur, soit être utilisé par les véhicules fonctionnant au gaz naturel (bioGNV). Selon l'Observatoire européen du biométhane, la filière européenne comptait, fin 2018, pas moins de 621 unités produisant du biométhane (dont 570 dans l'Union européenne, 39 en Suisse et 12 en Norvège). Ces installations cumulent une capacité d'épuration de biogaz de 567 000 Nm³/h, soit 22 TWh de biométhane annuel. Ce nombre reste relativement faible par rapport aux 16 500 unités biogaz de ces pays, qui demeurent principalement utilisées pour la production d'électricité.




2

Production brute d'électricité à partir de biogaz de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en GWh)

	2017			2018		
	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Allemagne	7 827,0	26 052,0	33 879,0	7 177,0	26 239,0	33 416,0
Italie	2 961,1	5 338,0	8 299,1	2 895,7	5 403,9	8 299,6
Royaume-Uni	5 251,1	784,6	6 035,7	4 907,8	793,1	5 700,9
Rép. Tchèque	41,3	2 598,0	2 639,3	41,8	2 565,4	2 607,2
France	405,3	1 716,4	2 121,6	370,1	1 994,7	2 364,8
Pologne	0,0	1 096,4	1 096,4	0,0	1 127,6	1 127,6
Belgique	72,3	866,0	938,3	70,5	874,2	944,7
Espagne	742,0	199,0	941,0	740,0	183,0	923,0
Pays-Bas	29,7	893,6	923,3	23,3	863,6	886,9
Autriche	601,2	69,2	670,3	562,1	66,2	628,3
Danemark	1,0	580,9	581,9	0,8	619,0	619,8
Slovaquie	86,0	508,0	594,0	81,0	458,0	539,0
Finlande	231,6	174,9	406,5	234,9	184,7	419,7
Lettonie	0,0	405,4	405,4	0,0	374,1	374,1
Croatie	24,1	285,6	309,7	27,8	327,1	354,9
Hongrie	102,0	246,0	348,0	111,0	220,0	331,0
Grèce	51,0	249,2	300,2	53,6	248,5	302,1
Portugal	269,6	16,9	286,5	253,3	18,1	271,4
Bulgarie	93,0	122,8	215,8	85,0	127,2	212,3
Irlande	158,1	42,6	200,7	139,2	44,9	184,1
Lituanie	0,0	127,2	127,2	0,0	139,9	139,9
Slovénie	1,1	129,0	130,1	0,6	118,2	118,8
Luxembourg	0,0	72,5	72,5	0,0	75,5	75,5
Roumanie	38,1	28,6	66,7	40,0	30,2	70,2
Chypre	0,0	51,8	51,8	0,0	56,9	56,9
Estonie	0,0	41,8	41,8	0,0	38,0	38,0
Suède	0,0	11,0	11,0	0,0	10,0	10,0
Malte	0,0	9,7	9,7	0,0	9,0	9,0
Total UE 28	18 986,5	42 717,1	61 703,6	17 815,7	43 209,9	61 025,6

Source : Eurostat

3

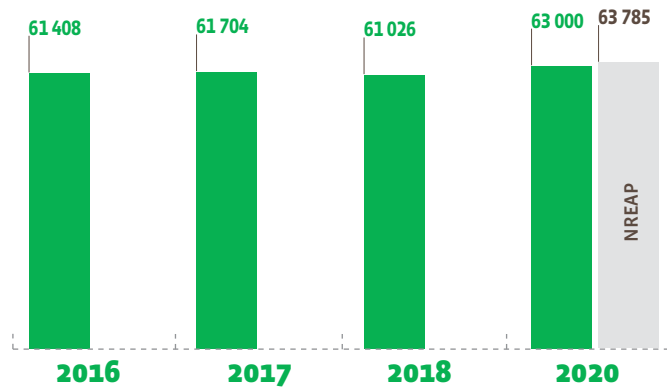
Production de chaleur à partir de biogaz de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en ktep) dans le secteur de la transformation

	2017			2018		
	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Allemagne	6,3	208,5	214,7	8,7	358,7	367,4
Italie	0,2	225,9	226,0	0,1	213,7	213,8
France	9,1	50,9	60,0	9,4	59,9	69,3
Danemark	2,5	46,2	48,7	1,9	46,0	47,9
Pologne	0,3	21,0	21,3	0,4	21,7	22,0
Lettonie	0,0	24,2	24,2	0,1	21,2	21,4
Finlande	6,0	15,1	21,2	4,9	13,8	18,7
Rép. Tchèque	0,0	17,2	17,2	0,0	17,5	17,5
Slovaquie	0,1	13,0	13,1	0,1	14,1	14,2
Croatie	0,0	7,8	7,8	0,0	11,5	11,5
Belgique	0,0	8,9	8,9	0,0	9,1	9,1
Pays-Bas	0,0	6,4	6,4	0,0	8,4	8,4
Suède	7,1	3,3	10,4	4,5	3,1	7,6
Autriche	1,2	2,7	3,8	1,1	6,0	7,1
Slovénie	0,0	5,3	5,3	0,0	5,3	5,3
Bulgarie	0,0	3,3	3,3	0,0	4,1	4,1
Roumanie	1,6	3,3	4,9	2,2	1,9	4,0
Lituanie	0,0	2,0	2,0	0,0	2,8	2,8
Hongrie	0,0	1,8	1,8	0,0	2,6	2,6
Luxembourg	0,0	2,0	2,0	0,0	2,4	2,4
Estonie	0,0	0,6	0,6	0,0	1,8	1,8
Chypre	0,0	1,3	1,3	0,0	1,3	1,3
Total UE 28	34,3	670,5	704,9	33,4	826,6	859,9

Source : Eurostat



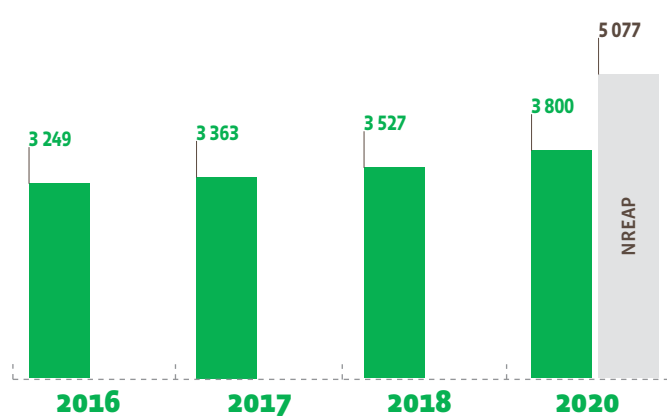
4
Tendance actuelle de la production d'électricité biogaz par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GWh)



Source : EurObserv'ER

L'Allemagne est le pays disposant du plus grand nombre d'unités de biométhane – 216 fin 2018 –, suivie par le Royaume-Uni (88), la France (76) et la Suède (70). La France est actuellement le pays le plus actif en matière de biométhane. Selon les tableaux de bord du Sdes (Service de la donnée et des études statistiques), 76 installations injectaient dans le réseau de gaz fin 2017, pour une capacité maximale de production de 1 218 GWh par an. Au 30 juin 2019, on comptabilisait 91 installations, pour une capacité maximale de production de 1 425 GWh par an. La Suède est un cas particulier, car seules 21 % de ses unités injectent directement dans le réseau. Là, l'essentiel du biométhane produit est utilisé dans les transports routiers du pays. Selon Statistics Sweden, 118,5 ktep de biométhane ont ainsi été directement consommés dans les transports en 2018, contre 111,1 ktep en 2017.

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



Source : EurObserv'ER

UN NOUVEAU CADRE À METTRE EN PLACE POUR VERDIR LES RÉSEAUX

Les nouvelles réglementations européennes et la décision des principaux pays européens producteurs de biogaz de réduire les incitations et d'encadrer l'utilisation des cultures alimentaires ont fortement impacté la croissance de la filière biogaz. Le développement futur de la filière sera davantage lié à une valorisation des déchets fermentescibles qu'à l'utilisation de cultures énergétiques, avec le biogaz thermique comme autre relais de croissance. Le potentiel de croissance reste important, même si la relance de la production passera par la mise en place d'un cadre réglementaire plus incitatif, avec une volonté politique plus affirmée



de substitution au gaz fossile. La Commission européenne a déjà analysé le potentiel de la filière biogaz dans le cadre de sa publication "In-depth analysis in support of the Commission Communication COM (2018) 73". Les analyses montrent 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, elle 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.

L'EBA (European Biogas Association) rappelle que pour atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050, il sera nécessaire de défossiliser graduellement la filière gaz et le réseau de gaz naturel. Pour cela, la taxation des revenus de la filière gaz devra logiquement être considérée comme une prio-

rité pour financer la transition verte, de même que l'introduction d'une taxe carbone à l'échelle de l'Union européenne et la suppression progressive des subventions aux combustibles fossiles. L'EBA suggère également que les mécanismes de financement européens, par exemple à travers la Banque européenne d'investissement, soient orientés pour soutenir le développement de projets de biométhane et que des fonds spéciaux soient consacrés à des technologies alternatives telles que la gazéification de la biomasse, le *power-to-methane* et la liquéfaction du biométhane pour soutenir leur commercialisation et leur évolutivité. Concernant plus particulièrement la filière biométhane, l'EBA préconise la mise en œuvre d'un système de garanties d'origine harmonisée à travers l'Europe afin de rendre le commerce virtuel transfrontalier possible, donner un accès prioritaire pour le méthane renouvelable au réseau de gaz, inciter à l'utilisation de biométhane pour les transports maritimes et dans

les industries lourdes et clarifier le rôle que peut jouer le biométhane dans l'objectif indicatif chaleur (soit une augmentation annuelle de 1,3 point de pourcentage des énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur, prenant comme point de référence la situation de 2020) de la nouvelle directive énergies renouvelables. Les professionnels des différentes filières de gaz renouvelable se disent prêts à aider la Commission européenne à concrétiser ses ambitions. 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. ■



BIOCARBURANTS

16,7 MTEP DE BIOCARBURANTS CONSOMMÉS DANS LES TRANSPORTS EN 2018

La consommation de biocarburants, après une longue traversée du désert, a amorcé depuis deux ans une nouvelle dynamique de croissance. Les biocarburants utilisés dans les transports de l'Union européenne ont en effet connu en 2018 une croissance à deux chiffres. Selon l'outil Shares d'Eurostat (dans sa version du 20 janvier 2020) utilisé pour calculer les objectifs énergies renouvelables de chaque État-membre, la consommation de biocarburant de l'Union européenne a atteint 16,7 Mtep en 2018 contre 14,9 Mtep en 2017 (+ 12,2 %) (chiffres révisés). La consommation conforme aux exigences environnementales de la directive européenne, la seule pouvant être prise en compte dans les objectifs nationaux, est très proche, soit 16,6 Mtep en 2018, contre 14,8 Mtep en 2017 (+ 12,5 %). La part des biocarburants certifiés conformes atteint désormais 99,5 % (99,3 % en 2017). Il convient de préciser que ces quantités sont calculées pour chaque type de biocarburant avec

les valeurs calorifiques définies par l'annexe 3 de la directive énergies renouvelables, ce qui permet une base commune de comparaison entre pays.

La répartition de la consommation entre les trois grandes familles de biocarburants (biodiesel, bioéthanol, biogaz) n'est pas directement disponible via l'outil Shares. EurObserv'ER a donc procédé à ses propres estimations basées sur son propre travail d'enquête auprès d'organismes officiels. La répartition, toujours en contenu énergétique, est largement à l'avantage de la filière biodiesel, avec une part de 81 %, contre 17,9 % pour la filière bioéthanol et 1,1 % pour la filière biogaz carburant. La consommation d'huile végétale pure utilisée comme carburant dans les transports n'est plus représentative, du fait d'une trop faible consommation.

Comme en 2017, l'essentiel de l'augmentation de la consommation de biocarburants provient de la filière biodiesel, qu'il soit issu de la filière classique des esters méthyliques d'acide gras (Emag) ou de synthèse

(HVO) obtenus par hydrotraitement d'huiles végétales ou de graisses animales. Selon EurObserv'ER, la consommation de biodiesel uniquement dédié aux transports s'est établie en 2018 à 13,5 Mtep dans l'UE28, soit une progression de 13,4 % par rapport à 2017, équivalant à une consommation supplémentaire de 1,6 Mtep. Cette croissance s'explique essentiellement par l'augmentation des taux d'incorporation dans plusieurs pays. Ainsi, en Espagne, le taux commun pour le bioéthanol et biodiesel (en contenu énergétique) est passé de 5 % en 2017 à 6 % en 2018. Au Royaume-Uni, le taux, cette fois en volumes d'incorporation, est passé de 4,75 % depuis 2013 à 7,25 % à partir du 14 avril 2018 ; en Pologne, de 7,1 à 7,5 % ; en Italie, de 6,5 à 7 % ; et aux Pays-Bas, de 7,75 % à 8,5 %. Pour ces trois derniers pays, il s'agissait d'un taux d'incorporation commun calculé en contenu énergétique.

De son côté, la consommation de bioéthanol dédié au transport, qu'il soit directement mélangé à l'essence ou préalablement transformé en ETBE (éther éthyle tertiobutyle), est également en augmentation



depuis 2017, mais suivant une croissance plus faible que celle du biodiesel. En 2018, la consommation a progressé de 7 % pour atteindre 3 Mtep (0,2 Mtep de plus par rapport à 2017). Cette hausse intervient après une longue période de stabilisation des volumes incorporés, qui a été occasionnée par des ajustements législatifs préjudiciables au bioéthanol, comme

la suspension ou la refonte de certains quotas d'incorporation (c'est le cas pour l'Espagne qui, en 2016, a supprimé les quotas spécifiques d'incorporation du bioéthanol), par les avantages de la double comptabilisation, qui bénéficie en premier lieu à la consommation de biodiesel produit à partir d'huiles usagées, et par un niveau bas du prix des carburants fossiles durant cette période.

Dans des pays comme l'Espagne ou les Pays-Bas, cette reprise de la consommation de bioéthanol s'explique par l'augmentation progressive des quotas d'incorporation communs. En Belgique, elle est plus directement liée à l'augmentation du mandat d'incorporation spécifique du bioéthanol, qui est passé


1

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

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres bio-carburants*	Consommation totale	% conforme
France	544,5	2 592,5	0,0	0,0	3 137,1	100,0 %
Allemagne	733,4	1 845,6	38,3	1,7	2 619,0	97,7 %
Suède	94,7	1 169,9	111,1	0,0	1 375,7	100,0 %
Espagne	138,0	1 231,5	0,0	0,0	1 369,5	100,0 %
Italie	33,1	1 028,7	0,1	0,0	1 061,9	99,8 %
Royaume-Uni	383,2	565,3	0,0	0,0	948,5	100,0 %
Pologne	176,2	428,7	0,0	0,0	604,9	100,0 %
Autriche	56,0	422,2	0,3	0,0	478,5	93,3 %
Belgique	86,7	378,5	0,0	0,0	465,1	100,0 %
Finlande	80,7	309,3	2,6	0,0	392,7	99,2 %
Rép. Tchèque	59,3	254,5	0,0	0,0	313,8	100,0 %
Pays-Bas	128,9	177,2	5,4	0,0	311,5	97,3 %
Roumanie	91,1	206,1	0,0	0,0	297,2	100,0 %
Portugal	2,9	239,2	0,0	0,0	242,1	100,0 %
Danemark	43,6	172,0	2,9	0,0	218,5	99,6 %
Grèce	0,0	165,8	0,0	0,0	165,8	99,1 %
Hongrie	46,4	117,6	0,0	0,0	164,0	100,0 %
Bulgarie	26,6	136,4	0,0	0,0	163,0	100,0 %
Irlande	24,5	136,1	0,0	0,0	160,6	100,0 %
Slovaquie	19,6	126,7	0,0	0,0	146,2	100,0 %
Luxembourg	6,7	103,5	0,0	0,0	110,3	100,0 %
Lituanie	8,3	63,5	0,0	0,0	71,8	100,0 %
Slovénie	3,5	20,7	0,0	0,0	24,1	100,0 %
Lettonie	7,9	1,4	0,0	0,0	9,3	100,0 %
Chypre	0,0	8,6	0,0	0,0	8,6	100,0 %
Malte	0,0	7,3	0,0	0,0	7,3	100,0 %
Croatie	0,2	0,3	0,0	0,0	0,5	100,0 %
Estonie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 %
UE 28	2 795,9	11 909,1	160,8	1,7	14 867,5	99,3 %

* Utilisation pure d'huiles végétales et de biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/C2. La répartition entre les types de biocarburant a été estimée par EurObserv'ER. Source : Shares (Eurostat)

2

Consommation de biocarburants destinés au transport dans l'Union européenne en 2018 (en ktep)

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres bio-carburants**	Consommation totale	% conforme**
France	582,8	2 559,3	0,0	0,0	3 142,0	100,0 %
Allemagne	748,0	1 937,7	33,4	1,0	2 720,1	98,8 %
Espagne	153,8	1 584,6	0,0	0,0	1 738,4	100,0 %
Suède	131,5	1 249,8	118,5	0,0	1 499,7	100,0 %
Royaume-Uni	387,2	923,1	14,1	0,0	1 324,3	98,9 %
Italie	32,6	1 217,1	0,4	0,0	1 250,1	100,0 %
Pologne	172,8	739,6	0,0	0,0	912,4	100,0 %
Pays-Bas	169,7	332,9	7,2	0,0	509,8	99,5 %
Autriche	57,6	413,9	0,4	0,0	471,8	97,6 %
Belgique	108,0	347,8	0,0	0,0	455,8	100,0 %
Finlande	84,4	283,2	4,7	0,0	372,2	98,4 %
Rép. Tchèque	61,3	247,4	0,0	0,0	308,7	100,0 %
Roumanie	90,4	206,6	0,0	0,0	297,1	100,0 %
Portugal	5,6	275,9	0,0	0,0	281,5	100,0 %
Danemark	42,9	170,5	5,2	0,0	218,7	99,7 %
Hongrie	50,2	141,8	0,0	0,0	192,0	100,0 %
Bulgarie	28,6	132,3	0,0	0,0	160,9	88,8 %
Grèce	0,0	158,8	0,0	0,0	158,8	99,1 %
Irlande	27,3	127,0	0,0	0,0	154,2	100,0 %
Slovaquie	17,6	127,9	0,0	0,0	145,4	100,0 %
Luxembourg	10,0	109,5	0,0	0,0	119,6	99,9 %
Lituanie	8,0	69,8	0,0	0,0	77,8	100,0 %
Slovénie	6,7	65,3	0,0	0,0	72,0	100,0 %
Lettonie	8,5	27,7	0,0	0,0	36,1	100,0 %
Croatie	0,4	26,6	0,0	0,0	27,0	100,0 %
Estonie	4,9	12,3	3,3	0,0	20,5	100,0 %
Malte	0,0	9,2	0,0	0,0	9,2	100,0 %
Chypre	0,0	9,0	0,0	0,0	9,0	100,0 %
UE 28	2 990,5	13 506,4	187,2	1,1	16 685,2	99,5 %

* Utilisation pure d'huiles végétales et de biocarburants non spécifiés. ** Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/C2. La répartition entre les types de biocarburant a été estimée par EurObserv'ER. Source : Shares (Eurostat)



de 4 à 8,5 % depuis le 1^{er} janvier 2017 (et restera tel quel jusqu'en 2020). En Allemagne, la consommation de bioéthanol a profité d'une moindre incorporation d'ETBE dans l'essence qui a bénéficié à l'incorporation de bioéthanol pur. En France, la filière a continué de profiter de la hausse des objectifs d'incorporation de 7 à 7,5 %, effective depuis 2017, et de l'extension du réseau national de stations-service proposant du carburant E10 et E85 (voir plus loin). Le principal bémol est la baisse significative en 2018 de la consommation britannique de bioéthanol, qui s'est effacé devant la très forte augmentation de la demande de biodiesel bénéficiant de la double comptabilisation.

En ce qui concerne la consommation de biogaz carburant destiné aux motorisations GNV (véhicules à gaz naturel), elle est désormais recensée dans neuf pays, avec des volumes conséquents en Suède et en Allemagne. Dans l'Union européenne, elle est en augmentation, passant de 160,8 ktep en 2017 à 187,2 ktep en 2018. La Suède demeure de loin le premier pays

consommateur de biogaz carburant. Selon des données de Statistics Sweden publiées en mars 2019, la consommation de biogaz carburant (biogaz purifié jusqu'à obtention d'une qualité équivalente à celle du gaz naturel) est passée de 133 613 000 Nm³ (m³ normé) en 2017 (équivalent à 111,1 ktep) à 142 038 000 Nm³ en 2018 (équivalent à 118,5 ktep). À la fin de l'année 2018, le pays disposait de 185 stations-service publiques délivrant du biogaz (175 en 2017), ainsi que d'une soixantaine de stations non publiques à usage des collectivités, transports publics et flottes d'entreprises.

SPRINT FINAL AVANT 2020

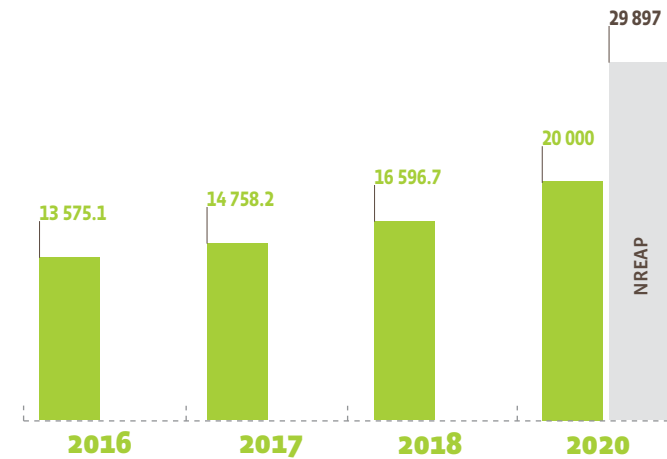
Le cadre législatif européen du développement des biocarburants et de leur utilisation dans le secteur des transports a été clairement redéfini, ce qui a permis de relancer la consommation de biocarburant dans l'UE. En 2015, la directive 2015/1513 dite "CASI" (changement d'affectation des sols indirect) a confirmé l'objectif de 10 % d'EnR dans les transports en 2020, avec un plafond de 7 %

pour les biocarburants en concurrence alimentaire et un objectif indicatif de 0,5 % en 2020 pour les biocarburants avancés, précisant la liste des matières premières qui permettent d'élaborer des biocarburants avancés.

Les consommations de biocarburants certifiés durables devraient ainsi à l'échelle de l'UE fortement augmenter dans les deux prochaines années. Ces augmentations seront en lien avec l'accroissement des mandats nationaux d'incorporation et des autres obligations spécifiques faites aux distributeurs (comme en Allemagne et en Suède, de réduction des émissions de gaz à effet de serre des carburants routiers). À titre d'exemples, entre 2018 et 2020, les obligations d'incorporation de carburants durables, en contenu énergétique, passeront de 7 à 9 % en Italie, de 6 à 8,5 % en Espagne, de 7,5 à 8,5 % en Pologne, de 8 à 16,4 % aux Pays-Bas, de 5,75 à 8,75 % en Autriche, de 15 à 20 % en Finlande et de 7,5 à 10 % au Portugal. Même si la double comptabilisation limitera les volumes réellement incorporés, c'est un

3

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



* Conforme aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/EC. Source : EurObserv'ER

véritable sprint final auquel vont se livrer les États-membres pour atteindre leurs objectifs 2020. Pour certains pays, les importations de biocarburants vont constituer une variable d'ajustement pratique pour atteindre ces objectifs, que ce soit au niveau du secteur des transports ou à un niveau plus global. À fin 2020, le niveau de consommation des biocarburants en contenu énergétique pourrait ainsi, selon EurObserv'ER, dépasser les 20 Mtep, et même s'approcher des 21 Mtep, Royaume-Uni inclus.

La nouvelle directive européenne (RED 2) a défini un nouvel objectif énergie renouvelable dans les transports à 14 % en 2030 (seuil qui est qualifié de "part minimale" à atteindre), en reformulant et en ajoutant de nouveaux critères de durabilité et de réduction de gaz à effet de serre et en fixant des

objectifs spécifiques aux biocarburants issus des déchets (huiles ou graisses) ou des matières premières non issues de cultures alimentaires. Afin d'atteindre l'objectif assigné de 14 %, la directive RED 2 prévoit que la part des biocarburants (et biogaz) utilisés pour les transports et produits à partir de certaines matières premières puisse être considérée au double de leur contenu énergétique dans le bilan énergétique des pays qui les consommeront. Cette double comptabilité concerne les "biocarburants avancés" (et biogaz), que la directive définit dans son article 2, qui sont produits à partir des matières premières énumérées dans l'annexe IX – partie A (algues, déchets et résidus de sylvikulture et provenant de la filière bois, paille, fumiers, boues d'épuration, glycérine brute, bagasse, etc.). Elle concerne également les biocarburants (et biogaz) produits

avec d'autres matières premières listées dans la partie B de cette même annexe, soit les huiles de cuisson usagées et les graisses animales. Toutefois, les biocarburants produits à partir de ces matières ne sont pas reconnus comme avancés et ne participent donc pas aux objectifs spécifiques de parts minimales dévolues aux biocarburants avancés. Afin de permettre le développement industriel des "biocarburants avancés", la RED 2 prévoit pour chaque État-membre un objectif spécifique de 0,2 % en 2022, d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 3,5 % en 2030. La directive permet cependant aux États de déroger à ces limites s'ils justifient de problèmes liés à la disponibilité des matières premières concernées. La RED 2 a également fixé un plafond pour les biocarburants produits à partir de cultures traditionnellement destinées à l'alimentation humaine et animale (que l'on définit comme les "agrocarburants"). Leur part en 2030 sera soumise à une double contrainte : ils ne devront pas dépasser une part maximale de 7 % dans la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports. D'autre part, leur niveau ne pourra être supérieur de plus d'un point de pourcentage au taux qui sera le leur en 2020. La RED 2 a également instauré une limite pour la contribution des biocarburants ou biogaz produits à partir d'huiles usagées ou de graisses animales (partie B de l'annexe IX), fixée à un plafond de 1,7 % d'ici 2030. Le cadre étant posé, les projections faites par EurObserv'ER estiment que la consommation de biocarburants utilisés pour les transports pourrait approcher les 30 Mtep (Royaume-Uni inclus). ■



DÉCHETS MUNICIPAUX RENOUELVABLES

Les déchets municipaux renouvelables valorisés par les unités d'incinération avec récupération d'énergie (*waste-to-energy plants*) ont généré, selon Eurostat, une production d'énergie primaire de l'ordre de 10 Mtep en 2018 (9 993,4 ktep exactement), ce qui est globalement stable par rapport à 2017 (+ 0,4 %), où elle était de 9 957 ktep. Le chiffre de consommation qui prend en compte le solde des importations et les variations des stocks est un peu plus élevé, soit 10,4 Mtep, stable par rapport à 2017 (+ 0,5 %).

Ces chiffres ne prennent pas en compte la totalité de la production énergétique valorisée par ces centrales, mais uniquement une estimation de la part biodégradable des ordures ménagères (cartons, papiers, déchets de cuisine, etc.). 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. En 2018, seule une dizaine

de pays a vu sa production d'énergie primaire issue de déchets municipaux renouvelables augmenter. L'augmentation la plus importante en 2018 est à mettre à l'actif du Royaume-Uni, avec 152,3 ktep supplémentaires, soit un total de 1 052,8 ktep (+ 16,9 %). Le pays devance l'Irlande, dont la valorisation énergétique des déchets renouvelables a fait un bond, avec une augmentation de la production d'énergie primaire de 46 ktep en 2018 (+ 49,0 % par rapport à 2017), portant son total à 140 ktep. La France est le troisième pays à enregistrer la plus forte hausse de production d'énergie primaire issue de déchets renouvelables avec + 42,3 ktep pour un total de 1 326,7 ktep (+ 3,3 %). Le pays qui valorise le plus énergétiquement ses déchets municipaux renouvelables reste l'Allemagne (3 102,6 ktep en 2018). Sa production affiche la baisse la plus importante (- 114,6 ktep, - 3,6 % par rapport à 2017), retrouvant ainsi exactement son niveau de 2016. La Suède, qui est un autre pays où la valorisation énergétique des déchets urbains est importante (724 ktep), affiche également une

baisse (- 55,1 ktep, - 7,1 % par rapport à 2017). Il convient de préciser que les baisses de production énergétique liée à l'incinération des ordures ménagères ne doivent pas être nécessairement considérées négativement d'un point de vue environnemental dans les pays très en avance en matière de prévention, de compostage et de recyclage et dans lesquels plus aucun déchet ménager n'est "entreposé" en décharge. C'est d'ailleurs le cas de l'Allemagne, où le taux de compostage et de recyclage est de près de 70 % (soit le plus élevé des pays de l'UE), et de la Suède, où ce taux se rapproche des 50 %. Dans l'Union européenne, les autres pays où les mises en décharge sont quasiment inexistantes ou très faibles sont le Danemark, la Finlande, les Pays-Bas, la Belgique, l'Autriche et le Luxembourg. Dans ces derniers, les baisses de production peuvent s'expliquer par une moindre production de déchets (prévention) ou par un taux de recyclage en augmentation. Au Royaume-Uni, en Irlande ou en France, les augmentations de production d'énergie primaire

issue des déchets municipaux reflètent plus la volonté des pays de tendre vers une interdiction de mise en décharge et de se conformer à la réglementation européenne. Un écart important existe encore avec les pays plus à l'est de l'Union européenne, qui présentent des taux de mise en décharge des déchets municipaux encore très élevés (grosso modo entre la moitié et les trois quarts). Pour eux, le potentiel de croissance pour la valorisation énergétique des déchets par incinération (de même que pour le recyclage) reste très élevé et les besoins de construction d'unités de valorisation énergétique des déchets très importants.

PRÈS DE 500 UNITÉS DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES DÉCHETS DANS L'UE

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

1

Production d'énergie primaire à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en ktep)

	2017	2018
Allemagne	3 216,9	3 102,3
France	1 284,3	1 326,7
Royaume-Uni	900,5	1 052,8
Italie	853,2	846,6
Pays-Bas	764,3	746,6
Suède	779,1	724,0
Danemark	467,8	440,9
Belgique	378,4	372,4
Finlande	326,9	348,9
Espagne	259,7	254,1
Autriche	174,7	182,3
Irlande	94,0	140,0
Portugal	119,0	110,6
Pologne	92,5	98,3
Rép. Tchèque	92,0	87,6
Hongrie	46,1	38,8
Bulgarie	29,6	36,3
Estonie	0,0	23,1
Lituanie	29,4	19,8
Slovaquie	28,5	15,0
Luxembourg	14,1	14,0
Lettonie	3,7	9,5
Roumanie	2,0	2,0
Chypre	0,5	0,7
UE 28	9 957,0	9 993,4

Source : Eurostat



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. Selon les derniers chiffres disponibles du Cewep, l'Europe comptait un peu moins de 500 unités de valorisation énergétique de déchets urbains en 2017 (478 dans l'UE et 18 en Norvège), traitant un peu moins de 100 millions de tonnes de déchets renouvelables ou non (96 millions dont 1,6 en Norvège).

L'électricité est restée, en 2018, 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 22,9 TWh fin 2018, soit 0,75 TW de plus qu'en 2017 (+ 3,4 %). La cogénération est le principal mode de valorisation de ces centrales, avec pour l'électricité une part de 54,6 % en 2018.

La chaleur vendue au réseau de chaleur est en revanche en légère diminution (- 1,1 %). Elle atteint 2874,3 ktep en 2018 (2905,1 ktep en 2017). Cette diminution n'est pas commune à l'ensemble des pays de l'UE et s'explique essentiellement par une moindre contribution aux réseaux de chaleur aux Pays-Bas (- 110,2 ktep) et en Suède (- 33,2 ktep). En analysant les chiffres, ces deux pays semblent avoir privilégié la production d'électricité, du fait d'une moindre demande de chaleur. La part de la chaleur issue de cogénération est également en augmentation, passant de 80,1 % en 2017 à 80,7 % en 2018.

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 issue des déchets ménagers renouvelables a augmenté au Royaume-Uni de 16,9 % entre 2017 et 2018, ce qui a permis au pays de franchir le seuil du million de tep en 2018 (1 052,8 ktep). Cette énergie a essentiellement été valorisée sous forme d'électricité, dont la production s'établit à 5,2 TWh en 2018 (+ 5,8 % par rapport à 2017, chiffre de production 2017 révisé à 4,9 TWh). Cette croissance importante s'explique par la mise en service chaque mois de plusieurs incinérateurs avec récupérateur d'énergie, le pays étant en sous-capacité pour le traitement de ses déchets. Selon le BEIS, la puissance électrique nette des unités d'incinération est passée de 1028 MW en 2016 à 1131 MW en 2017 et à 1179 MW en 2018. La puissance électrique des incinérateurs a plus que doublé depuis 2012 (513 MW). Parmi les nouveaux sites mis en service en 2018, on peut citer Allerton Waste Recovery Park (27 MW), dans le comté du Yorkshire du Nord (au nord de l'Angleterre). La République d'Irlande, si elle n'a pas connecté de nouvelle centrale en 2018, profite désormais de la pleine puissance de la nouvelle centrale de Dublin (incinérateur Poolberg) de 60 MW, mise en service en 2017, en doublant sa production entre 2017 et 2018 (de 150,7 GWh à 330,2 GWh).

Si aux Pays-Bas la production d'électricité issue des déchets renouvelables a également aug-



2

Production brute d'électricité à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en GWh)

	2017			2018		
	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Allemagne	3 309,0	2 647,0	5 956,0	3 704,0	2 459,0	6 163,0
Royaume-Uni	2 010,4	1 436,4	3 446,8	2 110,0	1 527,7	3 637,6
Italie	1 160,1	1 223,6	2 383,6	1 139,3	1 231,7	2 370,9
France	1 180,5	1 024,6	2 205,1	1 189,5	1 014,2	2 203,7
Pays-Bas	0,0	1 903,7	1 903,7	0,0	2 172,2	2 172,2
Suède	0,0	1 778,0	1 778,0	0,0	1 656,0	1 656,0
Belgique	488,5	498,3	986,8	471,8	495,8	967,6
Danemark	0,0	883,6	883,6	0,0	860,1	860,1
Espagne	674,0	98,0	772,0	661,0	94,0	755,0
Finlande	28,0	528,4	556,4	80,1	582,2	662,3
Autriche	245,4	70,1	315,5	248,9	86,9	335,8
Irlande	150,7	0,0	150,7	330,2	0,0	330,2
Portugal	360,3	0,0	360,3	326,9	0,0	326,9
Hongrie	83,0	77,0	160,0	83,0	79,0	162,0
Rép. Tchèque	0,0	114,3	114,3	0,0	100,2	100,2
Pologne	0,0	80,7	80,7	0,0	85,0	85,0
Lituanie	0,0	73,2	73,2	0,0	48,0	48,0
Luxembourg	46,9	0,0	46,9	46,8	0,0	46,8
Estonie	0,0	0,0	0,0	30,0	16,0	46,0
Slovaquie	0,0	22,0	22,0	0,0	16,0	16,0
UE 28	9 736,8	12 458,8	22 195,6	10 421,3	12 524,0	22 945,2

Source : Eurostat

menté (+ 14,1 % par rapport à 2017) pour atteindre 2 172 GWh en 2018, cela ne devrait pas être le cas en 2019. Cela est dû aux problèmes techniques rencontrés par la centrale d'incinération AEB Amsterdam, qui a dû fermer 4 lignes de production sur 6 début juillet, pour finalement les rouvrir début novembre. Cette centrale,

qui traite habituellement plus d'1,4 million de tonnes de déchets (dont 250 000 tonnes importées d'Angleterre en 2018) produit normalement pour environ 1 TWh d'électricité et alimente en chaleur plus de 35 000 foyers aux environs d'Amsterdam. Concernant la production de chaleur renouvelable début novembre. Cette centrale,

en 2018 (- 39,8 % par rapport à 2017, soit une baisse de 110,2 ktep), du fait d'une moindre demande de chauffage. L'automne et un mois de décembre particulièrement doux n'augurent pas une reprise franche de la production de chaleur en 2019.



Production de chaleur à partir de déchets municipaux renouvelables en 2017 et 2018 (en ktep) dans le secteur de la transformation

	2017			2018		
	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Allemagne	284,8	488,5	773,3	260,9	599,8	860,7
Suède	56,4	528,0	584,4	51,8	499,4	551,2
France	149,8	280,2	430,0	159,8	287,5	447,4
Danemark	34,8	331,3	366,1	34,2	336,4	370,7
Finlande	25,3	141,5	166,9	21,9	146,7	168,6
Pays-Bas	0,0	277,0	277,0	0,0	166,9	166,9
Italie	0,0	124,2	124,2	0,0	126,8	126,8
Autriche	14,6	50,9	65,5	14,3	50,0	64,3
Rép. Tchèque	0,0	40,6	40,6	0,0	40,2	40,2
Belgique	0,1	26,0	26,1	0,1	27,7	27,8
Hongrie	0,0	10,9	10,9	0,0	12,3	12,3
Pologne	0,1	10,8	10,9	0,1	11,3	11,4
Royaume-Uni	12,1	0,0	12,1	9,9	0,0	9,9
Lituanie	0,0	16,4	16,4	0,0	9,9	9,9
Estonie	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9
Slovaquie	0,8	0,0	0,8	1,4	0,0	1,4
Roumanie	0,011	0,000	0,011	0,010	0,000	0,010
UE28	578,8	2 326,3	2 905,1	554,5	2 319,8	2 874,3

Source : Eurostat

CHANGEMENT DE CADRE

La dynamique de la valorisation énergétique des déchets municipaux renouvelables est globalement positive sur la dernière décennie, et la faible croissance observée entre 2018 et 2019 n'a pas entravé l'optimisme des professionnels de la valorisation énergétique des déchets, tant les besoins restent importants à l'échelle de

l'Union européenne. Depuis 2008, elle est passée d'une production d'énergie primaire de 7,2 Mtep à 10 Mtep en 2018, encouragée par une politique visant à augmenter les taxes sur la mise en décharge et à interdire cette dernière pour les déchets municipaux. Selon le Cewep, 24 pays membres avaient déjà instauré des taxes de mise en décharge dont le montant varie de 3 euros la tonne à plus de 100 euros

la tonne (en Belgique). Seuls 4 pays n'ont pas encore instauré de taxes : l'Allemagne (où l'interdiction de mise en décharge est effective), Chypre, Malte et la Croatie.

Une raison de cette évolution positive est la révision du cadre législatif européen sur les déchets ("paquet économie circulaire") qui est entré en application depuis juillet 2018. Il fixe des objectifs



clairs de réduction des déchets et établit une voie à long terme ambitieuse et crédible pour leur gestion et leur recyclage. Les éléments clés de la proposition révisée sur les déchets sont les suivants : un objectif contraignant de réduction de la mise en décharge à 10 % maximum des déchets municipaux d'ici 2035 (note : les 8 pays précédemment cités respectent déjà cette obligation) ; un objectif commun de l'UE de recyclage de 65 % des déchets municipaux d'ici 2035 ; un objectif commun de l'UE de recyclage de 70 % des déchets d'emballages d'ici 2030. Il existe également des objectifs de recyclage pour des matériaux d'emballage spécifiques (papier et carton : 85 %, métaux ferreux :

80 %, aluminium : 60 %, verre : 75 %, plastique : 55 %, bois : 30 %).

Selon les Cewep, cette législation contraignante va nécessiter des besoins très importants de traitement thermique des déchets dans les quinze prochaines années, et ce malgré les efforts de prévention et les objectifs ambitieux pour le recyclage. En prenant comme hypothèse un taux de recyclage de 65 % pour les déchets municipaux et de 68 % pour les déchets commerciaux et industriels non dangereux, "non-hazardous", le Cewep estime le besoin de traitement des déchets à environ 142 millions de tonnes d'ici 2035, comparé à une capacité de traitement actuelle de 90 millions de tonnes dans les cen-

trales de valorisation énergétique des déchets et d'une capacité de co-incinération de 11 millions de tonnes dans les fours à ciment. Il resterait donc, selon eux, un besoin de traitement de l'ordre de 40 millions de tonnes de déchets à traiter thermiquement en plus des objectifs de recyclage et de prévention à réaliser. Si cet objectif était rempli, le Cewep estime que les unités *waste-to-energy plants* seraient en mesure d'alimenter en électricité environ 18 millions de personnes et en chaleur 22 millions de personnes dans l'Union européenne. Une simple règle de trois incluant la situation énergétique (sans prendre en compte l'augmentation de l'efficacité énergétique) conduirait selon EurObserv'ER à un minimum de production de l'ordre de 7,7 TWh et à une vente de chaleur de plus de 4,2 Mtoe d'ici 2035.

Les nouveaux investissements se réaliseront essentiellement là où les besoins sont les plus élevés, c'est-à-dire dans les pays où les taux de mise en décharge sont les plus élevés. L'ambitieux Pacte vert, Green Deal, qui va mobiliser les industries européennes autour des thèmes de la transition énergétique et de l'économie circulaire, devrait en partie cibler les pays les moins avancés sur ces sujets. Dans ce cadre, la présidente de la Commission européenne s'est engagée, le 14 janvier dernier, à déployer un « mécanisme de transition équitable », doté de 100 milliards d'euros entre 2021 et 2027, destiné à aider les régions les plus dépendantes aux énergies fossiles à basculer vers une économie moins émettrice de carbone. ■



BIOMASSE SOLIDE

La biomasse solide rassemble l'ensemble des composants solides d'origine biologique destinés à être utilisés comme combustibles. Cela regroupe le bois, les déchets de bois (copeaux, sciures...), les granulés de bois, les liqueurs noires de l'industrie papetière, la paille, la bagasse, les déchets animaux et autres matières et résidus végétaux solides, y compris la part renouvelable des déchets industriels solides. La part renouvelable des déchets municipaux fait quant à elle l'objet d'un suivi spécifique par les organismes statistiques et n'est donc pas prise en compte dans l'indicateur de biomasse solide. Le charbon de bois est normalement inclus dans la biomasse solide mais fait l'objet d'une comptabilité séparée. À titre d'indication, la consommation d'énergie finale de charbon de bois de l'Union européenne a été mesurée par Eurostat à 404,9 ktep en 2018 (376,1 ktep en 2017). La valorisation énergétique de la biomasse solide est essentiellement orientée vers des fins de production de chaleur et d'électricité. La biomasse lignocellulosique (paille de céréales,

résidus forestiers, etc.) peut également être valorisée sous forme de biocarburant liquide de deuxième génération ou de gaz comme l'hydrogène ou le méthane. Ces modes de valorisation restent cependant actuellement marginaux à l'échelle de l'Union européenne.

UN CONTEXTE CLIMATIQUE IMPACTANT L'ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION

L'évolution de la consommation d'énergie biomasse solide de l'Union européenne est dépendante de deux grands axes : la fourniture de chaleur et celle d'électricité. L'évolution de l'approvisionnement en chaleur, qui demeure la principale valorisation de l'énergie biomasse, est particulièrement sensible au climat durant la saison de chauffage. Selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'année 2018 a été la troisième année la plus chaude jamais enregistrée en Europe. La France, l'Allemagne, la République tchèque et la Hongrie ont même connu en 2018 l'année la plus chaude de leur histoire depuis

qu'il existe des relevés climatiques. Ainsi, dans bon nombre de pays européens, les besoins de chauffage de l'année 2018 ont été plus faibles que ceux de 2017, ce qui a limité la consommation de bois énergie des ménages ainsi que la demande des réseaux de chaleur alimentés en biomasse solide. Cette tendance au réchauffement climatique tend malheureusement à se poursuivre. Selon l'OMM, l'année 2019 a été la deuxième année la plus chaude jamais enregistrée depuis les premiers relevés en 1850. Elle marque au niveau mondial la fin d'une décennie de chaleur exceptionnelle.

SOUS LE SEUIL DES 100 MTEP

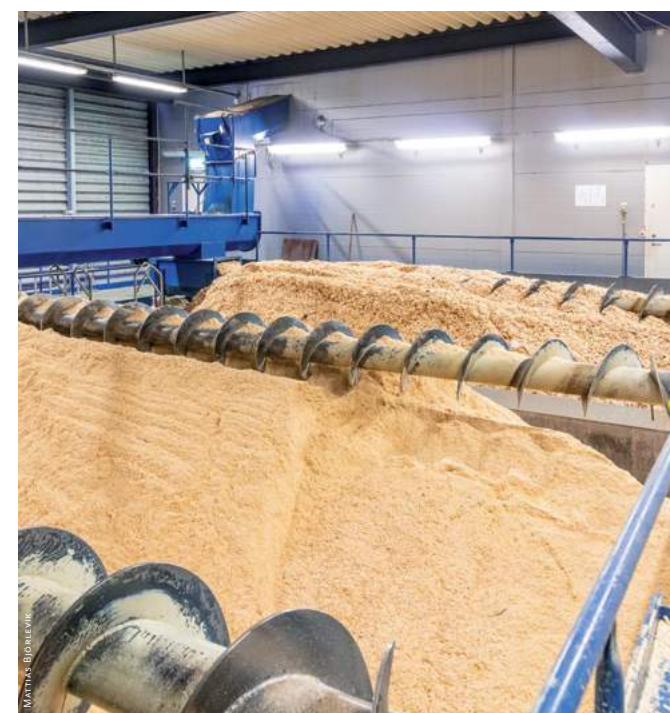
Selon Eurostat, la consommation d'énergie primaire biomasse solide n'est pas parvenue à franchir en 2018 le seuil des 100 Mtep. À l'échelle de l'Union européenne, la consommation a légèrement diminué, passant de 99,6 Mtep à 99,4 Mtep, soit une décroissance de 0,1 %. À l'échelle des États-membres, la situation est un peu plus contrastée. Environ la moitié d'entre eux ont vu leur

consommation diminuer, avec des baisses un peu plus significatives en Italie (- 502 ktep), en Allemagne (- 314 ktep), en Autriche (- 265 ktep), en Hongrie (- 227 ktep) et en Suède (- 209 ktep). Les augmentations les plus marquantes sont à mettre à

l'actif du Royaume-Uni (+ 885 ktep), de la Bulgarie (+ 339 ktep) et de la Finlande (+ 273 ktep), en lien avec une augmentation de la production d'électricité biomasse solide (voir plus loin). La production d'énergie primaire d'origine

biomasse solide, qui correspond à la biomasse solide prélevée sur le sol de l'Union européenne, est également en légère diminution, - 0,3 % par rapport à 2017, pour atteindre 94,4 Mtep en 2018. Le différentiel, qui représente les importations nettes plus ou moins les variations de stock, s'explique notamment par les importations de granulés de bois provenant en grande partie des États-Unis, du Canada et de Russie.

Les tableaux présentés distinguent deux types d'utilisation de l'énergie finale issue de la biomasse solide, à savoir l'électricité (tableau 2) et la chaleur (pour le chauffage ou les processus industriels). La chaleur biomasse solide est différenciée selon qu'elle est issue du secteur de la transformation, c'est-à-dire distribuée via des réseaux de chaleur (tableau 3), ou utilisée directement par le consommateur final (dans les secteurs résidentiel, agricole ou industriel notamment) (tableau 4). Selon Eurostat, la consommation de chaleur biomasse solide




1

Production d'énergie primaire et consommation intérieure brute de biomasse solide* dans les pays de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en Mtep)

	2017		2018	
	Production	Consommation	Production	Consommation
Allemagne	11,916	12,382	11,702	12,069
France	10,350	10,386	10,225	10,324
Suède	9,498	9,529	9,231	9,320
Finlande	8,576	8,608	8,852	8,881
Italie	7,826	9,013	7,066	8,511
Royaume-Uni	4,024	6,421	4,473	7,306
Pologne	6,211	6,341	6,147	6,347
Espagne	5,479	5,479	5,441	5,441
Autriche	4,833	4,873	4,601	4,608
Roumanie	3,564	3,639	3,443	3,463
Danemark	1,740	3,248	1,774	3,251
Rép. tchèque	2,997	2,962	3,070	2,981
Portugal	2,619	2,421	2,662	2,456
Hongrie	2,363	2,378	2,132	2,151
Belgique	1,215	2,051	1,231	2,003
Lettonie	2,040	1,428	2,447	1,494
Bulgarie	1,126	1,069	1,524	1,441
Croatie	1,543	1,241	1,496	1,259
Lituanie	1,306	1,263	1,249	1,248
Pays-Bas	1,364	1,194	1,338	1,196
Estonie	1,487	0,984	1,648	1,036
Slovaquie	0,841	0,827	0,908	0,889
Grèce	0,809	0,862	0,782	0,834
Slovénie	0,592	0,592	0,549	0,549
Irlande	0,246	0,275	0,247	0,270
Luxembourg	0,070	0,077	0,092	0,092
Chypre	0,023	0,025	0,023	0,024
Malte	0,000	0,001	0,000	0,001
Total UE 28	94,659	99,567	94,353	99,444

* Hors charbon de bois. Source : Eurostat

2

Production brute d'électricité à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en TWh)

	2017			2018		
	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales électriques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Royaume-Uni	20,542	0,000	20,542	23,532	0,000	23,532
Finlande	0,918	9,973	10,890	1,429	10,392	11,821
Allemagne	4,598	6,046	10,644	5,363	5,464	10,827
Suède	0,000	10,250	10,250	0,000	10,195	10,195
Pologne	1,415	3,893	5,309	1,500	3,833	5,333
Danemark	0,000	4,797	4,797	0,000	4,418	4,418
Espagne	3,458	0,907	4,365	3,289	0,932	4,221
Italie	2,198	2,033	4,232	2,168	2,024	4,191
Autriche	0,931	3,004	3,935	0,985	2,981	3,966
France	0,190	3,249	3,439	0,566	3,201	3,767
Belgique	2,491	1,326	3,816	2,177	1,307	3,484
Portugal	0,799	1,775	2,573	0,841	1,717	2,558
Rép. tchèque	0,004	2,209	2,213	0,003	2,118	2,121
Hongrie	0,955	0,691	1,646	1,103	0,696	1,799
Pays-Bas	1,094	0,678	1,772	0,424	1,072	1,496
Bulgarie	0,014	0,167	0,180	0,721	0,559	1,280
Estonie	0,140	0,856	0,996	0,271	0,952	1,223
Slovaquie	0,000	1,080	1,080	0,000	1,070	1,070
Lettonie	0,000	0,525	0,525	0,000	0,570	0,570
Roumanie	0,064	0,395	0,458	0,021	0,346	0,367
Lituanie	0,000	0,303	0,303	0,000	0,355	0,355
Irlande	0,366	0,016	0,381	0,317	0,013	0,330
Croatie	0,000	0,216	0,216	0,000	0,313	0,313
Slovénie	0,000	0,155	0,155	0,000	0,146	0,146
Luxembourg	0,000	0,052	0,052	0,000	0,095	0,095
Grèce	0,010	0,000	0,010	0,012	0,000	0,012
Total UE 28	40,185	54,596	94,781	44,722	54,767	99,489

* Hors charbon de bois. Source : Eurostat

directement utilisée par le consommateur final est, à l'échelle de l'UE, en diminution en 2018 (- 1,5 % par rapport à 2017) pour atteindre 67,9 Mtep (voir tableau 4). Cette diminution s'explique notamment par une baisse de la consommation de bois énergie par les ménages, en France, en Italie et en Suède. Elle aurait pu être plus importante sans les franches augmentations de la consommation d'énergie finale au Royaume-Uni (+ 326 ktep) et en Finlande (+ 214 ktep). La vente de chaleur biomasse (production brute de chaleur dans le secteur de la transformation) a mieux résisté (voir tableau 3). À l'échelle de l'UE, elle est restée stable à 10,94 Mtep. Les baisses de production en Finlande (- 112 ktep), en Allemagne (- 46 ktep), en Suède (- 33 ktep) et en Autriche (- 30 ktep) ont été compensées par la mise en service de nouvelles centrales de cogénération en Bulgarie (+ 95 ktep), aux Pays-Bas (+ 60 ktep) et en Pologne (+ 41 ktep). En additionnant ces deux éléments, chaleur vendue par les réseaux de chaleur et utilisation directe des ménages et de l'industrie, la consommation totale de chaleur biomasse solide, diminue de près de 1 Mtep, à 78,8 Mtep (- 1,3 %).

L'évolution de la production d'électricité biomasse solide est, quant à elle, liée en grande partie à la politique de certains pays membres de désengagement du charbon par conversion ou adaptation de tout ou partie de leurs centrales électriques (ou unités de cogénération) avec des combustibles biomasses solides (granulés, plaquettes forestières, etc.). À l'échelle de l'Union européenne, la production d'élec-

tricité biomasse a augmenté de 5 % par rapport à 2017 (+ 4,7 TWh). Elle reste cependant sous le seuil des 100 TWh, avec 99,5 TWh en 2018. La croissance a en 2018 essentiellement été portée par le Royaume-Uni, la Finlande et la Bulgarie.

UN DÉPLOIEMENT ENCADRÉ POUR UNE UTILISATION DURABLE ET EFFICACE DE LA BIOMASSE

La biomasse solide, du fait de sa capacité technique à se substituer au charbon, à la fois pour la production de chaleur et pour celle d'électricité, a été placée au cœur de la stratégie de nombreux États pour atteindre leurs objectifs 2020 assignés dans le cadre de la directive énergies renouvelables 2009/28/EC. Après cette échéance, la biomasse solide continuera à jouer un rôle important dans la décarbonation du système énergétique de l'Union européenne, mais son déploiement sera beaucoup plus encadré. Elle sera soumise à de nouvelles règles suite à la refonte de la directive énergies renouvelables (2018/2001), qui définit le cadre législatif des énergies renouvelables pour la période 2021-2030 et en particulier celles fixées par l'article 29 concernant les exigences de durabilité et les critères de réduction de gaz à effet de serre des carburants liquides, solides et gazeux. Les critères de durabilité couvrent désormais l'ensemble des usages de la bioénergie (biocarburant, électricité et chaleur). L'objectif de la directive est de minimiser les risques environnementaux négatifs comme la déforestation, la perte de biodiversité, ainsi que les risques d'impacts négatifs sur les puits de carbone forestiers.

Sur le court et le moyen termes, si l'on tient compte des projets en développement, les perspectives de croissance pour la production d'électricité restent favorables à l'échelle de l'Union européenne, avec un maintien de la croissance actuelle. Aux Pays-Bas, plusieurs grands projets de cocombustion de la biomasse dans des centrales à charbon existantes ont bénéficié de subventions au titre du programme SDE+ et devraient produire 7 TWh de production par an d'ici 2020. La filière biomasse solide électrique bénéficiera entre autres de la conversion des centrales charbon danoises et du développement de la cogénération biomasse en Suède. Une accélération est attendue en 2019 et 2020 et pourrait, selon EurObserv'ER, porter la production d'électricité biomasse solide et déchets municipaux à 135 TWh en 2020 (graphique 3).

Concernant la chaleur biomasse solide, il convient de constater que le déploiement actuel est devenu plus lent en tendance, avec une lisibilité brouillée par l'apparition d'hivers moins froids. La situation devrait cependant s'améliorer avec la fixation par la nouvelle directive EnR d'un objectif indicatif d'une augmentation annuelle de 1,3 point de pourcentage des énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur, prenant comme point de référence la situation de 2020. Avec un facteur limitant cependant, car la directive prévoit la possibilité d'intégrer à cet objectif la récupération de la chaleur ou du froid fatals dans la limite de 40 % de l'augmentation annuelle moyenne.



3

Production brute de chaleur à partir de biomasse solide* de l'Union européenne en 2017 et en 2018 (en Mtep) dans le secteur de la transformation

	2017			2018		
	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total	Centrales thermiques uniquement	Centrales cogénérations	Total
Suède	0,709	1,808	2,518	0,685	1,799	2,484
Finlande	0,711	0,995	1,706	0,691	0,903	1,594
Danemark	0,475	0,878	1,353	0,498	0,866	1,364
France	0,562	0,555	1,117	0,574	0,548	1,122
Autriche	0,530	0,372	0,902	0,519	0,353	0,872
Allemagne	0,208	0,401	0,609	0,141	0,422	0,564
Italie	0,078	0,466	0,544	0,080	0,458	0,538
Lituanie	0,422	0,124	0,545	0,396	0,135	0,532
Pologne	0,054	0,225	0,279	0,068	0,252	0,320
Estonie	0,165	0,132	0,296	0,127	0,189	0,316
Lettonie	0,146	0,147	0,292	0,146	0,163	0,310
Rép. tchèque	0,032	0,139	0,171	0,033	0,129	0,162
Pays-Bas	0,024	0,077	0,101	0,030	0,131	0,161
Slovaquie	0,049	0,083	0,133	0,042	0,080	0,122
Bulgarie	0,004	0,010	0,014	0,006	0,103	0,109
Hongrie	0,048	0,064	0,112	0,040	0,058	0,098
Royaume-Uni	0,082	0,000	0,082	0,095	0,000	0,095
Roumanie	0,018	0,047	0,065	0,014	0,043	0,057
Croatie	0,000	0,036	0,036	0,000	0,056	0,056
Luxembourg	0,004	0,018	0,022	0,004	0,032	0,036
Slovénie	0,011	0,020	0,030	0,010	0,018	0,029
Belgique	0,000	0,007	0,007	0,000	0,006	0,006
Total UE 28	4,332	6,603	10,935	4,199	6,746	10,944

* Hors charbon de bois. Source : Eurostat



4

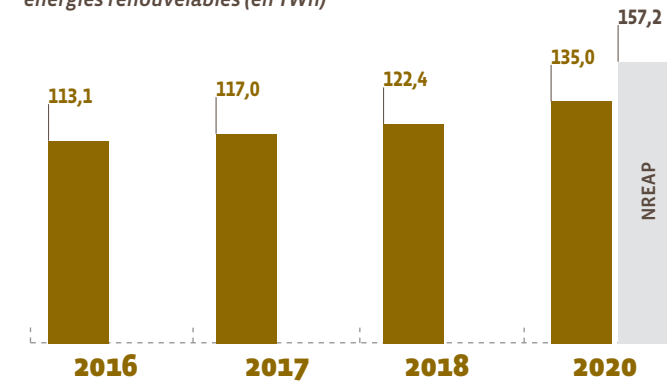
Consommation de chaleur issue de la biomasse solide* dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018

	Total	Dont consommation finale d'énergie	Dont chaleur dérivée**	Total	Dont consommation finale d'énergie	Dont chaleur dérivée**
Allemagne	9,791	9,182	0,609	9,439	8,876	0,564
France	9,362	8,245	1,117	9,261	8,139	1,122
Suède	7,792	5,275	2,518	7,584	5,100	2,484
Italie	7,716	7,173	0,544	7,211	6,673	0,538
Finlande	7,012	5,306	1,706	7,115	5,521	1,594
Pologne	5,272	4,993	0,279	5,270	4,950	0,320
Espagne	4,065	4,065	0,000	4,056	4,056	0,000
Autriche	4,141	3,239	0,902	3,888	3,016	0,872
Roumanie	3,512	3,447	0,065	3,424	3,368	0,057
Royaume-Uni	2,795	2,712	0,082	3,133	3,038	0,095
Danemark	2,653	1,301	1,353	2,692	1,329	1,364
Rép. Tchèque	2,446	2,275	0,171	2,486	2,324	0,162
Portugal	1,772	1,772	0,000	1,791	1,791	0,000
Hongrie	1,935	1,823	0,112	1,678	1,580	0,098
Lettonie	1,232	0,940	0,292	1,306	0,996	0,310
Belgique	1,270	1,263	0,007	1,286	1,280	0,006
Bulgarie	1,040	1,026	0,014	1,144	1,035	0,109
Lituanie	1,157	0,612	0,545	1,144	0,612	0,532
Croatie	1,160	1,124	0,036	1,131	1,075	0,056
Grèce	0,857	0,857	0,000	0,827	0,827	0,000
Pays-Bas	0,750	0,649	0,101	0,816	0,655	0,161
Estonie	0,716	0,420	0,296	0,737	0,421	0,316
Slovaquie	0,527	0,394	0,133	0,580	0,459	0,122
Slovénie	0,562	0,531	0,030	0,522	0,493	0,029
Irlande	0,197	0,197	0,000	0,201	0,201	0,000
Luxembourg	0,067	0,045	0,022	0,076	0,040	0,036
Chypre	0,021	0,021	0,000	0,021	0,021	0,000
Malte	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
Total UE 28	79,823	68,888	10,935	78,821	67,877	10,944

* Hors charbon de bois. ** Production brute de chaleur dans le secteur de la transformation. Source : Eurostat

5

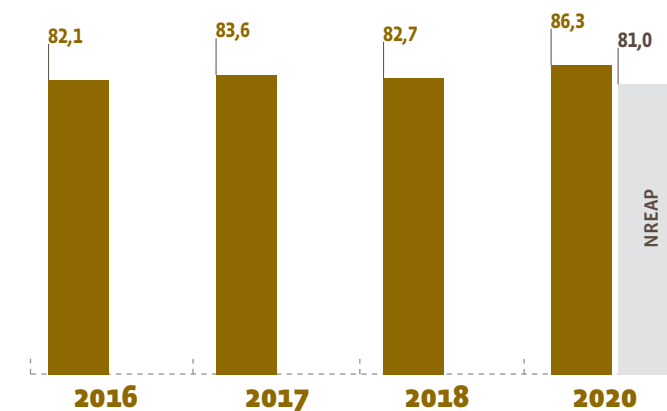
Tendance actuelle de la production d'électricité issue de biomasse solide par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en TWh)



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

6

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



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

La récupération d'énergie fatale est définie comme un sous-produit dans les installations industrielles, tertiaires ou les sites de production d'électricité qui, faute d'accès à un système de chauffage ou de refroidissement urbain, ne serait pas utilisé et se dissiperait dans l'atmosphère ou dans l'eau. Les États-membres ont donc deux leviers à leur disposition pour respecter cette trajectoire : l'efficacité énergétique via le déploiement de réseaux de chaleur et le développement du froid et de la chaleur renouvelables.

Si l'on s'en tient aux objectifs fixés dans le cadre des plans d'action nationaux énergies renouvelables (NREAP) concernant la chaleur biomasse solide, les objectifs cumulés des pays de l'Union européenne dans leur ensemble sont déjà dépassés depuis 2016 (graphique 4). Seuls quelques pays qui ont privilégié la valorisation électrique de la biomasse (Royaume-Uni, Pays-Bas, Irlande) ne semblent pas en mesure de les atteindre. Cette réussite globale, quatre ans avant l'échéance de 2020, s'explique par un mauvais calibrage des objectifs et notamment par le fait que la filière solide biomasse intègre la valorisation énergétique des déchets municipaux renouvelables. La croissance future de la chaleur biomasse dépendra de la mise en œuvre et des choix stratégiques définis par les plans nationaux énergie et climat 2030, qui devront prendre en compte l'objectif de l'augmentation des 1,3 % de point de croissance annuelle. ■



SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

L'énergie solaire thermodynamique, ou solaire thermique à concentration, regroupe l'ensemble des technologies qui visent à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur très haute température. 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. Si l'usage principal de ces centrales reste la production d'électricité, le CSP peut également être utilisé pour alimenter des réseaux de chaleur, dessaliner l'eau de mer ou être intégré à des processus industriels. Une des caractéristiques de la technologie des centrales thermodynamiques est de pouvoir lisser leur production d'électricité grâce à un stockage thermique tampon. Le plus souvent, ce stockage se fait sous

la forme de sels fondus chauffés dans un réservoir qui les maintient à haute température. La durée d'exploitation peut ainsi être prolongée d'une dizaine d'heures.

5 663 MW DE PUISSANCE ÉLECTRIQUE 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'Inde, l'Australie, l'Afrique du Sud, les pays du Golfe ou du Maghreb. Selon la dernière mise à jour de la base de données de Protermosolar (Association espagnole de la promotion de l'industrie solaire thermodynamique), la puissance mondiale de ces centrales était estimée à 5 663 MW fin 2018 (4 704 MW fin 2017). Durant l'année 2018, 11 nouvelles centrales ont été mises en service dans le monde, la plupart disposant d'un système de stockage. Parmi celles-ci, on note les centrales sud-africaines de Ilanga I (100 MW, 5 heures de stockage) et de Kathu Solar Park (100 MW, 4,5 heures de stockage), toutes deux de type cylindro-

parabolique. La Chine a, quant à elle, connecté trois nouveaux projets : celui de la centrale de CGN Delingha (50 MW, 9 heures de stockage), de type cylindro-parabolique, et ceux des centrales à tour de Shouhang Dunhuang (100 MW, 11 heures de stockage) et de Supcon Delingha (50 MW, 6 heures de stockage). L'Inde, qui n'avait pas installé de puissance supplémentaire depuis 2014, a inauguré en 2018 la centrale de type Fresnel de Dhursar (100 MW, sans stockage). Au Moyen-Orient, l'Arabie saoudite a connecté la centrale cylindro-parabolique de Waad Al Shamal ISCC (50 MW, sans stockage) et le Koweït la centrale cylindro-parabolique de Shagaya (50 MW, 10 heures de stockage). Enfin, le Maroc a mis en service les centrales Noor II et Noor III. La première est une centrale cylindro-parabolique de 200 MW (7 heures de stockage), la seconde une centrale à tour de 150 MW (7 heures de stockage). Selon le décompte de Protermosolar, c'est près de 1 000 MW supplémentaires (959 MW exactement) qui ont été mis en service durant l'année 2018. Après cette vague de constructions, une nouvelle

devrait intervenir, avec 2 166 MW actuellement en construction dans le monde, dont 1 045 MW de nouveaux projets attendus en 2019 en Chine et au Moyen-Orient.

Cette dynamique positive a été rendue possible par une baisse significative des coûts de production. Selon le dernier rapport de

l'Irena "Renewable power generation costs" de 2018, le coût moyen actualisé (LCOE) des projets CSP est tombé à 18,6 c€/kWh (de l'ordre de 16,4 c€/kWh), soit une baisse de 26 % par rapport à 2017 et de 46 % par rapport aux projets de 2010. L'Irena prévoit que dans un futur proche les coûts LCOE pourraient tomber entre 6 et 10 c€/kWh, avec

une baisse encouragée par la mise en œuvre de mécanismes d'appels d'offres.

LE MARCHÉ EUROPÉEN EN SOMMEIL

Après une vague d'installations qui s'est concentrée en Espagne, entre 2007 et 2014, le marché de l'Union européenne est actuellement en sommeil. Le compteur n'a pas évolué en 2018 et est resté à 2 314,3 MW, pilotes et démonstrateurs inclus (voir graphique 4 et tableau 7). Les données de puissance maximale nette publiées par Eurostat font état de 2 306 MW (2 304 MW en Espagne et 2 MW en Allemagne), la différence s'expliquant par le choix de certains pays de ne pas comptabiliser officiellement leurs démonstrateurs. Cette capacité reste très largement concentrée en Espagne, dont la puissance installée se monte officiellement à 2 304 MW (soit 99 % de la capacité totale de l'UE). Le pays a par ailleurs connu en 2018 des conditions d'ensoleillement un peu moins favorables qu'en 2017, année de production record pour




1

Centrales solaires hélio-thermodynamiques en service à la fin de l'année 2018

Projet	Technologie	Puissance	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

Continue page suivante

Solacor 2	Cylindro-parabolique	50	2012
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 Union Européenne		2 314,3	

Centrales solaires cylindro-parabolique, centrales solaires à tour, paraboles solaires Dish Sterling, collecteurs linéaires de Fresnel, biomasse hybride. Source : EurObserv'ER



la filière. Selon Eurostat, la production espagnole a été mesurée à 4 867 GWh en 2018, comparé à 5 883 GWh en 2017 (5 579 GWh en 2016).

Concernant les projets en cours de développement dans l'UE, la situation a peu évolué. En France, la centrale Ello située dans les Pyrénées-Orientales est opérationnelle depuis la fin du mois d'octobre 2018, mais elle ne sera connectée au réseau qu'en 2019 et donc comptabilisée dans les statistiques cette année. 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, mais les investisseurs attendent le décret définissant les conditions de rémunération de la future énergie produite. La date

de mise en service commerciale étant pour cette raison encore en suspens. À Chypre, le seul projet toujours en lice est EOS, situé à Alassa, près de la ville de Limassol. Selon le ministère de l'Énergie et les développeurs, le projet initialement prévu pour 2018 devrait être opérationnel au plus tard fin 2021. Ce projet de centrale à tour est un peu particulier car, bien qu'équipé de deux générateurs de 25 MW, seule une puissance de 25 MW sera effectivement garantie. La centrale a en effet été conçue pour fonctionner à cette puissance durant vingt-quatre heures grâce à un système de stockage, mais a également la possibilité de fonctionner pendant douze heures à une puissance de 50 MW. En parallèle, la technologie CSP cherche de nouveaux débouchés pour des applications industrielles et réseaux de chaleur. Elle est sur ce segment en concurrence directe avec la technologie des capteurs

plan vitrés, sur un marché encore étroit mais qui devrait monter en puissance. En effet, la nouvelle directive européenne ENR cible davantage la chaleur renouvelable avec la fixation d'un objectif indicatif d'une augmentation annuelle de 1,3 point de pourcentage des énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur, prenant comme point de référence la situation de 2020.

DE NOUVELLES AMBITIONS POUR 2030 À CONFIRMER

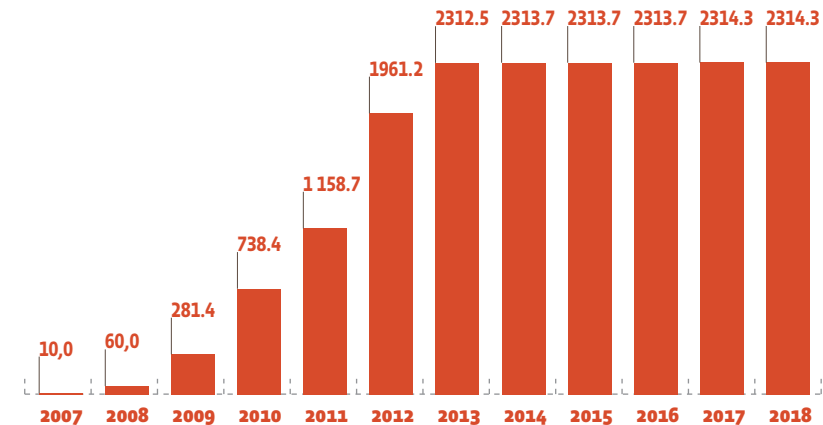
D'ici à 2020, les perspectives européennes de croissance de la filière restent bien en dessous des objectifs que s'étaient assignés les pays membres dans le cadre des plans d'action nationaux énergies renouvelables (graphique 5). Il devient chaque année plus clair que compte tenu des retards des projets, la relance de la filière européenne, si elle doit avoir lieu, n'interviendra pas avant la prochaine décennie. Son avenir est actuellement en débat au sein des États-membres, avec cependant des premières indications provenant de leur projet de plan national intégré énergie et climat (PNIEC). En effet, selon les règles de gouvernance de l'Union de l'énergie, entrées en vigueur le 24 décembre 2018, les pays de l'UE étaient tenus d'élaborer des PNIEC pour la période allant de 2021 à 2030 et de soumettre à la Commission européenne un projet de plan avant le 31 décembre 2018 puis les plans définitifs avant le 31 décembre 2019.

Selon les premiers documents disponibles sur le site de la Commission européenne, l'avenir de la filière européenne du solaire thermodynamique se trouve encore en



2

Évolution de la puissance héliothermodynamique installée dans l'Union européenne



Source : EurObserv'ER

grande partie en Espagne. Le projet de PNIEC espagnol a le mérite de redonner un horizon de moyen et de long termes à la filière, avec dans son scénario objectif un parc de 4 803 MW installé en 2025 (pour une production de 13,953 TWh) et de 7 303 MW en 2030 (pour une production de 22,578 TWh), soit une puissance additionnelle de 5 GW par rapport à la situation actuelle (équivalent à une production supplémentaire de 17,6 TWh). Le solaire thermodynamique représenterait alors à lui seul 6,7 % de la production d'électricité du pays, soit une contribution proche du nucléaire (7,3 %).

Le projet de PNIEC italien, s'il est moins ambitieux, démontre également que le pays compte toujours s'appuyer sur la filière CSP avec 250 MW en 2025 et 850 MW en 2030. Parmi les autres pays dont les conditions d'ensoleillement sont compatibles avec les technologies CSP, le projet grec est pour l'instant en retrait avec 70 MW (pour une

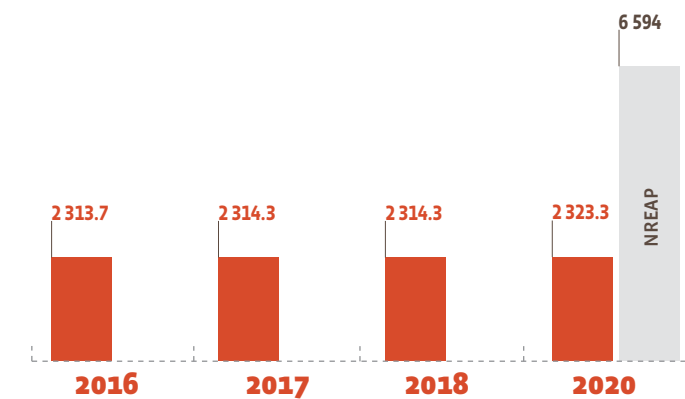
production de 260 GWh), Chypre ne prévoit pour l'instant pas de projet supplémentaire, tout comme le Portugal.

En première intention, la puissance électrique CSP de l'Union européenne pourrait contribuer à

hauteur de 8,3 GW d'ici à 2030. La technologie a déjà montré sa fiabilité et sa robustesse, sa capacité également à contribuer à l'équilibre du réseau, mais pour atteindre un tel niveau d'installation, elle devra confirmer sa trajectoire actuelle de baisse des coûts. ■

3

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



Source : EurObserv'ER



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. Cette dernière est actuellement en pleine effervescence, avec un nombre significatif de prototypes immergés ces trois dernières années, que ce soit au large des côtes britanniques ou de la Bretagne, en mer du Nord ou en mer Méditerranée. Dans cette course à l'océan, l'énergie des courants a un temps d'avance sur l'énergie des vagues et les autres technologies.

AU MOINS 263 MW EN ACTIVITÉ FIN 2018

Les filières marines, très diverses, se situent entre deux eaux concernant leur suivi statistique. Les prototypes connectés ne font pas l'objet d'un

suivi statistique systématique de la part des organismes officiels et le *turnover* incessant (phases d'immersion, d'amélioration et de mise hors service) des prototypes testés sur des durées relativement courtes (de l'ordre d'un à deux ans) ne facilite pas non plus un décompte précis des projets en activité. Le décompte officiel publié par Eurostat en début d'année 2020 fait état d'une puissance renouvelable énergies marines connectées (hors pompage-turbinage, utilisé par l'usine marémotrice de La Rance) dans l'Union européenne à 243,4 MW en 2018 (242,7 MW en 2017). La production d'électricité (toujours hors pompage-turbinage) est quant à elle en légère diminution, passant de 525,9 GWh à 489,2 GWh.

En prenant en compte cette fois l'ensemble des prototypes et démonstrateurs précommerciaux ayant été en activité durant l'année 2018 (liste des projets et source dans le tableau 3), Eurobserv'ER arrive à un décompte légèrement différent, soit 263,4 MW en 2018, dont 4,1 MW de projets connectés en 2018. La puissance des sites océaniques en activité,

pour les raisons précédemment énoncées, n'est pas représentative de l'ensemble des machines qui ont été testées sur la dernière décennie. L'association Ocean Energy Europe, dans sa publication annuelle, "Ocean energy – Key trends and statistics 2018", a effectué un suivi des projets hydroliens et houlomoteurs. Selon cette publication, 3,7 MW de projets utilisant les courants marins ont été immergés durant l'année 2018, soit plus du double qu'en 2017. Par ailleurs, 26,8 MW de projets utilisant l'énergie des courants ont été déployés depuis 2010. Sur ce total, 11,9 MW sont actuellement opérationnels, ce qui signifie que 14,9 MW de projets ont été mis hors service après avoir complété leur programme de tests. Concernant la technologie houlomotrice, 7 nouveaux projets ont été recensés pour une puissance cumulée de 444,2 kW en 2018. 11,3 MW de projets ont été déployés depuis 2010, mais seuls 2,9 MW étaient opérationnels en 2018, et donc 8,4 MW ont été mis hors service après l'aboutissement de leur programme de tests.



Puissance des énergies océaniques installée dans l'Union européenne fin 2018 (en MW)

	2017					2018				
	Houlomoteur	Hydroliennes	Usine marémotrice	Autres	Total	Houlomoteur	Hydroliennes	Usine marémotrice	Autres	Total
France*	0,0	0,0	218,9	0,0	218,9	0,0	0,0	218,0	0,0	218,0
Royaume-Uni**	5,7	12,7	0,0	0,0	18,4	5,7	14,7	0,0	0,0	20,4
Espagne	0,3	0,0	0,0	4,5	4,8	0,3	0,0	0,0	4,5	4,8
Portugal***	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4
Total UE 28	6,4	12,7	218,9	4,5	242,5	6,4	14,7	218,0	4,5	243,6

* En France, seule la puissance de l'usine marémotrice de La Rance est prise en compte dans les statistiques officielles. La puissance totale de cette centrale est de 240 MW, mais elle inclut un dispositif de pompage-turbinage. Seule la puissance renouvelable est comptée dans ce tableau. ** Au Royaume-Uni, certaines machines pouvant être qualifiées d'opérationnelles ne sont pas en permanence déployées sur leur site de test et ne sont donc pas plongées dans l'eau de manière continue. *** Au Portugal, la centrale houlomotrice de Pico, exploitée par Wavec (0,4 MW), située dans les Açores, a été déconnectée le 17 avril 2018.
Source : Eurostat (décomposition par technologies faites par EurObserv'ER)

Production d'électricité des énergies océaniques dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018 (en GWh)

	2017					2018				
	Houlomoteur	Hydroliennes	Usine marémotrice	Autres	Total	Houlomoteur	Hydroliennes	Usine marémotrice	Autres	Total
France*	0,0	0,0	521,7	0,0	521,7	0,0	0,0	479,9	0,0	479,9
Royaume-Uni	0,0	4,2	0,0	0,0	4,2	0,0	9,3	0,0	0,0	9,3
Portugal	0,006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total UE 28	0,0	4,2	521,7	0,0	525,9	0,0	9,3	479,9	0,0	489,2

* La production d'électricité de l'usine marémotrice de La Rance prenant en compte le pompage turbinage est de 565 GWh en 2017 et 522 GWh en 2018. Source : Eurostat (décomposition par technologies faites par EurObserv'ER)

UN FOISONNEMENT DE PROJETS AU ROYAUME-UNI

Au Royaume-Uni, les filières courant marin et houlomotrice sont particulièrement actives, avec une volonté politique et stratégique forte de faire émerger au plus vite les industries de ces deux filières. Le décompte officiel du BEIS, repris par Eurostat, recense, en 2018, 18 projets en activité pour une puissance cumulée de 20,4 MW (+ 2 MW par rapport à 2017). Sur ces 18 projets, seuls 3 font l'objet d'un suivi sur le plan de la production (soit un total de 9,3 GWh). Le décompte de l'association Ocean Energy Europe est un peu inférieur puisqu'il aboutit à une puissance de 13,3 MW fin 2018. La différence entre les deux listes s'explique principalement par le retrait de certains projets considérés comme définitivement mis hors service par Ocean Energy Europe. Le Royaume-Uni a la particularité de posséder le premier et le plus grand parc hydrolien à vocation commerciale, sur le site du projet MeyGen dans le Pentland Firth, en Écosse. La première phase de ce projet (MeyGen phase 1A) a consisté en l'installation en octobre 2016 de 4 turbines de 1,5 MW. La production électrique de cette centrale recensée par le BEIS a été de 7,2 GWh durant l'année 2018. Le projet est accrédité depuis mars 2017 par l'Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets), qui gère le système des ROC (renewable obligation certificates), et il a été formellement mis en service en avril 2018, avec une durée d'exploitation prévue de vingt-cinq ans. Le site est actuellement dans





3

Liste des projets utilisant les énergies océaniques ayant été en activité durant l'année 2018

Description	Développeur de la machine	Technologie	Localisation	Date de mise en service	Puissance totale (en kW)	Nombre de machines
France						
Estuary of the Rance*	EDF	Marémotrice	Richardais-Saint-Malo	1966	240,0	1
EEL at Brest	EEL	Énergie des courants	Port de Brest	2017	0,010	1
Ouessant	Sabella	Énergie des courants	Brittany - Fromveur	2018	1,0	1
Test in La Rochelle	HACE	Houlomoteur	Port de la Rochelle	2018	0,050	1
Test in Seeneoh	DesignPro Renewables and Mitsubishi Electric	Énergie des courants	Seeneoh	2018	0,025	1
Test p66	Guinard Energies	Énergie des courants	Port de Brest	2018	0,004	1
Total France					241,089	
Royaume-Uni						
Open Hydro Scale Demonstration (Écosse)	Naval Energies	Énergie des courants	Emec	2006	0,250	1
Eco Wave Power - Gibraltar (Angleterre)	Eco Wave Power	Houlomoteur	Gibraltar	2016	0,100	1
MeyGen Phase 1A (Écosse)	Andritz	hydrolienne	Pentland Firth	2016	4,500	3
Scotrenewables Tidal Power Ltd (Écosse)	Orbital Marine Power	Énergie des courants	Emec	2016	2,0	2
MeyGen Phase 1A (Écosse)	SIMEC Atlantis Energy	Énergie des courants	Pentland Firth	2016	1,500	1
Shetland Tidal Array (Écosse)	Nova Innovation	Énergie des courants	Bluemull Sound, Shetland	2016	0,300	3
Mingary Bay (Écosse)	Albatern	Houlomoteur	Mingary Bay	2016	0,045	1
Emec (Écosse)	Wello Oy	Houlomoteur	Emec	2017	1,0	1
Nautricity demonstration Emec (Écosse)	Nautricity	Énergie des courants	Emec	2017	0,500	1
Sustainable Marine Energy Plat-I (Écosse)	Schottel Hydro	Énergie des courants	Connell Sound	2017	0,280	4
InToTidal (Écosse)	Tocado	Énergie des courants	Emec	2017	0,250	1
HiWave (Écosse)	CorPower Ocean	Houlomoteur	Emec	2017	0,025	1
Marine Power Systems (Pays de Galles)	Marine Power Systems	Houlomoteur	Ramsey Sound, Pembrokeshire	2017	0,010	1
Magallanes Renovables Emec demonstration (Écosse)	Magallanes Renovables	Énergie des courants	Emec	2018	2,0	1
Fish farm shetland (Écosse)	Aqua Power Technologies	Houlomoteur	Shetland	2018	0,005	1
Holyhead Deep (Pays de Galles)	Minesto	Énergie des courants	Anglesey	2018	0,5	1
Total Royaume-Uni***					13,265	

Continue page suivante

Espagne							
Voith Hydro, Ente Vasco de la Energía (EVE) Project	Voith Hydro	Houlomoteur	Pais Vasco	2011	0,296	16	
Planta de Huelva, Otec	Enagas	ETM	Huelva, Andalousia	2013	4,5	1	
Wedge	Wedge	Houlomoteur	Plocan, Gran Canaria	2014	0,2	1	
Oceantec	Oceantec	Houlomoteur	Biscay Marine Energy Platform	2016	0,030	1	
Total Espagne					5,026		
Pays-Bas							
IHC Merwede	IHC Merwede	Houlomoteur	Western schelde	2009	0,030	1	
Afsluitdijk project (reverse electro dialysis techno)	Redstack	Énergie osmotique	Afsluitdijk	2014	0,005	1	
Oosterschelddedam	Tocado	Énergie des courants	Oosterschelddedam	2015	1,250	5	
Tocado Afsluitdijk	Tocado	Énergie des courants	Afsluitdijk	2015	0,3	3	
Total Pays-Bas					1,585		
Suède							
Seabased - Sotenas Phase 1A**	Seabased	Houlomoteur	Sotenäs	2016	1,080	36	
Total Suède					1,080		
Portugal							
Wavec	n.a.	Houlomoteur	Les Açores	1999	0,4	1	
Total Portugal					0,4		
Italie							
Messina Strait	ADAG	Énergie des courants	Messine	2000	0,050	1	
Wave for Energy	Wave for Energy	Houlomoteur	n,a,	2015	0,2	1	
Port of Naples	University of Campania	Houlomoteur	Port de Naples	2015	0,003	3	
Wavenergy	Wavenergy	Houlomoteur	Civittavecchia	2016	0,020	1	
40South Marina di Pisa	40South energy	Houlomoteur	Marina de Pise	2018	0,050	1	
Adriatic	OPT	Houlomoteur	Adriatic	2018	0,003	1	
Total Italie					0,326		

Continue page suivante

Danemark						
Wavepiston at DanWEC	Wavepiston	Houlomoteur	Danish Wave Energy Centre, Hanstholm	2017	0,012	1
Test in Denmark	Crestwing	Houlomoteur	Port de Fredrikshaven	2018	0,3	1
Wavepiston at DanWEC	Wavepiston	Houlomoteur	Danish Wave Energy Centre, Hanstholm	2018	0,012	1
Total Danemark					0,324	
Belgique						
Demo antwerp	Water2Energy	Énergie des courants	Port d'Antwerp	2018	0,150	1
Total Belgique					0,150	
Grèce						
Port of Heraklion	SINN Power	Houlomoteur	Heraklion	2016	0,024	1
Port of Heraklion	SINN Power	Houlomoteur	Heraklion	2017	0,048	2
Port of Heraklion	SINN Power	Houlomoteur	Heraklion	2018	0,048	2
Total Grèce					0,120	
Total UE 28					263,365	
<p>* La centrale marémotrice de la Rance a une capacité de 240 MW, comprenant une capacité de pompage turbinage. ** En raison de l'efficacité accrue des nouveaux générateurs, les 36 WEC du projet Seabased Sotenas suggèrent une capacité installée allant jusqu'à 3 MW au lieu de 1 MW. *** Il existe un décalage entre les données officielles du BEIS concernant la puissance totale des énergies marines installées au Royaume-Uni et celles issues de la base de données d'Ocean Energy Europe, ce dernier ayant retiré certains projets qu'il ne considérait plus comme opérationnels. Source : Ocean Energy Europe 2019 (pour les projets sur énergie des vagues et sur énergie des courants), EurObserv'ER 2019 (pour les projets sur énergie marémotrice, énergie osmotique et ETM)</p>						

sa deuxième phase de développement (phase 1B), qui prévoit la mise en place d'un hub qui permettra de connecter plusieurs turbines à un seul câble de raccordement et la connexion de deux nouvelles hydroliennes (de type Atlantis AR 2000) de 2 MW chacune, soit les plus puissantes jamais construites, d'ici 2020.

EN FRANCE, LA BRETAGNE RELÈVE LE DÉFI DE L'HYDROLIEN

En France, les données officielles de puissance et de production relatives aux énergies marines font uniquement référence à la centrale marémotrice de La Rance. La puissance de cette centrale est de 240 MW, mais inclut un dispositif de pompage-turbinage. La puissance renouvelable hors pompage de la centrale varie très légèrement

d'une année sur l'autre. Elle a ainsi été comptabilisée à 218 MW en 2018 contre 218,9 MW en 2017. La production d'électricité de la centrale est en diminution entre 2017 et 2018. En prenant en compte la production issue du pompage, elle est passée de 565 GWh en 2017 à 522 GWh en 2018. Sans le pompage, elle passe de 522 GWh en 2017 à 480 GWh en 2018. Les données officielles ne prennent donc pas en compte le projet de démons-

trateur préindustriel hydrolien Sabella D10, immergé dans le passage du Fromveur au large de l'île d'Ouessant (Finistère). Une deuxième hydrolienne, dénommée HydroQuest Ocean et développée par le fabricant isérois HydroQuest et son partenaire Constructions mécaniques de Normandie (CMN), a été raccordée au réseau national fin mai 2019 et injecte de l'électricité depuis mi-juin 2019. Cette hydrolienne de 1 MW de puissance,

mesurant 25 mètres de large et 11 mètres de haut, a été immergée pour une durée d'un an sur le site d'essai développé par EDF au large de l'île de Bréhat (Côtes-d'Armor).

AU SEUIL DE LA PHASE DE COMMERCIALISATION

Si on excepte l'énergie marémotrice, très proche technologiquement des barrages hydroélectriques, les technologies énergies marines n'ont

pas encore atteint de phase commerciale où les machines seraient produites en grande série avec un niveau de robustesse et de fiabilité permettant une exploitation sur une durée longue. La filière la plus avancée est celle de l'hydrolien, qui se situe dans une phase de retour d'expériences sur des prototypes à l'échelle 1, soit des turbines de taille "commerciale" à l'échelle du



mégawatt. Durant cette phase, les turbines sont encore évolutives et perfectibles et elles sont destinées à être testées sur une durée relativement courte, typiquement un ou deux ans, en vue de valider les

choix technologiques. Selon Ocean Energy Europe, l'hydrolien va entrer d'ici 2020 dans une nouvelle phase de projets avec des machines plus robustes qui ouvrent la perspective d'une exploitation commerciale

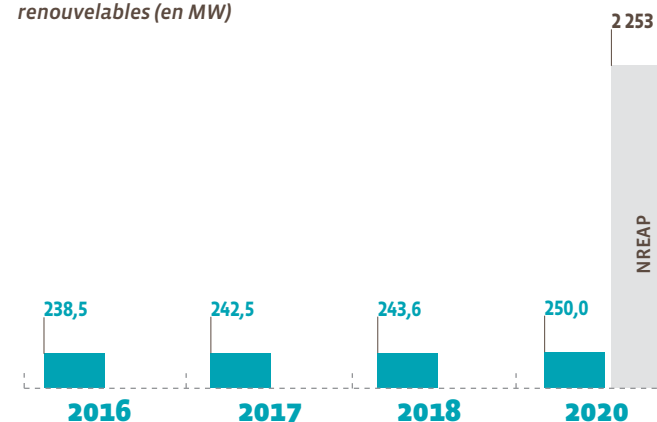
avec des parcs de plus grande puissance. Cette étape nécessitera la mise en place de systèmes de rémunération garantie, comme des tarifs d'achat. ■



© EPS Techno

3

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



Source : EurObserv'ER

UN SOUTIEN IMPORTANT DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

La question des coûts de production est essentielle pour assurer le développement commercial des technologies marines. Pour diminuer ces coûts, les développeurs bénéficient de différents soutiens via des fonds régionaux, des programmes nationaux ou européens. La Commission européenne est particulièrement impliquée dans le développement des énergies marines. Les développeurs bénéficient ainsi de financements dans le cadre du programme de recherche et d'innovation de la Commission européenne Horizon 2020 via des projets dédiés (exemples : projet Ocean_2G, projet FloTEC) ou via le programme NER 300 (exemple : projet Stroma). Les développeurs peuvent également s'appuyer sur les financements de projets inter-régionaux via le programme européen Interreg. Son objectif est de financer des projets de coopération

entre régions européennes dans le domaine du développement économique ou de la gestion de l'environnement. Un projet Interreg particulièrement ambitieux concernant directement la filière hydrolienne a été annoncé le 16 octobre 2019. Il s'agit du projet Tiger (Tidal Stream Industry Energiser), mis en place dans le cadre du programme Interreg France (Manche) - Angleterre. Son but est de permettre le développement des turbines submergées au large des côtes pour exploiter l'énergie des courants de marées. Il a ainsi pour objectif de stimuler la croissance dans le domaine des énergies hydroliennes en développant des machines ayant une capacité pouvant aller jusqu'à 8 MW. Ce programme servira à démontrer la rentabilité économique de l'énergie hydrolienne afin que celle-ci puisse rentrer dans le bouquet énergétique de l'Angleterre et de la France, en exploitant les économies d'échelle via une production

en masse. Selon les attendus du projet, la capacité totale théorique de l'énergie hydrolienne dans la région de la Manche atteint presque les 4 GW – suffisamment pour alimenter 3 millions de foyers. Avec un budget de 46,8 millions d'euros, ce projet a la particularité d'être le plus important jamais financé sur l'ensemble des 75 programmes Interreg de la période 2014-2020. Carolyn Reid, responsable du programme Interreg France (Manche) - Angleterre, explique : « Sur le long terme, le but est d'aider l'industrie à réduire ses coûts de production d'énergie hydrolienne des 300 €/MWh actuels à 150 €/MWh en 2025, et ainsi d'en augmenter l'utilisation. L'UE souhaite atteindre les 100 €/MWh pour 2030. » Le financement bénéficiera notamment à des fabricants de machines (HydroQuest, Orbital Marine Power, CMN, Minesto AB, etc.), à des programmes de recherches universitaires, au centre Emec et à d'autres acteurs français et britanniques impliqués dans l'hydrolien. ■



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

Le chauffage et le refroidissement sont aujourd'hui essentiellement assurés par des technologies sur site, intégrées aux bâtiments. Permettant 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.



Note 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

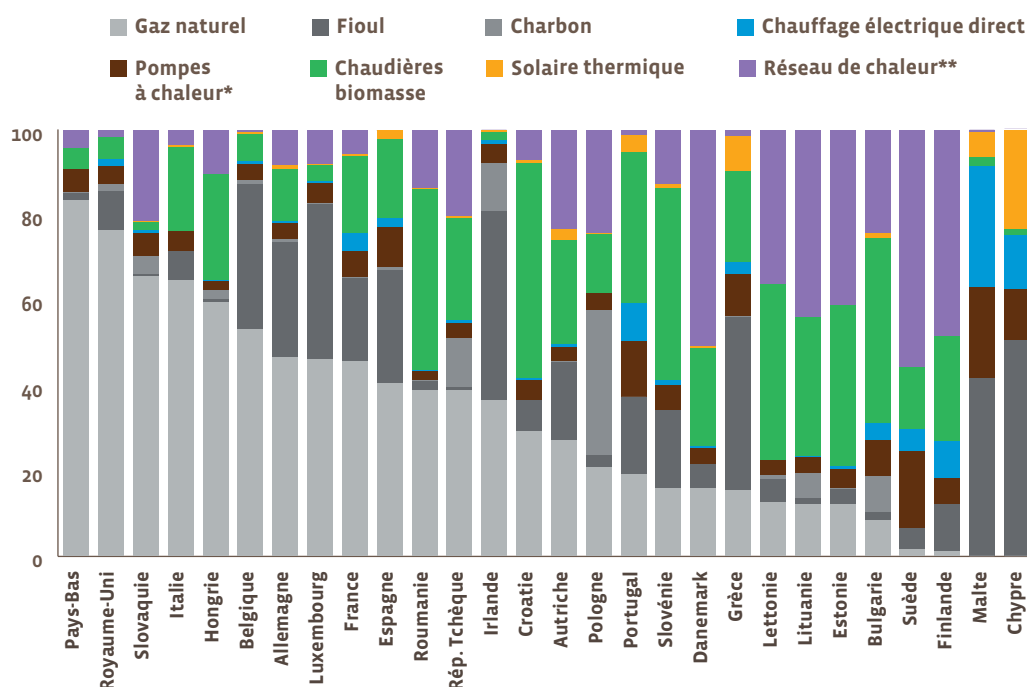
représente la dynamique et le développement des EnR, à la marge. Ces parts de marché illustrent la part des technologies renouvelables vendues par rapport à l'ensemble des unités de chauffage vendues. Elles peuvent varier d'une année à l'autre, dans chaque pays. Les données sur les ventes n'étant pas disponibles pour toutes les technologies ou 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 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 2018 n'étant pas encore publiées, les chiffres présentés ne concernent que l'année 2017.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

1

Part des énergies renouvelables dans la consommation en 2017



* Le chiffre des pompes à chaleur prend en compte à la fois la chaleur et l'électricité. ** Le chauffage urbain comprend la chaleur dérivée obtenue en brûlant des combustibles tels que le charbon, le gaz naturel, le fioul, les énergies renouvelables (biocarburants) et les déchets, ou encore en transformant de l'électricité en chaleur au moyen de chaudières électriques ou de pompes à chaleur. Source : calculs propres basés sur diverses sources

PART DES ENR DANS LA CONSOMMATION

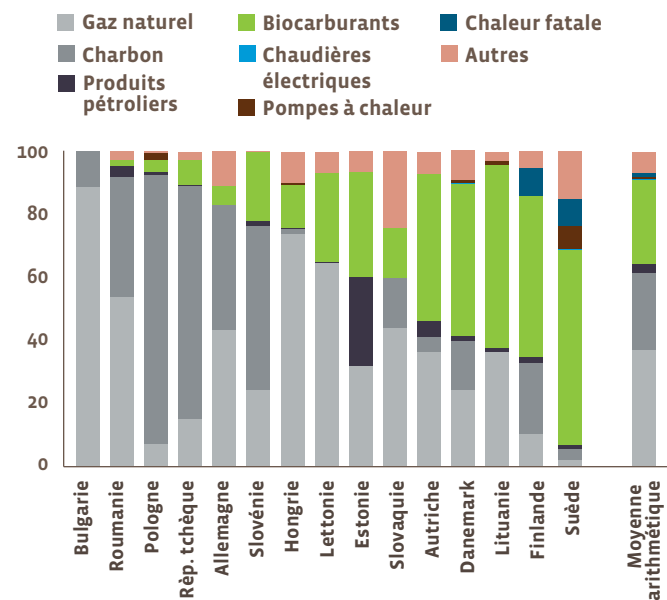
La figure 1 présente la part des énergies renouvelables dans la consommation de chaleur et de refroidissement, en 2017, pour les bâtiments résidentiels et de services. Il s'agit, essentiellement, d'un indicateur combiné de l'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment et dans l'infrastructure 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 ENR dans la consommation varie très peu d'une année sur l'autre. Ainsi, la situation en 2018 devrait être similaire à celle de 2017.

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

2

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



La figure 2 illustre le mix énergétique existant dans les pays où le chauffage urbain couvre au moins 10 % de la demande en chauffage et eau chaude, en 2017. En se basant sur la moyenne arithmétique, on peut conclure que les réseaux de chaleur existants dépendent toujours de combustibles fossiles avec prédominance du gaz naturel et du charbon. Le charbon est principalement utilisé en Pologne, en République tchèque, en Slovaquie, en Allemagne et en Roumanie. Le pétrole en tant que vecteur énergétique pour la consommation des réseaux de chaleur est progressivement abandonné, sauf en Estonie, et représente une part insignifiante du mix énergétique. Parmi les énergies renouvelables, les biocarburants issus de la biomasse, du biogaz et des déchets renouvelables jouent un rôle important avec une part de 27 % (moyenne arithmétique). Les biocarburants sont une source d'énergie prédominante pour la chaleur urbaine, dans les pays scandinaves et en Autriche, et représentent une part substantielle dans les pays baltes et en Slovaquie. Les excédents de chaleur et les pompes à chaleur sont principalement utilisés en Suède

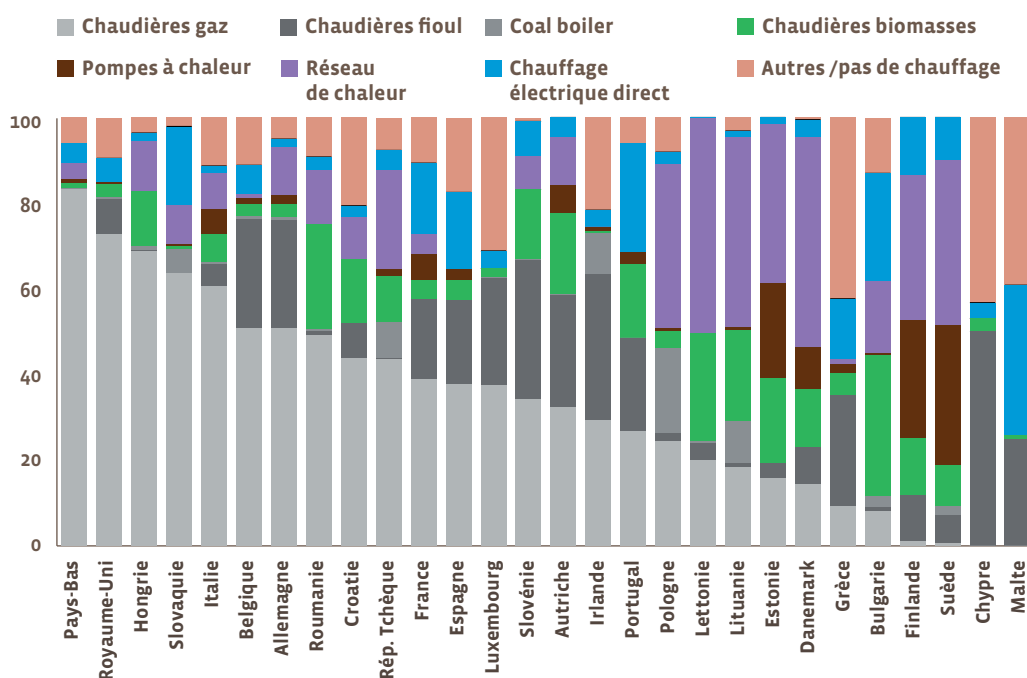
Basé sur les données 2017 pour : SE, DE, AT, FI ; sur les données 2015 pour : DK, LT, EE, LV, SI, PL, HU, CZ ; sur les données 2014 pour : SK ; sur les données 2013 pour : RO, BG.

ci représentent encore une technologie ou une source de chaleur importante. Le chauffage urbain est très répandu dans les pays scandinaves, ainsi que dans les pays baltes et 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.

Les énergies renouvelables occupent une place prépondérante en Croatie (51 %), en Slovaquie (46 %) et en Bulgarie (45 %). 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 (41 %) et au Portugal (40 %). 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 (21 %), Chypre (12 %), la Grèce (10 %) et l'Espagne (10 %). Globalement, le solaire thermique représente la part la plus modeste ; 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 affiche le niveau le plus élevé à Chypre (23 %) et le plus faible dans les États baltes, en Roumanie et en Finlande. En Pologne, le charbon représente une part importante (34 %) pour le chauffage, tandis que le chauffage

3

Part des technologies renouvelables dans le parc immobilier en 2017



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

électrique joue un rôle majeur à Malte, à Chypre, au Portugal et en Finlande, mais aussi en Suède, en France, en Bulgarie et en Grèce.

PARTS DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES INSTALLÉES DANS LE PARC IMMOBILIER

La figure 3 illustre la part des différentes technologies dans le parc immobilier, c'est-à-dire pour les logements. Contrairement à la figure 1 ci-dessus, elle représente la part des ménages disposant des

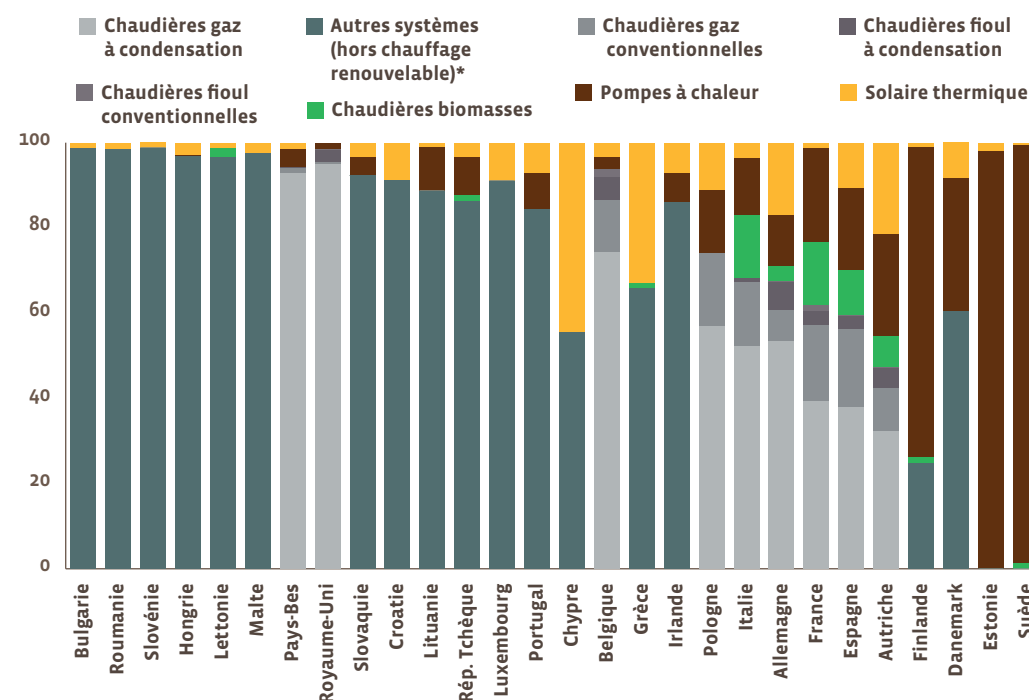
différentes technologies de chauffage et regroupe d'autres catégories telles que "autres/ systèmes inconnus/ absence de chauffage". Cette part est très élevée pour Chypre, la Grèce, Malte et le Luxembourg, ainsi que pour l'Irlande, la Croatie et l'Espagne. Du fait des conditions climatiques, certains logements peuvent ne comporter qu'un petit appareil de chauffage, poêle, etc., qui n'est pas pris en compte dans les statistiques. De plus, la part élevée de "chauffage inconnu"

peut refléter des problèmes statistiques. 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. À Malte, au Portugal et en Bulgarie, la proportion est nettement supérieure à 10 %,

4

Part des technologies renouvelables dans les ventes en 2018



* 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. Source : calculs propres basés sur diverses sources

tandis qu'en Espagne, en 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.

PARTS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES VENTES

Les figures 4 et 5 illustrent la part de marché des technologies

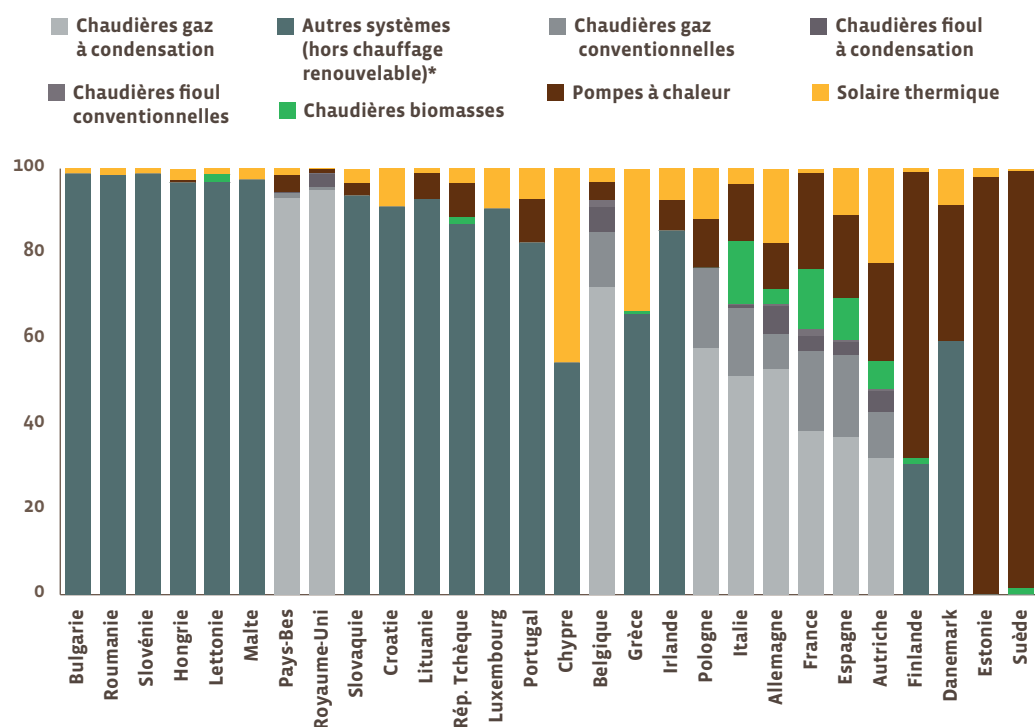
renouvelables utilisées pour le chauffage et le refroidissement. Contrairement à la figure 3, la figure 4 présente l'évolution récente des énergies renouvelables en montrant la part des ventes des technologies renouvelables de chauffage/refroidissement pour l'année concernée. Cela illustre leur dynamique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

Les pompes à chaleur affichent une très forte progression en

Estonie, en Suède, en Finlande, au Danemark, en Autriche et en France. Les chaudières biomasse présentent également une belle progression, bien qu'à 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



* 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. Données mises à jour par rapport à l'édition 2018. Source : calculs propres basés sur diverses sources

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 Chypre et la Grèce. En Autriche, Allemagne, Pologne et Espagne, elle enregistre une évolution

modérée. Globalement, dans de nombreux pays de l'Union européenne, la dynamique des EnR dans le secteur du chauffage/refroidissement est faible. Dans l'ensemble, la part de marché est très similaire en 2017 et 2018, ce qui indique une très faible dynamique du marché des technologies de chauffage renouvelables. En d'autres termes, les ventes ne progressent pas et,

par conséquent, les énergies renouvelables dans le chauffage/refroidissement ne parviennent pas actuellement à contribuer de manière significative aux objectifs de réduction des émissions de GES pour 2020 et 2030.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, le chauffage au gaz naturel reste la technologie la plus couramment utilisée, suivi

1

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

Pays	2017	2018
Autriche	2,27 %	2,35 %
Belgique	5,44 %	5,50 %
France	3,53 %	3,53 %
Allemagne	1,81 %	1,88 %
Italie	4,96 %	5,05 %
Pays-Bas	5,62 %	5,84 %
Pologne	1,44 %	1,52 %
Espagne	2,19 %	2,22 %
Suède	2,34 %	2,49 %
Royaume-Uni	6,31 %	6,52 %
Total	3,57 %	3,66 %

Source : évaluation propre basée sur diverses sources



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 encore une forte dynamique, ce qui indique qu'elles joueront encore, à l'avenir, un rôle important dans le chauffage, contrant ainsi les efforts de décarbonisation dans le secteur du chauffage/refroidissement.

Malgré la progression relativement forte des pompes à chaleur dans certains pays (part des ventes élevée), les parts de consommation demeurent faibles par rapport aux systèmes de chauffage basés sur les combustibles fossiles. L'énergie solaire thermique présente un certain potentiel, mais sa dynamique et sa part dans le parc immobilier demeurent 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 important dans certains pays d'Europe de l'Est. En Roumanie, en Bulgarie et en Hongrie, la dynamique semble faible dans le secteur de la chaleur renouvelable, malgré une part relativement élevée d'énergie 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. Finalement, la part des ventes de technologies renouvelables reste inchangée, ce qui révèle une faible dynamique sur ce marché, bien qu'il soit nécessaire d'agir. ■



2020 : À 2 POINTS DE L'OBJECTIF

À deux ans de statuer sur l'atteinte du principal objectif énergie renouvelable fixé par la directive 2009/28/EC, les trajectoires énergétiques des pays membres sont déjà bien engagées. Se dessine de plus en plus nettement l'image des pays qui respecteront leurs engagements contraignants et les quelques pays qui ne sont pas dans le bon tempo pour atteindre leurs objectifs. Il restera à ces derniers la possibilité d'utiliser les mécanismes de coopération pour profiter des surplus de production énergies renouvelables des pays en avance et/ou opérer un rush final afin de limiter au maximum les écarts.

Avant de faire un état des lieux plus approfondi de la réalisation des objectifs énergies renouvelables spécifiques des pays membres liés à la directive énergies renouvelables (électricité, chaleur et rafraîchissement, et consommation brute d'énergie finale), ce chapitre de conclusion se propose de faire un premier bilan sur l'état en 2018 de la production d'électricité renouvelable réelle, c'est-à-dire non normalisée, pour l'hydroélectricité et l'éolien.

LE SEUIL DES 1000 TWh D'ÉLECTRICITÉ RENOUELABLE LARGEMENT DÉPASSÉ

C'est assurément le point fort de l'année 2018 en matière d'énergie renouvelable. La production brute réelle (non normalisée) de l'électricité renouvelable a fortement augmenté entre 2017 et 2018. Elle dépasse, et ce pour la première fois, très largement le seuil des 1000 TWh produits, atteignant 1051,5 TWh en 2018, en croissance de 8,0 % par rapport à 2017 (graphique 1). Cette croissance correspond à une augmentation de la production d'électricité renouvelable de 78,3 TWh entre 2017 et 2018. À titre de comparaison, cette augmentation est supérieure à la production brute d'électricité totale de la Belgique (74,6 TWh en 2018). En prenant comme référence l'année 2016, l'augmentation sur deux ans est cette fois de 97,6 TWh, l'équivalent du cumul de la production d'électricité totale de la Grèce (53,3 TWh), du Danemark (30,4 TWh) et de la Croatie (13,6 TWh). Le rythme de croissance de la production d'électricité renouvelable continue donc d'être soutenu à l'échelle de l'Union européenne.

La part la plus importante de cette croissance revient à la production hydroélectrique (hors pompage), qui est passée de 300,2 TWh en 2017 à 349,8 TWh en 2018 (+ 16,5 % de croissance). Sa part dans la production totale d'électricité renouvelable augmente ainsi de 30,9 % en 2017 à 33,3 % en 2018. À titre d'indication, la production hydroélectrique, incluant le pompage, est passée de 331,2 TWh en 2017 à 378,6 TWh en 2018 (+ 14,3 %).

Cette situation s'explique en premier lieu par le redressement en 2018 de la production hydroélectrique des pays d'Europe du Sud (Italie, Espagne, Portugal, Grèce) et de la France, pays qui avaient enregistré des déficits pluviométriques records en 2017. La production hydroélectrique espagnole a ainsi presque doublé entre 2017 et 2018 (+ 87,4 %), la portugaise a plus que doublé (+ 110,2 %), l'italienne a augmenté de 34,8 % et la française de 30,6 %. Comme souvent, l'évolution de la production hydroélectrique des pays d'Europe du Nord a été inversée par rapport à ceux situés plus au sud, mais avec des variations moins marquées. La Suède, la Finlande, les pays baltes (Estonie, Lettonie, Lituanie), mais également le Royaume-Uni ont vu leur production diminuer en 2018. Des baisses de production ont également été enregistrées en Allemagne, en Autriche et dans la plupart des pays d'Europe centrale. Il convient de préciser que les variations de la production hydroélectrique "naturelle" peuvent être très importantes d'une année sur l'autre, le niveau de 2017 étant par exemple très éloigné de celui de 2014 (375,9 TWh) ou de 2010 (376,9 TWh), années particulièrement pluvieuses à l'échelle de l'Union européenne. En 2018, la production hydroélectrique de l'UE peut être qualifiée de moyenne, car très proche de sa production normalisée sur les quinze dernières années (349,7 TWh en 2018).

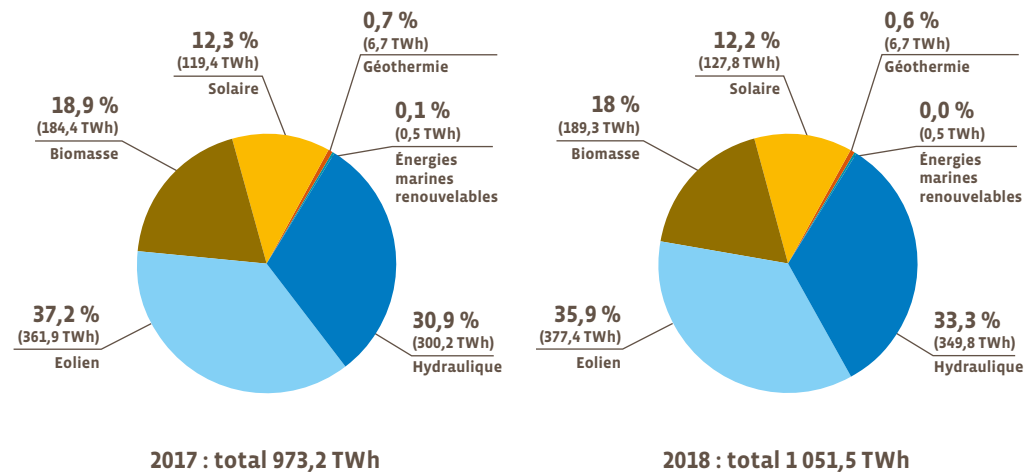
Avec une production réelle de 377,4 TWh, l'éolien a maintenu en 2018 son statut de première filière renouvelable pour la production d'électricité. Sa part dans le total de la production d'électricité a cependant diminué entre 2017 et 2018 (de 37,2 % à 35,9 %), du fait

du redressement de la production hydroélectrique. 2017 avait été une année particulièrement venteuse et propice à l'énergie éolienne. Cela a été moins le cas en 2018, avec une douzaine de pays (exemples : Suède, Danemark, Pologne, Roumanie, Autriche) ayant enregistré des baisses de production. La production d'électricité éolienne reste cependant en hausse à l'échelle de l'Union européenne. Selon Eurostat, elle est en augmentation de 15,5 TWh par rapport à 2017 (+ 4,3 %). La production d'électricité éolienne est très légèrement supérieure à sa production normalisée (sur les cinq dernières années), qui est de 376,2 TWh. Elle peut donc être également considérée comme normale à l'échelle de l'Union européenne. Les trois pays qui ont le plus contribué à l'augmentation de la production d'électricité éolienne sont le Royaume-Uni (+ 7,3 TWh, soit un total de 56,9 TWh), l'Allemagne avec 4,3 TWh supplémentaires (soit un total de 110,0 TWh en 2018), et la France (+ 4,0 TWh, soit un total de 28,6 TWh). La production éolienne du Royaume-Uni est spécifique, car elle repose pour près de la moitié (46,9 % en 2018) sur ses installations maritimes. La production éolienne a notamment été tirée par l'éolien offshore, dont la production a augmenté de 7,5 TWh, atteignant 58,6 TWh en 2018 (+ 14,7 % par rapport à 2017). La part de l'éolien offshore dans le total de la production d'électricité éolienne de l'UE gagne ainsi chaque année en importance (14,1 % en 2017, 15,5 % en 2018).

L'ensoleillement en 2018 a été globalement moins favorable qu'en 2017 dans les pays du sud de l'Europe, avec

1

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



Remarque : Les chiffres pour la production hydraulique et éolienne sont réels (pas de normalisation). L'hydroélectricité issue du pompage est exclue. Toute la production d'électricité à partir de bioliquides (conformes et non conformes) est incluse (la production d'électricité des bioliquides non conformes représente 161,4 GWh en 2017 et 166 GWh en 2018). L'électricité renouvelable issue du biogaz injectée dans le réseau de gaz est incluse (elle représente 733,1 GWh en 2017 et 883,3 GWh en 2018).

Source : EurObserv'ER

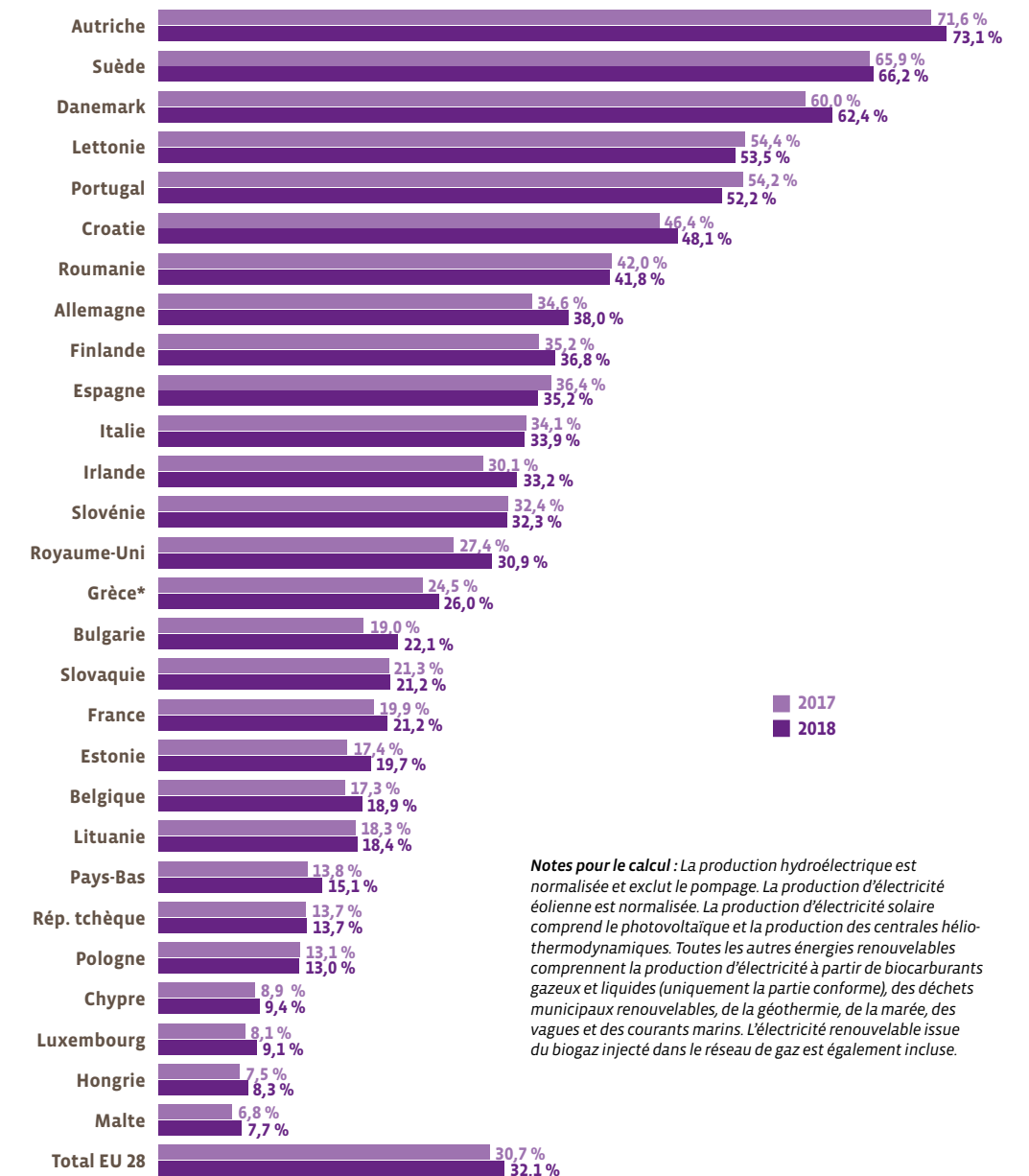
des facteurs de charge en baisse en Espagne (de 1803 à 1654 heures) et en Italie (de 1239 à 1127 heures). Il a été en revanche un peu plus favorable dans une moitié nord de l'Europe avec des hausses des facteurs de charge observées en Allemagne (931 à 1011 heures) et au Royaume-Uni (de 898 à 980 heures). Selon les données Eurostat publiées en janvier, la production d'électricité solaire photovoltaïque de l'Union européenne a atteint 123 TWh, soit une croissance de 8,3 % par rapport à 2017 équivalant à une contribution supplémentaire de 9,4 TWh. Le moindre ensoleillement en Espagne a logiquement impacté la production d'électricité des centrales solaires thermodynamiques, qui perd 1,0 TWh pour atteindre un peu moins de 4,9 TWh. La production solaire totale s'établit ainsi à 127,8 TWh (+ 8,4 TWh).

Concernant l'énergie biomasse dans son ensemble (biomasse solide, biogaz, déchets municipaux renouvelables, biomasse liquide), la production d'électricité a atteint le chiffre de 189,3 TWh en 2018, en croissance de 2,6 % par rapport à 2017 (+ 4,9 TWh). La dynamique de croissance de la production d'électricité biomasse

est principalement assurée par sa composante biomasse solide, qui a augmenté de 5,0 % par rapport à 2017, pour atteindre 99,5 TWh en 2018 (+ 4,7 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. L'électricité biomasse bénéficie également d'une augmentation de la part d'électricité renouvelable provenant de la combustion des ordures ménagères (+ 0,7 TWh, pour un total de 22,9 TWh). La contribution de l'électricité biogaz, politiquement moins soutenue qu'auparavant, est négative. En prenant en compte, en plus des centrales fonctionnant exclusivement au biogaz, la part du biométhane (biogaz épuré) injecté sur le réseau utilisé dans les centrales électriques fonctionnant au gaz, la production d'électricité biogaz atteint 61,9 TWh, en baisse de 0,5 TWh. Dernière filière biomasse, la production d'électricité issue de biomasse

2

Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité des pays de l'Union européenne en 2017 et en 2018



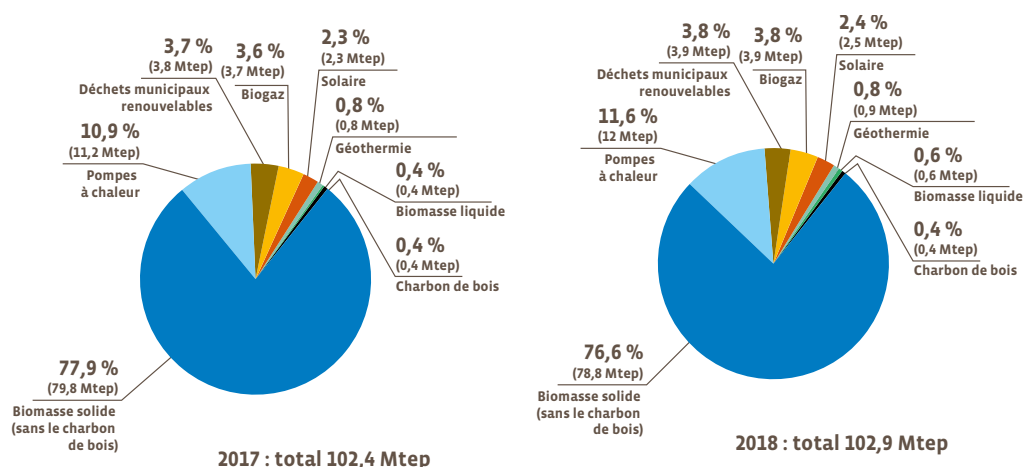
Notes pour le calcul : La production hydroélectrique est normalisée et exclut le pompage. La production d'électricité éolienne est normalisée. La production d'électricité solaire comprend le photovoltaïque et la production des centrales héliothermodynamiques. Toutes les autres énergies renouvelables comprennent la production d'électricité à partir de biocarburants gazeux et liquides (uniquement la partie conforme), des déchets municipaux renouvelables, de la géothermie, de la marée, des vagues et des courants marins. L'électricité renouvelable issue du biogaz injecté dans le réseau de gaz est également incluse.

* Année 2018 (estimée, provisoire pour la Grèce).

Source : Eurostat (mise à jour du 31 janvier 2020)

3

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



Note pour le calcul : Les sources d'énergies renouvelables pour le chauffage et le refroidissement correspondent à la somme de la consommation finale d'énergie des combustibles renouvelables dans les secteurs de l'industrie et des "autres secteurs", hors transport, de la production de chaleur dérivée à partir de combustibles renouvelables et des pompes à chaleur (partie renouvelable). La chaleur et le refroidissement du biogaz mélangé dans le réseau sont inclus, seule la biomasse liquide conforme est incluse. **Source :** Eurobserv'ER

liquide diminue très légèrement (-0,1 TWh), à 4,9 TWh. Les filières de production d'électricité géothermique et énergies marines évoluent peu entre 2017 et 2018, en très légère baisse de 57 GWh pour la première (soit un total de 6,7 TWh) et en baisse de 37 GWh pour la seconde (soit un total de 489 GWh).

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE

PRÈS D'1 TWH SUR 3 D'ORIGINE RENEUVABLE DANS L'UE

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 n'intègre également que la

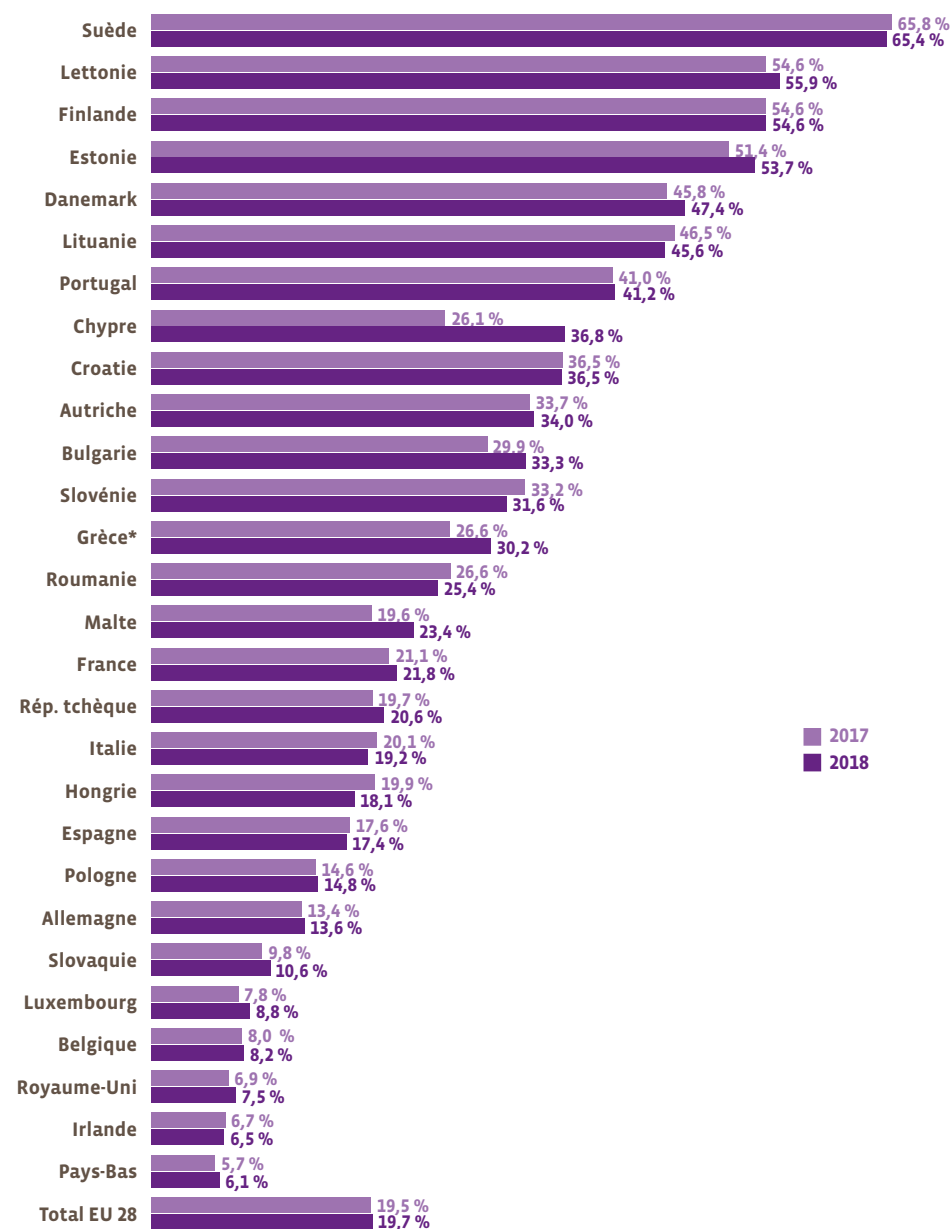
production d'électricité issue de biomasse liquide certifiée conforme (voir encadré "Méthode et définitions").

La production normalisée de l'hydraulique ainsi retenue a été de 349,7 TWh en 2018 (347,4 TWh en 2017), et celle de l'éolien a été de 376,2 TWh en 2018 (347,4 TWh en 2017). La passation de pouvoir entre hydraulique et éolien, après une production identique en 2017, s'est donc également réalisée en prenant en compte les indicateurs de production normalisée. Elle porte sur la production d'électricité renouvelable, retenue pour le calcul des objectifs européens (le numérateur), à 1050,7 TWh en 2018 (contre 1005,7 TWh en 2017). L'augmentation de la production d'électricité renouvelable "normalisée" est cette fois de 44,3 TWh entre 2017 et 2018, et de 89,8 TWh entre 2016 et 2018.

La production totale d'électricité retenue (le dénominateur) est quant à elle quasi stable. Elle atteint

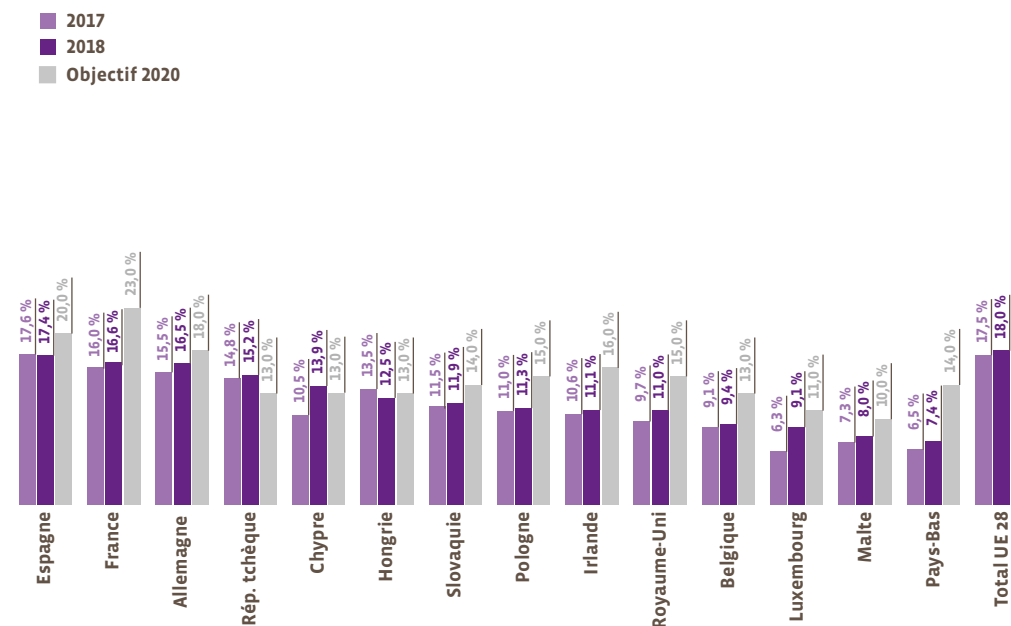
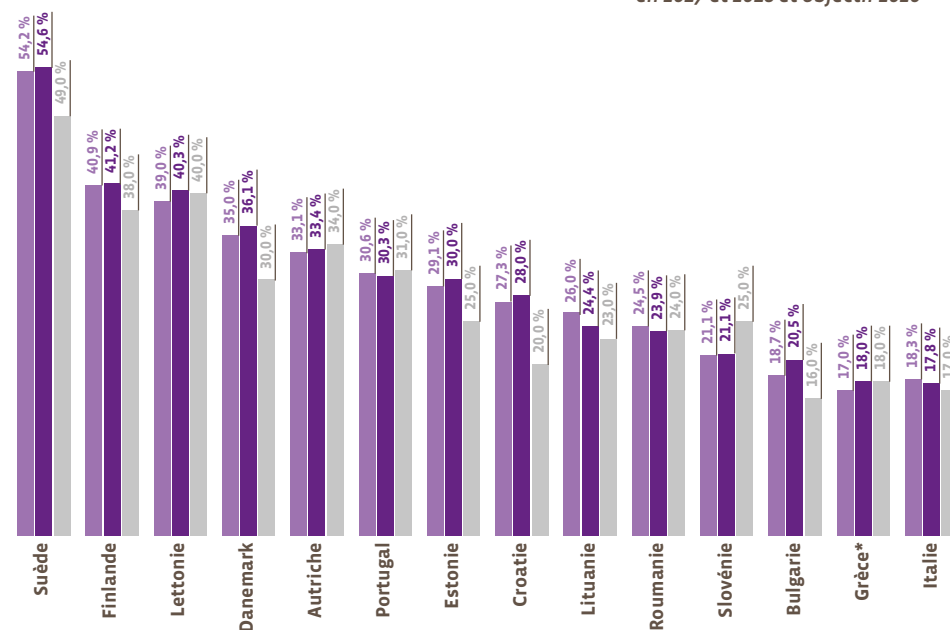
4

Part des énergies renouvelables dans la chaleur et le rafraîchissement des pays de l'Union européenne en 2017 et en 2018



*Année 2018 (estimée, provisoire pour la Grèce).
Source : Eurostat (mise à jour du 31 janvier 2020)

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2017 et 2018 et objectif 2020



* Année 2018 (estimée, provisoire pour la Grèce). Source : Eurostat (mise à jour du 31 janvier 2020)

3 275,5 TWh en 2018, contre 3 275,6 TWh en 2017 (baisse de 0,1 TWh). Cette évolution permet à la part de l'électricité renouvelable de passer de 30,7 % en 2017 à 32,1 % en 2018, soit un gain de 1,4 point de pourcentage (pp) (graphique 2). Par rapport à l'année 2004 (14,2 %), première année de référence pour la prise en compte des objectifs, la part de l'électricité renouvelable "normalisée" a ainsi plus que doublé (x 2,3).

En prenant en compte cette période de référence (2004-2018), 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. La part renouvelable dans le mix électrique danois est ainsi passée de 23,8 % à 62,4 % (+ 38,7 pp), celle de l'Allemagne de 9,5 % à 38 % (+ 28,6 pp), celle du Royaume-Uni de 2,5 % à 30,9 % (+ 28,3 pp), celle de l'Irlande de 6 % à 33,2 % (+ 28,3 pp), celle du Portugal de 27,4 % à 52,2 % (+ 24,8 pp), celle de l'Estonie de 0,5 %

à 19,7 % (+ 19,1 pp), celle de l'Italie de 16,1 % à 33,9 % (+ 17,8 pp). La part de l'électricité renouvelable a en revanche plus faiblement augmenté dans des pays comme la Slovaquie (de 29,3 % à 32,3 %, + 3,1 pp), la Hongrie (de 2,2 % à 8,3 %, + 6,1 pp), la Slovaquie (de 15,4 % à 21,5 %, + 6,1 pp), le Luxembourg (de 2,8 % à 9,1 %, + 6,4 pp) ou la France (de 13,8 % à 21,2 %, + 7,4 pp).

Le graphique 2 montre que la part de l'électricité renouvelable des États-membres peut être extrêmement variable selon le potentiel énergies renouvelables et les politiques de soutien mises en place. La production renouvelable est majoritaire dans les cinq premiers pays du classement : Autriche (73,1 % en 2018), Suède (66,2 %), Danemark (62,4 %), Lettonie (53,5 %) et Portugal (52,2 %). Elle reste en revanche inférieure à 10 % dans les quatre pays de queue : Malte, Hongrie, Luxembourg et Chypre.

LA CHALEUR RENOUVELABLE PEINE À AUGMENTER

Selon les données fournies par Eurostat dans le cadre de son outil de calcul Shares (Short Assessment of Renewable Energy Sources, mise à jour du 28 janvier 2020), la consommation de chaleur (et le rafraîchissement) renouvelable a faiblement augmenté, passant de 102,4 Mtep à 102,9 Mtep (+ 0,5 Mtep). Cet indicateur regroupe à la fois l'énergie directement consommée par l'utilisateur final dans l'industrie et les "autres secteurs" (tels que résidentiel, commercial, agriculture, forestier, pêche et autres secteurs non spécifiés comme le secteur militaire), et la production de chaleur issue du secteur de la transformation (chaleur dérivée) et la production renouvelable restituée par les pompes à chaleur.

Les besoins globaux ont quant à eux légèrement diminué, de 2,3 Mtep, entre 2017 et 2018, passant d'une consommation de 525,1 Mtep à 522,8 Mtep. Au final, selon Eurostat, la part des énergies renouvelables dans

la chaleur et le rafraîchissement a augmenté entre 2017 et 2018, mais faiblement de 19,5 % à 19,7 % (graphique 4). Cette faible augmentation illustre la difficulté actuelle des filières renouvelables à se substituer aux énergies fossiles. Alors que les besoins de chaleur et de rafraîchissement sont restés relativement stables depuis 2016 (523 Mtep en 2016, 525,1 Mtep en 2017, 522,8 Mtep en 2018), la part renouvelable n'a augmenté que de 0,6 point en trois ans pour un gain de 3 Mtep.

En allant un peu plus dans le détail, la consommation d'énergie finale directement consommée dans l'industrie et les "autres secteurs" a diminué, passant de 76,3 Mtep en 2017 à 75,9 Mtep en 2018 (- 0,4 Mtep), alors que la production de chaleur dérivée (issue du secteur de la transformation) augmente légèrement, de 14,9 Mtep à 15,1 Mtep (+ 0,2 Mtep). La contribution la plus significative provient des pompes à chaleur, de 11,2 à 12 Mtep (+ 0,8 Mtep).

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2017 et 2018 et trajectoire indicative

Pays	2017	2018	Trajectoire indicative 2017-2018
Suède	54,2 %	54,6 %	45,8 %
Finlande	40,9 %	41,2 %	34,7 %
Lettonie	39,0 %	40,3 %	37,4 %
Danemark	35,0 %	36,1 %	25,5 %
Autriche	33,1 %	33,4 %	30,3 %
Portugal	30,6 %	30,3 %	27,3 %
Estonie	29,1 %	30,0 %	22,6 %
Croatie	27,3 %	28,0 %	17,4 %
Lituanie	26,0 %	24,4 %	20,2 %
Roumanie	24,5 %	23,9 %	21,8 %
Slovénie	21,1 %	21,1 %	21,9 %
Bulgarie	18,7 %	20,5 %	13,7 %
Grèce*	17,0 %	18,0 %	14,1 %
Italie	18,3 %	17,8 %	12,9 %
Espagne	17,6 %	17,4 %	16,0 %
France	16,0 %	16,6 %	18,6 %
Allemagne	15,5 %	16,5 %	13,7 %
République tchèque	14,8 %	15,2 %	10,6 %
Chypre	10,5 %	13,9 %	9,5 %
Hongrie	13,5 %	12,5 %	10,0 %
Slovaquie	11,5 %	11,9 %	11,4 %
Pologne	11,0 %	11,3 %	12,3 %
Irlande	10,6 %	11,1 %	11,5 %
Royaume-Uni	9,7 %	11,0 %	10,2 %
Belgique	9,1 %	9,4 %	9,2 %
Luxembourg	6,3 %	9,1 %	7,5 %
Malte	7,3 %	8,0 %	6,5 %
Pays-Bas	6,5 %	7,4 %	9,9 %
Total UE 28	17,5 %	18,0 %	-

*Année 2018 (estimée, provisoire pour la Grèce). Source : Eurostat (mise à jour du 31 janvier 2020)

Selon EurObserv'ER, la faible augmentation de la part renouvelable s'explique non seulement par la mise en place de politiques pas suffisamment proactives en matière de développement de la chaleur renouvelable, mais également par la diminution des besoins de chauffage des bâtiments liée à une succession d'hivers doux (tendance qui s'est confirmée avec un hiver 2019-2020 d'une étonnante douceur et un mois de janvier 2020 le plus chaud jamais enregistré en Europe). En effet, si les hivers doux diminuent les besoins en chauffage, quel que soit le combustible utilisé (gaz, fioul, charbon, bois, granulé), l'impact est statistiquement plus élevé sur la chaleur renouvelable. Cela s'explique par le fait que la chaleur renouvelable est en proportion davantage utilisée pour les besoins de chauffage des bâtiments (réseau de chaleur biomasse et appareils de chauffage au bois) que pour les autres usages chaleur (chauffage pour procédés industriels, sidérurgie, eau chaude sanitaire, cuisson, etc.), moins sensibles aux variations de température.

Les politiques d'efficacité énergétique avec des appareils de chauffage plus performants et les efforts en matière d'isolation des bâtiments ont un impact sur l'évolution de la consommation hivernale des combustibles renouvelables, mais c'est aussi vrai des autres combustibles.

La dynamique est beaucoup plus favorable pour l'énergie renouvelable produite à partir des pompes à chaleur, qui a représenté en 2018 la part la plus importante de l'augmentation de l'énergie thermique finale renouvelable. Elle profite à la fois de la politique des pays qui font le choix de favoriser réglementairement l'électrification des besoins de chaleur (France, Suède...) et de l'augmentation des besoins de rafraîchissement estival (autre conséquence du réchauffement climatique) pour la composante des pompes à chaleur réversibles en mode froid.

Une analyse de la contribution de chaque filière énergie renouvelable à la consommation d'énergie thermique finale confirme une moindre utilisation de biomasse solide (hors charbon) (graphique 3). Selon les calculs d'EurObserv'ER, elle est en baisse de 1 Mtep entre 2017 et 2018 (de 79,8 à 78,8 Mtep). Cette diminution a été contrebalancée par une augmentation de la contribution des pompes à chaleur (+ 0,8 Mtep, soit un total de 12 Mtep en 2018), du biogaz (+ 0,26 Mtep, soit

3,9 Mtep), de l'énergie solaire (+ 0,16 Mtep, soit un total de 2,5 Mtep), des déchets municipaux renouvelables (+ 0,10 Mtep, soit un total de 3,9 Mtep) et de la biomasse liquide (+ 0,15 Mtep, soit un total de 0,6 Mtep).

Entre 2017 et 2018, la répartition entre les différentes filières de chaleur renouvelable a évolué en défaveur de la biomasse solide (de 77,9 % à 76,6 %) et en faveur des pompes à chaleur (de 10,9 % à 11,6 %). La part du biogaz passe de 3,6 % à 3,8 %, celle des déchets municipaux renouvelables de 3,7 % à 3,8 %, le solaire de 2,3 % à 2,4 %, la géothermie reste à 0,8 %, la biomasse liquide passe de 0,4 à 0,6 %, et le charbon de bois reste à 0,4 %. En prenant 2004 comme année de référence (10,4 %), la contribution des énergies renouvelables pour la chaleur et le rafraîchissement a pratiquement doublé (19,7 % en 2018), mais ne représente encore qu'un cinquième des besoins globaux.

Sur la période 2004-2018, les plus fortes progressions de la chaleur renouvelable sont à mettre à l'actif de Chypre (+ 27,5 pp), du Danemark (+ 26,8 pp), de Malte (+ 22,3 pp), de l'Estonie (+ 20,4 pp), de la Bulgarie (+ 19,2 pp), de la Suède (+ 18,7 pp). En revanche, parmi les pays qui ont observé les plus faibles progressions, on trouve l'Irlande (+ 3,6 pp), les Pays-Bas (+ 4 pp), la Pologne (+ 4,6 pp) et la Belgique (+ 5,3 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 (65,4 % en Suède, 54,6 % en Finlande, 47,4 % au Danemark) et dans les pays baltes (55,9 % en Lettonie, 53,7 % en Estonie et 45,6 % en Lituanie). Elle est en revanche fortement minoritaire dans les pays du Benelux (8,8 % au Luxembourg, 8,2 % en Belgique et 6,1 % aux Pays-Bas) et dans les îles britanniques (6,5 % en Irlande et 7,5 % au Royaume-Uni).

OBJECTIF PRINCIPAL : UN RUSH ATTENDU EN 2019 ET 2020

Eurostat a publié à travers son outil Shares ses résultats concernant la part de l'énergie provenant de sources renouvelables selon les critères de la direc-

tive 2009/28/EC. La part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale a ainsi été mesurée à 18 % en 2018, soit un demi-point de pourcentage de plus qu'en 2017. La progression de la part renouvelable s'est donc effectuée en 2018 au même rythme qu'entre 2016 et 2017 (+ 0,5 point) (graphique 5). Les éléments de méthode pour le calcul de l'objectif sont explicités dans l'encadré ci-contre.

D'un point de vue comptable, la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, effective depuis le 1^{er} février 2020, rendra plus facile l'atteinte de l'objectif commun d'une part d'au moins 20 % d'ici à 2020, la part énergie renouvelable actuelle du Royaume-Uni étant beaucoup plus faible (11 % en 2018) que celle de l'Union européenne. Sans le Royaume-Uni, dans la nouvelle Union européenne des 27, cette part est déjà virtuellement à 18,9 % en 2018. Si l'objectif 2020 commun perd un peu de son intérêt avec la sortie du Royaume-Uni, chaque État membre de l'UE dispose de son propre objectif contraignant pour 2020. Ces objectifs nationaux ont été définis en tenant 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 54,6 % en 2018. Quatre autres pays produisent le tiers ou plus de leur consommation d'énergie finale avec des sources renouvelables : la Finlande (41,2 %), la Lettonie (40,3 %), le Danemark (36,1 %) et l'Autriche (33,4 %).

À deux ans de l'échéance, les trajectoires énergétiques des pays membres sont déjà bien engagées. Se dessinent de plus en plus nettement les pays qui respecteront leurs engagements contraignants en matière d'énergie renouvelable et les quelques pays qui ne sont pas dans le bon tempo pour atteindre leurs objectifs.

Le nouveau point d'étape de 2018 montre que la très grande majorité des pays membres sont en ligne avec leur objectif, c'est-à-dire que soit leur objectif a déjà été atteint, soit ils respectent la trajectoire indicative définie par la directive relative aux énergies renouvelables (graphique 6).

Douze pays ont même déjà atteint ou dépassé leurs objectifs 2020, et parfois très nettement, comme c'est le cas de la Croatie (+ 8 pp), du Danemark (+ 6,1 pp), de la Suède (+ 5,6 pp), de l'Estonie (+ 5 pp), de la Bulgarie (+ 4,5 pp) et de la Finlande (+ 3,2 pp). Les autres pays en avance sur leurs objectifs sont la République tchèque (+ 2,2 pp), la Lituanie (+ 1,4 pp), Chypre (+ 0,9 pp), l'Italie (+ 0,8 pp), la Lettonie (+ 0,3 pp) et la Grèce (+ 0,0 pp). Quatre autres sont très proches de leurs objectifs 2020, à moins de 1 point de pourcentage : la Roumanie (- 0,1 pp), la Hongrie (- 0,5 pp), l'Autriche (- 0,6 pp) et le Portugal (- 0,7 pp).

Il convient de préciser que certains de ces pays ont atteint (ou presque atteint) assez facilement leurs objectifs contraignants, plusieurs années à l'avance. Le constat peut être fait que plusieurs d'entre eux ont relâché leurs efforts en matière de développement de leurs filières renouvelables et que, plutôt que de dépasser leurs objectifs, font le choix de respecter à minima leur engagement communautaire. En prenant comme référence l'année 2014 et en la comparant à la situation de 2018, la part énergies renouvelable est même en diminution en Hongrie (- 2,1 pp), en Roumanie (- 1 pp), en Slovénie (- 0,4 pp), en Autriche (- 0,2 pp) et en Pologne (- 0,2 pp). Elle est quasiment identique en République tchèque (+ 0,07 pp), en Slovaquie (+ 0,2 pp) et en Croatie (+ 0,2 pp), et l'augmentation a été très limitée en Italie (+ 0,7 pp) et au Portugal (+ 0,8 pp).

À deux ans de l'échéance, seuls quelques pays (5 au total) ne sont pour l'instant pas en ligne avec leur trajectoire 2017-2018 indicative définie par la directive relative aux énergies renouvelables, avec des écarts conséquents pour les Pays-Bas (- 2,6 pp de retard sur leur trajectoire) et la France (2 pp de retard). Les trois autres pays en retard sur leur trajectoire indicative sont la Pologne (1 pp de retard), la Slovénie (0,7 pp de retard) et l'Irlande (0,4 pp de retard).

En prenant en compte, cette fois, les objectifs 2020, les pays les plus éloignés de leur objectif sont les Pays-Bas (6,6 pp), la France (6,4 pp), l'Irlande (4,9 pp), le Royaume-Uni (4,0 pp), la Slovénie (3,9 pp), la Pologne (3,7 pp) et la Belgique (3,6 pp).

Il reste à ces derniers la possibilité d'opérer un rush final afin de limiter au maximum les écarts et/ou d'utiliser



les mécanismes de coopération pour profiter des surplus de production énergies renouvelables des pays en avance. Le rush final est en cours. Beaucoup de pays ont par exemple prévu de fortement augmenter leur consommation de biocarburants conforme dans les transports (ce qui constitue peut-être la variable d'ajustement la plus facile), des augmentations très significatives de capacités solaires et éoliennes sont également annoncées dans certains pays (bémol pour l'éolien en Allemagne en 2019), de même que de nouvelles conversions de centrales charbon au combustible biomasse (aux Pays-Bas notamment).

Les mécanismes de coopération offrent également la possibilité de transférer des quantités d'énergies renouvelables d'un pays à un autre. Ainsi, les nations disposant d'un plus grand potentiel sont encouragées à dépasser leur objectif. Grâce à ce mécanisme, prévu par la directive de 2009, les pays européens sont à même de coopérer étroitement afin d'atteindre, ensemble, des objectifs communs. Jusqu'à présent, assez peu de pays ont contractualisé ou annoncé leur intention de recourir à ces mécanismes de transferts. Le Luxembourg, conscient de son retard, a été un des premiers pays à prévoir l'utilisation de ces mécanismes, en signant en octobre 2017 un premier accord d'échange avec la Lituanie et un autre en novembre 2017 avec l'Estonie. Ces accords sont effectifs depuis 2018, le Luxembourg ayant bénéficié d'un transfert statistique de 94,6 ktep, provenant pour moitié de Lituanie et pour moitié de l'Estonie. Il convient de noter que les exportations/importations d'électricité ne sont pas considérées comme de l'énergie renouvelable, sauf si un accord intergouvernemental spécifique a été signé, ce qui à l'heure actuelle est uniquement le cas entre la Suède et la Norvège. Cet écart explique que la Suède cède depuis 2012 une petite partie de son électricité à la Norvège. Cette dernière, en tant que membre de l'Espace économique européen, a adopté la directive énergies renouvelables de 2009 (avec un objectif 2020 d'une part EnR de 67,5 %).

Si l'année 2020 marquera un point d'étape important, de nouveaux engagements ont déjà été formulés à travers la nouvelle directive énergies renouvelables 2018-2001 du 11 décembre 2018. Les États-membres devront veiller collectivement à ce que la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030 soit d'au moins 32 %. Cet objectif sera contraignant au niveau européen, mais n'aura pas de transposition nationale, laissant aux États la liberté de fixer eux-mêmes leurs propres objectifs nationaux. Là aussi, les projets communs énergies renouvelables seront encouragés, concernant à la fois la production d'énergie électrique, de chauffage et de refroidissement, afin de permettre aux pays disposant de meilleures dotations naturelles ou techniques d'en faire profiter les autres (y compris des pays tiers en ce qui concerne la production d'électricité). L'énergie éolienne, solaire, hydraulique ou encore biomasse produite au meilleur marché pourra ainsi bénéficier à tous les pays membres. Cette stratégie européenne entre pleinement dans le cadre de la mise en place de l'Union de l'énergie, programme qui vise à relancer l'intégration dans le secteur de l'énergie et à assurer l'indépendance énergétique de l'Europe. L'ambition est de faire de l'UE le « *numéro un mondial des énergies renouvelables et de la lutte contre le réchauffement climatique* » et d'atteindre la neutralité carbone en 2050. ■

Méthode et définition (graphiques 2, 4 et 5)

Les sources d'énergie renouvelables incluent l'énergie solaire thermique et photovoltaïque, l'énergie hydraulique (y compris les énergies marémotrice, houlomotrice et hydrocinétique), l'énergie éolienne, l'énergie géothermique et la biomasse sous toutes ses formes (y compris les déchets biologiques et les biocarburants liquides). La contribution de l'énergie renouvelable produite à partir de pompes à chaleur est également prise en compte en ce qui concerne les États-membres pour lesquels cette information a été communiquée. L'énergie renouvelable livrée aux consommateurs finaux (industrie, transports, ménages, services – y compris les services publics, agriculture, sylviculture et pêche) est le numérateur de cet indicateur. Le dénominateur, c'est-à-dire la consommation finale brute d'énergie de toutes les sources, correspond à l'énergie totale livrée aux consommateurs finaux à des fins énergétiques ainsi qu'aux pertes de transport et de distribution de l'électricité et de la chaleur. Il convient de noter que les exportations/importations d'électricité ne sont pas considérées comme des énergies renouvelables. Toutefois, les transferts statistiques et autres mesures de flexibilité signalés à Eurostat et conformes aux exigences des articles 6 à 11 de la directive 2009/28/CE concernant la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables sont

également pris en compte dans les données présentées. Actuellement, seules la Suède avec la Norvège, le Luxembourg avec l'Estonie et le Luxembourg avec la Lituanie utilisent ces mesures de flexibilité. Les parts nationales de l'énergie provenant de sources renouvelables dans la consommation finale d'énergie brute sont calculées conformément aux règles de calcul spécifiques de la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, et de la décision 2013/114/UE de la Commission établissant les lignes directrices relatives au calcul, par les États-membres, de la part d'énergie renouvelable produite à partir des pompes à chaleur pour les différentes technologies de pompes à chaleur. La production d'électricité à partir d'énergie hydraulique et d'énergie éolienne est comptabilisée conformément aux formules de normalisation énoncées à l'annexe II de la directive 2009/28/CE. Pour les données à partir de 2011, seuls les biocarburants et les bioliquides déclarés par les pays comme satisfaisant aux critères de durabilité définis aux articles 17 et 18 de la directive 2009/28/CE sont pris en compte afin d'établir la part de l'énergie qui provient de sources renouvelables. Des ajustements de la consommation d'énergie dans le secteur de l'aviation sont appliqués pour tous les pays, conformément à l'article 5, paragraphe 6.

INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Note méthodologique

Le chapitre suivant aborde les retombées socio-économiques des différentes filières européennes des énergies renouvelables, principalement en termes de chiffre d'affaires et d'emploi. Les données 2017 et 2018 couvrent les 28 États-membres. Depuis l'édition 2017 de "L'état des énergies renouvelables en Europe", un modèle formalisé a été développé par le Centre pour la recherche sur l'énergie des Pays-Bas (ECN, actuellement TNO Energy Transition) et a été utilisé pour évaluer l'emploi et le chiffre d'affaires dans les 28 États membres de l'Union.

L'approche appliquée ici repose sur une évaluation de l'activité économique de chaque secteur renouvelable couvert. **Une approche cohérente et mathématique est utilisée pour générer les effets sur l'emploi et le chiffre d'affaires, ce qui permet d'établir des comparaisons entre les États membres de l'Union européenne.** À cette fin, des tableaux entrées-sorties permettent de prendre en compte les caractéristiques propres à chaque secteur économique, dans les différents États-membres. Les bases de données sous-jacentes proviennent d'Eurostat, du JRC et d'EurObserv'ER. Cette analyse est axée sur les flux monétaires issus de quatre activités

distinctes dans la chaîne de valeurs des énergies renouvelables :

1. les investissements dans de **nouvelles installations** ;
2. **les activités d'exploitation et de maintenance** des unités existantes, incluant 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**.

D'autres caractéristiques de modélisation sont soulignées ci-dessous :

- dans les indicateurs, le terme "emploi" est utilisé pour "**équivalent temps plein**" (ETP). La baisse ou la hausse soudaine des emplois présentée dans cette étude ne correspond pas nécessairement aux observations des associations sectorielles nationales, susceptibles d'utiliser des méthodes d'évaluation différentes ;
- les données relatives à l'emploi présentées dans les différents chapitres se réfèrent à **l'emploi brut**. Les évolutions dans les secteurs des énergies non renouvelables ou la réduction des dépenses dans d'autres secteurs ne sont pas prises en compte ;

- les données relatives à l'emploi comprennent à la fois **les emplois directs et indirects**. L'emploi direct concerne la fabrication d'équipements d'énergie renouvelable, 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. L'emploi induit ne rentre pas dans le cadre de cette analyse ;
- l'emploi lié aux mesures **d'efficacité énergétique, de mobilité électrique ou de stockage de l'énergie** ne rentre pas non plus dans cette analyse ;
- les indicateurs socio-économiques de la filière **bioénergie** (biocarburants, biomasse et biogaz) **incluent les activités situées en amont, dans la filière agricole et sylvicole** ;
- le modèle ne peut affecter **les investissements** dans les énergies renouvelables qu'à l'année de mise en service. Les activités relatives à la préparation du projet, qui se sont déroulées les années précédentes, sont toutes affectées à cette année-là. C'est pourquoi les grands projets avec des délais longs (c'est souvent le cas pour des technologies telles que l'hydroélectricité, l'éolien offshore et la géothermie) entraînent une **plus grande variabilité des estimations de l'emploi et du chiffre d'affaires** ;

- **les chiffres d'affaires** sont exprimés en millions d'euros courants (M€) ;
- 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**.

Un nouvel indicateur a été introduit dans l'édition 2017 de "L'état des énergies renouvelables en Europe". 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.

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



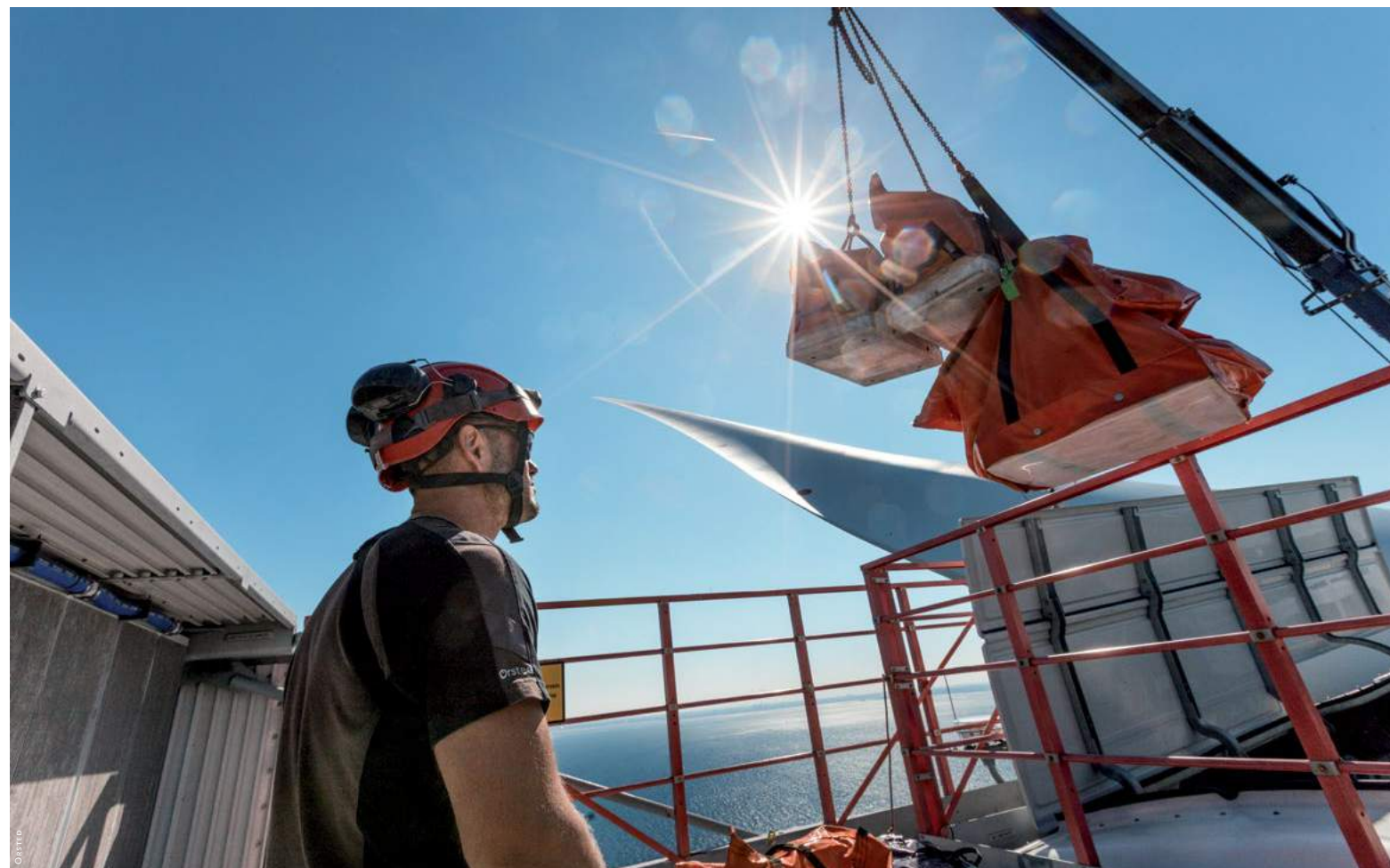
ÉOLIEN

Sont présentées ici les retombées socio-économiques de l'éolien terrestre et offshore. L'énergie éolienne demeure un pilier des énergies renouvelable au sein de l'Union européenne. Dans son rapport d'avril 2019 sur le financement et l'investissement, WindEurope (l'Association européenne de l'industrie éolienne) mentionnait un montant de 65 milliards d'euros investis en 2018 dans la filière éolienne européenne. Cela comprenait les investissements dans de nouveaux actifs, les opérations de refinancement, les fusions et acquisitions aussi bien au niveau des projets que des entreprises, les transactions sur les marchés publics et les capitaux privés levés. Selon WindEurope, les investissements pour les 16,7 GW de nouvelle capacité éolienne s'élevaient à eux seuls à 27 milliards d'euros, ce qui correspond aux estimations d'EurObserv'ER.

Cependant, la situation n'est plus si favorable aujourd'hui. Après quelques années de croissance régulière, le chiffre d'affaires a baissé de près de 4,2 milliards

d'euros sur cette période, pour atteindre **43,6 milliards d'euros** en 2018. Les effectifs ont baissé, passant de 356 700 à **325 300 emplois** en 2018. Cette perte de 31 400 emplois est à ce jour l'une des plus fortes baisses jamais enregistrées dans les chiffres socio-économiques d'EurObserv'ER. La croissance continue du secteur offshore n'a pas pu compenser les pertes de l'éolien terrestre.

La principale raison de cette régression se trouve dans le premier marché éolien européen, à savoir **l'Allemagne**, qui a enregistré une nouvelle baisse sans précédent dans ce secteur en 2018. EurObserv'ER estime à **34 200** le nombre de ses effectifs dans l'éolien terrestre et offshore. Le niveau d'installation record de 5,6 GW en 2016 n'a non seulement pas pu être maintenu, mais une spirale descendante semble s'être engagée. Cette tendance s'explique par plusieurs facteurs. Le passage du tarif d'achat fixe à l'appel d'offres a alimenté la réticence des investisseurs. La





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Allemagne	140 800	106 200	20 040	15 340
Royaume-Uni	69 900	82 800	7 360	8 750
Danemark	34 200	35 400	6 310	6 420
Espagne	37 200	32 300	4 340	3 770
France	18 500	15 700	2 860	2 480
Italie	7 500	8 100	1 120	1 190
Belgique	5 500	7 400	1 100	1 480
Pays-Bas	5 800	6 800	830	960
Grèce	3 100	5 100	230	350
Suède	2 700	4 600	620	980
Irlande	6 500	4 500	700	510
Pologne	8 000	3 000	660	280
Portugal	3 100	2 600	320	280
Autriche	2 000	2 500	350	430
Roumanie	2 100	2 200	160	170
Rép. Tchèque	900	1 300	70	100
Croatie	1 100	1 100	70	70
Hongrie	800	900	50	60
Finlande	4 100	700	630	130
Bulgarie	500	500	30	30
Lituanie	500	500	30	30
Estonie	1 200	400	80	30
Lettonie	< 100	200	< 10	10
Chypre	200	100	20	10
Luxembourg	100	100	20	10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovénie	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovaquie	< 100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	356 700	325 300	48 040	43 900

Source : EurObserv'ER

contestation croissante à l'égard des éoliennes et l'imposition de réglementations plus strictes concernant les distances minimales entre éoliennes et habitations ont fini par créer des conditions défavorables aux nouveaux investissements. Et il ne s'agit pas que de chiffres. Adwen a mis la clé sous la porte en 2017, Powerblades en 2018, Siemens-Gamesa et Enercon ont réduit leurs effectifs, Senvion a fait faillite en 2019 et a arrêté sa fabrication de pales d'éoliennes, tout cela avec des effets probables sur les chiffres de l'emploi en Europe, bien que ces conséquences ne puissent pas être évaluées dans la modélisation d'EurObserv'ER. De son côté, la **France** a enregistré quelques pertes, avec un léger recul du chiffre d'affaires du secteur à **2,5 milliards d'euros**.

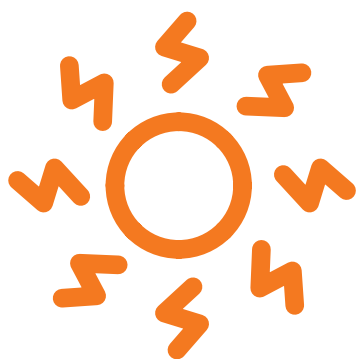
Du côté des bonnes nouvelles, le **Royaume-Uni** occupe la deuxième place dans notre tableau de l'industrie éolienne européenne. Le chiffre d'affaires estimé a augmenté de 1,4 milliard d'euros, pour atteindre **8,8 milliards d'euros** en 2018 et, dans le même temps, les effectifs correspondants ont atteint **82 800 personnes** (soit une augmentation de 12 900 emplois). La modeste croissance du **Danemark** (secteur estimé à **35 400 emplois** pour un chiffre d'affaires de **6,4 milliards d'euros** en 2018) lui a donné une légère avance sur **l'Espagne** (**3,8 milliards d'euros** et **32 400 emplois** à temps plein), la plaçant au quatrième rang européen. Des pays comme la **Suède** (**1 milliard d'euros et 4 600 emplois**), les **Pays-Bas** (**1 milliard d'euros et 6 800 emplois**),



la **Belgique** (**1,5 milliard d'euros et 7 400 emplois**) et **l'Italie** (**1,2 milliard d'euros et 8 100 emplois**) ont réussi à tirer leur épingle du jeu.

Les perspectives sont peu favorables pour la filière éolienne. Si nous regardons l'évolution du marché en Allemagne en 2019 (où la croissance s'est pratiquement arrêtée), nous devons nous attendre à de nouvelles baisses. Cependant, l'énergie éolienne

est une technologie renouvelable très mature et compétitive et nous pouvons supposer, selon toute vraisemblance, qu'elle pourrait être la principale bénéficiaire d'un engagement mondial renforcé contre le changement climatique. Le "Green Deal" de la nouvelle Commission européenne pourrait stimuler le développement du marché dans les États-membres ainsi que les activités d'exportation de l'industrie éolienne européenne. ■



PHOTOVOLTAÏQUE

Contrairement aux évaluations de l'an passé, l'activité d'installation est repartie à la hausse, en 2018, sur le marché européen du photovoltaïque. La capacité photovoltaïque nouvellement raccordée au réseau a progressé de 33,7 % dans l'Union européenne, par rapport à 2017, pour atteindre **7,6 GW**, selon les données collectées par EurObserv'ER. Si les volumes installés annuellement en Allemagne, au Royaume-Uni, en France et en Italie n'atteignent pas les niveaux records précédents, un redressement et une croissance plus organique peuvent être observés sur les marchés consolidés du photovoltaïque. Globalement, EurObserv'ER estime les retombées socio-économiques de l'installation et de l'exploitation des systèmes photovoltaïques à **14,5 milliards d'euros** en 2018 (contre 11,2 milliards en 2017) et l'emploi à **117 600 personnes**, soit une belle progression par rapport aux 90 800 emplois de 2017. La croissance du secteur du photovoltaïque pourrait ainsi compenser une partie du déclin du secteur éolien.

Avec **41 900 emplois** (contre 29 300 en 2017), **l'Allemagne** se classe à nouveau au premier rang des employeurs dans la filière photovoltaïque. Ces chiffres semblent réalistes et tout à fait conformes aux estimations d'EUPD Research, observateur du marché, qui estime les emplois dans le photovoltaïque en 2017 à 26 400 équivalents temps plein (ETP). Le chiffre d'affaires du secteur a augmenté, atteignant près de **5,7 milliards d'euros** en 2018.

EurObserv'ER constate une croissance assez remarquable de la filière et des retombées socio-économiques associées, aux **Pays-Bas**, en 2018. Apparaissant comme le deuxième plus grand marché photovoltaïque cette année-là (avec 1,4 Gwc de capacité nouvellement installée), le secteur génère également un chiffre d'affaires de **1,7 milliard d'euros** (soit un doublement en un an) et **14 300 emplois**. Cette croissance a été alimentée par un marché photovoltaïque résidentiel très actif, ainsi que par le





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Allemagne	29 300	41 900	4 010	5 680
France	9 300	15 000	1 310	2 120
Pays-Bas	6 000	14 300	730	1 710
Italie	11 200	11 400	1 450	1 480
Royaume-Uni	12 900	8 600	1 310	890
Hongrie	1 300	4 500	60	210
Pologne	1 100	3 100	80	230
Espagne	5 500	2 200	500	220
Autriche	1 600	1 900	260	310
Rép. Tchèque	1 300	1 900	100	140
Grèce	1 300	1 800	90	120
Belgique	3 000	1 700	570	320
Danemark	1 100	1 600	190	290
Portugal	1 500	1 600	90	100
Finlande	700	1 200	120	200
Roumanie	900	1 100	60	70
Suède	500	1 100	90	210
Bulgarie	600	600	30	30
Estonie	100	500	10	30
Croatie	100	400	10	20
Chypre	500	200	30	10
Irlande	100	200	10	20
Malte	300	200	20	20
Slovaquie	200	200	20	10
Lituanie	100	100	10	10
Luxembourg	100	100	10	10
Lettonie	100	100	10	10
Slovénie	100	100	10	10
Total UE 28	90 800	117 600	11 190	14 480

Source : EurObserv'ER



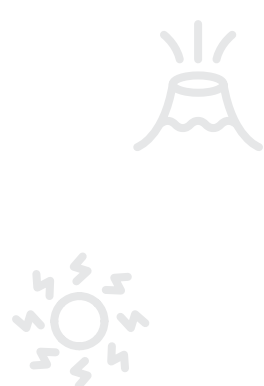
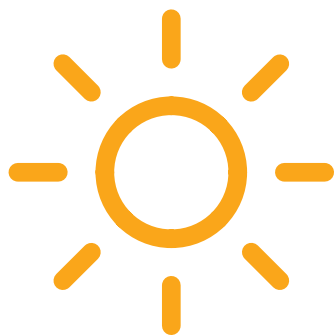
raccordement de projets de très grande capacité financés dans le cadre du programme SDE+. Bien qu'elle soit souvent absente des radars, l'Italie a refait son apparition sur la carte du photovoltaïque. En dépassant la barre des 20 GW de capacité installée, le pays tire profit de retombées socio-économiques, avec 11 400 ETP et un chiffre d'affaires de 1,5 milliard d'euros, confirmant la tendance à la reprise, lente mais continue, déjà observée au cours des dernières années.

Des évolutions positives ont été observées en Hongrie et en Pologne qui, en 2018, sont devenues pour la première fois bien visibles sur la carte européenne du photovoltaïque. La croissance de plus de 400 MW de capacité installée en Hongrie se traduit également par une envolée économique, avec un chiffre d'affaires de 150 millions d'euros, soit près de trois fois celui de 2017 (60 mil-

lions d'euros), et 4 500 emplois dont 3 200 nouveaux postes. En Pologne, la main-d'œuvre a presque triplé, pour atteindre 3 100 personnes, et le chiffre d'affaires a aussi fortement progressé, atteignant 230 millions d'euros (contre 80 millions en 2017), ce qui conforte l'espoir que les énergies renouvelables jouent enfin un rôle plus crucial dans le mix électrique national, dominé jusqu'à présent par le charbon.

La France est le deuxième marché de l'emploi photovoltaïque, avec 15 000 ETP et près de 2,1 milliards d'euros de chiffre d'affaires. La croissance de l'emploi et du marché français est principalement attribuable aux activités d'installation de nouvelles et vastes centrales photovoltaïques. Par exemple, la plus grande centrale photovoltaïque flottante d'Europe a été installée en France, et il existe d'autres projets représentant plusieurs mégawatts.

En Europe, l'énergie photovoltaïque offre des perspectives plus favorables que l'énergie éolienne. L'organisme européen Solar Power Europe (SPE) prévoit une forte croissance mondiale, passant de 500 GW actuellement à 1 044 GW dans un scénario bas, et jusqu'à 1 610 GW dans un scénario plus ambitieux, d'ici 2023. Différentes variables permettront de déterminer à quelle extrémité vont se situer le monde, et l'Union européenne en tant que grande région photovoltaïque. La tendance actuelle observée dans plusieurs pays européens, où de plus en plus de projets sont mis en œuvre sans tarifs d'achat ni autres aides publiques, va dans une direction plutôt prometteuse. La reprise socio-économique de ces dernières années a également démontré que le secteur photovoltaïque n'était pas prêt à passer au second plan dans le cadre du développement des énergies renouvelables au sein de l'Union européenne. ■



SOLAIRE THERMIQUE

Dans son rapport présentant les tendances et les statistiques du secteur pour l'année 2017, l'organisme européen du solaire thermique a estimé le chiffre d'affaires du secteur à 1,7 milliard d'euros et la main-d'œuvre à 17 400 personnes au sein de l'Union européenne. Cela correspond bien aux hypothèses de la modélisation d'EurObserv'ER, qui arrivent à 2,4 milliards d'euros et 21 900 emplois pour 2017. Selon les baromètres 2019 du solaire thermique et de l'héliothermodynamique, le secteur du chauffage solaire thermique a progressé de 8,4 % en 2018. En conséquence, EurObserv'ER quantifie le chiffre d'affaires européen à **2,8 milliards d'euros** en 2018. La main-d'œuvre est évaluée à **25 300 personnes**, ce qui représente une légère augmentation par rapport aux 21 900 emplois de 2017.

L'Espagne a une nouvelle fois défendu son titre de leader européen du solaire thermique, avec une main-d'œuvre s'élevant à **8 200 ETP** et un chiffre d'affaires de **980 millions d'euros**, soit une légère augmentation par rapport à 2017. En Espagne, l'emploi n'est pas

seulement dynamisé par l'activité continue d'installation des capteurs solaires thermiques pour la fourniture d'eau chaude, mais aussi par les activités d'exploitation-maintenance dans le secteur de l'héliothermodynamique. Le pays abrite en effet le plus grand parc de centrales héliothermodynamiques de l'Union européenne. La hausse la plus forte de l'emploi a cependant pu être observée en **Pologne**, où le marché a été multiplié par 2,5, passant de 111 100 m² à environ 310 000 m² selon la SPIUG (association des fabricants et importateurs d'appareils de chauffage). Les appels d'offres municipaux publiés en 2017 et mis en place depuis début 2018, soutenus par des fonds européens, peuvent être considérés comme le moteur de cette croissance. Nous évaluons le chiffre d'affaires du secteur solaire thermique polonais à **160 millions d'euros**, pour **1 900 emplois**. En **Grèce**, le secteur a poursuivi sa progression, soit 4 % en 2018, générant un chiffre d'affaires de **120 millions d'euros** et **1 800 emplois**. L'Autriche se classe au même niveau. Grâce à une





Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Espagne	8 100	8 200	970	980
Allemagne	4 500	3 700	580	470
Pologne	300	2 200	20	160
Autriche	1 200	1 800	200	310
Grèce	2 000	1 800	130	120
France	1 000	1 800	130	250
Bulgarie	1 300	1 300	50	50
Italie	600	1 100	70	130
Danemark	200	500	30	80
Portugal	500	500	30	30
Chypre	100	300	10	20
Rép. Tchèque	200	200	10	10
Croatie	200	200	10	10
Hongrie	200	200	10	10
Royaume-Uni	200	200	10	20
Belgique	100	100	30	20
Estonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Finlande	< 100	< 100	< 10	< 10
Irlande	100	100	10	10
Lituanie	< 100	< 100	< 10	< 10
Luxembourg	< 100	< 100	< 10	< 10
Lettonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	100	< 100	< 10	< 10
Pays-Bas	100	100	10	10
Roumanie	< 100	100	< 10	10
Suède	< 100	< 100	10	10
Slovénie	100	< 100	< 10	< 10
Slovaquie	100	100	< 10	10
Total UE 28	21 900	25 300	2 410	2 790

Source : EurObserv'ER

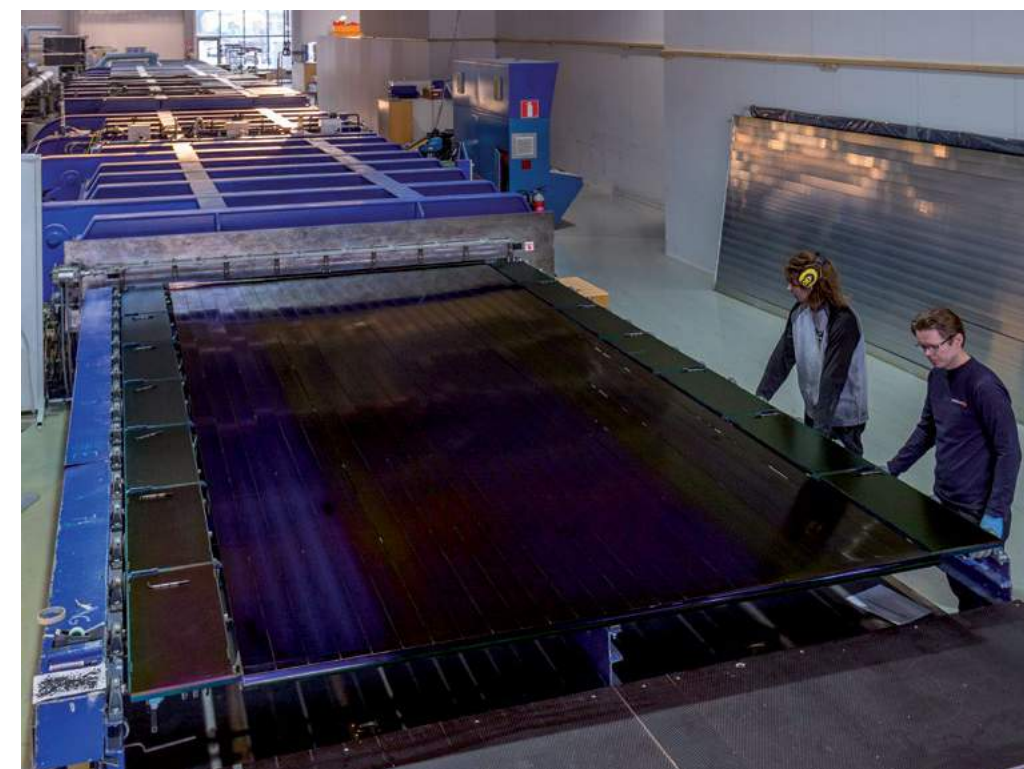
filère bien implantée et diversifiée, on observe une croissance continue du chiffre d'affaires (**310 millions d'euros**) et de l'emploi (**1 800 personnes**). Traditionnellement, l'Autriche bénéficie d'un marché solaire thermique solide et bien développé, avec de nombreux acteurs nationaux et une technologie largement utilisée dans l'ensemble du pays.

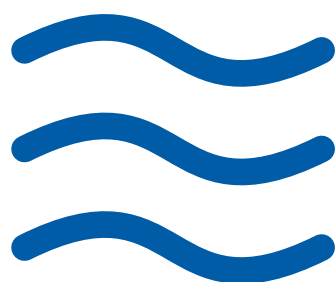
Le segment de marché de l'héliothermodynamique a stagné ces dernières années, avec peu de nouvelles installations dans l'Union européenne. L'emploi dans le secteur devrait donc provenir principalement des fournisseurs de technologies et des fabricants de composants basés dans l'UE. Les installations proprement dites

ont lieu actuellement en dehors de l'Union européenne. D'autres éléments positifs peuvent être signalés en **Italie**, où les chiffres restent stables (**1 100 emplois et 130 millions d'euros**), au Danemark ou en **Bulgarie** (**1 300 emplois** pour un chiffre d'affaires de **50 millions d'euros**). Si l'**Allemagne** demeure le plus grand marché de l'énergie solaire thermique en termes de capacité totale installée (13 489 MWth, soit un tiers du parc européen), le pays a toutefois connu des baisses d'une ampleur assez inquiétante dans ce secteur : **3 700 emplois** et un chiffre d'affaires évalué à **470 millions d'euros**, voilà ce qu'il reste d'une industrie qui a employé autrefois jusqu'à 14 000 personnes selon les

données fournies par le ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi).

Le solaire thermique reste une technologie renouvelable modeste, mais qui dispose d'un potentiel très élevé, jusqu'à présent non réalisé. Les études de l'Irena suggèrent que le solaire thermique, accompagné du photovoltaïque dans le bâtiment, pourrait contribuer de façon substantielle à la réalisation des objectifs 2030. Le Green Deal européen ou les ambitions nationales visant à remplacer les anciens systèmes de chauffage au fioul (Allemagne) pourraient revitaliser le marché européen au cours des prochaines années. ■





HYDROÉLECTRICITÉ

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 modernisée. Le modèle utilisé prend en compte les retombées sur l'emploi des installations hydroélectriques de toutes tailles, y compris les centrales de pompage-turbinage et les centrales au fil de l'eau. Ce modèle est assez sensible aux augmentations soudaines de capacité, qui conduisent à des pics d'emploi, car les emplois liés aux activités de préparation sont également affectés à l'année de mise en service (voir note méthodologique). L'effet est particulièrement perceptible pour les technologies telles que l'hydroélectricité, dont les grands projets ne sont finalisés que de façon irrégulière. C'est le cas de l'Autriche (avec une capacité additionnelle de 366 MW entre 2017 et 2018) ainsi que de l'Italie (+ 73 MW). Nous considérons que l'apparition des pics observés pour l'hydroélectricité est une conséquence de la méthode de modélisation utilisée. Le niveau d'emploi global a bondi au sein de l'UE, passant de 31 400 ETP à **102 100 ETP**, en raison

principalement des capacités additionnelles installées en Autriche et en Italie. Et une hausse similaire est observée pour le chiffre d'affaires total, estimé à **12,3 milliards d'euros**.

Le chiffre le plus élevé peut être observé dans les États-membres disposant des capacités hydroélectriques les plus importantes : **France (25,7 GW), Italie (22,4 GW) et Espagne (20 GW)**. L'Italie dispose d'un vaste parc hydroélectrique qu'il ne faut pas sous-estimer puisqu'elle se classe parmi les trois premiers pays européens avec **2,3 milliards d'euros** de chiffre d'affaires et **17 300 emplois**. En 2018, 60 % de l'énergie italienne issue de sources renouvelables provenait de l'hydroélectricité, dont la puissance totale installée s'élevait à 22 499 MW.

En raison de la forte hausse de ses capacités et des caractéristiques de modélisation mentionnées précédemment, **l'Autriche** a enregistré une croissance substantielle de sa main-d'œuvre avec **17 300 emplois** et le chiffre d'affaires le plus élevé, avec plus de **2,9 milliards d'euros**.

L'Espagne arrive en troisième position avec **12 300 emplois** en 2018, suivie de la **France (10 500 ETP)** et plus de **1,5 milliard d'euros**. La croissance de l'industrie hydroélectrique française devrait se poursuivre alors que le pays progresse vers la réalisation de l'objectif visant à porter sa capacité hydroélectrique à 30 000 MW en 2020.

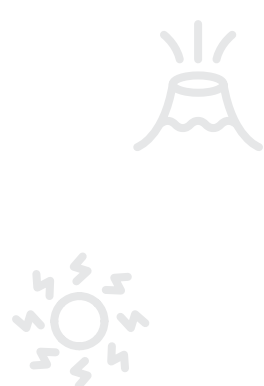
Il convient de noter que le secteur de l'hydroélectricité est directement impacté par l'évolution des conditions météorologiques due au réchauffement climatique. En effet, la hausse ou la baisse des niveaux de précipitations se traduit directement par une hausse ou une baisse de la production d'hydroélectricité. Les régions chaudes et sèches de l'UE pourraient être fortement affectées. Cependant, l'hydroélectricité demeure une technologie solide et éprouvée qui fournit une alimentation électrique stable dans de nombreux États-membres, contribuant ainsi à la réalisation des objectifs de l'UE à l'horizon 2020 et 2030. Par chance, elle génère également un nombre croissant d'emplois et des retombées économiques pour de nombreux États-membres. ■



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Autriche	4 600	17 300	790	2 850
Italie	10 800	17 300	1 420	2 250
Espagne	11 200	12 300	1 070	1 180
France	9 900	10 500	1 480	1 550
Portugal	4 200	7 700	290	530
Allemagne	4 600	7 600	650	1 060
Suède	4 700	4 300	950	860
Lettonie	1 000	3 300	50	170
Roumanie	3 400	3 300	240	220
Royaume-Uni	2 300	2 500	250	270
Grèce	2 000	2 400	140	170
Bulgarie	2 300	2 300	120	120
Croatie	1 400	2 100	90	130
Slovénie	800	2 000	60	150
Rép. Tchèque	1 500	1 300	110	90
Finlande	1 200	1 300	190	210
Slovaquie	1 200	1 200	90	100
Pologne	1 100	1 000	100	80
Lituanie	700	600	30	30
Luxembourg	500	500	70	70
Belgique	400	400	80	70
Irlande	300	300	30	30
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
Danemark	< 100	< 100	< 10	< 10
Estonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Hongrie	< 100	< 100	< 10	10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Pays-Bas	< 100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	70 700	102 100	8 360	12 250

Source : EuroObserv'ER



GÉOTHERMIE

Le marché européen du chauffage urbain, dans son ensemble, a enregistré une croissance annuelle de 3 % au cours des cinq dernières années. Dans l'Union européenne, on dénombre environ 200 installations de chauffage urbain par géothermie en fonctionnement. Sans surprise et tout comme les années précédentes, la géothermie profonde représente la filière renouvelable la plus modeste de l'Union européenne, tant en termes de chiffre d'affaires que d'emplois induits. La production d'électricité géothermique dans l'UE ne représentait que 0,2 % de la consommation totale d'électricité, selon Eurostat. Selon les résultats de la modélisation, le chiffre d'affaires global du secteur a légèrement diminué, passant de 1,3 milliard d'euros à **1 milliard d'euros**, de même que la main-d'œuvre, évaluée à **9 500 personnes en 2018** (contre 10 900 l'année précédente). Le secteur présente la plus faible dynamique parmi l'ensemble des technologies renouvelables.

L'Italie demeure au premier rang, abritant le plus vaste parc de centrales géothermiques. On estime à **2 200** le nombre de personnes qui travaillent (de manière directe ou indirecte) dans la géothermie italienne, générant une valeur économique de **300 millions d'euros**. L'Italie domine également la production d'électricité géothermique, avec 6,2 TWh sur un total de 6,7 TWh pour l'Union européenne, ce qui est tout à fait éloquent.

La capacité totale installée pour l'électricité géothermique en Europe est stable. Les nouvelles capacités, dans les États membres de l'Union européenne, sont plutôt observées du côté du réseau de chauffage urbain que de la production d'électricité. La Hongrie joue aussi un rôle majeur dans la valorisation de la chaleur issue de la géothermie profonde. Avec 336 MWth de capacité de production de chaleur géothermique, c'est le deuxième pays utilisateur. Selon EurObserv'ER, la filière hongroise emploie près de **700 personnes** pour un chiffre d'affaires de **40 millions d'euros** en 2018.

La France est aussi un acteur de premier plan qui a augmenté sa capacité de production d'énergie géothermique ces dernières années. La filière génère un chiffre d'affaires de **140 millions d'euros** et emploie **900 personnes**. En 2018, la Croatie a fait son entrée dans le club des pays producteurs d'énergie géothermique, avec une installation de 17,5 MWe.

Il faut aussi mentionner les Pays-Bas, dont le secteur génère un chiffre d'affaires de **100 millions d'euros** et emploie **800 personnes**. La chaleur géothermique s'accorde particulièrement bien avec le secteur de l'horticulture qui enregistre, grâce à cela, une belle croissance de ses indicateurs socio-économiques. ■



	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Italie	3 100	2 200	410	300
Roumanie	200	1 100	10	70
France	2 500	900	360	140
Pays-Bas	100	800	10	100
Hongrie	700	700	40	40
Autriche	< 100	400	10	60
Portugal	400	400	30	30
Slovaquie	700	400	50	30
Allemagne	500	300	70	40
Slovénie	100	300	10	20
Bulgarie	200	200	10	10
Pologne	100	200	10	20
Belgique	200	< 100	40	< 10
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
Rép. Tchèque	< 100	< 100	< 10	< 10
Danemark	600	< 100	100	10
Estonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Grèce	< 100	< 100	< 10	< 10
Espagne	< 100	< 100	< 10	< 10
Finlande	< 100	< 100	< 10	< 10
Croatie	100	100	10	10
Irlande	< 100	< 100	< 10	< 10
Lituanie	100	< 100	10	< 10
Luxembourg	< 100	< 100	< 10	< 10
Lettonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Suède	< 100	< 100	10	10
Royaume-Uni	< 100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	10 900	9 500	1 300	1 020

Source : EurObserv'ER





POMPES À CHALEUR



Le secteur européen des pompes à chaleur a connu une belle croissance, tant en termes de chiffre d'affaires que d'emplois au niveau de l'UE. La modélisation se traduit par un chiffre d'affaires global estimé à **28,6 milliards d'euros** (en hausse de près de 4,1 milliards d'euros) et un niveau d'emploi de **224 500 personnes**. Selon l'Association européenne des pompes à chaleur (EHPA), 11,8 millions de PAC étaient opérationnelles au sein de l'UE en 2018. L'association estime à environ 68 000 le nombre d'emplois dans le secteur, mais elle s'appuie sur des hypothèses différentes de celles formulées dans la modélisation d'EurObserv'ER. Il convient de noter que les données de marché présentées dans ce document pour l'Italie, l'Espagne et la France ne sont pas directement comparables à celles d'autres pays, car elles incluent les pompes à chaleur dont la fonction principale est le refroidissement, approche conforme à la directive de l'UE sur les énergies renouvelables.

Une grande partie des pompes à chaleur vendues et installées en

Europe est encore "made in UE". Seuls les compresseurs sont largement importés de Chine. Ainsi, la chaîne de valeur des PAC offre un bon exemple de la capacité des énergies renouvelables à réduire les émissions de GES et la dépendance à l'égard des combustibles fossiles importés (cf. chapitre sur les combustibles fossiles évités), mais aussi à favoriser la prospérité économique dans les États-membres. Les résultats de la modélisation révèlent une croissance de la demande intérieure et de l'industrie manufacturière nationale, ce qui se traduit par une hausse du niveau d'emploi et du chiffre d'affaires local.

Selon nos estimations, l'Espagne est, en 2018 (comme en 2017), importateur net de pompes à chaleur et de composants liés. Mais la production nationale a augmenté en 2018, ce qui signifie que les besoins d'importation estimés ont diminué par rapport à 2017. L'industrie espagnole a donc été en mesure de satisfaire davantage la demande locale, en



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Espagne	56 600	68 700	5 330	6 510
France	36 200	41 200	5 310	6 000
Italie	41 300	37 600	5 440	4 950
Allemagne	9 300	15 700	1 350	2 230
Portugal	13 800	13 900	860	880
Pays-Bas	6 800	8 000	870	1 010
Suède	5 100	7 800	1 030	1 620
Finlande	4 700	5 500	740	870
Rép. Tchèque	2 600	5 300	180	370
Belgique	1 400	2 900	270	560
Danemark	1 500	2 700	270	470
Pologne	3 000	2 600	220	200
Slovaquie	200	2 400	20	180
Royaume-Uni	1 700	2 100	170	210
Estonie	1 700	1 800	120	120
Autriche	1 300	1 700	220	290
Grèce	1 200	1 500	100	130
Hongrie	400	800	20	40
Bulgarie	700	600	40	30
Irlande	300	400	40	40
Slovénie	900	400	60	30
Roumanie	200	300	10	20
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
Croatie	< 100	< 100	< 10	< 10
Lituanie	300	< 100	10	< 10
Luxembourg	< 100	< 100	< 10	< 10
Lettonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	191 700	224 500	22 730	26 820

Source : EurObserv'ER

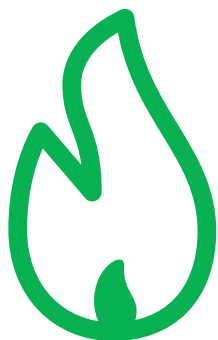
2018. Ainsi, la modélisation nous permet de supposer qu'une plus grande part du chiffre d'affaires lié à l'équipement des PAC est restée en Espagne, avec comme conséquence une hausse de l'emploi dans le secteur. Cela explique pourquoi **l'Espagne** arrive en tête concernant les retombées socio-économiques, mais affiche également une croissance substantielle, avec un chiffre d'affaires de **6,5 milliards d'euros** et **68 700 emplois** dans le secteur – soit plus de 12 100 nouveaux emplois par rapport à l'année précédente. La **France** arrive en seconde position. Avec un chiffre d'affaires de **6 milliards d'euros** et une main-d'œuvre de **41 200 personnes**, la filière poursuit toujours la croissance observée l'année précédente. La sensibilisation accrue des consommateurs face aux

atouts des pompes à chaleur incite davantage de propriétaires et de constructeurs de maisons neuves à s'orienter vers cette technologie de chauffage. Les **5 milliards d'euros** de chiffre d'affaires et les **37 600 emplois** dans la filière **italienne** confirment la large utilisation de cette technologie et l'augmentation de son importance dans ce pays méditerranéen.

Les pompes à chaleur sont également répandues dans les pays scandinaves, notamment en **Suède (1,6 milliard d'euros et 7 800 emplois)** et en **Finlande (870 millions d'euros de chiffre d'affaires)**. L'Allemagne a de plus en plus recours à cette technologie, et le secteur enregistre une certaine croissance. Le pays compte de nombreux fabricants et se situe toujours à un niveau

intermédiaire, avec un chiffre d'affaires sectoriel de **2,2 milliards d'euros** et **15 700 emplois**. D'autres retombées positives sont à signaler au **Portugal (13 900 emplois et 880 millions d'euros de chiffre d'affaires)** et aux **Pays-Bas (8 000 emplois et plus de 1 milliard d'euros de chiffre d'affaires)**. L'effort de modernisation et de rénovation des infrastructures de chauffage existantes dans les États membres de l'UE, conjugué à une demande croissante de chauffage des bâtiments dans les régions à climat polaire, devrait stimuler la croissance du secteur au cours des prochaines années. Un rapport de 2019 prévoit une croissance continue de la filière européenne, le segment des PAC aérothermiques devant à lui seul dépasser les 7 milliards de dollars US d'ici 2024. ■





BIOGAZ

Après une croissance rapide de 2000 à 2010, le secteur du biogaz n'a pas poursuivi sa dynamique au cours des dix années suivantes, dans les États membres de l'Union européenne. En 2018, la production d'énergie primaire issue du biogaz a légèrement augmenté, pour atteindre 16 839 ktep (soit 0,3 % de plus qu'en 2017). La croissance de la production d'énergie primaire n'a cessé de ralentir depuis son pic en 2011. La principale raison de cette stagnation est la réticence croissante de nombreux États-membres à utiliser des cultures alimentaires (comme le maïs) pour produire de l'énergie. Cela s'est traduit par des réglementations plus strictes concernant les cultures énergétiques, entraînant une limitation des capacités allouées aux appels d'offres de biogaz, ainsi que par des conditions de rémunération de l'électricité biogaz beaucoup moins attractives. Les investissements ont donc diminué sur le marché du biogaz, ce qui a eu un gros impact sur la croissance du secteur. En parallèle, les modèles utilisés pour évaluer le développement



FACHWERBER



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Allemagne	35 000	30 800	4 190	3 640
Italie	8 100	8 400	840	880
Royaume-Uni	8 400	6 100	800	580
France	2 400	4 200	290	550
Rép. Tchèque	4 500	4 100	270	240
Pologne	2 300	2 700	100	130
Croatie	800	2 200	50	110
Espagne	1 600	1 200	120	90
Slovaquie	500	1 100	40	80
Bulgarie	600	1 000	30	40
Grèce	1 300	800	70	30
Lettonie	900	800	40	30
Hongrie	600	700	30	30
Pays-Bas	700	700	110	100
Portugal	700	700	30	30
Danemark	700	600	120	110
Finlande	600	500	80	70
Autriche	400	400	60	70
Belgique	500	400	130	100
Lituanie	700	300	30	10
Roumanie	300	300	10	10
Irlande	200	200	20	20
Chypre	100	100	10	10
Estonie	100	100	< 10	< 10
Luxembourg	100	100	10	10
Malte	< 100	100	< 10	< 10
Suède	100	100	10	10
Slovénie	100	100	10	10
Total UE 28	72 400	68 800	7 520	7 010

Source : EuroObserv'ER

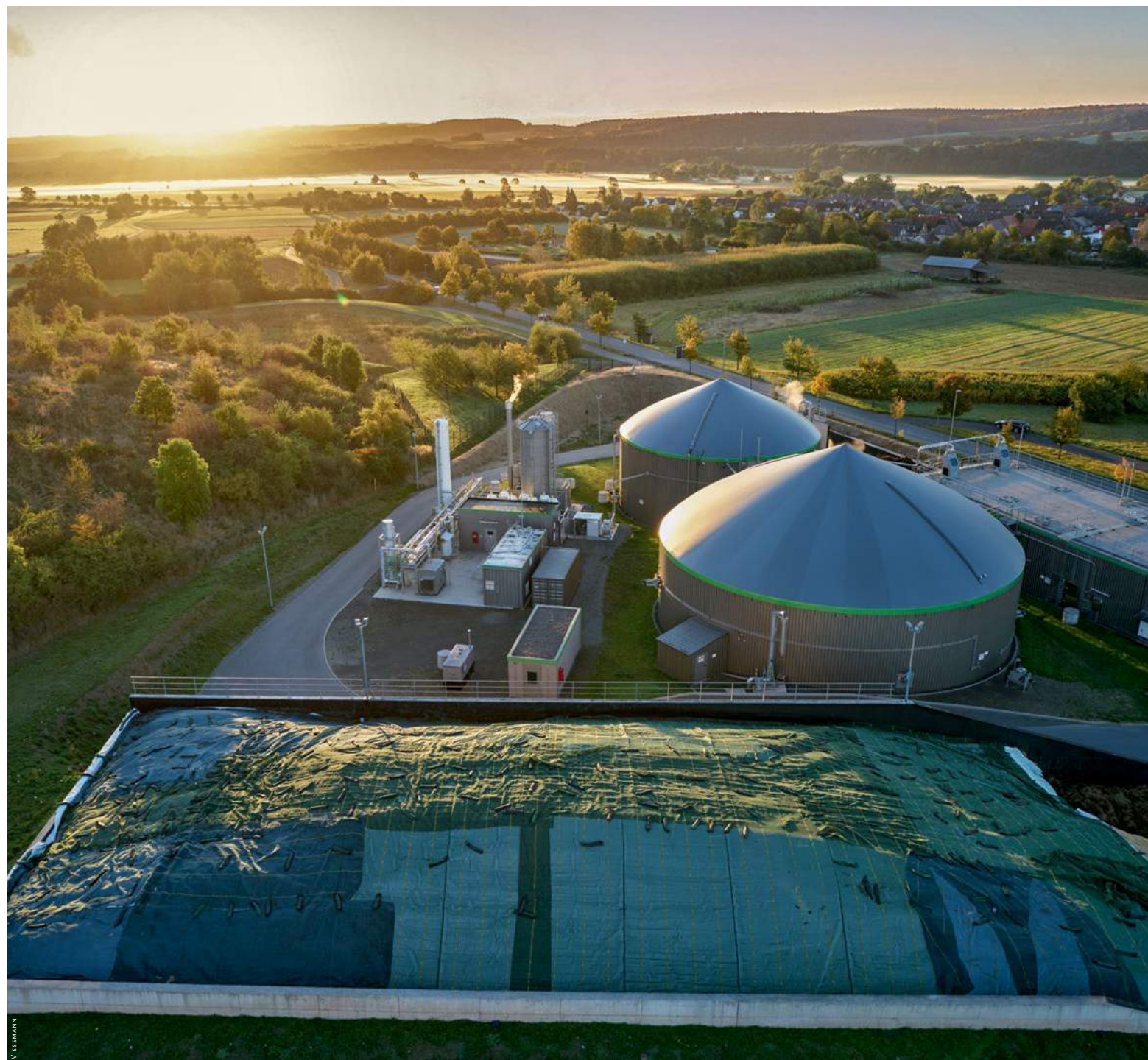
du secteur ont révélé des indicateurs socio-économiques en légère baisse. La main-d'œuvre employée dans le biogaz a légèrement diminué, totalisant **68 800 emplois en 2018** – soit une perte de 3 600 emplois à plein temps par rapport à 2017. Le secteur a réalisé un chiffre d'affaires de **7 milliards d'euros** – en légère baisse par rapport aux 7,5 milliards d'euros enregistrés l'année précédente.

En 2017, cette baisse s'explique principalement par deux marchés du biogaz peu dynamiques, au Royaume-Uni et en Allemagne. La production d'énergie primaire issue du biogaz a chuté en **Allemagne** (premier pays producteur) à 7 845 ktep entre 2016 et 2017, entraînant une baisse de l'emploi, à **30 800 personnes** (contre 35 000 en 2017). Le chiffre d'affaires s'est maintenu à **3,6 milliards d'euros**. Malgré cette baisse, le pays demeure le leader du biogaz au sein de l'Union européenne. En juillet 2019, l'association allemande du biogaz recensait 9 523 unités dans le pays, pour une capacité électrique totale installée de 5 229 MW, c'est-à-dire de quoi fournir de l'électricité à 9,5 millions de foyers. Le chiffre d'affaires a diminué au **Royaume-Uni**, pour atteindre **580 millions d'euros**. La main-d'œuvre a également évolué à la baisse et s'élève désormais à **6 100 personnes** dans le segment de la digestion anaérobie, ce qui en fait le second marché de l'emploi dans le biogaz, au sein de l'UE.

Cependant, la filière connaît toujours une croissance à deux chiffres dans quatre pays : au Danemark (34 %, avec 389 ktep), en France (14 %, avec 899,5 ktep), en

Finlande (11,1 %, avec 124,5 ktep) et en Estonie (20,5 %, avec 12,9 ktep). La **France** a vu sa production augmenter plus que tout autre pays en 2017 (+ 110,7 ktep). Elle a mis en place un système de rémunération plus lucratif, qui commence également à porter ses fruits sur le plan socio-économique, puisque la filière génère un chiffre d'affaires de **550 millions d'euros** et emploie **4 200 personnes**. L'industrie **italienne** du biogaz jouit d'une bonne stabilité, avec une main-d'œuvre atteignant **8 400 ETP** pour un chiffre d'affaires de **880 millions d'euros**.

EurObserv'ER estime que l'objectif de 30 Mtep de biogaz de méthanisation à l'horizon 2030 est toujours atteignable. Une autre tendance (un peu moins dynamique aujourd'hui) est l'installation d'unités de biométhane injectant du biogaz directement dans les réseaux de gaz locaux. L'Association européenne du biogaz a dénombré plus de 500 unités de biométhane en Europe (début 2018). Parmi celles-ci, plus de 200 unités sont opérationnelles en Allemagne, 85 au Royaume-Uni et plus de 60 en Suède. ■





BIOCARBURANTS

Le secteur européen des biocarburants connaît une croissance continue (EurObserv'ER y englobe le biodiesel, le bioéthanol et le biogaz pour les transports). La consommation globale de biocarburants a augmenté de 10,1 % entre 2017 et 2018, atteignant 16 959 ktep (+ 1 551 ktep). Cette augmentation est principalement due à une augmentation des quotas (obligations légales) ou des objectifs d'incorporation (liés à des incitations fiscales) dans certains pays. Le secteur industriel européen du bioéthanol a poursuivi son redressement en 2018 bien que d'importantes capacités de production soient encore inutilisées. Trois pays représentent plus de 50 % de la production de bioéthanol de l'ensemble de l'Union européenne: le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne. Comme en 2018, la hausse de la consommation de biocarburants provient majoritairement du secteur du biodiesel. En parallèle, les biocarburants ont consolidé leur rôle en tant que source majeure de développement socio-économique au sein des énergies renouvelables de l'UE. Selon les calculs d'EurObserv'ER, le chiffre d'affaires global généré par le secteur des **biocarburants**

dans l'Union européenne est resté stable, aux alentours de **14,4 milliards d'euros**, tandis que le niveau d'emploi a progressé, passant de 230 400 à **248 200 emplois en 2018**. Cela place le secteur des biocarburants en troisième position au niveau de l'UE pour la création d'emplois dans les énergies renouvelables, derrière l'énergie éolienne et la biomasse solide.

Il faut noter que la méthodologie utilisée pour évaluer le secteur de la biomasse couvre les activités d'approvisionnement en biomasse, c'est-à-dire le secteur agricole. Ainsi, les principaux pourvoyeurs d'emploi 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 ou la Pologne. En effet, la **Pologne (41 200 emplois** pour un chiffre d'affaires de **1,5 milliard d'euros**) et la **Roumanie (40 000 emplois** et **1,1 milliard d'euros**) dominent clairement le secteur en 2018.

En revanche, la majeure partie de la création de valeur intervient côté production, ce qui explique pourquoi le chiffre d'affaires est si élevé dans les États-membres disposant de très grosses installations de biocarburant (par exemple la **France, avec 2,8 milliards d'euros**). En 2018, la France était aussi le premier consommateur de biocarburants en Europe. Concernant l'emploi, le pays se classe au troisième rang, avec **29 100 emplois** dans le secteur. Il associe une base agricole vitale à des capacités de production de biocarburants importantes. L'Espagne joue aussi un rôle majeur dans le secteur des biocarburants. Le volume économique de l'industrie des biocarburants est estimé à **1,4 milliard d'euros**, avec un niveau d'emploi en baisse, bien que le secteur occupe encore **23 200 personnes**. **L'Allemagne** a également dû accepter une baisse du chiffre d'affaires généré par les biocarburants (**1,54 milliard d'euros**, contre 1,64 milliard en 2017) ainsi qu'une diminution des chiffres de l'emploi avec **14 500 personnes** employées en 2018. Cette tendance correspond bien aux statistiques nationales publiées par le



ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi). Notre exercice de modélisation a également permis de révéler une croissance significative de l'emploi en **Lettonie**, dont la filière **occupe désormais** 4 900 personnes, et une main-d'œuvre stable en **Hongrie**, avec **18 000 personnes** et un chiffre d'affaires de **810 millions d'euros**.

Certains États-membres ont décidé d'augmenter leurs taux d'incorporation de biocarburants afin de contribuer à la réalisation de leurs objectifs nationaux de réduction des émissions pour 2020. C'est le cas des **Pays-Bas**, qui ont enregistré une croissance importante de leur consommation de biocarburants, celle-ci ne s'étant pas encore directement traduite en termes socio-économiques (**380 millions d'euros** et **2 400 emplois**). De même, au Royaume-Uni, la nouvelle législation intitulée "Renewable Transport Fuel Obligation" (obligation de carburants renouvelables pour le transport) est entrée en vigueur en 2018, et vise à développer



Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Pologne	31 400	41 200	1 110	1 480
Roumanie	34 300	40 000	960	1 130
France	24 400	29 100	2 350	2 810
Espagne	26 600	23 200	1 590	1 390
Hongrie	18 200	18 000	820	810
Allemagne	15 500	14 500	1 640	1 540
Grèce	11 500	10 900	370	360
Suède	8 300	10 900	350	490
Royaume-Uni	10 100	8 600	820	700
Italie	9 000	8 500	780	740
Rép. Tchèque	8 400	8 000	450	430
Bulgarie	7 700	7 500	280	270
Lituanie	4 500	6 100	150	200
Lettonie	4 000	4 900	130	160
Slovaquie	3 800	4 000	300	310
Finlande	1 600	2 600	150	240
Croatie	2 000	2 500	110	130
Pays-Bas	2 800	2 400	440	380
Autriche	2 000	2 100	300	320
Belgique	1 500	1 100	420	290
Danemark	700	700	120	120
Estonie	700	500	40	30
Portugal	400	300	20	20
Irlande	200	200	20	10
Chypre	100	100	10	10
Luxembourg	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovénie	500	100	60	10
Total UE 28	230 400	248 200	13 810	14 400

Source : EurObserv'ER

rapidement l'utilisation de biocarburants durables. La consommation de biodiesel a bondi de 51,8 %, passant de 590,9 ktep en 2017 à 897,1 ktep en 2018. Pour l'instant, les retombées socio-économiques ne sont pas encore visibles. Le chiffre d'affaires reste

autour de **700 millions d'euros** et l'emploi est en légère baisse, avec **8 600 personnes**.

Selon EurObserv'ER, le niveau de consommation des biocarburants (exprimé en valeur énergétique) pourrait dépasser 20 Mtep, voire

atteindre 21 Mtep, fin 2020 (actuellement 17 Mtep). Cela pourrait aussi stabiliser le rôle important que joue l'industrie des biocarburants dans l'emploi et le chiffre d'affaires de l'Union européenne. ■





DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Par définition, on admet que les déchets municipaux contiennent 50 % de matières renouvelables, car les déchets des ménages comportent une part importante d'éléments biodégradables. La production d'énergie issue des déchets est principalement basée sur l'incinération dans des installations de valorisation énergétique des déchets. Ce secteur est relativement difficile à quantifier et demeure l'un des plus modestes parmi les secteurs des énergies renouvelables de l'Union européenne. EurObserv'ER estime son chiffre d'affaires à **4,4 milliards d'euros** en 2018. Avec **31 000** équivalents temps plein directs et indirects, on constate une diminution de 5 000 emplois par rapport à 2017.

Malheureusement, les rapports semestriels de la Cewep (Confederation of European Waste-to-Energy Plants) présentant les tendances nationales de l'emploi et de l'activité dans l'industrie européenne des déchets ont été interrompus. EurObserv'ER estime

qu'environ les deux tiers du chiffre d'affaires et de l'emploi estimés reposent sur des investissements dans de nouvelles capacités (Capex) et que le tiers restant peut être attribué à l'exploitation-maintenance des unités de valorisation énergétique des déchets.

Selon la modélisation d'EurObserv'ER, **l'Allemagne** est le premier acteur en termes de retombées socio-économiques, avec **1,2 milliard d'euros** de chiffre d'affaires et **7 600 emplois** dans le secteur. Ces chiffres semblent plausibles, car le pays affiche également la plus grande production d'énergie primaire à partir de déchets municipaux renouvelables en 2018 (3 102 ktep).

Le **Royaume-Uni** arrive en deuxième position, avec une main-d'œuvre estimée à **4 400 personnes** et un chiffre d'affaires de **520 millions d'euros** en 2018 (en baisse par rapport à 2017), et un accroissement des mises en service d'unités de valorisation énergétique des déchets. La **Suède**,

avec **660 millions d'euros** de chiffre d'affaires et **3 400 emplois**, est devenue l'un des principaux fournisseurs d'énergie issue des déchets, avec la plus forte croissance du chiffre d'affaires et de l'emploi. **L'Italie (2 400 emplois)** et la **France (2 100 emplois à plein temps)** arrivent ensuite.

La Cewep (2019) estime que les objectifs 2020 de la directive sur les énergies renouvelables concernant l'énergie issue des déchets sont en passe d'être réalisés et que l'on pourrait atteindre, de façon réaliste, les 67 TWh d'ici 2020, avec 25 TWh de production d'électricité et 42 TWh (3,6 Mtep) de production de chaleur. L'actuelle mise en service de nouvelles unités d'incinération au Royaume-Uni, couplée à une amélioration de l'efficacité énergétique des installations existantes, devrait également se traduire par une progression stable du secteur et des emplois correspondants. ■

Emploi et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Allemagne	6 300	7 600	1 020	1 180
Royaume-Uni	10 800	4 400	1 140	520
Pays-Bas	1 500	3 400	230	470
Suède	800	3 400	160	660
Italie	2 500	2 400	320	310
France	2 600	2 100	350	280
Irlande	700	1 600	70	170
Finlande	400	1 200	70	200
Belgique	3 200	600	590	100
Danemark	600	600	130	120
Espagne	1 100	600	120	70
Estonie	< 100	500	< 10	30
Portugal	500	500	40	40
Hongrie	400	400	20	20
Autriche	1 600	200	270	50
Rép. Tchèque	700	200	50	20
Pologne	700	200	50	10
Bulgarie	< 100	< 100	< 10	< 10
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
Grèce	100	< 100	10	< 10
Croatie	< 100	< 100	< 10	< 10
Lituanie	100	100	< 10	< 10
Luxembourg	100	< 100	10	< 10
Lettonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Roumanie	100	< 100	< 10	< 10
Slovénie	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovaquie	100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	35 600	31 000	4 750	4 360

Source : EurObserv'ER



BIOMASSE SOLIDE

La biomasse solide demeure la première filière renouvelable en termes de production énergétique et d'emploi au sein de l'Union européenne. En effet, contrairement à l'énergie éolienne, l'autre géant des énergies renouvelables, la biomasse contribue également de manière substantielle à la production de chaleur renouvelable. De plus, une grande part de l'activité est générée par l'approvisionnement en biomasse. Le secteur de la biomasse solide comprend différentes technologies qui couvrent divers secteurs de consommation finale : l'énergie (cogénération biomasse, cocom-



bustion), l'industrie (chaudières) et les ménages (chaudières et poêles à pellets). La biomasse solide est non seulement utilisée sous forme de copeaux de bois et de briquettes de bois compressées, mais aussi sous de nombreuses autres formes telles que les déchets de bois, les granulés, la sciure, la paille, la bagasse, les déchets d'origine animale ainsi que les liqueurs noires de l'industrie papetière. La récupération d'énergie issue de cette matière est essentiellement canalisée vers la production de chaleur. La demande en chaleur a diminué dans l'Union européenne en raison d'un hiver plus doux en 2018, alors que la production d'électricité a augmenté. Dans l'ensemble, la consommation d'énergie primaire du secteur est stable (0,2 % de moins qu'en 2017), et se situe juste en dessous des 100 Mtep (99,4 Mtep).

Avec **360 600 personnes** employées dans les différentes chaînes de valeur, la biomasse solide est la première source d'énergie renouvelable en 2018, devant l'éolien. En termes de chiffre d'affaires, la biomasse est

également une filière majeure, avec **31,8 milliards d'euros**, juste derrière l'éolien. L'analyse d'Eur-Observ'ER couvre également les activités forestières et agricoles de la chaîne de valeur de la biomasse. Ainsi, les États membres de l'Union européenne disposant de grandes zones forestières sont également ceux qui offrent les meilleures perspectives dans ce domaine.

Il convient de mentionner ici deux pays scandinaves, la **Suède** et la **Finlande**. Pour le secteur de la biomasse solide, la Finlande présente le chiffre d'affaires le plus élevé (**4,4 milliards d'euros**) ainsi que l'un des effectifs les plus importants, avec **23 700 personnes**. **L'Allemagne** est passée au second rang en termes de chiffre d'affaires (**4,3 milliards d'euros**) et a perdu près de 10 000 emplois, mais elle comptabilise encore **35 400 personnes** dans la filière. La différence de ratios entre emplois et chiffres d'affaires est due à la façon de modéliser les différents types d'activités. Les statistiques nationales d'AGEE-Stat donnent des chiffres un peu plus élevés pour l'investissement et les retombées

économiques des activités d'exploitation-maintenance, mais ces chiffres incluent le secteur du biogaz, qui est traité séparément par EurObserv'ER. La **Suède** arrive derrière l'Allemagne, avec un chiffre d'affaires de **4,1 milliards d'euros**. Mais, avec **18 900 emplois**, le pays reste derrière la **France**, qui occupe **31 100 personnes** pour un chiffre d'affaires de **3,7 milliards d'euros**. En **Italie**, la baisse des effectifs dans le secteur de la biomasse (**24 400 emplois**) est principalement due à une baisse de la production de matière première biomasse, estimée par Eur-Observ'ER sur la base des dernières statistiques de Eurostat concernant la production et le commerce de produits agricoles et forestiers.

La conversion de centrales à charbon en centrales biomasse s'est poursuivie, se traduisant par des retombées notables dans les États-membres d'Europe de l'Est : **Pologne (28 900 emplois)**, **Bulgarie (25 600 emplois)** et **Lettonie (24 400 emplois)**. Le chiffre étonnamment élevé pour



Emploi et chiffre d'affaires

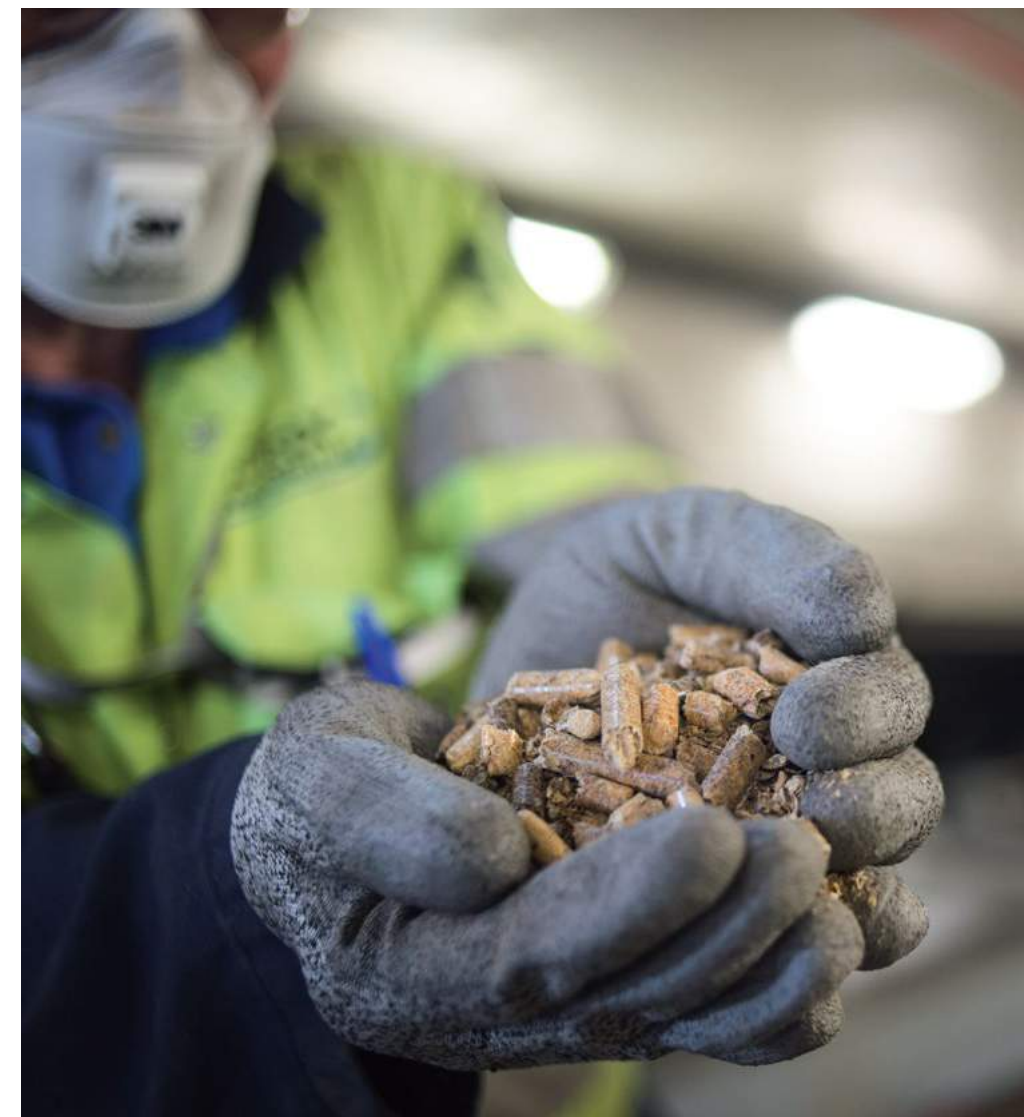
	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (en M€)	
	2017	2018	2017	2018
Allemagne	44 900	35 400	5 630	4 330
France	33 900	31 100	3 990	3 650
Pologne	25 900	29 600	1 000	1 210
Bulgarie	8 700	27 000	280	990
Italie	35 800	24 400	2 550	1 750
Lettonie	20 700	24 400	770	900
Finlande	26 800	23 700	4 860	4 390
Suède	20 700	18 900	4 460	4 080
Espagne	20 800	18 300	1 030	800
Rép. Tchèque	12 300	16 700	840	1 120
Croatie	14 400	16 700	280	410
Royaume-Uni	15 000	16 500	1 230	1 390
Estonie	8 000	12 200	490	740
Hongrie	13 300	11 800	420	400
Slovaquie	9 000	11 300	350	430
Autriche	8 700	10 100	1 630	1 840
Portugal	8 000	7 100	670	610
Roumanie	11 400	6 800	320	210
Danemark	10 500	5 300	1 890	1 020
Pays-Bas	4 800	3 300	550	380
Lituanie	3 600	2 700	240	200
Grèce	2 600	2 400	170	160
Slovénie	1 500	1 800	110	140
Belgique	2 000	1 500	590	500
Irlande	1 200	1 100	160	140
Chypre	< 100	300	< 10	20
Luxembourg	100	100	20	10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Total UE 28	364 800	360 600	34 550	31 830

Source : EurObserv'ER

la Bulgarie peut s'expliquer par la conversion de centrales à charbon plus anciennes en centrales biomasse. Le **Royaume-Uni (1,4 milliard d'euros et 16 500 emplois)** est un autre grand utilisateur de la biomasse ; les retombées économiques sont principalement dues au développement de la

transformation et de l'utilisation du bois dans le secteur de la cogénération et des centrales électriques. À partir de 2021, l'utilisation de la biomasse solide à des fins énergétiques sera soumise à des critères européens de durabilité plus stricts. Si les retombées

socio-économiques de la biomasse solide dans l'UE sont énormes par rapport à des secteurs plus fluctuants tels que le photovoltaïque, l'éolien ou les biocarburants, la dynamique du marché est, quant à elle, moins prononcée dans ce secteur. ■

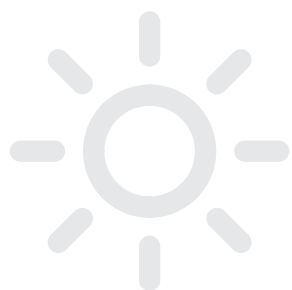




CONCLUSION

L'équipe EurObserv'ER utilise une approche de modélisation permettant d'estimer l'emploi généré par les investissements renouvelables, les activités d'exploitation-maintenance ainsi que la production et le commerce d'équipements et l'approvisionnement en biomasse. Les estimations de l'emploi et du chiffre d'affaires reposent sur une évaluation de l'activité économique de chaque secteur renouvelable couvert, activité qui est ensuite convertie en équivalents temps plein (ETP).

Le chapitre sur les indicateurs socio-économiques peut se résumer par les tendances suivantes :



EMPLOI

- Globalement, on peut estimer que **1,51 million de personnes** sont **directement ou indirectement employées** dans le secteur des énergies renouvelables de l'Union européenne. Cela représente une croissance brute de **67 000 emplois** (+ 4,6 %) entre 2017 et 2018.
- **20** des 28 États-membres ont augmenté ou maintenu leurs **effectifs dans les énergies renouvelables**.
- Les **5 premiers pays** en termes d'emplois sont : **l'Allemagne** (263 700 emplois, 17 % des emplois de l'UE dans les énergies renouvelables), **l'Espagne** (167 100 emplois, 11 %), **la France** (151 600 emplois, 10 %), **le Royaume-Uni** (131 900 emplois, 9 %) et **l'Italie** (121 400 emplois, 8 %).
- La plus forte croissance de l'emploi a été observée en **Bulgarie** (+ 18 400 nouveaux emplois, soit + 81 %), en **Autriche** (+ 14 900, soit + 62 %) et en **Pologne** (+ 11 900 emplois, soit + 16 %). Les plus fortes pertes ont été observées en **Allemagne** (- 27 000 emplois, soit - 9 %), en **Italie** (- 8 500 emplois, soit - 7 %) et en **Finlande** (- 3 400 emplois, soit - 7 %).
- Le secteur de la **biomasse solide** (360 600 emplois, 24 % du total de l'UE) a conservé son titre de premier employeur, devant l'éolien (325 300 emplois, 22 %) et les **biocarburants** (248 200 emplois, 16 %). La plus forte hausse de l'emploi a été enregistrée dans le secteur des **pompes à chaleur**, avec 33 000 emplois supplémentaires (+ 17 %), suivi du **photovoltaïque**, qui a vu la création de 26 700 nouveaux emplois (+ 29 %). Le secteur des **biocarburants** a également gagné 17 800 ETP (+ 8 %).

CHIFFRE D'AFFAIRES

- Le **chiffre d'affaires** total des filières liées aux **énergies renouvelables** dans les 28 États membres de l'UE s'élevait en 2018 à **158,9 milliards d'euros**, ce qui représente une croissance brute d'environ **4,2 milliards d'euros** par rapport à 2017 (+ 2,7 %).
- **18** des 28 États membres de l'UE ont augmenté ou maintenu leur chiffre d'affaires généré par les énergies renouvelables.
- Les 5 premiers pays en termes de chiffre d'affaires sont **l'Allemagne (35,5 milliards d'euros)**, **la France (19,8 milliards d'euros)**, **l'Espagne (15 milliards d'euros)**, **l'Italie (14 milliards d'euros)** et **le Royaume-Uni (13,3 milliards d'euros)**.
- Les plus fortes hausses de chiffre d'affaires, selon la modélisation d'EurObserv'ER, ont été observées en **Autriche (+ 2,4 milliards d'euros)**, en **France (+ 1,4 milliard d'euros)** et aux **Pays-Bas (+ 1,3 milliard d'euros)**. Les plus fortes baisses ont été enregistrées en **Allemagne (- 3,7 milliards d'euros)**, en **Finlande (- 530 millions d'euros)** et au **Danemark (- 520 millions d'euros)**.
- Les principales **filières renouvelables** en termes de **chiffre d'affaires** sont **l'éolien** avec **43,9 milliards d'euros**, suivi de la **biomasse solide (31,8 milliards d'euros)** et du secteur des **pompes à chaleur (26,8 milliards d'euros)**.

Le Green Deal annoncé par la nouvelle Commission européenne pourrait mettre l'UE sur la bonne voie pour réduire ses émissions. Il fait naître l'espoir d'un développement continu des énergies renouvelables dans l'Union européenne au cours de la prochaine décennie, qui devrait s'accompagner de retombées socio-économiques encore plus positives. ■

2017 NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE

	Total pays	Biomasse solide	Éolien	Biocarburants	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biogaz	Hydro-électricité	Déchets renouvelables	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	4 200	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 28	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

2017 CHIFFRE D'AFFAIRES PAR FILIÈRE (M€)

	Total pays	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Déchets renouvelables	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 28	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 NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE

	Total pays	Biomasse solide	Éolien	Biocarburants	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Déchets renouvelables	Solaire Thermique	Géothermie
Allemagne	263 700	35 400	106 200	14 500	15 700	41 900	7 600	30 800	7 600	3 700	300
Espagne	167 100	18 300	32 300	23 200	68 700	2 200	12 300	1 200	600	8 200	< 100
France	151 600	31 100	15 700	29 100	41 200	15 000	10 500	4 200	2 100	1 800	900
Royaume-Uni	131 900	16 500	82 800	8 600	2 100	8 600	2 500	6 100	4 400	200	< 100
Italie	121 400	24 400	8 100	8 500	37 600	11 400	17 300	8 400	2 400	1 100	2 200
Pologne	85 800	29 600	3 000	41 200	2 600	3 100	1 000	2 700	200	2 200	200
Roumanie	55 300	6 800	2 200	40 000	300	1 100	3 300	300	< 100	100	1 100
Suède	51 300	18 900	4 600	10 900	7 800	1 100	4 300	100	3 400	< 100	< 100
Danemark	47 600	5 300	35 400	700	2 700	1 600	< 100	600	600	500	< 100
Bulgarie	41 100	27 000	500	7 500	600	600	2 300	1 000	< 100	1 300	200
Pays-Bas	39 900	3 300	6 800	2 400	8 000	14 300	< 100	700	3 400	100	800
Rép. Tchèque	39 100	16 700	1 300	8 000	5 300	1 900	1 300	4 100	200	200	< 100
Autriche	38 400	10 100	2 500	2 100	1 700	1 900	17 300	400	200	1 800	400
Hongrie	38 100	11 800	900	18 000	800	4 500	100	700	400	200	700
Finlande	36 900	23 700	700	2 600	5 500	1 200	1 300	500	1 200	< 100	< 100
Portugal	35 300	7 100	2 600	300	13 900	1 600	7 700	700	500	500	400
Lettonie	34 100	24 400	200	4 900	< 100	< 100	3 300	800	< 100	< 100	< 100
Grèce	26 900	2 400	5 100	10 900	1 500	1 800	2 400	800	< 100	1 800	< 100
Croatie	25 500	16 700	1 100	2 500	< 100	400	2 100	2 200	< 100	200	100
Slovaquie	20 900	11 300	< 100	4 000	2 400	200	1 200	1 100	< 100	100	400
Estonie	16 300	12 200	400	500	1 800	500	< 100	100	500	< 100	< 100
Belgique	16 200	1 500	7 400	1 100	2 900	1 700	400	400	600	100	< 100
Lituanie	10 700	2 700	500	6 100	< 100	100	600	300	100	< 100	< 100
Irlande	8 700	1 100	4 500	200	400	200	300	200	1 600	100	< 100
Slovénie	5 100	1 800	< 100	100	400	100	2 000	100	< 100	< 100	300
Chypre	1 500	300	100	100	< 100	200	< 100	100	< 100	300	< 100
Luxembourg	1 400	100	100	< 100	< 100	100	500	100	< 100	< 100	< 100
Malte	1 100	< 100	< 100	< 100	< 100	200	< 100	100	< 100	< 100	< 100
Total UE 28	1 512 900	360 600	325 300	248 200	224 500	117 600	102 100	68 800	31 000	25 300	9 500

Source : EurObserv'ER

2018 CHIFFRE D'AFFAIRES PAR FILIÈRE (M€)

	Total pays	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biocarburants	Hydroélectricité	Biogaz	Déchets renouvelables	Solaire Thermique	Géothermie
Allemagne	35 510	15 340	4 330	2 230	5 680	1 540	1 060	3 640	1 180	470	40
France	19 830	2 480	3 650	6 000	2 120	2 810	1 550	550	280	250	140
Espagne	15 020	3 770	800	6 510	220	1 390	1 180	90	70	980	< 10
Italie	13 980	1 190	1 750	4 950	1 480	740	2 250	880	310	130	300
Royaume-Uni	13 340	8 750	1 390	210	890	700	270	580	520	20	< 10
Suède	8 930	980	4 080	1 620	210	490	860	10	660	10	10
Danemark	8 650	6 420	1 020	470	290	120	< 10	110	120	80	10
Autriche	6 530	430	1 840	290	310	320	2 850	70	50	310	60
Finlande	6 330	130	4 390	870	200	240	210	70	200	< 10	< 10
Pays-Bas	5 130	960	380	1 010	1 710	380	< 10	100	470	10	100
Pologne	3 800	280	1 210	200	230	1 480	80	130	10	160	20
Belgique	3 450	1 480	500	560	320	290	70	100	100	20	< 10
Portugal	2 550	280	610	880	100	20	530	30	40	30	30
Rép. Tchèque	2 530	100	1 120	370	140	430	90	240	20	10	< 10
Roumanie	1 920	170	210	20	70	1 130	220	10	< 10	10	70
Hongrie	1 630	60	400	40	210	810	10	30	20	10	40
Bulgarie	1 580	30	990	30	30	270	120	40	< 10	50	10
Grèce	1 460	350	160	130	120	360	170	30	< 10	120	< 10
Lettonie	1 320	10	900	< 10	< 10	160	170	30	< 10	< 10	< 10
Slovaquie	1 170	< 10	430	180	10	310	100	80	< 10	10	30
Estonie	1 020	30	740	120	30	30	< 10	< 10	30	< 10	< 10
Irlande	960	510	140	40	20	10	30	20	170	10	< 10
Croatie	910	70	410	< 10	20	130	130	110	< 10	10	10
Lituanie	520	30	200	< 10	< 10	200	30	10	< 10	< 10	< 10
Slovénie	400	< 10	140	30	10	10	150	10	< 10	< 10	20
Luxembourg	160	10	10	< 10	10	< 10	70	10	< 10	< 10	< 10
Chypre	120	10	20	< 10	10	10	< 10	10	< 10	20	< 10
Malte	110	< 10	< 10	< 10	20	< 10	< 10	10	< 10	< 10	< 10
Total UE 28	158 860	43 900	31 830	26 820	14 480	14 400	12 250	7 010	4 360	2 790	1 020

Source : EurObserv'ER

LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET SON INFLUENCE SUR LE SECTEUR DES COMBUSTIBLES FOSSILES

Le déploiement des technologies énergétiques renouvelables peut avoir un impact sur l'activité économique des autres secteurs, et notamment des secteurs énergétiques basés sur les combustibles fossiles. Dans la présente section, EurObserv'ER réalise une estimation indicative de l'impact de cette substitution, évaluant le nombre d'emplois qui seraient nécessaires dans le secteur des combustibles fossiles si la production d'énergie renouvelable n'avait pas remplacé l'énergie fossile. Le remplacement est formulé en termes de demande d'énergie finale substituée. Soulignons qu'il ne s'agit que d'une couverture partielle d'une interaction plus complexe dans le monde réel entre le secteur des énergies renouvelables et celui des énergies fossiles.

L'édition 2019 de "L'état des énergies renouvelables en Europe" comprend l'indicateur de l'emploi déplacé du secteur des énergies fossiles vers les énergies renouvelables, pour tous les États membres de l'Union européenne et pour l'année 2018. Cet impact est évalué pour les six sous-secteurs suivants : 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. L'évaluation concerne les emplois directs. Notre approche ne couvre que l'impact sur les activités d'exploitation-maintenance et de production de combustible (l'impact sur l'exploitation-maintenance est supposé être proportionnel à la production remplacée). Il convient de noter que la réduction des activités de construction de nouvelles installations conventionnelles n'est pas prise en compte, pas plus que les effets contraires, c'est-à-dire les effets qui influencent les secteurs fossiles à travers d'autres mécanismes (par exemple, l'impact de l'augmentation du gaz sur le secteur du charbon). Il ne s'agit pas de dresser ici un tableau exhaustif, et de ce fait l'indicateur de l'emploi déplacé ne donne pas l'éventail complet des effets.

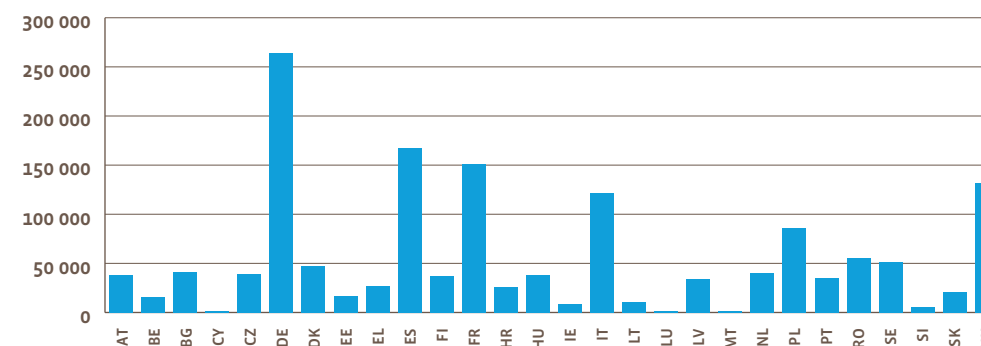
Les graphiques montrent que les effets dans le secteur des combustibles fossiles varient énormément selon les États-membres. L'impact relatif sur le secteur des combustibles fossiles, comparé à l'emploi brut dans les renouvelables, est de nature complètement différente selon que l'on se trouve en Hongrie ou en Roumanie par exemple. Cela s'explique par la différence de composition du secteur des combustibles fossiles et par le type de technologies renouvelables déployées. Les pays qui disposent d'activités minières liées au charbon sont plus sensibles à l'influence du développement des énergies renouvelables que ceux qui importent du charbon pour la production d'électricité. Cela a été décrit dans le rapport du CCR "EU coal regions: opportunities and challenges ahead" (2018), téléchargeable sur le lien suivant : <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/eu-coal-regions-opportunities-and-challenges-ahead>.

Dans notre méthodologie, l'emploi affecté par la réduction de l'utilisation du gaz naturel dans l'extraction, la conversion et le transport du gaz naturel est supposé proche de zéro, tandis que dans le secteur de l'électricité, l'impact est plus important.

Le type de technologie renouvelable déployée est également un facteur important. Les technologies qui exploitent des matières premières (biogaz, biomasse solide, 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

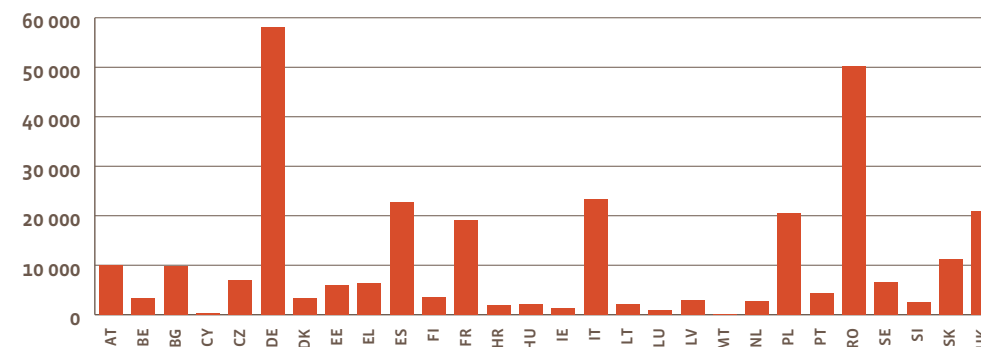
Indicateur de l'emploi déplacé du secteur des énergies fossiles vers les renouvelables, en prenant uniquement en compte les activités d'exploitation-maintenance et de production de combustibles (données 2018)



Source : EurObserv'ER

2

Emploi brut dans les énergies renouvelables, tel que mentionné dans les sections précédentes (données 2018)



Source : EurObserv'ER

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 le 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) ainsi que d'autres sources, et concernent les investissements à grande échelle dans les énergies renouvelables, notamment dans les centrales électriques. En outre, les dépenses moyennes d'investissement par mégawatt de capacité de production sont comparées pour les principaux partenaires commerciaux de l'Union européenne. 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 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 ne peuvent être comparées à celles de l'édition précédente, en raison de 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 afin qu'elle soit le plus exhaustive possible. Il est donc logique que les chiffres de l'investissement 2017 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 et d'autres sources, 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.

Les indices boursiers "énergies renouvelables" ont ensuite été élaborés en prenant en compte les principales sociétés européennes actives dans les grands secteurs des énergies renouvelables. Ces indices reflètent la performance des sociétés actives dans les technologies renouvelables, c'est-à-dire les sociétés qui développent ou produisent les composants nécessaires au fonctionnement des installations d'énergie renouvelable. 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 sont également 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 concerne les projets d'une puissance supérieure à 1 MW, dans les secteurs de l'éolien, du solaire photovoltaïque, de l'héliothermodynamique, de la biomasse solide, du biogaz et de la valorisation énergétique des déchets, ainsi que des projets d'une capacité supérieure à un million de litres par an dans le secteur des biocarburants. En outre, les données sont basées sur des contrats fermes, et les indicateurs d'investissement présentés ici concernent toutes les opérations conclues en 2017 et 2018. 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 aussi bien être mise en service au cours de l'année considérée que les années suivantes. Outre les investissements dans les capacités de production des différents États-membres, les dépenses d'investissement par mégawatt 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 financements d'actifs : le financement sur bilan, le financement de projet sans recours (non-recourse financing) et le 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 pro-

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

ÉOLIEN

Après une baisse notable en 2017, les investissements dans l'éolien ont légèrement augmenté en 2018 (4,5 %), passant de 23,3 milliards d'euros à 24,3 milliards d'euros. La puissance additionnelle associée a progressé plus fortement (11,2 %), passant de 13,1 GW à près de 14,6 GW. Cela indique une baisse des coûts d'investissement dans le secteur éolien entre les deux années. Ceci est analysé plus en détail ci-dessous, à la fois pour les investissements éoliens terrestres et offshore. Contrairement aux volumes d'investissement, le nombre de projets éoliens a baissé (de 654 en 2017 à seulement 405 en 2018).

Le mode de financement a fortement changé entre les deux années. En 2017, le financement sur bilan était prédominant dans l'éolien : 73 % de tous les investissements ont été financés de cette manière, tandis que 23 % ont bénéficié du financement de projet sans recours et 4 % d'autres instruments de financement comme les obligations. En 2018, le financement de projet a considérablement gagné en importance, puisqu'il a concerné plus de la moitié (57 %) de tous les investissements dans l'éolien au sein de l'UE. La part du financement sur bilan a chuté à 35 %. La part des autres instruments de financement a augmenté, passant de 4 % à près de 8 %. Ces instruments jouent encore un rôle mineur dans le secteur éolien, mais

ils semblent gagner en importance. 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 57 % (2018) et 23 % (2017) de l'investissement, il ne représente, en nombre, que 15,8 % (2018) et 9,5 % (2017) de tous les projets.

HAUSSE DES INVESTISSEMENTS DUE À L'ÉOLIEN OFFSHORE

La hausse des investissements est principalement attribuable à l'éolien offshore. Dans l'éolien terrestre, ils sont restés quasiment au même niveau, avec 14,7 milliards d'euros en 2017 et 14,2 milliards en 2018. En revanche, les investissements offshore ont progressé de 17 % (de 8,67 milliards d'euros en 2017 à 10,1 milliards en 2018). Mais, contrairement aux années précédentes, ils ne représentaient pas la majeure partie de l'investissement global dans l'éolien. La part de l'offshore était de 42 % en 2018 et de 37 % en 2017. Comme les années précédentes, les projets éoliens offshore affichent, sans surprise, des montants moyens bien supérieurs à ceux des projets terrestres. Leur taille moyenne est cependant passée de 1,44 milliard d'euros en 2017 à 922 millions d'euros en 2018.

En revanche, la taille moyenne des projets terrestres a augmenté pendant la même période, passant de 23 millions à 36 millions d'euros.

La puissance additionnelle associée aux investissements offshore a progressé beaucoup plus que les volumes d'investissement, passant de 2,5 GW en 2017 à près de 4 GW en 2018. Cela révèle une forte baisse des coûts d'investissement dans ce secteur. En 2017, les dépenses moyennes par MW de capacité offshore s'élevaient à 3,5 millions d'euros, contre seulement 2,5 millions d'euros en 2018. Pour l'éolien terrestre, les coûts d'investissement sont bien inférieurs, comme on peut s'y attendre. Ils ont légèrement diminué, passant de 1,37 million d'euros en 2017 à 1,34 million en 2018.

LE ROYAUME-UNI CONSERVE LA PREMIÈRE PLACE, L'INVESTISSEMENT CHUTE EN ALLEMAGNE

Le Royaume-Uni est l'acteur majeur, en termes de nouveaux investissements, au cours des deux années. En 2018, ses investissements totalisaient 5,8 milliards d'euros, ce qui représente une hausse par rapport au montant déjà très élevé de 2017 (5 milliards). Cela signifie que plus de 20 % de tous les investissements européens dans l'éolien ont été réalisés au Royaume-Uni (soit 22 % en



1

État des lieux du financement d'actifs éoliens (sur terre et en mer) dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
Royaume-Uni	5 045,87	23	1 908,3	5 817,75	19	2 163,6
Suède	1 652,24	15	1 358,3	3 416,57	26	2 748,3
Espagne	299,94	12	231,8	2 584,73	36	2 078,16
France	2 573,39	107	1 847,65	2 490,81	102	1 774
Belgique	330,80	28	241,1	2 168,54	29	914,7
Pays-Bas	518,52	9	368,55	1 895,79	17	1 063,6
Allemagne	9 949,77	353	5 087,56	1 663,42	99	1 116,85
Danemark	559,48	25	426,5	1 314,41	3	643,1
Italie	360,72	15	253,1	819,03	16	588,5
Grèce	897,82	23	588,25	541,53	24	390,3
Irlande	557,48	18	369,1	529,06	10	288,9
Finlande	142,62	9	103,95	332,32	9	282,5
Portugal	57,35	6	41,8	264,24	5	141,7
Autriche	212,79	7	170	233,59	7	153,9
Croatie	134,57	3	107,9	172,33	1	156
Pologne	0,00	0	0	125,18	1	88
Luxembourg	0,00	0	0	4,27	1	3
République Tchèque	35,67	1	26			
Total UE 28	23 329,03	654	13 129,86	24 373,57	405	14 595,11

Source : EurObserv'ER

2

Part des différents types de financement d'actifs éoliens (sur terre + en mer) dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	72,97 %	89,91 %	35,13 %	81,98 %
Financement de projet	23,24 %	9,48 %	57,32 %	15,80 %
Obligations/ Autres	3,79 %	0,61 %	7,56 %	2,22 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

2017, et 24 % en 2018). Au cours des deux années, les montants investis au Royaume-Uni étaient presque entièrement attribuables à de très gros investissements offshore. Après avoir figuré longtemps dans le peloton de tête, l'Allemagne a enregistré une chute de ses investissements dans l'éolien. En 2018, ceux-ci totalisaient 1,66 milliard d'euros, ce qui plaçait le pays au septième rang des membres de l'Union. Bien que ce montant soit relativement faible, il faut cependant tenir compte du fait que l'Allemagne avait enregistré les investissements les plus élevés en 2017 dans l'Union européenne, avec près de 10 milliards d'euros. Cela ne doit donc pas être interprété comme un recul, mais plutôt comme une exception après une année très élevée.

SUÈDE ET ESPAGNE DANS LE TOP 3, INVESTISSEMENTS ÉLEVÉS EN FRANCE

Après une évolution remarquable en 2017, les investissements suédois ont encore progressé, pour atteindre 3,4 milliards d'euros en 2018. Ainsi, la Suède a plus que doublé ses investissements entre les deux années et se classe au deuxième rang des pays de l'Union, en 2018. Une croissance encore plus forte a été observée en Espagne. Après quelques années plutôt atones, les investissements se sont élevés à près de 2,6 milliards d'euros en 2018. Cela représente une forte hausse par rapport aux 300 millions d'euros de 2017 et permet à l'Espagne de se classer au troisième rang de l'Union. Dans ces deux États-membres, les investissements ont ciblé presque

entièrement le secteur de l'éolien terrestre, ce qui rend ces montants encore plus remarquables.

En France, les investissements dans l'éolien sont restés à un niveau très élevé, soit 2,57 milliards d'euros en 2017 et 2,49 milliards en 2018. Le nombre de projets est resté également stable. Cette tendance constante place la France en quatrième position en 2018.

AUTRES RÉUSSITES DANS DE PLUS PETITS ÉTATS-MEMBRES

La Belgique, les Pays-Bas et le Danemark ont également enregistré une très forte hausse de leurs investissements dans l'éolien. Tous les trois ont en commun des montants élevés en 2018, principalement dus à de grandes installations offshore. Cette année-là, près de 2,2 milliards d'euros ont été investis dans la capacité éolienne en Belgique, 1,9 milliard aux Pays-Bas et 1,3 milliard au Danemark. Les investissements 2017 étaient bien inférieurs (entre 331 et 560 millions d'euros). Outre ces trois pays, l'Italie a également affiché une évolution très positive, les investissements ayant plus que doublé (de 362 millions d'euros à 819 millions d'euros). Le nombre de projets éoliens est resté quasiment le même, la hausse des investissements étant due à l'augmentation de la taille des projets.

La Finlande et le Portugal affichent aussi de belles réussites. En Finlande, le financement d'actifs dans le secteur éolien a plus que doublé, pour atteindre 332 millions

3

État des lieux du financement d'actifs éoliens en mer dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
Royaume-Uni	4 273,89	1	1 386	5 373,26	4	1 905,2
Belgique				1 876,26	2	705,5
Pays-Bas				1 409,05	1	731,5
Danemark				1 259,93	1	604,8
Portugal				121,87	1	25,2
Allemagne	4 389,96	4	1 069,4	98,58	1	16,8
Suède				10,16	1	3
France	5,05	1	1,2			
Total UE	8 668,89	6	2 456,6	10 149,11	11	3 992

Source : EurObserv'ER

4

Part des différents types de financement d'actifs éoliens en mer dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	74,30 %	66,67 %	9,94 %	27,27 %
Financement de projet	25,70 %	33,33 %	83,89 %	63,64 %
Obligations/ Autres	0,00 %	0,00 %	6,17 %	9,09 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

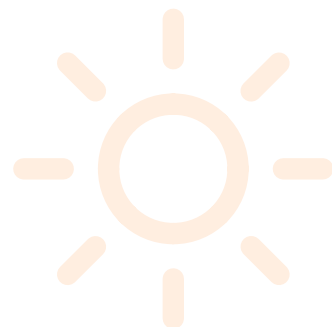
d'euros en 2018. Quant au Portugal, ses investissements se sont élevés à 264 millions d'euros, contre seulement 57 millions d'euros l'année précédente. Enfin, les montants sont restés relativement stables en Irlande, en Autriche et en Croatie. L'Irlande a enregistré les montants les plus élevés parmi ces trois pays, avec 529 millions d'euros. L'Autriche a investi 234 millions d'euros dans de nouvelles capacités éoliennes, suivie de la Croatie, avec 172 millions d'euros. Après des volumes très élevés en 2017 (près de 900 millions d'euros), la Grèce a connu une baisse de ses investissements en 2018, avec 542 millions d'euros. ■

PHOTOVOLTAÏQUE

Lors de l'analyse des investissements dans l'énergie solaire photovoltaïque, il convient de noter deux points importants. Tout d'abord, 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 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.

LES INVESTISSEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES ONT DOUBLÉ EN 2018

Après une baisse continue ces dernières années puis une stabilisation en 2017, les investissements dans le photovoltaïque ont fortement augmenté en 2018. L'investissement dans les installations à grande échelle (> 1 MW) a doublé, passant de 2,35 milliards d'euros en 2017 à 4,76 milliards en 2018. Le nombre de projets a, quant à lui, diminué, passant de 286 en 2017 à 254 en 2018. Cela révèle une augmentation considérable de la taille moyenne des projets entre les deux années. Un projet moyen s'élevait à 8,22 millions d'euros en 2017 contre 18,76 millions d'euros en 2018.



Suivant la même tendance que le financement d'actifs, la puissance additionnelle associée à ces nouveaux investissements a progressé encore plus fortement entre les deux années, passant de 2,22 GW à près de 6 GW. Cela révèle une forte baisse des coûts d'investissement du photovoltaïque sur la même période. En 2017, les dépenses d'investissement par MW de capacité photovoltaïque s'élevaient en moyenne à 1,06 million d'euros, contre 0,8 million d'euros en 2018, Compte tenu de l'augmentation significative de la taille moyenne des projets, cela pourrait indiquer que les grandes installations photovoltaïques sont plus rentables en termes de coûts d'investissement.

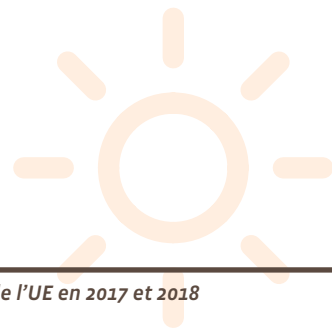


1

État des lieux du financement d'actifs photovoltaïques dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	Financement d'actifs – nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets	Capacité (en MW)	Financement d'actifs – nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets	Capacité (en MW)
Espagne	77,46	7	71,6	2 636,75	42	3 464,4
Pays-Bas	287,67	30	269,75	462,78	30	576,4
France	846,92	103	785,37	422,08	56	473,8
Hongrie	14,35	6	13,4	373,83	25	371,5
Italie	20,14	3	18,8	209,23	15	265,7
Allemagne	360,99	59	337,01	148,83	45	189
Pologne	43,91	2	41	129,37	7	174,3
Danemark	68,15	3	64,7	113,40	3	144
Portugal	206,27	1	218,8	90,13	4	107,1
Belgique	0,00	0	0	85,21	5	108,2
Royaume-Uni	375,71	62	350	64,81	16	82,3
Grèce	11,15	4	11,2	11,02	2	14
Irlande	15,21	1	14,2	7,27	1	5
Suède	1,61	1	1,5	5,50	2	6,99
Estonie	0,00	0	0	3,62	1	4,6
Finlande	18,00	3	16,8			
Autriche	3,43	1	3,2			
Total UE	2 350,97	286	2 217,33	4 763,83	254	5 987,29

Source : EurObserv'ER



2

Investissement dans les installations photovoltaïques pour l'ensemble de l'UE en 2017 et 2018 (commercial et résidentiel)

	2017		2018	
	Investissement (en M€)	Puissance (en MW)	Investissement (en M€)	Puissance (en MW)
Total UE	4 071,88	3 289	6 181,20	5 599

Source : EurObserv'ER



Quant au mode de financement des installations photovoltaïques, le financement de projet a gagné en importance. Cependant, au cours des deux années, la majorité des centrales photovoltaïques a eu recours au financement sur bilan. Entre 2017 et 2018, la part de ce type de financement a largement diminué (de 79 % à 57 %), tandis que la part du financement de projet sans recours est passée de presque 21 % à 43 %. Les obligations ou autres mécanismes de financement ont joué un rôle négligeable (moins de 1 % de l'ensemble des investissements en 2017 et aucun en 2018).

Contrairement aux années précédentes, les investissements dans les systèmes à petite échelle ne devançant plus les investissements à grande échelle, car ces derniers ont connu une très forte croissance. Les investissements de petite taille ont augmenté, eux aussi, de façon notable : alors qu'ils totalisaient près de 4,1 milliards d'euros en 2017, ils ont atteint 6,2 milliards d'euros en 2018, ce qui correspond à une hausse de

3

Part des différents types de financement d'actifs photovoltaïques dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs - nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs - nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	78,66 %	80,77 %	57,13 %	66,93 %
Financement de projet	21,09 %	18,88 %	42,87 %	33,07 %
Obligations/ Autres	0,25 %	0,35 %	0,00 %	0,00 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

52 %. La puissance additionnelle a augmenté encore plus fortement entre 2017 et 2018, passant de 3,3 GW à près de 5,6 GW, ce qui révèle une baisse considérable des dépenses d'investissement par MW (- 11 %).

ÉVOLUTION NOTABLE DES INVESTISSEMENTS NATIONAUX ENTRE 2017 ET 2018

La répartition des investissements photovoltaïques dans les États membres de l'UE a considérablement évolué entre les deux dernières années. C'est sans conteste l'Espagne qui a enregistré les investissements les plus importants dans le photovoltaïque à grande échelle en 2018, avec 2,6 milliards d'euros investis. Ce montant est très élevé par

rapport aux 77 millions d'euros de l'année précédente. Cela signifie que plus de 55 % des investissements photovoltaïques de l'UE ont été réalisés en Espagne en 2018. Les acteurs majeurs qu'étaient la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont subi des baisses assez importantes. En France, les investissements photovoltaïques sont passés de 847 millions d'euros en 2017 à 422 millions en 2018, plaçant le pays au troisième rang de l'Union. Les investissements allemands ont baissé de plus de moitié (149 millions d'euros en 2018). Au Royaume-Uni, seuls 65 millions d'euros ont été investis en 2018, contre 376 millions d'euros l'année précédente. Le Portugal a également connu un recul de ses investissements (de 206 millions d'euros à 90 millions d'euros).

Cependant, la plupart des autres États-membres affichent des tendances plutôt positives. Après une forte hausse de leurs investissements photovoltaïques (de 288 millions d'euros à 463 millions d'euros), les Pays-Bas se classent au deuxième rang des pays de l'Union. La Hongrie et l'Italie ont également connu une très forte progression. En 2018, leurs investissements se sont respectivement élevés à 374 millions d'euros et 209 millions d'euros.

En Pologne, les investissements ont plus que triplé, avec près de 130 millions d'euros en 2018. Le Danemark a enregistré une progression un peu plus faible, ses volumes d'investissement passant de 68 millions d'euros en 2017 à 113 millions en 2018. Bien qu'aucun nouvel investissement n'ait été enregistré en Belgique en 2017, ceux réalisés en 2018 se sont élevés à 85 millions d'euros. Enfin, quatre États-membres ont enregistré de faibles investissements en 2018, à savoir la Grèce, l'Irlande, la Suède et l'Estonie. ■

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

FAIBLES INVESTISSEMENTS DANS LE BIOGAZ EN 2018

Le financement d'actifs dans le secteur du biogaz (incluant les centrales électriques au biogaz ainsi que les unités de production de biogaz) a fortement chuté. Un montant de 80 millions d'euros a été investi au total en 2017, contre seulement 8,4 millions d'euros en 2018. Les investissements relativement élevés de 2017 concernent la



production de biogaz. Cette année-là, un projet de 75 millions d'euros a été réalisé au Danemark. La puissance associée à cette unité de production est de 3 139 m³/h. En 2018, on comptabilise aussi un investissement dans la production de biogaz en France, mais il s'agit d'une installation beaucoup plus petite, d'une capacité de 200 m³/h et d'une valeur de 4,6 millions d'euros.

Les investissements dans les centrales électriques au biogaz sont restés relativement stables entre les deux années. En 2017, 4,9 millions d'euros ont été investis dans une centrale biogaz au Royaume-Uni et, en 2018, 4,5 millions d'euros ont été investis aux Pays-Bas. En revanche, la puissance additionnelle associée à ces investissements



1

État des lieux du financement d'actifs biogaz dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
Pays-Bas	0,00	0	0	3,84	1	5
Royaume-Uni	4,94	1	2			
Total UE	4,94	1	2	3,84	1	5,0

Source : EurObserv'ER

2

État des lieux du financement d'actifs biométhane dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
France	0,00	0	0	4,57	1	200
Danemark	75,03	1	3 139,27			
Total UE	75,03	1	3 139,27	4,57	1	200

Source : EurObserv'ER

est passée de 2 MW en 2017 à 4 MW en 2018. Cela montre que les coûts d'investissement des centrales au biogaz semblent avoir baissé entre les deux années. Cette évolution des coûts par mégawatt de capacité biogaz ne doit cependant pas être interprétée comme une tendance générale, car seuls deux investissements ont été observés en 2017 et 2018.

Le mode de financement des centrales au biogaz a évolué entre les deux années. Les investissements de 2017 relevaient du financement sur bilan, alors qu'en 2018, c'est le financement de projet qui a été utilisé. Au cours des deux années, les installations de production de biogaz ont recouru au financement sur bilan ■



DÉCHETS

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.

HAUSSE DES INVESTISSEMENTS

Dans l'ensemble, les investissements de l'UE dans le secteur de la valorisation énergétique des déchets ont considérablement

1

État des lieux du financement d'actifs dans le secteur des déchets dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
Royaume-Uni	8,15	1	3,3	481,45	5	83
Finlande	0,00	0	0	387,43	1	164
Espagne	96,95	1	46	134,07	1	50
France	25,78	1	22	96,86	1	41
Lituanie	155,91	1	24			
Total UE	286,78	4	95,3	1 099,81	8	338,0

Source : EurObserv'ER

2

Part des différents types de financement d'actifs dans le secteur des déchets dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	66,20 %	75,00 %	67,67 %	75,00 %
Financement de projet	33,80 %	25,00 %	32,33 %	25,00 %
Obligations/ Autres	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

augmenté entre 2017 et 2018. En 2018, près de 1,1 milliard d'euros ont été investis dans des installations de valorisation, contre seulement 287 millions l'année précédente. Ainsi, ces investissements retrouvent le même niveau qu'en 2016. Le nombre de projets achevés a doublé, passant de 4 projets en 2017 à 8 projets en 2018. Le montant moyen des projets a donc augmenté de façon notable entre les deux années (de 71 millions d'euros à 137 millions d'euros).

La puissance additionnelle a augmenté au même rythme que les volumes investis (338 MW en 2018, contre seulement 95 MW en 2017). Par conséquent, les dépenses d'investissement par MW ont légèrement augmenté, passant de 3 millions d'euros en 2017 à 3,25 millions d'euros en 2018. Cette évolution des coûts doit cependant être interprétée avec prudence, en raison du faible nombre d'observations, notamment en 2017.

Le mode de financement des projets de valorisation énergétique des déchets est resté quasiment le même. Au cours de ces deux années, près des deux tiers des investissements ont eu recours au financement sur bilan, tandis que le tiers restant a bénéficié du financement de projet. Chacune des deux années, la taille des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne plus importante que

celle des investissements couverts par le financement sur bilan, observation typique au sein des filières renouvelables.

LE ROYAUME-UNI RETROUVE LA PREMIÈRE PLACE

Pendant de nombreuses années, le Royaume-Uni arrivait en tête concernant les investissements dans la valorisation énergétique des déchets. Après une année très basse (8 millions d'euros en 2017), le pays a de nouveau enregistré des investissements très élevés en 2018. Au total, 481 millions d'euros ont été investis dans cinq unités de valorisation énergétique des déchets, ce qui fait du Royaume-Uni non seulement le premier acteur du secteur, mais aussi le seul État-membre recensant plus d'un investissement dans l'année.

La Finlande arrive en seconde position, avec un important investissement de 387 millions d'euros en 2018.

Outre le Royaume-Uni, l'Espagne et la France sont les seuls États-membres à avoir enregistré des investissements au cours des deux années. En Espagne, les investissements sont passés de 97 millions d'euros en 2017 à 134 millions d'euros en 2018. Les investissements français ont également augmenté entre les deux années, passant de 26 millions à 97 millions d'euros. Enfin, la Lituanie n'a enregistré des investissements qu'en 2017. Cependant, il s'agissait du montant le plus élevé parmi les pays de l'UE (156 millions d'euros). ■

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. Celles-ci comprennent quatre types d'investissements géothermiques : (i) l'énergie géothermique conventionnelle, (ii) le chauffage urbain, (iii) la cogénération et (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 recours également à cette source d'énergie, mais dans une moindre mesure.

CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS GÉOTHERMIQUES AU SEIN DE L'UE

Pour la seconde année consécutive, les investissements dans la capacité géothermique ont augmenté au sein de l'UE. En 2017, 133 millions d'euros ont été investis dans ce secteur. Les investissements ont plus que doublé en 2018, avec 297 millions d'euros. Le nombre de nouveaux projets a progressé à un rythme plus modéré, passant de 4 à 5. Cela montre que la taille moyenne

des projets a augmenté entre les deux années (de 33,3 millions d'euros par unité géothermique en 2017 à 59,4 millions d'euros en 2018). La puissance additionnelle a augmenté plus lentement, passant de 66 MW à 112 MW. Ainsi, les coûts d'investissements moyens par MW ont légèrement augmenté, passant de 2,02 millions d'euros par MW en 2017 à 2,65 millions d'euros en 2018. Cette évolution des coûts doit cependant être interprétée avec prudence, en raison du faible nombre d'observations.

Le mode de financement des projets géothermiques a sensiblement changé entre les deux années. En 2017, toutes les unités géother-

1

État des lieux du financement d'actifs dans la géothermie dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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	0,00	0	0	174,90	2	53,4
Royaume-Uni	0,00	0	0	46,38	1	10
Croatie	0,00	0	0	37,99	1	16,5
Pays-Bas	127,76	3	63	37,92	1	32
Hongrie	5,48	1	2,7			
Total UE	133,24	4	65,7	297,19	5	112

Source : EurObserv'ER



2

Part des différents types de financement d'actifs dans la géothermie dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs – nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets	Financement d'actifs – nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets
Financement sur bilan	0,00 %	0,00 %	71,63 %	60,00 %
Financement de projet	100,00 %	100,00 %	28,37 %	40,00 %
Obligations/ Autres	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

miques ont eu recours au financement de projet. La situation a complètement changé en 2018, où seuls 28 % des investissements ont utilisé le financement de projet et 72 % le financement sur bilan. Ces deux années, les obligations et autres instruments financiers n'ont joué aucun rôle dans les investissements liés à la géothermie.

INVESTISSEMENTS ÉLEVÉS AUX PAYS-BAS ET EN ALLEMAGNE

En 2018, les investissements les plus importants ont été réalisés en Allemagne, où deux centrales géothermiques ont été financées pour un montant de 175 millions d'euros. Trois autres États-membres ont enregistré des investissements dans la géothermie cette année-là, le Royaume-Uni, la Croatie et les Pays-Bas. Ces deux derniers ont totalisé des montants presque identiques (près de 38 millions d'euros), alors que 46 millions d'euros ont été investis au Royaume-Uni. Les Pays-Bas sont le seul État-membre à avoir enregistré des investissements au cours des deux années. Le pays s'est classé en première position en 2017, avec 128 millions d'euros investis au total dans trois unités géothermiques. Le seul autre pays ayant réalisé des investissements en 2017 est la Hongrie, avec un projet relativement modeste de 5,5 millions d'euros. ■

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 comportent 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 également 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.

CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS DANS LA BIOMASSE

Après une forte baisse en 2017, les investissements dans les centrales biomasse ont de nouveau augmenté



en 2018. Cette année-là, ils se sont élevés à 902 millions d'euros, contre 638 millions en 2017, ce qui correspond à une augmentation de 41 %. La puissance additionnelle associée à ces investissements a augmenté à un rythme sensiblement plus élevé. Elle est en effet passée de 204 MW en 2017 à 702 MW l'année suivante. Cette forte hausse s'explique principalement par la conversion d'une très grande centrale à charbon au Royaume-Uni. Dans de tels cas, les dépenses d'investissement par MW sont généralement beaucoup plus faibles que pour une centrale



1

État des lieux du financement d'actifs dans la biomasse solide dans les pays membres de l'UE en 2017 et 2018

	2017			2018		
	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)
Royaume-Uni	86,69	2	35,1	775,24	3	649,5
Espagne	0,00	0	0	64,01	1	46
Finlande	91,21	1	30,7	62,98	1	6,7
Danemark	163,26	1	25			
Italie	121,28	1	30			
Portugal	104,82	1	30			
France	43,44	1	42,5			
Croatie	24,80	1	5			
Suède	2,57	1	6			
Total UE	638,06	9	204,3	902,23	5	702,20

Source : EurObserv'ER

biomasse nouvellement construite. C'est également ce qui explique la plus grande taille des projets en 2018, avec une moyenne de 180 millions d'euros par centrale biomasse (contre 71 millions d'euros l'année précédente). Lorsqu'on souhaite comparer les coûts d'investissement, il est particulièrement conseillé d'exclure les centrales en conversion. Du côté des centrales nouvellement construites, les coûts d'investissement ont fortement baissé, passant de 3,12 millions d'euros en 2017 à 2,41 millions d'euros en 2018, ce qui représente une baisse de 23 %.

Le mode de financement des centrales biomasse n'a pas changé énormément entre les deux années. Presque tous les projets ont bénéficié du financement sur bilan, soit 84 % en 2017 et 93 % en 2018, le reste relevant du financement de projet. En 2017, la taille des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne plus importante que celle des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène typique dans le secteur des énergies renouvelables. Aucune unité biomasse n'a recouru à d'autres instruments de

financement, tels que les obligations par exemple.

UNE SITUATION HÉTÉROGÈNE AU SEIN DE L'UE

Dans l'ensemble, la situation est assez contrastée entre 2017 et 2018, car seuls deux États-membres (la Finlande et le Royaume-Uni) ont investi au cours des deux années. En 2018, les investissements les plus élevés dans la capacité biomasse ont été observés au Royaume-Uni. Au total, 775 millions d'euros y ont été

2

Part des différents types de financement d'actifs dans la biomasse solide dans l'UE en 2017 et 2018

	2017		2018	
	Financement d'actifs - nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets	Financement d'actifs - nouvelles installations (en M€)	Nombre de projets
Financement sur bilan	83,57 %	88,89 %	92,91 %	80,00 %
Financement de projet	16,43 %	11,11 %	7,09 %	20,00 %
Obligations/ Autres	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER

investis cette année-là. Ces investissements représentent une forte hausse par rapport à l'année précédente (87 millions d'euros). La puissance associée est particulièrement importante, avec 650 MW, puisque cela comprend l'ancienne centrale au charbon reconvertie. Outre le Royaume-Uni, l'Espagne et la Finlande sont les seuls États-membres à avoir bouclé le financement de centrales biomasse en 2018, avec un investissement d'un montant de 64 millions d'euros pour l'Espagne et de 63 millions d'euros pour la Finlande. Contrairement à l'Espagne, la Finlande a également enregistré un investissement dans la biomasse en 2017 (91 millions d'euros).

Outre le Royaume-Uni et la Finlande, six États-membres ont enregistré un investissement en 2017. Le plus élevé a été observé au Danemark (163 millions d'euros). L'Italie et le Portugal arrivent en deuxième et troisième positions, avec des montants respectifs de 121 millions d'euros et 105 millions d'euros. Enfin, la France, la Croatie et la Suède ont enregistré des investissements relativement plus faibles en 2017. ■



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 en fonction des technologies et des 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 2 % dans l'Union européenne entre 2017 et 2018, passant de 1,37 million à 1,34 million d'euros. Cependant, elles ont chuté encore plus fortement dans les pays extracommunautaires analysés (près de 11 % en moyenne). En 2017, les dépenses de l'Union européenne étaient sensiblement moindres que celles de ses principaux partenaires commerciaux, ces dernières s'élevant à 1,47 million d'euros/MW. En 2018, les dépenses extracommunautaires ont chuté à 1,31 million d'euros, passant légèrement en dessous des valeurs de l'UE. On constate cependant une situation assez hétérogène au sein des pays tiers. Certains, comme le Japon, présentent des coûts d'investissement beaucoup plus élevés dans l'éolien terrestre, tandis qu'en Chine, les dépenses moyennes



1

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

	2017	2018
Canada	1,79	1,16
Chine	1,20	1,22
Inde	1,33	1,39
Japon	1,78	1,48
Norvège	1,37	1,30
Fédération de Russie	1,57	1,42
Turquie	1,37	1,19
États-Unis	1,34	1,33
Union européenne	1,37	1,34

Source : EurObserv'ER

2

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

	2017	2018
Chine	2,57	2,44
Japon		3,39
Norvège		4,88
Union européenne	3,53	2,54

Source : EurObserv'ER

d'investissements sont inférieures à celles de l'Union européenne. Les États-Unis présentent des coûts très similaires à ceux de l'UE.

Dans le secteur offshore, la Chine enregistre des dépenses d'investissement en baisse (de 2,57 millions d'euros à 2,44 millions d'euros). C'est le seul pays extracommunautaire à avoir comptabilisé plus d'un investissement chacune des deux années. Dans l'Union européenne, les coûts d'investissement dans l'éolien offshore semblaient beaucoup plus élevés en 2017. En 2018, ils ont toutefois baissé à 2,54 millions d'euros, ce qui est légèrement supérieur aux coûts chinois.

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 chuté de près de 25 %. Les dépenses d'investissement par MW sont en effet passées de 1,06 million d'euros en 2017 à seulement 0,80 million d'euros en 2018. 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 0,94 million d'euros. Ainsi, les coûts d'investissement européens dans le photovoltaïque sont inférieurs, ces deux années, à ceux des pays non européens analysés, et l'avantage s'est même accru pour l'UE en 2018. En analysant les pays individuellement, on constate que l'Inde

3

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

	2017	2018
Canada	1,11	0,81
Chine	1,08	0,85
Inde	0,93	0,74
Japon	1,48	1,02
Fédération de Russie	1,39	1,04
Turquie	1,07	1,25
États-Unis	1,13	0,83
Union européenne	1,06	0,80

Source : EurObserv'ER

4

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

	2017	2018
Chine	1,39	2,45
Japon	2,54	2,36
Turquie	2,47	2,41
États-Unis	3,12	2,41
Union européenne	3,12	2,41

Source : EurObserv'ER

présente des coûts d'investissement particulièrement bas pour le photovoltaïque.

Dans le secteur européen de la biomasse, les dépenses d'investissement par MW sont passées de 3,12 millions d'euros en 2017 à 2,41 millions en 2018. En 2017, ces coûts demeuraient supérieurs à ceux des pays tiers analysés, ces derniers s'élevant à 2,13 millions

d'euros. Cette situation est principalement due à la Chine, dont les coûts d'investissement par MW de capacité biomasse étaient nettement inférieurs à 2 millions d'euros. Contrairement à l'Union européenne, les partenaires commerciaux ont vu leurs coûts augmenter, pour arriver presque au même niveau que celle-ci en 2018, à 2,4 millions d'euros par MW.



Globalement, dans les deux filières bénéficiant des investissements les plus élevés au sein de l'UE, à savoir l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement par MW semblent

être inférieurs en 2018 aux coûts moyens des pays extracommunautaires analysés. Pour la biomasse, les dépenses d'investissement par MW semblent être supérieures dans l'Union européenne en 2017,

mais arrivent à un niveau similaire à celui des pays tiers en 2018. Dans tous les secteurs analysés, les dépenses d'investissement ont diminué entre 2017 et 2018 au sein de l'UE. ■

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 l'octroi 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 2017 ou 2018. 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 de financement slovaque pour l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable (Slovseff III) en est un bon exemple, puisqu'il cible également les investissements dans l'efficacité énergétique, tant dans le secteur résidentiel qu'industriel.

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 national pour la protection de l'environnement et la gestion de l'eau (NFEPWM). 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 – Polish Sustainable Energy Financing Facility) 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 publics présentés ici diffèrent en ce qui concerne les instruments de financement utilisés, ainsi que les montants financés et les types de bénéficiaires finaux. La plupart des programmes et des fonds offrent des financements concessionnels. Dans certains cas, des garanties d'emprunt sont également proposées. Le programme danois relevant de la loi sur la promotion des énergies renouvelables en est une illustration : l'entreprise d'État Energinet.dk peut offrir des garanties aux associations de propriétaires d'éoliennes ou à d'autres groupes d'initiative locale pour l'installation de parcs éoliens.

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'investisseur 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 Slovseff de la Berd, qui propose des prêts aux PME pour investir dans les énergies renouvelables et dans l'efficacité énergétique du secteur résidentiel et industriel. Le mécanisme Slovseff III n'offre toutefois pas de prêts directs 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. Par exemple, le Programme énergies renouvelables de la KfW accorde des prêts qui peuvent aller jusqu'à 50 millions d'euros. Par contre, le programme polonais Prosumer cible les micro-installations comme 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. À côté de ces programmes ciblant l'investissement dans les capacités de production d'énergies renouvelables, il existe également des instruments dédiés au financement de l'innovation, comme les prêts aux start-up de l'énergie, proposés par l'Agence suédoise de l'énergie.

Il est possible que l'engagement du secteur public dans le financement des projets d'énergie renouvelable, au sein de l'Union européenne, s'atténue au cours des prochaines années, comme cela s'est déjà produit pour d'autres mécanismes de soutien. 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	Brève 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
Fondo Kyoto	Cassa depositi e prestiti (CDP)	2007	Italie	Biogaz, biomasse, géothermie, solaire thermique	Prêts concessionnels en faveur d'investissements EnR
The Lithuanian Environmental Investment Fund (LEIF)	The Lithuanian 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

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. Par ailleurs, 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 dans le but 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 ce type de fonds 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. Il convient toutefois d'interpréter les chiffres avec prudence, car la quantité d'observations dans ce domaine est relativement restreinte et les données lacunaires pourraient avoir un effet dilutif sur les résultats.

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 et chaque année.

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 2017, la valeur des sociétés a été pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires de 2016, alors qu'en 2018, ce sont les chiffres d'affaires de 2017 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 et, si nécessaire, remplacées par d'autres.

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



Entre 2017 et 2018, l'investissement total en capital-risque et capital-investissement dans les sociétés d'énergie renouvelable a progressé d'environ 49 %. En 2018, il s'élevait dans l'UE à 2,4 milliards d'euros, contre 1,6 milliard en 2017. Ainsi, la progression de ce type d'investissements dans le secteur des renouvelables est supérieure à la tendance globale observée au sein de l'UE. Selon les chiffres d'Invest Europe, l'investissement global en capital-risque et capital-investissement dans l'ensemble de l'Union européenne (tous secteurs confondus) a progressé d'environ 7 %.

RÉPARTITION SELON LES DIFFÉRENTES PHASES D'INVESTISSEMENT

Dans le cadre de cette analyse, les investissements globaux en capital-risque et capital-investissement dans l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables de l'Union européenne sont répartis selon quatre phases : (i) capital-risque d'amorçage ; (ii) capital-risque pour la phase de croissance ; (iii) capital développement ; (iv) capital transmission. 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 capacités de production initiales et les activités commerciales. Le capital-investissement est généralement 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 installations de production. Enfin, le capital-transmission concerne

l'investissement visant à racheter une société d'énergie renouvelable (ou une part majoritaire de celle-ci) et implique généralement des financements élevés, contrairement à d'autres opérations, notamment de capital-risque.

Cette analyse montre que les volumes les plus importants sont associés aux opérations de transmission ou d'essaimage. Cela n'est pas propre au secteur des énergies renouvelables, mais peut s'observer dans tous les secteurs d'activité. La part du capital-transmission dans le total des investissements en capital-risque et capital-investissement (secteurs des EnR) est presque identique les deux années, avec 86 % en 2017 et 87 % en 2018. Un modèle similaire peut être observé pour les investissements globaux en capital-

risque et capital-investissement (tous secteurs confondus), selon Invest Europe, où la part du capital-transmission représente 71 % en 2017 et 73 % en 2018. Cette forte progression des investissements dans les EnR est principalement due à une hausse substantielle du volume du capital-transmission, qui est passé de 1,4 milliard d'euros à près de 2,1 milliards d'euros. Les investissements en capital-développement ont augmenté encore plus fortement entre les deux années, passant de 21 millions d'euros à 321 millions d'euros. Globalement, cela montre qu'un bien plus grand nombre de jeunes sociétés européennes du secteur des EnR ont survécu à la difficile phase de démarrage, et tentent de pénétrer pleinement le marché.

Contrairement à la forte progression du capital-investissement, le capital-risque a diminué de façon notable entre les deux années. En 2018, seuls 11 millions d'euros ont été investis, contre 188 millions d'euros l'année précédente. Le nombre d'opérations de capital-risque a lui aussi chuté, passant de 23 en 2017 à 3 en 2018. La baisse est particulièrement impressionnante pour le capital-risque destiné à la phase de croissance, qui est passé de 141 millions d'euros à seulement 0,25 million d'euros. Le capital d'amorçage n'a totalisé que 10 millions d'euros en 2018, contre 47 millions en 2017.

1

Investissements en capital-risque et capital-investissement par technologie énergies renouvelables, dans l'Union européenne, en 2017 et 2018

	2018		2019	
	Capital-risque/ capital-investis- sement (en M€)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital-investis- sement (en M€)	Nombre de projets
Biogaz, biomasse et déchets	308,09	12	203,45	6
Énergie géothermique	0,00	0	52,29	1
Photovoltaïque	1 031,01	14	1 588,84	11
Éolien	266,95	6	554,45	6
Petite hydroélectricité	1,42	1	0,00	0
Total UE 28	1 607,46	33	2 399,03	24

Source : EurObserv'ER

2

Investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables par phase d'investissement, dans l'Union européenne, en 2017 et 2018

	2018		2019	
	Capital-risque/ capital-investis- sement (en M€)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital-investis- sement (en M€)	Nombre de projets
Capital-risque d'amorçage	47,44	15	10,43	2
Capital-risque pour la phase de croissance	141,01	8	0,25	1
Capital-développement	21,45	2	320,85	5
Capital-transmission	1 397,57	8	2 067,49	16
Total UE 28	1 607,46	33	2 399,03	24

Source : EurObserv'ER

INVESTISSEMENTS LES PLUS ÉLEVÉS DANS LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Avant d'analyser en détail les différentes filières 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 projets 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 des deux années, les investissements les plus importants peuvent être observés dans le secteur du solaire photovoltaïque. En 2017, ils s'élevaient déjà à 1,03 milliard d'euros. L'année suivante, ils ont encore progressé pour atteindre 1,59 milliard d'euros. Ces niveaux relativement élevés sont surtout dus à des opérations de transmission très importantes, en particulier en 2018, où 9 des 11 transactions concernent des transmissions. Cela rejoint l'observation selon laquelle le nombre de transactions a diminué entre les deux années malgré la forte augmentation des volumes d'investissement.

Après une baisse entre 2016 et 2017, les investissements éoliens ont de nouveau progressé en 2018. Ils ont en effet plus que doublé, passant de 277 millions d'euros en 2017 à 554 millions d'euros l'année

suivante. Cette hausse est due au capital-transmission, ainsi qu'au capital-développement. Le capital-risque a chuté dans le secteur de l'éolien, tout comme dans le photovoltaïque.

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. Contrairement à l'éolien et au photovoltaïque, les investissements ont baissé dans ces trois secteurs, passant de 309 millions d'euros en 2017 à 203 millions en 2018. Ainsi, le biogaz, la biomasse et la valorisation énergétique des déchets ont perdu la seconde place en 2018, au bénéfice du solaire photovoltaïque. En 2018, seule une opération de transmission a été enregistrée dans le secteur de la géothermie, d'un montant de près de 52 millions d'euros. Enfin, dans la petite hydroélectricité, un seul investissement a été enregistré en 2017 (capital-risque d'amorçage), pour un montant de 1,42 million d'euros. ■

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 ici, l'indice éolien, l'indice solaire, l'indice composite des technologies biomasse et un indice agrégé. Les trois premiers indices se composent de dix sociétés opérant quasi exclusivement dans la filière concernée, alors que le dernier est un indice agrégé, basé sur toutes les sociétés EnR 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) ne sont pas cotées en Bourse et ne sont donc pas prises en compte. D'autre part, de nombreuses sociétés exercent des activités dans plusieurs secteurs. Par exemple, la firme espagnole Abengoa est active dans les énergies renouvelables, mais aussi dans d'autres domaines tels que le traitement des eaux ou la production électrique classique : elle ne satisfait donc pas aux critères retenus pour les indices énergies renouvelables. Comme dans la dernière édition, l'Euro Stoxx 50 est utilisé pour comparer la performance des sociétés du secteur des énergies renouvelables avec l'ensemble des autres secteurs de l'Union européenne.

COMPOSITION DES INDICES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dans la présente édition, certaines entreprises ont remplacé d'autres au sein de chaque indice, car ceux-ci regroupent chaque année les dix plus grandes sociétés d'un secteur donné, en termes de chiffre d'affaires. Les indices

couvrant toutes les années depuis la date de référence, l'ensemble des sociétés composant les indices peut changer d'une année sur l'autre. Toutes ces sociétés sont mentionnées de façon détaillée dans la note de fin de section. L'un des changements notables de cette édition est la suppression de Solarworld AG, qui était précédemment la seconde plus grande société de l'indice solaire. Elle a été remplacée par la société Photon Energy N.V. Dans l'indice solaire, la société Arise AB a été remplacée par Futuren SA, du fait de leurs chiffres d'affaires de 2017. La composition de l'indice des technologies biomasse n'a pas changé en 2018. La société SMA Solar Technology AG est sans conteste la première de l'indice solaire, en particulier après le décrochage de Solarworld, tandis que l'indice éolien est plutôt dominé par Vestas et Siemens Gamesa.

RELATIVE STABILITÉ DANS LA PLUPART DES FILIÈRES EN 2018

Les sociétés cotées dans les secteurs de l'éolien, du solaire et des technologies biomasse ont affiché des performances assez inégales en 2017, et surtout en 2018.



Contrairement aux deux autres indices, l'indice solaire est resté à un niveau relativement stable en 2017. Sa valeur de clôture, en fin d'année, est restée quasiment la même que sa valeur de début d'année, soit environ 50 points. La forte baisse de mai 2017 est imputable à Solarworld, qui s'est déclaré insolvable, ce qui a entraîné une chute du prix de ses actions. En 2018, Solarworld a été remplacé dans l'indice solaire, comme cela a déjà été mentionné. Au cours du second semestre 2018, la performance globale des sociétés solaires européennes a encore décliné sur les marchés boursiers, et l'indice solaire a clôturé à 30 points, soit la valeur la plus faible depuis début 2014.

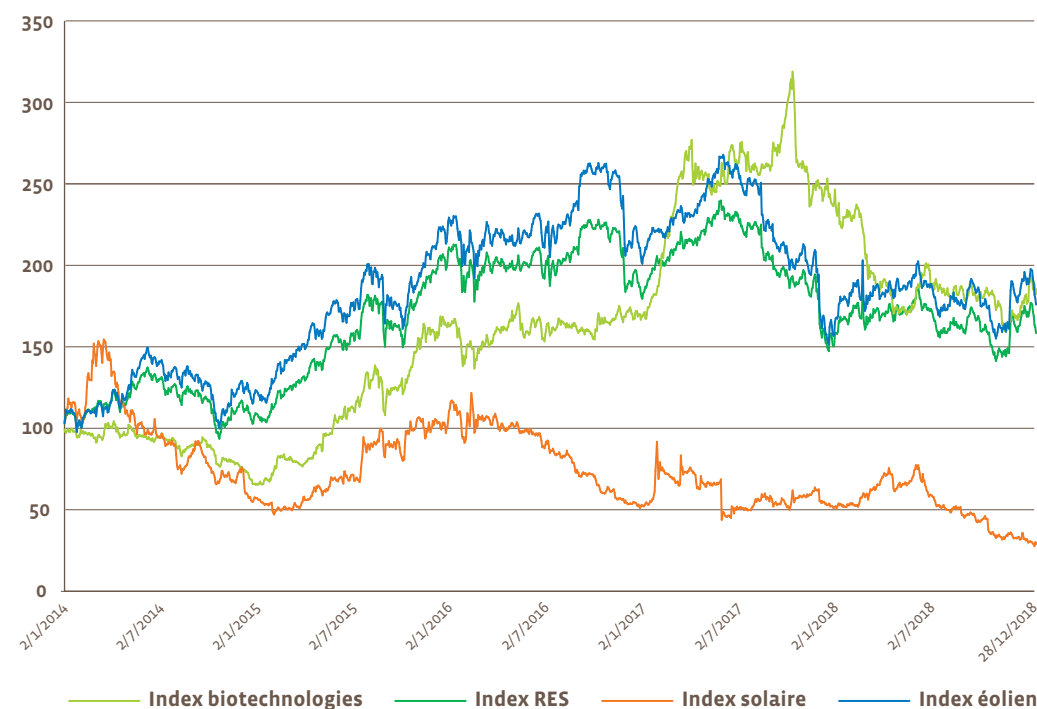
L'indice éolien a enregistré une forte croissance suivie d'une baisse encore plus forte en 2017. Au deuxième trimestre, l'indice a atteint près de 268 points. Mais par la suite, et notamment au début du troisième trimestre, les entreprises cotées du secteur ont enregistré une baisse sensible de leurs performances sur les marchés boursiers. L'indice éolien a clôturé à 179 points, soit en dessous de sa valeur de début d'année. En 2018, cet indice a présenté une évolution sensiblement différente de celle des deux autres indices EnR, car il a clôturé presque à la même valeur qu'en début d'année. Il a cependant connu quelques fluctuations, en particulier au début du troisième trimestre.

Les entreprises du secteur des technologies biomasse ont très bien performé en 2017. L'indice correspondant a connu une forte croissance, notamment en début d'année, puisqu'il est passé d'environ 180 points à plus de 270 points à la fin du premier trimestre. En fin d'année, l'indice a clôturé à 230 points, soit bien au-dessus de sa valeur de départ. Mais en 2018, la tendance s'est inversée dans la filière. En effet, au premier trimestre, l'indice des technologies biomasse a chuté de manière significative, à moins de 170 points. Mais l'évolution s'est stabilisée au cours de l'année et l'indice a clôturé à 185 points, ce qui est cependant nettement inférieur à sa valeur de début d'année.



1

Évolution des indices énergies renouvelables de 2014 à 2018



L'indice global et l'indice éolien présentent des niveaux différents, mais des fluctuations très similaires. Cela s'explique par le fait que les trois indices sont pondérés par le chiffre d'affaires global au sein de chaque secteur. Ce chiffre étant relativement plus élevé dans l'éolien que dans le solaire photovoltaïque ou dans les technologies biomasse (l'éolien représente plus de 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 développement économique global au sein de l'UE, mis en évidence par l'Euro Stoxx 50, a connu une tendance à la baisse en 2018 après une évolution positive l'année précédente. En 2017, le secteur des technologies biomasse a fait mieux que la tendance générale au sein de l'UE, tandis que l'indice solaire, et surtout l'indice éolien, faisaient moins bien. En

2018, les indices solaire et technologies biomasse évoluent de façon similaire au reste de l'économie. 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

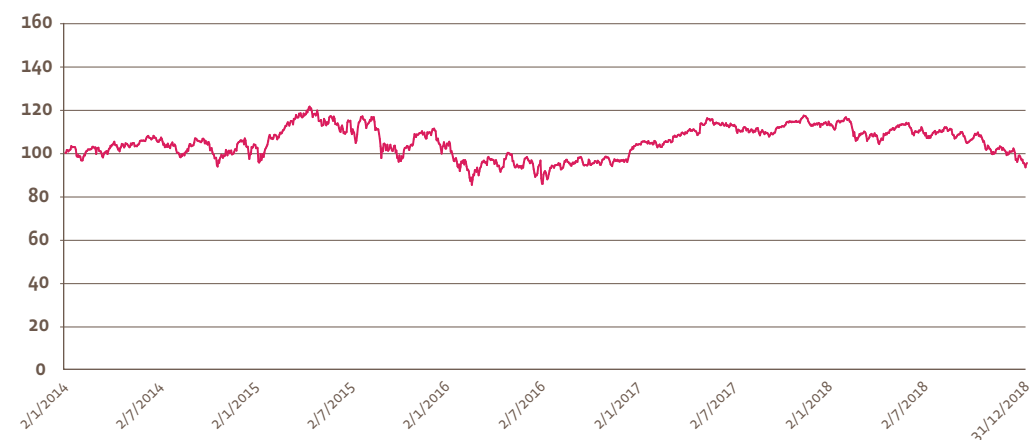
Les YieldCos sont des entités qui détiennent des actifs d'infrastructure générant des flux de trésorerie, dont les actions sont négociées sur les marchés publics. Ces actifs sont des installations d'énergie renouvelable généralement associées à des contrats de fourniture d'énergie à long terme pour les 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 entité n'a été observée en 2018. En fait, le nombre de YieldCos cotées en Bourse a diminué cette année-là du fait de l'acquisition de Saeta Yield par TerraForm Power. En 2018, le cours des actions des YieldCos basées au Royaume-Uni évolue de manière assez similaire à celui de 2017, restant à un niveau relativement stable tout au long de l'année. En revanche, la YieldCo allemande a connu une année plutôt négative. Après une hausse de son cours en Bourse fin 2017, elle a subi une chute à 158 points fin 2018, ce qui reste nettement supérieur à toutes les autres YieldCos européennes.

Compte tenu du nombre relativement stable de YieldCos, il semble peu probable que le développement de leur marché prenne rapidement de l'ampleur au sein de l'UE. Les YieldCos peuvent offrir des rendements attractifs aux investisseurs. Mais du fait de la réduction des mécanismes de soutien globaux tels que les tarifs d'achat, ces rendements devraient baisser. Cela peut expliquer pourquoi les grandes compagnies de distribution d'énergie hésitent encore à en créer. ■

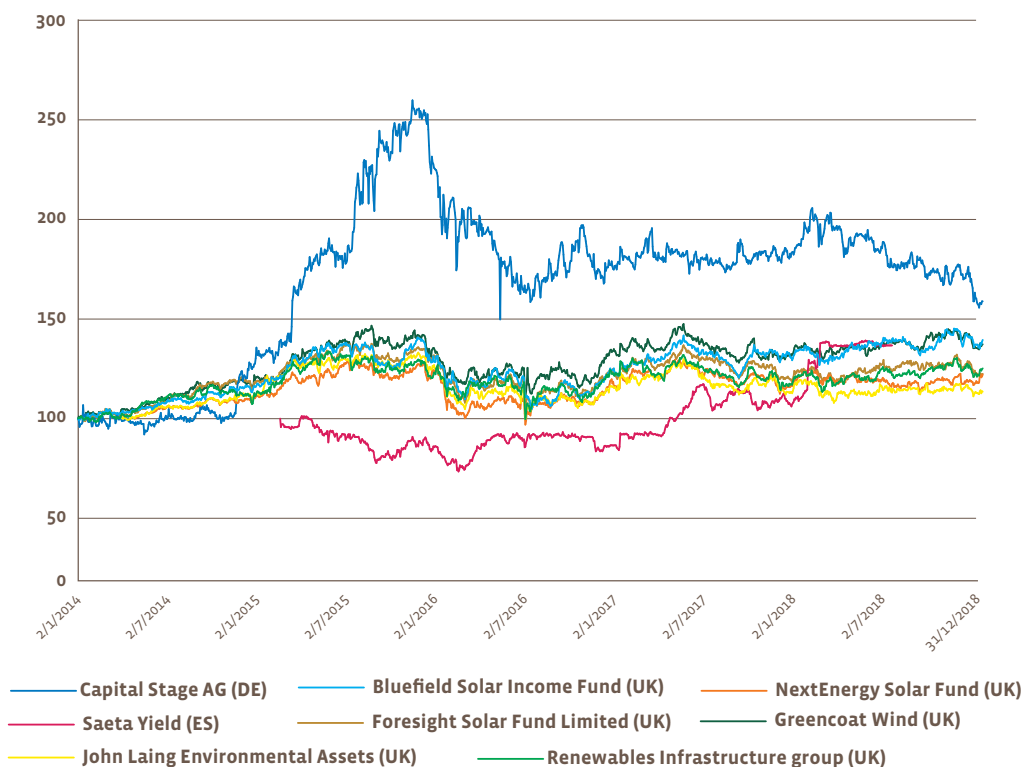
2

Évolution de l'indice Euro Stoxx de 2014 à 2018



3

Évolution de l'indice YieldCos de 2014 à 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, 2018), Enel Green Power (IT, 2014-2015), Good Energy (UK, 2016-2018), Arise (SE, 2017).

Indice photovoltaïque : SMA Solar Technology (DE), Solarworld (DE, 2014-2017), Ternienergia (IT), Centrotherm Photovoltaics (DE), Enertronica (IT), PV Crystalox Solar (UK), Solaria Energia (ES), Etrion (SE), 7C Solarparken (DE, 2015-2018), E4U (CZ, 2015-2018), Auhua Clean Energy (UK, 2014), Solar-Fabrik (DE, 2014), Photon Energy (NL, 2018).

Indice des technologies biomasse : Cropenergies (DE), Verbio Bioenergie (DE), Albioma (FR), Envitec Biogas (DE), 2G Energy (DE), Cogra (FR), Europlasma (FR), Ebioss Energy (BG, 2017-2018), Global Bioenergies (FR, 2017-2018), Fluid (PL, 2017-2018), KTG Energie (DE, 2104-2016), Active Energy (UK, 2104-2016), BDI-BioEnergy International (DE, 2104-2016).

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. En additionnant le financement d'actifs pour l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables, on constate une augmentation notable de la capacité de production d'énergie renouvelable entre 2017 et 2018. Les investissements au sein de l'Union européenne ont totalisé 27 milliards d'euros en 2017 et 31,5 milliards en 2018.

Sans surprise, et comme les années précédentes, c'est la filière éolienne qui enregistre les valeurs les plus élevées. Les investissements dans la capacité éolienne ont progressé de 4,5 %, passant de 23,3 milliards d'euros en 2017 à 24,3 milliards d'euros l'année suivante. La hausse globale de ces investissements est principalement due au segment offshore, où les sommes investies ont augmenté de 17 %, passant de 8,67 milliards d'euros à 10,1 milliards d'euros. Ainsi, la part de l'offshore s'élevait à 42 % en 2018, contre 37 % en 2017.

Après une baisse continue ces dernières années puis une stabilisation en 2017, les investissements dans le photovoltaïque ont fortement progressé en 2018. L'investissement dans les installations à grande échelle (> 1 MW) a doublé, passant de 2,35 milliards d'euros à 4,76 milliards. C'est sans conteste l'Espagne qui a enregistré les investissements les plus importants dans le photovoltaïque à grande échelle en 2018. Mais ceux-ci ont également augmenté dans le photovoltaïque à petite échelle, passant de près de 4,1 milliards d'euros à 6,2 milliards d'euros.

Après une forte baisse en 2017, les investissements dans les centrales biomasse ont de nouveau progressé en 2018. Cette année-là, ils se sont élevés à 902 millions d'euros, contre 638 millions d'euros l'année

précédente, ce qui correspond à une hausse de 41 %. Pour la deuxième fois consécutive, les investissements dans la capacité géothermique ont progressé dans l'UE, passant de 133 millions d'euros en 2017 à près de 300 millions d'euros en 2018.

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. Globalement, l'analyse montre que dans les deux filières bénéficiant des investissements les plus élevés au sein de l'UE, à savoir l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement par MW semblent être inférieurs, au moins en 2018, aux coûts moyens des pays extracommunautaires analysés. Les dépenses d'investissement par mégawatt de capacité éolienne terrestre dans l'Union européenne ont diminué de plus de 2 %, passant de 1,37 million d'euros en 2017 à 1,34 million en 2018. Dans la filière solaire photovoltaïque, les coûts d'investissement ont baissé de près de 25 %, passant de 1,06 million d'euros par MW à seulement 0,80 million d'euros. Pour la biomasse, les dépenses d'investissement par MW semblent être supérieures dans l'Union européenne en 2017, mais s'élèvent à un niveau similaire à celui des pays tiers, en 2018.

CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

Entre 2017 et 2018, l'investissement total en capital-risque et capital-investissement dans les sociétés d'énergie renouvelable a progressé de 49 %. En 2018, il s'élevait dans l'UE à 2,4 milliards d'euros, contre 1,6 milliard en 2017. Ainsi, la progression de ce type d'investissements dans le secteur des renouvelables est supérieure à la tendance globale observée au sein

de l'UE. Selon les chiffres d'Invest Europe, l'investissement global en capital-risque et capital-investissement dans l'ensemble de l'Union européenne (tous secteurs confondus) a progressé d'environ 7 %.

La hausse globale est due à une forte hausse du capital-investissement, alors que le capital-risque a reculé de façon notable entre les deux années. Lors de l'examen détaillé des différentes filières, on constate que les investissements les plus élevés, ces deux années, ont été observés dans le secteur du solaire photovoltaïque, avec 1,03 milliard d'euros en 2017 et 1,59 milliard d'euros en 2018. L'éolien arrive en deuxième position, avec des investissements qui sont repartis à la hausse en 2018, à 554 millions d'euros, après un recul entre 2016 et 2017.

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 EnR (sociétés qui développent ou produisent ces technologies), EurObserv'ER présente les indices basés sur les actions de ces sociétés. 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, l'indice éolien, l'indice solaire et l'indice composite des technologies biomasse ont été élaborés à partir des 10 sociétés opérant quasi exclusivement dans la filière concernée.

Les sociétés cotées dans les secteurs de l'éolien, du solaire et des technologies biomasse ont affiché des performances assez hétérogènes en 2017, et encore plus en 2018. En 2017, l'indice solaire est resté à un niveau relativement stable. Dans le second semestre 2018, la performance globale des sociétés solaires européennes cotées en Bourse a décliné et l'indice solaire a clôturé à sa valeur la plus faible depuis

début 2014. L'indice éolien a considérablement progressé jusqu'au deuxième trimestre 2017. Par la suite, cependant, les entreprises du secteur ont enregistré une baisse sensible de leurs performances sur les marchés boursiers. Les entreprises du secteur des technologies biomasse ont enregistré une performance exceptionnelle en 2017. Mais en 2018, la tendance s'est inversée dans ce secteur. Après une baisse significative au premier trimestre 2018, l'indice des technologies biomasse s'est stabilisé, mais a tout de même clôturé bien en dessous de sa valeur de début 2018. Comme dans les éditions précédentes, l'indice généraliste Euro Stoxx 50 est utilisé conjointement aux indices EnR afin d'évaluer la performance des sociétés du secteur des EnR par rapport à l'ensemble du marché. En 2017, le secteur des technologies biomasse a fait mieux que la tendance générale au sein de l'UE, tandis que l'indice solaire, et surtout l'indice éolien, faisaient moins bien. En 2018, les indices solaire et technologies biomasse évoluent de façon similaire au reste de l'économie, alors que les sociétés éoliennes cotées en Bourse semblent mieux performer.

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. Compte tenu du nombre relativement stable de YieldCos, il semble peu probable que le développement du marché des YieldCos européennes prenne rapidement de l'ampleur. ■

COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dans la version précédente de “L’état des énergies renouvelables en Europe”, la concurrence entre sources d’énergie renouvelable et énergie conventionnelle a été abordée pour les années 2005, 2010 et 2017. Dans la présente édition, nous avons ajouté à cette série les estimations des coûts actualisés de l’énergie (LCOE) pour l’année 2018. Les coûts historiques approximatifs (pour 2005 et 2010) n’ont pas été actualisés par rapport à l’édition précédente, à l’exception de la chaleur obtenue à partir des chauffe-eau solaires thermiques.

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 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 à la qualité et au financement) ; ensuite, le rendement énergétique des différentes technologies (éolien, géothermie, solaire photovoltaïque et solaire thermique) 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 mégawattheure, 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 2018). Tous les paramètres d'entrée sont définis sous forme de fourchettes de valeurs. Puis la méthode "Monte-Carlo" est appliquée au calcul des coûts actualisés (5000 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. L'augmentation supposée des prix des vecteurs énergétiques conventionnels par rapport à l'édition précédente est de + 3 % pour l'électricité conventionnelle, + 7 % pour le chauffage conventionnel et + 10 % pour les carburants destinés au transport (hors taxes et prélèvements).

TECHNOLOGIES PRISES EN COMPTE

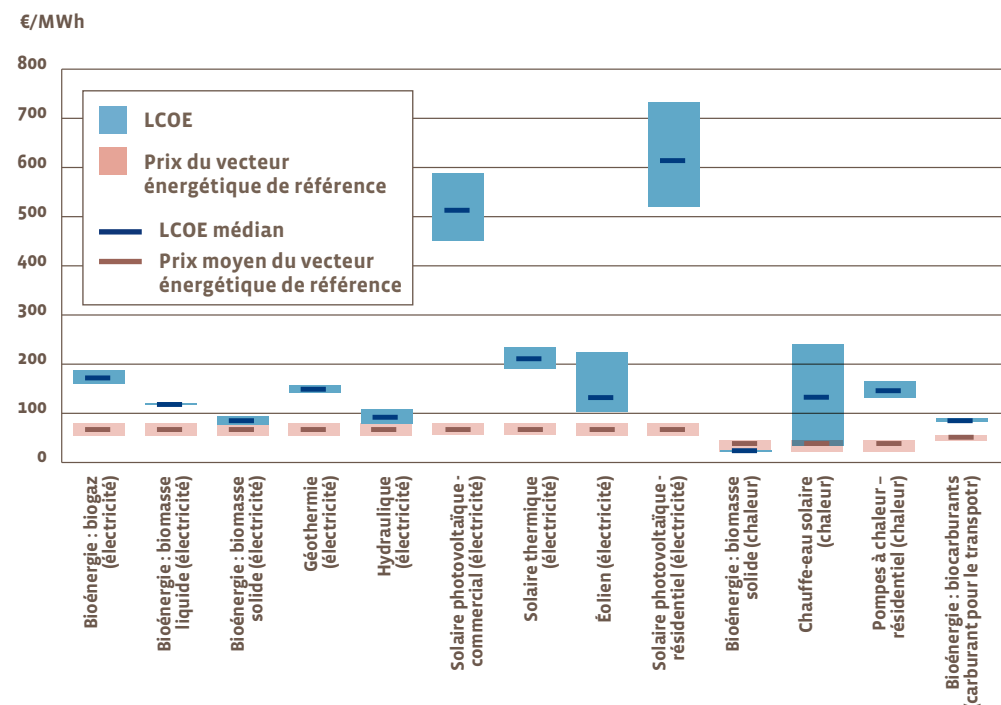
Les technologies prises en compte sont la chaleur résidentielle issue des pompes à chaleur (moyenne des PAC géothermiques, aérothermiques et aquathermiques), la bioénergie (biocarburants pour le transport, électricité produite à partir du biogaz et de la biomasse liquide, chaleur et électricité produites 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

L'édition 2019 de "L'état des énergies renouvelables en Europe" comprend une mise à jour majeure concernant les coûts actualisés de l'énergie pour les chauffe-eau solaires thermiques. Cette technologie se caractérise par des différences dans la configuration des systèmes pour les régions à forte irradiation solaire et les régions à faible irradiation (généralement l'Europe du Sud par rapport à l'Europe centrale et du Nord), et

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

par conséquent dans la fourchette de coûts qui en résulte. Dans les précédentes éditions des baromètres, la fourchette de données a été évaluée de façon erronée lors de l'étape de post-traitement, raison pour laquelle les prix affichés étaient plus élevés que ce que montraient nos calculs. Les données originales ont été recueillies et ont été jugées conformes aux estimations rapportées dans le document "Strategic research priorities for solar thermal technology" de la Plateforme technologique européenne pour le chauffage et le refroidissement renouvelables (2012). Les données corrigées ont été saisies afin de couvrir toutes

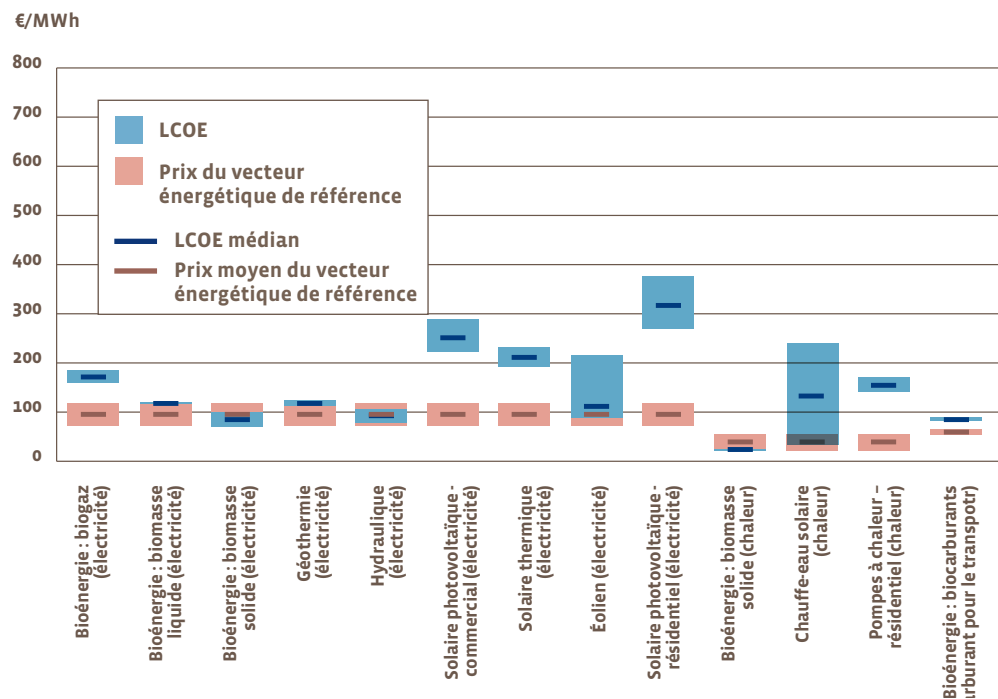
les variantes technologiques, allant des systèmes pour l'eau chaude sanitaire (systèmes à thermosiphon et systèmes à circulation forcée) aux systèmes combinés pour le chauffage des locaux et de l'eau, le chauffage industriel et le solaire thermique dans le chauffage urbain. Ces coûts ont été utilisés pour toutes les années cibles (2005, 2010 et 2018). Pour plusieurs autres technologies, des baisses de coûts sont signalées : éolien, solaire photovoltaïque, géothermie. Les hypothèses de coûts liées aux pompes à chaleur et à l'hydroélectricité n'ont pas été actualisées par rapport à l'édition précédente. Les technologies en lien avec la bio-

masse restent inchangées par rapport à l'édition 2018 de "L'état des énergies renouvelables en Europe".

COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

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

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



Source : EurObserv'ER

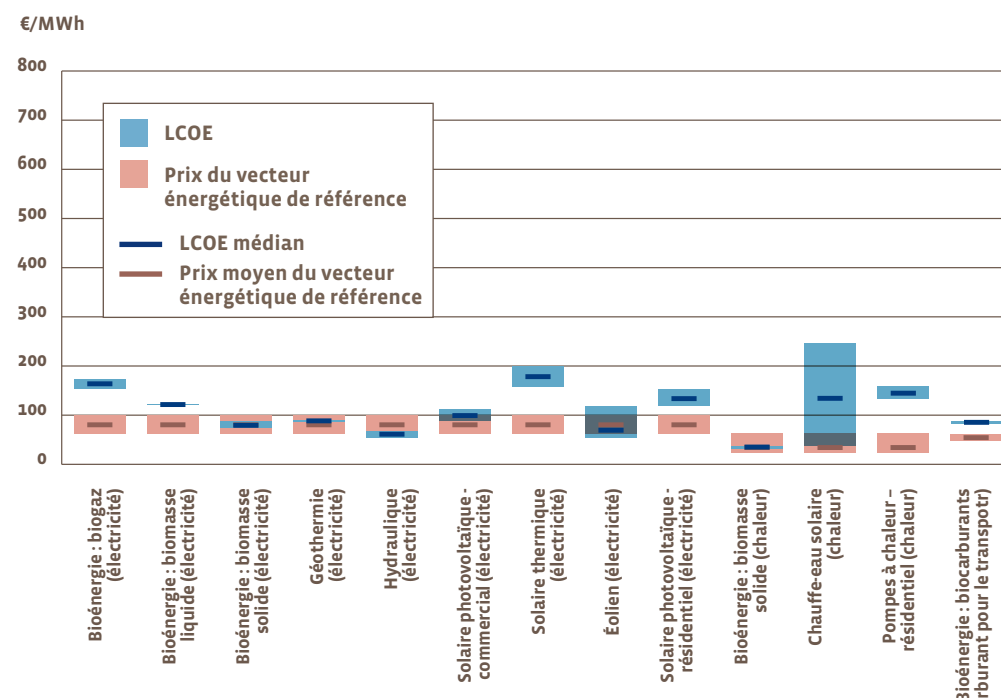
coût, ce coût étant comparable aux prix de référence de l'électricité dans certains des États-membres. De même, l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque commercial à grande échelle peuvent être compétitifs dans les pays disposant de bonnes ressources en vent ou d'un ensoleillement important, et d'un prix de l'électricité relativement élevé. L'énergie solaire thermique est également compétitive dans les pays affichant un coût de l'énergie élevé ou de bons rendements solaires.

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 2018 du rapport EurObserv'ER "L'état des énergies renouvelables". Les prix de référence de l'énergie sont également présentés dans 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

LCOE et prix des vecteurs énergétiques de référence (€/MWh) – Fourchettes issues de l'analyse des États-membres pour l'année 2018



Source : EurObserv'ER

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. Les fourchettes des prix de référence 2018 sont basées sur les fourchettes des prix 2017, corrigées de l'évolution moyenne des prix observée dans l'UE selon Eurostat et le *Bulletin pétrolier de la Commission européenne* : + 3 % pour l'électricité, + 7 % pour le gaz naturel et + 10 % pour les carburants destinés au transport (hors taxes et prélèvements).

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).

Électricité renouvelable

Alors que les coûts de l'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque ont fortement baissé par rapport aux estimations de 2005, l'écart entre les fourchettes de prix 2018 et 2017 est estimé modéré. Il convient de noter que, pour les projets individuels d'énergie renouvelable, les réductions de coûts peuvent être plus ou moins 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.

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 au prix de l'électricité. Les coûts d'investissement de l'énergie éolienne semblent avoir diminué rapidement depuis 2005, aussi bien pour l'éolien terrestre que pour l'offshore, entraînant une baisse des niveaux de LCOE.

Chaleur renouvelable

Pour les technologies produisant de la chaleur, le coût actualisé de la biomasse solide coïncide avec le prix de référence de la chaleur, reflétant sa compétitivité dans de nombreux pays. Il en va de même pour les chauffe-eau solaires, dans certains pays de l'Union européenne. Selon l'analyse, la chaleur captée à partir de l'aérothermie via les pompes à chaleur (avec des équipements de petite taille) montre des niveaux de LCOE relativement élevés. 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 des 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, non consommés (aussi bien nationaux qu'importés) du fait du développement et de la consommation des énergies renouvelables. Dans le présent chapitre, les combustibles fossiles et les déchets non renouvelables sont dénommés collectivement « combustibles fossiles ». Les coûts évités font référence aux dépenses qui n'ont pas eu lieu, du fait des combustibles fossiles évités. Pour estimer ces coûts évités, on a multiplié 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 évités ont été analysées par l'Agence européenne pour l'environnement et présentées dans le rapport intitulé « Renewable energy in Europe 2019 - Recent growth and knock-on effects » (AEE, 2019). 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). Les analyses présentées dans cette section s'appuient 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). La figure ci-dessous présente les fourchettes de prix des combustibles observées dans les 28 États membres de l'Union européenne, en 2017 et 2018, pour cinq vecteurs énergétiques : le charbon, le diesel, l'essence, le gaz naturel et le fioul. Les prix du charbon et du gaz naturel font référence à des prix de gros. Les prix de gros des carburants pour le transport et le chauffage n'étant pas disponibles, ils ont été remplacés par les prix de détail. Ces cinq vecteurs sont supposés couvrir, de façon acceptable, les combustibles présentés dans le rapport de l'AEE (AEE, 2019). Il convient de noter que le prix des déchets non renouvelables n'a pas été évalué ici (habituellement,

charbon et du gaz naturel sont relativement bas car ils correspondent aux prix de gros, tandis que les prix des autres vecteurs énergétiques ont été obtenus à partir des prix de détail. Les prix observés pour le diesel, l'essence et le fioul diffèrent considérablement d'un État membre à l'autre et tout au long de l'année.



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 plus élevés en 2018 qu'en 2017. Les prix du

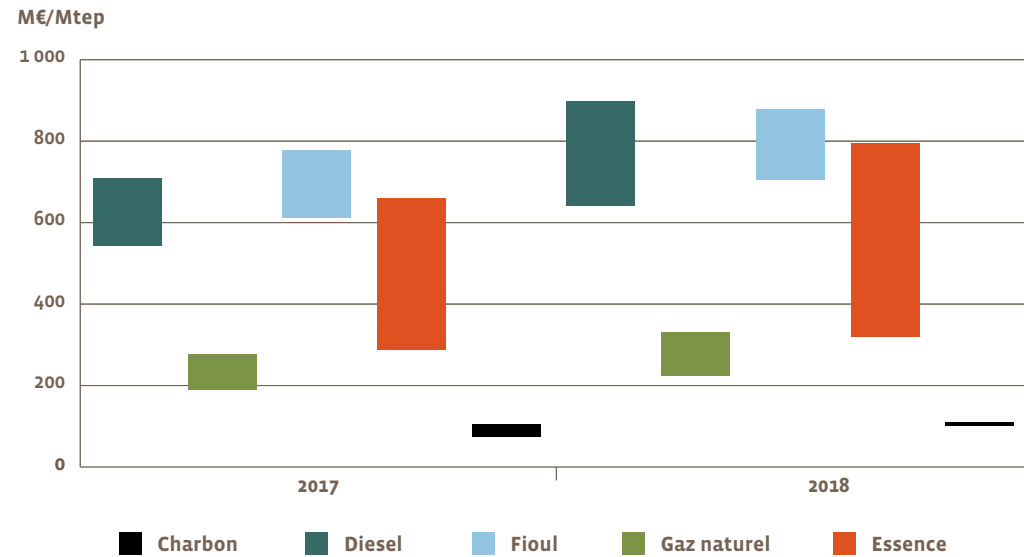
charbon et du gaz naturel sont relativement bas car ils correspondent aux prix de gros, tandis que les prix des autres vecteurs énergétiques ont été obtenus à partir des prix de détail. Les prix observés pour le diesel, l'essence et le fioul diffèrent considérablement d'un État membre à l'autre et tout au long de l'année.

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. De plus, nous ne différencions pas les valeurs calorifiques des combustibles selon leur origine ou leur qualité.
- 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 traité : 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 font référence à des valeurs 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 2018 sont des approximations, empruntées à l'AEE (2019).

1

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

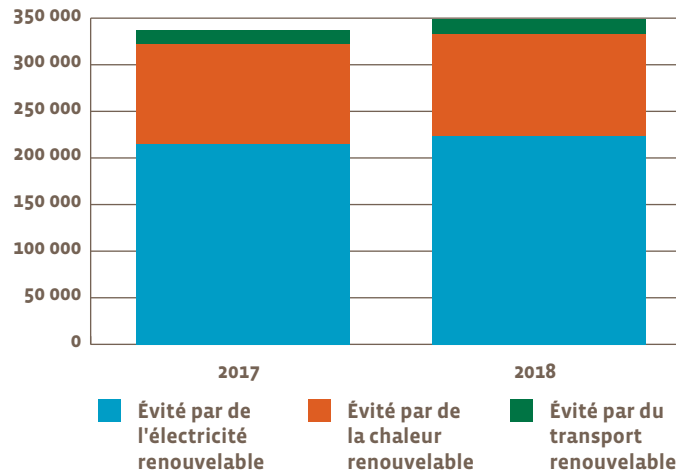


Source : Eurostat, Commission Européenne (2020)

En 2017 et 2018, les énergies renouvelables ont remplacé respectivement 329,9 Mtep et 351,3 Mtep de combustibles fossiles. Ces chiffres correspondent à un coût annuel évité de 89 milliards d'euros en 2017, pour les 28 États membres de l'UE, et 110,4 milliards d'euros en 2018. 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 (2019) d'après données EEA

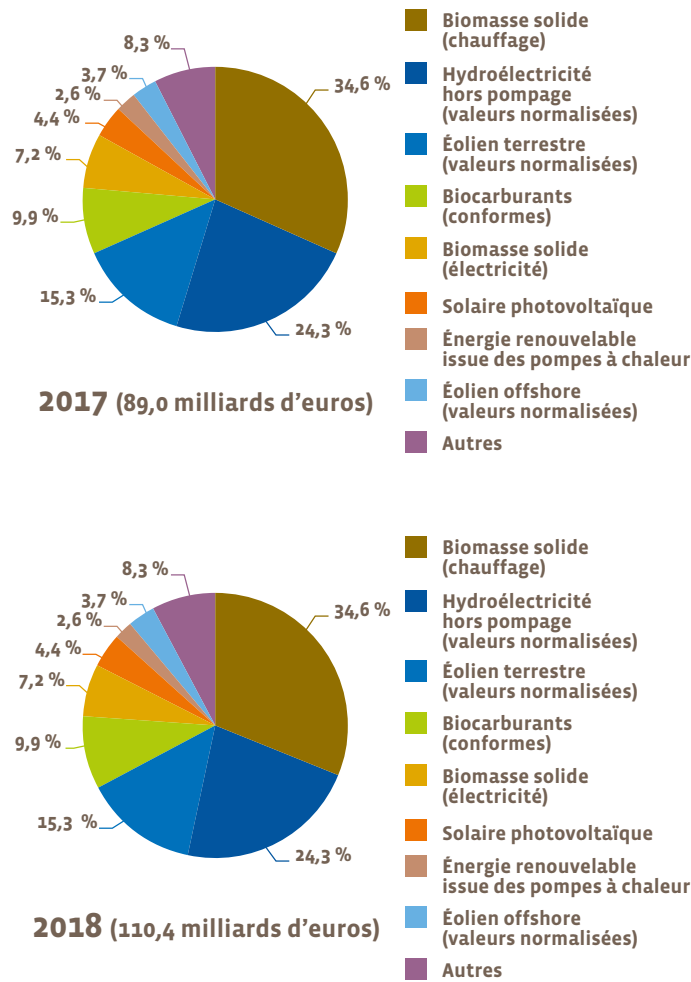


CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS ÉVITÉS PAR TECHNOLOGIE

La consommation d'électricité renouvelable a contribué à hauteur de 52 % au total des combustibles fossiles évités (en termes énergétique); la part est identique en 2017 et en 2018. Les énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement y ont contribué à hauteur de 35 % (les deux années) et les carburants renouvelables ont constitué la part restante, soit environ 11 % les deux années (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, 47 milliards d'euros en 2017 et 57,8 milliards d'euros en 2018. La chaleur renouvelable représentait, quant à elle, un coût évité de 32,8 milliards d'euros en 2017 et 40 milliards d'euros en 2018. Enfin, pour les carburants renouvelables, le coût évité s'élevait à 9,2 milliards d'euros en 2017 et 12,4 milliards d'euros en 2018. 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.

Alors que la pénétration des énergies renouvelables (exprimée en combustibles fossiles évités) a progressé d'environ 6,5 % entre 2017 et 2018, l'effet cumulé sur les dépenses évitées a été plus prononcé, avec une hausse de 24 % (de 89 milliards d'euros à 110,4

3 Dépenses évitées grâce aux renouvelables dans l'UE des 28 en 2017 et 2018



Source : EurObserv'ER (2019) d'après données EEA

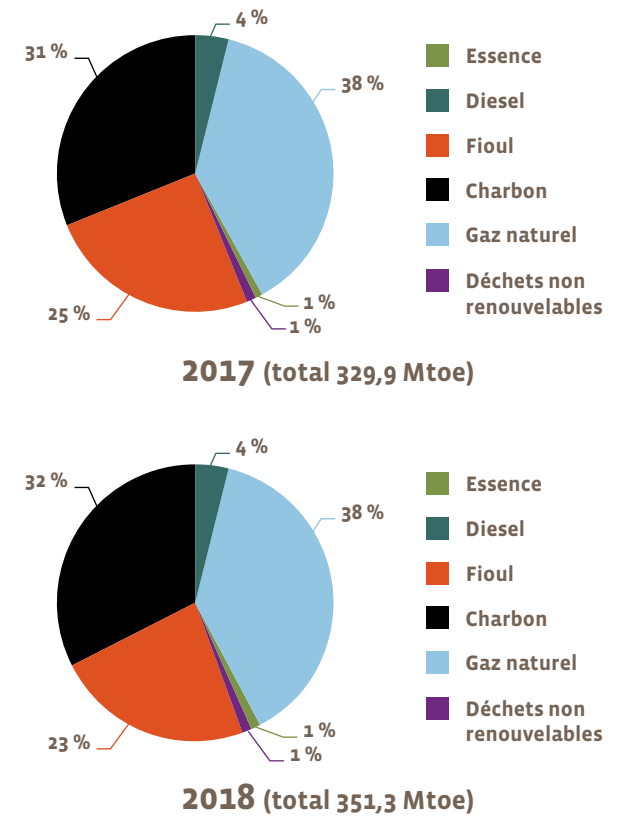
milliards d'euros). Cela s'explique par l'augmentation des prix des combustibles fossiles en 2018.

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 34,6 milliards d'euros en 2018 (28,4 milliards en 2017). Quant à l'hydroélectricité, elle a permis d'économiser 24,3 milliards d'euros en 2018 (20,4 milliards en 2017, production normalisée pour les deux années). L'éolien terrestre arrive en troisième position avec 15,3 milliards d'euros de coûts évités en 2018 (12,1 milliards d'euros en 2017, production normalisée).

Le graphique et les diagrammes ci-dessous illustrent la part de chaque technologie dans le total des coûts évités.

Les combustibles fossiles évités sont majoritairement le gaz naturel (38 % chacune des deux années), suivi des combustibles solides (principalement le charbon, 31 % en 2017 et 32 % en 2018). Les produits pétroliers évités s'élèvent à 25 % en 2017 et 23 % en 2018. Les autres combustibles (carburants pour le transport et déchets non renouvelables) couvrent la partie restante (environ 5 % chaque année).

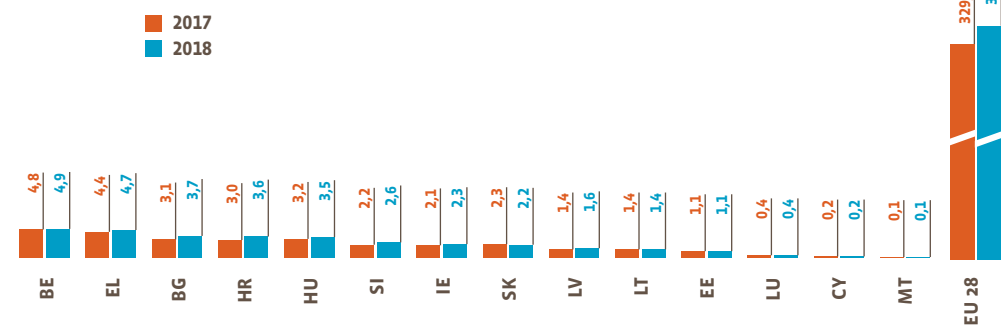
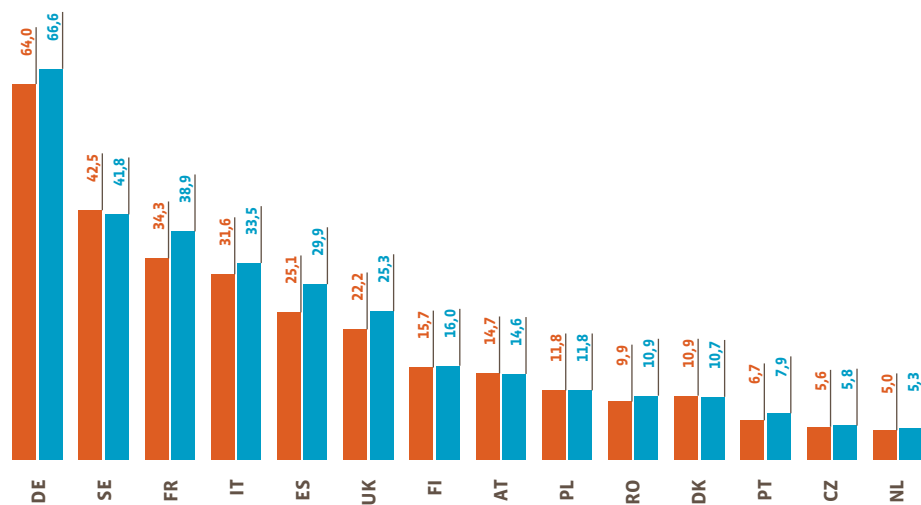
4 Combustibles fossiles remplacés dans l'Union européenne en 2017 (total 329,9 Mtep)



Source : EurObserv'ER d'après données EEA

5

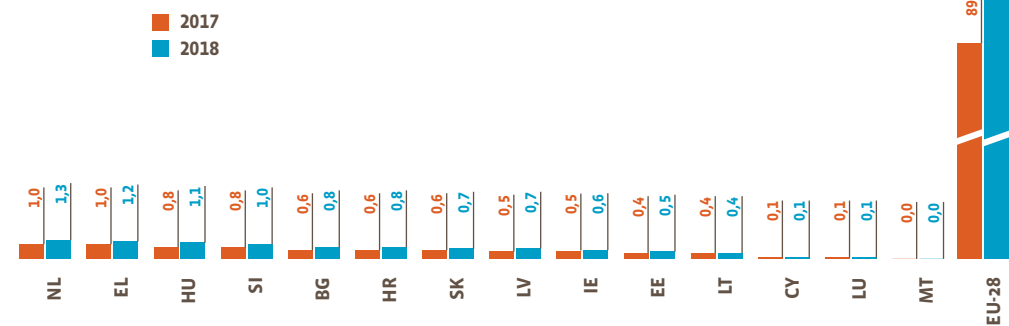
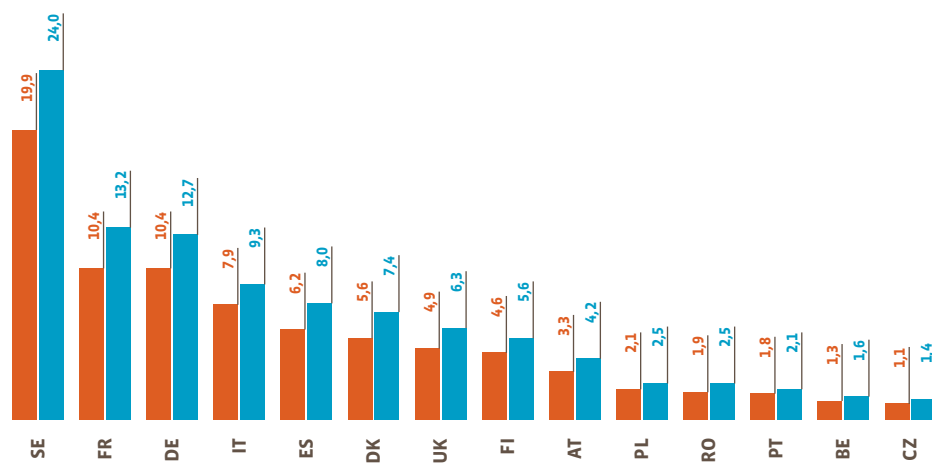
Combustibles fossiles remplacés par pays (Mtep)



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

6

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



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

COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉS ET DÉPENSES ÉVITÉES PAR ÉTAT MEMBRE

Au niveau des États membres, l'estimation des quantités et 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 2018 étant supérieurs à ceux de 2017, tous les pays présentent un modèle similaire.

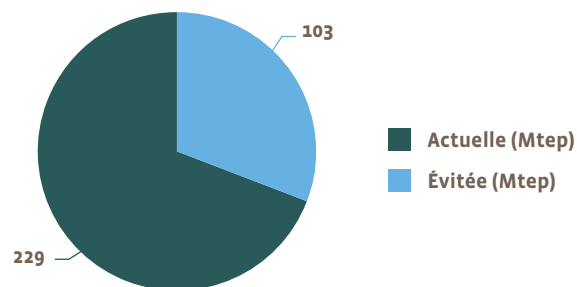
La Suède est un cas intéressant : les énergies renouvelables y ont remplacé, en valeur absolue, moins de combustibles fossiles en 2018 qu'en 2017, avec un cumul plus élevé de dépenses évitées. Dans ce cas particulier, cela s'explique par le fait que la croissance des biocarburants permet de remplacer des carburants coûteux, tels que le diesel et l'essence.

Les données ont été présentées sous forme de graphiques, dans les figures ci-dessous.

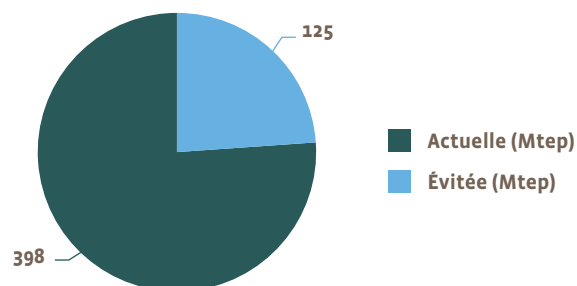
Les figures ci-dessous montrent la relation entre les montants estimés de combustibles évités et la consommation totale de combustibles dans l'Union européenne. Il est pertinent de comparer la consommation de combustible évitée avec la consommation d'énergie primaire. Celle-ci indique en effet la consommation intérieure brute excluant toute utilisation

7

Économie d'énergies fossiles comparée à leur consommation totale en 2017



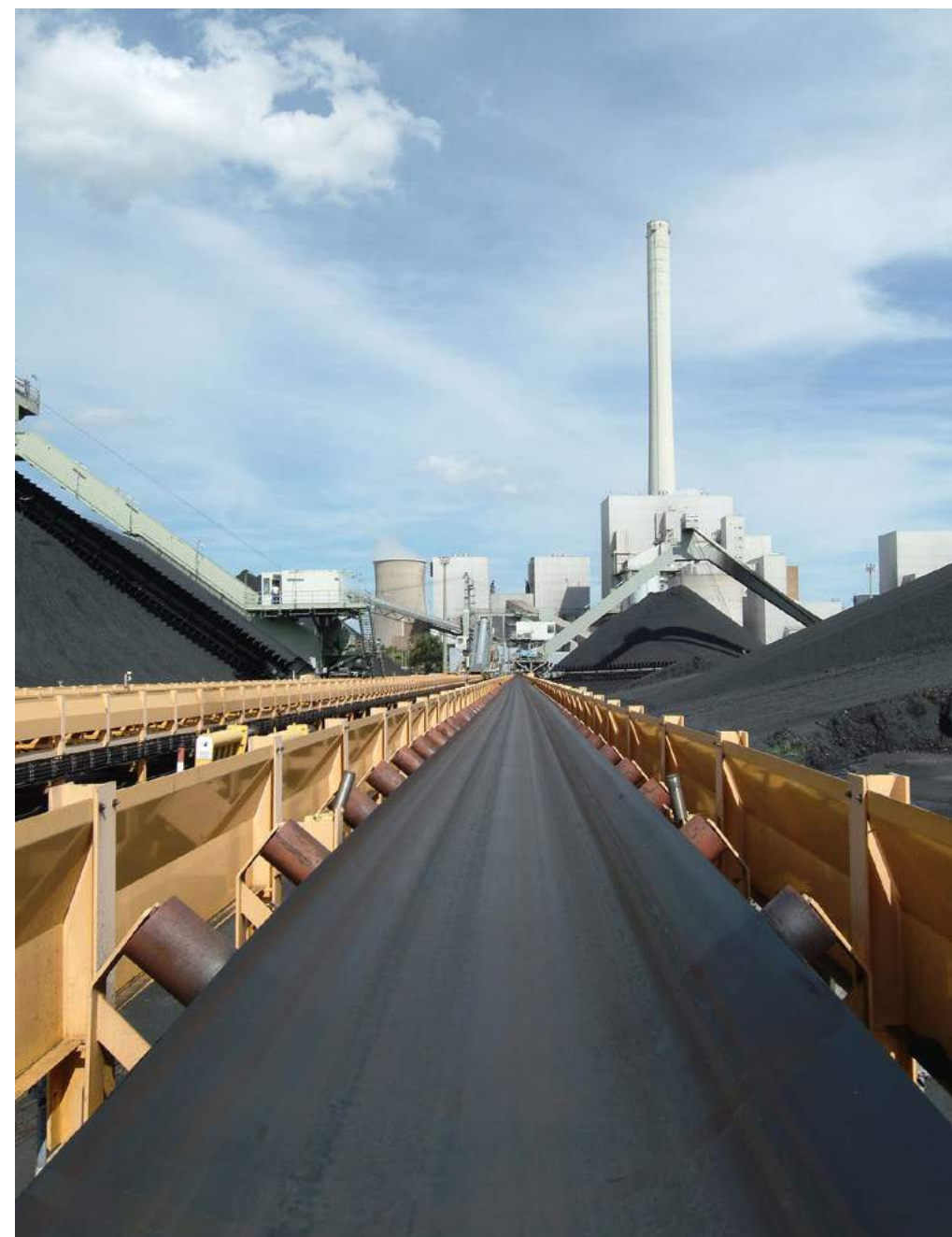
Consommation de charbon en 2017 dans l'Union européenne



Consommation de gaz en 2018 dans l'Union européenne

Source : Eurostat d'après données EEA

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 l'année 2017, car cette période 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. Cette thèse est confortée par la théorie économique selon laquelle les dépenses de recherche et développement (R&D) permettent de réaliser des investissements dans des processus, des produits ou des services nouveaux ou améliorés, susceptibles de générer 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 le rôle 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 que les investissements dans la R&D et l'innovation constituent la base des évolutions technologiques et donc de la compétitivité. Par conséquent, ils sont un facteur ou un moteur essentiel de la croissance économique. D'un point de vue macroéconomique, les investissements dans

la R&D peuvent être considérés comme un indicateur majeur permettant d'évaluer les performances d'innovation ou les systèmes d'innovation d'une économie. Cela permet d'évaluer la position d'un pays dans la compétition internationale en termes 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 verte) et mise en œuvre (zone blanche) est illustrée figure 1. Dans la présente section, nous analyserons les dépenses publiques et privées de R&D d'un ensemble de pays

donnés, 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 foncé, figure 1) ainsi que du secteur privé (zone gris clair, 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

1

Financement et exécution de R&D par secteur

	Dépenses R&D totales		
Financement	Entreprises	Gouvernement	
Mise en œuvre	Entreprises	Gouvernement	Enseignement supérieur

publics soit très peu connu, leur vocation est d'inciter le secteur privé à prendre la relève, et de générer des retombées positives.

Pour l'élaboration du présent rapport, les données relatives aux investissements publics et privés ont été fournies par le Centre commun de recherche/Setis (CCR ou JRC en anglais). Elles se fondent sur les statistiques de l'IEA¹, qui collecte et décrit les investissements nationaux dans la R&D. Elles couvrent vingt États membres de l'Union européenne et offrent une régularité et un niveau de détail variables selon les technologies abordées. Cependant, il faut compter un délai de deux ans pour obtenir les chiffres de la plupart des États-membres. Ainsi, nous disposons des données de 2017, mais seuls quelques chiffres sont disponibles pour l'année 2018. Pour les chiffres de la recherche privée, les délais sont encore plus longs (2014 et 2015) 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 (euros), la part des dépenses publiques de R&D est calculée par rapport au PIB des pays concernés (%), ce qui offre un aperçu du montant relatif des investissements nationaux dans les technologies renouvelables.

1. IEA, International Energy Agency RD&D Online Data Service. Available from : <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>
2. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&D in low-carbon energy technologies", EUR 28446 EN (2017). Available from : <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 technologies renouvelables.

INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

Les investissements privés dans la R&D sont détaillés par technologies renouvelables. Pour les pays de l'Union européenne, seuls les chiffres de 2013 et 2014 sont disponibles.

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D ÉNERGIE ÉOLIENNE

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Allemagne	75,1	59,7	0,0026 %	0,0020 %
	Royaume-Uni	30,0	35,7	0,0014 %	0,0017 %
	Danemark	18,1	32,0	0,0066 %	0,0116 %
	Finlande	17,6	n.a.	0,0089 %	n.a.
	Pays-Bas	15,8	37,0	0,0023 %	0,0052 %
	Espagne	9,1	n.a.	0,0008 %	n.a.
	France	6,2	6,6	0,0003 %	0,0003 %
	Belgique	6,2	n.a.	0,0016 %	n.a.
	Pologne	3,4	1,7	0,0007 %	0,0004 %
	Italie	1,7	1,8	0,0001 %	0,0001 %
	Suède	1,6	2,2	0,0004 %	0,0005 %
	Autriche	0,3	0,5	0,0001 %	0,0002 %
	Roumanie	0,2	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Irlande	0,1	0,4	0,0000 %	0,0001 %
	Malte	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
Slovaquie	n.a.	0,0	n.a.	0,0000 %	
Total UE 28	185,5	177,6	0,0013 %	0,0012 %	
Autres pays	Japon	149,7	204,0	0,0035 %	0,0048 %
	États-Unis	76,2	77,9	0,0004 %	0,0004 %
	Corée du Sud	22,5	27,5	0,0017 %	0,0020 %
	Norvège	11,9	6,1	0,0033 %	0,0016 %
	Canada	3,5	2,7	0,0002 %	0,0002 %
	Suisse	2,6	2,6	0,0005 %	0,0005 %
	Australie	0,3	0,2	n.a.	n.a.
	Turquie	0,2	0,4	0,0000 %	n.a.
Nouvelle-Zélande	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie éolienne, le Japon arrive en tête des dépenses publiques de R&D, suivi de l'Union européenne puis des États-Unis, bien que ceux-ci affichent des valeurs relativement plus basses. Au Japon, ces dépenses ont augmenté par rapport à 2018, tandis qu'elles ont légèrement diminué dans l'Union européenne et qu'elles sont restées plutôt constantes aux États-Unis. Au sein de l'Union, ce sont l'Allemagne, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et le Danemark qui enregistrent les plus gros budgets publics de R&D. Cela peut s'expliquer par la présence des principaux fabricants du secteur sur leurs territoires. En termes de part du PIB, c'est le Danemark qui affiche, sans conteste, les valeurs les plus élevées, suivi de la Finlande (2017), des Pays-Bas, du Japon, de l'Allemagne et de la Corée. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D ÉNERGIE SOLAIRE

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Allemagne	99,3	92,7	0,0034 %	0,0031 %
	France	56,2	54,7	0,0026 %	0,0025 %
	Italie	23,9	25,3	0,0015 %	0,0016 %
	Pays-Bas	17,8	20,5	0,0026 %	0,0029 %
	Royaume-Uni	23,6	19,5	0,0011 %	0,0009 %
	Autriche	8,4	9,3	0,0026 %	0,0028 %
	Pologne	5,6	5,0	0,0012 %	0,0010 %
	Suède	5,0	4,9	0,0012 %	0,0011 %
	Danemark	5,1	1,7	0,0019 %	0,0006 %
	Irlande	0,3	0,5	0,0001 %	0,0002 %
	Slovaquie	0,2	0,1	0,0002 %	0,0002 %
	Belgique	2,1	n.a.	0,0005 %	n.a.
	Estonie	0,6	n.a.	0,0033 %	n.a.
	Espagne	7,8	n.a.	0,0007 %	n.a.
	Finlande	4,7	n.a.	0,0024 %	n.a.
Malte	0,0	n.a.	0,0005 %	n.a.	
Roumanie	1,7	n.a.	0,0010 %	n.a.	
Total UE 28	262,6	234,1	0,0018 %	0,0016 %	
Autres pays	États-Unis	175,9	204,7	0,0010 %	0,0012 %
	Corée du Sud	48,7	49,8	0,0036 %	0,0036 %
	Japon	46,7	49,0	0,0011 %	0,0012 %
	Suisse	46,9	46,9	0,0095 %	0,0092 %
	Australie	29,0	26,8	n.a.	n.a.
	Canada	25,6	21,8	0,0018 %	0,0015 %
	Norvège	16,3	8,8	0,0045 %	0,0024 %
	Turquie	1,8	1,9	0,0002 %	n.a.
Nouvelle-Zélande	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'Union européenne est le principal acteur concernant l'investissement national dans la R&D. Elle est suivie des États-Unis, de la Corée et du Japon. Le tableau 1 montre une croissance des investissements nationaux en R&D pour les États-Unis, mais une légère baisse pour l'Union des 28. Les chiffres de la Corée et du Japon demeurent à un niveau similaire. Les données ne sont pas disponibles pour la Chine ni pour divers autres pays.

Au sein de l'Union européenne, cinq pays ont consenti d'importants investissements publics en R&D, à savoir l'Allemagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. En 2018, ces cinq pays totalisent plus de 90 % des investissements en R&D de l'Union des 28. En Allemagne, en France et au Royaume-Uni, les dépenses publiques de R&D ont légèrement diminué entre 2017 et 2018, alors qu'elles ont augmenté en Italie et aux Pays-Bas.

Si l'on analyse les dépenses exprimées en fonction du PIB, l'Union européenne affiche des valeurs faibles, surtout si on la compare à la Corée, mais ses chiffres restent cependant supérieurs à ceux des États-Unis et du Japon. Au sein de l'Union, ce sont l'Allemagne, les Pays-Bas et l'Autriche qui consacrent la plus grosse part de leur budget à l'énergie solaire, suivis de la France et de l'Italie. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D HYDROÉLECTRICITÉ

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Royaume-Uni	3,7	3,7	0,0002 %	0,0002 %
	Autriche	1,6	2,0	0,0005 %	0,0006 %
	France	1,9	1,8	0,0001 %	0,0001 %
	Allemagne	2,2	1,4	0,0001 %	0,0000 %
	Suède	0,7	0,9	0,0002 %	0,0002 %
	Pologne	0,1	0,1	0,0000 %	0,0000 %
	Danemark	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
	Italie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
	Slovaquie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
	Espagne	3,0	n.a.	0,0003 %	n.a.
	Finlande	0,1	n.a.	0,0001 %	n.a.
	Malte	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Pays-Bas	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Roumanie	0,2	n.a.	0,0001 %	n.a.
Total UE 28	13,6	9,8	0,0001 %	0,0001 %	
Autres pays	États-Unis	71,2	89,0	0,0004 %	0,0005 %
	Turquie	11,2	17,9	0,0012 %	n.a.
	Suisse	13,3	13,3	0,0027 %	0,0026 %
	Canada	11,1	11,0	0,0008 %	0,0008 %
	Norvège	8,9	9,4	0,0024 %	0,0025 %
	Corée du Sud	6,2	4,6	0,0005 %	0,0003 %
	Japon	n.a.	1,1	n.a.	0,0000 %
	Australie	n.a.	0,1	n.a.	n.a.
	Nouvelle-Zélande	0,0	n.a.	n.a.	n.a.

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie hydraulique est également une filière plus modeste que l'énergie solaire, en ce qui concerne l'investissement public en R&D. Parmi les pays faisant l'objet de cette étude, ce sont les États-Unis qui consacrent les plus gros investissements publics dans la R&D. Ils sont suivis de la Turquie, de la Suisse, du Canada et de la Norvège, pays qui disposent tous d'importantes ressources hydroélectriques. L'UE dans son ensemble se situe entre le Canada et la Norvège. Au sein de l'UE, le Royaume-Uni, l'Autriche, la France et l'Allemagne enregistrent les valeurs les plus élevées. En termes de parts du PIB, c'est la Suisse, la Norvège, le Canada, les États-Unis et la Corée qui arrivent en tête. Au sein de l'Union, l'Autriche, la Suède, le Royaume-Uni et la France totalisent les pourcentages les plus élevés. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D GÉOTHERMIE

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Pays-Bas	3,9	21,7	0,0006 %	0,0030 %
	Allemagne	16,5	15,4	0,0006 %	0,0005 %
	France	3,2	7,2	0,0001 %	0,0003 %
	Italie	5,4	5,7	0,0003 %	0,0003 %
	Danemark	1,3	1,8	0,0005 %	0,0007 %
	Autriche	0,8	1,5	0,0002 %	0,0005 %
	Slovaquie	0,0	0,5	0,0000 %	0,0006 %
	Royaume-Uni	0,7	0,4	0,0000 %	0,0000 %
	Pologne	0,3	0,3	0,0001 %	0,0001 %
	Irlande	0,2	0,2	0,0001 %	0,0001 %
	Malte	2,8	n.a.	0,0007 %	n.a.
	Belgique	0,5	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Espagne	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Roumanie	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
Total UE 28	35,5	54,6	0,0002 %	0,0004 %	
Autres pays	États-Unis	58,9	68,5	0,0003 %	0,0004 %
	Japon	16,9	22,0	0,0004 %	0,0005 %
	Suisse	17,5	17,5	0,0035 %	0,0034 %
	Corée du Sud	2,5	4,0	0,0002 %	0,0003 %
	Canada	2,2	3,0	0,0001 %	0,0002 %
	Norvège	1,2	1,6	0,0003 %	0,0004 %
	Australie	0,4	0,3	n.a.	n.a.
	Turquie	0,1	0,1	0,0000 %	n.a.
	Nouvelle-Zélande	0,9	n.a.	n.a.	n.a.

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 (58,9 millions d'euros en 2017 et 68,5 millions en 2018). Ils sont suivis de l'Union européenne (54,6 millions d'euros) et du Japon (22 millions d'euros). Dans ces trois pays, le montant des dépenses publiques de R&D a augmenté depuis 2017. Il en va de même pour les Pays-Bas, qui ont fortement accru leurs dépenses dans ce secteur. Comparés à l'énergie solaire, les montants sont toutefois relativement faibles. En valeur relative, on constate que la Suisse consacre la plus grosse part de son PIB aux investissements publics dans la R&D, suivie des Pays-Bas et du Danemark. La Slovaquie, le Japon, l'Autriche, la Norvège et les États-Unis y consacrent également des parts relativement importantes. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D BIOCARBURANTS

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	France	52,8	48,9	0,0024 %	0,0022 %
	Allemagne	32,7	28,5	0,0011 %	0,0010 %
	Pays-Bas	22,5	16,7	0,0032 %	0,0023 %
	Suède	13,0	14,2	0,0030 %	0,0032 %
	Royaume-Uni	31,5	11,0	0,0015 %	0,0005 %
	Pologne	11,8	10,7	0,0026 %	0,0022 %
	Italie	9,5	10,1	0,0006 %	0,0006 %
	Autriche	9,0	7,8	0,0028 %	0,0023 %
	Danemark	3,6	7,0	0,0013 %	0,0025 %
	Irlande	2,0	2,3	0,0008 %	0,0008 %
	Slovaquie	0,1	0,2	0,0001 %	0,0003 %
	Belgique	4,9	n.a.	0,0012 %	n.a.
	Espagne	3,0	n.a.	0,0003 %	n.a.
	Finlande	12,5	n.a.	0,0063 %	n.a.
Malte	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.	
Roumanie	0,4	n.a.	0,0003 %	n.a.	
Total UE 28	209,3	157,4	0,0015 %	0,0011 %	
Autres pays	États-Unis	188,1	199,6	0,0011 %	0,0011 %
	Japon	38,1	58,5	0,0009 %	0,0014 %
	Canada	33,4	31,3	0,0023 %	0,0022 %
	Norvège	13,8	23,1	0,0038 %	0,0062 %
	Suisse	22,9	22,9	0,0046 %	0,0045 %
	Corée du Sud	17,2	17,6	0,0013 %	0,0013 %
	Australie	3,5	4,2	n.a.	n.a.
	Turquie	0,9	0,4	0,0001 %	n.a.
	Nouvelle-Zélande	0,5	n.a.	n.a.	n.a.

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Le secteur des biocarburants enregistre les seconds plus gros investissements en R&D au sein des secteurs des énergies renouvelables. Cela est principalement dû à l'engagement des États-Unis, qui consacrent les montants les plus élevés, avec près de 200 millions d'euros, ainsi qu'à l'Union européenne, avec près de 160 millions d'euros en 2018. Les autres pays de cette analyse présentent des investissements publics en R&D beaucoup plus faibles, tous inférieurs à 50 millions d'euros, à l'exception du Japon, qui occupe le troisième rang en valeur absolue dans ce secteur. Au sein de l'Union, la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Suède enregistrent les plus gros investissements nationaux. D'autre part, le Canada, la Norvège et la Suisse se classent au premier rang concernant les dépenses publiques de R&D en 2018. En part du PIB, la Norvège présente le pourcentage le plus élevé, suivie de la Suisse, de la Suède, du Danemark et des Pays-Bas. La Finlande enregistrait le pourcentage le plus élevé en 2017, mais ses chiffres ne sont pas disponibles pour 2018. Bien que les États-Unis affichent d'importants investissements en valeur absolue dans les biocarburants, cela représente une part relativement faible de leur PIB, avec une tendance à la stabilité entre 2017 et 2018. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D ÉNERGIE OCÉANIQUE

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Royaume-Uni	5,2	14,2	0,0002 %	0,0007 %
	France	6,9	8,9	0,0003 %	0,0004 %
	Irlande	6,7	5,3	0,0026 %	0,0019 %
	Suède	2,2	2,8	0,0005 %	0,0006 %
	Pays-Bas	0,7	0,1	0,0001 %	0,0000 %
	Allemagne	n.a.	0,0	n.a.	0,0000 %
	Danemark	0,3	0,0	0,0001 %	0,0000 %
	Italie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
	Slovaquie	n.a.	0,0	n.a.	0,0000 %
	Espagne	0,2	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Roumanie	0,1	n.a.	0,0000 %	n.a.
	Malte	0,0	n.a.	0,0000 %	n.a.
Total UE 28	22,2	31,2	0,0002 %	0,0002 %	
Autres pays	Japon	4,6	13,7	0,0001 %	0,0003 %
	Australie	0,9	3,4	n.a.	n.a.
	Corée du Sud	3,1	2,4	0,0002 %	0,0002 %
	Canada	2,2	1,7	0,0002 %	0,0001 %
	Norvège	3,4	0,2	0,0009 %	0,0001 %
	Turquie	0,0	0,0	0,0000 %	n.a.
	États-Unis	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Nouvelle-Zélande	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	
Suisse	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est un secteur relativement modeste en termes d'investissement public dans la R&D. Globalement, l'Union des 28 totalise les valeurs les plus importantes, suivie du Royaume-Uni, du Japon, de la France et de l'Irlande. Cependant, tout comme dans les autres secteurs, les données sont ici très lacunaires. En 2018, l'Union européenne a vu ses dépenses augmenter, de même que le Royaume-Uni, le Japon et la France. En termes de parts du PIB, l'Irlande présente les valeurs les plus élevées, suivie du Royaume-Uni, de la Suède, de la France, du Japon et de l'Union européenne dans son ensemble. ■

INVESTISSEMENTS PUBLICS EN R&D

TOTAL DES TECHNOLOGIES
RENOUVELABLES

		Dépenses publiques de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
		2017	2018	2017	2018
UE 28	Allemagne	n.a.	197,7	n.a.	0,0066 %
	France	127,2	128,0	0,0059 %	0,0058 %
	Royaume-Uni	94,7	84,5	0,0045 %	0,0039 %
	Italie	40,5	42,8	0,0025 %	0,0026 %
	Danemark	28,3	42,5	0,0104 %	0,0154 %
	Slovaquie	n.a.	0,8	n.a.	0,0010 %
	Espagne	23,6	n.a.	0,0021 %	n.a.
	Malte	0,0	n.a.	0,0005 %	n.a.
	Pays-Bas	60,8	n.a.	0,0087 %	n.a.
	Roumanie	2,5	n.a.	0,0015 %	n.a.
Total UE 28		728,6	664,7	0,0051 %	0,0046 %
Autres pays	États-Unis	570,2	639,7	0,0033 %	0,0037 %
	Japon	n.a.	348,3	n.a.	0,0083 %
	Corée du Sud	100,3	105,8	0,0074 %	0,0077 %
	Canada	78,1	71,5	0,0053 %	0,0049 %
	Norvège	55,5	49,2	0,0152 %	0,0133 %
	Australie	n.a.	35,1	n.a.	n.a.
	Turquie	14,1	20,8	0,0016 %	n.a.
	Nouvelle-Zélande	1,5	n.a.	n.a.	n.a.

Note : 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).
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Enfin, un examen attentif de l'investissement public dans l'ensemble des technologies renouvelables révèle que l'Union européenne détient le record des dépenses publiques en R&D dans ce domaine, suivie de près par les États-Unis, qui ont vu ces dépenses augmenter entre 2017 et 2018, tandis qu'elles ont légèrement diminué dans l'Union européenne. Le Japon arrive en troisième position, suivi de l'Allemagne, de la France et de la Corée. Mais du fait des nombreuses données manquantes, ce tableau doit être interprété avec prudence. En part du PIB, on observe une très bonne position du Danemark, de la Norvège et des Pays-Bas (2017), suivis du Japon, de la Corée et de l'Allemagne. L'Union européenne se classe en milieu de liste, devant les États-Unis. Au sein de l'Union, ce sont le Danemark, les Pays-Bas, l'Allemagne, la France et le Royaume-Uni qui affichent les parts les plus élevées. Cependant, seuls quelques pays disposent de données pour 2018, ce qui rend toute comparaison difficile. ■



INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	566,7	466,3	0,0205 %	0,0166 %
Danemark	195,6	227,8	0,0772 %	0,0879 %
Espagne	98,0	86,5	0,0095 %	0,0081 %
France	69,7	52,0	0,0034 %	0,0025 %
Royaume-Uni	55,9	49,3	0,0028 %	0,0024 %
Pays-Bas	38,8	35,8	0,0060 %	0,0054 %
Suède	19,1	17,9	0,0049 %	0,0044 %
Pologne	5,7	17,2	0,0014 %	0,0041 %
Italie	35,6	15,8	0,0023 %	0,0010 %
Finlande	5,8	8,4	0,0031 %	0,0045 %
Belgique	18,3	8,1	0,0049 %	0,0021 %
Irlande	n.a.	7,3	n.a.	0,0032 %
Autriche	8,3	5,6	0,0027 %	0,0018 %
Roumanie	7,3	3,9	0,0052 %	0,0027 %
Slovaquie	2,3	3,9	0,0031 %	0,0051 %
Rép. Tchèque	n.a.	1,9	n.a.	0,0011 %
Lettonie	2	1,3	0	0,0059 %
Portugal	n.a.	0,2	n.a.	0,0001 %
Estonie	1,5	n.a.	0,0088 %	n.a.
Grèce	0,4	n.a.	0,0002 %	n.a.
Hongrie	2,3	n.a.	0,0022 %	n.a.
Lituanie	0,6	n.a.	0,0017 %	n.a.
Luxembourg	1,1	n.a.	0,0026 %	n.a.
Slovénie	2,3	n.a.	0,0063 %	n.a.
Total UE 28	1 137,6	1 009,0	0,0086 %	0,0074 %

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 les investissements privés dans la R&D. Mais avec 466 millions d'euros en 2015, les montants ont diminué depuis 2014. Cependant, les investissements allemands représentent plus de deux fois ceux du Danemark, ces derniers ayant augmenté depuis 2014. L'Espagne se classe en troisième position, avec moins de la moitié des montants du Danemark, suivie de la France et du Royaume-Uni. 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 EN R&D ÉNERGIE SOLAIRE

	Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
Allemagne	1 088,0	1 210,6	0,0394 %	0,0431 %
Royaume-Uni	88,7	138,1	0,0044 %	0,0067 %
France	191,4	137,6	0,0092 %	0,0066 %
Espagne	102,9	83,4	0,0099 %	0,0078 %
Autriche	93,4	69,2	0,0303 %	0,0222 %
Pays-Bas	81,7	59,3	0,0126 %	0,0089 %
Italie	84,5	58,4	0,0055 %	0,0038 %
Pologne	32,7	53,5	0,0081 %	0,0127 %
Finlande	15,4	38,9	0,0083 %	0,0207 %
Belgique	16,2	22,3	0,0043 %	0,0058 %
Irlande	25,6	19,9	0,0138 %	0,0086 %
Roumanie	8,7	14,0	0,0062 %	0,0097 %
Danemark	3,1	13,6	0,0012 %	0,0052 %
Portugal	5,8	12,9	0,0034 %	0,0075 %
Suède	45,8	11,8	0,0117 %	0,0029 %
Rép. Tchèque	15,3	11,2	0,0094 %	0,0066 %
Luxembourg	5,4	4,2	0,0123 %	0,0091 %
Bulgarie	n.a.	2,8	n.a.	0,0068 %
Hongrie	4,4	2,8	0,0041 %	0
Slovénie	n.a.	0,9	n.a.	0,0025 %
Lettonie	n.a.	0,8	n.a.	0,0038 %
Chypre	2,2	n.a.	0,0125 %	n.a.
Estonie	4,4	n.a.	0	n.a.
Lituanie	5,4	n.a.	0,0165 %	n.a.
Slovaquie	4,4	n.a.	0,0059 %	n.a.
Total UE 28	1 925,5	1 966,4	0,0145 %	0,0145 %

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'Allemagne est l'acteur majeur au sein de l'UE concernant l'investissement privé dans la R&D, ses chiffres ayant même augmenté entre 2014 et 2015. Le pays se place à un niveau très élevé par rapport aux autres pays européens. Il est suivi du Royaume-Uni, où les dépenses privées de R&D dans les technologies solaires ont également augmenté depuis 2014, tandis que la France se classe au troisième rang, du fait d'une diminution du montant de ces dépenses entre 2014 et 2015. L'Espagne, l'Autriche et les Pays-Bas se classent respectivement aux quatrième, cinquième et sixième rangs de cette comparaison, suivis de l'Italie et de la Pologne.

En ce qui concerne les dépenses de R&D exprimées par rapport au PIB, l'Allemagne affiche la part la plus élevée, part qui s'est encore accrue en 2015. Elle est suivie de l'Autriche, dont la part a cependant diminué en raison de la baisse des chiffres en valeur absolue. La Finlande arrive en troisième position, suivie de la Pologne et de la Roumanie. Dans l'énergie solaire, la part des investissements privés dans la R&D est nettement plus élevée en 2014-2015 que la part des dépenses publiques observées en 2017-2018. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D

HYDROÉLECTRICITÉ

		Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
		2014	2015	2014	2015
UE 28	Allemagne	30,1	46,2	0,0011 %	0,0016 %
	France	30,5	23,0	0,0015 %	0,0011 %
	Pologne	2,3	18,8	0,0006 %	0,0045 %
	Italie	0,8	15,4	0,0001 %	0,0010 %
	Finlande	1,7	7,5	0,0009 %	0,0040 %
	Royaume-Uni	8,9	6,3	0,0004 %	0,0003 %
	Autriche	7,4	5,8	0,0024 %	0,0018 %
	Suède	n.a.	4,9	n.a.	0,0012 %
	Belgique	n.a.	2,9	n.a.	0,0007 %
	Pays-Bas	1,2	2,9	0,0002 %	0,0004 %
	Rép. Tchèque	1,8	1,9	0,0011 %	0,0011 %
	Irlande	n.a.	1,5	n.a.	0,0006 %
	Danemark	n.a.	1,0	n.a.	0,0004 %
	Espagne	8,1	0,5	0,0008 %	0,0000 %
	Roumanie	0,4	n.a.	0,0003 %	n.a.
	Slovénie	2,3	n.a.	0,0064 %	n.a.
Slovaquie	2,3	n.a.	0,0032 %	n.a.	
Total UE 28		97,8	138,4	0,0007 %	0,0010 %

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Par rapport au solaire, le secteur de l'hydroélectricité est également assez modeste en ce qui concerne les investissements privés dans la R&D, mais ceux-ci sont toutefois plus importants en 2014-2015 que les investissements publics en 2017-2018 (au moins pour les pays de l'Union européenne). L'Allemagne affiche les valeurs les plus élevées, parmi les pays de notre étude. Ensuite vient la France, qui enregistre également un niveau significatif d'investissements privés dans ce secteur. Ces deux pays sont suivis de la Pologne et de l'Italie, qui ont vu leurs dépenses privées augmenter fortement en 2015. La Finlande, le Royaume-Uni et l'Autriche se classent respectivement en cinquième, sixième et septième positions. Dans ces pays, les montants dépassent les 5 millions d'euros, malgré une baisse, entre 2014 et 2015, au Royaume-Uni et en Autriche. Par contre, la part exprimée en fonction du PIB révèle un classement légèrement différent, les pourcentages les plus élevés s'observant en Slovénie (2014), en Pologne, en Finlande et en Slovaquie (2014). En outre, l'Autriche affiche un pourcentage relativement élevé (bien qu'en baisse), tandis que l'Allemagne, qui se classe en 2015 juste après l'Autriche, a vu une augmentation de son pourcentage. Les pays qui présentaient des chiffres importants en valeur absolue, à savoir la France et l'Allemagne, se classent en milieu de liste. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D

GÉOTHERMIE

		Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
		2014	2015	2014	2015
UE 28	Allemagne	48,9	24,9	0,0018 %	0,0009 %
	Autriche	3,1	7,7	0,0010 %	0,0025 %
	Royaume-Uni	n.a.	5,8	n.a.	0,0003 %
	Finlande	0,4	3,8	0,0002 %	0,0020 %
	Pays-Bas	9,3	3,8	0,0014 %	0,0006 %
	Italie	6,2	3,1	0,0004 %	0,0002 %
	Suède	17,6	2,0	0,0045 %	0,0005 %
	Slovaquie	n.a.	1,6	n.a.	0,0021 %
	Danemark	2,2	n.a.	0,0009 %	n.a.
	Pologne	2,1	n.a.	0,0005 %	n.a.
	Portugal	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Roumanie	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Slovénie	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Total UE 28		89,6	52,7	0,0007 %

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de la géothermie, les dépenses privées de R&D (tout comme les dépenses publiques) sont bien inférieures à celles de l'énergie solaire. Une fois encore, on peut observer que l'Allemagne enregistre les plus gros investissements privés en R&D, soit 24,9 millions d'euros en 2015, avec toutefois une diminution par rapport à 2014. Viennent ensuite l'Autriche, le Royaume-Uni et la Finlande, avec moins de 10 millions d'euros pour chacun, sachant que l'Autriche, plus particulièrement, mais aussi la Finlande affichent une tendance à la hausse, tandis que la Suède enregistre une forte baisse entre 2014 et 2015. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que l'Autriche affiche la plus grosse part (parmi tous les pays de notre étude), cette part ayant même progressé entre 2014 et 2015. Elle est suivie de la Slovaquie, la Finlande, l'Allemagne et les Pays-Bas. Cependant, il faut être conscient du fait que les données sont très lacunaires, ce qui peut fausser le classement. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D

BIOCARBURANTS

		Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
		2014	2015	2014	2015
UE 28	Danemark	217,1	210,1	0,0857 %	0,0810 %
	Allemagne	212,3	164,8	0,0077 %	0,0059 %
	France	90,2	90,5	0,0043 %	0,0043 %
	Pays-Bas	50,7	74,1	0,0078 %	0,0112 %
	Royaume-Uni	50,0	56,1	0,0025 %	0,0027 %
	Italie	40,8	55,8	0,0026 %	0,0036 %
	Espagne	15,9	37,2	0,0015 %	0,0035 %
	Pologne	14,9	36,2	0,0037 %	0,0086 %
	Finlande	41,2	34,4	0,0221 %	0,0183 %
	Suède	15,9	17,4	0,0040 %	0,0042 %
	Autriche	3,9	12,4	0,0013 %	0,0040 %
	Rép. Tchèque	13,1	9,9	0,0081 %	0,0058 %
	Irlande	n.a.	8,5	n.a.	0,0037 %
	Slovaquie	24,2	6,0	0,0328 %	0,0078 %
	Luxembourg	11,3	6,0	0,0256 %	0,0129 %
	Hongrie	12,5	5,1	0,0119 %	0,0047 %
	Lettonie	n.a.	3,0	n.a.	0,0141 %
Belgique	4,5	n.a.	0,0012 %	n.a.	
Total UE 28		818,6	827,4	0,0062 %	0,0061 %

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. Le Danemark affiche les montants les plus élevés, avec près de 210 millions d'euros en 2015. L'Allemagne a vu baisser ses investissements entre 2014 et 2015, et occupe désormais la deuxième place après le Danemark, où les investissements ont augmenté en 2015. Tous les autres pays de cette étude affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros. La France arrive au troisième rang, avec environ 90 millions d'euros, suivie des Pays-Bas (74 millions d'euros) et du Royaume-Uni (56 millions d'euros). En résumé, on peut constater que les dépenses privées de R&D dans les biocarburants ont légèrement augmenté entre 2014 et 2015, ce qui se traduit par un chiffre en hausse pour l'Union européenne dans son ensemble. En part du PIB, le Danemark arrive en tête en 2015, suivi de la Finlande, de la Lettonie, du Luxembourg, des Pays-Bas et de la Pologne. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D

ÉNERGIE OCÉANIQUE

		Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
		2014	2015	2014	2015
UE 28	Royaume-Uni	44,7	53,6	0,0022 %	0,0026 %
	Suède	19,6	33,6	0,0050 %	0,0082 %
	Allemagne	49,7	29,1	0,0018 %	0,0010 %
	France	21,7	16,2	0,0010 %	0,0008 %
	Finlande	21,6	11,1	0,0116 %	0,0059 %
	Pays-Bas	3,3	9,9	0,0005 %	0,0015 %
	Irlande	16,4	7,3	0,0088 %	0,0031 %
	Roumanie	n.a.	5,6	n.a.	0,0038 %
	Italie	9,2	5,1	0,0006 %	0,0003 %
	Pologne	n.a.	4,9	n.a.	0,0012 %
	Espagne	14,7	3,2	0,0014 %	0,0003 %
	Bulgarie	n.a.	1,4	n.a.	0,0034 %
	Rép. Tchèque	n.a.	0,9	n.a.	0,0005 %
	Belgique	n.a.	0,6	n.a.	0,0001 %
	Autriche	1,3	n.a.	0,0004 %	n.a.
	Danemark	3,4	n.a.	0,0013 %	n.a.
	Luxembourg	1,2	n.a.	0,0028 %	n.a.
Portugal	2,5	n.a.	0,0015 %	n.a.	
Total UE 28		209,3	182,3	0,0016 %	0,0013 %

Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un secteur relativement modeste en termes d'investissement privé dans la R&D. Ici, le Royaume-Uni affiche les valeurs les plus élevées en 2015, suivi de la Suède, de l'Allemagne et de la France. La Finlande et les Pays-Bas se classent respectivement en cinquième et sixième positions. Cependant, ce secteur présente également des données très lacunaires. En 2015, les investissements dans les énergies marines ont diminué dans la totalité de l'Union européenne, ce qui est principalement attribuable aux baisses observées en Allemagne, en France et en Finlande. Les pays qui affichent les parts de PIB les plus élevées sont la Suède, la Finlande et la Roumanie, suivies de la Bulgarie, de l'Irlande, du Royaume-Uni et des Pays-Bas. ■

INVESTISSEMENTS PRIVÉS EN R&D

TOTAL DES TECHNOLOGIES
RENOUVELABLES

	Dépenses privées de R&D (en millions d'euros)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Allemagne	1 995,6	1 941,9	0,0723 %	0,0692 %
Royaume-Uni	n.a.	309,1	n.a.	0,0151 %
Pays-Bas	185,0	185,7	0,0284 %	0,0280 %
Italie	177,1	153,5	0,0115 %	0,0099 %
Finlande	86,1	104,1	0,0461 %	0,0555 %
Suède	n.a.	87,6	n.a.	0,0213 %
Autriche	117,6	n.a.	0,0381 %	n.a.
Total EU	4 278,5	4 176,3	0,0322 %	0,0307 %

Note : 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).
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 2014 et 2015. Les investissements privés allemands sont restés plutôt stables en 2015 et le pays conserve sa position de leader. D'importants investissements privés sont également observés au Royaume-Uni, qui arrive en deuxième position sur cet indicateur. Quant aux autres pays pour lesquels nous disposons de données, les Pays-Bas et l'Italie affichent des niveaux d'investissement comparables. En part du PIB, on constate également la bonne position de l'Allemagne, mais la Finlande affiche aussi un pourcentage assez élevé. 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

Compte tenu des données très lacunaires, notamment pour la Chine, mais aussi 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 par 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 :

- jusqu'à présent, l'Union européenne (2017-2018) arrive en tête devant les États-Unis, la Corée et le Japon, 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 surtout l'Allemagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni qui consacrent les plus gros budgets publics à la R&D. Pour les investissements privés, nous disposons uniquement des données relatives aux pays de l'Union européenne (2014-2015). On peut constater que l'Allemagne arrive en tête, suivie du Royaume-Uni, de la France, de l'Espagne, de l'Autriche et de l'Italie ;

- 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 en R&D dans le PIB, la Suisse, les Pays-Bas et le Danemark se distinguent tout particulièrement. Les chiffres des dépenses privées de R&D montrent que l'Allemagne arrive en tête, avec 24,9 millions d'euros en 2015, mais ce volume représente une baisse par rapport à 2014. Viennent ensuite l'Autriche, le Royaume-Uni et la Finlande ;

- dans l'énergie hydraulique, secteur relativement modeste en termes d'investissement public en R&D, les États-Unis arrivent en tête, ce qui s'explique par leur situation géographique, et notamment par leurs vastes ressources hydroélectriques. Ils sont suivis de la Turquie, de la Suisse, du Canada et de la Norvège. Au sein de l'Union européenne, le Royaume-Uni, l'Autriche, la France et l'Allemagne affichent les valeurs les plus importantes. En ce qui concerne les investissements privés, l'Allemagne présente les valeurs les plus élevées parmi les pays de notre étude (Union européenne uniquement). Elle est suivie de la France. La Pologne et l'Italie ont enregistré une forte croissance de leurs dépenses privées de R&D dans ce secteur en 2015 et se classent respectivement en troisième et quatrième positions au sein de l'UE ;
- dans les biocarburants, les États-Unis présentent les plus gros investissements publics en 2018, suivis de l'Union européenne. Les autres pays de cette étude investissent des sommes plus faibles dans la R&D (toutes inférieures à

50 millions d'euros, à l'exception du Japon). Pour ce qui est de l'investissement privé, le Danemark arrive en tête, avec 210 millions d'euros en 2015. L'Allemagne enregistre un recul, mais elle demeure toujours au deuxième rang des investissements privés en R&D. Tous les autres pays de cette étude (UE) affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros ;

- dans le secteur de l'énergie éolienne, le Japon arrive en tête pour ce qui est des dépenses publiques de R&D, suivi de l'Union européenne et des États-Unis (bien que de nombreux pays ne disposent pas de données pour 2017). Quant aux dépenses privées de R&D, l'Allemagne se positionne en tête, suivie du Danemark, qui arrive second sur cet indicateur. L'Espagne se classe en troisième position, avec cependant environ la moitié des montants du Danemark, suivie de la France et du Royaume-Uni ;
- dans l'énergie océanique, autre secteur relativement modeste en termes de dépenses publiques, l'Union européenne affiche les valeurs les plus élevées, suivie

du Japon. En 2018, les dépenses de l'UE ont augmenté par rapport à l'année précédente. Concernant les investissements privés en R&D, le Royaume-Uni présente les valeurs les plus élevées en 2015, suivi de la Suède, de l'Allemagne et de la France ;

- 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 de R&D à pratiquement tous les secteurs des énergies renouvelables ;

- dans l'ensemble, cette analyse montre que le financement privé de la R&D dépasse largement le financement public. Cela conforte la théorie selon laquelle les dépenses publiques de R&D seraient un élément moteur de l'investissement privé. ■



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 activités 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 différeront également. Nous mettons ici l'accent sur une perspective intérieure et macroéconomique, en fournissant des informations sur les capacités technologiques des économies dans le domaine des énergies renouvelables.

Approche méthodologique

Les chiffres du présent rapport ont été fournis par JRC/Setis. Ils sont issus de la base de données mondiale World Patent Statistical Database (Patsat)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 déposées

1. OEB. Base de données statistiques mondiale des brevets (Patsat), 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.

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 biaiser 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, à tort, que ces pays bénéficient d'une forte compétitivité à l'international.

Pour procéder à l'analyse des brevets au sein des différents secteurs des énergies renouvelables, il faut non seulement s'intéresser au nombre de brevets déposés, mais aussi à l'indice de spécialisation. Pour cela, il convient d'évaluer l'avantage technologique révélé (ATR) fondé sur les travaux de Balassa (Balassa, 1965), qui a créé 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 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 suivante : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	272,9	235,2	2,3	2,1	98,9	83,8
Danemark	91,1	152,4	12,7	19,8	359,6	588,0
Espagne	42,3	32,9	5,5	5,2	40,9	30,7
France	32,9	27,9	0,8	0,7	15,9	13,3
Royaume-Uni	25,1	27,0	1,4	1,4	12,5	13,1
Pays-Bas	18,8	21,6	1,8	1,9	28,9	32,6
Pologne	8,7	11,8	1,4	1,6	21,4	28,2
Suède	7,5	9,4	0,7	1,0	19,1	22,8
Italie	9,9	8,1	1,3	0,9	6,4	5,2
Irlande	0	3,8	0	2,6	0	16,2
Belgique	8,0	3,3	2,3	0,9	21,1	8,5
Finlande	2,5	3,3	0,4	0,7	13,4	17,3
Roumanie	7,2	3,0	6,5	2,5	51,3	20,7
Autriche	3,0	2,9	0,4	0,4	9,9	9,2
Lettonie	1	2,6	6	8,6	49	125,0
Slovaquie	1,0	2,1	1,8	2,9	13,6	27,4
République Tchèque	0	1,0	0	0,6	0	5,9
Lituanie	0,3	1,0	1,4	8,5	7,6	29,6
Luxembourg	0,5	0,5	0,4	0,5	11,3	10,8
Malte	0	0,2	0	1,5	0	23,1
Portugal	0	0,2	0	0,2	0	1,0
Chypre	0	0	0	1	0	8
Hongrie	1,0	0,1	2,4	0,5	9,5	1,1
Bulgarie	0	0	0	0	0	0
Estonie	0,7	0	2,2	0	38,5	0
Grèce	0,3	0	3,0	0	1,8	0
Croatie	0	0	0	0	0	0

Continue page suivante

Slovénie	1,0	0	2,4	0	27,7	0
UE 28 Total	535,6	550,3	2,1	2,2	40,3	40,5
Autres pays						
Chine	1 094,1	1 497,8	1,0	1,0	139,1	150,8
Corée du Sud	296,5	190,0	1,0	0,7	278,8	152,4
Japon	186,3	189,6	0,5	0,5	51,0	47,9
États-Unis	159,6	165,9	0,8	0,8	12,1	10,1
Reste du monde	109,5	101,4	0,0	0,0	0	0

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI*

Dans l'énergie éolienne, c'est encore la Chine qui enregistre le plus grand nombre de dépôts de brevets. Les dépôts de l'ensemble de l'Union européenne ne représentent qu'un tiers des dépôts chinois, bien que les chiffres européens aient légèrement augmenté depuis 2014. La Chine aussi a connu une croissance de ses activités de brevetage dans ce secteur, sur la

même période. L'Allemagne arrive en troisième position, suivie de la Corée, du Japon, des États-Unis et du Danemark. La bonne position de l'Europe est principalement due à la performance de deux pays européens, l'Allemagne et le Danemark, qui totalisent conjointement plus de 70 % de tous les brevets européens dans l'énergie éolienne. L'Espagne, la France, le

Royaume-Uni, les Pays-Bas et la Pologne ont également déposé un nombre important de brevets dans ce secteur en 2015.

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 la Chine, de la Lettonie, de l'Allemagne et du Japon. 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 Lettonie, la Lituanie et l'Espagne affichent également des valeurs élevées. L'Allemagne présente aussi une spécialisation supérieure à la moyenne (comme l'UE en général), quoique moins poussée que celle 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. ■



ÉNERGIE SOLAIRE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	281,7	230,2	0,8	0,7	102,1	82,0
France	103,6	97,2	0,8	0,9	49,9	46,3
Espagne	48,6	35,7	2,0	2,0	47,0	33,3
Royaume-Uni	33,2	34,8	0,6	0,6	16,6	17,0
Pologne	22,8	19,3	1,2	0,9	56,3	45,9
Pays-Bas	40,7	17,7	1,2	0,6	62,6	26,7
Autriche	25,3	17,2	1,1	0,9	81,9	55,1
Italie	20,5	17,0	0,9	0,7	13,3	10,9
Belgique	11,9	12,4	1,1	1,2	31,5	32,2
Finlande	4,5	9,9	0,2	0,7	24,2	53,0
Roumanie	5,5	7,5	1,6	2,2	39,3	51,7
Irlande	6,2	3,5	1,9	0,9	33,6	15,3
République Tchèque	5,0	3,5	0,9	0,7	30,9	20,5
Danemark	2,8	3,4	0,1	0,2	11,0	13,2
Portugal	3,6	3,1	1,9	1,3	21,2	17,9
Slovaquie	5,3	2,7	3,0	1,3	71,3	34,8
Suède	11,1	2,3	0,3	0,1	28,2	5,7
Lettonie	2,0	2,1	4,1	2,5	97,4	101,3
Lituanie	2,3	1,5	4,0	4,5	68,0	44,5
Luxembourg	1,9	1,2	0,5	0,4	43,6	25,3
Hongrie	1,0	1,0	0,8	1,4	9,5	9,2
Slovénie	0	0,8	0	2,3	0	22,5
Grèce	0	0,6	0	0,5	0	3,3
Bulgarie	0	0,5	0	1,0	0	12,1
Chypre	0,5	0	0,6	0	28,6	0
Estonie	1,0	0	1,1	0	57,7	0
Croatie	0	0	0	0	0	0

Continue page suivante

Malte	0	0	0	0	0	0
UE 28 Total	640,9	525,3	0,8	0,7	48,3	38,7
Autres pays						
Chine	3 293,6	4 218,1	0,9	1,0	418,6	424,8
Japon	1 355,1	1 106,9	1,2	1,1	370,7	279,8
Corée du Sud	1 215,9	910,6	1,3	1,2	1 143,1	730,5
États-Unis	490,3	472,4	0,7	0,8	37,1	28,8
Reste du monde	505,1	427,9	0,0	0,0	0	0

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
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 deuxième rang en termes de brevets par rapport au PIB. Elle est suivie du Japon, dont les activités de brevetage ont diminué entre 2014 et 2015, alors que celles de la Chine ont augmenté. La Corée se classe en troisième position, mais enregistre également une baisse entre 2014 et 2015. Elle occupe cependant la première place, pour la part des brevets exprimée en fonction du PIB. L'UE (dans son ensemble) arrive derrière la Corée – avec des demandes de brevets représentant environ les deux tiers de celles de la Corée – et devant les États-Unis, bien que les chiffres aient diminué pour ces deux pays en 2015. Au sein de l'Union européenne, l'Allemagne a déposé le plus grand nombre de brevets, suivie de la France, de l'Espagne, du Royaume-Uni, de la Pologne et

des Pays-Bas. L'Allemagne se classe également première en termes de part du PIB, conjointement avec la Lettonie, et suivie de l'Autriche, de la Finlande et de la Roumanie. 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 (à l'exception de la Corée). Les pays qui présentent les valeurs de spécialisation les plus élevées sont la Lituanie, la Lettonie, la Slovaquie, la Roumanie, l'Espagne, la Hongrie et la Slovaquie. 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 secteur du photovoltaïque et un faible nombre dans les autres technologies énergétiques, un pays donné pourrait présenter un degré de spécialisation relativement élevé. Et la survenue de faibles variations dans les activités de brevetage au cours d'une année pourrait influencer fortement sur les indices de spécialisation. ■

HYDROÉLECTRICITÉ

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	16,0	17,7	0,4	0,5	5,8	6,3
France	12,8	9,1	0,9	0,8	6,2	4,3
Pologne	5,0	9,0	2,5	4,0	12,4	21,4
Italie	0,3	4,5	0,1	1,7	0,2	2,9
Roumanie	1,2	3,5	3,2	9,6	8,3	24,1
Finlande	0,8	2,6	0,4	1,8	4,1	13,9
Pays-Bas	0,8	2,3	0,2	0,7	1,2	3,5
Royaume-Uni	3,8	2,2	0,6	0,4	1,9	1,1
Slovaquie	2,0	2,1	11,2	9,1	27,2	26,7
Autriche	3,0	2,0	1,2	0,9	9,7	6,4
Suède	0	1,7	0	0,6	0	4,1
Belgique	0	1,0	0	0,9	0	2,6
République Tchèque	1,7	0,7	3,0	1,2	10,3	3,9
Irlande	0	0,5	0	1,1	0	2,2
Danemark	0	0,3	0	0,1	0	1,3
Espagne	5,2	0,2	2,1	0,1	5,0	0,2
Hongrie	0	0,1	0	1,6	0	1,1
Malte	0	0,1	0	2,4	0	11,5
Bulgarie	0	0	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0	0	0
Estonie	0	0	0	0	0	0
Grèce	0	0	0	0	0	0
Croatie	0	0	0	0	0	0
Lituanie	0	0	0	0	0	0
Luxembourg	0	0	0	0	0	0
Lettonie	0	0	0	0	0	0
Portugal	0	0	0	0	0	0

Continue page suivante

Slovénie	1,0	0	7,4	0	27,7	0
UE 28 Total	53,5	59,6	0,6	0,8	4,0	4,4
Autres pays						
Chine	556,2	619,1	1,5	1,3	70,7	62,3
Japon	58,9	69,4	0,5	0,6	16,1	17,5
Corée du Sud	60,9	41,0	0,6	0,5	57,2	32,9
Reste du monde	43,4	35,7	0,0	0,0	0	0
États-Unis	7,0	6,3	0,1	0,1	0,5	0,4

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI*

Le nombre de brevets est plus important dans le domaine de l'énergie hydroélectrique que dans l'énergie géothermique. Dans ce

secteur, c'est surtout la Chine qui se détache. Le Japon, l'Union européenne et la Corée arrivent assez loin derrière. La Chine, l'Union

européenne et le Japon ont enregistré une croissance de ces dépôts de brevets entre 2014 et 2015, tandis que la Corée a subi un recul. Parmi les pays européens, l'Allemagne totalise 30 % de tous les dépôts de brevets dans ce secteur et la France, 15 %. La Pologne, l'Italie, la Roumanie, la Finlande, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Slovaquie, l'Autriche, la Suède et la Belgique ont également déposé plus d'un brevet dans ce secteur en 2015.

Si l'on exprime les dépôts de brevets en fonction du PIB, c'est la Chine et la Corée qui arrivent en tête, suivies de la Slovaquie, de la Roumanie, de la Pologne et du Japon. 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 Roumanie, en Slovaquie et en Pologne. Cependant, celui-ci est basé sur un nombre de dépôts très faible. ■



GÉOTHERMIE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	8,2	6,6	1,0	1,0	3,0	2,4
Pologne	2,3	4,0	5,5	8,9	5,8	9,5
France	1,6	3,0	0,5	1,2	0,8	1,4
Autriche	0,5	1,9	0,9	4,4	1,6	5,9
Royaume-Uni	0	1,5	0	1,3	0	0,7
Finlande	0,1	1,0	0,3	3,5	0,6	5,3
Pays-Bas	1,5	1,0	2,0	1,5	2,3	1,5
Slovaquie	0	0,8	0	18,5	0	10,9
Italie	1,0	0,8	1,9	1,5	0,6	0,5
Suède	2,8	0,5	3,9	0,9	7,2	1,2
Belgique	1,5	0	6,0	0	4,0	0
Bulgarie	0	0	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0	0	0
République Tchèque	0	0	0	0	0	0
Danemark	0,4	0	0,8	0	1,6	0
Estonie	0	0	0	0	0	0
Grèce	0	0	0	0	0	0
Espagne	0	0	0	0	0	0
Croatie	0	0	0	0	0	0
Hongrie	0	0	0	0	0	0
Irlande	0	0	0	0	0	0
Lituanie	0	0	0	0	0	0
Luxembourg	0	0	0	0	0	0
Lettonie	0	0	0	0	0	0
Malte	0	0	0	0	0	0
Portugal	0	0	0	0	0	0
Roumanie	0	0	0	0	0	0

Continue page suivante

Slovénie	0	0	0	0	0	0
UE 28 Total	19,9	21,1	1,1	1,4	1,5	1,6
Autres pays						
Chine	59,5	58,3	0,7	0,6	7,6	5,9
Corée du Sud	29,2	42,6	1,4	2,6	27,4	34,2
Japon	41,4	32,7	1,6	1,5	11,3	8,3
États-Unis	13,3	6,4	0,9	0,5	1,0	0,4
Reste du monde	5,4	3,9	0,0	0,0	0	0

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI*

En ce qui concerne le nombre de brevets déposés, le secteur de la géothermie s'avère beaucoup plus modeste que le secteur de l'énergie solaire, puisqu'en 2015, ce nombre est inférieur à 50 pour chacun des pays de notre étude (à l'exception de la Chine). Les pays de l'Union européenne ont déposé un total de 21 brevets dans l'énergie géothermique en 2015, dont 7 en provenance d'Allemagne. Les autres pays européens qui ont activement

breveté des inventions dans ce domaine cette même année sont la Pologne, la France, l'Autriche, le Royaume-Uni, la Finlande, les Pays-Bas, la Slovaquie, l'Italie et la Suède. Les pays qui ont déposé le plus grand nombre de brevets, en 2015, dans l'énergie géothermique sont la Chine (58 brevets), la Corée (43 brevets) et le Japon (33 brevets). Les États-Unis n'ont déposé que 6 brevets dans ce domaine en 2015. Concernant les dépôts de brevets

rapportés au PIB, ce sont la Corée, la Slovaquie, la Pologne, le Japon et l'Autriche qui enregistrent les plus hauts niveaux.

Comme indiqué précédemment, le cas des petits pays pose un problème d'échelle. Par exemple, l'indice de spécialisation est élevé en Slovaquie, en Pologne, en Autriche ou en Finlande, mais il ne repose que sur quelques changements mineurs dans l'activité de brevets. Ceci s'explique par la taille réduite du portefeuille de technologies énergétiques de ces pays, ce qui fait que des changements mineurs dans les brevets liés aux technologies renouvelables pèsent beaucoup. Globalement, le Japon et surtout 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 cependant basé sur un nombre plus faible de brevets. ■



BIOCARBURANTS

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Allemagne	52,1	47,7	0,6	0,6	18,9	17,0
France	37,3	37,5	1,2	1,4	18,0	17,9
Pays-Bas	14,3	18,1	1,8	2,3	22,0	27,3
Danemark	23,3	14,6	4,2	2,7	91,9	56,4
Espagne	9,0	14,2	1,5	3,2	8,7	13,2
Pologne	12,6	12,8	2,7	2,5	31,1	30,4
Royaume-Uni	10,2	11,9	0,7	0,9	5,1	5,8
Italie	7,1	9,4	1,2	1,5	4,6	6,0
Finlande	10,8	7,7	2,3	2,3	57,7	40,9
Autriche	1,1	4,4	0,2	0,9	3,7	14,2
Slovaquie	4,0	3,0	9,6	5,8	54,3	39,1
Suède	3,1	2,9	0,4	0,4	7,9	7,1
Irlande	0	2,6	0	2,6	0	11,2
République Tchèque	4,0	2,0	3,1	1,6	24,7	11,7
Roumanie	4,0	1,3	4,8	1,6	28,6	9,2
Belgique	2,9	1,0	1,1	0,4	7,8	2,6
Luxembourg	2,1	1,0	2,3	1,6	46,8	21,7
Hongrie	2,1	0,9	6,6	4,7	19,7	7,9
Lettonie	0	0,5	0	2,3	0	23,6
Bulgarie	0	0	0	0	0	0
Chypre	0	0	0	0	0	0
Estonie	0	0	0	0	0	0
Grèce	0	0	0	0	0	0
Croatie	0	0	0	0	0	0
Lituanie	0	0	0	0	0	0
Malte	0	0	0	0	0	0
Portugal	0	0	0	0	0	0

Continue page suivante

Slovénie	0	0	0	0	0	0
UE 28 Total	199,9	193,5	1,0	1,1	15,1	14,2
Autres pays						
Chine	1 000,8	1 204,6	1,1	1,1	127,2	121,3
Corée du Sud	216,5	152,7	1,0	0,8	203,6	122,5
États-Unis	158,2	137,3	1,0	0,9	12,0	8,4
Reste du monde	117,8	108,5	0,0	0,0	0	0
Japon	128,5	98,0	0,5	0,4	35,1	24,8

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
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 2015. Avec 1 205 familles de brevets, elle occupe clairement une position dominante et enregistre une croissance dans ce secteur depuis 2014. L'Union européenne arrive en seconde position, avec 194 familles de brevets, accusant une légère diminution par rapport à 2014. La Corée a aussi perdu du terrain depuis 2014 et arrive maintenant en troisième position. Les États-Unis et le Japon ont également connu une baisse des dépôts de brevets dans les biocarburants, le Japon ayant déposé moins de 100 familles de brevets simples en 2015. 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, des Pays-Bas, du Danemark, de l'Espagne, de la Pologne et du Royaume-Uni.

Si l'on exprime les dépôts 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, l'Espagne et le Danemark présentent les valeurs les plus élevées. Mais cela concerne un nombre de dépôts très faible en 2015, notamment dans le cas de la Slovaquie et de la Hongrie. 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 1,1. ■

ÉNERGIE OCÉANIQUE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par billion d'euros de PIB	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
UE 28						
Royaume-Uni	19,1	19,6	3,8	5,8	9,5	9,6
Allemagne	25,0	13,1	0,8	0,6	9,1	4,7
Suède	7,7	12,5	2,8	7,3	19,6	30,5
France	16,2	11,6	1,4	1,7	7,8	5,5
Pays-Bas	1,3	4,9	0,5	2,4	2,0	7,4
Finlande	8,6	4,0	5,4	4,7	46,3	21,3
Pologne	2,5	3,0	1,6	2,3	6,2	7,1
Irlande	5,8	2,5	21,0	9,7	31,4	10,8
Espagne	9,6	2,5	4,7	2,2	9,3	2,3
Italie	3,7	2,1	1,8	1,3	2,4	1,3
Roumanie	0	2,0	0	9,4	0	13,8
Bulgarie	0	0,7	0	20,7	0	16,2
République Tchèque	0	0,3	0	1,0	0	2,0
Belgique	0	0,2	0	0,3	0	0,5
Grèce	0	0,2	0	2,8	0	1,1
Malte	0	0,1	0	4,0	0	11,5
Chypre	0	0	0	3	0	4
Slovaquie	0	0	0	0	0	1
Autriche	0,5	0	0,3	0	1,6	0
Danemark	1,4	0	0,7	0	5,5	0
Estonie	0	0	0	0	0	0
Croatie	0	0	0	45	0	0
Hongrie	0	0	0	0	0	0
Lituanie	0	0	0	0	0	0
Luxembourg	0,5	0	1,6	0	11,3	0
Lettonie	0	0	0	0	0	0
Portugal	2,0	0	12,7	0	11,8	0

Continue page suivante

Slovénie	1,0	0	9,1	0	27,7	0
UE 28 Total	105,0	79,5	1,5	1,8	7,9	5,8
Autres pays						
Chine	336,8	262,7	1,1	1,0	42,8	26,5
Corée du Sud	96,6	56,8	1,2	1,2	90,8	45,6
Reste du monde	35,6	36,5	0,0	0,0	0	0
Japon	40,1	25,1	0,4	0,4	11,0	6,3
États-Unis	23,6	23,5	0,4	0,6	1,8	1,4

*Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).
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 néanmoins les tendances générales : la Chine arrive en tête, suivie de l'Europe, de la Corée, du Japon et des États-Unis. Le Royaume-Uni est le premier acteur européen dans ce secteur, suivi de l'Allemagne, de la Suède et de la France.

La Corée se classe en tête pour les dépôts de brevets rapportés au PIB. En raison de sa taille, la Suède arrive devant la Chine. Ces deux pays sont suivis de la Finlande, de la Bulgarie et de la Roumanie, bien que leurs dépôts de brevets soient relativement peu élevés en valeur absolue.

La Suède et le Royaume-Uni affichent 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	
	2014	2015	2014	2015
UE 28				
Allemagne	656	551	237,7	196,1
France	204	186	98,4	88,7
Danemark	119	171	469,6	658,9
Royaume-Uni	91	97	45,6	47,3
Espagne	115	85	110,9	79,6
Pays-Bas	77	66	119,0	99,1
Pologne	54	60	133,1	142,5
Italie	42	42	27,5	26,9
Suède	32	29	82,0	71,6
Finlande	27	28	146,3	151,7
Autriche	33	28	108,4	90,8
Belgique	24	18	64,3	46,4
Roumanie	18	17	127,6	119,4
Irlande	12	13	65,0	55,5
Slovaquie	12	11	166,3	139,4
République Tchèque	11	8	66,0	44,0
Lettonie	3	5	146,1	249,9
Portugal	6	3	33,0	18,9
Luxembourg	5	3	112,9	57,8
Lituanie	3	3	75,6	74,1
Hongrie	4	2	38,7	19,4
Bulgarie	0	1	0,0	28,3
Slovénie	3	1	83,0	22,5
Grèce	0	1	1,8	4,4
Malte	0	0	0,0	46,2
Chypre	1	0	28,6	12,0
Estonie	2	0	96,2	0,0

Continue page suivante

Croatie	0	0	0,0	0,0
UE 28 Total	1 555	1 429	117,1	105,2
Autres pays				
Chine	6 341,0	7 860,6	806,0	791,6
Japon	1 810,3	1 521,7	495,2	384,6
Corée du Sud	1 915,6	1 393,6	1 800,9	1 118,0
États-Unis	852	812	64,5	49,4
Reste du monde	817	714	n.a.	n.a.

Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons). Sources : JRC Setis, Eurostat, base de données WDI

Enfin, un examen des chiffres dans l'ensemble des technologies des énergies renouvelables montre que la Chine a déposé le plus grand nombre de brevets en 2015, suivie du Japon, de l'Union européenne, de la Corée 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, au Royaume-Uni, en Espagne et aux Pays-Bas. En termes de part du PIB, la Corée arrive en tête, suivie de la Chine, du Danemark et du Japon. L'Union européenne se classe au niveau intermédiaire supérieur et les États-Unis au niveau intermédiaire inférieur. Au sein de l'Union, le Danemark, la Lettonie, l'Allemagne et la Finlande affichent le plus grand nombre de brevets par rapport au PIB. ■



CONCLUSIONS

Dans presque tous les domaines des technologies renouvelables, les pays d'Asie affichent 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). C'est souvent la Chine qui arrive en première position pour le nombre de familles de brevets parmi les pays étudiés. La Corée se classe fréquemment dans le peloton de tête en valeur relative exprimée en fonction du PIB, ce qui est aussi le cas pour la Chine, mais de façon moins marquée. L'Europe se situe à un niveau intermédiaire entre les pays d'Asie et les États-Unis. Ces derniers ne sont pas très actifs dans le dépôt de brevets liés aux technologies d'énergie renouvelable, hormis dans le domaine des biocarburants. C'est 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 aux niveaux 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 (troisième secteur derrière l'énergie solaire et l'énergie éolienne). 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. ■



Commerce international

L'analyse du commerce et des flux commerciaux internationaux est devenue un élément économique important, car on considère que l'essor du commerce bénéficie généralement à tous les partenaires commerciaux. Selon une idée répandue dans les théories du commerce international, les échanges internationaux de marchandises reposent sur le principe de l'avantage comparatif, c'est-à-dire que les avantages spécifiques à chaque nation concernant 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 ou intègrent une technologie supérieure domineront les marchés à l'exportation (Dosi et Soete, 1983, 1991 ; Krugman, 1979 ; Posner, 1961 ; Vernon, 1966, 1979). 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 l'avantage absolu en termes de part de l'exportation mondiale, mais aussi les exportations nettes, c'est-à-dire les exportations moins les importations d'un pays donné, afin de déterminer l'éventuel excédent généré par l'exportation de biens et services. De plus, on examine aussi l'avantage comparatif qui fait référence aux coûts relatifs des produits d'un pays par rapport à un autre pays. Les premiers économistes estimaient que l'avantage absolu, dans une certaine catégorie de produits, était une condition nécessaire au commerce. Mais 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 l'économie commerciale. 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.

$$RCA_{ij} = 100 \cdot \tanh \left(\log \frac{E_{ij} / \sum_{k=1}^J E_{ik}}{\sum_{h=1}^I E_{hj} / \sum_{k=1}^I \sum_{h=1}^J E_{hk}} \right)$$



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). La part des filières renouvelables montre, quant à elle, la part des exportations des technologies renouvelables par rapport à toutes les exportations. 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 (avantage technologique révélé). D'autre part, l'ACR fait référence à tous les groupes de produits commercialisés tandis que l'ATR, 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 le pays n'a qu'une part minime

(inférieure à la moyenne) d'énergies renouvelables au sein de son portefeuille commercial, toutes les valeurs seront négatives. En revanche, certains pays (par exemple le Danemark, le Japon, le Canada et l'Estonie) 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 secteur pris séparément. Ces secteurs comprennent le photovoltaïque, l'éolien, l'hydroélectricité et les biocarburants pour les années 2017 et 2018. Les données relatives aux exportations proviennent de la base de données Comtrade de l'ONU. Les secteurs ont été identifiés à partir du Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (SH 2012)¹.

1. Les codes SH 2017 utilisés sont les suivants : photovoltaïque (854140), éolien (850231) et hydroélectricité (841011, 841012, 841013, 841090). Pour les biocarburants, les codes (220710, 220720) sont basés sur la classification JRC Setis dans "Pasimeni F, EU energy technology trade: import and export", EUR 28652 EN, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-69670-1, doi : 10.2760/607980, JRC107048.

TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
UE 28						
Allemagne	6,70 %	11,72 %	524	278	- 24	13
Pays-Bas	3,10 %	4,54 %	29	- 426	4	16
Danemark	3,19 %	4,15 %	1710	1389	93	94
Espagne	2,10 %	2,94 %	939	460	11	29
France	1,57 %	2,93 %	24	215	- 59	- 24
Belgique	0,75 %	1,17 %	70	- 160	- 84	- 75
Royaume-Uni	0,95 %	1,14 %	- 994	- 645	- 77	- 78
Italie	0,75 %	1,08 %	- 166	- 273	- 88	- 83
Hongrie	0,59 %	1,02 %	111	45	- 12	22
Autriche	0,63 %	0,87 %	- 17	- 53	- 38	- 28
Rép. Tchèque	0,36 %	0,53 %	- 15	- 36	- 80	- 72
Portugal	0,21 %	0,50 %	9	53	- 51	2
Suède	0,28 %	0,47 %	- 121	- 233	- 83	- 69
Pologne	0,26 %	0,32 %	- 149	- 225	- 93	- 93
Luxembourg	0,11 %	0,24 %	6	3	29	70
Slovénie	0,15 %	0,23 %	30	29	- 23	- 3
Slovaquie	0,12 %	0,21 %	25	14	- 88	- 79
Bulgarie	0,08 %	0,12 %	1	- 4	- 72	- 53
Croatie	0,17 %	0,12 %	3	3	54	3
Irlande	0,07 %	0,07 %	- 35	- 37	- 98	- 99
Lituanie	0,05 %	0,06 %	- 8	- 22	- 87	- 85
Grèce	0,01 %	0,03 %	- 229	- 311	- 99	- 97
Estonie	0,05 %	0,03 %	8	- 24	- 55	- 87
Finlande	0,02 %	0,03 %	- 107	- 41	- 99	- 99
Roumanie	0,03 %	0,03 %	- 138	- 162	- 99	- 99
Lettonie	0,02 %	0,02 %	- 24	- 16	- 91	- 91
Chypre	0,00 %	0,00 %	- 7	- 25	- 100	- 100
Malte	n.a.	0,00 %	0	- 6	n.a.	- 100
UE 28 total (y compris commerce intra UE)	22,32 %	34,59 %	1478	- 213	- 39	- 18

Continue page suivante

Autres Pays						
États-Unis	7,56 %	12,53 %	- 3 353	- 983	- 19	13
Japon	5,98 %	9,25 %	- 592	- 228	36	57
Inde	0,50 %	0,69 %	- 3 983	- 2 399	- 85	- 81
Canada	0,54 %	0,66 %	- 916	- 823	- 91	- 91
Suisse	0,16 %	0,32 %	- 227	- 170	- 98	- 95
Russie	0,14 %	0,21 %	- 195	- 248	- 99	- 99
Turquie	0,03 %	0,07 %	- 3 446	- 652	- 100	- 99
Serbie	0,03 %	0,04 %	- 1	- 97	- 87	- 86
Norvège	0,29 %	0,03 %	- 132	- 372	- 62	- 100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,01 %	- 30	- 29	- 100	- 100
Monténégro	0,00 %	0,00 %	- 1	- 42	- 100	- 100
Albanie	0,00 %	0,00 %	- 5	- 4	n.a.	n.a.
Chine	26,11 %	n.a.	6 862	0	58	n.a.
Liechtenstein	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Reste du monde	36,38 %	41,64 %	1 900	- 3 904	20	31

Source : Comtrade ONU

En ce qui concerne les exportations dans les quatre technologies renouvelables sélectionnées, on observe que la Chine affiche les valeurs les plus élevées en 2017 avec 26 %. Pour l'ensemble de l'Union européenne, la part des exportations a augmenté, passant de 22 % en 2017 à près de 35 % en 2018. Cependant, les chiffres de 2018 ne sont pas encore disponibles pour la Chine, ce qui explique pourquoi l'Union européenne passe en première position (devant les chiffres 2017 de la Chine). Les principaux pays exportateurs après la Chine sont les États-Unis, l'Allemagne, le Japon, les Pays-Bas et le Danemark. Les

pays affichant les parts les plus modestes sont l'Albanie, le Monténégro, Malte, Chypre, la Nouvelle-Zélande, la Lettonie, la Finlande, la Roumanie et l'Estonie. Cependant, presque tous les pays observés ont vu leurs exportations de technologies renouvelables augmenter en 2018. L'Allemagne, les États-Unis et le Japon détiennent les taux de croissance les plus importants.

Les exportations nettes (les exportations moins les importations d'un pays) nous permettent de préciser les tendances décrites ci-dessus. La balance commerciale offre en effet la possibilité de savoir si un pays exporte plus qu'il

n'importe, ou vice versa. La Chine présente la balance commerciale la plus excédentaire (valeur 2017) parmi les pays de notre étude. Viennent ensuite le Danemark, l'Espagne, l'Allemagne, la France, le Portugal, la Hongrie, la Slovaquie, le Luxembourg, la Croatie et le Liechtenstein. Ces pays exportant plus de technologies renouvelables qu'ils n'en importent, leur balance commerciale est positive. Tous les autres pays de cette étude présentent des balances commerciales négatives. Il en va de même pour l'Union européenne, qui a connu une baisse de

sa balance commerciale depuis 2017. Les pays affichant le solde le plus négatif sont l'Inde, les États-Unis, le Canada, la Turquie et le Royaume-Uni. Le Japon aussi présente un solde négatif, mais il a amélioré sa position entre 2017 et 2018.

Dans une dernière étape, nous allons examiner la spécialisation des exportations (ACR). Ici, le Danemark arrive en tête, ce qui montre 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 le Luxembourg, la Chine (2017), le Japon, l'Espagne, la Hongrie, les Pays-Bas, l'Allemagne, les États-Unis, la Croatie et le Portugal, tandis que tous les autres pays (hormis le groupe "Reste du monde") présentent une spécialisation négative dans le domaine des technologies renouvelables en 2018. ■



ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
UE 28						
Allemagne	23,23 %	39,61 %	923	1 051	76	87
Danemark	37,55 %	33,38 %	1 801	1 480	100	100
Espagne	21,38 %	19,66 %	970	791	98	98
Portugal	2,09 %	3,63 %	101	160	94	96
Pays-Bas	1,72 %	0,83 %	74	- 25	- 50	- 91
Suède	0,00 %	0,33 %	- 33	- 107	- 100	- 83
Grèce	0,12 %	0,20 %	- 164	- 270	- 45	- 25
Estonie	0,49 %	0,17 %	24	5	93	37
Belgique	0,32 %	0,15 %	- 3	- 148	- 97	- 100
Irlande	0,34 %	0,14 %	9	4	- 70	- 97
Pologne	0,25 %	0,08 %	12	3	- 93	- 100
Lituanie	0,07 %	0,07 %	2	3	- 72	- 80
France	0,02 %	0,03 %	- 132	- 112	- 100	- 100
Rép. Tchèque	0,02 %	0,03 %	1	- 1	- 100	- 100
Royaume-Uni	0,08 %	0,03 %	- 626	- 381	- 100	- 100
Italie	0,07 %	0,02 %	- 20	- 41	- 100	- 100
Finlande	0,00 %	0,01 %	- 71	- 1	- 100	- 100
Lettonie	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	- 99
Autriche	0,03 %	0,00 %	- 35	- 40	- 100	- 100
Roumanie	0,03 %	0,00 %	1	- 1	- 99	- 100
Bulgarie	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	- 100
Slovaquie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	- 100
Hongrie	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	- 100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	- 100
Croatie	0,35 %	0,00 %	- 11	0	86	n.a.
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Malte	n.a.	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Slovénie	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	n.a.
UE 28 total (y compris commerce intra UE)	88,16 %	98,37 %	2 823	2 372	74	70

Continue page suivante

Autres pays						
Inde	0,33 %	0,61 %	8	23	- 93	- 85
Japon	0,01 %	0,28 %	- 153	- 88	- 100	- 99
États-Unis	0,36 %	0,27 %	- 170	- 153	- 100	- 100
Turquie	0,01 %	0,01 %	- 223	- 211	- 100	- 100
Canada	0,02 %	0,01 %	- 253	- 133	- 100	- 100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	0	0	- 100	- 100
Russie	0,01 %	0,00 %	- 36	- 9	- 100	- 100
Suisse	0,01 %	0,00 %	0	0	- 100	- 100
Norvège	3,40 %	0,00 %	- 46	- 296	94	- 100
Monténégro	n.a.	0,00 %	0	- 41	n.a.	n.a.
Serbie	0,00 %	0,00 %	0	- 69	n.a.	n.a.
Albanie	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Chine	7,47 %	n.a.	316	0	- 52	n.a.
Liechtenstein	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Reste du monde	0,23 %	0,43 %	- 1 474	- 2 400	- 100	- 100

Source : Comtrade ONU

Dans l'éolien, l'Allemagne (40 %) et le Danemark (33 %) sont les principaux acteurs en termes d'exportations. Ils sont suivis de l'Espagne, qui présente aussi des taux d'exportation élevés (près de 20 %). Ces trois pays sont donc à l'origine de plus de 90 % des exportations mondiales liées aux technologies éoliennes. L'Union européenne dans son ensemble est responsable de 98 % des exportations mondiales dans ce secteur. La part des exportations chinoises est relativement faible (7,5 % en 2017). Des tendances similaires peuvent être observées pour la balance commerciale. Ici, les soldes les

plus excédentaires sont observés au Danemark, en Allemagne en Espagne et en Chine (2017), cette dernière enregistrant un solde relativement plus faible que ceux des trois autres pays. Concernant la spécialisation des exportations (ACR), le Danemark, l'Espagne, le Portugal, l'Allemagne, la Croatie (2017) et l'Estonie sont les plus spécialisés dans le commerce des produits liés à la technologie éolienne. Quant à la Chine, elle affiche un indice de spécialisation négatif dans ce secteur (2017) ; en revanche, elle semble clairement avoir mis l'accent sur les technologies photovoltaïques. ■

PHOTOVOLTAÏQUE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
UE 28						
Allemagne	5,40 %	9,23 %	- 35	- 328	- 43	- 11
Pays-Bas	2,09 %	3,81 %	- 158	- 514	- 34	- 1
France	0,78 %	1,95 %	- 219	- 80	- 88	- 58
Italie	0,68 %	1,14 %	- 138	- 209	- 90	- 82
Royaume-Uni	0,41 %	0,66 %	- 304	- 154	- 95	- 92
Rép. Tchèque	0,29 %	0,59 %	- 48	- 44	- 86	- 68
Autriche	0,34 %	0,47 %	- 138	- 151	- 78	- 72
Belgique	0,26 %	0,46 %	- 112	- 164	- 98	- 96
Luxembourg	0,14 %	0,36 %	9	6	50	86
Hongrie	0,07 %	0,19 %	- 176	- 261	- 98	- 89
Suède	0,05 %	0,16 %	- 41	- 48	- 99	- 96
Espagne	0,10 %	0,16 %	- 79	- 386	- 99	- 99
Croatie	0,18 %	0,16 %	19	8	56	34
Slovénie	0,09 %	0,16 %	- 4	- 8	- 64	- 40
Pologne	0,13 %	0,15 %	- 136	- 190	- 98	- 99
Danemark	0,06 %	0,14 %	- 9	- 11	- 98	- 92
Slovaquie	0,03 %	0,10 %	- 22	- 25	- 99	- 95
Irlande	0,05 %	0,08 %	- 2	- 9	- 99	- 99
Portugal	0,03 %	0,06 %	- 73	- 89	- 98	- 97
Lituanie	0,04 %	0,06 %	- 10	- 18	- 92	- 87
Finlande	0,03 %	0,04 %	- 35	- 40	- 99	- 99
Roumanie	0,02 %	0,02 %	- 85	- 103	- 100	- 100
Estonie	0,01 %	0,01 %	- 15	- 27	- 99	- 98
Grèce	0,00 %	0,01 %	- 12	- 18	- 100	- 100
Bulgarie	0,00 %	0,00 %	- 31	- 32	- 100	- 100
Lettonie	0,00 %	0,00 %	- 4	- 3	- 100	- 100
Chypre	0,00 %	0,00 %	- 7	- 8	- 99	- 100
Malte	n.a.	0,00 %	0	- 5	n.a.	- 100
UE 28 total (y compris commerce intra UE)	11,29 %	20,19 %	- 1 865	- 2 911	- 80	- 62

Continue page suivante

Autres pays						
Japon	7,66 %	13,82 %	- 53	239	55	78
États-Unis	4,75 %	8,98 %	- 4 745	- 2 570	- 57	- 20
Canada	0,49 %	0,65 %	- 163	- 212	- 92	- 91
Suisse	0,17 %	0,43 %	- 132	- 75	- 98	- 92
Inde	0,27 %	0,40 %	- 3 905	- 2 316	- 95	- 93
Russie	0,03 %	0,10 %	- 168	- 235	- 100	- 100
Turquie	0,01 %	0,07 %	- 3 158	- 388	- 100	- 99
Serbie	0,03 %	0,04 %	8	4	- 81	- 79
Norvège	0,00 %	0,01 %	- 21	- 24	- 100	- 100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	- 19	- 21	- 100	- 100
Monténégro	0,00 %	0,00 %	0	- 1	- 100	- 100
Albanie	0,00 %	0,00 %	0	- 2	n.a.	n.a.
Chine	32,23 %	n.a.	6 240	0	71	n.a.
Liechtenstein	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Reste du monde	43,08 %	55,35 %	4 316	- 1 182	35	54

Source : Comtrade ONU

Outre cet aperçu général, nous allons examiner la part des exportations par filière renouvelable. Dans le secteur du photovoltaïque, la Chine confirme sa position dominante. En 2017, plus de 32 % des exportations mondiales du secteur proviennent de Chine, puis du Japon (8 %), d'Allemagne (6 %) et enfin des États-Unis (5 %). L'Union européenne totalise 11 % des exportations en 2017 et 20 % en 2018 (les chiffres chinois ne sont pas encore disponibles pour 2018). Une croissance peut aussi être constatée entre 2017 et 2018 pour le Japon, l'Allemagne et les États-Unis. Le pourcentage est également très élevé pour la

catégorie "reste du monde" (55 % en 2018). Concernant les exportations nettes, la Chine (2017), le Japon, la Croatie, le Luxembourg et la Serbie sont les seuls pays à enregistrer des valeurs positives. Tous les autres pays de cette étude ont une balance commerciale négative et importent donc plus de technologies photovoltaïques qu'ils n'en exportent. L'Union européenne présente le solde le plus négatif, suivie des États-Unis et de l'Inde, ce qui implique que ces pays dépendent fortement des importations en provenance d'autres pays, concernant ce secteur. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de

l'ACR. Le Luxembourg affiche l'indice de spécialisation le plus élevé (bien que les valeurs absolues soient très faibles), suivi du Japon, de la Chine (2017) et de la Croatie. ■

BIOCARBURANTS

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
UE 28						
Pays-Bas	10,60 %	9,74 %	110	112	85	73
France	7,10 %	7,66 %	353	377	68	61
Hongrie	4,24 %	4,47 %	286	300	95	94
Belgique	3,93 %	4,25 %	173	145	41	31
Allemagne	3,90 %	3,51 %	-398	-454	-66	-79
Royaume-Uni	4,83 %	3,37 %	-65	-117	55	5
Espagne	1,51 %	2,00 %	31	41	-22	-8
Suède	1,87 %	1,62 %	-45	-74	62	37
Pologne	1,08 %	1,08 %	-25	-39	-19	-44
Autriche	1,28 %	1,06 %	63	41	29	-10
Slovaquie	0,78 %	0,72 %	47	38	41	15
Bulgarie	0,47 %	0,54 %	26	26	73	72
Italie	0,64 %	0,54 %	-72	-85	-91	-96
Rép. Tchèque	0,50 %	0,19 %	-3	-23	-65	-96
Lettonie	0,11 %	0,10 %	-4	-5	34	2
Lituanie	0,09 %	0,07 %	1	-7	-55	-81
Danemark	0,07 %	0,04 %	-80	-78	-98	-99
Portugal	0,02 %	0,03 %	-19	-18	-100	-99
Roumanie	0,03 %	0,01 %	-57	-59	-99	-100
Estonie	0,02 %	0,01 %	-1	-2	-95	-98
Irlande	0,06 %	0,01 %	-42	-30	-99	-100
Slovénie	0,01 %	0,01 %	-4	-4	-100	-100
Croatie	0,00 %	0,00 %	-7	-8	-100	-100
Grèce	0,00 %	0,00 %	-20	-20	-100	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-1	-2	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	-17	-100	-100
Finlande	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Malte	n.a.	0,00 %	0	-1	n.a.	n.a.
UE 28 total (y compris commerce intra UE)	43,12 %	41,04 %	244	38	24	-1

Continue page suivante

Autres pays						
États-Unis	30,20 %	32,77 %	1573	1747	83	80
Inde	1,23 %	1,06 %	-136	-149	-34	-60
Canada	1,08 %	0,96 %	-490	-452	-68	-81
Russie	0,69 %	0,63 %	48	43	-81	-92
Japon	0,01 %	0,02 %	-407	-382	-100	-100
Suisse	0,02 %	0,02 %	-69	-62	-100	-100
Turquie	0,01 %	0,01 %	-57	-53	-100	-100
Serbie	0,00 %	0,00 %	-4	-4	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	-2	-2	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Monténégro	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Norvège	0,00 %	0,00 %	-38	-36	-100	n.a.
Chine	0,83 %	n.a.	48	0	-99	n.a.
Liechtenstein	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Reste du monde	22,82 %	23,49 %	-556	-149	-26	-25

Source : Comtrade ONU

Dans le secteur des biocarburants (comprenant les alcools éthyliques dont la teneur en alcool est supérieure ou égale à 80 % vol. ainsi que les alcools dénaturés), une image différente se dessine. Ici, ce sont l'Union européenne et les États-Unis qui arrivent en première position en termes de part des exportations mondiales. En 2017 et 2018, plus de 70 % des exportations mondiales proviennent de ces deux régions du monde. Mais une légère baisse se profile pour l'Union européenne depuis 2017, alors que dans le même temps les États-Unis enregistrent une hausse de leurs activités d'exportation dans ce domaine. Les autres

acteurs majeurs en termes d'exportation sont les Pays-Bas, la France, la Hongrie, la Belgique, l'Allemagne et le Royaume-Uni. 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. Des valeurs élevées sont également observées en France, en Hongrie et en Belgique. Les soldes les plus négatifs s'observent en Allemagne, au Canada, au Japon et en Inde, ce qui montre que ces pays dépendent fortement des importations en provenance d'autres pays pour les biocarburants. Ces tendances se confirment encore lorsqu'on

examine les valeurs de l'ACR. La Hongrie est le pays le plus spécialisé dans les produits liés aux biocarburants, suivie des États-Unis, des Pays-Bas, de la Bulgarie, de la France et de la Suède. ■

HYDROÉLECTRICITÉ

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
UE 28						
Autriche	11,77 %	18,12 %	93	97	99	99
Italie	7,70 %	11,19 %	64	62	74	81
France	4,30 %	6,78 %	23	30	32	53
Slovénie	4,52 %	6,59 %	38	41	100	100
Allemagne	5,53 %	5,65 %	35	8	-41	-54
Rép. Tchèque	4,08 %	5,47 %	35	32	87	89
Espagne	2,55 %	2,77 %	17	14	29	24
Royaume-Uni	1,11 %	2,10 %	1	7	-69	-40
Belgique	1,19 %	0,89 %	12	6	-64	-84
Hongrie	0,09 %	0,73 %	1	5	-96	-10
Bulgarie	0,81 %	0,64 %	6	3	90	79
Roumanie	0,49 %	0,54 %	2	0	17	2
Portugal	0,37 %	0,48 %	0	-1	2	-1
Croatie	0,24 %	0,47 %	1	2	74	89
Suède	0,12 %	0,25 %	-2	-3	-96	-90
Finlande	0,05 %	0,19 %	-1	0	-97	-74
Pologne	0,15 %	0,16 %	1	1	-97	-98
Pays-Bas	0,29 %	0,14 %	3	1	-98	-100
Danemark	0,02 %	0,07 %	-2	-2	-100	-98
Lituanie	0,01 %	0,06 %	0	0	-100	-87
Luxembourg	0,00 %	0,02 %	-1	-1	-100	-92
Lettonie	0,00 %	0,00 %	-16	-8	-100	-100
Grèce	0,00 %	0,00 %	-34	-4	-100	-100
Irlande	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Slovaquie	0,05 %	0,00 %	0	0	-98	-100
Malte	n.a.	0,00 %	0	0	n.a.	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	0	n.a.	n.a.
Estonie	0,07 %	0,00 %	1	0	-23	n.a.
UE 28 total (y compris commerce intra UE)	45,53 %	63,32 %	275	288	29	40

Continue page suivante

Autres pays						
Inde	5,84 %	7,31 %	50	44	84	84
États-Unis	3,68 %	6,12 %	-11	-7	-72	-53
Japon	3,17 %	2,11 %	22	4	-26	-68
Canada	1,20 %	2,05 %	-11	-25	-62	-35
Suisse	1,21 %	1,58 %	-25	-33	-36	-25
Norvège	0,22 %	1,37 %	-26	-17	-76	48
Russie	1,56 %	1,24 %	-39	-48	-30	-71
Turquie	0,82 %	1,18 %	-8	1	-12	7
Serbie	0,09 %	0,30 %	-5	-28	-9	70
Nouvelle-Zélande	0,09 %	0,12 %	-8	-7	-73	-64
Monténégro	0,00 %	0,00 %	-1	0	n.a.	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-5	-2	n.a.	n.a.
Chine	26,01 %	n.a.	258	0	58	n.a.
Liechtenstein	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Reste du monde	10,65 %	13,60 %	-385	-173	-77	-66

Source : Comtrade ONU

Dans le secteur de l'hydroélectricité, la situation est plus équilibrée que dans le photovoltaïque ou l'éolien. Au sein de l'UE, les pourcentages les plus élevés peuvent être observés en Autriche (18 %), en Italie (11 %), en France (7 %), en Slovaquie (7 %) et en Allemagne (6 %). Globalement, l'Union européenne est responsable de plus de 60 % des exportations mondiales dans l'hydroélectricité. De plus, on peut même observer une augmentation de cette part entre 2017 et 2018.

Quant à la Chine, elle affiche une valeur relativement élevée (26 % en 2017). Elle est suivie de l'Inde et des États-Unis, qui affichent tous

deux des valeurs comparables pour leur taille (7 % et 6 % respectivement). Les balances commerciales les plus excédentaires au sein de l'Union européenne sont enregistrées par l'Autriche, l'Italie, la Slovaquie, la République tchèque, la France, l'Espagne et l'Allemagne. Toutefois, c'est la Chine qui présente la valeur la plus élevée à l'échelle mondiale (2017), suivie de l'Inde. Les États-Unis ont une balance commerciale négative.

Les valeurs de spécialisation révèlent une situation assez favorable pour l'Europe, où dix États-membres présentent un ACR positif. La Chine aussi présente

une valeur positive en 2017, mais sa spécialisation est plus marquée dans le photovoltaïque que dans l'hydroélectricité. Parmi les pays non européens, c'est toutefois l'Inde qui détient le taux de spécialisation le plus élevé. ■

CONCLUSIONS

Les données relatives aux exportations dans le domaine des technologies renouvelables témoignent de la forte position de la Chine ces dernières années, position qui s'est même renforcée dans certains secteurs. La force de la Chine provient principalement de ses atouts dans la technologie photovoltaïque, qui est assez facile à assembler (contrairement à la technologie éolienne, par exemple). La Chine a commencé à développer la fabrication de cellules et de modules photovoltaïques en partant de zéro et en faisant appel aux technologies d'automatisation les plus récentes, ce qui rend la production chinoise très compétitive. En outre, la Chine détient aussi une part importante des exportations dans l'hydroélectricité.

Cependant, la situation est plus diversifiée si l'on examine les autres filières renouvelables, notamment l'éolien, mais aussi l'hydroélectricité. Dans l'éolien, les principaux concurrents sont l'Allemagne et le Danemark, mais aussi l'Espagne, dominant les marchés à l'exportation, au niveau mondial. Ces trois pays totalisent 98 % des exportations mondiales, tandis que la Chine

ne joue qu'un rôle mineur. Cependant, le pays rattrape son retard en termes de parts de marché (c'est du moins ce qui ressort de la comparaison des chiffres de 2017 avec ceux de 2015 et 2016).

Le secteur de l'hydroélectricité présente une situation 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. Cependant, l'Union européenne affiche de nouveau une croissance de ses exportations en 2018, après une autre augmentation entre 2016 et 2017 (voir le rapport de l'année dernière).

Globalement, l'Union européenne jouit d'une forte compétitivité dans tous les secteurs des énergies renouvelables, et semble au moins se maintenir à un niveau élevé en 2018. Les États-Unis sont surtout bien placés dans le secteur des biocarburants et y renforcent leur position, tandis que dans d'autres secteurs, leur contribution est très inférieure à celle de l'Union européenne. ■



INDICATEURS SUR LA FLEXIBILITÉ DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

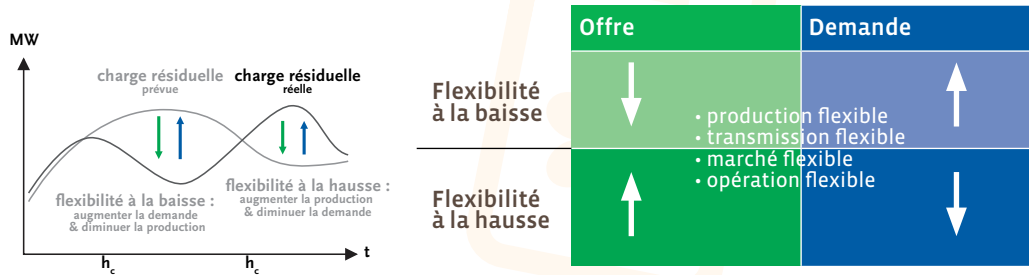
L'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité n'est pas un problème nouveau, et il peut arriver que les ressources conventionnelles soient insuffisantes et ne puissent répondre totalement à la demande. L'accroissement de la production d'énergie renouvelable intermittente, notamment à partir de l'éolien et du solaire, rend de plus en plus difficile l'équilibrage de la production (et de la demande) et nécessite 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.

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 du côté non seulement 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 intermittentes. Source : EurObserv'ER

Le mécanisme est le suivant : sur la base des prévisions de charge et de production d'énergie renouvelable intermittente en provenance des centrales éoliennes et photovoltaïques, la capacité de production restante est programmée sur le marché *day-ahead*. Toutefois, les déséquilibres soudains entre l'offre et la demande, qu'il s'agisse d'une baisse ou d'une hausse imprévue de la production d'énergie intermittente, ou de variations de charge, constituent un défi pour la flexibilité du système. Pour ajuster le système 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

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'équilibre.

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

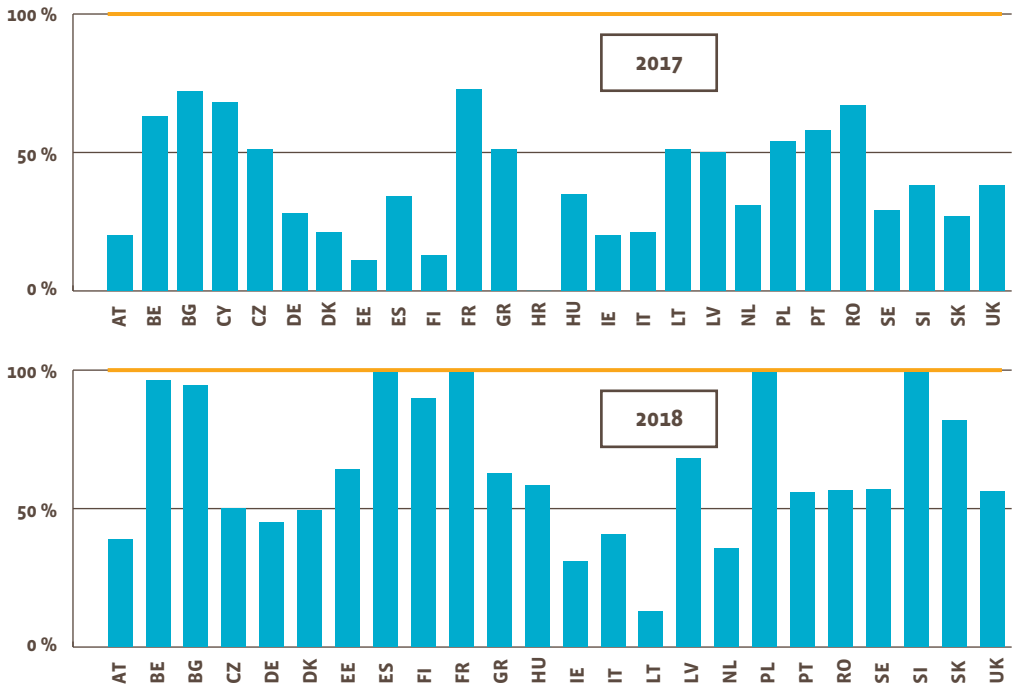
Les résultats présentés ci-dessous illustrent les situations dans lesquelles une flexibilité à la hausse est nécessaire afin de garantir l'approvisionnement en énergie. Les barres bleues illustrent la relation entre la capacité flexible en fonctionnement pendant la période critique et la capacité flexible disponible estimée, c'est-à-dire le pourcentage de la capacité 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 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.

2

Flexibilité de production au cours des périodes critiques de 2017 et 2018



Note : Absence de données pour CY, LU et MT. Actualisations avec des données sur la capacité de production nette en 2017 et la capacité de production installée en 2018, en raison de données incomplètes pour la capacité de production installée en 2018 et absence de données pour la capacité de production nette en 2018. Source : EurObserv'ER - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2019

Si l'on compare les indicateurs de flexibilité de la production 2017 avec ceux de 2018, on constate qu'une part plus importante de la capacité de production électrique a été utilisée pendant les périodes critiques. En 2017, la moyenne des indicateurs de flexibilité de la production était de 41 % alors qu'en 2018, elle a atteint 65 %. Sept des États-membres étudiés, à savoir la Belgique, la Bulgarie, l'Espagne, la Finlande, la France, la Pologne et la Slovaquie, ont même utilisé la quasi-totalité de leur potentiel

de flexibilité de production pendant les périodes critiques. Seule la Lituanie a vu sa part baisser entre 2017 et 2018, alors que les autres États-membres ont tous vu leur part augmenter. Au total, seuls huit pays se sont maintenus en dessous de 50 % de leur potentiel de flexibilité de production en 2018. Cela souligne le fait que, sur les quatre indicateurs de flexibilité, la flexibilité de production se révèle comme l'indicateur le plus pertinent pendant les périodes critiques.

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 3 illustre la flexibilité à la hausse (importations) requise au cours des périodes critiques de 2017 et 2018. 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).

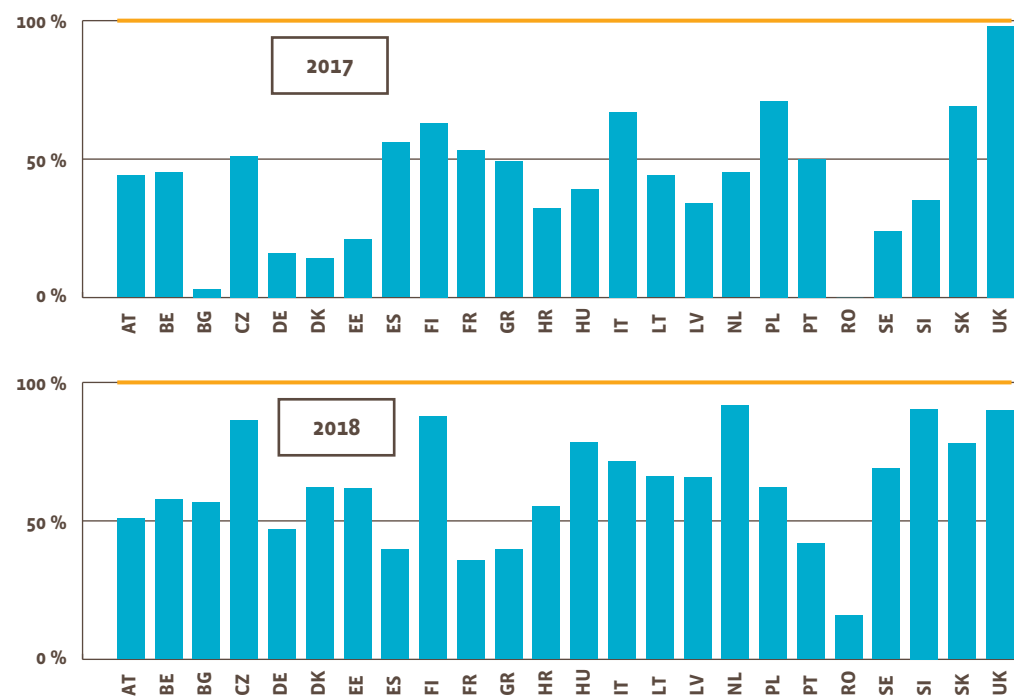
En 2018, la flexibilité de transmission utilisée entre États-membres voisins était en moyenne de 62 % pendant les périodes critiques, ce qui représente une forte hausse par rapport aux résultats de 2017 (41 %). Les Pays-Bas (91 %), la Slovaquie (90 %) et le Royaume-Uni (89 %) affichent les taux les plus élevés, ces pays ayant utilisé autour de 90 % de leurs flux électriques à une période où l'électricité était rare.

Au total, dix-huit des vingt-cinq pays étudiés affichent des taux de 50 % ou plus. Contrairement aux valeurs mesurées en 2017, on peut en conclure que, lors d'écartés importants par rapport aux prévisions, les flux électriques transfrontaliers entre pays voisins, au sein de l'UE, ont augmenté en 2018. Par contre, la Roumanie, avec un taux de 16 % seulement, semble demeurer bien en dessous de son potentiel de transmission pendant les périodes les plus critiques. Si l'on observe les chiffres de la

France (35 %), de l'Irlande (38 %) et de l'Espagne (39 %), on constate donc une différence significative entre la flexibilité de transmission en Roumanie et dans le reste des États membres de l'Union. Cependant, par rapport aux résultats de 2017 (RO = 0 %), il semble que la Roumanie commence à dépendre davantage de ses voisins pour la fourniture d'électricité. D'autres pays comme la Bulgarie (56 %), l'Allemagne (46 %), le Danemark (62 %),

3

Flexibilité à la hausse, via la transmission, au cours des périodes critiques de 2017 et 2018



Note : Absence de données pour CY et MT. En 2017, absence de données également pour IE et LU. Source : EurObserv'ER – évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2019



l'Estonie (61 %) et la Suède (69 %) affichent des taux de transmission représentant la moitié, voire plus, de leur potentiel, alors qu'en 2017 leurs indicateurs ne dépassaient pas les 25 %. La Slovénie a enregistré également une croissance importante de cet indicateur qui a presque triplé, passant de 35 % en 2017 à 90 % en 2018.

FLEXIBILITÉ DU MARCHÉ

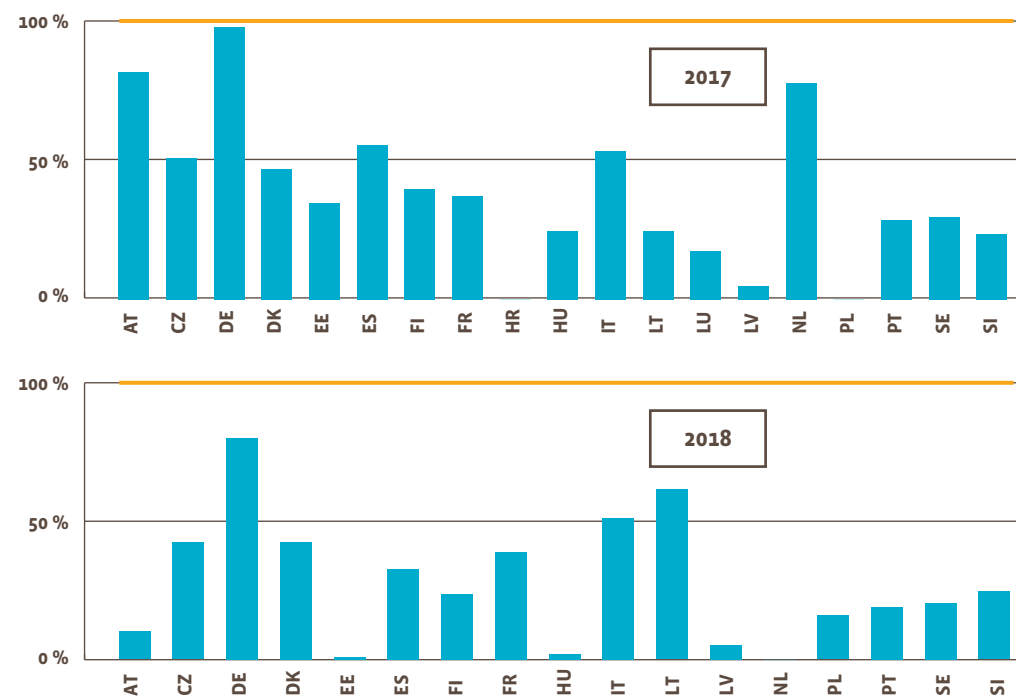
La flexibilité du marché est basée sur les volumes négociés en *intraday*, comme l'illustre la figure 4. Les barres représentent le volume négocié dans les périodes critiques par rapport au volume horaire maximal négocié dans une année. Plus la barre bleue se rapproche de la ligne orange (100 %), plus le marché *intraday* a servi de mécanisme d'ajustement. Les données ne sont

pas disponibles pour tous les États membres de l'Union européenne.

Plus de la moitié des pays étudiés présentent des tendances similaires en 2017 et en 2018 en matière de flexibilité du marché, à savoir l'Allemagne (80 %), le Danemark (43 %), l'Espagne (33 %), la Finlande (24 %), l'Italie (51 %), la Lettonie (5 %), le Portugal (19 %), la République tchèque (42 %), la Suède

4

Flexibilité du marché au cours des périodes critiques de 2017 et 2018



Note : Absence d'échanges intraday en BG, CY, GR, IE, MT et SK. Absence de données pour RO. En 2017, absence de données également pour BE et UK. En 2018, absence de données pour HR et LU. * Les données 2018 pour BE, NL et UK proviennent uniquement de Nordpool. Pour DE et SI, les données concernant les enchères intraday ont également été incluses. **Source :** EurObserv'ER - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2019

(21 %) et la Slovénie (25 %), tandis que les autres pays présentent des évolutions différentes. L'Autriche (10 %), l'Estonie (1 %), la Hongrie (2 %) et les Pays-Bas (0 %)* ont vu leur activité *intraday* diminuer pendant les périodes critiques, tandis que la France (39 %) et la Pologne (16 %) ont vu cet indicateur augmenter. Globalement, le taux moyen de l'ensemble des pays est de 26 %, ce qui représente la moyenne la plus

basse de tous les indicateurs. L'Allemagne affiche, en 2018, tout comme en 2017, l'indicateur de flexibilité du marché le plus élevé parmi tous les États-membres étudiés.

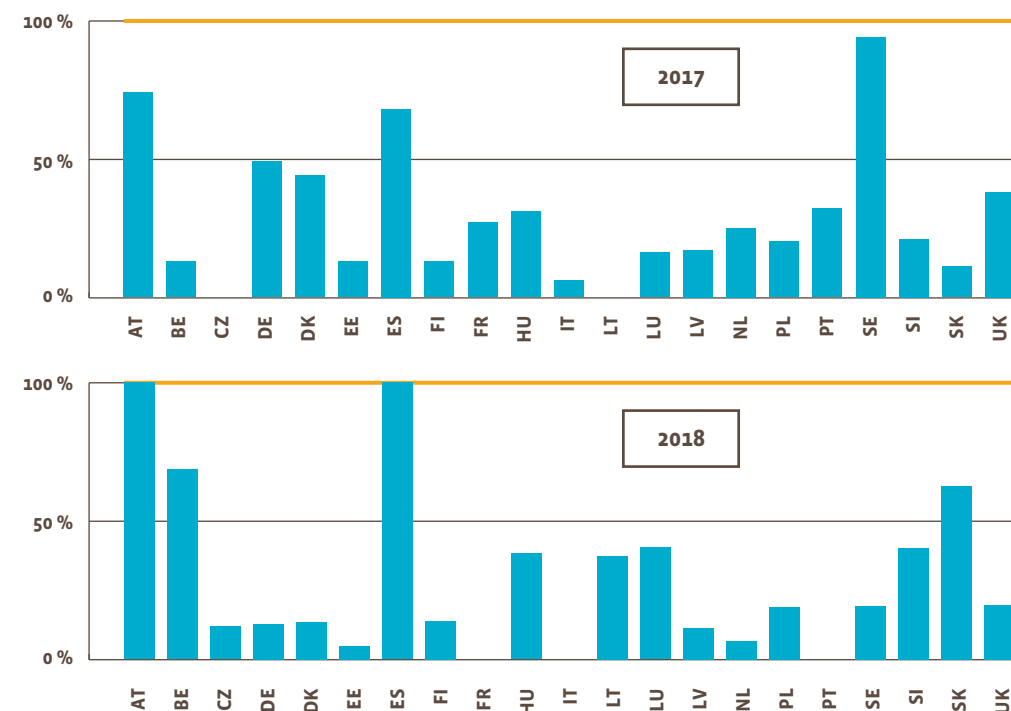
FLEXIBILITÉ OPÉRATIONNELLE

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

5

Flexibilité opérationnelle au cours des périodes critiques de 2017 et 2018



Note : Absence de données pour BG, CY, GR, IE, HR et MT. Absence de données pour RO en 2018. Les conditions d'échange (créneaux horaires, volume du contrat, clôture des guichets) varient d'un pays à l'autre. **Source :** EurObserv'ER - évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2019

rapprochent de la ligne orange (100%), plus le système s'appuie sur le potentiel de flexibilité 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 généralement 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.

En 2018, deux pays (l'Autriche et l'Espagne) affichent un taux de 100 % d'utilisation de leurs réserves opérationnelles. Ils sont suivis de la Belgique (69 %) et de la Slovaquie (63 %). En 2018, aucune capacité de réserve n'a été activée en France, en Italie ou au Portugal. Alors que la France et l'Italie ont conservé la même tendance qu'en 2017, le Portugal a enregistré une évolution différente en 2018. L'Allemagne (14 %), le Danemark (14 %), l'Estonie (5 %), la Lettonie (11 %), les Pays-Bas (7 %) et le Royaume-Uni (20 %) ont vu une baisse de cet indicateur par rapport

à 2017. Tandis que l'Autriche, l'Espagne et la Slovaquie (63 %) enregistraient une augmentation de ce pourcentage, la Hongrie (38 %) et la Pologne (19 %) ont conservé des tendances similaires à celles de l'année précédente. ■



MATTHIAS DUSCHNER

CONCLUSION

Dans l'ensemble, les indicateurs de flexibilité affichent en moyenne des valeurs supérieures en 2018 à celles de 2017. Dans la totalité des pays de l'UE, la part moyenne de l'ensemble des indicateurs de flexibilité a augmenté, passant de 34 % à 46 % en un an. 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 les pays étudiés, l'Allemagne (46 %), le Danemark (42 %) et le Royaume-Uni (31 %) affichent les parts les plus élevées de capacités renouvelables intermittentes en 2018 (voir figure 6). Les pays détenant les parts les plus faibles sont la Lettonie (2 %), la Slovaquie (7 %), la Slovénie (7 %) et la Hongrie (7 %).

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

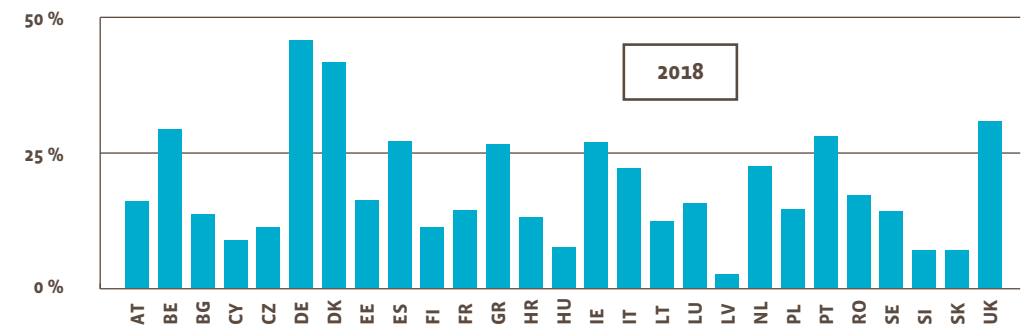
au cours des périodes critiques, mais à des degrés divers.

Tandis que l'Allemagne et le Danemark, pays disposant de la part d'énergie renouvelable intermittente la plus élevée, ont tous deux réduit leur flexibilité opérationnelle pendant les périodes critiques en 2018, l'indicateur relatif à la flexibilité du marché a augmenté. Cette observation illustre une transition du marché de réserves réglementé vers le marché *intraday* afin de permettre une montée en puissance en cas d'écart par rapport aux prévisions. Cependant, l'Espagne, en cinquième position pour la part d'électricité renouvelable intermittente, présente une tendance opposée pendant les périodes critiques avec un indicateur de flexibilité du



6

Part des énergies renouvelables intermittentes (capacités installées) en 2018



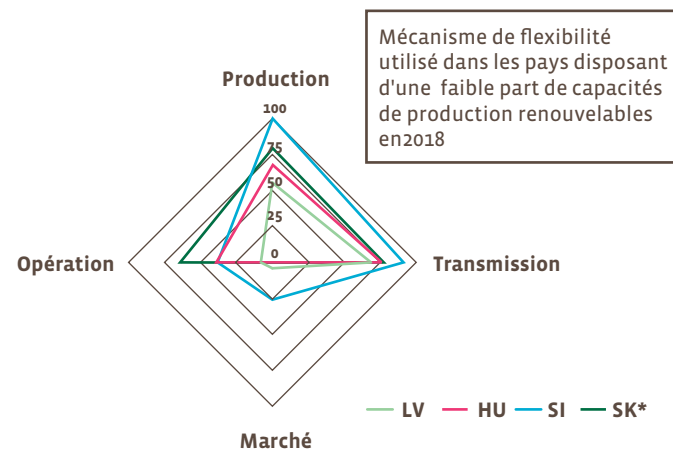
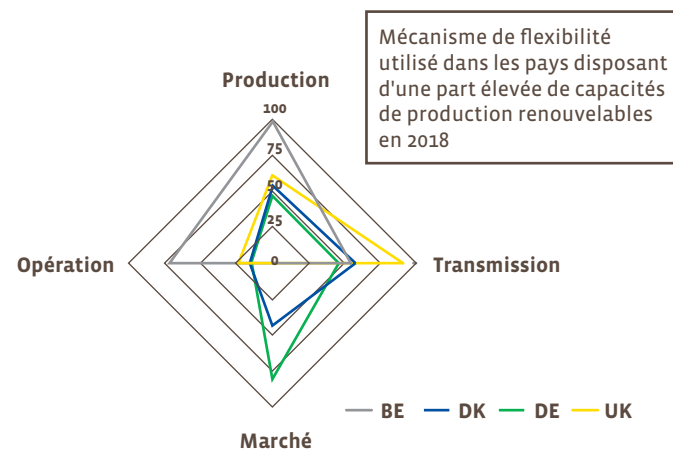
Note : Vu que les données concernant la capacité nette de production ne sont plus disponibles pour 2018 et que celles concernant la capacité installée par type de production ne sont pas harmonisées, la part des énergies renouvelables intermittentes est évaluée sur la base des données relatives à la capacité installée pour 2018, ajustées des données relatives à la capacité de production nette en 2017. Remarque : absence de données disponibles pour MT en 2018. Source : EurObserv'ER – évaluation propre basée sur les données Entso-E téléchargées en octobre 2019

marché à la baisse et un indicateur de flexibilité opérationnelle et de production à la hausse. En raison d'un manque d'accessibilité des données, les indicateurs de flexibilité du marché pour le Royaume-Uni et la Belgique n'ont été calculés qu'à partir des données de l'un des deux marchés boursiers, ce qui ne permet pas une interprétation définitive du comportement du marché du Royaume-Uni ou de la Belgique au cours des périodes critiques. Néanmoins, les indicateurs montrent que le Royaume-Uni dépend surtout de la flexibilité de transmission lors d'importants écarts de prévision, alors que la Belgique dépend davantage de la flexibilité de production.

Les pays sélectionnés où la part des énergies renouvelables intermittentes est faible ont tous en commun de faibles indicateurs de flexibilité du marché et une utilisation intensive des mécanismes de flexibilité de production et de transmission. En ce qui concerne les mécanismes de marché, il convient de noter que la Slovaquie n'utilise pas le marché *intraday*. Alors que la Lettonie affiche un mécanisme de flexibilité opérationnelle plutôt faible pendant ses périodes critiques, la Slovaquie (40 %) et la Slovaquie (63 %) recourent plus largement à ce mécanisme.

7

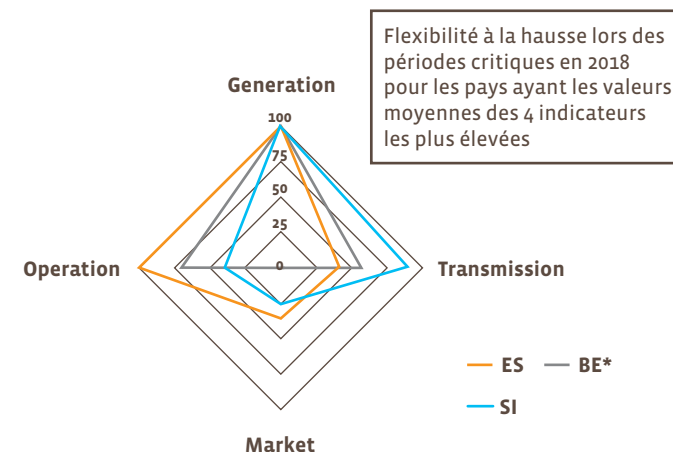
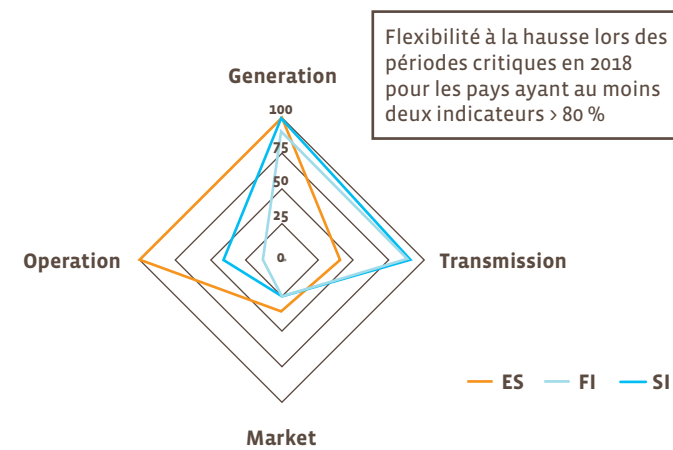
Modèle des mécanismes de flexibilité au cours des périodes critiques et au cours des périodes de charge maximale



*Note : absence de données intraday pour SK, marché intraday incomplet pour BE et UK.
Source : EurObserv'ER – calculs propres basés sur les données Entso-E (téléchargement oct. 2019) et données d'échange d'électricité (téléchargement oct. 2019)

8

Modèle des mécanismes de flexibilité au cours des périodes critiques et au cours des périodes de charge maximale



* Note : données intraday incomplètes pour BE et absence de données intraday pour SK.
Source : EurObserv'ER – calculs propres basés sur les données Entso-E et données de la Bourse d'électricité (téléchargement 2019)

En 2018, la moyenne globale des indicateurs de flexibilité était non seulement plus élevée qu'en 2017, mais le nombre de pays affichant un indicateur de flexibilité supérieur à 80 % a également augmenté. La partie supérieure de la figure 8 montre les pays qui enregistrent deux indicateurs ou plus au-dessus de 80 %, tandis que la partie inférieure illustre les quatre pays affichant la moyenne globale la plus élevée (valeurs des indicateurs de flexibilité). Concernant la partie supérieure, c'est-à-dire les pays ayant au moins deux indicateurs de flexibilité élevés, on peut observer que l'Espagne et la Slovaquie ont utilisé 100 % de leur capacité de production flexible et la Finlande 90 % au cours des périodes critiques. Cependant, pour l'autre indicateur de flexibilité atteignant un taux supérieur à 80 %, on observe une répartition différente. Concernant l'Espagne, c'est le mécanisme de flexibilité opérationnelle qui a été utilisé à 100 %, alors que la Finlande et la Slovaquie ont eu recours à la flexibilité de transmission pendant les périodes critiques.

La partie inférieure de la figure 8 présente une tendance similaire et montre que la flexibilité du marché est le mécanisme le moins utilisé pour faire face aux écarts de prévisions. Cependant, cela peut s'expliquer par le développement plutôt hétérogène des échanges d'électricité nationaux sur le marché *intraday*. Cela signifie que, dans certains pays, le marché *intraday* est déjà bien établi, tandis que dans d'autres il n'en est qu'à ses débuts. ■

SOURCES

ORGANISATIONS EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES, PRESSE

- Bioenergy Europe (<https://bioenergyeurope.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)
- EAFO – European Alternative Fuels Observatory (www.eafo.eu)
- CEWEP – Confederation of European Waste-to-Energy Plants (www.cewep.eu)
- EBA – European Biogas Association (www.european-biogas.eu)
- EBB – European Biodiesel Board (www.ebb-eu.org)
- ETIP Bioenergy (<http://www.etipbioenergy.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) formerly EPIA
- ePURE – European Renewable Ethanol (www.epure.org)
- ESTELA – European Solar Thermal Electricity Association (www.estelasolar.org/)
- Electricity Map (EU) (<https://www.electricitymap.org/>)
- Ocean Energy Europe (www.oceanenergy-europe.eu)
- 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) Accessed Mid February 2018
- 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>) formerly EWEA
- GeoTrainNet (<http://geotraining.net/>)
- 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)
- 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)

- 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)

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

- 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 (<https://en.winddenmark.dk>)
- Energinet.dk – TSO (www.energinet.dk)
- ENS – Danish Energy Agency (www.ens.dk)
- PlanEnergi (www.planenergi.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 – Energiategollisuus (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 – Environment and Energy Efficiency Agency (www.ademe.fr)
- AFPAC – French Heat Pump Association (www.afpac.org)
- AFPG – Geothermal French Association (www.afpg.asso.fr)
- CDC – Caisse des Dépôts (www.caissedesdepots.fr)
- Club Biogaz ATEE – French Biogas Association (www.biogaz.atee.fr)
- DGEC – Energy and Climat Department (<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr>)
- Enerplan – Solar Energy organisation (www.enerplan.asso.fr)
- FEE – French Wind Energy Association (www.fee.asso.fr)

- France Énergies Marines (www.france-energies-marines.org)
- In Numeri – Consultancy in Economics and Statistics (www.in-neri.fr)
- Observ'ER – French Renewable Energy Observatory (www.energies-renouvelables.org)
- OFATE – Office franco-allemand pour la transition énergétique (enr-ee.com/fr/qui-sommes-nous.html)
- SVDU – National Union of Treatment and Recovery of Urban and Assimilated Waste (www.incineration.org)
- SER – French Renewable Energy Organisation (www.enr.fr)
- SDES – Observation and Statistics Office – Ministry of Ecology (www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)
- UNICLIMA – Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques (www.uniclima.fr/)

ALLEMAGNE

- AA – Federal Foreign Office (energie.wende.diplo.de/home/)
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien – Renewable Energy Agency (www.unendlich-viel-energie.de)
- AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (www.ag-energiebilanzen.de)
- AGE-Stat – Working Group on Renewable Energy Statistics (www.erneuerbare-energien.de)
- AGORA Energiewende – Energy Transition Think Tank (www.agora-energie.wende.de)
- BAFA – Federal Office of Economics and Export Control (www.bafa.de)
- BBE – Bundesverband Bioenergie (www.bioenergie.de)
- BBK – German Biogenous and Regenerative Fuels Association (www.biokraftstoffe.org)
- B.KWK – German Combined Heat and Power Association (www.bkww.de)
- BEE – Bundesverband Erneuerbare Energie – German Renewable Energy Association (www.bee-ev.de)
- BDEW – Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e.V (www.bdew.de)
- BDW – Federation of German Hydroelectric Power Plants (www.wasserkraft-deutschland.de)
- BMUB – Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (www.bmub.bund.de/en/)
- BMWi – Federal Ministry for Economics Affairs and Energy (www.bmwi.de/Navigations/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)
- 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 Strukturforchung (www.gws-os.com/de)

- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau (www.kfw.de)
- RENAC – Renewables Academy AG (www.renac.de)
- UBA – German Environment Agency (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)
- Assosolare – Associazione nazionale dell'industria solar fotovoltaica (www.assosolare.org)
- Assotermica (www.anima.it/ass/assotermica)
- CDP – Cassa depositi e prestiti (www.cassaddpp.it)
- COAER ANIMA – Associazione costruttori di apparecchiature ed impianti aerulici (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)

- GIF I – 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.liia.gov.lv)
- Ministry of Economics (www.em.gov.lv)

LITHUANIE

- EA – State Enterprise Energy Agency (www.ena.lt/en)
- LAIEA – Lithuanian Renewable Resources Energy Association (www.laiea.lt)
- LBDA – Lietuvos Bioduju Asociacija (www.lbda.lt)
- LEEA – Lithuanian Electricity Association (www.leea.lt)
- LEI – Lithuanian Energy Institute (www.lei.lt)
- LHA – Lithuanian Hydropower Association (www.hidro.lt)
- Lietssa (www.lietssa.lt)
- LITBIOMA – Lithuanian Biomass Energy Association (www.biokuras.lt)
- LIGRID AB – Lithuanian Electricity Transmission System Operator (www.litgrid.eu)
- LS – Statistics Lithuania (www.stat.gov.lt)
- LWEA – Lithuanian Wind Energy Association (www.lwea.lt)

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)
- Le portail des statistiques (STATEC) (<https://statistiques.public.lu/fr/index.html>)

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)
- PIGEO – 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-geotermalna.org.pl)
- PSEW – Polish Wind Energy Association (www.psew.pl)
- TRMEW – Society for the Development of Small Hydropower (www.trmew.pl)
- THE – Polish Hydropower Association (PHA) (www.tew.pl)

PORTUGAL

- ADENE – Agência para a energia (www.adene.pt)
- APESF – Associação portuguesa de empresas de solar fotovoltaico (www.apesf.pt)
- Apren – Associação de energias renováveis (www.apren.pt)
- CEBio – Association for the Promotion of Bioenergy (www.cebionet)
- 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 for the Ecological Transition (<https://energia.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 Espana (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/collections/renewables-statistics>)
- DUKES – Digest of United Kingdom Energy Statistics (<https://www.gov.uk/government/collections/digest-of-uk-energy-statistics-dukes>)
- 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 (<https://slovak.statistics.sk>)

- The State Material Reserves of Slovak Republic (www.reserves.gov.sk/en)
- Thermosolar Ziar Ltd (www.thermosolar.sk)
- URSO – Regulatory Office for Network Industries (www.urso.gov.sk)

SLOVÉNIE

- SURS – Statistical Office of the Republic of Slovenia (www.stat.si)
- Eko sklad – Eco-Fund-Slovenian Environmental Public Fund (www.ekosklad.si)
- ARSO – Slovenian Environment Agency (www.arso.gov.si/en/)
- JSI/EEC – The Jozef Stefan Institute – Energy Efficiency Centre (www.ijs.si/ijsw)
- Tehnološka platforma za fotovoltaike – Photovoltaic Technology Platform (www.pv-platforma.si)
- ZDMHE – Slovenian Small Hydropower Association (www.zdmhe.si)

SUÈDE

- Avfall Sverige – Swedish Waste Management (www.avfallsverige.se)
- 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/)

RÉFÉRENCES POUR LES INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES

- WindEurope 2019: Financing and investment trends. The European wind industry in 2018, published April 2019, <https://windeurope.org/about-wind/reports/financing-and-investment-trends-2018>.
- SPE 2019: Global Market Outlook for Solar Power 2019 -2023, Solar Power Europe (SPE), <https://www.solarpowereurope.org/eu-market-outlook-for-solar-power-2019-2023>.
- Solar Heat Europe 2019: Solar Heat Markets in Europe, Trends and Market Statistics 2017, Summary (November 2018), <http://solarheateurope.eu/publications/market-statistics/solar-heat-markets-in-europe/>.
- EGEN 2019: EGEN Geothermal Market Report 2018– Key findings, European Geothermal Energy Council, https://www.egen.org/wp-content/uploads/2019/05/KeyFindings_MR-18.pdf, June 2019.
- IEA 2019: IEA Geothermal, 2018 Annual Report, International Energy Agency, <http://iea-gia.org/publications-2/annual-reports/>, November 2019.
- Graphical Research 2018: Europe Air Source Heat Pump Market Size, Industry Analysis Report, Country Outlook, Growth Potential, Competitive Market Share & Forecast, 2018 – 2024, <https://www.graphicalresearch.com/industry-insights/1025/europe-air-source-heat-pump-market>, August 2018.
- PV Europe 2019: European air source heat pump market with promising growth, PV Europe, 6 December 2019, <https://www.pveurope.eu/News/Markets-Money/European-air-source-heat-pump-market-with-promising-growth>.
- EHPA 2019: European Heat Pump Markets show double digit-growth for the 4th year in a row –industry ready to score even higher for EU's future, EHPA press release 17 May 2019, https://www.ehpa.org/fileadmin/user_upload/20190517_Press_Release_HPForum2019_-_European_Heat_Pump_Markets_show_double_digit_growth_for_the_4th_year_in_a_row.pdf.
- Bioenergy Europe 2019: Policy brief: Biogas, <https://bioenergyeurope.org/component/attachments/?task=download&id=626>, last accessed February 2020.
- Fachverband Biogas 2019: Biogas market data in Germany 2018/2019, https://www.biogas.org/edcom/web-fvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/Sfile/19-07-12_Biogasindustryfigures-2018-2019_english.002.pdf
- EBA 2018: European Biomethane Map, https://www.gie.eu/download/maps/2018/GIE_BIO_2018_A0_1189x841.pdf, European Biogas Association, January 2018.
- CEWEP 2019: Industry Barometer Waste-to-Energy 2019, <https://www.cewep.eu/ecoprogram-barometer-2019>.

RÉFÉRENCES POUR CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS RÉSULTANTS ÉVITÉES

- European Commission, Weekly Oil Bulletin, <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin>
- DG ENER, internal market dimension, wholesale gas prices, <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-union-indicators/database>
- Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat>
- Renewable energy in Europe 2019, Recent growth and knock-on effects, European Environment Agency (EEA) - <https://www.eea.europa.eu/themes/energy/renewable-energy/renewable-energy-in-europe-2019>

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> (2019)
- European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling, Strategic Research Priorities for Solar Thermal Technology (2012)

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

EurObserv'ER

RES BAROMETERS RES POLICY REPORTS CASE STUDIES PRESS COORDINATOR AND PARTNERS TWITTER

Latest barometers released

SOLID BIOMASS BAROMETER

-0.3%

99.5

78.9

Since 1998, The EurObserv'ER barometer measures the progress made by renewable energies in each sector and in each member State of the European Union in an up-to-date way as possible (with figures less than 12 months old). EurObserv'ER produces a series of figure-backed indicators covering energetic, technological and economic dimensions.

Every two months one barometer dedicated to one particular renewable energy sector is published in the magazine *Systèmes Solaires - le Journal des Énergies Renouvelables* and in PDF version. Moreover, once a year an overview barometer gathered the main indicators published during the year and completes them with additional renewable sectors which has not been detailed.

The main objectives of our barometers are the following:

- Monitor and analyse the development of renewable energy sectors in the EU
- Evaluate the RES's progression compared to the 2020 objectives of the European commission
- Disseminate the results of the investigation to European journalists and energy actors
- Enable all webvisitors to download the barometer

Supported by:

Search...

Leave your e-mail address to be informed about each new release

Your name

Your E-Mail address

Sign-up

Your name

Interactive EurObserv'ER Database

Tweets by @EurObserv_ER

Tweets by @EurObserv_ER

Agora Energiewerte @AgoraEnergie

In 2018, the EU electricity sector emitted 12.2m tonnes CO2 that is the previous year. At the same time, the share of renewables in electricity production rose 0.2 units to 38.9 per cent, a new record. Read our plot analysis with @Eurobugging agora-energiereporte.de/en/energie...



RENSEIGNEMENTS

Pour de plus amples renseignements sur les baromètres d'EurObserv'ER, veuillez contacter :

Diane Lescot, Frédéric Tuillé

Observ'ER

146, rue de l'Université

F – 75007 Paris

Tél.: + 33 (0)1 44 18 73 53

Fax: + 33 (0)1 44 18 00 36

E-mail: diane.lescot@energies-renouvelables.org

Internet: www.energies-renouvelables.org

Calendrier des prochains baromètres d'EurObserv'ER en 2020

Éolien	>> Février 2020
Photovoltaïque	>> Avril 2020
Solaire thermique	>> Juin 2020
Biocarburants	>> Septembre 2020
Pompes à chaleur	>> Novembre 2020
Biomasse solide	>> Décembre 2020



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

Conception graphique : Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com

Maquette : Alice Guillier

Pictos : bigre! et Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com

Crédit photographique de la couverture : Sabella

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

