



# ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2017**  
*17<sup>e</sup> bilan EurObserv'ER*

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



# ÉTAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE

ÉDITION **2017**  
17<sup>e</sup> bilan EurObserv'ER



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



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

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

ÉDITO par Vincent Jacques le Seigneur 4

### Indicateurs énergétiques 6

■ L'éolien	8
■ Le photovoltaïque	14
■ Le solaire thermique	20
■ La petite hydroélectricité	26
■ La géothermie	30
■ Les pompes à chaleur	36
■ Le biogaz	42
■ Les biocarburants	50
■ Les déchets urbains 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	81
• Conclusion	88

### Indicateurs socio-économiques 100

■ L'éolien	102
■ Le photovoltaïque	106
■ Le solaire thermique & héliothermodynamique	110
■ L'hydroélectricité	114
■ La géothermie	118
■ Les pompes à chaleur	120
■ Le biogaz	124
■ Les biocarburants	128
■ Les déchets urbains renouvelables	132
■ La biomasse solide	134
• Conclusion	138
■ Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles	148

### Indicateurs d'investissement 152

#### Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable 154

■ L'éolien	156
■ Le photovoltaïque	160
■ Le biogaz	164
■ La géothermie	168
■ La biomasse solide	170
■ Les déchets urbains renouvelables	172
■ Comparaison des coûts d'investissement dans le monde	174
■ Programmes de financement publics pour l'investissement dans les énergies renouvelables	178
■ L'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable	182
■ Capital-risque et capital-investissement	184
■ Performances des sociétés et des actifs du secteur des technologies renouvelables	188
• Conclusion	192

#### Coûts, prix et compétitivité des énergies renouvelables 194

#### Consommation de combustibles fossiles évitée et coûts résultants évités 203

### Indicateurs d'innovation et de compétitivité 213

#### Investissements dans la R&D 214

• Investissements publics dans la R&D	
■ L'énergie éolienne	216
■ L'énergie solaire	217
■ La géothermie	218
■ L'hydroélectricité	219
■ Les biocarburants	220
■ Les énergies marines	221
■ Total des technologies renouvelables	222
• Investissements privés dans la R&D	
■ L'énergie éolienne	223
■ L'énergie solaire	224
■ L'hydroélectricité	225
■ La géothermie	226
■ Les biocarburants	227
■ Les énergies marines	228
■ Total des technologies renouvelables	229
• Conclusions	230

#### Dépôt de brevet 232

■ L'énergie éolienne	234
■ L'énergie solaire	236
■ L'hydroélectricité	238
■ La géothermie	240
■ Les biocarburants	242
■ Les énergies marines	244
■ Total des technologies renouvelables	246
• Conclusion	248

### Commerce international 250

Total des technologies renouvelables	252
■ L'énergie éolienne	256
■ L'énergie solaire	258
■ L'hydroélectricité	260
■ Les biocarburants	262
• Conclusion	264

### Indicateurs sur la flexibilité du système électrique 266

### Sources & références 278

## PALMARÈS

*Vincent Jacques le Seigneur, président d'Observ'ER*

**Et à la fin, ce sont les Allemands qui gagnent ! Cette année encore, force est de constater que le poids lourd de l'économie européenne est aussi celui qui domine le secteur des nouvelles énergies renouvelables : avec un tiers de la capacité éolienne installée en Europe, l'Allemagne est suivie, comme l'an passé, de l'Espagne et du Royaume-Uni. Et les trois pays assurent à eux seuls la moitié de la production éolienne de l'Union. Dans le domaine du photovoltaïque, la situation n'est guère différente : 40 % de la capacité photovoltaïque installée est allemande mais, dans le trio de tête qui assure 70 % de la production européenne, l'Italie prend la place de l'Espagne.**

Cette domination allemande dans le photovoltaïque, l'éolien, le solaire thermique – la moitié des capteurs sont installés sur des toits outre-Rhin –, ou encore le biogaz, la biomasse ou l'énergie générée par les déchets rappelle, une fois encore, que ce sont davantage les politiques publiques et les moyens financiers afférents qui contribuent à l'essor des énergies renouvelables, que les aménités naturelles et les conditions météorologiques.

Les données réunies et analysées dans ce nouveau baromètre permettent d'affiner cet état des lieux et de classer les États membres en trois catégories. La première, la moins nombreuse, est celle des "volontaristes", qui, année après année, avec constance et détermination, développent un mix énergétique résolument renouvelable. Si peu de concurrents viennent challenger l'Allemagne dans cette catégorie, il convient néanmoins de citer le Danemark,

le Portugal ou le Royaume-Uni, qui ont connu la plus forte croissance des énergies renouvelables ces dix dernières années.

La deuxième, celle des "opportunistes", réunit des pays qui font le choix de telle ou telle source d'énergie nouvelle en fonction de dispositions naturelles pour, parfois, l'abandonner sitôt après : l'Espagne avec l'éolien ou l'Italie avec le photovoltaïque en sont de bonnes illustrations. Pour le reste, ces États vivent sur leurs acquis basés sur des atouts naturels, qu'il s'agisse de la géothermie ou de l'hydraulique. Enfin, on retrouve dans la catégorie des "attentistes" des pays qui misent un peu et sur toutes les énergies renouvelables, à l'instar de la France, de la Pologne ou encore de l'Autriche, et qui en réalité vivent encore pour l'essentiel de leur rente hydraulique. Un chiffre résume à lui seul le paradoxe de la situation : la production solaire ou éolienne de l'Allemagne est quatre fois supérieure à celle de la France, qui bénéficie pourtant de meilleurs atouts climatiques et naturels que son grand voisin d'outre-Rhin.

Un tel classement ne donne pourtant pas une idée suffisamment précise de la situation européenne. Car être le champion d'une ou de plusieurs spécialités ou être un bon électricien ne dit rien sur la réelle transition énergétique du pays. Ce que montre ce baromètre, c'est que le mix énergétique européen reste trop peu diversifié et certainement pas assez renouvelable pour atteindre les objectifs fixés à horizon 2020 : si onze États membres ont déjà atteint la cible qui leur a été attribuée en fonction de leur situation initiale, de leur potentiel en énergies renouvelables et de leur niveau de performance

économique, la majorité des autres sont à la peine, notamment les poids lourds de l'Union comme la France, l'Allemagne ou le Royaume-Uni, ce qui pèse singulièrement dans le résultat final.

Avec une progression de seulement 0,3 % en un an, l'Europe affichait, fin 2016, un résultat de 17 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie, ce qui est certes le double de son niveau de 2004 (8,5 %), mais semble bien insuffisant pour atteindre l'objectif de 20 % d'ici quatre petites années et, a fortiori, la nouvelle ambition européenne de 27 % en 2030, voire plus si le Parlement européen et le Conseil parviennent à un nouvel accord pour le prochain paquet énergie-climat. Ce qui serait le signal fort d'une volonté collective retrouvée et d'un objectif ambitieux, partagé, et générateur d'activité et d'emploi, ce dont la vieille Europe a aussi grandement besoin.



# INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES



Depuis dix-huit 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 2017 pour les filières éolienne, photovoltaïque, solaire thermique, solaire thermodynamique, biogaz, biocarburants et biomasse solide. Les données issues de ces baromètres ont été consolidées avec les données officielles disponibles en toute fin d'année.

Les filières non couvertes par un baromètre thématique ont également fait l'objet d'une analyse et d'un suivi statistique détaillé avec des données de l'année 2016. Elles concernent la petite hydraulique, les pompes à chaleur, l'énergie géothermique, l'incinération des ordures ménagères renouvelables et les énergies marines.

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

## Note méthodologique

Les tableaux reprennent, pour chacune des filières, les chiffres disponibles les plus actuels. Compte tenu de la date de publication de cette édition, un travail complet de rapprochement des données publiées par EurObserv'ER a été effectué avec les données Eurostat fournies par l'outil Shares (Short Assessment of Renewable Energy Sources), avec la version publiée au 26 janvier 2018. 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. Les indicateurs de production d'énergie primaire ou de consommation d'énergie primaire non disponibles dans l'outil Shares n'ont en revanche pas fait l'objet d'un rapprochement.

Dans le cas d'indicateurs de marché, comme par exemple les données de marchés pour les différents types de pompe à chaleur ou les différents types de capteurs solaires thermiques, la source des indicateurs utilisée reste celle d'EurObserv'ER.

Concernant les données "chaleur", une distinction est faite entre la chaleur dérivée issue du secteur de la transformation et la consommation finale d'énergie, conformément aux définitions établies par Eurostat. La chaleur dérivée recouvre la production totale de chaleur dans les centrales de chauffage et les centrales de cogénération (production combinée de chaleur et d'électricité). Elle englobe la chaleur consommée par les équipements auxiliaires de l'installation qui utilisent un fluide chaud (chauf-



fage des locaux, chauffage à combustible liquide, etc.) et les pertes dans les échanges de chaleur de l'installation/du réseau. Dans le cas des entités autoproductrices (entités produisant de l'électricité destinée, en tout ou partie, à leur propre usage, en tant qu'activité complémentaire de leur activité principale), la chaleur consommée par l'entreprise pour ses propres procédés n'est pas comprise.

La consommation finale d'énergie représente le total de l'énergie consommée par les utilisateurs finaux tels que les ménages, l'industrie et l'agriculture. Elle correspond à l'énergie livrée au consommateur final pour tous les usages énergétiques, à l'exclusion de celle consommée par le secteur énergétique lui-même, y compris aux fins de livraison et de transformation. Elle exclut également le combustible transformé dans les centrales électriques des autoproducteurs industriels et le coke trans-

formé en gaz de hauts fourneaux, qui n'entrent pas dans la consommation totale de l'industrie, mais dans celle du secteur de la transformation. La consommation finale d'énergie de la catégorie "Ménages, services, etc." recouvre les quantités consommées par les ménages, le commerce, les administrations publiques, les services, l'agriculture et la pêche.

Concernant les données de production d'électricité et de chaleur dérivée, 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.





## L'ÉOLIEN

### UNE UNION EUROPÉENNE À PLUSIEURS VITESSES

Malgré un contexte difficile sur le marché de l'électricité caractérisé par une faible demande et une surcapacité de production, le marché éolien de l'Union européenne est resté actif avec une puissance supplémentaire en fonctionnement (puissance installée moins puissance mise hors service) de près de 13 000 MW en 2016 (12 939 MW exactement). Ce seuil amène la puissance totale du parc de l'Union européenne à 154,4 GW fin 2016.

Ce bon bilan s'explique une nouvelle fois par les résultats très positifs du marché allemand, qui a installé, selon l'AGEE-Stat, 5 292 MW et mis hors service 280 MW. La puissance supplémentaire est donc de 5 012, permettant au parc allemand d'atteindre 49,6 GW fin 2016. Le Royaume-Uni demeure le second marché européen avec, selon le BEIS (le département des Affaires, de l'Énergie et des Stratégies industrielles), 1 901 MW supplémentaires dont 200 MW offshore pour un parc de puissance cumulée de 16 217 MW.

Bonne surprise également sur le marché français, qui s'est enfin relancé en 2016. Selon les données du Service de la donnée et des études statistiques, la puissance nette franchit clairement le cap du GW installé (1 250 MW), constituant un nouveau record d'installation.

D'autres marchés de l'Union se sont distingués, parmi lesquels les Pays-Bas, qui, avec 866 MW (selon Statistics Pays-Bas), entrent cette année dans le top 10 du marché éolien mondial, portés par la connexion du deuxième plus grand parc éolien offshore jamais installé (projet Gemini de 600 MW). La Finlande, qui bat également son record d'installation avec 560 MW supplémentaires (selon Statistics Finland), augmente en une seule année la taille de son parc de plus de 50 %. La Suède ajoute également près de 594 MW (selon Statistics Sweden). Il convient de préciser que rapportée à leur taille, la dynamique du marché dans ces pays est très positive et génère des impacts significatifs dans l'évolution de leur mix électrique.





Ces tendances positives contrastent cependant avec l'apathie de certains marchés de l'Union européenne. Selon notre décompte, 9 pays n'ont quasiment rien installé et la Roumanie a même enregistré une puissance nette en diminution. L'Espagne, par exemple, qui demeure la deuxième nation européenne sur le plan de la puissance cumulée (23 033 MW selon l'IDAE), affiche une puissance supplémentaire de 90 MW en 2016. Le marché italien, après des années fastes, a considérablement ralenti avec, selon le ministère du Développement économique, une puissance additionnelle de 247 MW en 2016.

### PETIT TROU D'AIR SUR LE MARCHÉ OFFSHORE

Selon les données consolidées, la puissance offshore raccordée n'a progressé que de 1 648 MW en 2016, en nette baisse par rapport à 2015, qui avait vu la connexion de près de 3 000 MW. L'Allemagne a augmenté sa puissance offshore de 850 MW, les Pays-Bas ont ajouté 600 MW et le Royaume-Uni 200 MW. À noter qu'au niveau de l'Union européenne, plusieurs éoliennes offshore de démonstration ont été démontées, soit les 10 MW du parc de Béatrice, le projet d'éoliennes flottantes Windfloat au Portugal (2 MW) et l'éolienne Bard 5,0 MW du projet Hooksiel en Allemagne.

En 2016, seul trois nouveaux parcs offshore ont entièrement été installés et connectés (tableau 3). Le plus important d'entre eux est le parc de Gemini (600 MW), situé à 85 km au large des côtes néerlandaises en mer du Nord (et donc invisible depuis la côte). Il est le deuxième plus grand parc offshore au monde (juste derrière London Array et ses

## 1

Puissance éolienne installée dans l'Union européenne fin 2016 (en MW)

	2015	2016
Allemagne	44 580	49 592
Espagne	22 943	23 033
Royaume-Uni	14 316	16 217
France	10 217	11 467
Italie	9 137	9 384
Suède	5 840	6 434
Pologne	4 886	5 747
Danemark	5 076	5 245
Portugal	4 937	5 124
Pays-Bas	3 391	4 257
Roumanie	3 130	3 025
Irlande	2 440	2 827
Autriche	2 489	2 730
Belgique	2 176	2 370
Grèce	2 091	2 370
Finlande	1 005	1 565
Bulgarie	699	699
Lituanie	436	509
Croatie	418	483
Hongrie	329	329
Estonie	300	310
République tchèque	281	282
Chypre	158	158
Luxembourg	64	120
Lettonie	69	70
Slovénie	5	5
Slovaquie	3	3
Malte	0	0
<b>Total UE 28</b>	<b>141 415</b>	<b>154 354</b>

\* Départements d'outre-mer non inclus pour la France.  
Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES

630 MW), et devrait fournir une production de l'ordre de 2,6 TWh chaque année (soit 2,5 % de la production d'électricité du pays). Les deux autres parcs sont ceux de Gode Wind 1 (330 MW) et Gode Wind 2 (252 MW), également situés en mer du Nord, à 40 km des côtes allemandes. Selon Dong Energy, qui a investi 2,2 milliards d'euros dans ces deux projets, ces deux parcs permettront d'alimenter l'équivalent de 600 000 foyers allemands.

### UNE MÉTÉO MOINS FAVORABLE À LA PRODUCTION

L'année 2016 ne restera pas dans les annales de la production d'électricité de l'Union européenne. Selon EurObserv'ER, elle ne devrait être qu'en légère augmentation (+ 0,3 %) soit une production totale de 302,9 TWh, ce qui est peu compte tenu de l'augmentation des capacités de production (tableau 4). Contrairement à l'année précédente, les conditions météorologiques ont été très défavorables à l'éolien dans les pays d'Europe du Nord et au Royaume-Uni, moins bonnes également en Allemagne et en France. Les pays d'Europe du Sud, hormis l'Espagne, ont quant à eux bénéficié de conditions climatiques un peu plus favorables comparé à 2015. Selon Eurobserv'ER, 14 pays de l'Union européenne ont vu leur niveau de production diminuer.

La production est en recul de 9,6 % au Danemark (12,8 TWh), de 7,3 % au Royaume-Uni (37,4 TWh) et de 0,8 % en Allemagne (78,6 TWh) et en Espagne (48,9 TWh). Elle augmente nettement en Italie, + 19,2 %



## 2

Puissance éolienne offshore installée dans l'Union européenne fin 2016 (en MW)

	2015	2016
Royaume-Uni	5 093,0	5 293,0
Allemagne	3 280,0	4 130,0
Danemark	1 271,1	1 271,1
Pays-Bas	357,0	957,0
Belgique	712,2	712,2
Suède	201,7	201,7
Finlande	32,0	32,0
Irlande	25,2	25,2
Espagne	5,0	5,0
Portugal	2,0	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>10 979,2</b>	<b>12 627,2</b>

Source : EurObserv'ER 2017





(17,7 TWh), et en Pologne, + 15,9 % (12,6 TWh). En France, la production est en légère augmentation (+ 0,7%) à 21,4 TWh. L'année 2017 a, à l'inverse, été beaucoup plus venteuse, ce qui devrait se traduire par une très forte relance de la production éolienne, notamment en Allemagne et dans les pays du Nord de l'Europe, amplifiée par l'augmentation des nouvelles capacités installées. Selon les données préliminaires de l'AGEB (AG Energiebilanzen), le pays a produit 105,5 TWh en 2017 (dont 18,3 TWh offshore), soit une augmentation de 34,2%. Il est important de rappeler que les objectifs de la directive énergie renouvelable pour 2020 prennent en compte une production normalisée pour l'éolien et l'hydraulique afin de lisser les variations dues aux événements climatiques.

### 2030 : L'ÉLECTRIFICATION DES SECTEURS CHALEUR ET TRANSPORT EN LIGNE DE MIRE

À l'horizon 2030, la Commission européenne estime que la part des énergies renouvelables pourrait atteindre 50% de la production d'électricité et l'éolien pourrait bien s'arroger la part du lion. WindEurope prévoit en effet que l'éolien pourrait représenter à lui seul entre 24 et 28% de la demande d'électricité (soit environ 778 TWh), dans le cadre d'un scénario "central" à 320 GW.

Des incertitudes demeurent, car la vitesse de déploiement de l'éolien dépendra de la solidité de la politique énergétique européenne et de la mise en place de nouvelles règles de fonctionnement du marché de l'électricité. Un autre point clé est le déploiement et la réalisation des investissements néces-

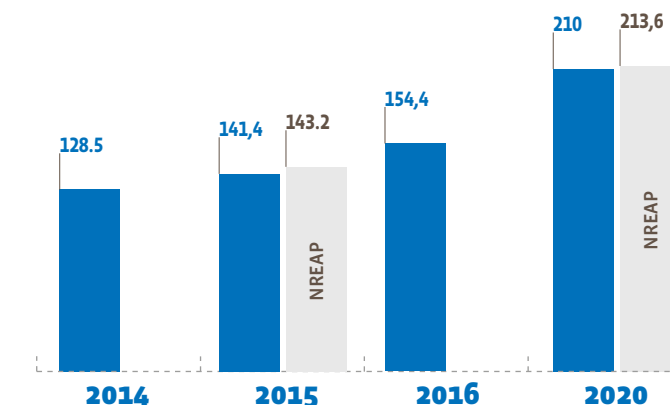
### 3 Production d'électricité d'origine éolienne dans les pays de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en TWh)

	2015	2016
Allemagne	79,206	78,598
Espagne	49,325	48,906
Royaume-Uni	40,317	37,367
France**	21,249	21,400
Italie	14,844	17,689
Suède	16,268	15,479
Danemark	14,133	12,782
Pologne	10,858	12,588
Portugal	11,607	12,474
Pays-Bas	7,550	8,170
Roumanie	7,063	6,590
Irlande	6,573	6,149
Belgique	5,574	5,436
Autriche	4,840	5,235
Grèce	4,621	5,146
Finlande	2,327	3,068
Bulgarie	1,452	1,425
Lituanie	0,810	1,136
Croatie	0,796	1,014
Hongrie	0,693	0,684
Estonie	0,715	0,594
République tchèque	0,573	0,497
Chypre	0,221	0,226
Lettonie	0,147	0,128
Luxembourg	0,102	0,101
Slovaquie	0,006	0,006
Slovénie	0,006	0,006
Malte	0,000	0,000
<b>Total UE 28</b>	<b>301,877</b>	<b>302,893</b>

\* DOM non inclus. Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES

saires dans les infrastructures réseau et les systèmes de gestion de fourniture d'électricité. Il sera également nécessaire de briser le carcan de la faible croissance européenne d'électricité en mettant en œuvre de nouvelles politiques favorisant l'électrification des autres secteurs énergétiques que sont la chaleur, le froid et les transports, et ce dans l'optique de décarboniser le marché de l'énergie. La conversion progressive de ces secteurs à la production d'électricité renouvelable ouvrirait de nouveaux horizons à la filière, sans limite de développement sur le long terme. ■

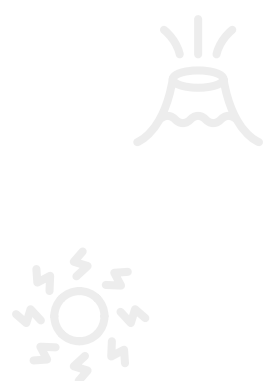
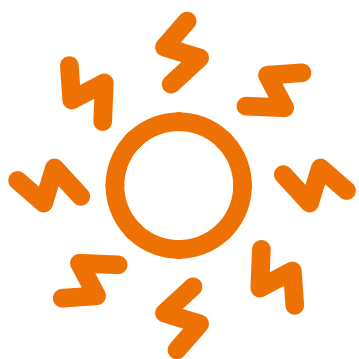
### 4 Tendances actuelles par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en GW)



Source : EurObserv'ER 2017







## LE PHOTOVOLTAÏQUE

Tandis que la Chine et les États-Unis profitent à plein de la compétitivité prix de l'électricité solaire photovoltaïque en doublant leur marché (pour la Chine, 34,5 GW en 2016 contre 15,1 GW en 2015 et pour les États-Unis, 14,8 GW en 2016 contre 7,5 GW en 2015), l'Union européenne a vu sa puissance nouvellement connectée nettement diminuer en 2016. Selon EurObserv'ER, elle n'a augmenté que de 6 122 MW durant l'année 2016 contre 8 006 MW en 2015, soit une baisse du rythme de croissance de 23,5 %. Ce retrait s'explique en grande partie par la baisse du rythme de connexion des marchés britannique et français. La puissance additionnelle permet toutefois au parc de l'Union de franchir le cap des 100 GW en toute fin d'année 2016, avec 100 800 MW.

### BAISSE DU RYTHME DE CONNEXION AU ROYAUME-UNI

Le Royaume-Uni est resté pour la troisième année consécutive le premier marché européen. Selon le BEIS (Department for Business, Energy & Industrial Strategy), la capacité photovoltaïque solaire

a augmenté de 2 364 MW en 2016, soit une baisse du nombre de connexions de 41 % par rapport à 2015. La majorité des nouvelles connexions provient de sites accrédités dans le cadre du système de l'obligation de renouvelable (Renewable Obligation). L'essentiel des connexions ont eu lieu durant le premier trimestre de l'année, avant la clôture définitive du système des RO au 1<sup>er</sup> avril 2016. Le rythme de connexion a été beaucoup plus faible durant les trois trimestres suivants, avec essentiellement des raccordements de plus petits sites bénéficiant du système de tarif d'achat.

### BAISSE SENSIBLE DES PRIX DES APPELS D'OFFRES SOLAIRES EN ALLEMAGNE

En Allemagne, une très bonne fin d'année 2016 a permis de stopper la diminution continue depuis 2013 de la puissance annuellement connectée. Selon l'agence allemande de l'environnement, qui coordonne désormais le groupe de travail statistique sur les énergies





## 1

**Puissance solaire photovoltaïque installée dans l'Union européenne fin 2016 (en MW)**

	2015	2016
Allemagne	39 243	40 714
Italie	18 901	19 283
Royaume-Uni	9 535	11 899
France	6 755	7 320
Espagne	4 856	4 973
Belgique	3 122	3 300
Grèce	2 604	2 604
République tchèque	2 075	2 068
Pays-Bas	1 515	2 049
Roumanie	1 326	1 372
Autriche	937	1 096
Bulgarie	1 029	1 028
Danemark	782	851
Slovaquie	533	533
Portugal	447	462
Slovénie	238	233
Hongrie	168	208
Pologne	108	187
Suède	104	153
Luxembourg	116	122
Malte	74	93
Chypre	76	84
Lituanie	69	70
Croatie	48	56
Finlande	15	35
Irlande	2	6
Lettonie	0	1
Estonie	0	0
<b>Total UE 28</b>	<b>94 678</b>	<b>100 800</b>

DOM non inclus pour la France. Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES

renouvelables (AGEE-Stat), le pays a ajouté une puissance supplémentaire de 1 471 MW en 2016 (contre 1 345 MW en 2015), portant son parc total à 40 714 MW. L'augmentation du nombre de connexions en fin d'année s'explique à la fois par la forte diminution du coût des panneaux sur les marchés et par un changement de réglementation. Les nouvelles dispositions de la loi EEG 2017 applicables au 1<sup>er</sup> janvier de l'année prévoient, en effet, que tous les projets de centrales de puissance supérieure à 750 kW, que ce soit pour des centrales au sol ou sur toiture, sont désormais sélectionnés via une procédure d'appels d'offres. Pour les installations jusqu'à 750 kW, c'est toujours le système de tarifs d'achat qui s'applique. Ces derniers n'ont pas évolué depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2015 et sont restés inchangés jusqu'à fin avril 2017, la cible annuelle des 2 500 MW n'ayant pas été dépassée.

Pour les systèmes de plus de 750 kW, l'Agence fédérale des réseaux (Bundesnetzagentur) a dévoilé en novembre 2017 les résultats du troisième appel d'offres dédié au photovoltaïque issu de la nouvelle loi EEG 2017. 110 projets ont été sélectionnés pour un volume total de 753,6 MW. Le tarif d'achat moyen a été de 52,3 €/MWh avec le tarif le plus haut à 72 €/MWh et le plus bas à 42,9 €/MWh. Ces résultats peuvent être comparés à celui du premier appel d'offres de la nouvelle loi dévoilé en mars 2017. 38 projets avaient alors été sélectionnés pour un volume total de 200 MW. Le tarif d'achat moyen était de 65,8 €/MWh avec le tarif le plus haut à 67,5 €/MWh et le plus bas à 60 €/MWh.

## 2

**Production d'électricité d'origine photovoltaïque dans les pays de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en GWh)**

	2015	2016
Allemagne	38 726	38 098
Italie	22 942	22 104
Royaume-Uni	7 546	10 420
France	7 262	8 160
Espagne	8 267	8 069
Grèce	3 900	3 930
Belgique	3 053	3 086
République tchèque	2 264	2 131
Roumanie	1 982	1 820
Pays-Bas	1 122	1 559
Bulgarie	1 383	1 386
Autriche	937	1 096
Portugal	796	822
Danemark	604	744
Slovaquie	506	533
Slovénie	274	267
Hongrie	123	200
Chypre	127	146
Suède	97	143
Malte	93	125
Pologne	57	124
Luxembourg	104	100
Lituanie	73	66
Croatie	57	66
Finlande	10	18
Irlande	2	4
Lettonie	0	0
Estonie	0	0
<b>Total UE 28</b>	<b>102 306</b>	<b>105 220</b>

DOM non inclus pour la France. Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES

## LA FRANCE ÉCLAIRCIT SA FEUILLE DE ROUTE SOLAIRE

En 2016, la France a maintenu de peu son rang de troisième marché européen du solaire (juste devant les Pays-Bas), et ce malgré une diminution importante de la puissance connectée. Selon le Service de la donnée et des études Statistiques (SDES), seuls 565 MW de puissance supplémentaire ont été connectés en métropole durant l'année 2016, soit le plus bas volume annuel enregistré depuis 2009. Ce bilan s'explique par le faible niveau de projets entrés en développement fin 2014 et début 2015, et par le manque de régularité dans les séries d'appels d'offres.

La feuille de route de l'énergie s'est finalement éclaircie fin 2016 avec la mise en place d'un dispositif d'appels d'offres pluriannuels portant sur des volumes annuels de 1,45 GW par an pendant 3 ans. Cette ambition a été revue à la hausse en décembre 2017 par le nouveau ministre de la Transition écologique et solidaire, Nicolas Hulot, qui a annoncé une augmentation du volume d'appels d'offres d'1 GW, le portant à 2,45 GW par an. L'augmentation des volumes prendra effet progressivement, dès les prochaines périodes d'appels d'offres, soit en mars 2018 pour les installations sur bâtiment et en juin 2018 pour les centrales au sol. Un appel d'offres bitechnologie mettant en concurrence les filières photovoltaïque et éolien terrestre a également été annoncé suite à la demande de la Commission européenne dans le cadre de ses lignes directrices relatives aux





EDF

aides d'État. L'appel d'offres expérimental devrait permettre d'évaluer la compétitivité relative des filières photovoltaïque au sol et éolien terrestre. Il porte sur un volume total de 200 MW pour une capacité par projet entre 5 et 18 MW.

### UNE ANNÉE MOINS ENSOLEILLÉE

Sur le plan de la production d'électricité, l'année 2016 ne restera pas dans les annales. À l'échelle de l'Union européenne, les conditions climatiques n'ont globalement pas été favorables à l'électricité solaire, avec des baisses de production constatées dans plusieurs pays (Allemagne, Italie, Espagne, Roumanie, République tchèque). La production augmente logiquement sur les marchés les plus actifs (Royaume-Uni et France), avec une exception notable pour l'Allemagne. Selon EurObserv'ER, la production de l'Union européenne a atteint 105,2 TWh en 2016, soit une croissance de 2,8 % par rapport à 2015. Après avoir augmenté de près de 10 TWh entre 2014 et 2015, la production n'a crû que de 2,9 TWh entre 2015 et 2016.

### LES CONSOMMATEURS AU CŒUR DE LA FUTURE UNION DE L'ÉNERGIE

L'évolution actuelle des dispositifs de soutien, davantage tournés vers des mécanismes de marché, a des conséquences sur le volume des raccordements. Le système d'enchères, qui devient la règle pour les installations de moyenne et de forte puissances, permet aux États de mieux contrôler leur marché, de limiter l'augmentation du prix de l'électricité pour les consommateurs, et de préparer au

mieux les prochaines vagues d'installations nécessaires à l'atteinte de leurs objectifs respectifs fixés dans le cadre de la directive européenne sur les énergies renouvelables. Il répond également à une demande des grands opérateurs électriques de limiter l'impact financier de la production d'électricité renouvelable variable sur la rentabilité de leurs moyens de production solaire ou éolienne sur le marché à coût marginal nul tirant à la baisse le prix de l'électricité et pouvant même engendrer des prix négatifs en période de surproduction.

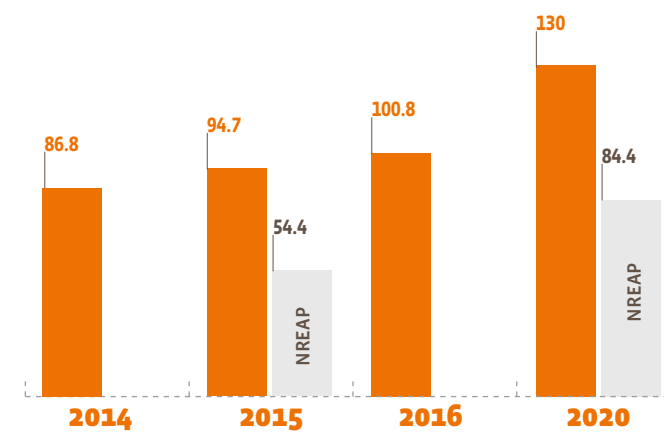
Quant aux objectifs spécifiques au photovoltaïque définis dans le cadre des plans d'action nationaux énergies renouvelables, le développement a été plus rapide que prévu dans la plupart des États membres, ce qui a mené une grande majorité des pays à dépasser leurs

prévisions. En additionnant les objectifs photovoltaïques à 2020 de l'ensemble des pays de l'Union européenne, ceux-ci ont été dépassés fin 2015 et pourraient atteindre 130 GW d'ici 2020, contre 84,4 GW initialement prévus.

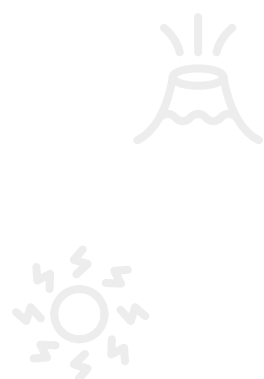
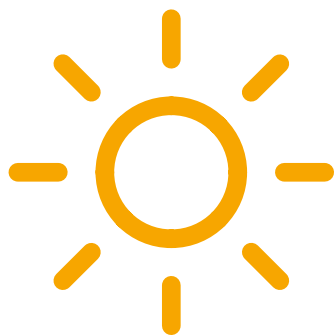
La filière photovoltaïque s'adapte à une nouvelle structure de marché, où les "prosumers" (consommateurs producteurs) joueront un rôle de plus en plus important. Ce mouvement est motivé à la fois par un phénomène écocitoyen qui consiste à vouloir produire localement l'électricité nécessaire à ses besoins et par un intérêt économique. En effet, les consommateurs ont tout avantage à produire leur propre électricité pour un prix inférieur au prix facturé par le réseau, et à valoriser le surplus d'électricité produite sur le marché de l'électricité. ■

### 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 2017



## LE SOLAIRE THERMIQUE

Les fondations du marché européen du solaire thermique sont de plus en plus fragilisées. Le marché de l'Union européenne est désormais à 2,6 millions de m<sup>2</sup>, inférieurs de 2 millions de m<sup>2</sup> comparé au marché de référence de l'année 2008 (4,6 millions de m<sup>2</sup>). Selon EurObserv'ER, la puissance thermique des installations solaires thermiques nouvellement mises en place a été de 1 810 MWth en 2016, soit une diminution de 5,1 % par rapport à 2015. En prenant comme référence l'année 2008, le marché a diminué en moyenne de 7 % par an. Les capteurs plans vitrés représentent toujours l'essentiel de la surface installée (92,3 %), suivis des capteurs à tubes sous vide (6,4 %) et des capteurs non vitrés (1,3 %). La superficie totale du parc de l'Union européenne s'établit, elle, selon EurObserv'ER, à environ 50,4 millions de m<sup>2</sup> (35 292 MWth), en augmentation de 3,6 % par rapport à 2015.

Les raisons de la baisse tendancielle du marché solaire thermique n'ont pas varié depuis les années précédentes. Le marché du solaire ther-

mique est directement impacté par un faible niveau de prix du gaz naturel et du fioul qui affecte la compétitivité prix de la chaleur solaire et favorise le marché des chaudières gaz à condensation multiservice. Dans certains pays, la baisse et le manque de continuité des politiques de subventions ont également impacté la dynamique de marché des solutions solaires thermiques dans le résidentiel. Le solaire thermique souffre aussi de la concurrence d'autres solutions renouvelables plus simples à installer et moins coûteuses à l'investissement, comme les chauffe-eau thermodynamiques ou les PAC aérothermiques. L'attrait continu des particuliers et des investisseurs pour le photovoltaïque est également un frein au développement du marché solaire thermique. Ce marché, via l'autoconsommation photovoltaïque, se positionne également sur le chauffage de l'eau chaude sanitaire, un ballon d'eau chaude électrique valorisant le surplus d'électricité.

Par rapport à l'an dernier, les dynamiques de marché ont peu évolué. L'Allemagne reste toujours une

place forte du marché européen du solaire thermique avec un peu plus de 30 % de la surface nouvellement installée de l'Union européenne, sans parvenir toutefois à stopper la décroissance de son marché. Le pays le plus dynamique est sans conteste le Danemark, qui a fait le choix de favoriser la construction de vastes champs de capteurs solaires thermiques destinés à l'alimentation de ses réseaux de chaleur. Le principal changement par rapport à l'an dernier tient à la situation du marché polonais qui, après avoir augmenté en 2015, a complètement dévissé en 2016 du fait de la suppression des incitations. La situation est devenue très préoccupante en France, où le solaire thermique est devenu un marché de niche pour la production d'eau chaude sanitaire ou le chauffage solaire, résultat d'une politique de promotion des systèmes électriques de production d'eau chaude (type chauffe-eau thermodynamiques) et d'un attrait des installateurs, qui jugent ce type de système plus simple à installer. Sur certains marchés, comme en Espagne ou en Italie, où le solaire thermique demeure une énergie



prioritaire dans les logements neufs, le faible niveau des constructions limite également les perspectives de développement de la filière. Seule la Grèce reste une valeur sûre et parvient à maintenir d'une année sur l'autre un niveau d'installation de l'ordre de 270 000 m<sup>2</sup>, en partie en réponse au besoin de remplacement des installations existantes.

### LA CHALEUR SOLAIRE RÉCHAUFFE LES RÉSEAUX DANOIS

L'année 2016 a été exceptionnelle au Danemark. Le pays a installé 478 297 m<sup>2</sup>, dont 99 % destinés à alimenter des réseaux de chaleur et 1 % pour la production d'eau chaude de maison individuelle. Cette surface nouvellement ins-

tallée représente près du double de celle de 2015 (260 161 m<sup>2</sup>). Le pays a en effet construit 31 nouveaux réseaux de chaleur solaire et étendu le champ de capteurs de 5 autres réseaux. Déjà l'an dernier, 15 réseaux de chaleur avaient été construits, ainsi que 3 extensions. Selon le décompte de PlanEnergi, il existe désormais 104 réseaux de chaleur solaire au Danemark, représentant une surface de capteurs de 1 301 000 m<sup>2</sup>. La ville de Silkeborg détient depuis décembre 2016 le record du plus grand réseau de chaleur solaire du pays (et du monde).

### BAISSE CONTENUE DU MARCHÉ ALLEMAND

Le marché allemand du solaire thermique a poursuivi sa tendance à la baisse malgré les efforts consentis pour aider la filière. Selon l'AGEE-Stat, le groupe de travail des statistiques énergétiques renouvelables, le pays a en 2016 installé 766 000 m<sup>2</sup> (dont 22 000 m<sup>2</sup> de capteurs non vitrés), comparé à 831 000 m<sup>2</sup> en 2015 (dont 25 000 m<sup>2</sup> de capteurs non vitrés), soit une baisse de 7,8 %. La baisse du mar-




**1**

 Surfaces annuelles installées en 2015 par type de capteurs (en m<sup>2</sup>) et puissances correspondantes (en MWth)

	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m <sup>2</sup> )	Puissance équivalente (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	729 000	77 000	25 000	831 000	581,7
Pologne	225 000	52 000		277 000	193,9
Grèce	271 000	600		271 600	190,1
Danemark	260 161			260 161	182,1
Espagne	226 138	11 121	3 375	240 634	168,4
Italie	201 810	27 520		229 330	160,5
France*	139 850		6 000	145 850	102,1
Autriche	134 260	2 320	890	137 470	96,2
République tchèque	22 000	9 000	30 000	61 000	42,7
Portugal	45 304	830		46 134	32,3
Belgique	38 250	6 750		45 000	31,5
Pays-Bas	17 548	3 971	2 621	24 140	16,9
Irlande	12 720	9 953		22 673	15,9
Croatie	19 000	2 500		21 500	15,1
Royaume-Uni	16 935	3 306		20 241	14,2
Chypre	18 000	600		18 600	13,0
Roumanie	6 800	11 000		17 800	12,5
Hongrie	10 080	5 570	1 250	16 900	11,8
Suède	4 928	1 643		6 571	4,6
Bulgarie	5 100	500		5 600	3,9
Luxembourg	4 700	750		5 450	3,8
Slovaquie	4 500	800		5 300	3,7
Finlande	3 000	1 000		4 000	2,8
Slovénie	2 200	600		2 800	2,0
Lituanie	800	1 400		2 200	1,5
Estonie	1 000	1 000		2 000	1,4
Lettonie	1 580	330		1 910	1,3
Malte	742	186		928	0,6
<b>Total UE 28</b>	<b>2 422 406</b>	<b>232 250</b>	<b>69 136</b>	<b>2 723 792</b>	<b>1 906,7</b>

\* Inclus 41 248 m<sup>2</sup> dans les DOM. Source : EurObserv'ER 2017

**2**

 Surfaces annuelles installées en 2016 par type de capteurs (en m<sup>2</sup>) et puissances correspondantes (en MWth)

	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m <sup>2</sup> )	Puissance équivalente (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	677 000	67 000	22 000	766 000	536,2
Danemark	478 297			478 297	334,8
Grèce	271 400	600		272 000	190,4
Espagne	201 793	7 076	3 321	212 190	148,5
Italie	186 647	25 043		211 690	148,2
France**	114 600		5 500	120 100	84,1
Pologne	111 700	3 700		115 400	80,8
Autriche	109 600	1 440	760	111 800	78,3
Belgique	39 000	7 500		46 500	32,6
Portugal*	45 300	800		46 100	32,3
République tchèque	22 000	9 000		31 000	21,7
Pays-Bas	20 137	5 179	2 621	27 937	19,6
Croatie*	19 000	2 500		21 500	15,1
Irlande	11 204	8 564		19 768	13,8
Hongrie*	13 050	5 592	188	18 830	13,2
Chypre	18 000	600		18 600	13,0
Roumanie*	6 800	11 000		17 800	12,5
Royaume-Uni	10 900	3 010		13 910	9,7
Slovaquie	8 000	1 600		9 600	6,7
Bulgarie*	5 100	500		5 600	3,9
Finlande*	3 000	1 000		4 000	2,8
Luxembourg	3 759			3 759	2,6
Suède	2 763	336	75	3 174	2,2
Slovénie	2 300	400		2 700	1,9
Lituanie*	800	1 400		2 200	1,5
Estonie*	1 000	1 000		2 000	1,4
Lettonie*	1 500	300		1 800	1,3
Malte	614	154		768	0,5
<b>Total UE 28</b>	<b>2 385 264</b>	<b>165 294</b>	<b>34 465</b>	<b>2 585 023</b>	<b>1 810</b>

\* Estimation. \*\* Inclus 47 082 m<sup>2</sup> dans les DOM. Source : EurObserv'ER 2017



## 3

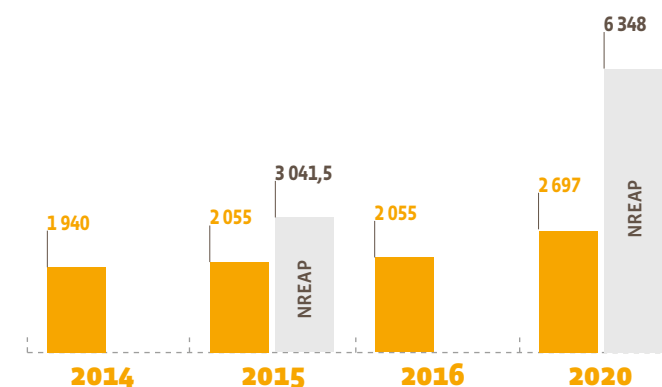
Parc cumulé\* de capteurs solaires thermiques installés dans l'Union européenne en 2015 et en 2016\*\* (en m<sup>2</sup> et en MWth)

	2015		2016	
	m <sup>2</sup>	MWth	m <sup>2</sup>	MWth
Allemagne	18 625 000	13 038	19 121 000	13 385
Autriche	5 221 342	3 655	5 210 202	3 647
Grèce	4 390 375	3 073	4 477 375	3 134
Espagne	3 693 638	2 586	3 905 928	2 734
Italie	3 724 000	2 607	3 891 000	2 724
France***	2 929 960	2 051	3 018 040	2 113
Pologne	2 017 337	1 412	2 132 467	1 493
Danemark	1 016 000	711	1 369 000	958
Portugal	1 121 104	785	1 167 204	817
République tchèque	1 106 542	775	1 137 542	796
Royaume-Uni	702 342	492	715 252	501
Belgique	661 000	463	705 000	494
Pays-Bas	647 397	453	652 205	457
Chypre	659 224	461	647 824	453
Suède	478 000	335	475 000	333
Irlande	320 000	224	343 000	240
Hongrie	269 000	188	287 296	201
Slovénie	238 800	167	241 500	169
Roumanie	203 670	143	221 300	155
Croatie	183 000	128	204 500	143
Slovaquie	171 420	120	181 020	127
Bulgarie	84 800	59	85 000	60
Luxembourg	55 590	39	59 349	42
Finlande	50 000	35	55 000	39
Malte	50 904	36	51 671	36
Lettonie	20 920	15	22 720	16
Lituanie	15 750	11	17 950	13
Estonie	12 120	8	14 120	10
<b>Total UE 28</b>	<b>48 669 235</b>	<b>34 068</b>	<b>50 409 465</b>	<b>35 287</b>

\* Toutes technologies y compris le non vitré. \*\* Estimation. \*\*\* Départements d'outre-mer inclus. Source : EurObserv'ER 2017

## 4

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



Source : EurObserv'ER 2017

ché n'a donc pas pu être enrayerée, malgré un dispositif d'aides complet touchant à la fois le résidentiel, le collectif et la chaleur industrielle. La contraction du marché du solaire thermique s'explique, selon le BAFA (Office fédéral allemand pour les affaires économiques) et le contrôle des exportations, par les prix bas du fioul et du gaz qui grèvent la compétitivité des solutions solaires thermiques.

#### LE MARCHÉ POLONAIS PRIVÉ D'INCITATION DÉVISSÉ

Alors que le marché polonais du solaire thermique avait bien résisté en 2015, en croissance de 6,5 % à 277 000 m<sup>2</sup>, il a complètement dévié en 2016 pour atteindre, selon les données du SPIUG (Association des fabricants et importateurs de systèmes de chauffage), 115 400 m<sup>2</sup>. La baisse du marché était attendue mais pas aussi forte. Elle s'explique par l'arrêt durant l'été 2016 des subventions accordées au solaire

thermique dans le cadre du programme national "transitoire" du Prosument. Les fonds restants du programme de subventions résidentiels du NFOSiGW (National Fund for Environmental Protection and Water Management), sur lequel reposait le programme, ont été transférés à des fonds régionaux en charge de mettre en place cette politique.

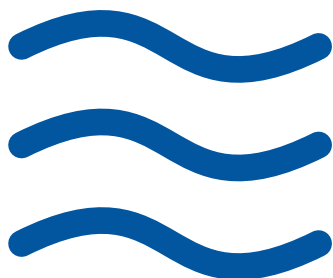
#### LE SOLAIRE THERMIQUE PERD DU TERRAIN

La baisse tendancielle du marché observée depuis 2009 se traduit par un écart de plus en plus important avec la trajectoire des plans d'action nationaux énergies renouvelables (NREAP). Plus pré-occupant encore, dans certains pays (Autriche, Suède, Chypre), la surface des capteurs en opération tend à diminuer, les surfaces nouvellement installées étant inférieures aux surfaces mises hors service. De façon générale, la puissance et la superficie des installations mises hors service

vont augmenter chaque année, en lien avec la montée en puissance progressive du marché solaire thermique dans la deuxième moitié des années 90, qui tendait vers le million de m<sup>2</sup> installés chaque année. Ces mises hors services, en l'absence de relance du marché, contribuent à réduire la croissance de l'apport de la chaleur solaire.

Alors que la trajectoire intermédiaire des plans était fixée à 3 Mtep pour la chaleur solaire en 2015, elle ne représente à peine plus que 2,1 Mtep en 2016. Selon EurObserv'ER, si rien n'est fait rapidement pour inverser la tendance, le décrochage par rapport aux objectifs pourrait être beaucoup plus important que celui anticipé précédemment. Il pourrait même être inférieur de plus de la moitié par rapports aux engagements des NREAP de 2020 (graphique 2).

Le tableau est sombre mais pas entièrement noir pour la filière. Si le marché individuel est en souffrance, les perspectives de croissance du solaire thermique dans les domaines de la production d'eau chaude dans le collectif résidentiel, de la chaleur industrielle et sur le plan des réseaux de chaleur sont beaucoup plus ouvertes, renforcées par des réglementations européennes plus strictes et par la mise à disposition de la part des industriels du matériel adapté permettant de diminuer significativement les coûts de production (capteurs de grande taille, technologies adaptées). ■



## LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ

La petite hydraulique regroupe les installations jusqu'à une puissance de 10 MW. Ces installations fonctionnent le plus souvent au fil de l'eau, sans barrage de retenue. Elles sont toutefois généralement équipées d'un petit barrage qui, s'il ne stocke pas d'eau, crée un dénivelé. La hauteur d'eau ainsi produite, conjuguée au débit du cours d'eau, détermine la quantité d'énergie produite. La petite

hydraulique présente un certain nombre d'avantages, comme une contribution positive à la stabilité du réseau. Elle permet l'utilisation de sources d'énergie locales, qui permet d'assurer la sécurité d'approvisionnement locale. Son potentiel de développement est cependant affecté par la législation environnementale, comme la directive-cadre sur l'eau et la mise en plan des zones protégées

Natura 2000. La Commission européenne et les autorités publiques souhaitent concilier les enjeux de production d'électricité renouvelable tout en préservant le bon état des cours d'eau. La réglementation relative aux installations hydroélectriques est donc tournée vers la meilleure optimisation énergétique possible associée à une réduction maximale des impacts sur la biodiversité.

Se basant sur des données officielles, EurObserv'ER estime la puissance nette des installations de petite hydraulique de l'Union européenne à 14 294 MW. La puissance est une nouvelle fois en augmentation et gagne 282 MW en 2016, soit une augmentation de 1,9 % (+ 256 MW en 2015). À titre de comparaison, les installations de grande hydraulique supérieures à 10 MW, hors stations de pompage turbinage, ont représenté fin 2016 une puissance nette de 90 384 MW (89 549 MW fin 2015). La petite et la grande hydrauliques ont donc représenté dans l'Union européenne une puissance cumulée de 104 678 MW fin 2016 (103 561 MW fin 2015). Cette puissance est du même ordre que la puissance solaire de l'Union européenne (photovoltaïque et à concentration), mais avec un facteur charge bien supérieur et donc une production bien plus élevée (voir plus loin).

Les trois premiers pays sur le plan de la puissance petite hydraulique sont l'Italie (3 299 MW), la France (2 096 MW) et l'Espagne (1 947 MW).



### 1

Puissance petite hydraulique ( $\leq 10$  MW) en fonctionnement dans les pays de l'Union européenne en 2015 et en 2016\* (en MW)

	2015	2016
Italie	3 208	3 299
France	2 065	2 096
Espagne	1 953	1 947
Autriche	1 280	1 332
Allemagne	1 327	1 326
Suède	961	961
Roumanie	518	535
Royaume-Uni	368	426
Portugal	394	404
République tchèque	335	337
Bulgarie	301	321
Finlande	306	307
Pologne	279	279
Grèce	223	223
Slovénie	157	155
Slovaquie	75	77
Belgique	66	69
Irlande	41	41
Croatie	36	37
Luxembourg	34	34
Lettonie	29	29
Lituanie	27	27
Hongrie	16	16
Danemark	7	10
Estonie	6	6
<b>Total UE 28</b>	<b>14 012</b>	<b>14 294</b>

Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES





L'Autriche (1 332 MW), en 2016, devance de peu l'Allemagne (1 326 MW) pour la quatrième place. Sur le plan des principales variations, la croissance la plus significative de la puissance utilisée est à mettre à l'actif de l'Italie (+ 91 MW), devant le Royaume-Uni (+ 58 MW) et l'Autriche (+ 52 MW).

La production petite hydroélectricité de l'Union européenne, après avoir sévèrement chuté en 2015 (- 13,1 %), a légèrement augmenté en 2016 (+ 4,2 %). Elle gagne 1,9 TWh à 47,1 TWh en 2016, après avoir perdu 6,8 TWh. L'évolution de la production de la grande hydraulique est comparable et souffre également du déficit de précipitations. Elle augmente de 2,4 % entre 2015 et 2016 à 303 TWh, après avoir enregistré une baisse de 8,4 % en 2015. La production cumulée hors pompage, petite et grande, s'élève donc à 350,1 TWh (+ 2,4 %). L'hydraulique demeure donc encore cette année la première source de production d'électricité renouvelable de l'Union européenne devant l'éolien.

Sur le plan de la petite hydraulique uniquement, l'Italie était de loin le premier pays producteur (10,8 TWh), devant la France (6,6 TWh) et l'Autriche (6 TWh). Les variations les plus significatives sont un gain de 802 GWh pour la France (6 552 GWh), de 600 GWh pour l'Autriche (6 033 GWh) et une baisse de 1 081 GWh pour la Suède.

### UN DEVELOPPEMENT EN DEÇA DES OBJECTIFS

Le développement de la petite hydraulique reste difficile à suivre, car la filière peut être sujette à des variations statistiques et à des requalifications de centrales suite

## 2

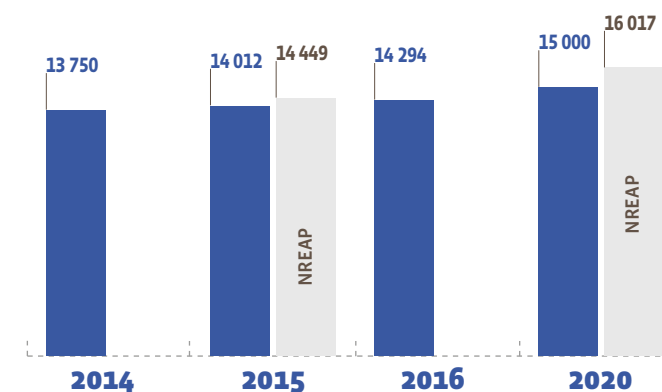
Production brute d'électricité d'origine petite hydraulique (≤ 10 MW) dans les pays de l'Union européenne (en GWh) en 2015 et en 2016

	2015	2016
<b>Italie</b>	<b>10 864</b>	<b>10 814</b>
<b>France</b>	<b>5 750</b>	<b>6 552</b>
<b>Autriche</b>	<b>5 433</b>	<b>6 033</b>
<b>Espagne</b>	<b>5 014</b>	<b>5 409</b>
<b>Allemagne</b>	<b>4 672</b>	<b>5 062</b>
<b>Suède</b>	<b>4 087</b>	<b>3 006</b>
<b>Roumanie</b>	<b>1 261</b>	<b>1 379</b>
<b>Portugal</b>	<b>795</b>	<b>1 310</b>
<b>Royaume-Uni</b>	<b>1 299</b>	<b>1 285</b>
<b>Finlande</b>	<b>1 287</b>	<b>1 189</b>
<b>République tchèque</b>	<b>1 002</b>	<b>1 053</b>
<b>Bulgarie</b>	<b>1 063</b>	<b>1 034</b>
<b>Pologne</b>	<b>821</b>	<b>909</b>
<b>Grèce</b>	<b>708</b>	<b>722</b>
<b>Slovénie</b>	<b>327</b>	<b>432</b>
<b>Belgique</b>	<b>185</b>	<b>222</b>
<b>Slovaquie</b>	<b>117</b>	<b>147</b>
<b>Luxembourg</b>	<b>99</b>	<b>115</b>
<b>Croatie</b>	<b>101</b>	<b>114</b>
<b>Irlande</b>	<b>124</b>	<b>106</b>
<b>Lituanie</b>	<b>70</b>	<b>86</b>
<b>Hongrie</b>	<b>59</b>	<b>69</b>
<b>Lettonie</b>	<b>74</b>	<b>62</b>
<b>Estonie</b>	<b>27</b>	<b>35</b>
<b>Danemark</b>	<b>18</b>	<b>19</b>
<b>Total UE 28</b>	<b>45 257</b>	<b>47 165</b>

Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec les données SHARES

## 3

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



Source : EurObserv'ER 2017



à des opérations de réhabilitation. Les variations du prix de l'électricité peuvent également influencer la mise en exploitation de certains sites dont les coûts de production sont proches du seuil de rentabilité, la puissance installée étant plus importante que la puissance faisant l'objet d'une exploitation. Une voie importante de développement de la filière est la réhabilitation de certains sites. Dans ce sens, la Commission européenne soutient le projet RESTOR (Renewable Energy Sources Transforming Our Regions). Ce projet vise à identifier les sites les plus favorables à la restauration ou à la remise en exploitation. Selon le projet, il existe en Europe un potentiel hydroélectrique inexploité : des milliers d'anciens moulins, de seuils inutilisés et d'anciennes centrales hydroélectriques à l'arrêt. La remise en exploitation de sites abandonnés permettrait de produire de l'énergie renouvelable proche des lieux de consommation, générant ainsi des économies de réseau. L'idée de ce projet est également de développer un nouveau modèle économique en créant des coopératives régionales incluant un plan de développement d'actionnariat communautaire.

Malgré ces efforts, la tendance actuelle n'est pas en phase avec les objectifs de puissance définis par les plans d'action nationaux énergies renouvelables. Le développement de la petite hydraulique est affecté par des procédures coûteuses, longues, les oppositions locales et souvent un manque de soutien politique. ■





## LA GÉOTHERMIE

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

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

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

plus de 1 500 mètres se retrouve à l'état de vapeur quand elle atteint la surface et peut directement faire tourner des turbines qui génèrent de l'électricité. On parle alors de géothermie haute énergie, que l'on trouve dans les 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 spéci-

### 1

*Puissance installée et puissance nette exploitable des centrales électriques géothermiques de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en MWe)*

	2015		2016	
	Puissance installée	Puissance nette	Puissance installée	Puissance nette
Italie	915,5	768,0	915,5	767,2
Allemagne	34,0	26,0	40,0	29,0
Portugal	29,0	25,0	29,0	25,0
France*	17,1	17,1	17,1	17,1
Autriche	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Total UE 28</b>	<b>996,6</b>	<b>837,1</b>	<b>1 002,6</b>	<b>839,3</b>

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



fique et par convention ne sont pas comptabilisés dans les données officielles de production d'énergie géothermique.

### LA PRODUCTION DE CHALEUR

Les applications dans le domaine de la production de chaleur géothermique sont multiples. Le principal usage est le chauffage des habitations et des locaux commerciaux, mais d'autres applications sont possibles dans l'agriculture (chauffage de serres, séchage de produits agricoles, etc.), la pisciculture, les process industriels, le thermalisme, le chauffage des piscines, la réfrigération, entre autres. À cause de cette multiplicité d'usages, la puissance thermique des installations ne fait pas toujours l'objet d'un suivi précis et régulier de la part des organismes statistiques officiels. Le suivi le plus précis est celui actuellement réalisé par l'EGEC et concerne uniquement les réseaux de chaleur. Comparé à 2012, le nombre de réseaux de chaleur a nettement augmenté avec



2

Consommation de chaleur issue de la géothermie dans les pays de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en ktep)

	2015			2016		
	Consomma- tion de cha- leur totale	dont consomma- tion finale d'énergie	dont chaleur dérivée	Consomma- tion de cha- leur totale	dont consomma- tion finale d'énergie	dont chaleur dérivée
Italie	132,8	114,1	18,6	144,1	124,7	19,3
France	121,7	29,5	92,1	134,6	29,5	105,0
Hongrie	95,7	53,5	42,3	115,0	50,5	64,5
Allemagne	83,3	68,4	15,0	100,1	81,1	19,0
Pays-Bas	58,5	58,5	0,0	67,9	67,9	0,0
Slovénie	38,5	38,0	0,5	43,9	43,4	0,5
Bulgarie	33,4	33,4	0,0	34,6	34,6	0,0
Roumanie	25,7	19,7	6,0	31,7	25,6	6,1
Pologne	21,7	21,7	0,0	22,2	22,2	0,0
Autriche	21,0	7,2	13,8	20,4	7,2	13,3
Espagne	18,8	18,8	0,0	18,8	18,8	0,0
Grèce	9,9	9,9	0,0	10,1	10,1	0,0
Croatie	8,9	8,9	0,0	9,1	9,1	0,0
Slovaquie	4,2	1,3	2,9	4,9	1,6	3,3
Danemark	1,7	0,0	1,7	2,7	0,0	2,7
Belgique	1,5	0,0	1,5	1,6	0,0	1,6
Chypre	1,6	1,6	0,0	1,6	1,6	0,0
Portugal	1,5	1,5	0,0	1,4	1,4	0,0
Lituanie	0,8	0,0	0,8	1,0	0,0	1,0
Royaume-Uni	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0
République 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
Luxembourg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Finlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suède	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>681,9</b>	<b>486,8</b>	<b>195,1</b>	<b>766,4</b>	<b>530,0</b>	<b>236,4</b>

Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec données SHARES

la mise en service de 51 nouveaux réseaux de chaleur, correspondant à une puissance supplémentaire de 550 MWth sur les 5 dernières années. Cette puissance supplémentaire représente une croissance annuelle moyenne de 10 % à l'échelle de l'Union européenne. Point intéressant, alors que la tendance du marché du chauffage urbain concerne la rénovation et l'agrandissement d'installations existantes, pour les réseaux de chaleur géothermiques, la tendance est inverse. Selon l'EGEC, 77 % des systèmes de réseaux de chaleur installés au cours des cinq dernières années concernaient de nouvelles centrales, et seulement 23 % avaient trait à des systèmes rénovés ou étendus.

2016 a été une année très intense sur le plan des mises en service de

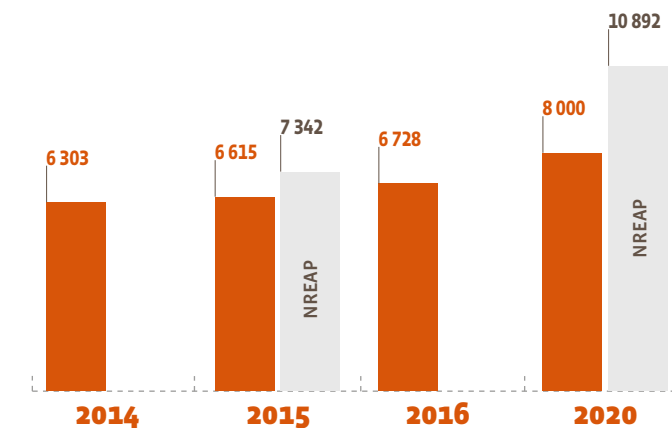
nouveaux réseaux de chaleur et extensions avec 15 unités concernées, essentiellement en France, mais aussi en Allemagne, en Italie, aux Pays-Bas, en Roumanie et en Slovaquie. La puissance supplémentaire de ces installations est de l'ordre de 139 MW. La France est actuellement le pays de l'Union européenne le plus actif avec la connexion et l'extension de neuf réseaux de chaleur, huit situés en Île-de-France (Bagneux 12 MWth, Ivry-sur-Seine 12,5 MWth, Le Blanc-Mesnil 12 MWth, Clichy-Batignolles 5 MWth, Tremblay-en-France 13,9 MWth, Val-d'Europe 19,5 MWth, Villejuif 10 MWth et Villepinte (10 MW)) et un situé dans la région Grand-Est, à Rittershoffen, qui est un projet de géothermie profonde de type EGS (système géothermal active - enhanced geothermal system,

en anglais). Cette centrale a été inaugurée par Électricité de Strasbourg, Roquette et la Caisse des Dépôts. Elle utilise du fluide géothermique à 165 °C extrait à des profondeurs de 2 500 m pour fournir de la chaleur aux procédés industriels à une usine distante de 15 km. Avec une capacité de 24 MW, elle permettra de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de l'usine de 39 000 tonnes. En tant que première mondiale et modèle de transition énergétique, la centrale constitue une étape importante vers le développement plus large des systèmes géothermiques améliorés, qui permettent d'exploiter la géothermie profonde dans de nouvelles zones. En 2016, deux réseaux géothermiques ont également été inaugurés en Allemagne, tous deux situés en Bavière, un à Munich Freihalm (20 MWth) et l'autre à Kirchweidach (12 MWth). Les autres réseaux ont été inaugurés à Vierpolders aux Pays-Bas (15,7 MW), en Italie sur le projet pilote de Friuli-Venezia-Giulia-Grado (2 MW), en Roumanie sur le site de Balotesti (2 MW) et en Slovaquie à Velky Meder (1,8 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 collectées par EurObserv'ER, qui regroupent la chaleur géothermique distribuée par les réseaux et celle directement consommée par l'utilisateur final, font état d'une production de 766,4 ktep en 2016, soit une croissance de 12,4 % par rapport à 2015 (+ 5,5 % entre 2014 et 2015).

3

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



Source : EurObserv'ER 2017

Puissance des réseaux de chaleur géothermiques installées dans les pays de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en MWth)

	2015	2016
France	389,5	492,5
Allemagne	262,6	300,6
Hongrie	271,1	253,6
Italie	137,6	156,5
Pays-Bas	121,8	126,8
Roumanie	83,0	85,0
Pologne	100,2	63,6
Autriche	52,6	59,9
Suède	33,0	48,0
Danemark	33,2	33,2
Croatie	19,9	19,9
Slovaquie	14,2	16,0
Lituanie	13,6	13,6
Belgique	10,0	10,0
République tchèque	3,2	6,5
Slovénie	3,7	3,7
Royaume-Uni	2,8	2,0
<b>Total UE 28</b>	<b>1 551,8</b>	<b>1 691,2</b>

Source : EREC Market report 2015, Market report 2016

## VERS LA MISE EN PLACE DE RÉSEAUX DE CHALEUR INTELLIGENTS

La géothermie est très en deçà de sa trajectoire prévue si l'on considère les plans présentés dans les plans d'action nationaux pour les énergies renouvelables. Le rapport de l'UE sur les énergies renouvelables note que le déploiement de l'énergie géothermique est insuffisant, alors que l'UE est globalement en retard sur sa trajectoire prévue pour le déploiement des énergies renouvelables en général. Cet état d'avancement vers les

objectifs du NREAP est le résultat de divers facteurs, notamment la crise économique du début des années 2010 et l'absence d'une politique cohérente de chauffage et de refroidissement de l'UE. Cependant, l'accélération du secteur au cours des cinq dernières années permet plus d'optimisme lorsque l'on considère la trajectoire du déploiement de la géothermie.

Une des tendances intéressantes pour le futur est le développement et la mise en place des réseaux de

chaleurs intelligents. Les smart grids ne concernent pas uniquement la production d'électricité, mais également la production de chaleur des réseaux capables de combiner une multiplicité d'énergies renouvelables, ainsi qu'une valorisation des excédents d'électricité. La géothermie, à l'instar du solaire thermique, joue actuellement un rôle très important dans le développement des réseaux de chaleur intelligents, à la fois pour la production de chaleur, d'eau chaude et de froid pour la période estivale, ou pour l'industrie. Les défis auxquels sont confrontées les villes intelligentes ne sont pas seulement que chaque ville a ses propres particularités, mais aussi qu'elles sont constituées de différentes zones et niveaux de densité urbaine (centre-ville, quartiers, banlieues, parcs, etc.). La couverture de la consommation de chauffage et de climatisation dans les villes intelligentes nécessite des réseaux thermiques intelligents en réponse à ce défi et aux autres défis de la transition énergétique vers une économie sobre en carbone.

## LE SEUIL DES 1 000 MW ÉLECTRIQUES ATTEINT

La puissance électrique géothermique de l'ensemble des pays de l'Union européenne est selon EurObserv'ER en légère augmentation, avec une puissance installée de 1 003 MW (+ 5,5 MW). La puissance nette, qui est la puissance maximale présumée exploitable, est elle estimée à 839,3 MW (+ 2,2 MW), inclus 15 MW situés en Guadeloupe. La production brute d'électricité est en hausse à 6,7 TWh pour 2016, contre 6,6 TWh en 2015. Sans les départements

Production brute d'électricité géothermique dans les pays de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en GWh)

	2015	2016
Italie	6185,0	6288,6
Portugal	203,6	171,6
Allemagne	134,1	174,7
France*	92,0	93,0
Autriche	0,06	0,02
<b>Total UE 28</b>	<b>6614,7</b>	<b>6727,9</b>

\* Les données de la France comprennent les DOM (Guadeloupe). La production recensée en France métropolitaine était de 0 GWh en 2015 et 4 GWh en 2016.  
Source : EurObserv'ER 2017

d'outre-mer français (non pris en considération par Eurostat), la production augmente de 6,5 en 2015 à 6,6 TWh en 2016. Selon EurObserv'ER, l'Allemagne est le seul pays à avoir augmenté sa puissance géothermique, grâce à la connexion de la centrale de Traunreut en Bavière, équipée d'une turbine électrique de 5,5 MW. Cette centrale, qui fonctionne en cogénération, fournissait déjà depuis 2014 12 MWth de chaleur à la ville de Traunreut. Selon l'AGEEstat, la puissance électrique nette exploitable en Allemagne est désormais de 29 MW, pour une puissance installée de l'ordre de 40 MW. Le différentiel s'explique par les problèmes d'exploitation d'une centrale, par des permissions d'exploitation restreintes et également par le fait que l'autoconsommation reste importante dans les centrales géothermiques. L'Italie reste le grand leader européen de la géothermie avec 915,5 MW installés, chiffre stable entre 2014 et 2015, et une puissance nette exploitable qui est, selon les données du ministère du Développement écono-

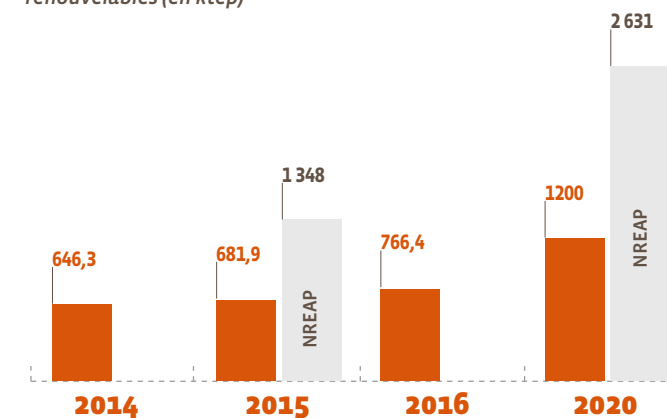
mique, de 767,2 MW, soit en très légère baisse par rapport à 2015.

## DES AUGMENTATIONS DE CAPACITÉS MOINDRES QU'ATTENDUES

Selon les données du rapport de l'EGC 2016, la puissance géothermique de l'Union européenne

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

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 2017



## LES POMPES À CHALEUR

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

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

### LES TECHNOLOGIES AÉROTHERMIQUES DOMINENT LE MARCHÉ

Si on regarde le marché des pompes à chaleur géothermiques et aérothermiques destinées au chauffage des habitations avec ou sans option de rafraîchissement, la nette reprise amorcée en 2015 s'est confirmée en 2016. Selon EurObserv'ER, plus de 3,3 millions de machines ont été vendues dans l'Union européenne en 2016, soit une croissance de 26,1 % (+ 20 % entre 2014 et 2015). Cette estimation prend en compte tous les systèmes de PAC, y compris ceux principalement utilisés pour des besoins de rafraîchissement,

dans la mesure où les pays considèrent que les critères d'efficacité énergétique fixés par la directive européenne sont bien respectés et que ces machines contribuent bien à produire de la chaleur renouvelable.

Les PAC de type air-air, dont l'émetteur de chaleur est le ventilo-convecteur (air chaud ou froid soufflé), représentent l'essentiel des ventes sur le marché européen, avec 2 990 133 unités en 2016, soit une croissance de 28,6 %. Le succès de ce type de machine s'explique à la fois par des coûts d'installation plus faibles, par une plus grande facilité d'installation

et par une demande accrue des besoins de rafraîchissement de la part des ménages.

Pratiquement toutes les PAC de type air-air vendues aujourd'hui sont réversibles, mais leur fonction principale, entre les besoins de chaleur et de refroidissement, peut être très différente entre les régions du nord de l'Europe et celle du sud de l'Europe, près du bassin méditerranéen. La réalité des différents marchés de l'Union n'est pas toujours directement comparable. C'est également vrai au sein d'un même pays, comme en France où les fonctions d'utilisation sont différentes entre le nord et le sud du pays. Certains États, comme l'Allemagne et l'Autriche, font pour l'instant le choix de ne pas comptabiliser les PAC de type air-air dans leurs statistiques, ce qui induit également des biais dans les comparaisons de marché.

Comme en 2015, le marché 2016 a donc profité de la forte chaleur estivale dans certains pays comme l'Italie, la France, l'Espagne et le Portugal, la vente des systèmes de type air-air réversibles, dans ces

pays étant très fortement corrélée aux besoins de rafraîchissement. Dans les pays du nord de l'Europe comme la Suède ou le Danemark, le marché des PAC air-air répond essentiellement à des besoins de chaleur, avec des produits parfaitement adaptés aux climats froids. Le niveau de marché 2016 est resté significatif mais il est globalement stable en Suède et en Finlande, et baisse un peu au Danemark.

Le marché des PAC sur vecteur eau, qui utilisent l'eau comme mode de diffusion de la chaleur via des émetteurs de type radiateur ou plancher chauffant répondent en premier lieu à des besoins de chauffage. Leur marché, qui regroupe les PAC géothermiques et celles de type air-eau est également en augmentation. Le marché des PAC de type air-eau croît de 11,7 % avec 251 471 unités vendues, et le segment des PAC géothermiques, après plusieurs années de baisse, gagne 1,5 % avec 84 374 unités vendues en 2016. Dans certains pays, la mise en place de nouvelles politiques explique des variations importantes du niveau de ventes. La mise en place depuis le 1<sup>er</sup> jan-

vier 2016 d'un nouveau système d'incitation aux Pays-Bas pour les appareils de chauffage renouvelable pour les particuliers et les petites entreprises, nommé ISDE, s'est révélée très positive. Le montant de la subvention dépend du type d'appareil et de la performance énergétique. Pour les pompes à chaleur, il est compris entre 1 000 et 2 500 €.

### UN PARC EUROPEEN DE 32 MILLIONS DE PAC EN 2016

Exercice délicat, l'estimation du parc des PAC en service dépend des hypothèses prises en compte, de la disponibilité des statistiques fournies par les États membres et les associations des industriels de la PAC. La prise en compte par certains pays membres des petits systèmes de PAC réversibles de type monosplit<sup>1</sup>, comme l'Italie et la France, impacte très fortement les statistiques. Selon EurObserv'ER, le parc cumulé des PAC installées dans les pays de l'Union européenne serait de l'ordre de 32 millions de pièces (30,5 millions







de PAC aérothermiques et 1,5 million de PAC géothermiques).

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

réalisé par chaque État-membre dans le cadre du projet SHARES d'Eurostat (Short Assessment of Renewable Energy Sources). Pour 2016, cette contribution était de 9,8 Mtep (9 830 ktep), contre 9,1 Mtep en 2015 (9 108 ktep) (+ 7,8 %).

### DES INDICATEURS AU VERT

Après quelques années de relative stagnation, le marché des PAC confirme en 2016 la reprise amorcée en 2015 et tirée par le segment des PAC aérothermiques de type air-air.

Pour les prochaines années, les indicateurs restent au vert. La filière devrait profiter d'une conjonction de facteurs favorables comme un meilleur ratio prix entre l'électricité et le gaz, une reprise économique qui augmente les capacités

d'investissement des ménages et un marché de la construction plus stable. Cet optimisme est partagé par l'EHPA (European Heat Pump Association). Son suivi est différent de celui d'EurObserv'ER, car l'association a fait le choix de ne prendre

en compte que les PAC dédiées principalement aux applications de chauffage, et d'écarter les systèmes essentiellement utilisés pour le rafraîchissement. L'EHPA,

## 1

Marché de la pompe à chaleur aérothermique en 2015 et 2016 (nombre d'unités vendues)

	2015				2016			
	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	997 400	972 200	25 200	0	1 541 000	1 511 000	30 000	0
Espagne	742 999	734 199	8 800	0	792 088	781 116	10 972	0
France	405 680	332 110	73 570	0	446 745	372 270	74 475	0
Portugal	77 591	77 132	459	0	129 136	128 611	525	0
Suède	73 608	52 000	8 040	13 568	75 413	52 000	8 099	15 314
Pays-Bas	49 176	43 541	5 635	0	69 797	58 618	11 179	0
Allemagne	52 331	0	39 831	12 500	58 147	0	45 647	12 500
Finlande	49 515	45 027	2 704	1 784	51 672	45 742	3 709	2 221
Danemark	26 674	23 442	3 163	69	25 209	21 396	3 784	29
Royaume-Uni	17 013	0	17 013	0	16 058	0	16 058	0
Estonie	15 010	13 700	1 280	30	15 010	13 700	1 280	30
Autriche	11 603	0	11 554	49	12 158	0	12 076	82
République tchèque	7 304	0	7 304	0	10 862	0	10 827	35
Pologne	8 513	4 500	3 916	97	8 756	3 546	5 160	50
Belgique	33 099	27 542	5 557	0	7 439	1 977	5 462	0
Slovénie	5 800	0	5 800	0	5 200	0	5 200	0
Irlande	3 489	0	3 465	24	4 457	0	4 398	59
Slovaquie	721	0	721	0	1 888	158	1 730	0
Lituanie	605	0	605	0	890	0	890	0
Hongrie	815	432	381	2	0	0	0	0
Luxembourg	100	0	100	0	0	0	0	0
<b>Total UE 28</b>	<b>2 579 046</b>	<b>2 325 825</b>	<b>225 098</b>	<b>28 123</b>	<b>3 271 924</b>	<b>2 990 133</b>	<b>251 471</b>	<b>30 320</b>

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. Source : EurObserv'ER 2017

## 2

Marché de la pompe à chaleur géothermique\* en 2015 et 2016 (nombre d'unités vendues)

	2015	2016
Suède	26 377	22 843
Allemagne	17 000	20 700
Finlande	9 210	8 491
Pologne	5 567	5 390
Autriche	5 897	5 228
Pays-Bas	2 086	4 065
France	3 810	3 095
Danemark	1 885	2 248
Royaume-Uni	2 388	1 920
Slovaquie	234	1 920
Estonie	1 750	1 750
Belgique	1 404	1 600
République tchèque	1 570	1 521
Italie	952	860
Hongrie	85	800
Lituanie	785	770
Slovénie	913	700
Irlande	337	371
Espagne	72	77
Portugal	59	25
Bulgarie	532	0
Luxembourg	87	0
<b>Total UE 28</b>	<b>83 000</b>	<b>84 374</b>

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



3

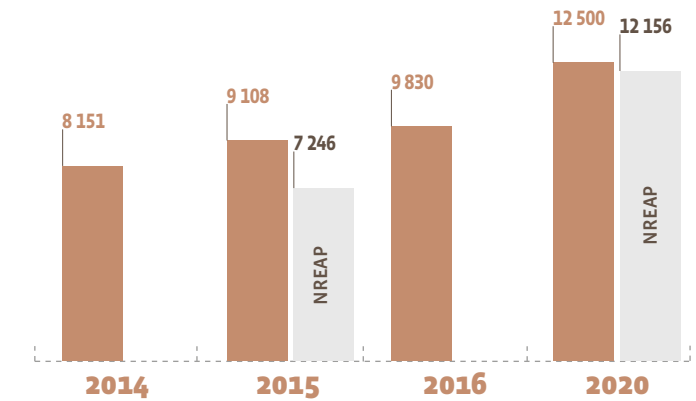
Nombre total des pompes à chaleur en fonctionnement en 2015 et 2016\*

	2015			2016		
	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC	PAC aérothermiques	PAC géothermiques	Total PAC
Italie	18 436 500	14 000	18 450 500	19 045 000	14 200	19 059 200
France	4 638 908	148 675	4 787 583	5 085 653	151 770	5 237 423
Espagne	1 497 344	1 216	1 498 560	2 289 432	1 293	2 290 725
Suède	988 191	497 658	1 485 849	1 057 666	514 038	1 571 704
Allemagne	567 327	330 244	897 571	612 820	349 623	962 443
Finlande	577 808	94 504	672 312	629 480	102 995	732 475
Danemark	245 291	56 023	301 314	272 470	60 691	333 161
Pays-Bas	248 051	47 407	295 458	316 899	50 943	367 842
Portugal	254 944	832	255 776	384 080	857	384 937
Bulgarie	214 971	4 272	219 243	214 971	4 272	219 243
Autriche	66 907	95 860	162 767	79 065	101 088	180 153
Royaume-Uni	114 794	27 263	142 057	130 852	29 183	160 035
Estonie	101 707	10 625	112 332	116 717	12 375	129 092
Belgique	84 499	7 774	92 273	91 938	9 374	101 312
République tchèque	44 148	21 628	65 776	54 975	23 149	78 124
Pologne	21 982	36 605	58 587	45 361	41 995	87 356
Slovénie	19 800	9 350	29 150	24 900	10 050	34 950
Irlande	9 027	3 453	12 480	13 484	3 824	17 308
Slovaquie	6 607	3 073	9 680	8 495	4 993	13 488
Hongrie	5 200	510	5 710	5 200	1 310	6 510
Lituanie	1 870	3 693	5 563	2 760	4 463	7 223
Luxembourg	1 195	420	1 615	1 195	420	1 615
<b>Total UE 28</b>	<b>28 147 071</b>	<b>1 415 085</b>	<b>29 562 156</b>	<b>30 483 412</b>	<b>1 492 906</b>	<b>31 976 318</b>

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. Source : EurObserv'ER 2017

4

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



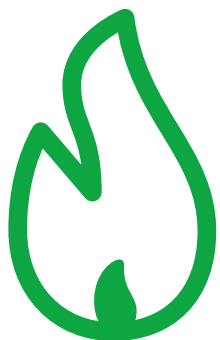
Source : EurObserv'ER 2017

qui estime en 2016 à un million le nombre d'unités vendues utilisées en premier lieu pour les besoins de production de chaleur (+ 12 % par rapport à 2015), reste confiante sur les perspectives de ventes futures. Ses projections indiquent une croissance de marché pour les trois prochaines années de respectivement 14 %, 14 % et 13 %.

Le développement du marché des PAC pourrait également profiter de l'avènement du marché de l'auto-consommation photovoltaïque, la production d'électricité solaire correspondant parfaitement aux besoins de rafraîchissement des technologies de PAC réversibles. Le surplus d'électricité solaire non consommé peut également être utilisé comme appoint aux PAC dédiées à la production d'eau chaude sanitaire et au chauffage. Le marché des PAC sur vecteur air devrait également profiter de la mise en œuvre des nouvelles réglementations thermiques, avec une meilleure intégration dans les technologies de ventilation, en lien avec l'amélioration de la qualité de l'air dans les bâtiments. La succession d'hivers globalement moins rigoureux, conséquence du réchauffement climatique, devrait également profiter au développement des technologies aérothermiques. ■

1. Un système est de type mono-split quand un groupe extérieur alimente en chaleur une seule et unique unité intérieure, un système est de type multisplit quand un groupe extérieur alimente en chaleur plusieurs unités intérieures.





## LE BIOGAZ

La méthanisation est un processus naturel de dégradation biologique de la matière organique dans un milieu sans oxygène due à l'action de multiples micro-organismes. Le biogaz de méthanisation provenant de la fermentation anaérobie est décomposé en trois sous-filières segmentées selon l'origine et le traitement des déchets. Il comprend la méthanisation de boues de stations d'épuration des eaux usées (gaz de digestion des boues), le biogaz des installations de stockage de déchets non dangereux (biogaz de décharge) et la méthanisation de déchets non dangereux ou de matières végétales brutes (autres biogaz). Une quatrième filière biogaz fait également l'objet d'un suivi dans les nomenclatures internationales. Il est cette fois issu d'un processus de traitement thermique (biogaz provenant de procédés thermiques) par pyrolyse ou par gazéification de la biomasse solide (bois, résidus forestiers, déchets ménagers solides et fermentescibles). Ces procédés permettent la production d'hydrogène ( $H_2$ ) et de monoxyde de carbone (CO) qui, recombinaison,

permettent la production d'un biogaz de synthèse substitut au gaz naturel ( $CH_4$ ). De tels procédés sont actuellement recensés en Finlande et en Italie, et de nouveaux projets sont en cours, comme aux Pays-Bas. Par commodité, et du fait de leur faible niveau de production, EurObserv'ER a intégré cette production dans la catégorie "autres biogaz".

### 16,6 MTEP PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

En 2016, la production d'énergie primaire à partir de biogaz au sein de l'Union européenne a continué de progresser (+ 4,4 % à 16,6 Mtep), mais cependant avec un rythme en diminution depuis 2011 (+ 22,4 %, + 17 %, + 14,3 %, + 7,3 %, + 6,0 %). Cette tendance s'explique notamment par la mise en place de réglementations moins favorables à l'utilisation des cultures énergétiques qui avaient dopé la production dans les pays ayant fait le choix de développer le biogaz à la ferme (Allemagne, Italie et Royaume-Uni notamment) et par des conditions de rémunérations de l'électricité biogaz moins incitatives.

Tous les pays de l'Union disposent d'une filière de valorisation énergétique biogaz, mais trois pays concentrent les trois quarts de la production européenne (75,8 %), à savoir l'Allemagne (8,1 Mtep), le Royaume-Uni (2,6 Mtep) et l'Italie (1,9 Mtep).

La répartition de la production d'énergie primaire biogaz de l'Union européenne est depuis quelques années largement à l'avantage de la catégorie "autres biogaz". Elle représentait, en 2016, une part de 74,8 % (dont 0,3 % de biogaz thermique, soit 56 ktep), contre 73,8 % en 2015 (dont 0,3 % de biogaz thermique), et constitue, depuis plusieurs années, l'essentiel de l'augmentation de la production totale de biogaz. La part du biogaz de décharge tend elle à diminuer (de 17,3 % à 16 %). Tandis que celle du biogaz de boues d'épuration augmente légèrement en 2016 (de 7,0 à 7,6 %).

La production d'électricité, qu'elle soit ou non produite dans des unités de cogénération, reste encore



## Production primaire de biogaz de l'Union européenne en 2015 et en 2016\* (en ktep)

	2015					2016				
	Biogaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total	Biogaz de décharge	Biogaz de digestion des boues	Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie	Biogaz thermique	Total
Allemagne	94	452	7308	0	7854	84	463	7548	0	8094
Royaume-Uni	1451	330	556	0	2337	1401	345	855	0	2601
Italie	369	54	1442	6	1871	365	53	1450	7	1875
France	282	73	370	0	725	286	72	402	0	760
République tchèque	27	40	546	0	613	25	42	534	0	601
Pays-Bas	19	55	252	0	327	16	58	245	0	319
Autriche	4	11	284	0	300	4	13	296	0	313
Pologne	51	97	82	0	229	58	120	84	0	261
Espagne	141	70	51	0	262	132	66	47	0	245
Belgique	26	24	177	0	227	22	26	179	0	227
Danemark	4	22	127	0	153	5	25	189	0	218
Suède	6	75	86	0	167	7	76	91	0	174
Slovaquie	3	15	130	0	149	3	15	130	0	148
Finlande	28	15	20	40	103	23	15	25	49	112
Grèce	70	16	6	0	91	72	17	13	0	102
Lettonie	8	2	77	0	88	8	3	79	0	90
Hongrie	14	20	45	0	80	14	20	46	0	81
Portugal	71	3	9	0	83	68	3	9	0	80
Bulgarie	5	14	0	0	19	0	60	0	0	60
Irlande	41	8	6	0	55	40	8	7	0	56
Croatie	5	3	27	0	36	6	4	33	0	43
Lituanie	8	7	8	0	23	9	8	16	0	32
Slovénie	5	2	22	0	30	4	2	24	0	30
Luxembourg	0	2	16	0	18	0	2	18	0	20
Roumanie	1	0	17	0	18	1	0	17	0	18
Chypre	0	0	12	0	12	0	0	12	0	12
Estonie	12	2	0	0	13	7	4	0	0	11
Malte	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2
<b>Total UE 28</b>	<b>2746</b>	<b>1412</b>	<b>11680</b>	<b>46</b>	<b>15884</b>	<b>2659</b>	<b>1519</b>	<b>12350</b>	<b>56</b>	<b>16585</b>

Source : EurObserv'ER 2017

aujourd'hui le principal mode de valorisation. En 2016, elle représentait une 62,6 TWh, soit une croissance de 2,7 % par rapport à 2015. L'Allemagne représente à elle seule plus de la moitié de la production d'électricité biogaz de l'Union européenne (33,7 TWh), suivie par l'Italie (8,3 TWh) et le Royaume-Uni (7,7 TWh).

La chaleur dérivée (issue du secteur de la transformation) a quant à elle atteint 694,8 ktep en 2016, soit une croissance de 7,9 %. À cela s'ajoute la consommation d'énergie finale (ne transitant pas par le secteur de la transformation), qui est estimée à environ 2 882 ktep en 2016 (+ 8,4 % par rapport à 2015).

Le biogaz peut également être épuré pour être transformé en biométhane. Il est alors valorisé de la même manière que peut l'être le gaz naturel, sous forme d'électricité dans des unités de cogénération, mais il peut également être utilisé par les véhicules au gaz naturel (GNV) ou bien encore injecté dans le réseau de gaz naturel.

Ces dernières années, l'injection de biométhane est devenue une tendance importante du marché du biogaz. La filière comptait, fin 2016, pas moins de 480 unités injectant du biométhane dans les réseaux de gaz naturel en Europe, et ce dans les 9 pays faisant l'objet d'un suivi par l'Observatoire européen du biométhane. Le nombre d'unités était en augmentation de 13 % en 2016. Sur le plan de l'injection de biométhane, l'Allemagne est le pays le plus avancé. Selon le baromètre du biométhane de la DENA





## 2

Production brute d'électricité à partir de biogaz de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en GWh)

	2015			2016		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Électricité totale	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	8 845	24 228	33 073	9 223	24 480	33 703
Italie	3 139	5 073	8 212	3 073	5 186	8 259
Royaume-Uni	6 528	710	7 238	6 988	718	7 706
République tchèque	51	2 560	2 611	49	2 540	2 589
France	713	1 106	1 819	641	1 260	1 901
Pologne	0	906	906	0	1 028	1 028
Pays-Bas	43	993	1 036	34	959	993
Belgique	87	867	955	93	893	986
Espagne	743	239	982	726	180	906
Autriche	580	44	624	591	56	647
Slovaquie	117	424	541	114	462	576
Danemark	1	475	476	1	514	515
Lettonie	0	392	392	0	397	397
Finlande	203	154	357	222	175	397
Hongrie	72	221	293	90	243	333
Portugal	279	16	295	268	17	285
Grèce	34	197	230	33	237	270
Croatie	25	151	176	26	211	237
Irlande	172	30	201	168	44	212
Bulgarie	34	85	119	97	94	191
Slovénie	3	129	132	2	140	142
Lituanie	0	86	86	0	123	123
Luxembourg	0	62	62	0	73	73
Roumanie	29	32	61	33	32	65
Chypre	0	51	51	0	52	52
Estonie	0	50	50	0	45	45
Suède	0	11	11	0	11	11
Malte	0	7	7	0	8	8
<b>Total UE 28</b>	<b>21 697</b>	<b>39 299</b>	<b>60 996</b>	<b>22 473</b>	<b>40 175</b>	<b>62 649</b>

Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec données SHARES

## 3

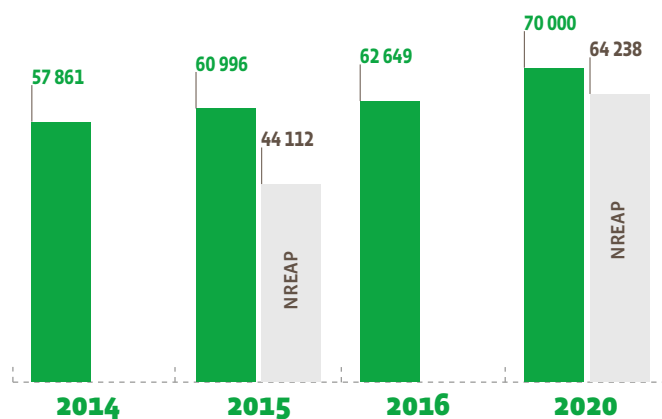
Production de chaleur à partir de biogaz de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en ktep) dans le secteur de la transformation\*

	2015			2016		
	heat only plant	CHP plant	Total	heat only plant	CHP plant	Total
Allemagne	71,8	150,0	221,8	72,5	150,0	222,5
Italie	0,3	205,2	205,5	0,2	207,8	208,0
Danemark	11,2	46,3	57,6	14,1	68,0	82,1
France	2,7	31,7	34,3	2,9	37,7	40,6
Lettonie	0,0	21,3	21,3	0,0	22,7	22,7
Finlande	6,8	11,4	18,2	7,0	12,9	19,8
République tchèque	0,0	14,9	14,9	0,0	14,3	14,3
Pologne	0,3	10,1	10,4	0,3	13,7	14,1
Slovaquie	0,0	11,3	11,3	0,0	11,2	11,2
Belgique	0,0	9,3	9,3	0,0	10,2	10,2
Croatie	0,0	5,2	5,2	0,0	6,8	6,8
Slovénie	0,0	7,3	7,3	0,0	6,6	6,6
Suède	3,0	3,6	6,5	3,1	3,5	6,5
Pays-Bas	0,0	1,1	1,1	0,0	6,5	6,5
Autriche	1,6	1,9	3,5	1,6	3,7	5,4
Roumanie	0,0	3,7	3,7	0,0	3,9	3,9
Hongrie	1,3	1,8	3,1	1,6	2,3	3,9
Bulgarie	0,0	0,6	0,6	0,0	3,2	3,2
Lituanie	0,0	2,2	2,2	0,0	2,2	2,2
Luxembourg	0,0	1,9	1,9	0,0	2,1	2,1
Chypre	0,0	1,2	1,2	0,0	1,2	1,2
Estonie	0,0	2,7	2,7	0,0	0,6	0,6
Malte	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2
Grèce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Irlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Portugal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Royaume-Uni	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>98,9</b>	<b>544,9</b>	<b>643,8</b>	<b>103,4</b>	<b>591,4</b>	<b>694,8</b>

\* Correspond à la "Chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : EurObserv'ER 2017, modifiés avec données SHARES

4

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



Source : EurObserv'ER 2017

(l'Agence de l'environnement allemande), 194 installations étaient recensées fin novembre 2016, correspondant à une production d'un peu moins d'1 milliard de Nm<sup>3</sup> de gaz. Selon l'agence allemande, la valeur énergétique du biométhane injecté était de l'ordre de 9,4 TWh en 2016, comparé à 8,5 TWh en 2015. En Suède, une grande partie de la production de biométhane est utilisée comme carburant pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel. Selon Statistics Suède, près de 100 000 tep (1 150 GWh exactement) de biométhane ont ainsi été utilisés dans les transports routiers du pays en 2016.

### UN DOUBLEMENT DE LA PRODUCTION POSSIBLE D'ICI 2030

La décision des principaux pays européens producteurs de biogaz de réduire l'utilisation des cultures énergétiques a fortement impacté les scénarios de croissance. Ces derniers sont aujourd'hui davantage liés à une utilisation optimisée des déchets qu'à une utilisation accrue de culture énergétique ou au développement du biogaz de gazéification. Pour prendre la mesure de ce potentiel, la Commission européenne a publié en février 2017 une étude intitulée "Utilisation optimale du biogaz des flux de déchets. Évaluation du potentiel du biogaz issu de la digestion dans l'UE au-delà de 2020" (Optimal use of biogas from waste streams. An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020).

Ce travail est original, car il s'est concentré sur une production de biogaz uniquement issue de la digestion de flux de déchets locaux

comme la production de biogaz à partir de boues d'épuration, de gaz d'enfouissement et de déchets organiques provenant de l'agriculture, de l'industrie alimentaire et des ménages. La gazéification de la biomasse et la production de méthane renouvelable issu de cultures énergétiques n'ont pas été incluses dans la partie modélisation des scénarios de cette étude. Quatre scénarios couvrant différentes hypothèses de développement du biogaz ont été analysés. Un premier scénario, "Local use and growth", s'appuie sur l'hypothèse d'une utilisation locale du biogaz via de la cogénération associée à un déploiement régulier des intrants, d'une diminution des coûts d'investissements et d'une augmentation des rendements énergétiques. Un

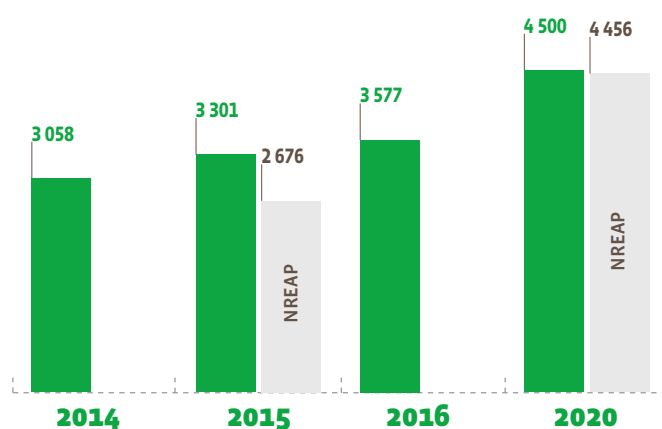
deuxième scénario, "Local use & accelerated growth", se base sur l'hypothèse d'une utilisation locale du biogaz via de la cogénération et un déploiement accéléré des matières premières, d'une diminution des coûts d'investissements et d'une augmentation des rendements de conversions. Un troisième scénario, "To gas grid & growth", se base sur l'épuration du biogaz injecté dans le réseau, utilisée dans les secteurs des transports ou du bâtiment, avec un déploiement régulier des intrants, une diminution des coûts d'investissement et de l'efficacité de conversion. Un dernier scénario, "To gas grid and accelerated growth", repose sur une transformation du biogaz en biométhane injecté associé à un déploiement accéléré des

matières premières, à une diminution des coûts d'investissement et à une augmentation de l'efficacité de conversion. Sur la base de ces potentiels, l'évaluation montre que la production de biogaz dans l'Union européenne pourrait passer de 14,9 Mtep en 2014 à 28,8 (scénarios 1 et 3) ou à 40,2 Mtep (scénarios 2 et 4) en 2030, en fonction de la quantité de matière première utilisable et des effets d'apprentissage pris en considération. Par rapport au niveau de 2016 (16 Mtep), cela représente respectivement une multiplication par 1,8 et 2,5 de l'énergie primaire produite. Ces scénarios conduiraient à un niveau de production de biogaz et de biométhane en 2030 qui représenterait entre 2,7 et 3,7 % de la consommation énergétique de l'UE en 2030. ■



5

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



Source : EurObserv'ER 2017



## LES BIOCARBURANTS

Le développement du marché des biocarburants destinés aux transports de l'Union européenne est désormais encadré jusqu'en 2020 par la directive 2015/1513 du 9 septembre 2015, dite directive CASI. C'est ainsi que la part d'énergie issue d'agrocarburants (produits à partir de céréales et d'autres plantes riches en amidon, sucrières et oléagineuses) a été plafonnée jusqu'en 2020 à 7 % de la consommation finale d'énergie dans les transports. Jusqu'à 2020, l'Union européenne a fait le choix de maintenir son objectif principal, à savoir atteindre une part de 10 % d'énergie renouvelable dans les carburants utilisés dans les transports d'ici à 2020. Les 3 % restants peuvent être obtenus grâce à la mobilité électrique ou par l'utilisation de biocarburants produits à partir de matières premières spécifiques pouvant prétendre à une double comptabilité. Ceux-ci comprennent les biocarburants produits à partir d'huiles usagées, les huiles usagées ayant fait l'objet d'un traitement thermochimique à l'hydrogène, ainsi que les biodiesels et bioessences de synthèse produits à partir de biomasse (bois, pailles,

déchets ménagers, etc.). La directive précise que chaque État doit s'employer à atteindre un objectif national d'un pourcentage minimal de biocarburants avancés produits à partir de matière première énumérés à l'annexe IX, partie A. Une valeur de référence pour cet objectif est 0,5 point de pourcentage en termes de contenu énergétique de la part de l'énergie produite. Les États membres peuvent se fixer un objectif inférieur à cette valeur si des ressources financières comparables sont affectées dans les transports pour développer l'efficacité énergétique ou le recours à l'électricité renouvelable, si les caractéristiques techniques du parc de véhicules (composition et état) ne se prête pas à l'utilisation de ces biocarburants avancés ou si des facteurs objectifs limitent la disponibilité de ce type de carburant à des prix avantageux.

### 14,2 MTEP CONSOMMÉES DANS L'UNION EUROPÉENNE

La consommation de biocarburant de l'Union européenne, après avoir régulièrement augmenté du début des années 2000 jusqu'en 2012,



NOVOZYM

observe depuis un profil plus stable. Les données officielles consolidées indiquent que la consommation de biocarburants à destination des transports, certifiée et non certifiée durable, est restée stable en 2016, soit 14,2 Mtep. La croissance de la consommation de biocarburant certifiée durable, la seule pouvant être prise en compte dans les objectifs énergies renouvelables et transports de la directive, est différente. Elle augmente de près d'un million de tonnes équivalent pétrole entre 2015 et 2016, de 13,1 Mtep à 14,1 Mtep, soit une croissance de 7,5 %. Ainsi la consommation certifiée durable représente désormais 99 % de la consommation de biocarburant dans les transports de l'Union européenne contre 92 % en 2015. Cette augmentation s'explique par la mise en place effective en Espagne, en fin d'année 2016, du système administratif permettant de comptabiliser la consommation de biocarburant certifiée durable, le pays pouvant enfin prendre en compte sa consommation de biocarburants dans ses objectifs énergies renouvelables de 2020.




**1**

Consommation de biocarburants destinés au transport dans l'Union européenne en 2015 (en tep)

	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	434	2 562	0	0	2 996	100 %
Allemagne	744	1 792	30	1	2 567	100 %
Suède	164	913	100	0	1 177	100 %
Italie	25	1 142	0	0	1 167	100 %
Espagne	189	775	0	0	964	0 %
Royaume-Uni	408	534	2	0	944	100 %
Pologne	153	500	0	0	653	100 %
Autriche	60	585	1	0	646	97 %
Finlande	66	432	2	0	500	99 %
Portugal	22	302	0	3	328	100 %
Pays-Bas	142	156	0	0	297	99 %
République tchèque	63	233	0	0	297	100 %
Belgique	38	217	0	0	255	100 %
Danemark	0	232	0	0	232	100 %
Roumanie	61	141	0	0	202	100 %
Hongrie	43	133	0	0	175	100 %
Grèce	0	161	0	0	161	20 %
Bulgarie	32	114	0	0	146	99 %
Slovaquie	23	121	0	0	144	100 %
Irlande	30	98	0	0	128	100 %
Luxembourg	7	74	0	0	81	100 %
Lituanie	10	58	0	0	68	100 %
Slovénie	7	23	0	0	29	100 %
Lettonie	8	17	0	0	25	100 %
Croatie	0	24	0	0	24	100 %
Chypre	0	10	0	0	10	97 %
Malte	0	5	0	0	5	100 %
Estonie	3	0	0	0	3	0 %
<b>Total UE 28</b>	<b>2 732</b>	<b>11 353</b>	<b>134</b>	<b>4</b>	<b>14 224</b>	<b>92 %</b>

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

**2**

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

	Bioethanol	Biodiesel	Biogaz carburant	Autres biocarburants*	Consommation totale	% conforme**
France	474	2 641	0	0	3 115	100 %
Allemagne	745	1 792	32	2	2 572	99 %
Suède	159	1 202	116	0	1 477	100 %
Espagne	133	1 031	0	0	1 164	100 %
Italie	33	1 009	0	0	1 041	100 %
Royaume-Uni	415	601	0	0	1 017	100 %
Autriche	57	475	1	0	533	97 %
Pologne	168	290	0	0	457	100 %
Belgique	40	391	0	0	431	100 %
République tchèque	48	253	0	0	300	100 %
Portugal	22	236	0	2	260	100 %
Roumanie	81	176	0	0	257	100 %
Pays-Bas	121	121	0	0	242	96 %
Danemark	0	236	0	0	236	100 %
Hongrie	44	143	0	0	187	100 %
Finlande	68	109	2	0	178	100 %
Bulgarie	33	130	0	0	163	100 %
Grèce	0	147	0	0	147	43 %
Slovaquie	16	124	0	0	140	98 %
Irlande	32	86	0	0	118	100 %
Luxembourg	9	78	0	0	87	100 %
Lituanie	6	50	0	0	57	100 %
Slovénie	4	14	0	0	18	100 %
Lettonie	8	4	0	0	12	100 %
Chypre	0	9	0	0	9	100 %
Malte	0	6	0	0	6	100 %
Estonie	3	0	0	0	3	0 %
Croatie	0	1	0	0	1	100 %
<b>Total UE 28</b>	<b>2 718</b>	<b>11 354</b>	<b>151</b>	<b>4</b>	<b>14 227</b>	<b>99 %</b>

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





La décomposition entre les différentes grandes familles de biocarburant n'est disponible que pour l'ensemble de la consommation de biocarburant, certifié et non ; la faible différence entre les deux indicateurs montre cependant que leur dynamique respective est strictement identique. La part respective des biocarburants bioéthanol, biodiesel, biogaz, en tenant compte de leur contenu énergétique, a très peu évolué, soit en 2016 19,1 % pour le bioéthanol (19,2 % en 2015), 79,8 % pour le biodiesel (79,8 % en 2015) et 1,1 % pour le biogaz (0,9 % en 2015). La part des autres types de biocarburant n'est pas encore représentative.

En analysant les évolutions de la consommation des différents types de biocarburant des différents pays membres, on peut s'apercevoir que les évolutions ont été beaucoup plus contrastées qu'à l'échelle de l'Union européenne, que ce soit au niveau de la consommation totale ou au niveau de la répartition entre les différents types de biocarburant consommé. Durant l'année 2016, la moitié des pays (15 sur 28) ont dimi-

nué leur consommation par rapport à 2015. Certains pays ont même fait le choix de diminuer de manière drastique leur consommation. La baisse, en contenu énergétique, a été particulièrement importante en Finlande (- 64,3 %), en Pologne (- 30 %), au Portugal (- 20,7 %), aux Pays-Bas (- 18,7 %), en Autriche (- 17,5 %), en Grèce (- 8,9 %) et dans bon nombre de pays d'Europe de l'Est comme en Croatie, en Lettonie, en Estonie, en Slovaquie, en Lituanie et en Slovaquie. Ces diminutions importantes ont été compensées par une utilisation accrue de biocarburants dans des grands pays consommateurs comme la France (+ 4 %), le Royaume-Uni (+ 7,7 %), l'Espagne (+ 20,8 %), la Belgique (+ 69,2 %), la Suède (+ 25,4 %), de même que la Roumanie (+ 27 %) et la Bulgarie (+ 11,6 %).

Dans certains pays, la baisse de consommation a touché plus spécifiquement un certain type de biocarburant. Ainsi, la consommation de biodiesel a considérablement diminué en Finlande (- 74,8 %), en Pologne (- 42 %) et en Italie (- 11,7 %), alors que la consumma-

tion de bioéthanol de ces pays a augmenté (+ 3,1 % en Finlande, + 9,2 % en Pologne, + 31,2 % en Italie). On observe une situation inverse en Espagne (- 29,5 % pour le bioéthanol, + 33 % pour le biodiesel), en République tchèque (- 24,5 % pour le bioéthanol, + 8,3 % pour le biodiesel) et en Slovaquie (- 32,2 % pour le bioéthanol, + 2,9 % pour le biodiesel). On peut donc analyser qu'une certaine forme de redistribution s'est mise en place au sein de l'Union européenne.

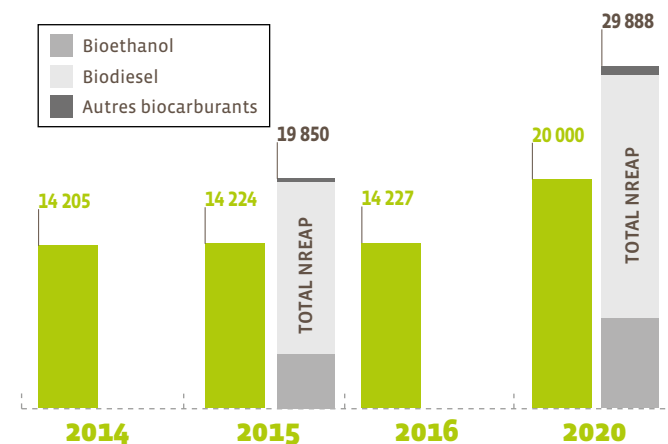
### BATAILLE D'INFLUENCE SUR LE DEVENIR DES BIOCARBURANTS

La directive CASI adoptée en septembre 2015 a apporté une meilleure lisibilité aux États membres, ce qui devrait logiquement permettre à ceux qui ne l'ont pas encore fait de fixer leur feuille de route jusqu'en 2020 en matière d'incorporation. Le respect des engagements européens devrait, selon EurObserv'ER, permettre un taux d'incorporation effectif des biocarburants (conventionnels et avancés) compris entre 7 et 8 % à cette échéance. Cependant, l'absence de perspectives claires concernant l'avenir des biocarburants issus de cultures alimentaires après 2020 conduit certains États, les moins concernés par leur production sur le plan économique, à revoir leurs engagements ou à ne pas satisfaire aux exigences de la directive énergie renouvelable de 2009 en matière de transport. Les tribulations de consommations de certains pays membres semblent donner du crédit à cette hypothèse. Selon les estimations publiées par Eurostat fin janvier 2018, la part des énergies renouvelables dans les transports, prenant en compte les



## 2

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



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

bonifications et la consommation d'électricité, se montait à 7,1 % en 2016 (6,6 % en 2015).

La politique de la Commission formulée dans le nouveau projet de directive est d'offrir une plus grande liberté aux États membres quant à la façon d'atteindre leurs objectifs nationaux. Ces derniers devront être négociés dans le cadre d'un objectif commun à l'ensemble de l'Union européenne. Alors, quels types de biocarburants seront mis à disposition sur le marché à partir de 2021 et jusqu'en 2030, et dans quelle proportion ? C'est tout l'enjeu des négociations politiques qui sont actuellement menées au sein des institutions européennes. Le projet de révision de la directive sur les énergies renouvelables du 30 novembre 2016 proposé par la Commission européenne supprime

l'objectif d'énergie renouvelable dans les transports, laissant la liberté aux pays de choisir la part consacrée aux transports, à l'électricité et à la production de chaleur renouvelables, dans le cadre d'un objectif commun à l'Union européenne (avec des efforts négociés entre pays membres) d'au moins 27 % d'énergie renouvelable dans la consommation totale d'énergie de l'Union européenne d'ici 2030.

De plus, la Commission européenne souhaite imposer une diminution progressive de la part des "agrocultures" sous un plafond maximum de 3,8 % d'ici 2030, la proposition prévoyant une réduction progressive de 0,3 point de pourcentage par an de 2021 à 2025 et de 0,4 point de pourcentage par an de 2026 à 2030. Autre partie importante du projet, les États membres sont tenus

de demander aux fournisseurs de carburant d'inclure une part minimale d'énergie renouvelable et de carburant bas carbone dans la quantité totale de carburant utilisé pour les transports. Sont inclus les biocarburants avancés, les carburants d'origine non biologique (ex. : hydrogène), les carburants produits à partir de déchets ou provenant d'électricité d'origine renouvelable. La part minimale fixée est d'au moins 1,5 % en 2021 et est portée à au moins 6,8 % en 2030, selon une trajectoire pré-2021.

De son côté, le Parlement a le 17 janvier 2018 fait de nouvelles propositions concernant la révision de la directive sur les énergies renouvelables qui fixe les objectifs à atteindre en 2030. À cet horizon, chaque État-membre devra veiller à ce que 12 % de l'énergie consommée dans les transports provienne de sources renouvelables. La contribution des biocarburants dits de "première génération" (cultures vivrières et fourragères) devrait être plafonnée aux niveaux de 2017 avec un maximum de 7 % dans les transports routiers et ferroviaires. Les députés veulent également une interdiction de l'huile de palme à partir de 2021. La part des biocarburants avancés (qui ont un impact moins important sur l'utilisation des terres que ceux basés sur les cultures vivrières), des carburants de transport renouvelables d'origine non biologique, des combustibles fossiles à base de déchets et de l'électricité renouvelable devra être d'au moins 1,5 % en 2021, et augmenter jusqu'à 10 % en 2030. La prochaine étape est l'ouverture de négociations avec le Conseil européen qui, in fine, aura le dernier mot. ■



## LES DÉCHETS URBAINS RENOUEVABLES

**A**u sein de l'Union européenne, la production d'énergie primaire des déchets urbains renouvelables valorisés par les unités d'incinération (waste-to-energy plants) s'approche du seuil des 10 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep). Selon les données officielles collectées par EurObserv'ER, cette valorisation s'est établie à 9 698 ktep en 2016, soit une croissance de 3,2 % (301 ktep de plus qu'en 2015). Ces chiffres ne prennent pas en compte la totalité de la production énergétique valorisée par ces centrales mais uniquement la part biodégradable des ordures ménagères. La valorisation énergétique des déchets urbains non renouvelables (emballages plastiques, bouteilles d'eau, etc.) représente une production énergétique équivalente, légèrement inférieure. Selon la CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants), les centrales européennes sont actuellement en mesure de produire de l'électricité pour 18 millions d'habitants et de fournir de la chaleur pour 15,2 millions d'habitants. Ces estimations sont extrapolées d'un volume de traitement de déchets



Stadt Wien

de 90 millions de tonnes (déchets ménagers ou assimilés), estimations réalisées sur le volume de traitement de l'année 2015.

Un avantage de la filière est que les centrales d'incinération sont le plus souvent situées à proximité de grands centres urbains, à la fois pourvoyeurs de déchets mais également grands consommateurs d'énergie. Cette proximité favorise une utilisation optimale et locale de l'énergie, que ce soit sous forme de chaleur, d'électricité, ou 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.

Ainsi, sur les 21 TWh d'électricité renouvelable produite par les unités d'incinération en 2016 (+ 2,6 % par rapport à 2015), plus de la moitié étaient issue d'unités fonctionnant en cogénération (52,2 %), soit une production d'électricité de 11 TWh. La chaleur dérivée, qui recouvre la production totale de

### 1

Production d'énergie primaire à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en ktep)

	2015	2016
Allemagne	2 994	3 105
France	1 212	1 240
Italie	846	871
Suède	908	832
Royaume-Uni	670	820
Pays-Bas	841	794
Danemark	452	460
Belgique	373	381
Finlande	273	309
Espagne	252	235
Autriche	182	175
Portugal	97	104
République tchèque	80	86
Pologne	40	77
Hongrie	66	66
Irlande	57	64
Bulgarie	8	29
Lituanie	16	22
Slovaquie	15	15
Luxembourg	12	13
Roumanie	1	1
Chypre	0	0
<b>Total UE 28</b>	<b>9 397</b>	<b>9 698</b>

Source : EurObserv'ER 2017



chaleur des centrales de chauffage et des centrales de cogénération, atteint elle 2 975 ktep, proche de son niveau de 2015 (+ 0,5 %). Cette production de chaleur est essentiellement issue de centrales fonctionnant en cogénération, soit une part de 74,1 % en 2016.

Au sein de l'Union européenne, on constate de grandes différences concernant la valorisation énergétique des déchets urbains. D'après un indicateur de production d'énergie primaire par habitant, les pays nordiques (84,5 tep/1 000 hab. pour la Suède, 80,5 tep/1 000 hab. pour le Danemark, et 56,3 tep/1 000 hab. pour la Finlande) et les Pays-Bas (46,7 tep/1 000 hab.) sont de loin les plus impliqués dans la valorisation énergétique de leurs déchets ménagers. La démarche est moins développée dans les pays comme la France (18,6 tep/1 000 hab.),

où beaucoup de centrales, de conceptions plus anciennes, n'ont pas été pensées spécifiquement pour produire de l'énergie, mais pour éliminer des déchets par incinération. Les pays d'Europe centrale et certains pays du Sud de l'Union comme l'Espagne ont encore très peu investi dans la valorisation énergétique de leurs déchets ménagers, avec des ratios le plus souvent inférieur à 10 tep/1 000 hab.

Le Royaume-Uni est actuellement le pays le plus actif sur le plan de la construction de nouvelles unités d'incinération. Selon le Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS), la production énergétique des déchets ménagers renouvelables a augmenté au Royaume-Uni de 22,4 % entre 2015 et 2016, et de 59,1 % sur les deux dernières années

(entre 2014 et 2016). Cette énergie a essentiellement été valorisée sous forme d'électricité, dont la production s'établit à 2,7 TWh en 2016 (+ 6,0 % par rapport à 2015). Au Royaume-Uni, plusieurs centrales ont été mises en service durant l'année 2016 dont la plus importante est la centrale d'incinération de Teesside (49 MW), qui valorise à la fois des déchets ménagers et des déchets commerciaux. La capacité de traitement du site est de 450 000 tonnes, capable de fournir de l'électricité pour 63 000 foyers. On peut également citer la mise en service en juin 2016 de la centrale de Greatmoor dans le Buckinghamshire, d'une capacité de traitement de 300 000 tonnes et d'une puissance de 22 MW. Selon le BEIS, la puissance des unités d'incinération a augmenté de 10 % en 2016 pour atteindre environ 1 017 MW fin 2016. Elle a presque



EDF

2

Production brute d'électricité à partir de déchets urbains renouvelables de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en GWh)

	2015			2016		
	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total	Centrales électriques seules	Centrales fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	3 530	2 238	5 768	3 602	2 328	5 930
Royaume-Uni	2 096	489	2 585	2 226	514	2 741
Italie	1 207	1 136	2 343	1 218	1 198	2 415
France	1 142	855	1 997	1 157	1 006	2 163
Pays-Bas	0	1 997	1 997	0	2 005	2 005
Suède	0	1 749	1 749	0	1 681	1 681
Danemark	0	919	919	0	863	863
Belgique	396	473	869	374	497	871
Espagne	673	96	768	641	94	736
Finlande	35	436	471	40	479	519
Portugal	292	0	292	305	0	305
Autriche	239	50	289	191	80	271
Hongrie	130	77	207	179	66	245
République tchèque	0	87	87	0	99	99
Irlande	77	0	77	76	0	76
Lituanie	0	42	42	0	47	47
Luxembourg	40	0	40	42	0	42
Slovaquie	0	22	22	0	26	26
Pologne	0	0	0	0	13	13
<b>Total UE 28</b>	<b>9 857</b>	<b>10 665</b>	<b>20 522</b>	<b>10 052</b>	<b>10 995</b>	<b>21 047</b>

Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES

doublé depuis 2012 (513 MW). Cette tendance s'explique par la législation britannique qui, depuis 1996, augmente chaque année le niveau des taxes pour la mise en décharge. En 2016, celle-ci a coûté jusqu'à 84,4 livres sterling (99,1 euros) la tonne.

La Finlande est également restée un pays actif en matière de valorisation énergétique de ses déchets, avec la mise en service, en octobre 2016, de la centrale de Riikinvoima

Ekovoimalaitos, près de la ville de Varkaus dans l'est du pays. La centrale fonctionnant en cogénération dispose d'une capacité de traitement annuel de 145 000 tonnes et produira annuellement 90 GWh d'électricité et 180 GWh de chaleur à destination d'un réseau. La croissance de la valorisation énergétique des déchets ménagers "renouvelables" dans le pays peut s'expliquer par une augmentation de la taxe sur la mise en décharge, qui est passée au 1<sup>er</sup> janvier 2016 à

70 euros la tonne (contre 55 euros précédemment) et par l'interdiction depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 de la mise en décharge des déchets organiques. Selon Statistics Finlande, la production d'énergie primaire a augmenté de 13,3 % entre 2015 et 2016, à 309 ktep. Il en a résulté une augmentation de 10,2 % de la production d'électricité (soit 519 GWh) et de 16 % de la chaleur produite par les centrales (soit 167,7 ktep).







### 3

Production de chaleur à partir de déchets municipaux renouvelables en 2015 et 2016 (en ktep) dans le secteur de la transformation\*

	2015			2016		
	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Total	Unités de chaleur seules	Unités fonctionnant en cogénération	Total
Allemagne	280,9	442,4	723,3	271,5	461,0	732,4
France	347,3	210,2	557,5	346,5	255,4	602,0
Suède	57,8	575,1	632,9	56,3	509,8	566,1
Danemark	39,0	318,6	357,6	45,9	321,4	367,3
Pays-Bas	0,0	279,2	279,2	0,0	265,2	265,2
Finlande	19,2	125,3	144,5	22,4	145,3	167,7
Italie	0,0	107,9	107,9	0,0	117,1	117,1
Autriche	13,6	43,3	56,9	14,0	43,7	57,7
République tchèque	0,0	37,3	37,3	0,0	35,9	35,9
Belgique	0,0	29,2	29,2	0,0	26,8	26,8
Royaume-Uni	12,4	0,0	12,4	12,5	0,0	12,5
Hongrie	0,0	11,5	11,5	0,0	12,1	12,1
Lituanie	0,0	9,1	9,1	0,0	10,4	10,4
Slovaquie	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5
Pologne	0,2	0,0	0,2	0,0	0,4	0,4
Roumanie	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Total UE 28</b>	<b>770,4</b>	<b>2 189,2</b>	<b>2 959,6</b>	<b>770,7</b>	<b>2 204,4</b>	<b>2 975,1</b>

\* Correspond à la "Chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES

#### DES OBJECTIFS EN BONNE VOIE DE RÉALISATION

La dynamique de la valorisation énergétique des déchets urbains renouvelables est globalement positive. Depuis 2010, elle est passée d'une production d'énergie primaire de 7 864 ktep à 9 698 ktep en 2016. Elle pourrait dès 2017 franchir

le seuil des 10 Mtep encouragé par une politique visant à augmenter les taxes sur la mise en décharges et à interdire la mise en décharges des déchets organiques.

Le respect de la directive cadre sur les déchets qui a établi une "hiérarchie des déchets" (prévention, préparation à la réutilisation, recyclage, valorisation, élimina-

tion) devrait toutefois retirer une part de plus en plus importante de déchets recyclables aux unités d'incinération (recyclage des cartons, papier, emballages, briques de lait...). Ne pourra être incinérée à terme que la fraction biodégradable des déchets ne convenant pas au recyclage ou à un compostage de qualité, comme les cartons sales et les emballages multicouches trop

compliqués à recycler. Le potentiel de croissance reste cependant important à l'échelle de l'Union européenne. Selon le CEWEP, douze États membres enfouissent encore la majeure partie de leurs déchets municipaux, ce qui a des conséquences importantes sur le plan des émissions de gaz à effets de serre de type méthane et, dans le cas d'une mauvaise gestion, génère des pollutions potentielles au lixiviat, avec les problèmes sanitaires associés. L'association estime cependant que ces pays auront besoin de soutiens

financiers et d'aides de la part de l'Union européenne afin de réaliser leurs objectifs.

Sur le plan des projections pour 2020, le CEWEP estime que la contribution énergétique des déchets aux objectifs de la directive énergie renouvelable pourrait atteindre de manière réaliste 67 TWh d'ici 2020, avec 25 TWh d'électricité et 42 TWh (3,6 Mtep) de chaleur. Selon EurObserv'ER, la consommation de chaleur totale (chaleur issue du secteur

de la transformation et consommation de chaleur finale) aurait déjà atteint 3,8 Mtep (dont 3 Mtep de chaleur vendue dans les réseaux) en 2016. Parfaitement réaliste, l'objectif chaleur 2020 du CEWEP pourrait être largement dépassé. La mise en service prochaine de nouvelles unités d'incinération au Royaume-Uni, associée à une amélioration de l'efficacité énergétique des centrales existantes, devrait également permettre d'atteindre les 25 TWh ambitionnés d'ici 2020. ■







## LA BIOMASSE SOLIDE

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

La succession d'années et d'hivers doux en Europe, conséquence mesurable du réchauffement climatique, a pour effet de brouiller la lecture de l'impact des politiques mises en place pour promouvoir l'utilisation de la biomasse solide dans des appareils de chauffage à haut rendement, les besoins

de chauffage étant directement corrélés avec le niveau moyen des températures. Les trois dernières années, 2014, 2015 et 2016, ont été, selon les relevés de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) les trois années les plus chaudes enregistrées en Europe, la plus chaude étant celle de 2014, suivie par 2015 et 2016, troisième plus chaude. 2016 possède également le triste record d'être l'année la plus chaude jamais enregistrée sur la planète, amplifiée grâce à un puissant épisode El Niño, avec un niveau de températures record supérieur d'environ 1,1 °C à la normale de la période préindustrielle. Un autre élément à prendre en considération est que dans certains pays du nord de l'Europe où l'industrie forestière représente une part importante de l'activité économique nationale, la disponibilité de la biomasse solide susceptible d'être valorisée énergétiquement (chutes de bois, liqueurs noires, rémanents forestiers) est également tributaire des besoins du marché européen en produits forestiers (construction, trituration, ameublement, etc.). Une partie de la quantité d'énergie

biomasse disponible est de ce fait liée au niveau d'activité de l'industrie forestière, même si une partie de l'activité reste complètement dédiée à la fourniture de biomasse au secteur énergétique.

Dernier élément à prendre en compte dans l'évolution et l'analyse du suivi de la consommation de biomasse solide: l'amélioration du suivi par le biais de nouvelles études, notamment de nouvelles enquêtes sur la consommation de bois énergie des ménages. À noter qu'indépendamment des conditions climatiques, la consommation moyenne de bois par logement diminue, en raison notamment de l'amélioration de la performance des appareils. Ces études conduisent parfois à des consolidations statistiques significatives sur plusieurs années.

### LES 100 MTEP DE CONSOMMATION DANS LE VISEUR

Ce préalable étant réalisé, en regardant une évolution sur une série d'années plus longue, on peut cependant constater que la production et la consommation de biomasse solide a repris son rythme



de croisière à l'échelle de l'Union européenne. Depuis le début des années 2000, la consommation de biomasse solide n'a connu que deux années de baisse, en 2011 et en 2014, en lien direct avec des diminutions significatives des besoins de chauffage par rapport aux années précédentes, 2010 et 2013. La tendance sur les deux dernières années confirme une reprise

de la consommation de biomasse solide en lien avec une augmentation de la demande de chaleur.

Selon les données officielles collectées par EurObserv'ER, la consommation brute d'énergie primaire de biomasse des 28 pays membres de l'Union européenne est désormais au seuil des 100 Mtep, mesurée à 98,4 Mtep en 2016, soit une

hausse de 3 % par rapport à 2015 (+ 2,9 Mtep). Sur les deux dernières années, le niveau de la consommation a augmenté de 7,2 Mtep, confirmant une nette reprise de la consommation.

La production d'énergie primaire biomasse solide, qui correspond à la biomasse solide prélevée sur le sol de l'Union européenne, a augmenté à un rythme légèrement plus soutenu (+ 3,4 %) pour atteindre les 95 Mtep (+ 3,1 Mtep entre 2015 et 2016). Le différentiel, qui représente les importations nettes, s'explique notamment par les importations de granulés de bois provenant des États-Unis, du Canada ou d'Ukraine). Il est intéressant de noter qu'après avoir augmenté de manière continue de 2009 à 2014 (de 1,3 Mtep en 2008 à 3,9 Mtep en 2014), le solde des importations nettes tend à diminuer ces deux dernières années pour atteindre 3,5 Mtep en 2016.

EurObserv'ER distingue l'utilisation de l'énergie finale issue de la biomasse solide, à savoir l'élec-


**1**

Production d'énergie primaire et consommation intérieure brute de biomasse solide\* dans les pays de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en Mtep)

	2015		2016	
	Production	Consommation	Production	Consommation
Allemagne	12,062	12,062	12,181	12,181
France	9,667	9,667	11,097	11,097
Suède	9,129	9,129	9,418	9,418
Italie	7,340	8,578	7,232	8,441
Finlande	7,901	7,927	8,309	8,333
Pologne	6,597	6,884	6,415	6,620
Royaume-Uni	3,835	6,109	3,840	6,370
Espagne	5,261	5,261	5,304	5,304
Autriche	4,500	4,664	4,698	4,792
Roumanie	3,521	3,514	3,521	3,514
République tchèque	2,954	2,874	2,970	2,906
Danemark	1,631	2,584	1,588	2,793
Hongrie	2,510	2,479	2,983	2,586
Portugal	2,603	2,340	2,605	2,403
Belgique	1,171	1,942	1,292	2,058
Lettonie	2,005	1,262	2,311	1,296
Croatie	1,532	1,258	1,532	1,258
Pays-Bas	1,357	1,179	1,366	1,209
Lituanie	1,205	1,204	1,200	1,206
Bulgarie	1,160	1,035	1,120	1,056
Estonie	1,209	0,825	1,396	0,898
Slovaquie	0,890	0,879	0,890	0,879
Grèce	0,952	1,013	0,797	0,855
Slovénie	0,590	0,590	0,608	0,608
Irlande	0,201	0,228	0,226	0,271
Luxembourg	0,057	0,066	0,063	0,069
Chypre	0,007	0,010	0,007	0,010
Malte	0,000	0,001	0,000	0,001
<b>Total UE 28</b>	<b>91,848</b>	<b>95,563</b>	<b>94,970</b>	<b>98,433</b>

\* Hors charbon de bois. Source : Eurobserv'ER 2017

**2**

Production brute d'électricité à partir de biomasse solide\* de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en TWh)

	2015			2016		
	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale
Royaume-Uni	19,418	0,000	19,418	19,597	0,000	19,597
Allemagne	4,795	6,238	11,033	4,775	6,019	10,794
Finlande	1,217	9,372	10,589	1,004	9,599	10,603
Suède	0,000	8,977	8,977	0,000	9,750	9,750
Pologne	1,957	7,070	9,027	2,052	4,861	6,913
Italie	2,089	1,858	3,947	2,226	1,899	4,125
Espagne	3,126	0,888	4,014	3,212	0,836	4,048
Autriche	1,232	2,264	3,497	0,896	2,789	3,685
Danemark	0,000	2,803	2,803	0,000	3,481	3,481
Belgique	2,298	1,256	3,554	2,156	1,233	3,390
France	0,098	2,051	2,149	0,405	2,664	3,069
Portugal	0,795	1,723	2,518	0,760	1,721	2,481
République tchèque	0,049	2,042	2,091	0,014	2,053	2,068
Pays-Bas	1,724	0,173	1,897	1,116	0,791	1,907
Hongrie	1,011	0,650	1,661	0,827	0,666	1,493
Slovaquie	0,004	1,095	1,099	0,003	1,126	1,129
Estonie	0,069	0,641	0,710	0,127	0,713	0,840
Roumanie	0,107	0,355	0,462	0,077	0,388	0,466
Lettonie	0,000	0,378	0,378	0,000	0,427	0,427
Irlande	0,184	0,013	0,197	0,377	0,016	0,393
Lituanie	0,000	0,318	0,318	0,000	0,262	0,262
Croatie	0,000	0,089	0,089	0,000	0,194	0,194
Bulgarie	0,003	0,148	0,151	0,003	0,160	0,163
Slovénie	0,000	0,131	0,131	0,000	0,137	0,137
Luxembourg	0,000	0,024	0,024	0,000	0,025	0,025
Grèce	0,001	0,000	0,001	0,005	0,000	0,005
Chypre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Malte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total UE 28</b>	<b>40,177</b>	<b>50,556</b>	<b>90,734</b>	<b>39,632</b>	<b>51,811</b>	<b>91,443</b>

\* Hors charbon de bois. Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES



tricité et la chaleur. La chaleur biomasse solide est différenciée selon qu'elle est utilisée directement par le consommateur final via des appareils de chauffage (chaudières, poêles, inserts, etc.), qui représentent l'essentiel de la consommation, ou que c'est une chaleur dérivée issue des centrales de chauffage et des centrales de cogénération (secteur de la transformation). Selon EurObserv'ER, la consommation de chaleur directement utilisée par le consommateur final a augmenté de 2,7 % par rapport à 2015 (+ 1,8 Mtep), pour atteindre 68,4 Mtep en 2016. La production brute de chaleur biomasse solide vendue dans les réseaux de chaleur aurait elle augmenté de 9,9 % (+ 0,9 Mtep), toujours en lien avec l'augmentation du besoin de chauffage. Elle atteint 10,3 Mtep en 2016, dont 61 % sont issus d'unités fonctionnant en cogénération. En additionnant ces deux éléments, la consommation totale d'énergie finale de chaleur biomasse a augmenté de 3,6 % entre 2015 et 2016 à 78,8 Mtep (soit 2,7 Mtep supplémentaires).

La production d'électricité biomasse solide de l'Union européenne est moins sensible aux aléas climatiques. Elle dépend plus de la politique de certains pays membres de développement de l'électricité biomasse, soit par la conversion d'anciennes centrales charbon soit via le développement de la cogénération biomasse. Cependant, la nouvelle politique européenne en matière d'électricité biomasse dévoilée dans le paquet "énergie propre" devrait après 2020 fortement limiter la conversion de centrales charbon en centrales biomasse ne

fonctionnant pas en cogénération. Des consolidations statistiques importantes réalisées en fin d'année ont montré que la production d'électricité avait plus faiblement augmenté qu'anticipé en 2016. Elle n'augmente que de 0,8 % entre 2015 et 2016, pour atteindre 91,4 TWh (soit 0,7 TWh supplémentaires). Ce rythme est beaucoup plus faible que celui observé entre 2014 et 2015, où la croissance a été mesurée à 6,9 % pour une production de 90,7 TWh (soit 5,9 TWh supplémentaires). La faible progression observée en 2016 résulte d'une croissance beaucoup plus faible de la production d'électricité biomasse du Royaume-Uni. Mais surtout d'une chute de la production d'électricité biomasse solide de la Pologne (- 23,4 % par rapport à 2015), soit une baisse de contribution de 2,1 TWh. Cette baisse s'explique par la chute du prix des certificats verts, le système mis en place pour encourager la production d'électricité renouvelable dans le pays. Une chute due au choix du gouvernement de limiter la demande en certificats (et donc le besoin en électricité renouvelable du pays). Ce choix a généré un excès important de certificats. Ce trop plein utilisable les années suivantes ne permet plus le financement de la production d'électricité biomasse, qui diminue faute de rentabilité.

**2030 : UNE AUGMENTATION DE LA CONTRIBUTION POSSIBLE SI DURABLE**

L'année 2016 a été globalement positive pour le déploiement des filières biomasse solide car elle confirme la relance de la consommation opérée en 2015, et ce en

dépôt de besoins de chauffage globalement à un faible niveau ces dernières années. Par rapport à la trajectoire prévue des plans d'action nationaux énergies renouvelables (PANER), l'Union européenne, sur le plan de la consommation de chaleur de biomasse solide, reste en avance (voir graphique). Cette différence positive importante s'explique par les efforts entrepris par les pays membres pour développer la chaleur biomasse solide, que ce soit pour un usage individuel, collectif ou industriel, mais elle est également aidée par une sous-évaluation à l'origine de leur consommation. On peut remarquer que depuis la publication en 2010 des plans d'actions nationaux, de nombreux pays ont réévalué à la hausse, et ce de manière rétroactive, leur consommation de chaleur biomasse, notamment suite à des enquêtes plus précises sur la consommation de bois énergie des ménages. Les prochaines échéances de la directive européenne pour 2020 incitent globalement les pays à mieux mesurer la consommation de biomasse solide et les impacts de leurs politiques énergétiques. Ces consolidations statistiques sont observées le plus souvent à la hausse et ont eu un impact positif sur la trajectoire énergies renouvelables des pays concernés.

Du côté de la production d'électricité, la volonté politique des grands pays forestiers de maintenir un développement important de la cogénération biomasse et de mieux utiliser leur potentiel forestiers (via la mise en place de plans climat) devrait permettre également de maintenir une progres-

**3**

Production brute de chaleur à partir de biomasse solide\* de l'Union européenne en 2015 et en 2016 (en Mtep) dans le secteur de la transformation\*\*

	2015			2016		
	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Chaleur totale	Centrales thermiques seules	Centrales en cogénération	Chaleur totale
Suède	0,704	1,614	2,318	0,711	1,765	2,477
Finlande	0,599	1,012	1,612	0,668	1,092	1,760
Danemark	0,451	0,602	1,053	0,473	0,664	1,137
France	0,325	0,398	0,722	0,423	0,497	0,920
Autriche	0,496	0,347	0,843	0,535	0,335	0,870
Allemagne	0,184	0,399	0,583	0,217	0,399	0,616
Italie	0,070	0,461	0,531	0,078	0,464	0,542
Lituanie	0,346	0,100	0,445	0,392	0,095	0,487
Pologne	0,029	0,268	0,297	0,030	0,289	0,319
Estonie	0,075	0,140	0,215	0,157	0,150	0,308
Lettonie	0,095	0,106	0,201	0,114	0,137	0,251
République tchèque	0,030	0,123	0,153	0,023	0,138	0,161
Slovaquie	0,043	0,076	0,119	0,045	0,080	0,125
Hongrie	0,050	0,055	0,106	0,064	0,060	0,124
Roumanie	0,034	0,035	0,069	0,037	0,035	0,072
Pays-Bas	0,018	0,014	0,032	0,027	0,022	0,049
Slovénie	0,008	0,018	0,027	0,009	0,019	0,028
Croatie	0,000	0,015	0,015	0,000	0,022	0,022
Bulgarie	0,007	0,004	0,011	0,010	0,005	0,015
Luxembourg	0,004	0,009	0,013	0,004	0,009	0,013
Belgique	0,000	0,006	0,006	0,000	0,006	0,006
Royaume-Uni	0,004	0,000	0,004	0,003	0,000	0,003
<b>Total UE 28</b>	<b>3,572</b>	<b>5,802</b>	<b>9,375</b>	<b>4,022</b>	<b>6,284</b>	<b>10,305</b>

\* Hors charbon. \*\* Correspond à la "Chaleur dérivée" (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017, Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES

sion constante de la production. Des estimations précises pour 2020 restent difficile, car certains opérateurs adaptent ou sont en train d'adapter leurs centrales thermiques pour qu'elles soient relati-

vement souples dans l'utilisation du mix de combustibles qu'elles utilisent. Une accélération de la production d'électricité biomasse reste possible sur les deux ou trois dernières années de la décennie,

comme tendent à le montrer les projections de l'AEBIOM. La projection d'EurObserv'ER à 130 TWh (qui inclus la valorisation énergé-





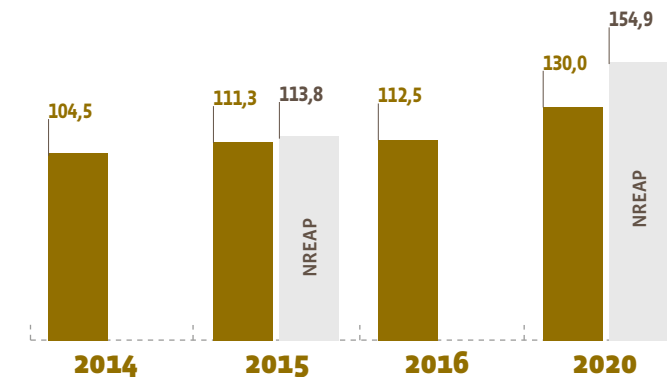


Consommation de chaleur issue de la biomasse solide\* dans les pays de l'Union européenne en 2015 et 2016 (en Mtep)

	2015			2016		
	Total	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**	Total	dont consommation finale d'énergie	dont chaleur dérivée**
France	8,936	8,214	0,722	9,822	8,902	0,920
Allemagne	9,254	8,671	0,583	9,565	8,949	0,616
Suède	7,689	5,371	2,318	7,852	5,376	2,477
Italie	7,331	6,800	0,531	7,123	6,582	0,542
Finlande	6,432	4,820	1,612	6,897	5,137	1,760
Pologne	4,896	4,599	0,297	5,170	4,851	0,319
Autriche	3,826	2,983	0,843	4,085	3,215	0,870
Espagne	3,926	3,926	0,000	3,981	3,981	0,000
Roumanie	3,375	3,306	0,069	3,465	3,393	0,072
Royaume-Uni	2,606	2,602	0,004	2,864	2,861	0,003
République tchèque	2,405	2,251	0,153	2,438	2,278	0,161
Danemark	2,222	1,169	1,053	2,347	1,210	1,137
Hongrie	2,026	1,921	0,106	2,013	1,889	0,124
Portugal	1,719	1,719	0,000	1,773	1,773	0,000
Belgique	1,217	1,211	0,006	1,318	1,312	0,006
Croatie	1,207	1,192	0,015	1,171	1,149	0,022
Lettonie	1,107	0,906	0,201	1,121	0,870	0,251
Lituanie	1,065	0,620	0,445	1,109	0,621	0,487
Bulgarie	1,003	0,992	0,011	1,008	0,993	0,015
Grèce	1,010	1,010	0,000	0,849	0,849	0,000
Pays-Bas	0,685	0,653	0,032	0,712	0,662	0,049
Estonie	0,692	0,477	0,215	0,711	0,404	0,308
Slovénie	0,565	0,538	0,027	0,585	0,556	0,028
Slovaquie	0,564	0,445	0,119	0,513	0,388	0,125
Irlande	0,193	0,193	0,000	0,192	0,192	0,000
Luxembourg	0,060	0,047	0,013	0,063	0,050	0,013
Chypre	0,008	0,008	0,000	0,006	0,006	0,000
Malte	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
<b>Total UE 28</b>	<b>76,020</b>	<b>66,646</b>	<b>9,375</b>	<b>78,755</b>	<b>68,450</b>	<b>10,305</b>

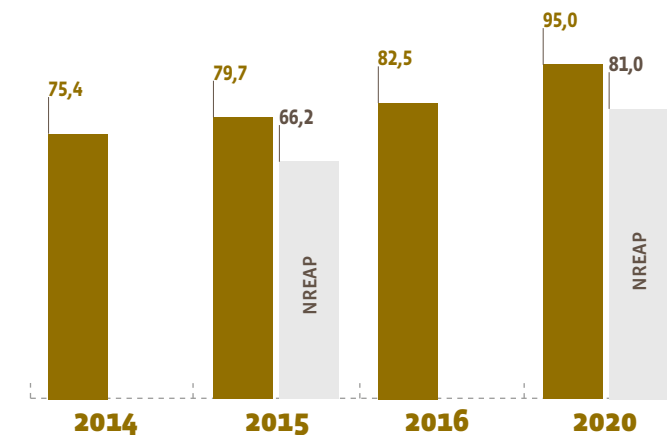
\* Hors charbon. \*\* Essentiellement réseau de chaleur (voir définition Eurostat). Source : Eurostat 2017, EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES

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



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

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



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

La 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) est plus conservatrice et repose sur la tendance de croissance actuelle. Cette tendance est pour le moment insuffisante pour atteindre les objectifs initiaux des plans d'actions sur le déploiement de l'électricité biomasse solide.

Le rythme de développement, pour les prochaines années et à plus long terme, après 2020, dépendra principalement de nouvelles mesures concernant la mise en place de politiques énergétiques en adéquation avec les plans climats des pays membres, notamment celles visant à taxer progressivement et significativement la tonne de CO<sub>2</sub>. Selon de nombreux experts, la biomasse solide est susceptible d'augmenter sensiblement sa contribution dans les prochaines années et décennies avec la même surface de forêts, grâce à une exploitation plus rationnelle et au développement de l'agroforesterie, une pratique agricole qui consiste notamment à replanter des arbres au milieu de cultures et basée sur la restauration des haies bocagères. Ce développement, pour être durable, devra être contrôlé pour ne pas altérer la biodiversité des milieux forestiers avec des incidences sur les techniques d'exploitation et les essences d'arbres à replanter. De 2020 à 2030, la biomasse solide devrait rester principalement utilisée pour le chauffage des bâtiments, et dans une moindre mesure pour produire par gazéification du méthane injecté dans le réseau de gaz, technologie qui trouvera sa rentabilité à mesure de l'augmentation de la taxe carbone. ■



## LE SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

La puissance européenne des centrales solaires thermodynamiques dont la vocation est de produire de l'électricité est restée globalement stable depuis 2014. La construction d'une série de nouveaux projets ambitieux se fait attendre. Un nouveau projet devrait enfin être opérationnel en France en 2018, suivi par la concrétisation de projets en Italie, dans l'île de Sardaigne.

Malgré ses avantages, notamment du point de vue du stockage et de la stabilité du réseau, la filière héliothermodynamique ne progresse plus en Europe. Selon EurObserv'ER, le compteur de la puissance solaire thermodynamique de l'Union européenne est resté bloqué depuis 2014 à 2 313,7 MW (incluant les projets prototypes). Selon Eurostat, la puissance officiellement recensée est stable depuis 2013, soit 2 302 MW (2 300 MW en Espagne et 2 MW en Allemagne).

L'Espagne reste pour l'instant le seul pays de l'Union européenne à avoir développé une filière commerciale de production d'électri-

ciété solaire thermodynamique. Mais depuis 2013, aucune puissance additionnelle n'a été ajoutée et aucun nouveau projet n'a été annoncé. La filière représente pourtant une base fiable de la production d'électricité nationale. Selon l'IDAE, la production brute injectée sur le réseau est stable. Elle était de 5 593 GWh en 2015 et de 5 579 GWh en 2016. Concernant le gel des nouveaux projets, l'administration espagnole fait actuellement face à une série de contentieux qui l'opposent à des groupes d'investisseurs de centrales héliothermodynamiques du pays. Quatre investisseurs internationaux, Masdar, la compagnie leader de l'énergie propre d'Abu Dhabi, l'organisme allemand de gestion de patrimoine institutionnel Deutsche Asset & Wealth Management, le fonds d'investissement britannique Eiser Infrastructure (anciennement RREEF Infrastructure) et Antin Infrastructure Partners de BNP Paribas en France ont présenté des réclamations contre l'Espagne auprès du Centre international pour le règlement des différends relatifs aux investissements (CIRDI) de la



Banque mondiale, pour perte de gains causée par des changements de politique affectant la rentabilité de leurs investissements. Cette réclamation fait suite aux décisions successives du gouvernement espagnol prises en 2012 et 2013, confirmées en 2014, de modifier rétroactivement le système de rémunération des centrales héliothermodynamiques espagnoles, avec comme effet une diminution des rémunérations de l'ordre d'un tiers.

En Italie, la construction de nouveaux projets a pris du retard, notamment en raison de conditions de rémunération jugées insuffisantes par les développeurs et de l'attente des autorisations délivrées par les autorités régionales. Selon l'ANEST (association italienne de l'énergie solaire thermodynamique), le dernier décret ministériel publié le 29 juin 2016 encadrant les aides pour les centrales renouvelables (hors photovoltaïque) a été plutôt positif pour les installations solaires thermodynamiques de puissances



## 1

Centrales solaires héliothermodynamiques en service à la fin de l'année 2016

Projets	Technologie	Puissance (MW)	Date de mise en service
<b>Espagne</b>			
Planta Solar 10	Centrale à tour	10	2006
Andasol-1	Cylindro-parabolique	50	2008
Planta Solar 20	Centrale à tour	20	2009
Ibersol Ciudad Real (Puertollano)	Cylindro-parabolique	50	2009
Puerto Errado 1 (prototype)	Fresnel	1,4	2009
Alvarado I La Risca	Cylindro-parabolique	50	2009
Andasol-2	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol-1	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol-2	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 3	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 4	Cylindro-parabolique	50	2010
La Florida	Cylindro-parabolique	50	2010
Majadas	Cylindro-parabolique	50	2010
La Dehesa	Cylindro-parabolique	50	2010
Palma del Río II	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 2	Cylindro-parabolique	50	2011
Gemasolar	Centrale à tour	20	2011
Palma del Río I	Cylindro-parabolique	50	2011
Lebrija 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Andasol-3	Cylindro-parabolique	50	2011
Helioenergy 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Astexol II	Cylindro-parabolique	50	2011
Arcosol-50	Cylindro-parabolique	50	2011
Termesol-50	Cylindro-parabolique	50	2011
Aste 1A	Cylindro-parabolique	50	2012
Aste 1B	Cylindro-parabolique	50	2012
Helioenergy 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Puerto Errado II	Fresnel	30	2012
Solacor 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Solacor 2	Cylindro-parabolique	50	2012

Suite du tableau 1

Helios 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Moron	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 3	Cylindro-parabolique	50	2012
Guzman	Cylindro-parabolique	50	2012
La Africana	Cylindro-parabolique	50	2012
Olivenza 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Helios 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Orellana	Cylindro-parabolique	50	2012
Extresol-3	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Termosolar Borges	Cylindro-parabolique + HB	22,5	2012
Termosol 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Termosol 2	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Casablanca	Cylindro-parabolique	50	2013
Enerstar	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 6	Cylindro-parabolique	50	2013
Arenales	Cylindro-parabolique	50	2013
<b>Total Espagne</b>		<b>2303,9</b>	
<b>Italie</b>			
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
<b>Total Italie</b>		<b>7,55</b>	
<b>Allemagne</b>			
Jülich	Centrale à tour	1,5	2010
<b>Total Allemagne</b>		<b>1,5</b>	
<b>France</b>			
La Seyne-sur-Mer (prototype)	Fresnel	0,5	2010
Augustin Fresnel 1 (prototype)	Fresnel	0,25	2011
<b>Total France</b>		<b>0,75</b>	
<b>Total UE 28</b>		<b>2313,7</b>	

Source : EurObserv'ER 2017, modifié avec les données SHARES





inférieures à 5 MW mais n'a pas été probant pour les centrales de moyenne puissance. Le GSE (Gestore dei Servizi Energetici) a en effet publié fin novembre 2016 la liste des 8 projets lauréats de moins de 5 MW (puissance cumulée de 20 MW) ayant fait l'objet d'un enregistrement ouvrant la possibilité d'une aide à la production. Par contre, aucun projet de plus de 5 MW dépendant de la procédure d'appel d'offres du GSE n'a été publié. Selon l'ANEST, il existe une quinzaine de projets disposant d'autorisations de construction, soit une puissance de 259,4 MW, parmi lesquels Lentini (55 MW, cylindro-parabolique), Flumini Mannu (55 MW, cylindro-parabolique), Gonnosfanadiga (55 MW, cylindro-parabolique), Solecaldo (41 MW, Fresnel), Reflex Solar Power (12,5 MW, cylindro-parabolique), CSP San Quirico (10,8 MW, cylindro-parabolique hybride) et San Severo (10 MW, centrale à tour).

Certains projets se débloquent. Fin novembre 2017, le gouvernement régional de Sardaigne a donné son feu vert à la construction de la centrale solaire thermodynamique hybride de San Quirico, dans la province d'Oristano. L'usine est composée d'un champ solaire avec une surface de capture d'environ 131 000 mètres carrés et d'une centrale à biomasse ligneuse. La puissance totale de l'usine est de 10,8 MWe. Le 5 octobre 2017, la première centrale solaire thermodynamique italienne connectée au réseau électrique national, sur une superficie de 10 000 mètres carrés, a été inaugurée à Ottana, en Sardaigne. Le projet, qui a été réalisé par CSP-F du groupe Fera, utilise des collecteurs linéaires Fresnel, des tubes récepteurs fournis par Archimede Solar Energy et est équipé d'une turbine ORC Turboden de 600 kW.

En France, les deux premiers projets de centrale acceptés dans le

cadre du premier appel d'offres (CRE 1) de 2012, et dont les mises en service étaient prévues pour 2015, ont connu des fortunes diverses. La société Solar Euromed, qui portait le projet Alba Nova 1 (12 MW), a été placée en liquidation judiciaire le 6 septembre 2016, ce qui conditionne la réalisation du projet à une hypothétique cession d'actif. Par contre, la société Suncnim (filiale du groupe CNIM et de Bpifrance), qui porte le projet de Llo dans les Pyrénées-Orientales (9 MW), a enfin pu démarrer les travaux de construction fin décembre 2016, avec une mise en service prévue pour février 2018. Cette centrale de 9 MW disposera de 4 heures de stockage thermique à pleine charge. Les acteurs de la filière espèrent que la concrétisation de ce projet permettra de relancer un nouvel appel d'offres. La filière avait affiché son incompréhension en constatant que le nouvelle PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie) d'octobre



2016 ne contenait aucun objectif pour la filière solaire thermodynamique, alors que les objectifs précédents visaient 540 MW à fin 2020.

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

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

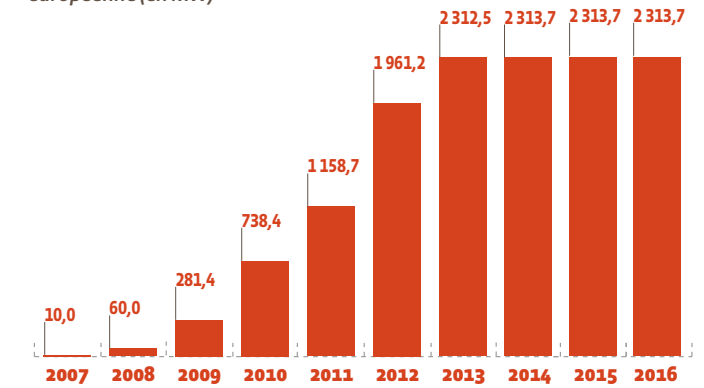
Les acteurs du secteur, dont l'association européenne de la filière thermodynamique (Estela), font pourtant valoir qu'un développement sur le sol européen a démontré toute son efficacité, comme l'indiquent les résultats observés en Espagne. Ils mettent également en avant les capacités de stockage de la filière solaire thermodynamique qui permettent de s'exonérer des problèmes de gestion du réseau. Il est essentiel pour l'association européenne de mener de grands programmes de déploiement de centrales héliothermodynamiques sur le sol européen, étape indispensable à la baisse des coûts de production. Ce déploiement est

jugé important pour maintenir le leadership, de plus en plus fragilisé, des acteurs européens sur le marché mondial. Enfin un dernier axe est mis en avant, celui du développement de mécanismes de

coopération entre pays européens permettant d'assurer la mobilité de l'électricité solaire thermique issue des meilleurs sites de production et des principales régions de consommation. ■

## 2

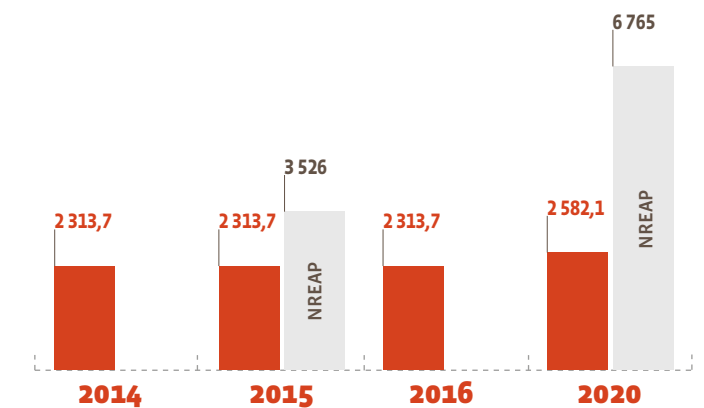
Évolution de la puissance héliothermodynamique installée dans l'Union européenne (en MW)



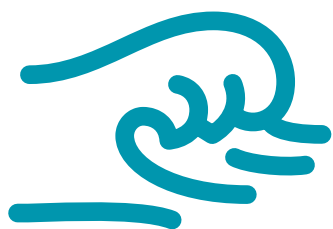
Source : EurObserv'ER 2017

## 3

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



Source : EurObserv'ER 2017



## LES ÉNERGIES MARINES

L'Europe est le leader de l'exploitation des énergies marines. Énergie des marées (marémotrice), des courants (hydrolienne) ou des vagues (houlomotrice), énergie tirée de la différence de température (thermique) ou de salinité entre deux eaux (osmotique)... Toutes présentent un haut potentiel sur ses kilomètres de côtes continentales et ultrapéripériques. Elles pourraient satisfaire jusqu'à 10 % de la demande d'électricité dans l'UE d'ici à 2050, selon la feuille de route pour l'exploitation des énergies océaniques remise en 2016 par le Forum sur l'énergie océanique à la Commission européenne.

L'énergie marémotrice est la seule exploitée commercialement grâce au barrage de la Rance (Ille-et-Vilaine) installé en 1966 en France dans l'estuaire du fleuve et d'une puissance de 240 MW. Aux Pays-Bas, le projet de barrage antitempête de l'Escaut oriental (projet Eastern Scheldt), avec cinq turbines 250 kW T2 (1,25 MW) a également été mis en service avec succès en novembre 2015. Au Royaume-Uni, suite à un rapport de l'ancien

ministre de l'Énergie Charles Hendry, favorable au lancement de projets marémoteurs expérimentaux, le duché de Lancaster a donné son accord en novembre 2017 à la société Atlantis Resources et au codéveloppeur Natural Energy Wyre (NEW) pour un bail à long terme visant à construire un barrage à énergie marémotrice de 160 MW sur l'estuaire de la rivière Wyre, près de Fleetwood, dans le nord-ouest de l'Angleterre.

D'autres technologies exploitant les marées sont en outre en développement. Il s'agit essentiellement de projets de lagons artificiels. Un prototype de 320 MW porté par la société Tidal Lagoon Power devrait commencer à être construit en 2018 dans la baie de Swansea au Pays de Galles.

Les autres énergies océaniques sont toujours en phase de recherche et développement ou en phase de pilotes industriels, les projets commerciaux tardant à se concrétiser. Les travaux sur les énergies osmotique et thermique sont peu nombreux mais les expérimentations sur les technologies

d'énergies hydrolienne et houlomotrice vont bon train. Plusieurs pays accueillent dans leurs eaux des prototypes de machines, l'essentiel de l'activité étant cependant concentré au Royaume-Uni et en France, compte tenu de leur fort potentiel.

Le point névralgique se trouve en Écosse, au Centre européen de l'énergie marine (EMEC) créé il y a plus de dix ans, qui accueille régulièrement différents types de machines en test ou connectées au réseau. Le Wave Hub de Cornwall devrait, quant à lui, accueillir à l'été 2018 9 MW d'énergie houlomotrice développés par l'américain GWave.

Grâce à ses ressources maritimes importantes, le Royaume-Uni accueille en outre des projets pilotes de grandes ampleurs tels que le projet hydrolien MeyGen de 398 MW d'Atlantis Resources Corporation en cours de développement dans les eaux de l'île de Stroma (la première phase pilote de 4 machines est en fin de construction, la phase commerciale n'est pas





encore lancée). Le développeur australien Bombora a annoncé quant à lui en novembre dernier qu'il investirait 20 millions d'euros dans un projet d'énergie houlomotrice dans le sud du Pays de Galles.

En France, le préfet de la Manche a signé en mars 2017 les différentes autorisations liées à l'implantation, dans le raz Blanchard, de la ferme hydrolienne pilote de Normandie Hydro. Le projet, qui associe EDF-Énergies Nouvelles et Naval Énergies, comprend l'installation de sept hydroliennes Openhydro d'une puissance unitaire de 2 MW. La mise à l'eau et le raccordement au réseau électrique sont attendus en 2020.



En France, aucun appel d'offres commercial pour l'hydrolien en mer n'a cependant été annoncé fin 2017 par le gouvernement, contrairement à ce qui était attendu par la filière, entraînant des réductions d'effectifs et des difficultés financières pour certains acteurs. Naval Énergies a par exemple annoncé des réductions d'effectifs tout en maintenant la construction de

son usine de fabrication d'hydroliennes à Cherbourg, dont la livraison est prévue en mars 2018 et qui doit produire les hydroliennes du projet Normandie Hydro.

Au niveau européen, l'année 2017 a été le point de départ d'un important travail sur les normes et certifications via le projet "MET-Certified" destiné à accélérer la

rentabilité des énergies marines, notamment en Manche et en mer du Nord. Ce projet est soutenu par le Fonds européen de développement régional et couvre le Royaume-Uni, la France, les Pays-Bas et la Belgique. D'une durée de trois ans (2017-2019), il pourrait grandement favoriser le passage tant attendu de la phase précommerciale à la phase commerciale. ■

**1**

Liste des centrales utilisant l'énergie des océans fin 2017 dans les pays de l'Union européenne

Projets	Capacité (MW)	Mise en service	États
<b>Royaume-Uni</b>			
Limpet	3	2000	Connecté
Naval Energies Open Center Turbine	0,25	2006	Connecté
Wello Oy-Penguin	0,6	2012	Connecté
Nova 30	0,03	2013	Connecté
Minesto-Deep GreenOcean	2	2016	Connecté
WaveNET Series-6	0,022	2014	En test
Scotrenewables Tidal Power	0,03	2014	Connecté

Continue page suivante

Nova 100	0,3	2016	Connecté
Andritz TTG#1-Meygen	4,5	2016-2017	Connecté
Atlantis AR 1500	1,5	2017	Connecté
SME -PLAT 1	0,28	2017	Connecté
<b>Total Royaume-Uni</b>	<b>9,8</b>		
<b>Portugal</b>			
OWC Pico	0,4	2004	Connecté
<b>Total Portugal</b>	<b>0,4</b>		
<b>France</b>			
Barrage de La Rance	240	1966	Connecté
Hydro Gen 2	0,02	2010	En test
HydroQuest River 1.40	0,04	2014	Connecté
Hydrotube Énergie H3 V2	0,05	2017	Connecté
<b>Total France</b>	<b>240,1</b>		
<b>Espagne</b>			
Mutriku OWC - Voith Wavegen	0,3	2011	Connecté
Oceantec WEK MARMOK-A-5	0,03	2016	Connecté
Magallanes Atir	2	2017	Connecté
<b>Total Espagne</b>	<b>2,3</b>		
<b>Italie</b>			
GEM	0,02	2014	En test
R115	0,1	2014	Connecté
H24	0,05	2015	Connecté
ISWEC	0,1	2015	Connecté
<b>Total Italie</b>	<b>0,27</b>		
<b>Pays-Bas</b>			
REDstack Friesland/Afsluitdijk	0,05	2014	Connecté
Afsluitdijk tidal barrage Tocado T1	0,3	2015	Connecté
Easten Scheldt Tocado T2	1,25	2015	Connecté
Texel Island Tocado T2	0,25	2016	Connecté
<b>Total Pays-Bas</b>	<b>1,85</b>		
<b>Suède</b>			
Seabased Sotenäs Wave Energy Plant	3	2016	Connecté
<b>Total Suède</b>	<b>3</b>		
<b>Danemark</b>			
Waveston	0,012	2017	En test
Weptos	n,c,	2017	Connecté
<b>Total Danemark</b>	<b>0,012</b>		
<b>Total UE 28</b>	<b>257,7</b>		

Source : EurObserv'ER 2017



## INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE PARC IMMOBILIER ET L'INFRASTRUCTURE URBAINE

Le chauffage et le refroidissement sont aujourd'hui essentiellement assurés par des technologies sur site, intégrées aux bâtiments. Pour une décarbonisation accrue du secteur du chauffage, en particulier dans les zones fortement peuplées, l'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux de chauffage urbain est en train de gagner en importance. Les indicateurs de consommation et de marché relatifs à l'intégration des énergies renouvelables dans le parc immobilier et l'infrastructure urbaine visent à présenter la situation actuelle de l'utilisation des EnR et la dynamique de leur déploiement. En raison de l'importance du parc immobilier et de la longue durée de vie des systèmes de chauffage, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie évolue lentement, alors que les parts de marché reflètent les changements à la marge.

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

### Approche méthodologique

La part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie du parc immobilier illustre l'importance des différentes sources d'énergie renouvelable dans le secteur du bâtiment et leur usage. C'est le quotient de la demande finale en énergie renouvelable, pour le chauffage et le refroidissement, par la totalité de la demande finale en énergie dans le bâtiment, en incluant l'électricité pour le chauffage.

Est également détaillée la part des différentes technologies renouvelables installées dans le parc immobilier. Cela représente les unités de chauffage installées, exprimées en pourcentage de l'ensemble des logements. L'électricité solaire étant principalement utilisée en combinaison avec d'autres technologies, elle n'est pas considérée ici comme un système autonome. En revanche, le chauffage électrique est inclus dans les différentes technologies installées, en tant que système autonome. C'est une technologie qui joue un rôle important pour le chauffage, dans certains pays.

Contrairement à la part des EnR dans la consommation, la part des EnR dans les ventes de chauffage

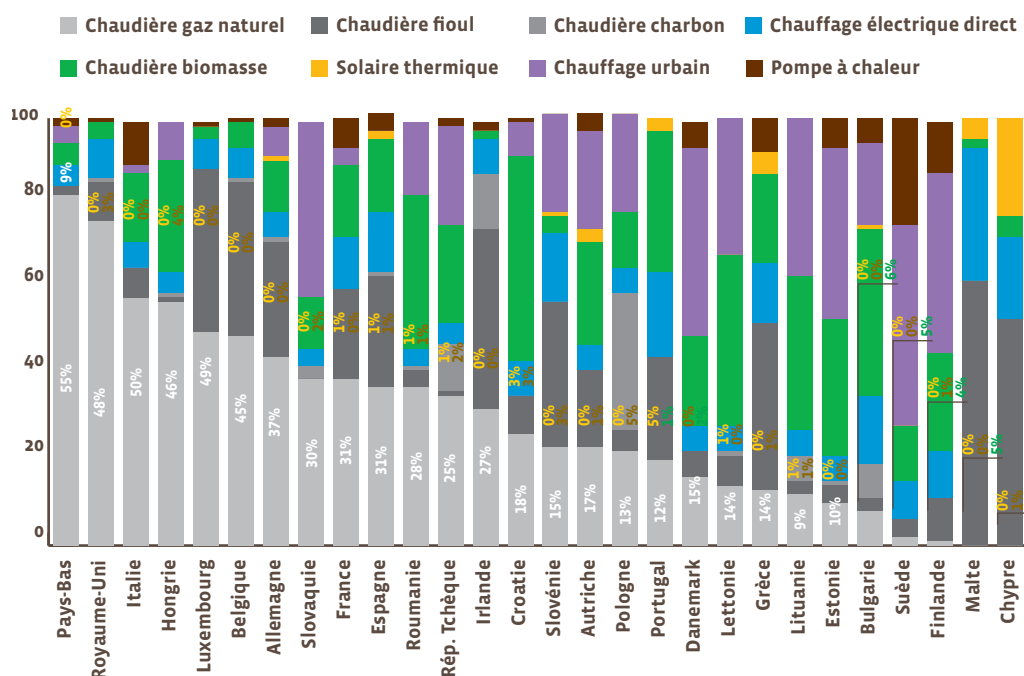
représente la dynamique et le développement des EnR, à la marge. Ces parts de marché illustrent la part des technologies renouvelables vendues par rapport à l'ensemble des unités de chauffage vendues. Elles peuvent varier d'une année sur l'autre, dans chaque pays. Les données sur les ventes n'étant pas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

Pour une description plus détaillée de l'approche méthodologique des parts de marché et de la part des EnR dans la consommation, voir [eurostat.org](http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares) pour la méthodologie d'Eurostat sur la part des EnR dans la consommation, voir <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>. Les données d'Eurostat pour 2016 n'étant pas encore publiées, les chiffres présentés ne concernent que l'année 2015.

# RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

## 1

### Part des énergies renouvelables dans la consommation en 2015



Source : EurObserv'ER 2017, 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 2015. 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 dans la consommation varie très peu d'une année sur l'autre. Ainsi, la situation en 2016 devrait être similaire à celle de 2015.

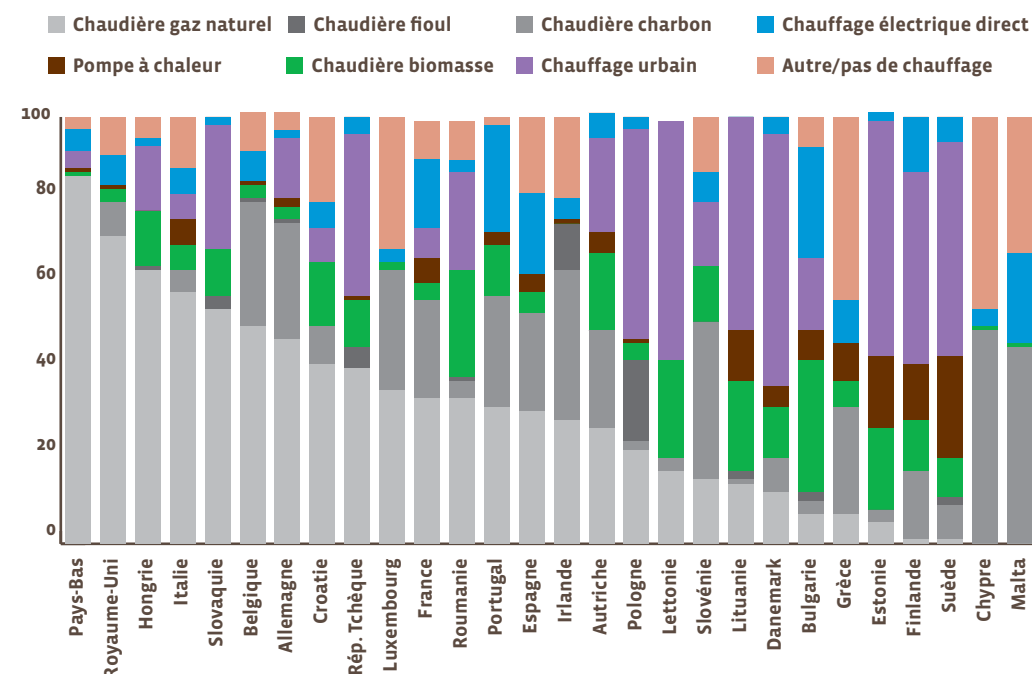
Aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, et dans une moindre mesure en Italie, en Hongrie, au Luxembourg et en Belgique, le gaz occupe toujours une place prépondérante dans les

systèmes de chauffage. À Malte et à Chypre, on utilise principalement les chaudières au fioul ; en Irlande, au Luxembourg, en Belgique, en Grèce, en Slovénie, au Portugal et en Allemagne, celles-ci représentent encore une technologie ou une source de chaleur importante.

Le chauffage urbain est particulièrement bien implanté en Suède, en Finlande, au Danemark et en Slovaquie ainsi que dans d'autres pays d'Europe de l'Est. Dans ces derniers, il s'inscrit dans une longue

## 2

### Part des technologies renouvelables installées dans le parc immobilier en 2015



Remarque : l'énergie solaire n'est pas considérée comme un système autonome car elle est principalement utilisée en combinaison avec d'autres systèmes. Source : EurObserv'ER 2017, calculs propres basés sur diverses sources

tradition et peut s'appuyer sur les infrastructures existantes.

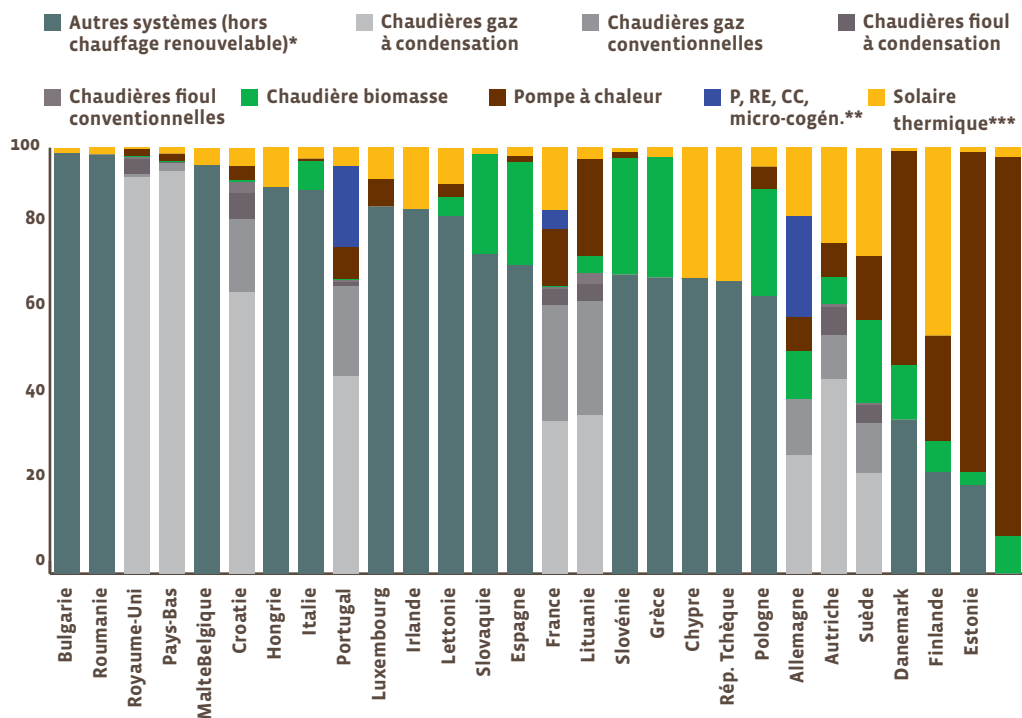
Les énergies renouvelables occupent une place prépondérante en Croatie (54 %) et en Bulgarie (55 %). Cette situation s'explique uniquement par l'utilisation importante de la biomasse, qui représente, dans ces pays, un combustible plutôt bon marché pour le chauffage. La biomasse est aussi largement utilisée au Portugal (41 %) et en Lettonie (42 %). Bien que les pompes à chaleur pro-

gressent dans certains pays, elles ne représentent encore qu'une part modeste, excepté en Suède (27 %), en Finlande (13 %) et en Italie (11 %). Globalement, le solaire thermique représente la part la plus faible ; il est principalement utilisé (à un niveau modéré) dans les pays du sud de l'Europe, où le rayonnement solaire est plus important que dans le Nord. Il enregistre le niveau le plus élevé à Chypre (29 %) et le plus faible dans les États Baltes, la Roumanie et la Finlande. En Pologne, le charbon

représente une part importante pour le chauffage (32 %), tandis que le chauffage électrique joue un rôle majeur à Malte, au Portugal, à Chypre, en Bulgarie et en Slovénie, mais aussi en Espagne, en France et en Grèce.

La figure 2 représente la part des différentes technologies dans le parc immobilier, c'est-à-dire pour l'ensemble des logements. Contrairement à la figure 1, elle montre la

## Part des technologies renouvelables dans les ventes en 2015



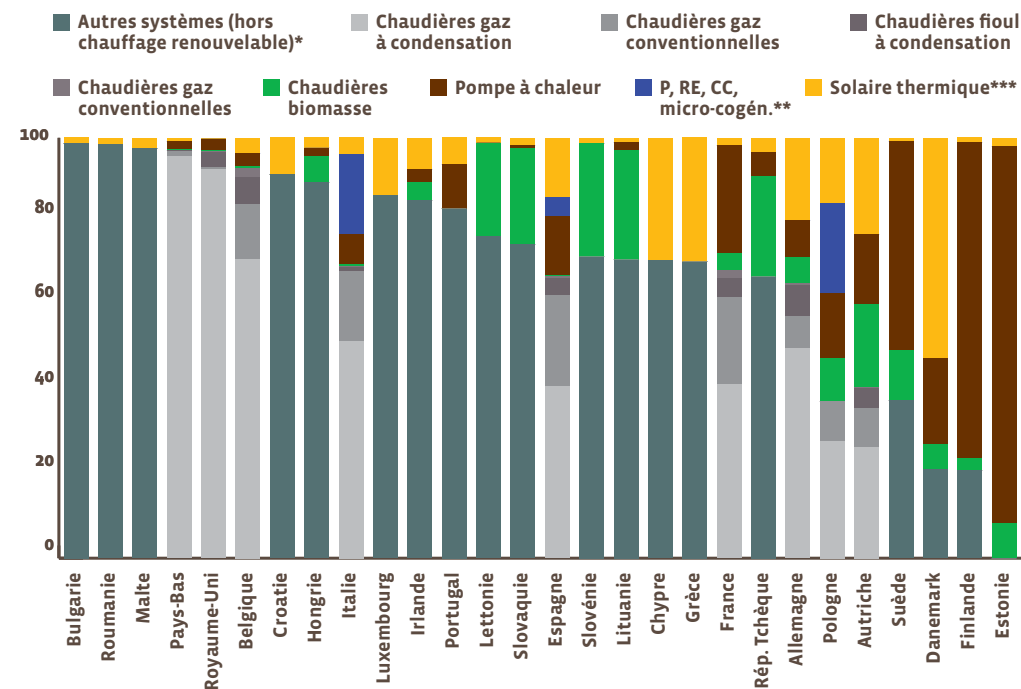
\* Peut inclure gaz, fioul, P, RE, CC et microgénération ; calculé pour les pays de l'UE ne disposant pas de données, sur la base de la part moyenne des ventes de AT, BE, FR, DE, IT, NL, PL, ES, UK. \*\* Poêles, radiateurs électriques, chaudières à charbon, microgénération, etc. \*\*\* Le système solaire thermique correspond à une surface de capteur de 4 m<sup>2</sup>.

Source : EurObserv'ER 2017, calculs propres basés sur diverses sources



E.ON

## Part des technologies renouvelables dans les ventes en 2016



\* Peut inclure gaz, fioul, P, RE, CC et microgénération ; calculé pour les pays de l'UE ne disposant pas de données, sur la base de la part moyenne des ventes de AT, BE, FR, DE, IT, NL, PL, ES, UK. \*\* Poêles, radiateurs électriques, chaudières à charbon, microgénération, etc. \*\*\* Le système solaire thermique correspond à une surface de capteur de 4 m<sup>2</sup>.

Source : EurObserv'ER 2017, calculs propres basés sur diverses sources

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

des problèmes 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.

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

Irlande, en France et en Finlande, elle dépasse légèrement ce seuil. Ainsi, la part croissante des EnR dans l'électricité contribue à un chauffage ou refroidissement bas carbone dans ces pays.

#### PART DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES DANS LES VENTES DE CHAUFFAGE/REFROIDISSEMENT

Les figures 3 et 4 illustrent la part des technologies renouvelables





## 5

Taux de remplacement des systèmes de chauffage exprimé en pourcentage des ménages

Pays	2015	2016
Autriche	2,60 %	2,67 %
Belgique	5,16 %	5,36 %
France	3,14 %	3,17 %
Allemagne	1,73 %	1,82 %
Italie	4,72 %	4,73 %
Pays-Bas	4,92 %	5,43 %
Pologne	2,53 %	2,81 %
Espagne	1,89 %	1,85 %
Suède	2,24 %	2,31 %
Royaume-Uni	5,68 %	6,36 %
<b>Total UE (10)</b>	<b>3,37 %</b>	<b>3,55 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017, évaluation propre basée sur diverses sources

dans les ventes de systèmes de chauffage et de refroidissement. Contrairement à la figure 2, la figure 3 présente l'évolution récente des énergies renouvelables en montrant la part des technologies renouvelables dans les ventes de chauffage/refroidissement pour l'année concernée. Cela illustre leur dynamique sur le marché.

Les pompes à chaleur présentent une très forte progression en Estonie, en Finlande, en Suède et en France. Les chaudières biomasse affichent également une forte progression, bien qu'à un niveau moindre, dans les États baltes, en Slovaquie, en Slovénie et en République tchèque. L'énergie solaire thermique connaît une forte dynamique dans les pays où elle est déjà bien implantée, comme à Chypre et en Grèce. Mais la plus forte progres-

sion est enregistrée au Danemark (réseau de chaleur solaire), tandis que l'Autriche, l'Allemagne, la Pologne et l'Espagne connaissent un développement modéré.

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

### CONCLUSION

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

joueront encore, à l'avenir, un rôle important dans le chauffage.

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

Le tableau 5 présente une vue d'ensemble des taux de remplacement des systèmes de chauffage de plusieurs États membres. Comme on peut l'observer, ces taux 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 où une part importante des ménages est desservie



par un réseau de chaleur urbain. En résumé, certains pays enregistrent une consommation élevée d'énergie renouvelable ainsi qu'une forte progression des ventes des systèmes renouvelables. Les pompes à chaleur sont notamment de plus en plus utilisées dans les pays scandinaves

tandis que la biomasse joue un rôle croissant dans certains pays d'Europe de l'Est. En Roumanie, en Bulgarie et en Hongrie, la dynamique semble faible dans le secteur de la chaleur renouvelable, mais traditionnellement, le chauffage repose déjà partiellement sur la biomasse. Dans le cadre de la

décarbonisation du chauffage et du refroidissement, l'électricité gagne en importance si elle est basée sur une source d'énergie renouvelable. Cependant, les taux de déploiement du chauffage électrique sont encore faibles. ■

## À TROIS POINTS DE L'OBJECTIF DE 2020

**2014, 2015 et 2016 ont été, dans l'ordre et selon les relevés de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les trois années les plus chaudes enregistrées en Europe. Ces événements climatiques ont des répercussions sur l'évolution de la consommation d'énergie finale des pays de l'Union européenne pour la partie liée aux besoins de chauffage. Selon les données fournies par Eurostat dans le cadre de son outil de calcul SHARES (Short Assessment of Renewable Energy Sources), la consommation brute d'énergie finale, après avoir atteint un plancher de 1 100,6 Mtep en 2014, est progressivement remontée en 2015 (1 126 Mtep) et 2016 (1 147,4 Mtep) et retrouve un niveau comparable à ceux de 2011, 2012 et 2013. Cette remontée est donc corrélée à une relative augmentation des besoins de chaleur à l'échelle de l'Union européenne, ainsi qu'à une reprise de la croissance du PIB réel de l'UE des 28 (+ 2,3 % en 2015 et + 2,0 % en 2016, selon Eurostat). Le niveau de consommation totale d'énergie finale reste très inférieur à ceux observés entre 2004 et 2008, années antérieures à la crise financière et bancaire de l'automne 2008.**

### PRÈS DE 1 000 TWH D'ÉLECTRICITÉ RENEUVELABLE PRODUITS EN 2016

Les conditions climatiques n'ont globalement pas été favorables en 2016 à la production d'électricité renouvelable. Les données les plus récentes concernant la production d'électricité renouvelable réelle (mise à jour en janvier 2018), c'est-à-dire non normalisée pour l'éolien et l'hydraulique, indiquent une augmentation de 1,7 % entre 2015 et 2016, soit une production totale d'électricité de 951,4 TWh en 2016 (graphique 1). Cette croissance représente un gain de 15,8 TWh entre 2015 et 2016. Elle est nettement plus faible que celles observées en 2015 (+ 4,0 %, + 35,8 TWh) et en 2014 (+ 5 %, + 43 TWh). Cette moindre performance s'explique en grande partie par une année très faiblement venteuse à l'échelle de l'Union européenne. La filière éolienne ne gagne qu'1 TWh entre 2015 et 2016, pour atteindre 302,9 TWh (+ 0,3 % par rapport à 2015), alors que le gain entre 2014 et 2015 était mesuré à 48,8 TWh pour 301,9 TWh produits (+ 19,3 % par rapport à 2014). En 2015, les conditions météorologiques furent beaucoup plus favorables, en Europe du Nord et dans les îles britanniques notamment. La croissance de la production d'électricité éolienne en 2016 est d'autant plus faible que la puissance éolienne supplémentaire connectée cette année est restée importante, soit 12,9 GW (la puissance supplémentaire connectée durant l'année 2015 était du même ordre). Cette moindre croissance impacte la part de l'éolien dans le total de l'électricité renouvelable avec une perte de 0,4 point de pourcentage, à 31,8 %. Selon les premières estimations disponibles en janvier 2018, l'année 2017 sera beaucoup plus favorable à la filière,

avec une forme de rééquilibrage, des records de production ayant été annoncés dans les principaux pays producteurs, en Allemagne, au Royaume-Uni et dans les pays du nord de l'Europe notamment.

La dynamique défavorable de l'éolien a été partiellement compensée par une évolution positive de la production d'hydroélectricité. Avec un bémol toutefois, la production hydroélectrique, après avoir fortement diminué en 2015 (conséquence d'un déficit pluviométrique historique), n'a compensé qu'en partie sa perte de production en 2016. Selon les données de l'outil Shares, la production hydroélectrique, hors pompage<sup>1</sup>, a augmenté de 2,7 % entre 2015 et 2016 (+ 9 TWh), pour atteindre 350,1 TWh, comparé à une décroissance historique de 9 % entre 2014 et 2015 (soit un déficit de 33,8 TWh par rapport à 2014). Le pompage est lui stable à 30,1 TWh.

L'année 2016 peut également être qualifiée de moyenne pour la production d'électricité solaire. Le solaire photovoltaïque n'a contribué qu'à hauteur de 2,9 TWh en 2016 (+ 2,8 % par rapport à 2015), pour atteindre 105,2 TWh. 2015 avait été une année beaucoup plus favorable avec une croissance de 10,8 % et un gain de 10 TWh par rapport à 2015. Dans le cas du photovoltaïque, la plus faible croissance s'explique en partie par une diminution de la puissance connectée en 2016, soit 6,1 GW en 2016, comparé à 8 GW en 2015, ajouté à des conditions d'ensoleillement un peu moins favorables. La puissance des centrales héliothermodynamiques n'a en revanche pas évolué et se concentre toujours en Espagne (2 302 MW), avec une production

stable à 5,6 TWh. Elle permet à la production d'électricité solaire d'atteindre 110,8 TWh. Sa part augmente légèrement dans le total de l'électricité renouvelable (+ 0,1 point), pour atteindre 11,6 %.

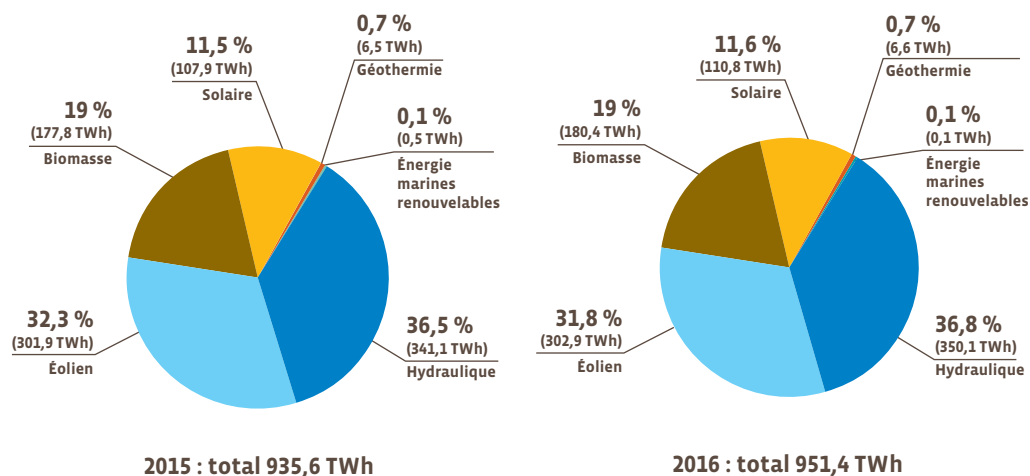
Concernant l'énergie biomasse dans son ensemble, sa production d'électricité a atteint pour 2016 le chiffre de 180,4 TWh, en croissance de 1,5 % par rapport à 2015 (+ 2,7 TWh). Là aussi, la tendance est au ralentissement de la croissance à l'échelle de l'Union européenne. En 2015, l'électricité biomasse dans son ensemble avait progressé de 6,3 % par rapport à 2014, équivalant à une contribution de 10,6 TWh.

Si on détaille les résultats des différentes filières biomasse, on trouve par ordre d'importance : l'électricité biogaz dont la production augmente de 1,7 TWh en 2016 à 62,6 TWh (+ 2,7 %). La filière biogaz devance largement la filière biomasse solide qui la même année ne gagne que 0,7 TWh à 91,4 TWh (+0,8 %). La moindre croissance de l'électricité biomasse solide s'explique entre autres par une baisse significative de la production en Pologne (- 2,1 TWh), du fait

1. Le pompage-turbinage est une technique de stockage de l'énergie électrique. Elle repose sur le principe de pomper de l'eau pour la stocker dans des bassins d'accumulation lorsque la demande d'énergie est faible — c'est le pompage — afin de turbiner cette eau plus tard pour produire de l'électricité lorsque la demande est forte — c'est le turbinage.

## 1

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



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

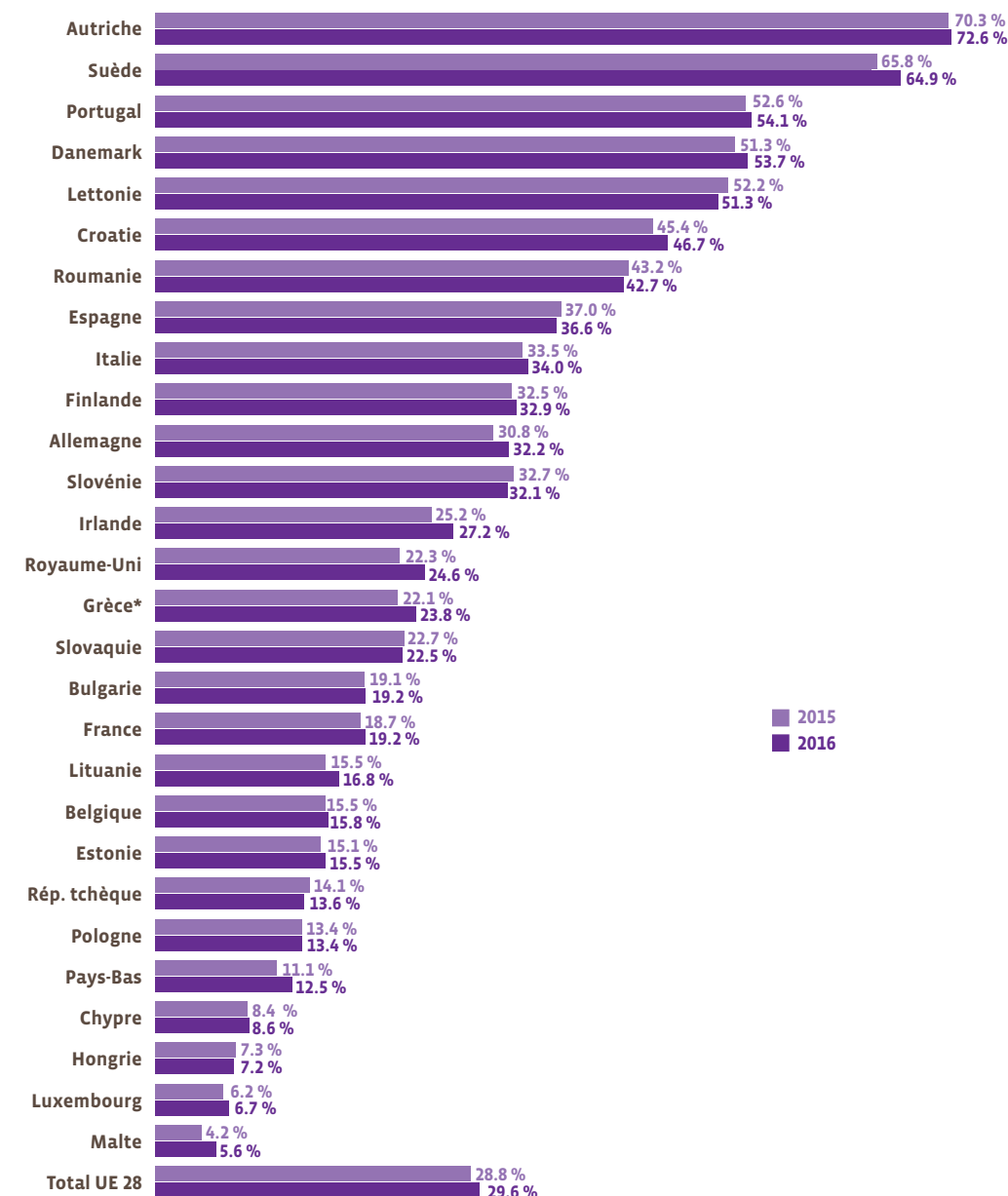
d'une limitation des incitations (voir partie filière) et par une moindre croissance de la production du Royaume-Uni, notamment du fait d'une période de maintenance dans la principale unité de production du pays, Drax. La filière déchets renouvelables maintient elle sa croissance à 2,6 %, ce qui lui permet d'ajouter 0,5 TWh de plus, soit un total de 21 TWh. Tandis que la contribution de la biomasse liquide est en retrait de 3,9 % (- 0,2 TWh) à 5,3 TWh. La part de la biomasse dans son ensemble n'évolue pas et représente toujours 19 % du total renouvelable de la production électrique. La production géothermique augmente elle très légèrement, avec 116 GWh supplémentaires (6,6 TWh en 2015), et la contribution des énergies marines renouvelables, essentiellement due à l'usine marémotrice de la Rance en France, gagne quelque 11 GWh en 2016.

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 donner un indicateur plus représentatif des efforts réalisés par chaque État-membre. Il est également plus précis car il prend en compte une estimation de l'électricité renouvelable produite par le biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel et n'intègre que la production d'électricité issue de biomasse liquide certifiée durable. La production normalisée de l'hydraulique ainsi retenue a été de 350 TWh en 2016 (349,6 TWh en 2015) et celle de l'éolien a été de 311,2 TWh (285,3 TWh en 2015). La production totale d'électricité (conventionnelle et renouvelable) actualisée des productions normalisées éolienne et hydraulique est en légère augmentation en 2016 (+ 0,7 %). Elle atteint 3 243,1 TWh en 2016 contre 3 219,3 TWh en 2015. L'évolution de la production totale d'électricité "normalisée" renouvelable augmente plus rapidement (+ 3,5 % entre 2015 et 2016), de 927,6 TWh à 959,9 TWh (comparée à une croissance de 6,5 % entre 2014 et 2015). Cette évolution permet une augmentation de la part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité, qui passe ainsi de 28,8 % en 2015 à 29,6 % en 2016 (+ 0,8 point de pourcentage). En prenant 2005 comme année de référence (14,8 %), la part de l'électricité renouvelable "norma-

## 2

Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité des pays de l'Union européenne en 2015 et en 2016



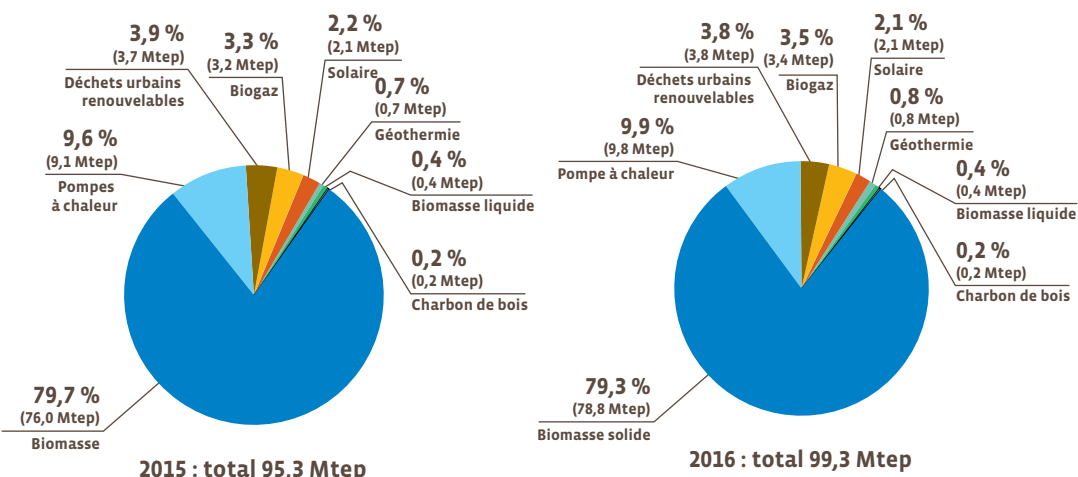
\* Année 2016 pour la Grèce estimée par Eurostat.

Note de calcul : la production hydraulique est normalisée et exclut le pompage. La production éolienne est également normalisée. Le solaire inclut le photovoltaïque et le solaire thermodynamique. Les autres énergies renouvelables comprennent la production d'électricité à partir de biocombustibles gazeux et liquides, de déchets municipaux renouvelables, de géothermie et de marée, de vague et d'océan. Source : SHARES 2016, publié le 26 janvier 2018



## 3

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



Source : EurObserv'ER 2017

lisée" a ainsi été multipliée exactement par deux. En prenant en compte cette période de référence (entre 2005 et 2016), on peut constater que l'augmentation de la part renouvelable a été significative dans beaucoup de pays de l'Union européenne, avec des modifications en profondeur du mix de production électrique. Les augmentations les plus importantes sont à mettre à l'actif du Danemark (+ 29,1 points de pourcentage), du Portugal (+ 26,4 points), de l'Allemagne (+ 21,7 points), du Royaume-Uni (+ 20,5 points), de l'Irlande (+ 19,9 points), de l'Italie (+ 17,7 points) et de l'Espagne (+ 17,5 points). La part de l'électricité renouvelable a par contre faiblement augmenté dans des pays comme la Hongrie (+ 2,8 points), la Slovénie (+ 3,4 points), le Luxembourg (+ 3,5 %), la France (+ 5,5 points), les Pays-Bas (+ 6,2 points).

Le graphique 2 montre que la part de l'électricité renouvelable peut être extrêmement variable selon le potentiel et les politiques de soutien aux énergies renouvelables des États membres. La production renouvelable est majoritaire dans les cinq premiers pays du classement : Autriche (72,6 % en 2016), Suède (64,9 %), Portugal (54,1 %), Danemark (53,7 %) et Lettonie (51,3 %). Elle reste en revanche inférieure à 10 %

dans les quatre pays de queue : Chypre, Hongrie, Luxembourg et Malte.

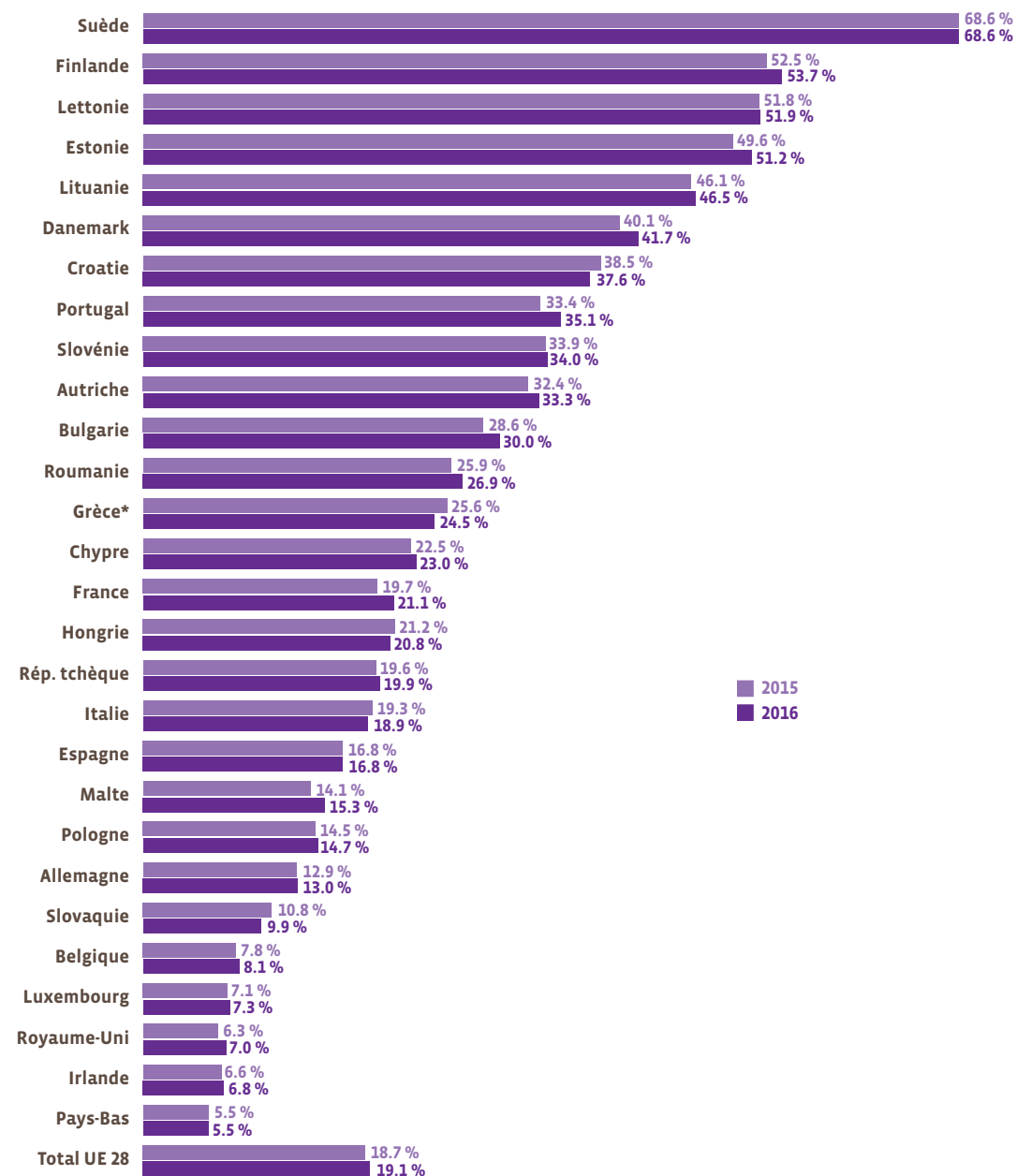
#### PRÈS DE 100 MTEP DE CHALEUR RENOUEVABLE

Selon les données fournies par Eurostat dans le cadre de son outil de calcul SHARES, la contribution principale sur le plan des énergies renouvelables en 2016 est à mettre à l'actif du secteur de la chaleur et du rafraîchissement. Ce secteur regroupe à la fois l'énergie directement consommée par l'utilisateur final non issue du secteur de la transformation (ex. : la consommation de bois énergie des ménages utilisé dans les appareils de chauffage domestique), la chaleur dérivée issue de centrales de chauffage et de cogénération et la production renouvelable restituée par les pompes à chaleur. La production de chaleur et de rafraîchissement a ainsi contribué à hauteur de 99,3 Mtep en 2016, soit une croissance de 4,2 % (4 Mtep supplémentaires). Cette augmentation est inférieure à celle enregistrée en 2015 où 5,7 Mtep avaient été ajoutés (+ 6,2 % entre 2014 et 2015 à 95,3 Mtep).



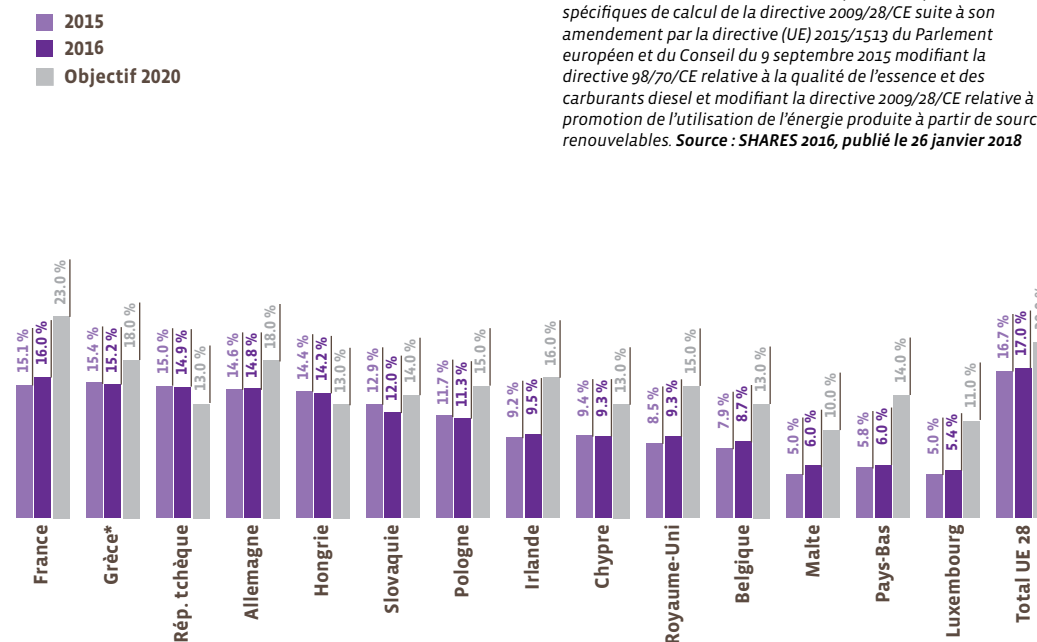
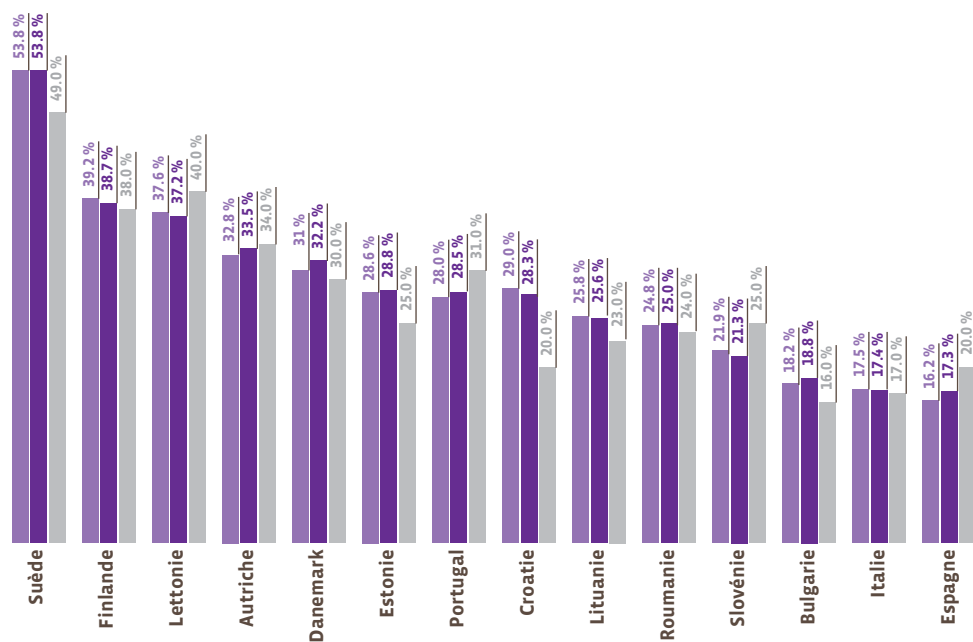
## 4

Part des énergies renouvelables dans la chaleur et le rafraîchissement des pays de l'Union européenne en 2015 et en 2016



\* Année 2016 pour la Grèce estimée par Eurostat.  
Source : SHARES 2016, publié le 26 janvier 2018

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2015 et 2016 et objectif 2020



\* Année 2016 pour la Grèce estimée par Eurostat.

L'outil de suivi SHARES 2016 tient compte des dispositions spécifiques de calcul de la directive 2009/28/CE suite à son amendement par la directive (UE) 2015/1513 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 modifiant la directive 98/70/CE relative à la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Source : SHARES 2016, publié le 26 janvier 2018

Les variations de la consommation de chaleur renouvelable doivent s'analyser en tendance. En effet, la succession d'années et d'hivers doux en Europe, conséquence mesurable du réchauffement climatique, a pour effet de brouiller la lecture de l'impact des politiques mises en place pour promouvoir l'utilisation de chaleur renouvelable, les besoins de chauffage étant directement corrélés avec le niveau moyen des températures. Un autre élément important à prendre en compte dans l'évolution et l'analyse du suivi de la chaleur renouvelable est l'amélioration du suivi par le biais de nouvelles études, notamment de nouvelles enquêtes sur la consommation de bois énergie des ménages, ou un meilleur suivi de la quantité d'énergie renouvelable produite par les pompes à chaleur, notamment les PAC réversibles aérothermiques de type air-air qui, il y a encore peu de temps, n'étaient pas prises en compte dans les comptabilités énergies renouvelables de certains pays d'Europe du Sud. À noter qu'indépendam-

ment des conditions climatiques, les efforts liés à une meilleure isolation des bâtiments et une meilleure efficacité énergétique des appareils ou centrales de chauffage utilisant des énergies renouvelables permet de mieux valoriser énergétiquement la consommation d'énergie primaire renouvelable.

En regardant de près l'évolution par filière, l'augmentation s'explique essentiellement pour une contribution supplémentaire de biomasse solide (+ 2,7 Mtep) et dans une moindre mesure des filières pompes à chaleur (+0,7 Mtep) et biogaz (+0,3 ktep). Les contributions supplémentaires des filières solaire thermique, géothermie et déchets municipaux renouvelables sont plus faibles, inférieures à 0,1 Mtep.

Selon les calculs d'EurObserv'ER, la répartition entre les différentes filières de chaleur renouvelable a faiblement évolué entre 2015 et 2016 (graphique 3). La

biomasse solide demeure la principale source de chaleur renouvelable (79,3 % du total 2016), soit une consommation de 78,8 Mtep. Les pompes à chaleur, qu'elles soient aérothermiques ou géothermiques, constituent la deuxième source de chaleur renouvelable de l'Union européenne, avec une part de 9,9 % et une production de 9,8 Mtep. Suivent les déchets urbains renouvelables (part de 3,8 % et production de 3,8 Mtep), le biogaz (3,5 %, 3,4 Mtep), le solaire (2,1 %, 2,1 Mtep), la géothermie (0,8 %, 0,8 Mtep) et la biomasse liquide (0,4 %, 0,4 Mtep).

Compte tenu de l'augmentation totale de la consommation de chaleur, qui est passée de 510,2 Mtep en 2015 à 521 Mtep en 2016 (+ 2,1 %), la part de la chaleur renouvelable a atteint 19,1 %, soit un gain de 0,4 point de pourcentage par rapport à la situation de 2015. En prenant 2005 comme année de référence (10,9 %), le gain passe à 8,1 point de pourcentage.

Sur la période 2005-2016, les plus fortes progressions dans la part de la chaleur renouvelable sont à mettre à l'actif de l'Estonie (+ 19 points), du Danemark (+ 18,9 points), de la Lituanie (+ 17,2 points), de la Suède (+ 16,7 points), de la Bulgarie (+ 15,7 points), de la Slovaquie (+ 15,1 points) et de la Finlande (+ 14,6 points). En revanche, parmi les pays qui ont observé les plus faibles progressions, on trouve : le Portugal (+ 3 points), les Pays-Bas (+ 3 points), l'Irlande (+ 3,3 points), le Luxembourg (+ 3,7 points) et la Pologne (+ 4,5 points).

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

## 6

Part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation brute d'énergie finale en 2015 et 2016 et trajectoire indicative

Pays	2015	2016	Trajectoire indicative 2015-2016
Suède	53,8 %	53,8 %	43,9 %
Finlande	39,2 %	38,7 %	32,8 %
Lettonie	37,6 %	37,2 %	35,9 %
Autriche	32,8 %	33,5 %	28,1 %
Danemark	31,0 %	32,2 %	22,9 %
Estonie	28,6 %	28,8 %	21,2 %
Portugal	28,0 %	28,5 %	25,2 %
Croatie	29,0 %	28,3 %	15,9 %
Lituanie	25,8 %	25,6 %	18,6 %
Roumanie	24,8 %	25,0 %	20,6 %
Slovénie	21,9 %	21,3 %	20,1 %
Bulgarie	18,2 %	18,8 %	12,4 %
Italie	17,5 %	17,4 %	10,5 %
Espagne	16,2 %	17,3 %	13,8 %
France	15,1 %	16,0 %	16,0 %
Grèce*	15,4 %	15,2 %	11,9 %
République tchèque	15,0 %	14,9 %	9,2 %
Allemagne	14,6 %	14,8 %	11,3 %
Hongrie	14,4 %	14,2 %	8,2 %
Slovaquie	12,9 %	12,0 %	10,0 %
Pologne	11,7 %	11,3 %	10,7 %
Irlande	9,2 %	9,5 %	8,9 %
Chypre	9,4 %	9,3 %	7,4 %
Royaume-Uni	8,5 %	9,3 %	7,5 %
Belgique	7,9 %	8,7 %	7,1 %
Malte	5,0 %	6,0 %	4,5 %
Pays-Bas	5,8 %	6,0 %	7,6 %
Luxembourg	5,0 %	5,4 %	5,4 %
<b>Total UE 28</b>	<b>16,7 %</b>	<b>17,0 %</b>	-

\* Année 2016 pour la Grèce estimée par Eurostat.

L'outil de suivi SHARES 2016 tient compte des dispositions spécifiques de calcul de la directive 2009/28/CE suite à son amendement par la directive (UE) 2015/1513 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 modifiant la directive 98/70/CE relative à la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Source : SHARES 2016, publié le 26 janvier 2018



majoritaire ou presque dans les pays d'Europe du Nord (68,6 % en Suède, 53,7 % en Finlande) et dans les pays baltes (51,9 % en Lettonie, 51,2 % en Estonie et 46,5 % en Lituanie). Elle est par contre fortement minoritaire dans les pays du Benelux (8,1 % en Belgique, 7,3 % au Luxembourg et 5,5 % aux Pays-Bas) et dans les îles britanniques (6,8 % en Irlande et 7 % au Royaume-Uni).

#### À TROIS POINTS DE L'OBJECTIF DE 2020

En 2016, l'Union européenne a franchi un nouveau palier vers l'atteinte de l'objectif principal de 2020 de la directive relative aux énergies renouvelables. Selon Eurostat, la part de l'énergie provenant de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie a atteint 17 % dans l'Union européenne en 2016, soit exactement le double de son niveau de 2004 (8,5 %), première année pour laquelle les données étaient disponibles. L'Union européenne n'est plus qu'à 3 points de son objectif de 2020, sachant que

cette part devra atteindre au moins 27 % en 2030, peut-être plus en cas d'un nouvel accord entre le Parlement et le Conseil européen dans le cadre de l'adoption du prochain paquet climat énergie (voir plus loin).

Bien que la part des énergies renouvelable soit en constante augmentation, les gains ont été moins importants ces deux dernières années. Ils sont passés de 0,94 point de pourcentage en 2014 à 0,55 en 2015 et à 0,37 en 2016. Le gain aurait pu être plus faible, 0,1 point en moins, sans la prise en compte pour la première fois de la production de biocarburants certifiés durables en Espagne, cette dernière n'ayant pas été comptabilisée les années précédentes faute de mise en place du suivi réglementaire.

Il convient de préciser que chaque État-membre dispose d'un objectif propre, tenant compte des diffé-



rences de situation de départ ainsi que des potentiels d'énergies renouvelables et des performances économiques. En effet, les situations des pays membres peuvent être très différentes selon leurs dotations naturelles en sources d'énergie renouvelable. Les grands pays forestiers et/ou disposant d'un haut potentiel hydroélectrique sont naturellement avantagés. C'est le cas de la Suède dont la part de la consommation brute d'énergie finale provenant de sources renouvelables est majoritaire, soit 53,8 % en 2016. Trois autres pays produisent plus du tiers de leur consommation d'énergie finale avec des sources renouvelables, soit la Finlande (38,7 %), la Lettonie (37,2 %) et l'Autriche (33,5 %), le Danemark étant très proche de ce groupe avec une part de 32,2 %. À l'autre extrémité, sept pays disposent d'une part inférieure à 10 %, soit l'Irlande (9,5 %), le Royaume-Uni (9,3 %), Chypre (9,3 %), la Belgique (8,7 %), les Pays-Bas (6 %), Malte (6 %) et le Luxembourg (5,4 %).

Un point d'étape de l'année 2016 montre que la plupart des pays sont en ligne avec leur objectif, c'est-à-dire que soit leur objectif a déjà été atteint, soit les pays sont en ligne avec leur trajectoire indicative définie par la directive relative aux énergies renouvelables. Parmi les 28 États membres de l'Union européenne, onze ont déjà atteint le niveau requis pour réaliser leurs objectifs nationaux 2020 respectifs: la Bulgarie, la République tchèque, le Danemark, l'Estonie, la Croatie, l'Italie, la Lituanie, la Hongrie, la Roumanie, la Finlande et la Suède. En outre, l'Autriche est à moins de 1 point de pourcentage de son objectif 2020. Les pays les plus éloignés de leurs objectifs sont les Pays-Bas (à 8 points de leur objectif national), la France (à 7 points), l'Irlande (à 6,5 points), le Royaume-Uni (à 5,7 points) et le Luxembourg (à 5,6 points). En tenant compte cette fois de la trajectoire indicative 2015-2016 fixée par la directive énergie renouvelable pour chaque pays, seuls les Pays-Bas sont en retard (de 1,6 point). La France et le Luxembourg sont en 2016 au seuil le plus bas de leur trajectoire 2015-2016, profitant du fait que le pourcentage de la trajectoire indicative ne change que tous les deux ans. Le nouveau pourcentage de la trajectoire indicative défini pour les années 2017 et 2018 nécessitera un redoublement des efforts de ces deux pays pour qu'ils soient en ligne avec leurs objectifs de 2020.

Pour l'atteinte de l'objectif de 2020, le rythme de croissance actuelle à l'échelle de l'Union européenne est

insuffisant. Alors qu'il est tombé à 0,4 point en 2016, il devra être d'au moins 0,75 point chaque année entre 2017 et 2020. Cependant, si certains pays montrent des difficultés à atteindre leur objectif national, l'objectif commun de 20 % reste très largement à la portée de l'Union européenne. Cela est d'autant plus vrai que la politique énergétique de certains pays, notamment du nord de l'Europe, devrait les amener à fortement dépasser leur objectif.

À plus long terme, le Parlement européen a comme volonté d'insuffler une nouvelle dynamique dans le cadre de l'élaboration du prochain paquet énergie climat. Le 17 janvier 2018, les députés européens se sont mis d'accord pour négocier avec les gouvernements de nouveaux objectifs plus ambitieux pour 2030 que les 27 % d'énergie renouvelable du projet de directive actuellement proposé par la Commission européenne. Dans le nouveau projet législatif, les députés se sont déclarés favorables à ce que la part des énergies renouvelables représente 35 % de la consommation d'énergie dans l'UE en 2030. Cet objectif commun serait associé à des objectifs nationaux indicatifs, desquels les États membres pourraient s'écarter d'un maximum de 10 % sous certaines conditions. Les négociations finales avec le Conseil européen vont enfin pouvoir démarrer, ce dernier ayant adopté le 18 décembre 2017 sa position sur la mise en place d'une nouvelle directive visant à promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables dans l'ensemble de l'UE, avec un objectif visant à ce que la part des énergies renouvelables soit d'au moins 27 % de sa consommation énergétique globale d'ici à 2030. ■



# INDICATEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Le chapitre suivant met en lumière la dimension socio-économique des énergies renouvelables pour l'ensemble des 28 États membres et pour les années 2015 et 2016. Les chiffres affichés pour l'année 2015 sont différents de

ceux qui avaient été publiés dans l'édition 2016 de "L'état des énergies renouvelables en Europe" car la méthodologie a été revue en profondeur (voir ci-dessous).

## Note méthodologique

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

La nouvelle approche méthodologique repose sur une évaluation de l'activité économique de chaque secteur renouvelable couvert, activité qui est ensuite exprimée en équivalent temps plein (ETP). Cette nouvelle approche met l'accent sur les flux financiers provenant de quatre activités distinctes :

1. l'investissement dans de nouvelles installations ;
2. les activités d'exploitation et maintenance des unités existantes, comprenant les unités nouvellement mises en place ;

3. la production et le commerce des équipements liés aux énergies renouvelables ;
4. la production et le commerce des combustibles biomasses.

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

- les données sur l'emploi présentées dans chaque filière font référence à l'**emploi brut**, c'est-à-dire qu'elles ne tiennent pas compte des impacts dans les secteurs énergétiques non renouvelables ni de la réduction des dépenses dans d'autres secteurs ;
- **les données portent à la fois les emplois directs et indirects.** L'emploi direct comprend 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 ressource biomasse. L'emploi indirect concerne des activités secondaires telles que la fourniture de matériels ou de machines outils aux industries de la filière, le transport des équipements ou d'autres activités de service ;
- les indicateurs économiques des filières biomasse **incluent les activités situées en amont dans la filière agricole et sylvicole ;**
- les chiffres d'affaires sont exprimés en millions d'euros courants (M€). Les données qui proviennent de pays n'appartenant pas à la zone euro ont été converties en euros, sur la base des taux de conversion annuels moyens, pour 2016, publiés par Eurostat ;
- en prenant en considération la précision des données, les indicateurs socio-économiques ont été arrondis à la centaine près pour l'emploi et à 10 millions d'euros près pour le chiffre d'affaires.

Compte tenu de l'évolution méthodologique, les chiffres 2015 de l'emploi et du chiffre d'affaires publiés dans "L'état des énergies renouvelables en

Europe" ont été réévalués pour la présente édition afin de disposer de séries cohérentes en 2015 et 2016 pour toutes les filières renouvelables, au sein de l'Union européenne.

Les données relatives à l'emploi et au chiffre d'affaires ont été obtenues à partir d'un modèle évolutif qui peut donner lieu à de nouveaux développements et à des améliorations. L'un des défis à relever, lors de la mise en place d'un modèle, concerne l'intégration des nombreuses remarques formulées par les experts en modélisation, les secteurs des énergies renouvelables, les décideurs politiques et les représentants des pays. Par conséquent, la méthodologie utilisée sera enrichie dans les mois à venir en y intégrant les améliorations des données présentées dans la version actuelle.

**Le chapitre socio-économique de la présente édition inclut un nouvel indicateur : l'effet sur l'emploi dans la chaîne des combustibles fossiles. Il se base sur la substitution d'énergies fossiles par des sources renouvelables. Cet indicateur ne prend en compte que les emplois directs dans les secteurs fossiles.**

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





## L'ÉOLIEN

Au niveau de l'Union européenne, le secteur de l'éolien demeure un contributeur important à l'activité socio-économique. Avec un **chiffre d'affaires** estimé à **39,2 milliards d'euros en 2016** (en baisse de 1 milliard par rapport aux 40,2 milliards d'euros de 2015), EurObserv'ER évalue sa main-d'œuvre à **309 000 personnes** pour la même année, contre 315 900 en 2015. Cela représente 23 % de l'emploi total lié aux énergies renouvelables dans l'Union européenne, en 2016. Le nouveau modèle utilisé dans le présent chapitre pour évaluer les indicateurs socio-économiques intègre les investissements dans de nouvelles installations, les activités d'exploitation-maintenance pour les turbines existantes et celles nouvellement installées, et la production et le commerce des équipements d'énergie renouvelable. Cela a été évalué à la fois pour l'éolien terrestre et pour l'offshore.

Avec un niveau d'emploi estimé à **121 700** équivalents temps plein (ETP) et un chiffre d'affaires de 16 milliards d'euros, le secteur allemand de l'énergie éolienne

demeure le leader européen, concentrant 39 % de l'emploi européen de la filière. Ces résultats sont cohérents avec les chiffres du groupe de travail allemand sur les statistiques des énergies renouvelables (AGEE-Stat), qui annonce des investissements de 10,1 milliards d'euros pour 2016 et une nouvelle relance de l'activité économique avec 2,3 milliards d'euros provenant de l'exploitation des éoliennes. Le pays se caractérise par d'importantes activités offshore, combinées à un solide secteur de fabrication d'équipements, ce qui se traduit par des résultats commerciaux significatifs. Cependant, malgré une bonne performance du marché allemand en 2016 (4 625 MW de puissance éolienne terrestre nouvellement raccordée), l'emploi total dans le secteur a connu une baisse significative (22 %) par rapport à 2015. Ce phénomène est principalement dû au ralentissement du secteur offshore, dont l'activité nécessite beaucoup plus de capitaux que l'éolien terrestre. En 2017, les chiffres de l'emploi devraient s'améliorer. En effet, le BWE (association allemande de l'énergie éolienne) s'attend, pour



2017, à un niveau d'installation de l'éolien terrestre compris entre 4 500 et 5 000 MW. Quant à l'éolien offshore, et compte tenu des projets en cours, EurObserv'ER peut annoncer une nette reprise du rythme des installations pour cette même année.

Le **Royaume-Uni** vient en deuxième position avec **42 900 emplois**, soit environ 13 % de l'emploi global du secteur, et un chiffre d'affaires de **4,5 milliards d'euros**. La dynamique observée en 2016 est similaire à celle de l'Allemagne (réduction de 69 % du marché offshore combinée à la montée en puissance de l'éolien terrestre, dont le marché a presque triplé en 2016). Il y a cependant une différence puisque le marché du Royaume-Uni affiche une croissance nette, ce qui a un effet positif sur l'emploi (croissance estimée à 26 %). Ensuite vient le **Danemark**, avec une main-d'œuvre estimée à **26 610 personnes** et un chiffre d'affaires de **4,5 milliards d'euros**. Le pays a été, à bien des égards, un pionnier de





## Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Allemagne	155 200	121 700	20 030	16 060
Royaume-Uni	34 100	42 900	3 670	4 490
Danemark	29 100	26 600	5 010	4 600
Espagne	22 000	23 500	2 660	2 820
Pays-Bas	10 300	21 500	1 340	2 680
France	10 800	18 800	1 610	2 790
Pologne	12 100	11 400	830	790
Portugal	3 600	6 400	320	500
Italie	9 400	6 300	1 360	950
Suède	5 100	4 900	1 040	1 010
Irlande	3 200	4 200	350	440
Grèce	2 200	3 700	190	300
Finlande	2 500	3 500	370	520
Roumanie	2 500	2 500	150	150
Belgique	2 300	2 300	450	450
Autriche	3 000	1 700	450	280
Estonie	1 600	1 600	90	90
Lituanie	2 600	1 600	90	60
République tchèque	900	900	60	60
Croatie	1 400	900	70	50
Hongrie	800	800	40	50
Bulgarie	500	600	30	30
Luxembourg	<100	200	<10	30
Chypre	200	<100	20	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Slovénie	<100	<100	<10	<10
Slovaquie	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE 28</b>	<b>315 900</b>	<b>309 000</b>	<b>40 280</b>	<b>39 250</b>

Source : EurObserv'ER 2017

l'industrie éolienne, mais depuis près d'une décennie, son marché intérieur de l'éolien terrestre est saturé. L'activité est soutenue par des opérations de renouvellement du parc, l'installation de centrales offshore et l'activité de fabricants nationaux tels que Vestas, qui figure toujours parmi les principaux acteurs mondiaux.

Ces pays dynamiques se heurtent à l'apathie qui prévaut sur certains autres marchés de l'Union européenne. Ainsi, l'Espagne, qui se classe deuxième pays européen pour la puissance installée, n'a mis en service que quelques dizaines de MW depuis janvier 2012 (38,2 MW en 2016), après avoir imposé un moratoire sur les aides aux énergies renouvelables.

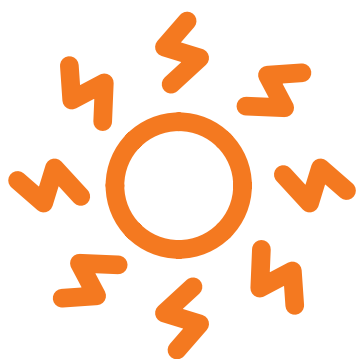
Cependant, le secteur espagnol génère un chiffre d'affaires significatif (2 817 millions) et totalise quelque 23 550 emplois. Le secteur peut compter sur des entreprises telles que Gamesa (9 400 employés en 2016), qui figurent parmi les plus grands fabricants et exportateurs européens.

**Les Pays-Bas**, qui ont connu une dynamique de marché prometteuse et un doublement de l'emploi dans le secteur éolien, et notamment dans son segment offshore, se classent au cinquième rang en terme d'emploi, avec **21 500 ETP** (soit 7 % de l'emploi européen du secteur) et affichent un chiffre d'affaires de près de **2,7 milliards d'euros**. La puissance offshore additionnelle y a quadruplé en 2016, tandis que les

nouveaux parcs éoliens terrestres ont diminué de moitié par rapport à l'année précédente.

Malgré la baisse de l'emploi dans l'éolien au niveau de l'Union européenne, le secteur a des raisons de rester optimiste. Le scénario de croissance forte, publié par WindEurope (l'Association européenne de l'énergie éolienne), mise sur 366 000 emplois d'ici 2030 sur la base de politiques ambitieuses. De même, l'évolution récente des installations au niveau mondial pourrait bénéficier aux acteurs de l'industrie éolienne européenne s'ils parviennent à s'implanter sur de nouveaux marchés émergents, en Asie, en Amérique du Sud ou en Afrique. ■





## LE PHOTOVOLTAÏQUE

L'Union européenne continue de perdre du terrain sur le marché mondial du photovoltaïque. Ainsi, en 2016, la puissance nouvellement raccordée a diminué de 22,7 % par rapport à l'année précédente. Les modestes chiffres de raccordement du Royaume-Uni sont en grande partie responsables de cette baisse. Cependant, plus généralement, les marchés européens sont en pleine phase de transition, dans l'attente de nouveaux dispositifs de soutien à la production d'électricité renouvelable. Ces derniers ont été décrits dans les nouvelles lignes directrices de la Commission européenne établies en 2014. Elles visent à promouvoir une meilleure intégration des énergies renouvelables dans le système électrique en les soumettant à une réglementation fondée sur la logique du marché. Ces changements ont principalement influé sur le développement de centrales électriques de moyenne et grande capacité qui constituent le pilier de la croissance européenne. Globalement, l'industrie photovoltaïque européenne représentait en 2016

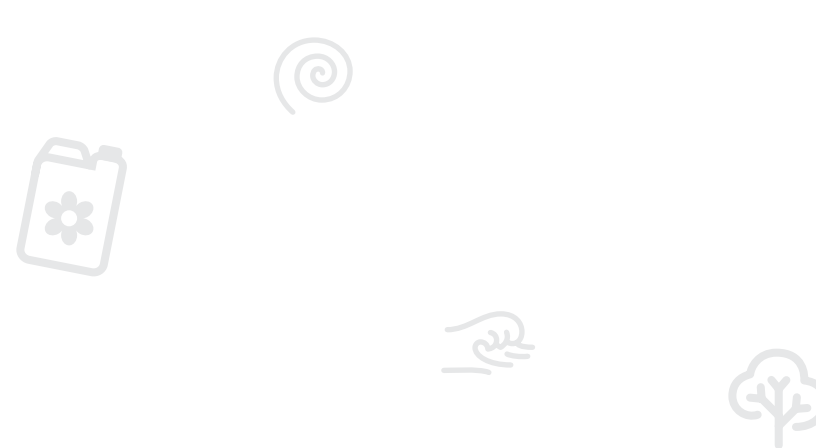
un marché de **10,7 milliards d'euros** (contre 12,6 milliards en 2016) et une main-d'œuvre de **95 900 personnes** (contre 104 300 en 2015).

Pour la troisième année consécutive, le **Royaume-Uni** arrive en tête des pays européens dans ce secteur. Cependant, selon les chiffres publiés dans le baromètre EurObserv'ER photovoltaïque d'avril 2017, la puissance solaire photovoltaïque a **augmenté de 2,4 GW en 2016**, soit une baisse de 36,9 % du nombre de raccordements par rapport à l'année précédente. Conformément à cette tendance, EurObserv'ER estime la main-d'œuvre britannique à 29 000 personnes, soit 21 % de moins qu'en 2015. Le chiffre d'affaires connaît une évolution similaire avec une activité évaluée à 2,8 milliards d'euros en 2016, contre 3,5 milliards en 2015.

**L'Allemagne** arrive en deuxième position avec **27 100 ETP**, représentant 28 % de l'emploi du secteur au niveau de l'Union européenne. En 2015 et 2016, le marché allemand a nettement reculé (davantage que celui du

Royaume-Uni), mais l'impact de cette tendance sur l'emploi est plus modéré en raison de la puissance du parc allemand (premier parc européen avec 40,9 GW contre 11,9 GW au Royaume-Uni fin 2016), ce qui induit des retombées plus importantes dans l'exploitation-maintenance. Le chiffre d'affaires estimé du secteur allemand (**3,4 milliards d'euros**) est conforme aux prévisions du ministère de l'Énergie (B MWi) qui prévoyait 1,6 milliard d'euros dans les nouveaux investissements et 1,5 milliard d'euros dans l'activité économique liée à l'exploitation des centrales photovoltaïques.

Vient ensuite **l'Italie**, avec un effectif de **10 700 personnes**, soit 11 % de l'emploi du secteur photovoltaïque à l'échelle de l'Union européenne. La croissance du marché italien entre 2015 et 2016 a eu un effet positif sur l'emploi, avec quelque 700 ETP de plus en 2016. Avec une main-d'œuvre de **5 200 personnes**, la France contribue à hauteur de 5 % à l'emploi européen dans ce secteur.





Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Royaume-Uni	36 800	29 000	3 540	2 810
Allemagne	32 200	27 100	4 020	3 400
Italie	10 000	10 700	1 310	1 400
France	10 400	5 200	1 410	710
Pays-Bas	4 200	4 700	490	560
Belgique	1 300	2 400	240	440
Espagne	3 000	2 200	290	220
Hongrie	1 800	2 000	80	90
Roumanie	1 800	1 800	80	90
République tchèque	2 100	1 700	130	110
Pologne	1 200	1 500	80	90
Autriche	1 500	1 300	230	190
Danemark	1 900	1 200	300	200
Grèce	1 200	1 100	100	90
Bulgarie	700	800	30	30
Portugal	800	700	50	40
Finlande	500	400	100	80
Slovaquie	200	400	20	20
Lituanie	<100	300	<10	10
Suède	300	300	50	60
Slovénie	300	300	20	20
Estonie	100	200	<10	10
Chypre	100	<100	<10	<10
Croatie	400	<100	20	<10
Irlande	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Malte	200	100	10	<10
<b>Total UE</b>	<b>113 400</b>	<b>95 900</b>	<b>12 660</b>	<b>10 730</b>

Source : EurObserv'ER 2017



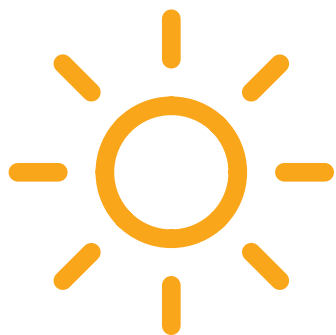
Cependant, le marché français s'est contracté fortement, ce qui s'est traduit par une réduction de près de moitié du nombre d'emplois et du chiffre d'affaires, entre 2015 et 2016.

Bien que de nombreuses entreprises européennes du secteur soient actives à l'échelle mondiale, nous assistons actuellement au déplacement de la création de valeur d'Europe vers les marchés émergents, situés principalement en Asie de l'Est et du Sud-Est. Le Japon, la Chine et l'Inde sont désormais les épicycles de l'activité et de la création d'emploi dans le secteur photovoltaïque. Malgré

une certaine stabilisation des nouvelles installations sur plusieurs marchés de l'Union européenne, rien ne laisse présager une inversion de tendance. Cependant, le marché photovoltaïque européen se différencie du marché asiatique par de nombreux autres aspects. Le secteur est en train de s'adapter à une nouvelle structure de marché, où les "prosumers" (producteurs-consommateurs) joueront un rôle de plus en plus important. Ce mouvement est motivé à la fois par une initiative écocitoyenne qui consiste à vouloir produire localement l'électricité nécessaire aux besoins locaux, mais également

par un intérêt économique. En effet, les consommateurs ont tout intérêt à produire leur propre électricité pour un prix inférieur au prix facturé par le réseau, et à vendre le surplus d'électricité produite sur le marché de l'électricité. La Commission européenne, via la présentation de son "paquet énergie propre" en novembre 2016, souhaite encourager et formaliser la mise en œuvre de ce cadre. ■





## LE SOLAIRE THERMIQUE ET HÉLIOTHERMODYNAMIQUE

Depuis 2009, le marché de l'énergie solaire thermique de l'Union européenne s'est contracté en moyenne de 6,9 % chaque année. Le segment du solaire thermique dédié à la production de chaleur (eau chaude sanitaire et chauffage) s'est de nouveau contracté de 4,6 % en 2016, atteignant 2,6 millions de m<sup>2</sup>, un chiffre très éloigné du pic atteint en 2008 avec plus de 4,6 millions de m<sup>2</sup>. La filière est directement impactée par le faible prix du pétrole et du gaz naturel et par des politiques de subventions fluctuantes ou à la baisse, dans plusieurs pays européens. Pour compenser la mauvaise performance du segment résidentiel, la filière mise sur le développement du solaire collectif qui comprend la chaleur solaire industrielle et les réseaux de chaleur. La filière solaire thermique, pour l'ensemble de l'Union européenne, totaliserait **29 000 emplois en 2016** (30 200 en 2015, - 6 %) pour un chiffre d'affaires en baisse d'environ 1 % (de 3,4 milliards d'euros en 2015 à **3,3 milliards d'euros en 2016**). Ces chiffres comprennent également les technologies héliothermodynamiques pour la production

d'électricité, mais seuls quelques pays européens opèrent dans ce secteur spécifique.

En ce qui concerne l'emploi, **l'Espagne** arrive en tête des pays européens. À fin 2016, EurObserv'ER évalue la main-d'œuvre du secteur espagnol du solaire thermique et de l'héliothermodynamique à **8 000 travailleurs** pour un **chiffre d'affaires de 975 millions d'euros**. Ce résultat est tout à fait cohérent avec l'exploitation-maintenance des centrales héliothermodynamiques mises en œuvre dans le pays (2,3 GW), qui représentent plus de 98 % du parc total des centrales en exploitation en Europe. Cependant, l'emploi et le chiffre d'affaires ont baissé en 2016 en raison du déclin du marché solaire thermique et de l'arrêt de l'activité héliothermodynamique, sachant qu'aucune nouvelle installation n'a eu lieu depuis 2013. Dans le secteur du chauffage solaire thermique, ce déclin s'explique par le ralentissement de la construction immobilière et l'arrêt des programmes de subventions régionaux. La concurrence des pompes à chaleur peut aussi expliquer ce phénomène.



**L'Allemagne** est un autre grand acteur du solaire thermique européen. Le pays dispose d'une solide industrie solaire, tout comme le Danemark, et a accueilli près de 30 % de la surface de capteurs nouvellement installés dans l'Union européenne en 2016. Avec une puissance additionnelle de 536 MWth (2016) et une puissance cumulée de 13 385 MWth, le pays détient, en même temps, la plus grosse part des emplois liés aux investissements. Cependant, l'ensemble des aides ciblant les segments résidentiel, collectif et le chauffage industriel n'a pas permis de soutenir l'activité allemande en 2016, où une baisse de 7,8 % a été observée. Ainsi, les **6 400 emplois** estimés en 2016, dans le solaire thermique, représentent une baisse de 12 % par rapport aux 7 200 emplois de 2015. Au cours de la même période, le chiffre d'affaires allemand du solaire thermique est passé de 875 à **765 millions d'euros**.

**Le Danemark** est l'un des rares pays où l'emploi et le chiffre d'affaires ont augmenté en 2016.



Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Espagne	8 400	8 000	1 010	980
Allemagne	7 200	6 400	870	760
Danemark	1 300	3 200	210	530
Autriche	2 600	2 000	420	330
Grèce	1 700	1 500	130	110
Italie	1 400	1 400	170	170
Bulgarie	1 500	1 300	40	40
Pologne	2 200	1 100	130	70
France	1 400	1 100	190	150
République tchèque	600	400	30	20
Hongrie	200	400	<10	20
Portugal	500	200	30	10
Royaume-Uni	200	200	20	10
Belgique	100	200	30	30
Roumanie	100	200	<10	<10
Croatie	200	100	<10	<10
Irlande	200	100	10	10
Pays-Bas	100	100	10	10
Chypre	100	100	<10	<10
Slovénie	<100	200	<10	<10
Suède	<100	<100	<10	20
Estonie	<100	<100	<10	<10
Finlande	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Lituanie	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Slovaquie	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE 28</b>	<b>30 900</b>	<b>29 000</b>	<b>3 450</b>	<b>3 380</b>

Source : EurObserv'ER 2017

La mise en œuvre de nombreuses applications de réseau de chaleur solaire constitue l'essentiel de la croissance du solaire danois. La ville de Silkeborg en est un bon exemple : avec une surface de capteurs de 156 694 m<sup>2</sup> (110 MWth), elle détient le record du plus grand réseau de chaleur solaire du pays (et du monde) depuis décembre 2016. Selon les estimations d'Eur-Observ'ER, la filière danoise emploie **3 200 personnes** et génère un **chiffre d'affaires de 525 millions d'euros**.

L'une des principales évolutions a été observée en **Pologne**, où le marché des chauffe-eaux solaires thermiques a diminué de plus de moitié entre 2015 et 2016, produisant un impact similaire sur l'emploi (de **2 200 en 2015 à 1 100 en 2016**) et sur le chiffre d'affaires du secteur (de **135 à 70 millions d'euros**). Plusieurs raisons expliquent

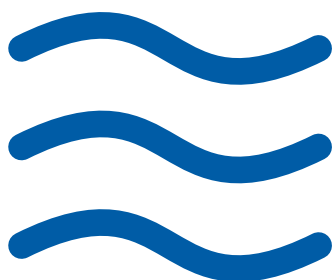
cette situation : la réduction des subventions, la baisse des prix du gaz, la concurrence des chauffe-eau électriques thermodynamiques et un intérêt accru pour les pompes à chaleur et le photovoltaïque.

Bien que le chauffage solaire continue de perdre du terrain, l'Union européenne s'efforce de conserver cette technologie dans la course. La Commission européenne rappelle que le chauffage et le refroidissement représentent 50 % de la demande énergétique de l'Union, et que 75 % de cette demande est satisfaite par les combustibles fossiles. L'absence de politique coordonnée sur la chaleur et le refroidissement renouvelables a conduit à la mise en place de marchés très fragmentés, limitant la confiance des investisseurs. L'un des changements potentiels pourrait être l'introduction d'un nouvel outil dédié pour stimuler

le déploiement de technologies de chaleur renouvelable telles que l'énergie solaire thermique. L'article 23 de la directive révisée propose que chaque État-membre s'efforce d'augmenter la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, à des fins de chauffage et de refroidissement, d'au moins 1 point de pourcentage chaque année (exprimé en tant que part nationale de la consommation finale d'énergie), et ce jusqu'en 2030. L'article 24 ouvre aux producteurs d'énergie renouvelable des droits d'accès aux réseaux de chaleur locaux et aux systèmes de refroidissement, ce qui offre des perspectives de développement importantes aux réseaux de chaleur solaire. Les professionnels du secteur ont accueilli favorablement cette feuille de route législative, mais ils attendent la mise en œuvre concrète de mesures réglementaires et incitatives. ■







## L'HYDROÉLECTRICITÉ

Concernant l'hydroélectricité, le champ couvert par l'analyse a évolué par rapport à la méthode utilisée les années précédentes. La nouvelle approche porte sur l'ensemble du secteur de l'hydroélectricité. En effet, les données fournies prennent en compte les grandes centrales hydroélectriques (d'une puissance installée supérieure à 10 MW) ainsi que les petites centrales (10 MW et moins). Cela se traduit par des dizaines de milliers d'emplois supplémentaires au sein de l'Union européenne, alors que les précédents indicateurs ne prenaient en compte que l'activité des petites centrales hydroélectriques.

EurObserv'ER évalue la main-d'œuvre à près de **75 900 personnes en 2016**, ce qui représente une baisse par rapport aux 94 800 emplois de 2015. La tendance est similaire pour le chiffre d'affaires, qui est passé de 9,5 à **8,6 milliards d'euros**. Ces résultats sont principalement attribuables au déclin observé de la progression des nouveaux sites, aussi bien du côté des grandes centrales hydroélectriques que des petites, et ce

dans la plupart des États membres de l'Union européenne. Bien que les sites hydroélectriques les plus favorables soient déjà exploités et que les nouveaux projets de construction se heurtent à de nombreuses contraintes réglementaires ou environnementales, le renouvellement des installations les plus anciennes permet de maintenir un niveau d'activité minimum.

**L'Italie, l'Espagne et la France** constituent le trio de tête européen en termes d'emploi. Ces pays ont en commun une puissance installée importante (de l'ordre de 20 GW ou plus) associée à une industrie hydroélectrique assez active.

L'Italie occupe la première place depuis des années, tant en termes de puissance installée que de retombées socio-économiques. En 2016, l'emploi dans les petites et grandes centrales hydroélectriques italiennes est estimé à **13 400 personnes** pour un **chiffre d'affaires de 1,8 milliard d'euros** (contre 19 100 emplois et 1,5 milliard d'euros l'année précédente), suite à la

baisse des activités d'installation. Pour **l'Espagne**, EurObserv'ER revoit son estimation à la baisse, aussi bien en termes d'emploi (**de 16 000 à 10 900 personnes**) que de **chiffre d'affaires (de 1,5 à 1,1 milliard d'euros)**. La **France**, quant à elle, affiche un effectif et un niveau d'activité stables, avec un peu plus de **10 000 emplois pour 1,5 milliard d'euros de chiffre d'affaires**. Pour **l'Allemagne**, l'emploi est estimé à la baisse (**de 6 300 en 2015 à 5 200 en 2016**) avec un léger recul du chiffre d'affaires (de 0,8 à **0,7 milliard d'euros**). En 2016, ces quatre pays totalisent plus de la moitié de l'emploi estimé dans le secteur de l'hydroélectricité au sein de l'Union européenne.

L'avenir de l'activité hydroélectrique se situe bien davantage du côté des petites centrales que des grands barrages. Une feuille de route exhaustive a été élaborée et coordonnée par l'ESHA (European Small Hydropower Association). Selon le rapport, la puissance installée dans la petite hydroélectricité







Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Italie	19 100	13 400	1 490	1 760
Espagne	16 000	10 900	1 520	1 080
France	10 500	10 200	1 510	1 460
Allemagne	6 300	5 200	790	650
Suède	5 800	4 800	1 140	940
Autriche	5 200	4 800	830	770
Roumanie	5 100	4 400	270	240
Portugal	7 200	3 800	450	260
Bulgarie	3 100	2 900	130	120
Royaume-Uni	2 500	2 200	270	240
République tchèque	1 900	1 700	120	110
Grèce	1 900	1 700	160	150
Croatie	1 800	1 600	100	90
Pologne	1 300	1 300	100	100
Slovaquie	1 300	1 300	90	90
Finlande	1 200	1 200	190	190
Lettonie	1 000	1 100	50	50
Slovénie	900	900	60	60
Lituanie	800	800	30	30
Luxembourg	500	500	70	70
Belgique	400	400	80	80
Irlande	400	200	30	20
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
<b>Total UE 28</b>	<b>94 800</b>	<b>75 900</b>	<b>9 540</b>	<b>8 620</b>

Source : EurObserv'ER 2017

pourrait atteindre 17,3 GW d'ici 2020, générant 59,7 TWh d'énergie, ce qui est supérieur aux prévisions des plans d'action nationaux en matière d'énergies renouvelables.

Sans surprise, les pays les plus prometteurs sont l'Italie, la France, l'Espagne, l'Autriche, le Portugal, la Roumanie et la Grèce. Cependant, cette évolution n'est pas non

plus garantie pour les cinq années à venir, car elle se heurte de façon croissante à la mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau et à un faible soutien politique. ■





## LA GÉOTHERMIE

L'énergie renouvelable qui, pendant de nombreuses années, a essentiellement été développée dans un petit nombre de pays européens, l'Italie arrivant en tête pour la production d'électricité et la France pour la production de chaleur. La situation a toutefois évolué ces dernières années avec le développement de cette filière par d'autres États membres. Aujourd'hui, **la Hongrie, l'Allemagne, la Roumanie, la Slovaquie, les Pays-Bas, la Bulgarie et la Pologne** se distinguent dans les statistiques relatives à la géothermie, optant principalement pour la production de chaleur. La production d'électricité est surtout développée par les pays présentant les potentiels géologiques les plus favorables, à savoir l'Italie, le Portugal, l'Allemagne, la France et l'Autriche.

Avec **8 600 emplois** estimés en 2016, l'énergie géothermique profonde est, en termes d'emploi et de chiffre d'affaires, le plus modeste des secteurs renouvelables développés dans l'Union européenne. Son activité a reculé

en 2016 avec une réduction significative du nombre d'emplois (12 200 en 2015) et un chiffre d'affaires également orienté à la baisse, puisqu'il est passé de 1,4 milliard à **950 millions d'euros** entre 2015 et 2016. La majeure partie de l'activité économique et de l'emploi repose sur l'exploitation-maintenance des installations existantes, qu'elles soient thermiques et/ou électriques.

**L'Italie**, avec 2 300 emplois estimés dans la géothermie profonde, conserve la première place au niveau européen. Avec une capacité opérationnelle nette de 767 MW, le pays représente plus de 90 % de la puissance totale de l'Union européenne. Cependant, l'emploi est en recul par rapport à 2015 en raison d'une baisse de la capacité géothermique nouvellement installée. Le chiffre d'affaires 2016 est estimé à **310 millions d'euros**, en diminution par rapport aux 450 millions d'euros de 2015. Suivent **l'Allemagne et la Hongrie**, avec une main-d'œuvre estimée à **1 200 personnes** pour chacun des deux pays. Dans ces deux États membres, l'énergie

géothermique est en grande partie dédiée à la production de chaleur et l'activité économique connaît une évolution positive, notamment en Allemagne où le chiffre d'affaires est passé de 80 à 150 millions d'euros entre 2015 et 2016.

En **France**, la main-d'œuvre a considérablement diminué (de 3 500 à **600 emplois** seulement en 2016). La raison de cette chute peut s'expliquer par la très faible capacité installée en 2016. En revanche, l'emploi dans l'exploitation-maintenance est resté stable. Parmi tous les autres États membres de l'Union européenne, seuls le **Danemark** et les **Pays-Bas** ont enregistré une tendance à la hausse. Aux Pays-Bas, le nombre d'emplois est passé de **400 à 500** et le chiffre d'affaires de **50 à 70 millions d'euros** en 2016. Au Danemark, le chiffre d'affaires est passé de 10 à **50 millions d'euros** pour 300 emplois dans la filière.

L'énergie géothermique profonde – comme la biomasse solide – est bien adaptée pour alimenter les réseaux de chaleur dans le sec-

### Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Italie	3 300	2 300	450	310
Allemagne	600	1 200	80	150
Hongrie	1 100	1 200	50	60
France	3 500	600	480	90
Pays-Bas	400	500	50	70
Danemark	< 100	300	< 10	50
Roumanie	200	200	10	10
Pologne	300	200	20	10
Bulgarie	600	200	20	< 10
Slovaquie	100	100	10	10
Slovénie	< 100	100	< 10	< 10
Autriche	300	< 100	40	10
Belgique	< 100	< 100	< 10	< 10
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
République tchèque	< 100	< 100	< 10	< 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
Portugal	< 100	< 100	< 10	< 10
Suède	< 100	< 100	< 10	< 10
Royaume-Uni	< 100	< 100	< 10	< 10
<b>Total UE 28</b>	<b>12 200</b>	<b>8 600</b>	<b>1 390</b>	<b>950</b>

Source : EurObserv'ER 2017

teur résidentiel. Cette propriété favorable reste en vigueur et l'avenir nous dira si l'énergie géo-

thermique profonde présente assez d'avantages concurrentiels pour bénéficier d'une croissance

supplémentaire et pour qu'une partie de son potentiel puisse être exploitée. ■



## LES POMPES À CHALEUR

Les estimations de l'emploi et du chiffre d'affaires présentées ci-dessous concernent l'activité des trois principaux segments des pompes à chaleur, à savoir l'ensemble des PAC géothermiques, des PAC hydrothermiques et des PAC aérothermiques. Ces dernières peuvent présenter de multiples variantes, notamment la PAC réfrigérante, principalement utilisée pour le rafraîchissement des locaux.

Grâce principalement à la croissance du secteur du bâtiment, tant en termes de construction neuve que de rénovation, presque tous les pays européens ont enregistré, en 2016, une augmentation de leur capacité nouvellement installée dans le secteur des pompes à chaleur. Dans l'ensemble de l'Union européenne, ce secteur est estimé à **249 400 ETP en 2016** (240 300 en 2015, + 4 %) pour un chiffre d'affaires en hausse d'environ 2 % (de 29,6 milliards d'euros en 2015 à **30,2 milliards d'euros en 2016**). L'Italie, l'Espagne, la France, l'Allemagne et la Suède comptabilisent la main-d'œuvre la plus nombreuse.



L'estimation du nombre d'emplois et du chiffre d'affaires a été calculée pour le secteur des pompes à chaleur dans son ensemble, incorporant ainsi uniquement l'impact des dépenses d'investissement pour les équipements nouvellement installés et l'impact des activités d'exploitation (sauf énergie d'appoint) et de maintenance (voir note méthodologique). Selon Eurostat, la fabrication de pompes à chaleur est en nette hausse dans l'Union européenne, ce qui explique en partie la croissance de l'emploi et du chiffre d'affaires entre 2015 et 2016.

Parmi tous les États membres, c'est **l'Italie** qui est le plus actif dans ce secteur, avec une main-d'œuvre estimée à **94 000 travailleurs en 2016**, en légère baisse par rapport aux 100 600 de 2015 (- 7 %). En termes de chiffre d'affaires, la tendance observée est similaire (- 6 %, de 13,1 à **12,3 milliards d'euros**). Selon les estimations, les nouveaux investissements occupent la plus grande partie des effectifs (68 %) et les activités opérationnelles,





Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Italie	100 600	94 000	13 080	12 280
Espagne	48 400	60 800	4 580	5 800
France	32 900	32 800	4 670	4 630
Allemagne	14 400	14 500	1 910	1 920
Suède	9 800	10 400	2 010	2 110
Portugal	7 300	7 400	440	440
Finlande	4 500	4 500	690	700
Bulgarie	2 900	3 900	100	130
Pays-Bas	3 800	3 600	480	450
Pologne	2 000	2 200	130	140
Danemark	2 000	2 100	320	340
Estonie	1 900	2 100	110	120
Autriche	1 700	1 900	260	300
République tchèque	1 700	1 800	100	110
Royaume-Uni	1 700	1 800	170	170
Belgique	1 400	1 500	260	280
Grèce	1 300	1 400	110	110
Hongrie	400	500	20	20
Slovénie	<100	500	<10	30
Irlande	300	400	30	40
Lituanie	300	400	<10	10
Roumanie	300	300	10	10
Slovaquie	100	100	<10	10
Chypre	100	100	<10	10
Croatie	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Lettonie	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE</b>	<b>240 300</b>	<b>249 400</b>	<b>29 560</b>	<b>30 200</b>

Source : EurObserv'ER 2017

le reste (32 %). Cela s'explique par le taux élevé des installations et la part des applications aérothermiques dans le pays.

**L'Espagne** arrive en seconde position en matière d'emploi dans le secteur des pompes à chaleur, avec **60 800 travailleurs** estimés en 2016, contre 48 400 en 2015 (+ 26 %). En valeur absolue, la capacité nouvellement installée en Espagne est comparable à celle de l'Italie, mais la principale différence réside dans le parc existant : l'Espagne dispose d'un nombre beaucoup plus faible de PAC installées. La plupart des emplois (93 %) seraient dus aux nouvelles

activités d'installation. Le chiffre d'affaires a progressé à un rythme similaire. Estimé à 4,6 milliards d'euros en 2015, il serait passé à **5,8 milliards d'euros en 2016**.

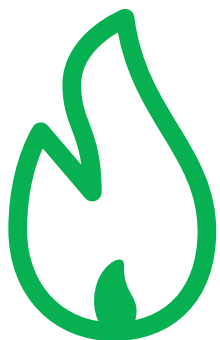
**La France** est un autre acteur important du marché européen des pompes à chaleur, avec **32 800 emplois** estimés en 2016, contre 32 900 en 2015, et un chiffre d'affaires stable, de l'ordre de 4,7 milliards d'euros. Comme en Italie ou en Espagne, ces résultats s'expliquent en grande partie par la croissance du marché des pompes à chaleur aérothermiques dans les nouveaux bâtiments. Cette tendance est favorisée par la régle-

mentation thermique française (RT2012), en particulier pour les maisons individuelles.

En **Allemagne**, l'emploi dans le secteur est resté stable, avec 14 500 personnes, et le chiffre d'affaires s'est stabilisé à 1,9 milliard d'euros. Une tendance assez similaire peut être observée en **Suède**, où le nombre d'emplois du secteur est évalué à près de **10 400 en 2016** (contre 9 800 en 2015), pour un chiffre d'affaires annuel estimé entre 2 et 2,1 milliards d'euros. Ces cinq pays réunis totalisent 85 % des emplois liés aux PAC dans l'Union européenne et 89 % du chiffre d'affaires européen du secteur. Outre ces principaux pays, plusieurs États membres affichent une croissance remarquable de l'emploi dans ce secteur. Parmi les pays dont l'emploi est estimé entre mille et dix mille personnes, on observe une croissance considérable en **Bulgarie** (de 2 900 à 3 900 emplois, + 36 %), en **Autriche** (de 1 700 à 1 900, + 16 %), en **Pologne** (de 2 000 à 2 200, + 11 %) et en **Estonie** (de 1 900 à 2 100, + 9 %).

Les signaux sont au vert pour les années à venir, grâce tout d'abord à la reprise du marché de la construction. En outre, la Commission européenne a présenté sa Stratégie en matière de chauffage et de refroidissement, conjointement avec la nouvelle certification Keymark pour les pompes à chaleur, un label de qualité unique et uniforme valable dans toute l'Union européenne et facilitant l'éligibilité aux programmes de soutien par-delà les frontières. Cela pourrait encore favoriser le développement du marché au cours des prochaines années. ■





## LE BIOGAZ

Aujourd'hui, tous les pays de l'Union européenne disposent d'un secteur de valorisation énergétique du biogaz, mais près de 77 % de la production européenne est concentrée dans trois pays : l'Allemagne (8 Mtep), le Royaume-Uni (2,4 Mtep) et l'Italie (2 Mtep). En 2016, la production d'énergie primaire biogaz au sein de l'Union européenne a poursuivi sa progression (+ 3 % à 16,1 Mtep), mais son rythme est en diminution régulière depuis 2011. Cette tendance s'explique principalement par la mise en place de réglementations moins favorables à l'utilisation des cultures énergétiques, cultures qui avaient initialement dopé la production dans les pays ayant fait le choix de développer le biogaz agricole (essentiellement l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni) et par des conditions de rémunération de l'électricité biogaz moins attractives. Compte tenu de ces évolutions, les investissements dans les nouvelles installations ont ralenti au cours des dernières années, ce qui a eu une incidence sur l'emploi et le chiffre d'affaires. Ainsi, on estime que l'emploi global dans l'Union européenne est

passé de 83 600 personnes en 2015 à **75 900 en 2016 (- 9 %)**. Le chiffre d'affaires estimé est passé, quant à lui, de **8,6 millions d'euros à 7,6 millions (- 12 %)**.

Dans l'Union européenne, la production de biogaz est aujourd'hui en grande partie issue d'unités de méthanisation. Celles-ci sont spécialement conçues pour la valorisation énergétique et sont regroupées sous l'appellation « Autres biogaz provenant de la fermentation anaérobie ».

**L'Allemagne** représente 47 % de l'emploi total dans le biogaz au sein de l'Union européenne, avec une main-d'œuvre estimée à **35 700 personnes en 2016** (contre 43 400 en 2015, soit une baisse de 18 %). Dans le même temps, le chiffre d'affaires a diminué de façon similaire, passant de **5,1 à 4,1 milliards d'euros**. Alors que les activités opérationnelles et d'approvisionnement n'ont pas réellement évolué, les activités liées à la capacité nouvellement installée ont considérablement chuté en 2016. La diminution du nombre d'unités de biogaz mises

en service depuis 2011 est due à des modifications de la loi sur les énergies renouvelables (EEG 2014, EEG 2017) qui ont plafonné l'utilisation du maïs comme matière première. Le ralentissement du secteur allemand du biogaz s'explique également par l'introduction de mesures encore plus restrictives sur l'utilisation des cultures énergétiques, de tarifs d'achat moins incitatifs ainsi que par la suppression des primes pour la production d'électricité via le biométhane et l'utilisation de cultures énergétiques (prime Nawaro).

Fait intéressant, le **Royaume-Uni** est l'un des rares pays européens ayant enregistré, en 2016, une évolution positive de ses indicateurs socio-économiques. Le niveau d'emploi y est estimé à près de **11 800 personnes** (+ 24 % par rapport à 2015) pour un chiffre d'affaires de **1,1 milliard d'euros** (contre 0,9 milliard d'euros l'année précédente). Cette situation favorable est principalement due aux nouvelles dynamiques d'installa-







Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Allemagne	43 400	35 700	5 070	4 120
Royaume-Uni	9 600	11 800	910	1 120
Italie	8 000	8 000	890	880
République tchèque	4 600	4 300	270	240
Pologne	2 500	3 100	130	160
France	2 400	1 800	290	220
Hongrie	700	1 500	30	70
Espagne	1 900	1 300	150	90
Bulgarie	1 300	800	40	30
Grèce	700	800	40	40
Lituanie	300	800	10	20
Lettonie	1 000	800	50	40
Pays-Bas	1 000	800	150	120
Portugal	900	800	40	30
Croatie	1 000	600	50	30
Slovaquie	1 000	600	70	40
Autriche	500	500	70	80
Belgique	700	400	160	100
Finlande	400	400	50	50
Danemark	500	300	80	50
Irlande	200	300	20	30
Roumanie	200	200	<10	<10
Slovénie	200	200	10	20
Estonie	300	100	20	<10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	10
Malte	<100	<100	<10	<10
Suède	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE</b>	<b>83 700</b>	<b>76 300</b>	<b>8 650</b>	<b>7 640</b>

Source : EurObserv'ER 2017

tion dans le secteur britannique de l'électricité biogaz. La production d'électricité à partir de biogaz issu de la digestion anaérobie a progressé de 40 % entre 2015 et 2016 et la capacité de ces installations a augmenté de 30 %.

**L'Italie** dispose également d'une industrie du biogaz forte et en croissance constante. EurObserv'ER évalue le nombre d'emplois dans la filière italienne à 8 000, pour un chiffre d'affaires de **880 millions d'euros en 2016**. Toutefois, et comme dans la plupart des États membres, le développement des nouvelles installations de biogaz a légèrement ralenti en 2016.

Globalement, le biogaz demeure un segment de niche au sein des énergies renouvelables déployées à l'échelle de l'Union européenne, malgré les avantages incontestables liés à une production d'énergie

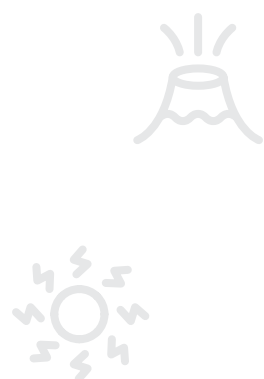
qui n'est pas soumise aux aléas climatiques et qui peut fournir de l'électricité, de la chaleur et du gaz pour le réseau. Le secteur pourrait même jouer un rôle beaucoup plus important en nivelant les fluctuations du réseau, voire en fournissant du carburant pour les transports.

Sur ce sujet, la Commission européenne a publié en février 2017 une étude intitulée « Optimal use of biogas from waste streams. An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020 » (« Utilisation optimale du biogaz produit à partir de flux de déchets. Une évaluation du potentiel du biogaz issu de la digestion anaérobie dans l'Union européenne après 2020 »). Ce travail est original car il s'est concentré sur une production de biogaz uniquement issue de la digestion de flux de déchets locaux tels que les boues d'épu-

ration, les gaz de décharge et les déchets organiques provenant de l'agriculture, de l'industrie alimentaire et des ménages. Le rapport montre que la production de biogaz dans l'Union européenne pourrait atteindre entre 28,8 et 40,2 Mtep en 2030, en fonction de la quantité de matière première utilisable et de l'expérience acquise dans ce domaine. Par rapport au niveau de 2016 (16 Mtep), cela représente respectivement une multiplication par 1,8 et 2,5 de l'énergie primaire produite. Ces scénarios conduiraient, en 2030, à un niveau de production de biogaz et de biométhane qui représenterait entre 2,7 et 3,7 % de la consommation énergétique de l'Union européenne, cette même année. Bien qu'il s'agisse d'une perspective plutôt positive, les résultats de l'étude ont également mis en lumière le potentiel de biogaz, vaste et jusqu'ici inexploité, de l'Union européenne. ■







## LES BIOCARBURANTS

La consommation de biocarburants s'est stabilisée au sein de l'Union européenne, après une augmentation régulière entre le début des années 2000 et 2012. En 2016, la consommation de biocarburants dans les transports est en légère augmentation (1,3 %) par rapport à l'année précédente. Elle est estimée, selon EurObserv'ER, à 14,4 millions de tep. Le secteur du biodiesel est largement prédominant, puisqu'il représente 80 % de la consommation européenne de biocarburants.

En se basant sur ces chiffres, EurObserv'ER estime que la main-d'œuvre cumulée du secteur des biocarburants de l'Union européenne a augmenté entre 2015 (178 200 emplois) et 2016 (205 100 emplois). Le chiffre d'affaires estimé du secteur serait quant à lui passé de 11,7 milliards (2015) à 13,1 milliards d'euros (2016). Comme pour la biomasse solide, il convient de noter que la méthodologie utilisée pour évaluer les indicateurs socio-économiques du secteur des biocarburants couvre également les activités d'approvisionnement en biomasse, c'est-à-dire le secteur

agricole. Ainsi, les principaux pays en termes 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 et la Pologne. Cette dernière arrivant même en tête des activités liées aux biocarburants, en raison principalement de ses activités d'exportation. Ainsi, la Pologne a conservé la première place avec un nombre d'emplois estimé à 34 800 personnes et 1,3 milliard d'euros de chiffre d'affaires – un signal encourageant pour les filières renouvelables des États membres d'Europe de l'Est qui n'ont pas encore pleinement exploité tout leur potentiel.

La France demeure l'un des principaux producteurs et consommateurs de biocarburants de l'Union européenne. Le secteur génère un chiffre d'affaires de plus de 3,2 milliards d'euros et emploie 33 200 personnes, ce qui représente une part importante de la





	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Pologne	29 500	34 800	1 140	1 310
France	28 100	33 200	2 690	3 160
Roumanie	19 600	23 800	620	750
Allemagne	19 400	21 800	2 060	2 300
Hongrie	14 600	15 700	690	750
Espagne	12 800	15 100	770	900
Lituanie	7 500	9 200	240	290
République tchèque	6 700	8 000	360	420
Suède	7 000	7 600	300	330
Italie	7 000	6 500	740	630
Grèce	3 600	4 500	120	150
Royaume-Uni	4 200	4 500	340	370
Slovaquie	3 400	4 000	260	300
Lettonie	2 600	3 100	110	130
Bulgarie	2 700	3 000	100	110
Autriche	2 800	2 900	380	390
Finlande	2 600	2 900	280	300
Croatie	1 500	1 900	80	100
Belgique	900	900	240	240
Pays-Bas	400	400	70	70
Portugal	400	400	30	20
Danemark	200	200	30	30
Estonie	200	200	<10	<10
Chypre	<100	<100	<10	<10
Irlande	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
Slovénie	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE</b>	<b>178 200</b>	<b>205 100</b>	<b>11 710</b>	<b>13 110</b>

Source : EurObserv'ER 2017

main-d'œuvre européenne du secteur des biocarburants. L'approche de modélisation a également mis l'accent sur la contribution de la **Roumanie** dans le domaine de l'approvisionnement en biomasse, avec seulement quelques activités dans les nouveaux investissements et l'exploitation-maintenance. L'emploi cumulé est passé de 19 600 ETP en 2015 à 23 800 en 2016, le chiffre d'affaires évoluant, au cours de cette même période, de 620 millions d'euros au niveau remarquable de **750 millions d'euros**.

L'Agence allemande pour l'environnement (UBA-Umweltbundesamt), qui coordonne le groupe de travail allemand sur les statistiques des énergies renouvelables (AGEE-Stat),

déclare une consommation de biocarburants qui est restée stable en 2016 (environ 2,6 millions de tep). S'appuyant sur cette tendance, les indicateurs socio-économiques de **l'Allemagne** demeurent stables : les effectifs passent de 19 400 personnes en 2015 à 21 800 en 2016, et le chiffre d'affaires estimé, de 2,1 milliards d'euros en 2015 à **2,3 milliards d'euros en 2016**.

L'industrie européenne des biocarburants est confrontée à la question primordiale des négociations politiques en cours au sein des institutions européennes. Le projet de directive sur les énergies renouvelables de novembre 2016 a supprimé l'objectif de 10 % d'énergie renouvelable dans les transports,

laissant les pays libres de choisir la proportion consacrée aux transports, en produisant de l'électricité et de la chaleur renouvelable, dans le cadre d'un objectif commun à toute l'Union européenne d'au moins 27 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de l'Union, à l'horizon 2030. L'évolution de l'emploi est difficile à prévoir tant que les problèmes de durabilité ne sont pas correctement pris en compte : l'huile de palme (7 millions de tonnes importées dans l'Union européenne) est considérée comme la source de biocarburants la plus dévastatrice, notamment en raison de la déforestation massive qu'elle provoque en Indonésie. ■







## LES DÉCHETS URBAINS RENEUVELABLES

Selon les règles comptables de la directive sur les énergies renouvelables, la fraction de biomasse contenue dans les déchets municipaux et incinérée dans les usines de valorisation énergétique des déchets est considérée comme contribuant à l'accroissement de la part des énergies renouvelables. Au sein de l'Union européenne, la quantité totale d'énergie primaire (électricité et chaleur) produite à partir des déchets urbains renouvelables est passée de 9 397 ktep en 2015 à 9 698 ktep en 2016. La France, l'Allemagne, l'Italie, la Suède et les Pays-Bas en sont les principaux pays producteurs.

Conformément à la nouvelle méthodologie, l'impact sur l'emploi est évalué à travers trois domaines d'activité : les activités liées à l'investissement, celles liées à l'exploitation-maintenance et celles liées au combustible. Les chiffres dépendent aussi du volume de déchets traité thermiquement dans un pays. Il est à noter que l'impact de la collecte et du transport des déchets n'est pas intégré dans cette approche.

EurObserv'ER estime à environ **25 000 le nombre d'emplois** dans la filière européenne, pour un chiffre d'affaires légèrement supérieur à **3 milliards d'euros**, avec une légère tendance à la hausse. Dans son dernier rapport disponible, la CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants) recense 460 unités de valorisation énergétique des déchets exploitées en 2015 en Europe, qui incinèrent 85,7 millions de tonnes de déchets. La CEWEP déclare que ses membres, originaires de 22 pays, représentent environ 80 % du marché de la valorisation énergétique des déchets en Europe.

Le premier acteur européen est **l'Allemagne**, avec environ **7 000 emplois en 2016** et un **chiffre d'affaires de 1 milliard d'euros**. Le deuxième est la **France**, avec un nombre d'emplois qui serait passé de 1 900 en 2015 à **4 000 en 2016**, grâce aux nouvelles capacités mises en place. Le chiffre d'affaires a aussi doublé durant cette période, atteignant un peu plus de 0,5 milliard d'euros. L'Italie (**3 800 emplois et 0,5 milliard d'euros de chiffre d'affaires**) n'a rien à envier à la France.

Le Conseil mondial de l'énergie (CME), dans son rapport 2016 sur la valorisation énergétique des déchets, prévoyait une croissance continue des installations à l'échelle mondiale, avec un fort déploiement en Asie et une croissance modérée mais toujours marquée en Europe. En se basant sur l'évolution actuelle au sein de l'Union européenne, un tel scénario pourrait devenir réalité, se traduisant potentiellement par des retombées socio-économiques accrues sur l'emploi et le chiffre d'affaires. Plus précisément en Europe, la CEWEP, dans son dernier baromètre sur le secteur de la valorisation énergétique des déchets (2017), qui repère les attentes économiques des exploitants et de la filière (à ne pas confondre avec les baromètres EurObserv'ER relatifs aux déchets urbains renouvelables), observe des tendances plutôt positives, à court et moyen termes. En 2017, 16 % des exploitants prévoient une augmentation de leurs effectifs, alors qu'en 2016 ils n'étaient que 5 % à envisager ce type de hausse. ■

### Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Déchets urbains renouvelables Capacités installées en MW	
	2015	2016	2015	2016
Allemagne	6 000	7 000	910	1 030
France	1 900	4 000	260	550
Italie	2 300	3 800	310	500
Royaume-Uni	3 900	2 300	440	270
Pays-Bas	2 200	2 000	310	290
Hongrie	1 500	1 000	60	40
Suède	1 300	900	250	160
Espagne	800	700	90	80
Finlande	500	700	90	120
Portugal	1 000	500	70	40
Danemark	600	500	130	110
Belgique	600	300	100	60
Lituanie	200	300	< 10	< 10
Autriche	200	200	50	30
République tchèque	200	200	10	10
Bulgarie	< 100	< 100	< 10	< 10
Chypre	< 100	< 100	< 10	< 10
Estonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Grèce	< 100	< 100	< 10	< 10
Croatie	< 100	< 100	< 10	< 10
Irlande	< 100	< 100	< 10	< 10
Luxembourg	< 100	< 100	< 10	< 10
Lettonie	< 100	< 100	< 10	< 10
Malte	< 100	< 100	< 10	< 10
Pologne	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovénie	< 100	< 100	< 10	< 10
Slovaquie	< 100	< 100	< 10	< 10
Roumanie	< 100	< 100	< 10	< 10
<b>Total UE 28</b>	<b>24 500</b>	<b>25 700</b>	<b>3 220</b>	<b>3 430</b>

Source : EurObserv'ER 2017





## LA BIOMASSE SOLIDE

La biomasse solide s'avère être le premier secteur des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne, en termes d'emplois. EurObserv'ER arrive à un effectif en légère hausse (2 %), avec **plus de 352 500 emplois** (contre 346 100 en 2015) et un chiffre d'affaires en augmentation, à plus de **31,9 milliards d'euros**. Les principaux acteurs se trouvent sur les marchés où la part de la biomasse est le plus élevée en termes de capacité de production installée, les cinq premiers pays étant l'Allemagne, la France, l'Italie, la Finlande et la Pologne. Par ailleurs, un certain nombre d'États membres mettent actuellement en œuvre des politiques visant à remplacer une partie de leur consommation de charbon par de la biomasse solide.

L'expression générique "biomasse solide" désigne toutes les matières organiques solides pouvant être utilisées comme combustibles. Cela comprend le bois, les copeaux de bois, les sous-produits de l'industrie du bois d'œuvre (chutes, sciure, etc.), les liqueurs noires de l'industrie papetière, les granulés de bois, la paille, la bagasse et

autres résidus végétaux solides qui satisfont aux besoins d'utilisation de la biomasse pour la production de chauffage et d'électricité dans les secteurs résidentiel, commercial, industriel et énergétique. L'activité économique découlant du secteur de la biomasse solide est vaste et diversifiée. Elle comprend notamment la fabrication d'équipements, la prestation de services, les activités d'exploitation-maintenance des installations existantes, mais également la production et le commerce de combustibles issus de la biomasse. Les importations, telles que les granulés de bois provenant d'Amérique du Nord, ont également été prises en compte dans la méthodologie utilisée pour évaluer les chiffres présentés ici.

Concernant l'activité liée à la biomasse solide, la production d'énergie primaire est passée en 2016 de 95,6 à 98,5 Mtep, en raison, notamment, d'un soutien croissant des politiques européennes, mais aussi d'un hiver plus froid qu'en 2015. La biomasse solide pèse maintenant beaucoup par rapport aux autres secteurs renouvelables, puisqu'elle représente presque 50 % de la

consommation totale d'énergie renouvelable. Sur la partie bois énergie, la production de granulés de l'Union européenne est restée stable en 2016, à 14 millions de tonnes (0,4 % de moins qu'en 2015), dont un tiers importé principalement des États-Unis, du Canada mais aussi de pays du continent européen comme l'Ukraine.

**L'Allemagne** demeure le leader européen en termes d'emploi dans la biomasse solide, avec un effectif de 42 500 personnes (soit 12 % de l'emploi européen dans la filière) et plus de **5,1 milliards d'euros de chiffre d'affaires**. Le marché allemand s'est développé entre 2015 et 2016 (+ 15 % d'emplois), ce qui s'explique principalement par l'accroissement des nouvelles installations et, dans une moindre mesure, par la croissance de l'approvisionnement en biomasse.

**La France** est également un pays important, où la biomasse solide à toujours constitué un pilier essentiel des énergies renouvelables. La main-d'œuvre française dans la biomasse solide a progressé de 8 % par rapport à 2015 pour atteindre



35 400 personnes, ce qui représente 10 % de l'emploi à l'échelle de l'Union européenne. Quant au chiffre d'affaires du secteur, il est passé de **3,8 à 4,1 milliards d'euros** au cours de la même période. Le secteur de la biomasse solide est soutenu par un vaste programme dédié à la production de chaleur et des appels d'offres annuels sont organisés par la commission française de régulation de l'énergie (CRE). Vient ensuite **l'Italie**, avec **32 600 emplois** (+ 17 % par rapport à 2015) et un accroissement du chiffre d'affaires, qui serait passé de **2,1 à 2,5 milliards d'euros**. La dynamique italienne est principalement due à l'activité bois énergie, plutôt qu'aux nouvelles installations.

Les deux autres pays qui composent le peloton de tête européen sont la Pologne et la Finlande. Le secteur **polonais** de la biomasse totalise plus de 26 000 travailleurs et a généré un chiffre d'affaires de **1 milliard d'euros en 2016**. On observe toutefois une baisse qui peut s'expliquer par une acti-



## Emplois et chiffre d'affaires

	Emplois (directs et indirects)		Chiffre d'affaires (millions €)	
	2015	2016	2015	2016
Allemagne	37 100	42 500	4 450	5 110
France	32 900	35 400	3 800	4 090
Italie	27 900	32 600	2 050	2 540
Pologne	33 500	26 100	1 380	1 010
Finlande	22 800	25 400	3 900	4 320
Lettonie	18 800	21 800	620	720
Suède	20 200	18 700	4 380	4 090
Espagne	22 100	18 400	1 120	770
Croatie	14 400	15 000	330	380
Royaume-Uni	18 600	12 600	1 670	1 090
Hongrie	10 800	12 000	300	350
République tchèque	10 900	11 400	680	690
Roumanie	12 500	11 400	350	330
Estonie	8 200	10 000	460	560
Bulgarie	7 500	9 600	200	270
Slovaquie	9 700	8 700	390	340
Autriche	9 100	8 600	1 820	1 740
Danemark	5 900	8 500	1 020	1 450
Portugal	8 200	6 500	710	580
Lituanie	4 000	4 700	220	260
Pays-Bas	3 600	3 900	450	480
Grèce	2 600	3 400	100	150
Slovénie	2 000	2 300	110	130
Irlande	900	1 700	110	200
Belgique	1 600	1 000	380	260
Chypre	<100	<100	<10	<10
Luxembourg	<100	<100	<10	<10
Malte	<100	<100	<10	<10
<b>Total UE 28</b>	<b>346 100</b>	<b>352 500</b>	<b>31 030</b>	<b>31 940</b>

Source : EurObserv'ER 2017

vité d'installation nettement inférieure à celle de 2015. Totalisant 25 000 emplois, le secteur **finlandais** de la foresterie est bien implanté et représente 7 % de l'emploi européen dans la biomasse solide. Il se caractérise, dans son modèle d'emploi, par un marché en croissance (+ 10 % par rapport à 2015), et par une progression du chiffre d'affaires qui est passé de **3,9 à 4,3 milliards d'euros**. Au cours des dernières années, la Finlande a bénéficié d'une forte croissance. Globalement, ces cinq pays totalisent 46 % du secteur de la biomasse solide en Europe. Néanmoins, ce secteur offre une répartition plus équitable de l'emploi et du chiffre d'affaires entre les différents États membres que d'autres secteurs comme l'éolien ou le photovoltaïque, dans lesquels seuls quelques pays fournissent l'essentiel des emplois et du chiffre d'affaires.

Il convient de citer également des pays comme la Lettonie ou

l'Espagne, qui bénéficie d'un niveau d'emploi assez élevé par rapport au chiffre d'affaires estimé. Dans ces cas, les chiffres de l'emploi résultent principalement d'une production de combustible biomasse très dynamique. Ainsi, l'emploi **letton** est largement imputable aux vastes capacités de production nationales de granulés de bois et à l'accroissement des activités d'exportation.

Depuis la publication des plans d'action nationaux énergies renouvelables, en 2010, de nombreux pays ont révisé à la hausse leurs estimations concernant la consommation de biomasse pour la production de chaleur. Le dernier baromètre biomasse solide d'EurObserv'ER (décembre 2017) a constaté une évolution positive, projetant 94 Mtep de production d'énergie à partir de la biomasse solide dans les États membres de l'Union européenne, contre une projection initiale de 81 Mtep. À cet égard, l'industrie européenne

de la biomasse est non seulement un contributeur majeur à la réalisation des objectifs 2020 et 2030, mais elle est également bien positionnée dans la compétition internationale. La biomasse solide génère et maintient de nombreux emplois dans les secteurs de la foresterie, de l'installation des unités et de l'exploitation-maintenance. Par ailleurs, l'expertise acquise au fil des années dans la chaîne de valeur bien établie de la technologie biomasse pourrait se traduire, au cours de la prochaine décennie, par une croissance des emplois basée sur des opportunités d'exportation stables. ■



## CONCLUSION

Un important changement méthodologique a été mis en place pour l'estimation de l'emploi et du chiffre d'affaires. Des précisions ont été apportées dans la note méthodologique, au début du présent chapitre. La nouvelle approche repose sur une évaluation de l'activité économique de chaque secteur renouvelable couvert, activité qui est ensuite exprimée en équivalents temps plein (ETP) et chiffre d'affaires. Il s'agit d'une approche cohérente et mathématique, permettant d'établir des comparaisons entre les États membres de l'Union européenne. Les données 2015 de l'emploi et du chiffre d'affaires publiées dans la précédente édition de « L'état des énergies renouvelables en Europe » ont été réévaluées dans la présente édition afin de disposer de séries cohérentes en 2015 et 2016 pour toutes les filières renouvelables au sein de l'Union. Ainsi, les données de l'année dernière ne peuvent pas être directement comparées aux données actuelles.

Selon la nouvelle approche, l'ensemble des emplois directs et indirects liés à l'activité des différentes filières énergies renouvelables dans l'Union européenne est évalué à **1,41 million de personnes**. Un chiffre sensiblement proche de celui de 2015 (1,44 million d'emplois). Globalement, on observe un léger recul de près de 1 % (soit une perte de 12 600 emplois en valeur absolue). Les secteurs dont l'emploi estimé, en 2016, est inférieur à celui de 2015, sont les suivants : l'énergie éolienne (de 315 900 à 309 000 emplois, - 2 %), le solaire photovoltaïque (de 113 400 à 95 900 emplois, - 15 %), l'hydroélectricité (de 94 800 à 75 900 emplois, - 20 %), le biogaz (de 83 700 à 76 300 emplois (- 9 %), le solaire thermique (de

30 900 à 29 000 emplois, - 6 %) et enfin la géothermie (de 12 200 à 8 600 emplois, - 30 %). À l'inverse, d'autres secteurs ont enregistré une hausse de l'emploi : la biomasse solide (de 346 100 à 352 500 emplois, + 2 %), les pompes à chaleur (de 240 300 à 249 400 emplois (+ 4 %), les biocarburants (de 178 200 à 205 100 emplois, + 15 %) et enfin les déchets solides municipaux renouvelables (de 24 500 à 25 700 emplois, + 5 %).

Si l'on considère la situation des différents États membres, on constate que **l'Allemagne**, malgré une baisse globale estimée à 12 % (38 700 emplois de moins entre 2015 et 2016), détient la première place en termes d'emplois, soit **283 100**. Vient ensuite **l'Italie**, avec **179 000 emplois** en 2016, dont plus de la moitié (53 %) dans le secteur des pompes à chaleur. Comme l'Allemagne, l'Italie a fait face à un recul de l'emploi (- 10 000, soit une baisse de 5 %). La **France** arrive en troisième position et, contrairement aux deux pays précédents, elle enregistre une augmentation estimée à 6 % de l'emploi généré par les énergies renouvelables (+ 8 300 emplois). **L'Espagne**, classée au quatrième rang, connaît une situation à peu près similaire, avec une hausse de 4 % (+ 5 500 emplois). En France, la main-d'œuvre est principalement active dans la biomasse solide (25 %), les pompes à chaleur et les biocarburants (23 % chacun). En Espagne, la majeure partie de la main-d'œuvre se trouve dans le secteur des pompes à chaleur (43 %). Arrive ensuite le **Royaume-Uni**, avec un recul évalué à 3,8 %, suite à la perte estimée de 4 300 emplois. Dans ce pays, la majeure partie des effectifs se trouve dans l'éolien (40 %) et le solaire photovoltaïque (27 %).

Malgré la baisse globale de la main-d'œuvre, le secteur des énergies renouvelables a renforcé sa position dans l'économie européenne, cela étant rendu visible par les retombées de l'industrie manufacturière : les pays qui ont démarré les premiers affichent un nombre réduit d'emplois dans les nouveaux investissements, mais une part importante dans les activités de maintenance des installations existantes ainsi que dans l'industrie manufacturière, qui fournit des pays situés aussi bien dans l'Union européenne que partout ailleurs dans le monde.

En termes d'activité économique, le chiffre d'affaires cumulé des dix secteurs renouvelables traités au sein des 28 États membres de l'Union européenne a atteint **149 milliards d'euros en 2016**, ce qui représente une légère baisse par rapport à 2015 (151 milliards d'euros, - 1 %). Le classement par technologie révèle que l'énergie éolienne a conservé son rôle moteur en matière de chiffre d'affaires généré (39 milliards d'euros, soit 26 % du chiffre d'affaires total de l'Union européenne), suivie de la biomasse solide (32 milliards d'euros, 21 %) et du secteur des pompes à chaleur (30 milliards d'euros, 20 %).

Concernant les estimations par pays, 20 États membres sur 28 ont vu leur chiffre d'affaires se maintenir ou augmenter. Cependant, cette situation favorable est contrebalancée par une perte d'emplois dans 8 autres pays. Les 20 États membres ayant enregistré une croissance nulle ou positive (France, Espagne, Roumanie, Danemark, Finlande, Hongrie, République tchèque, Pays-Bas, Lettonie, Croatie, Bulgarie, Litua-

nie, Grèce, Estonie, Belgique, Irlande, Slovaquie, Luxembourg et Malte) ont progressé en moyenne de 11 % (soit une croissance absolue de 5 milliards d'euros). Les pays qui ont connu une baisse (Allemagne, Italie, Royaume-Uni, Pologne, Suède, Portugal, Autriche, Slovaquie et Chypre) présentent un recul de 7 milliards d'euros cumulés, soit une baisse de 7 % en moyenne, due en grande partie à l'Allemagne. ■



## NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE EN 2015

	Total	Biomasse solide	Éolien	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Solaire thermique	Déchets	Géothermie
Allemagne	321 800	37 100	155 200	14 400	19 400	32 200	6 300	43 400	7 200	6 000	600
Italie	189 000	27 900	9 400	100 600	7 000	10 000	19 100	8 000	1 400	2 300	3 300
Espagne	135 500	22 100	22 000	48 400	12 800	3 000	16 000	1 900	8 400	800	<100
France	134 800	32 900	10 800	32 900	28 100	10 400	10 500	2 400	1 400	1 900	3 500
Royaume-Uni	111 700	18 600	34 100	1 700	4 200	36 800	2 500	9 600	200	3 900	<100
Pologne	84 700	33 500	12 100	2 000	29 500	1 200	1 300	2 500	2 200	<100	300
Suède	49 800	20 200	5 100	9 800	7 000	300	5 800	<100	<100	1 300	<100
Roumanie	42 400	12 500	2 500	300	19 600	1 800	5 100	200	100	<100	200
Danemark	41 700	5 900	29 100	2 000	200	1 900	<100	500	1 300	600	<100
Finlande	35 200	22 800	2 500	4 500	2 600	500	1 200	400	<100	500	<100
Hongrie	32 000	10 800	800	400	14 600	1 800	<100	700	200	1 500	1 100
Portugal	30 000	8 200	3 600	7 300	400	800	7 200	900	500	1 000	<100
République tchèque	29 700	10 900	900	1 700	6 700	2 100	1 900	4 600	600	200	<100
Autriche	26 900	9 100	3 000	1 700	2 800	1 500	5 200	500	2 600	200	300
Pays-Bas	26 100	3 600	10 300	3 800	400	4 200	<100	1 000	100	2 200	400
Lettonie	24 000	18 800	<100	<100	2 600	<100	1 000	1 000	<100	<100	<100
Croatie	21 000	14 400	1 400	<100	1 500	400	1 800	1 000	200	<100	<100
Bulgarie	20 900	7 500	500	2 900	2 700	700	3 100	1 300	1 500	<100	600
Slovaquie	16 100	9 700	<100	100	3 400	200	1 300	1 000	<100	<100	100
Lituanie	16 000	4 000	2 600	300	7 500	<100	800	300	<100	200	<100
Grèce	15 400	2 600	2 200	1 300	3 600	1 200	1 900	700	1 700	<100	<100
Estonie	12 700	8 200	1 600	1 900	200	100	<100	300	<100	<100	<100
Belgique	9 400	1 600	2 300	1 400	900	1 300	400	700	100	600	<100
Irlande	5 600	900	3 200	300	<100	<100	400	200	200	<100	<100
Slovénie	4 000	2 000	<100	<100	<100	300	900	200	<100	<100	<100
Luxembourg	1 400	<100	<100	<100	<100	<100	500	<100	<100	<100	<100
Chypre	1 100	<100	200	100	<100	100	<100	<100	100	<100	<100
Malte	1 100	<100	<100	<100	<100	200	<100	<100	<100	<100	<100
<b>Total UE 28</b>	<b>1 440 000</b>	<b>346 100</b>	<b>315 900</b>	<b>240 300</b>	<b>178 200</b>	<b>113 400</b>	<b>94 800</b>	<b>83 700</b>	<b>30 900</b>	<b>24 500</b>	<b>12 200</b>

Source : EurObserv'ER 2017

## CHIFFRE D'AFFAIRES PAR FILIÈRE EN 2015 (MILLIONS €)

	Total	Éolien	Biomasse Solide	Pompes à chaleur	Photovoltaïque	Biocarburants	Hydroélectricité	Biogaz	Solaire thermique	Déchets	Géothermie
Allemagne	40 190	20 030	4 450	1 910	4 020	2 060	790	5 070	870	910	80
Italie	21 850	1 360	2 050	13 080	1 310	740	1 490	890	170	310	450
France	16 910	1 610	3 800	4 670	1 410	2 690	1 510	290	190	260	480
Espagne	12 200	2 660	1 120	4 580	290	770	1 520	150	1 010	90	<10
Royaume-Uni	11 040	3 670	1 670	170	3 540	340	270	910	20	440	<10
Suède	9 200	1 040	4 380	2 010	50	300	1 140	<10	<10	250	<10
Danemark	7 120	5 010	1 020	320	300	30	<10	80	210	130	<10
Finlande	5 690	370	3 900	690	100	280	190	50	<10	90	<10
Autriche	4 550	450	1 820	260	230	380	830	70	420	50	40
Pologne	3 950	830	1 380	130	80	1 140	100	130	130	<10	20
Pays-Bas	3 360	1 340	450	480	490	70	<10	150	10	310	50
Portugal	2 150	320	710	440	50	30	450	40	30	70	<10
Belgique	1 950	450	380	260	240	240	80	160	30	100	<10
République tchèque	1 770	60	680	100	130	360	120	270	30	10	<10
Roumanie	1 520	150	350	10	80	620	270	<10	<10	<10	10
Hongrie	1 290	40	300	20	80	690	<10	30	<10	60	50
Grèce	970	190	100	110	100	120	160	40	130	<10	<10
Lettonie	890	<10	620	<10	<10	110	50	50	<10	<10	<10
Slovaquie	880	<10	390	<10	20	260	90	70	<10	<10	10
Estonie	740	90	460	110	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10
Bulgarie	700	30	200	100	30	100	130	40	40	<10	20
Croatie	690	70	330	<10	20	80	100	50	<10	<10	<10
Lituanie	640	90	220	<10	<10	240	30	10	<10	<10	<10
Irlande	590	350	110	30	<10	<10	30	20	10	<10	<10
Slovénie	260	<10	110	<10	20	<10	60	10	<10	<10	<10
Luxembourg	160	<10	<10	<10	<10	<10	70	<10	<10	<10	<10
Chypre	110	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Malte	100	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Total UE 28</b>	<b>151 470</b>	<b>40 280</b>	<b>31 030</b>	<b>29 560</b>	<b>12 660</b>	<b>11 710</b>	<b>9 540</b>	<b>8 650</b>	<b>3 430</b>	<b>3 220</b>	<b>1 390</b>

Source : EurObserv'ER 2017

## NOMBRE D'EMPLOIS PAR FILIÈRE EN 2016

	Total	Biomasse solide	Éolien	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Biogaz	Hydroélectricité	Solaire thermique	Déchets	Géothermie
Allemagne	283 100	42 500	121 700	14 500	21 800	27 100	35 700	5 200	6 400	7 000	1 200
Italie	179 000	32 600	6 300	94 000	6 500	10 700	8 000	13 400	1 400	3 800	2 300
France	143 100	35 400	18 800	32 800	33 200	5 200	1 800	10 200	1 100	4 000	600
Espagne	141 000	18 400	23 500	60 800	15 100	2 200	1 300	10 900	8 000	700	<100
Royaume-Uni	107 400	12 600	42 900	1 800	4 500	29 000	11 800	2 200	200	2 300	<100
Pologne	81 800	26 100	11 400	2 200	34 800	1 500	3 100	1 300	1 100	<100	200
Suède	47 900	18 700	4 900	10 400	7 600	300	<100	4 800	<100	900	<100
Roumanie	44 900	11 400	2 500	300	23 800	1 800	200	4 400	200	<100	200
Danemark	43 000	8 500	26 600	2 100	200	1 200	300	<100	3 200	500	300
Finlande	39 200	25 400	3 500	4 500	2 900	400	400	1 200	<100	700	<100
Pays-Bas	37 600	3 900	21 500	3 600	400	4 700	800	<100	100	2 000	500
Hongrie	35 200	12 000	800	500	15 700	2 000	1 500	<100	400	1 000	1 200
République tchèque	30 500	11 400	900	1 800	8 000	1 700	4 300	1 700	400	200	<100
Lettonie	27 400	21 800	<100	<100	3 100	<100	800	1 100	<100	<100	<100
Portugal	26 800	6 500	6 400	7 400	400	700	800	3 800	200	500	<100
Autriche	24 000	8 600	1 700	1 900	2 900	1 300	500	4 800	2 000	200	<100
Bulgarie	23 200	9 600	600	3 900	3 000	800	800	2 900	1 300	<100	200
Croatie	20 500	15 000	900	<100	1 900	<100	600	1 600	100	<100	<100
Grèce	18 300	3 400	3 700	1 400	4 500	1 100	800	1 700	1 500	<100	<100
Lituanie	18 300	4 700	1 600	400	9 200	300	800	800	<100	300	<100
Slovaquie	15 500	8 700	<100	100	4 000	400	600	1 300	<100	<100	100
Estonie	14 600	10 000	1 600	2 100	200	200	100	<100	<100	<100	<100
Belgique	9 500	1 000	2 300	1 500	900	2 400	400	400	200	300	<100
Irlande	7 300	1 700	4 200	400	<100	<100	300	200	100	<100	<100
Slovénie	4 800	2 300	<100	500	<100	300	200	900	200	<100	100
Luxembourg	1 500	<100	200	<100	<100	<100	<100	500	<100	<100	<100
Chypre	1 000	<100	<100	100	<100	<100	<100	<100	100	<100	<100
Malte	1 000	<100	<100	<100	<100	100	<100	<100	<100	<100	<100
<b>Total UE 28</b>	<b>1 427 400</b>	<b>352 500</b>	<b>309 000</b>	<b>249 400</b>	<b>205 100</b>	<b>95 900</b>	<b>76 300</b>	<b>75 900</b>	<b>29 000</b>	<b>25 700</b>	<b>8 600</b>

Source : EurObserv'ER 2017



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

	Total	Éolien	Biomasse solide	Pompes à chaleur	Biocarburants	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Biogaz	Solaire thermique	Déchets	Géothermie
Allemagne	35 500	16 060	5 110	1 920	2 300	3 400	650	4 120	760	1 030	150
Italie	21 420	950	2 540	12 280	630	1 400	1 760	880	170	500	310
France	17 850	2 790	4 090	4 630	3 160	710	1 460	220	150	550	90
Espagne	12 750	2 820	770	5 800	900	220	1 080	90	980	80	<10
Royaume-Uni	10 580	4 490	1 090	170	370	2 810	240	1 120	10	270	<10
Suède	8 740	1 010	4 090	2 110	330	60	940	<10	20	160	<10
Danemark	7 370	4 600	1 450	340	30	200	<10	50	530	110	50
Finlande	6 300	520	4 320	700	300	80	190	50	<10	120	<10
Pays-Bas	4 740	2 680	480	450	70	560	<10	120	10	290	70
Autriche	4 120	280	1 740	300	390	190	770	80	330	30	10
Pologne	3 690	790	1 010	140	1 310	90	100	160	70	<10	10
Portugal	1 930	500	580	440	20	40	260	30	10	40	<10
Belgique	1 950	450	260	280	240	440	80	100	30	60	<10
République tchèque	1 780	60	690	110	420	110	110	240	20	10	<10
Grèce	1 120	300	150	110	150	90	150	40	110	<10	<10
Roumanie	1 610	150	330	10	750	90	240	<10	<10	<10	10
Hongrie	1 460	50	350	20	750	90	<10	70	20	40	60
Estonie	840	90	560	120	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10
Lettonie	1 000	<10	720	<10	130	<10	50	40	<10	<10	<10
Slovaquie	840	<10	340	10	300	20	90	40	<10	<10	10
Irlande	780	440	200	40	<10	<10	20	30	10	<10	<10
Bulgarie	780	30	270	130	110	30	120	30	40	<10	<10
Croatie	700	50	380	<10	100	<10	90	30	<10	<10	<10
Lituanie	710	60	260	10	290	10	30	20	<10	<10	<10
Slovénie	310	<10	130	30	<10	20	60	20	<10	<10	<10
Luxembourg	180	30	<10	<10	<10	10	70	10	<10	<10	<10
Chypre	100	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Malte	100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Total UE 28</b>	<b>149 250</b>	<b>39 250</b>	<b>31 940</b>	<b>30 200</b>	<b>13 110</b>	<b>10 730</b>	<b>8 620</b>	<b>7 640</b>	<b>3 380</b>	<b>3 430</b>	<b>950</b>

Source : EurObserv'ER 2017

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

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

Pour la première fois dans le projet des baromètres EurObserv'ER, le chapitre socio-économique inclut un indicateur dédié qui prend en compte les effets

de la croissance des énergies renouvelables sur le secteur européen des combustibles fossiles. Pour cette première année, seuls huit pays sont évalués (Autriche, Belgique, République tchèque, Allemagne, Espagne, France, Italie et Pays-Bas). Dix nouveaux États membres seront ajoutés l'année prochaine (Danemark, Finlande, Grèce, Irlande, Luxembourg,

### 1

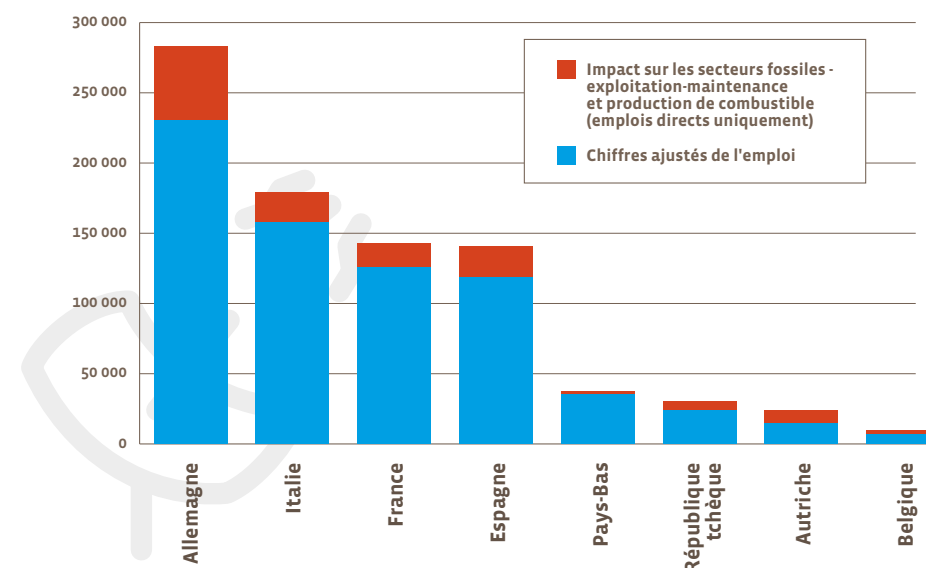
Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles dans 8 pays européens (chiffres pour 2016)

	Emplois énergies renouvelables (directs et indirects)	Impact sur les secteurs fossiles – exploitation-maintenance et production de combustible (emplois directs uniquement)	Chiffres ajustés de l'emploi
Allemagne	283 100	52 800	230 300
Italie	179 000	21 600	157 400
France	143 100	17 400	125 700
Espagne	141 000	22 300	118 700
Pays-Bas	37 600	2 400	35 200
République tchèque	30 500	6 900	23 600
Autriche	24 000	9 100	14 900
Belgique	9 500	2 900	6 600
<b>Total</b>	<b>847 800</b>	<b>135 400</b>	<b>712 400</b>

Source : EurObserv'ER 2017

### 2

Impact du développement des énergies renouvelables sur le secteur des énergies fossiles (chiffres pour 2016)



Source : EurObserv'ER 2017

Pologne, Portugal, Roumanie, Suède et Royaume-Uni), puis l'ensemble des États membres de l'Union européenne seront traités dans l'édition de 2019.

Les résultats présentés ici concernent l'année 2016. L'approche a retenu six sous-secteurs utilisant des énergies fossiles : production d'électricité, exploitation minière, pétrole pour la production d'électricité, raffinage, production et extraction de chaleur, fourniture de pétrole brut et de gaz naturel. Les résultats sont exprimés uniquement en 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 réduite/

évitée). Il convient de noter que la réduction des activités de construction de nouvelles usines conventionnelles n'est pas prise en compte. L'impact total du développement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles n'est donc pas entièrement comptabilisé.

Le tableau montre que l'impact sur le secteur des combustibles fossiles varie énormément entre les différents États membres. Par exemple, l'impact relatif sur le secteur fossile, comparé à l'emploi total, est plus important en Autriche qu'aux Pays-Bas. Cela s'explique par les différences de caractérisa-

tion du secteur des combustibles fossiles et par le type d'énergie renouvelable déployée. Les pays qui disposent d'activités minières liées au charbon sont plus sensibles à l'influence du développement des énergies renouvelables que les pays qui importent du charbon pour la production d'électricité, comme on peut le constater en République tchèque, en Allemagne et en Espagne<sup>1</sup>.

Le type de technologie renouvelable déployée est aussi un facteur important. Les technologies qui exploitent des matières premières (biogaz, biocarburants et déchets urbains renouvelables<sup>2</sup>) génèrent un nombre relativement élevé d'emplois par MW. Par conséquent, la production de matières premières pour ces technologies a un impact relativement faible sur le secteur des combustibles fossiles. Par exemple, en France, l'impact du déploiement des énergies renouvelables sur le secteur des combustibles fossiles est relativement faible en raison de la production de matières premières pour les biocarburants et de la faible activité minière. ■

1. On suppose que la réduction de l'utilisation du gaz naturel aura un impact négligeable sur l'emploi. En effet, il est peu probable que les installations d'extraction, de transformation et de transport du gaz naturel soient mises hors service du fait de l'utilisation des énergies renouvelables. Le personnel d'exploitation et de maintenance des installations existantes ne risque donc pas d'être impacté par la baisse de la demande de gaz.

2. Il faut noter que la biomasse solide est une exception car une grosse partie de cette biomasse est constituée de bois de chauffage utilisé par les ménages, et qui, souvent, n'est pas obtenu via les circuits de distribution officiels et ne contribue donc pas à l'emploi.





# 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 groupe met l'accent sur le développement et la production des technologies proprement dites (par exemple, la production de panneaux solaires).

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

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

financement ou de promotion au niveau de l'Union européenne.

Il convient de noter que les données relatives au financement d'actifs et aux opérations de capital-risque/capital-investissement contenues dans la présente édition de l'« État des énergies renouvelables en Europe » ne peuvent pas être comparées à celles de l'édition précédente. Cela est dû à l'évolution permanente de la base de données. Ainsi, chaque fois que de nouvelles informations sont disponibles au sujet d'opérations d'investissement réalisées au cours des années passées, nous actualisons cette base de données afin qu'elle soit la plus exhaustive possible. Il est donc logique que les chiffres de l'investissement 2015 présentés dans l'édition de l'année dernière soient différents de ceux présentés cette année.

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

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

# Investissement dans les capacités de production d'énergie renouvelable



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

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

## Note méthodologique

Le financement d'actifs couvre l'ensemble des investissements dans des projets de production d'énergie renouvelable à grande échelle. Il couvre les projets d'une puissance supérieure à 1 MW, dans les secteurs de l'éolien, du solaire, du photovoltaïque, de l'héliothermodynamique, de la biomasse solide, du biogaz et de la valorisation énergétique des déchets, ainsi que des projets d'une capacité supérieure à un million de litres par an dans le secteur des biocarburants. En outre, les données sont basées sur des contrats fermes et non sur des projets, et les indicateurs d'investissement présentés ici concernent toutes les opérations conclues en 2015 et 2016. Il s'agit donc de projets pour lesquels l'opération financière a été approuvée et finalisée et le financement garanti. Mais cela ne donne aucune indication sur la date à laquelle la capacité additionnelle sera mise en service. Dans certains cas, la construction peut démarrer immédiatement ; dans d'autres, un accord financier est signé mais

la construction ne démarrera pas avant plusieurs mois (voire plusieurs années). Ainsi, la capacité additionnelle associée à ces investissements est estimée sur la base des opérations de financement conclues au cours de l'année. Cette capacité peut être mise en service au cours aussi bien de l'année considérée que des années suivantes. Outre les investissements dans les capacités de production des différents États membres, les dépenses d'investissement par MW de capacité de production sont également calculées pour l'Union européenne et pour les principaux partenaires commerciaux afin de pouvoir les comparer.

On distingue trois types de financement d'actifs : financement sur bilan (balance-sheet finance), financement de projet sans recours (non-recourse project finance) et financement par le biais d'obligations ou d'autres méthodes. Dans le premier cas, le financement de l'installation s'appuie sur le

bilan d'une grande société d'énergie ou d'une compagnie de distribution. La société peut emprunter de l'argent auprès d'une banque et, en tant que société, est responsable du remboursement de l'emprunt. Le financement de projet sans recours implique l'apport de fonds dans une société à objet unique (société dédiée au projet) qui, à son tour, contracte des emprunts bancaires complémentaires. Ici, seule la société dédiée au projet est tenue de rembourser l'emprunt, et le projet est en grande partie dissocié du bilan de la société qui a

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

# L'ÉOLIEN



L'année 2016 a été à nouveau très favorable à l'investissement dans la capacité de production éolienne. Les investissements éoliens (sur terre et en mer) qui s'élevaient déjà à 31 milliards d'euros en 2015, ont atteint 34 milliards d'euros en 2016, ce qui correspond à une augmentation de près de 10 %. Contrairement à l'investissement total, le nombre de projets éoliens a, quant à lui, considérablement diminué, passant de 795 en 2015 à 455 en 2016. Malgré la hausse des investissements, la capacité additionnelle associée au financement d'actifs a diminué de 10 %, passant de 15,2 GW en 2015 à 13,7 GW en 2016. Cette observation révèle une augmentation des dépenses d'investissement par mégawatt de capacité éolienne installée. Comme nous le verrons ci-dessous, l'augmentation des dépenses d'investissement est principalement due à une augmentation substantielle de la part de l'éolien offshore, qui coûte généralement plus cher.

Le mode de financement des projets éoliens a évolué légèrement entre les deux années. Le financement sur bilan demeure prédominant et a même augmenté au cours de cette période (60 % en 2015, 68 % en 2016). Une tendance inverse peut être observée pour les autres instruments de financement, notamment les obligations ou les garanties, qui ont fortement diminué entre les deux exercices, passant de plus de 10 % en 2015 à seulement 1,3 % en 2016. La part du financement de projet sans recours est restée relativement stable, autour de 30 %. 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 plus modestes reposent sur le financement sur bilan. Bien que le financement de projet représente, en volume, environ 30 % de l'investissement réalisé au cours de chacune de ces

deux années, il ne représente, en nombre, que 9,4 % (2015) et 15,4 % (2016) de tous les projets.

## L'ÉOLIEN OFFSHORE DYNAMISE LES INVESTISSEMENTS EN 2016

L'analyse montre que la progression des investissements dans l'éolien est essentiellement due à une forte croissance du secteur offshore. Globalement, les investissements offshore, qui atteignaient déjà le niveau impressionnant de 13,9 milliards d'euros en 2015, sont passés à 22,3 milliards d'euros en 2016. Ainsi, par rapport aux années précédentes, le segment offshore a été le principal moteur des investissements dans l'éolien. Sa part est passée de 45 % en 2015 à plus de 65 % en 2016. En revanche, le nombre relativement faible de projets offshore (11 en 2015 et 15 en 2016) révèle le montant nettement plus important de ces investissements par rapport au montant moyen des projets terrestres. Un projet offshore moyen s'élevait

## 1

État des lieux du financement d'actifs éoliens (sur terre et en mer) dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs - Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs - Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	13 024,19	75	4 138,7	15 410,79	80	4 311,1
Allemagne	10 901,69	442	58 73,0	8 984,05	179	3 890,4
Belgique	880,50	28	339,4	2 509,30	18	835,6
France	1 283,68	54	988,0	1 604,21	63	1 106,2
Danemark	354,70	20	281,1	1 283,15	15	601,9
Suède	525,68	23	416,6	1 078,55	21	806,1
Italie	491,59	17	374,3	804,33	14	532,4
Finlande	777,81	19	578,9	703,81	20	446,2
Irlande	777,07	16	521,3	674,25	14	467,0
Autriche	395,60	18	298,3	352,23	10	213,1
Espagne	25,15	2	9,6	176,37	8	125,9
Estonie	0,00	0	0	166,65	1	102,0
Grèce	300,01	5	215,9	153,08	3	107,7
Pologne	1 011,28	46	798,2	93,39	3	61,4
Pays-Bas	250,07	23	196,5	89,03	5	63,6
Lituanie	1,89	1	1,5	10,51	1	7,5
Portugal	103,17	4	89,7	0,00	0	0
Luxembourg	26,50	1	21,0	0,00	0	0
Chypre	12,62	1	10,0	0,00	0	0
<b>Total UE</b>	<b>31 143,19</b>	<b>795</b>	<b>15 152,0</b>	<b>34 093,68</b>	<b>455</b>	<b>13 678,2</b>

Source : EurObserv'ER 2017

à 1,26 milliard d'euros en 2015 et 1,49 milliard d'euros en 2016. Les investissements terrestres, eux, s'élevaient en moyenne à 22 millions d'euros en 2015 et 26 millions d'euros en 2016. Le financement de projet sans recours est utilisé plus fréquemment dans le secteur offshore en raison de ses volumes de financement plus élevés.

La capacité additionnelle associée aux investissements offshore est passée de 3,01 GW en 2015 à 5,49 GW en 2016. La capacité de production offshore a augmenté plus rapidement que les dépenses d'investissement, ce qui indique que les dépenses par mégawatt ont diminué entre les deux années, passant de 4,6 millions d'euros en

2015 à 4,1 millions d'euros en 2016. Comme indiqué précédemment, les données montrent que les coûts d'investissement de l'éolien terrestre sont nettement inférieurs à ceux de l'offshore, soit un peu plus de 1,4 million d'euros par mégawatt ces deux années.



Part des différents types de financement d'actifs éoliens (sur terre + en mer) dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	59,9 %	89,6 %	68,0 %	82,9 %
Financement de projet	29,9 %	9,4 %	30,7 %	15,4 %
Obligations/ Autres	10,2 %	1,0 %	1,3 %	1,7 %
<b>Total UE</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017

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

Après avoir détrôné l'Allemagne en 2015 avec 13 milliards d'euros d'investissements, le Royaume-Uni demeure le principal investisseur en 2016, avec 15,4 milliards d'euros. À l'inverse, les investissements allemands sont passés de 10,9 à 8,9 milliards d'euros au cours de la même période. Comme les années précédentes, les investissements éoliens sont très concentrés dans ces deux États membres et sont largement stimulés par l'éolien offshore, notamment au Royaume-Uni, où la part des investissements offshore s'élevait à 74 % en 2015, et jusqu'à 87 % en 2016. En Allemagne, cette part est inférieure, mais elle est aussi en augmentation (de 32 % en 2015 à 62 % en 2016).

### CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS DANS PLUSIEURS ÉTATS MEMBRES ; LA BELGIQUE SE PLACE EN TROISIÈME POSITION

En France, le financement d'actifs est passé de 1,28 milliard d'euros en 2015 à 1,6 milliard en 2016, le nombre de projets éoliens passant de 54 à 63 pendant la même période. Malgré cette évolution très positive, la France a perdu sa troisième place, en 2016, au profit de la Belgique, qui a vu une hausse particulièrement forte de ses investissements (de 881 millions d'euros en 2015 à 2,5 milliards d'euros en 2016). Cette hausse est presque entièrement attribuable à deux projets offshore de très grande envergure représentant plus de 90 % des investissements réalisés en 2016.

Trois autres États membres ont enregistré des investissements élevés, et en progression, dans le secteur éolien, au cours de cette même période. Au Danemark, ils ont plus

que triplé, passant de 355 millions d'euros à près de 1,3 milliard d'euros. Cette augmentation est due à deux investissements offshore importants, réalisés en 2016. En Italie et en Suède, les investissements éoliens ont progressé sensiblement entre les deux années, de 526 millions d'euros à près de 1,1 milliard d'euros en Suède, et de 492 millions d'euros à plus de 800 millions d'euros en Italie. Dans les deux pays, ces investissements ne concernaient que l'éolien terrestre.

L'Espagne et l'Estonie ont également enregistré une hausse significative de leurs investissements éoliens, mais à un niveau moindre que les trois pays cités précédemment. En Espagne, les montants, qui étaient très modestes en 2015 (25 millions d'euros), ont atteint 176 millions d'euros l'année suivante. En Estonie, aucun investissement n'a été enregistré en 2015, tandis qu'un investissement relativement important (167 millions d'euros) a pu être observé en 2016.

### DES INVESTISSEMENTS STABLES OU EN BAISSÉ DANS PLUSIEURS ÉTATS MEMBRES

Dans trois États membres, les investissements éoliens sont restés stables, à un niveau relativement élevé. La Finlande et l'Irlande ont enregistré des montants d'investissement presque identiques dans l'éolien en 2015, soit respectivement 778 millions d'euros et 777 millions d'euros. Dans les deux pays, ces investissements ont légèrement reculé en 2016, atteignant 704 millions d'euros en Finlande et moins de 700 millions d'euros en Irlande. Le nombre de projets éoliens est également resté relativement stable dans les deux États

État des lieux du financement d'actifs éoliens en mer dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	9 700,00	6	1 999,2	13 334,93	6	2 893,9
Allemagne	3 526,60	4	847	5 534,67	4	1 439
Belgique	655,81	1	165	2 288,85	2	679
Danemark				1 048,04	2	434
Finlande				1 08,41	1	40
<b>Total UE</b>	<b>13 882,41</b>	<b>11</b>	<b>3 011,2</b>	<b>22 314,90</b>	<b>15</b>	<b>5 485,9</b>

Source : EurObserv'ER 2017

membres. En Autriche, les investissements ont totalisé 352 millions d'euros en 2016 contre près de 400 millions d'euros l'année précédente. Contrairement à la Finlande et à l'Irlande, le nombre de projets a fortement baissé en Autriche.

d'euros en 2016. Aux Pays-Bas, ils sont passés de 250 millions d'euros à 89 millions d'euros, et le nombre de nouveaux projets est passé de 23 en 2015 à seulement 5 en 2016. Enfin, trois États membres n'ont

enregistré des investissements qu'en 2015, à savoir Chypre, le Luxembourg et le Portugal. ■

Part des différents types de financement d'actifs éoliens en mer dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	58,1 %	58,3 %	53,6 %	60,0 %
Financement de projet	41,9 %	41,7 %	33,3 %	26,7 %
Obligations/ Autres	0,0 %	0,0 %	13,1 %	13,3 %
<b>Total UE</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017

La plus forte baisse des financements d'actifs a été observée en Pologne. Alors qu'en 2015, le pays se classait au quatrième rang de l'Union européenne avec plus de 1 milliard d'euros investis dans la filière, les investissements ne s'élevaient plus qu'à 93 millions d'euros en 2016. Cette tendance est encore plus spectaculaire si l'on considère le nombre de projets, ceux-ci passant de 46 en 2015 à seulement 3 en 2016. La Grèce et les Pays-Bas ont également enregistré une diminution des financements d'actifs dans l'énergie éolienne. En Grèce, les investissements ont diminué de moitié, passant de 300 millions d'euros en 2015 à 153 millions

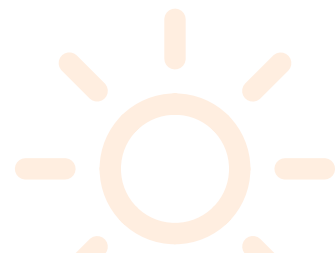
## LE PHOTOVOLTAÏQUE

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 comprend que les investissements à grande échelle. Par conséquent, tous les projets de petite taille tels que les installations en toiture, qui constituent la majeure partie des installations dans la plupart des pays de l'Union européenne, ne sont pas inclus dans les données présentées. Comme dans les dernières éditions, EurObserv'ER rend compte des investissements globaux 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.

### CHUTE SPECTACULAIRE DES INVESTISSEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES

Une diminution importante des investissements dans les centrales solaires photovoltaïques a pu être observée entre 2015 et 2016. L'investissement dans les installations à grande échelle (> 1 MW) est passé de plus de 4,6 milliards d'euros en 2015 à seulement 1,7 milliard d'euros en 2016, ce qui représente une chute de plus de 64 %. Cependant, le nombre de projets a connu une baisse moins forte (47 %), passant de 383 projets en 2015 à 202 projets en 2016. Cela



montre que la taille moyenne des projets a diminué entre les deux années. Un projet moyen s'élevait à 12,1 millions d'euros en 2015, contre 8,2 millions d'euros en 2016. Comme indiqué dans la dernière édition, aucune variation importante des coûts d'investissement n'avait été observée entre 2014 et 2015. En revanche, si l'on compare les années 2015 et 2016, on constate une baisse importante (21 %) des dépenses d'investissement par mégawatt de capacité installée, celles-ci passant de 1,43 million d'euros à 1,12 million d'euros. Tout comme le financement d'actifs global dans les centrales photovoltaïques, la puissance additionnelle



## 1

État des lieux du financement d'actifs photovoltaïques dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016 (centrales au sol)

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MWc)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MWc)
Royaume-Uni	3 513,79	296	2 463,0	1 039,64	153	953,7
France	349,71	18	241,5	204,72	22	182,5
Allemagne	282,12	44	215,7	145,21	15	95,6
Italie	135,54	5	79,6	82,20	3	75,2
Pays-Bas	3,32	1	2,3	66,46	2	60,8
Irlande	0,00	0	0	50,28	1	46,0
Danemark	254,38	5	176,4	41,49	1	38,0
Chypre	4,33	1	3,0	14,64	2	13,4
Espagne	0,00	0	0	13,67	2	12,5
Grèce	0,00	0	0	4,81	1	4,4
Portugal	23,18	3	17,3			0
Hongrie	23,07	1	16,0			0
Suède	21,03	4	14,6			0
Roumanie	18,03	1	12,5			0
Pologne	3,61	2	2,5			0
Belgique	2,88	1	2,0			0
Malte	2,65	1	1,9			0
<b>Total UE</b>	<b>4 637,63</b>	<b>383</b>	<b>3 248,3</b>	<b>1 663,12</b>	<b>202</b>	<b>1 482,0</b>

Source: EurObserv'ER 2017

associée aux nouveaux investissements a diminué. Alors qu'elle totalisait 3,25 GW en 2015, elle n'était plus que de 1,48 GW en 2016, ce qui représente une baisse de 54 %.

Concernant les sources de financement des centrales photovoltaïques, aucun changement notable n'est observé. Au cours

des deux années, la plupart des centrales photovoltaïques ont été financées par le financement sur bilan. Entre 2015 et 2016, la part de ce type de financement a légèrement augmenté (de 72 % à 77 %), tandis que la part du financement de projet sans recours est passée de 27 % à 23 %. Les obligations ou autres mécanismes de finance-

ment n'ont pas été utilisés pour les investissements photovoltaïques en 2016 et n'ont joué qu'un rôle négligeable en 2015.

En 2016, les investissements photovoltaïques à petite échelle se sont élevés à 4,23 milliards



Investissement dans les installations photovoltaïques pour l'ensemble de l'UE en 2015 et 2016 (commercial et résidentiel)

	2015		2016	
	Investissement (millions €)	Puissance (en MW)	Investissement (millions €)	Puissance (en MW)
Total UE	5 178,64	3 231	4 322,55	2 992

Source : EurObserv'ER 2017



EDF/Mac D'Orléans

Part des différents types de financement d'actifs photovoltaïques dans l'UE en 2015 et 2016 (centrales au sol)

	2015		2016	
	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs - Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	72,3 %	72,3 %	77,4 %	81,2 %
Financement de projet	27,4 %	27,2 %	22,6 %	18,8 %
Obligations/ Autres	0,3 %	0,5 %	0 %	0 %
Total UE	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Source : EurObserv'ER 2017

d'euros, dépassant largement les investissements à grande échelle. En 2015, toutefois, ces investissements à petite échelle étaient plus élevés (5,18 milliards d'euros). Ils ont donc baissé d'environ 17 % entre les deux années. Quant à la puissance associée, elle n'a baissé que de 7 %, passant de 3,23 GW à 2,99 GW. Cela indique que les coûts d'investissement par mégawatt de capacité installée ont également diminué de près de 10 % entre les deux années.

#### PRÉDOMINANCE DU ROYAUME-UNI ; LA FRANCE CONSERVE LA SECONDE PLACE

Depuis 2012, il existe une forte concentration des investissements photovoltaïques au Royaume-Uni. Bien que les investissements à grande échelle aient chuté de manière spectaculaire, passant de 3,5 milliards d'euros en 2015 à environ 1 milliard d'euros en 2016, le Royaume-Uni demeure en tête du classement, et cette tendance semble se poursuivre. En 2016, plus de 65 % de tous les investissements photovoltaïques à grande échelle réalisés dans l'Union européenne ont été enregistrés au Royaume-Uni. En 2015, cette part était même de 76 %. Par rapport au financement d'actifs, la puissance additionnelle a diminué à un rythme plus lent, passant de 2,46 GW en 2015 à 954 MW en 2016.

La France se classe au deuxième rang en termes d'investissements photovoltaïques, avec des montants sensiblement plus faibles. Comme le Royaume-Uni, elle a enregistré une évolution négative de ses investissements, qui sont passés de 350 millions d'euros

en 2015 à 242 millions d'euros en 2016, tandis que le nombre de projets a légèrement augmenté (de 18 à 22).

#### CHUTE DES INVESTISSEMENTS DANS LA PLUPART DES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE

Des évolutions similaires à celle du Royaume-Uni et de la France ont pu être observées dans l'ensemble des pays de l'Union européenne. En Allemagne, au Danemark et en Italie, qui figuraient parmi les cinq premiers en 2015, les investissements ont diminué. La baisse a été particulièrement marquée au Danemark, où les montants sont passés de 254 millions d'euros en 2015 à seulement 41 millions d'euros l'année suivante. D'autre part, sept États membres n'ont enregistré des investissements qu'en 2015. En revanche, l'Irlande, l'Espagne et la Grèce n'en ont enregistré qu'en

2016. Dans tous ces cas, il s'agissait de montants relativement modestes. ■



## LE BIOGAZ

Quatre types d'investissements à grande échelle sont analysés 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, et (iv) centrales de cogénération – centrales biogaz d'une puissance de 1 MWe ou plus, produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur. Outre les centrales produisant de la chaleur et/ou de l'électricité à partir du biogaz, on recense des centrales qui ne produisent pas d'électricité mais du biométhane (unités de méthanisation) qui est ensuite

injecté 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 différents sont proposés : l'un présente le financement des centrales électriques au biogaz et l'autre les installations produisant du biométhane.

### L'INVESTISSEMENT DANS LES CENTRALES ÉLECTRIQUES AU BIOGAZ RESTE STABLE

Après une croissance entre 2014 et 2015, les financements d'actifs – incluant les centrales électriques au biogaz et les unités de production de biométhane –, qui totalisaient 109 millions d'euros en 2015, ont diminué de moitié pour atteindre 54 millions d'euros en 2016. Ces montants sont toutefois nettement inférieurs aux investissements des années précédentes (par exemple, 330 millions d'euros avaient été investis en 2013).

Les investissements dans les centrales électriques biogaz ont diminué plutôt modestement par rapport aux investissements globaux dans le biogaz, puisqu'ils sont passés de 66 millions d'euros en 2015 à 54 millions d'euros en 2016. En revanche, la puissance additionnelle associée à ces investissements a baissé plus fortement, passant de 19,8 MW en 2015 à seulement 9,4 MW. L'augmentation des dépenses d'investissement par mégawatt de capacité installée doit toutefois être interprétée avec prudence, en raison du nombre de projets observés (4 projets en 2015 et autant en 2016). Contrairement aux investissements dans les centrales électriques biogaz, ceux liés aux unités de production de biométhane n'ont été observés qu'en 2015, à hauteur de 43 millions d'euros. Par contre, il est important de mentionner que nous ne dispo-



## 1

État des lieux du financement d'actifs biogaz dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	61,07	3	17,8	54,21	4	9,4
Allemagne	5,03	1	2			
<b>Total UE</b>	<b>66,10</b>	<b>4</b>	<b>19,8</b>	<b>54,21</b>	<b>4</b>	<b>9,4</b>

Source : EurObserv'ER 2017



État des lieux du financement d'actifs dans le secteur biogaz dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016 (biométhane)

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en m <sup>3</sup> /h)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en m <sup>3</sup> /h)
Royaume-Uni	43,12	2	450	0,00	0	0
Total UE	43,12	2	450	0,00	0	0

Source : EurObserv'ER 2017

sons d'aucune information sur la capacité de l'une de ces unités de production de biométhane. Pour les centrales électriques au biogaz, il existe des différences mineures dans les sources de financement entre 2015 et 2016. Au cours des deux années, la plupart des investissements ont bénéficié du financement de projet, cette part passant de 67 % à 81 %. En revanche, le financement sur bilan a été utilisé pour la totalité des investissements dans les unités de production de biométhane.

### LE ROYAUME-UNI CONCENTRE LA MAJORITÉ DES INVESTISSEMENTS

Concernant les unités de production de biométhane, tous les investissements observés en 2015 ont eu lieu au Royaume-Uni. Le pays se classe également au premier rang des investissements dans les centrales électriques biogaz. En 2016, la totalité des 54 millions d'euros a été investie au Royaume-Uni, dans des unités de biogaz, ce qui est toutefois inférieur aux 61 millions d'euros investis en 2015. En 2015, le seul autre État membre ayant

enregistré des financements d'actifs dans les centrales électriques au biogaz était l'Allemagne, avec un investissement de 5 millions d'euros. ■

Part des différents types de financement d'actifs biogaz dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	33,47 %	75,00 %	18,70 %	75,00 %
Financement de projet	66,53 %	25,00 %	81,30 %	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 2017





## LA GÉOTHERMIE

Cette technologie utilise l'énergie géothermique pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité. Avant d'aborder le financement des centrales géothermiques au sein de l'Union européenne, il convient de différencier les quatre types d'investissement pris en compte dans les données de base : (i) énergie géothermique conventionnelle, (ii) chauffage urbain, (iii) cogénération, et (iv) systèmes géothermiques stimulés. L'énergie géothermique présente une forte orientation régionale au sein de l'Union. Le principal utilisateur est, sans conteste, l'Italie, bien que d'autres États membres

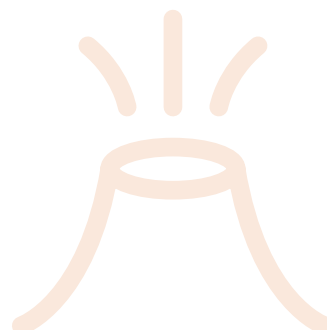
aient également recours à cette source d'énergie, mais à un niveau moindre.

### DES INVESTISSEMENTS IMPORTANTS AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE

En 2015, 135 millions d'euros ont été investis dans la géothermie, à l'échelle de l'Union européenne. L'année suivante, les investissements ont chuté de 45 %, totalisant 80 millions d'euros. Les montants investis ces deux années sont plutôt élevés par rapport à ceux des années précédentes. Comme indiqué dans les deux dernières éditions, 31 millions d'euros seu-

lement ont été investis en 2014, et aucun investissement n'a eu lieu en 2013 dans la filière géothermique. Le nombre de projets a diminué (de 5 projets en 2015 à 3 en 2016). Par conséquent, le montant moyen de l'investissement dans une unité géothermique est resté relativement constant, puisqu'il s'élevait à 29 millions d'euros par unité en 2015 et à 26,6 millions d'euros en 2016.

Le mode de financement des projets géothermiques a changé notablement entre les deux années. En 2015, environ deux tiers des investissements ont eu recours au



## 1

État des lieux du financement d'actifs géothermie dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Allemagne				52,85	1	26
Pays-Bas	58,81	3	45	18,79	1	16
Portugal				8,13	1	4
France	46,23	1	24			5
Croatie	30,31	1	10			0
<b>Total UE</b>	<b>135,35</b>	<b>5</b>	<b>79</b>	<b>79,77</b>	<b>3</b>	<b>51</b>

Source : EurObserv'ER 2017

financement de projet, tandis que le tiers restant a bénéficié du financement sur bilan. En revanche, en 2016, plus de 76 % des investissements ont bénéficié du financement sur bilan, et 24 % seulement ont eu recours au financement de projet. Ces deux années, les obligations et autres instruments financiers n'ont joué aucun rôle dans les investissements liés à la géothermie.

### LES PAYS-BAS CONCENTRENT LA PLUPART DES INVESTISSEMENTS

En ce qui concerne la répartition des investissements dans l'Union européenne, la moitié des projets géothermiques enregistrés sur 2015 et 2016 se situent aux Pays-Bas, seul État membre ayant investi au cours des deux années. En 2015, 58 millions d'euros y ont été investis dans trois installations. L'année suivante, les montants ont chuté à 19 millions d'euros. La puissance additionnelle associée était de 45 MWth en 2015 et de 16 MWth en 2016.

En 2016, les investissements les plus importants ont été réalisés en Allemagne, avec 53 millions d'euros investis dans une installation géothermique de 26 MW. La même année, 8 millions d'euros ont été investis au Portugal. Enfin, deux États membres ont enregistré un investissement en 2015 : la France,

avec 46 millions d'euros, et la Croatie, avec 30 millions d'euros. ■

## 2

Part des différents types de financement d'actifs géothermie dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	34,2 %	20,0 %	76,4 %	66,7 %
Financement de projet	65,8 %	80,0 %	23,6 %	33,3 %
Obligations/ Autres	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
<b>Total UE</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017



## LA BIOMASSE SOLIDE

Le financement d'actifs abordé ici concerne uniquement les centrales alimentées à la biomasse solide et non les installations de production de biomasse. Les données comprennent 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, et

(iv) centrales de cogénération – centrales biomasse produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur, d'une puissance de 1 MWe ou plus.

### CHUTE DES INVESTISSEMENTS DANS LA BIOMASSE

Entre 2015 et 2016, le financement d'actifs dans le secteur de la biomasse à grande échelle a chuté de 46 %. Les investissements au sein de l'Union européenne se sont élevés à 2 milliards d'euros en 2016 contre 3,7 milliards en 2015. Mais les montants investis en 2016 demeurent toutefois supérieurs à ceux de 2014. Le nombre de projets dont le montage financier a été bouclé est également en baisse. Comparée aux investissements, la puissance associée a accusé une baisse plus



modérée (33 %), passant de 1 GW en 2015 à 686 MW en 2016. On peut donc constater une diminution des dépenses d'investissement par mégawatt de capacité installée. En 2015, les coûts d'investissement par mégawatt s'élevaient en moyenne à 3,6 millions d'euros contre seulement 2,9 millions d'euros en 2016.

On observe une légère évolution des sources de financement des centrales biomasse entre ces deux années. En 2016, la répartition était équilibrée entre le financement de projet (51 %) et le financement sur bilan (49 %). En 2015, la part du financement de projet était plus importante que celle du financement sur bilan (presque 62 % contre 38 %). Au cours des deux années, la

taille des investissements concernés par le financement de projet était en moyenne beaucoup plus importante que celle des investissements couverts par le financement sur bilan, phénomène typique et souvent observé au sein des filières renouvelables.

### LE ROYAUME-UNI CONSERVE LA PREMIÈRE PLACE AU SEIN D'UNE UNION EUROPÉENNE TRÈS HÉTÉROGÈNE

Au cours des deux années, les investissements les plus importants dans la capacité biomasse ont été observés au Royaume-Uni, mais ils ont malgré tout diminué, passant de 1,8 milliard d'euros en 2015 à 1,1 milliard d'euros en 2016. La capacité additionnelle a toutefois légèrement augmenté (de 289 MW à 337 MW), ce qui pourrait être dû à un accroissement substantiel des centrales biomasse, associé à des coûts d'investissement par mégawatt moins élevés en 2016.

Comme les années précédentes, les nouveaux investissements ont évolué de façon très hétérogène au sein des États membres de l'Union européenne. En 2016, les investissements les plus importants ont été observés au Danemark, où 668 millions d'euros ont été investis dans une centrale biomasse (contre deux centrales en 2015, pour un total de 184 millions d'euros). La puissance additionnelle plus élevée, en 2015, s'explique par le fait que l'un des deux investissements danois, cette année-là, concernait la modernisation d'une unité existante, ce qui implique généralement des coûts par mégawatt beaucoup moins élevés qu'une construction neuve. En France, les

## 2

Part des différents types de financement d'actifs biomasse solide dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	38,4 %	55,6 %	50,9 %	62,5 %
Financement de projet	61,6 %	44,4 %	49,1 %	37,5 %
Obligations/ Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Total UE</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017

investissements dans la biomasse ont plus que triplé, passant de 37 à 125 millions d'euros.

Outre les trois pays mentionnés ci-dessus, la Finlande est le seul autre État membre ayant enregistré des investissements dans la biomasse au cours des deux années. Cependant, les montants investis ont fortement diminué,

passant de 1,47 milliard d'euros en 2015 à 145 millions d'euros en 2016. Par ailleurs, trois autres États membres n'ont enregistré des investissements qu'en 2015. Il s'agit de l'Irlande, de la République tchèque et des Pays-Bas, pour un montant respectif de 180 millions d'euros, 49 millions d'euros et 10 millions d'euros. ■

## 1

État des lieux du financement d'actifs biomasse solide dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	1 791,42	10	289,2	1 079,96	4	337,1
Danemark	184,13	2	324	667,83	1	150
Finlande	1 471,64	2	334	145,45	1	170
France	37,47	1	14,9	124,97	2	28,83
Irlande	180,30	1	42,5			0
Rép. tchèque	49,21	1	15			0
Pays-Bas	9,96	1	3,9			0
<b>Total UE</b>	<b>3 724,12</b>	<b>18</b>	<b>1 023,5</b>	<b>2 018,21</b>	<b>8</b>	<b>685,93</b>

Source : EurObserv'ER 2017



## LES DÉCHETS URBAINS RENOUELVABLES



De même que pour la biomasse solide, le financement d'actifs liés 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, et (iii) centrales de cogénération – centrales produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur, d'une puissance de 1 MWe ou plus.

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 instal-

### 1

État des lieux du financement d'actifs du secteur des déchets dans les pays membres de l'UE en 2015 et 2016

	2015			2016		
	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)	Financement d'actifs – Nouvelles installations (millions €)	Nombre de projets	Puissance (en MW)
Royaume-Uni	856,07	5	68,6	905,99	7	175,9
<b>Total UE</b>	<b>856,07</b>	<b>5</b>	<b>68,6</b>	<b>905,99</b>	<b>7</b>	<b>175,9</b>

Source : EurObserv'ER 2017

lations et non à la production de déchets renouvelables utilisés pour la production d'énergie.

L'observation la plus notable concerne le Royaume-Uni, seul État membre à avoir enregistré des investissements au cours des deux années. Déjà en 2014, on notait une forte concentration des investissements dans ce pays (plus de 70 %), bien que trois autres États membres en aient enregistré aussi cette année-là. Après la baisse substantielle du financement d'actifs dans les unités de valorisation énergétique des déchets entre 2014 et 2015, les investissements se sont stabilisés en 2016. Le financement d'actifs dans les installations à grande échelle est passé de 856 millions d'euros en 2015 à 906 millions en 2016, ce qui correspond à une augmentation de près de 6 %. Le nombre de projets finalisés a augmenté également, passant de 5 en 2015 à 7 en 2016. Par rapport aux investissements, la puissance additionnelle a fortement progressé, passant de 69 MW à 176 MW. Cette puissance additionnelle élevée, en 2016,

### 2

Part des différents types de financement d'actifs du secteur des déchets dans l'UE en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets	Financement d'actifs – Nouvelles installations	Nombre de projets
Financement sur bilan	73,4 %	60 %	35,0 %	57,1 %
Financement de projet	26,6 %	40 %	64,0 %	42,9 %
Obligations/Autres	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Total UE</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Source : EurObserv'ER 2017

s'explique essentiellement par le fait que le plus gros projet, cette année-là (70 MW), concernait la modernisation d'une unité existante, ce qui implique généralement des dépenses par mégawatt beaucoup moins élevées qu'une construction neuve. Enfin, il y a eu un changement notable dans le mode de financement des projets de valorisation énergétique des déchets. En 2015, la majorité des

investissements avaient recours au financement sur bilan, tandis qu'une minorité reposait sur le financement de projet. En 2016, la situation s'est inversée. ■



# COMPARAISON DES COÛTS D'INVESTISSEMENT DANS LE MONDE

Dans cette section, EurObserv'ER présente les coûts d'investissement des technologies renouvelables au sein de l'Union européenne et chez ses principaux partenaires commerciaux. Cette comparaison repose sur les investissements dans les centrales électriques renouvelables à

grande échelle. Les coûts d'investissement sont définis comme les dépenses moyennes d'investissement par MW de capacité de production dans les différents secteurs des énergies renouvelables. Ces dépenses d'investissement moyennes par MW sont calculées pour l'Union européenne ainsi

que pour certains de ses grands partenaires commerciaux, à savoir la Chine, le Canada, les États-Unis, l'Inde, le Japon, la Norvège, la Russie et la Turquie. Cependant, il peut arriver que certains pays n'aient enregistré aucun investissement dans les capacités de production liées à certains secteurs renouvelables. Par



conséquent, le nombre de pays où des coûts d'investissement peuvent être calculés et déclarés diffère en fonction des technologies.

## DÉPENSES D'INVESTISSEMENT DANS L'ÉOLIEN TERRESTRE ET OFFSHORE

Les dépenses d'investissement par MW de capacité éolienne terrestre sont presque restées constantes dans l'Union européenne, avec 1,42 million d'euros en 2015 et 1,44 million d'euros en 2016. Ces coûts d'investissement sont légèrement plus élevés que le coût d'investissement moyen hors UE. Cependant, dans la plupart des pays extracommunautaires analysés (par exemple, au Canada et aux États-Unis), les dépenses d'investissement par MW ont davantage augmenté que dans l'Union européenne. Par conséquent, l'écart entre les coûts d'investissement des États membres et ceux des pays extracommunautaires s'est réduit, ces derniers étant passés de 1,27 million d'euros à 1,40 million d'euros.

Contrairement à ce qui s'est produit dans l'éolien terrestre, seuls quelques-uns des pays extracommunautaires étudiés ont enregistré des investissements dans l'éolien offshore, à savoir le Japon et les États-Unis en 2015, ainsi que la Chine au cours des deux années. Étant donné le très faible nombre de ces projets offshore (le Japon et les États-Unis n'en ont enregistré qu'un seul chacun), il est difficile de comparer les coûts d'investissement. Dans les deux pays, les investissements de 2015 ont concerné des projets pilotes (les premiers du genre), ce qui pourrait expliquer les coûts très élevés par MW.

### 1

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

	2015	2016
Canada	1,56	1,65
Chine	1,26	1,25
Inde	1,01	1,04
Japon	1,26	1,91
Norvège	1,26	1,18
Fédération de Russie	1,26	1,40
Turquie	1,26	1,33
États-Unis	1,32	1,45
Moyenne UE	1,42	1,44

Source : EurObserv'ER 2017

### 2

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

	2015	2016
Chine	2,89	2,43
Japon	5,19	
États-Unis	9,39	
Moyenne UE	4,61	4,07

Source : EurObserv'ER 2017

## DÉPENSES D'INVESTISSEMENT DANS LE PHOTOVOLTAÏQUE ET LA BIOMASSE

Contrairement au secteur éolien, les dépenses d'investissement par MW pour les centrales solaires photovoltaïques ont fortement diminué dans l'UE, passant de 1,43 million d'euros en 2015 à quelque 1,12 million d'euros en 2016. La même tendance a pu être observée dans les pays extracommunautaires analysés, où ces dépenses sont passées en moyenne de 1,67 million à 1,28 million d'euros. Ainsi, sur les deux années, les coûts

d'investissement pour le photovoltaïque sont nettement inférieurs aux coûts moyens des pays extracommunautaires, mais la situation est contrastée selon les pays. L'Inde affiche les coûts les plus bas, avec 0,88 million d'euros par MW, alors que le Japon et le Canada sont à plus de 1,70 million d'euros par MW.

Dans le secteur européen de la biomasse, les coûts d'investissement par MW de capacité étaient



de 3,64 millions d'euros en 2015 et de 2,73 millions d'euros en 2016. Ces coûts demeurent supérieurs à ceux des pays extracommunautaires analysés, ces derniers s'élevant à 2,63 millions d'euros en 2015 et 2,51 millions d'euros en 2016. Cependant, la différence a sensiblement diminué entre les deux années. Comme pour l'éolien offshore, ces valeurs doivent toutefois être interprétées avec prudence en raison du très faible nombre d'observations, dans certains pays. Aux États-Unis, par exemple, un seul investissement a été enregistré, chaque année, dans la biomasse.

Dans l'ensemble, l'analyse montre une situation hétérogène au sein des différentes filières. Alors que pour certaines filières (comme le photovoltaïque), les coûts d'investissement par MW de capacité de production semblent être inférieurs à la moyenne des coûts des pays extracommunautaires considérés, pour d'autres (l'éolien terrestre), ils semblent plus élevés. Les coûts d'investissement semblent avoir diminué, entre 2015 et 2016, dans la plupart des filières renouvelables analysées, au sein de l'Union européenne et chez ses concurrents. ■

### 3

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

	2015	2016
Canada	2,75	1,74
Chine	1,40	1,17
Inde	1,00	0,88
Japon	1,82	1,79
Fédération de Russie	1,70	1,09
Turquie	1,35	1,09
États-Unis	1,69	1,20
Moyenne UE	1,43	1,12

Source : EurObserv'ER 2017

### 4

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

	2015	2016
Chine	1,77	1,60
Japon	2,51	3,41
États-Unis	3,61	2,52
Moyenne UE	3,64	2,73

Source : EurObserv'ER 2017



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



**A**fin 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<sup>1</sup>. Les institutions financières publiques jouent généralement un rôle important dans la mobilisation de l'investissement pour les énergies renouvelables. Elles utilisent de nombreux instruments qui sont soit publics, soit prescrits par leurs gouvernements nationaux respectifs ou par l'Union européenne. Cela va de la fourniture de subventions, aides financières, fonds, jusqu'aux prêts concessionnels classiques (prêts à des conditions favorables/prêts concessionnels) ou garanties. L'instrument le plus utilisé en termes de volume financier est le prêt conces-

sionnel. 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 2015 et/ou 2016. Cet aperçu ne comprend que des programmes proposant des instruments financiers tels que le financement par emprunt ou en fonds propres ou les garanties. L'accent étant mis sur les programmes ou les fonds de financement des énergies renouvelables, il est possible que les institutions financières publiques qui fournissent des financements pour

les énergies renouvelables sans avoir mis en place un programme explicite ou un fonds dédié soient omises. Sont présentés ici à la fois des programmes et des fonds qui financent exclusivement les investissements dans les énergies renouvelables, ainsi que d'autres qui visent des domaines proches, tels que l'efficacité énergétique

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 les énergies renouvelables en est un bon exemple, puisqu'en plus des investissements dans les énergies renouvelables, il cible l'efficacité énergétique dans les secteurs résidentiel et 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 euro-

péennes – la Banque européenne d'investissement (BEI) et la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD) – ainsi que de nombreuses banques publiques régionales et nationales comme la KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau), la Cassa depositi e prestiti, 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 des fonds nationaux comme le Fonds public slovène pour l'environnement (Éco-fonds) ou le Fonds lituanien d'investissement pour l'environnement. Enfin, il existe également des mécanismes de financement dédiés qui proposent des prêts pour les investissements dans les énergies renouvelables et offrent aussi généralement une assistance technique aux banques privées. C'est le cas du mécanisme polonais de financement de l'énergie durable (PolSEFF) ou du mécanisme de financement slovaque pour l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable (SLOVSEFF III), au sein de la BERD.

**PROGRAMMES ET INSTRUMENTS DE FINANCEMENT**  
Les programmes de financement public présentés 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.

On observe également des différences importantes dans la façon dont le financement est accordé aux bénéficiaires finaux. Dans de nombreux cas, comme par exemple dans le Programme énergies renouvelables de la KfW, des crédits directs sont accordés, l'emprunteur recevant directement un prêt de l'institution financière. Les prêts peuvent aussi être soumis à certaines conditions, par exemple à la condition qu'une banque privée accorde également un financement pour l'investissement concerné. Dans le Programme KfW pour l'énergie éolienne offshore, des prêts publics directs sont accordés dans le cadre de consortiums bancaires, les banques privées devant octroyer au moins le même montant de financement par emprunt.

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

Enfin, il existe des différences considérables entre les volumes de financement accordés par les différents programmes. La KfW, par exemple, donne la priorité aux investissements à grande échelle dans les énergies renouvelables, avec des prêts variant

de 25 à 100 millions d'euros. 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.

Il est possible que l'engagement du secteur public dans le financement des projets d'énergie renouvelable, au sein de l'Union, s'atténue au cours des prochaines années, comme cela s'est déjà produit pour d'autres mécanismes de soutien. 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. ■

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

## 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	Fond 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 (PoISEFF)	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 2017



# L'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable

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

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

## Note méthodologique

### CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

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

marchés. Il s'agit généralement de participations minoritaires. En revanche, le capital-transmission (buy-out) désigne des investissements destinés à racheter une société. Ces investissements s'accompagnent souvent d'importants emprunts en raison de coûts d'acquisition élevés.

En résumé, le capital-risque cible les sociétés du domaine des technologies renouvelables dans leur phase de démarrage, alors que le capital-investissement cible des sociétés relativement matures. Les montants investis en capital-risque sont généralement moins élevés qu'en capital-investissement. Le capital-transmission concerne en général les opérations les plus importantes, car il s'agit d'acquisitions de sociétés matures. L'ensemble de ces investissements apporte un éclairage sur l'activité des start-up et des jeunes sociétés dans le domaine des énergies renouvelables. Il est essentiel de faire la distinction entre le capital-transmission, généralement très élevé, et les autres investissements lorsqu'on analyse les fonds en capital-risque et capital-investissement dans les différents secteurs des énergies renouvelables. Ainsi, nous avons ventilé les fonds en capital-risque et capital-investissement selon les différentes phases d'investissement afin de dresser un tableau plus complet.

## Performance des sociétés et des actifs du secteur des technologies renouvelables sur les marchés publics

Les indices sectoriels permettent d'évaluer la situation et l'évolution des fabricants de matériel et des développeurs de projets sur le marché de l'Union européenne. L'approche méthodologique consiste à inclure les entreprises du secteur qui sont cotées en Bourse et dont au moins 90 % du chiffre d'affaires a été généré par des activités liées aux énergies renouvelables. Ainsi, de très grandes sociétés peuvent ne pas figurer dans ces indices. En effet, de nombreuses entreprises (parfois très importantes) produisant des technologies renouvelables sont également actives dans d'autres secteurs (par exemple, les fabricants d'éoliennes peuvent aussi produire des turbines pour les centrales électriques conventionnelles). Ces sociétés ne sont pas prises en compte dans les données car la valeur de leurs actions peut être largement influencée par des activités hors du secteur des énergies renouvelables. De plus, il existe également un grand nombre de petites sociétés qui ne sont pas cotées en Bourse et qui ne figurent donc pas ici. Concernant les indices sectoriels des énergies renouvelables, les sociétés ne sont prises en compte que lorsque leur activité a trait uniquement (ou principalement) au secteur spécifique concerné. Le choix final des entreprises dans chaque secteur s'effectue en fonction de la taille des sociétés, mesurée par leur chiffre d'affaires. Ainsi, les indices sectoriels regroupent les dix plus grandes sociétés cotées de l'Union européenne pour chaque secteur des énergies renouvelables.

Ces indices sont construits selon la formule de Laspeyres. L'indice de Laspeyres vise à montrer

l'évolution du niveau général des prix, la pondération étant basée sur les valeurs de référence. Ainsi, la valeur des sociétés est pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires au cours de la période précédente. En 2015, la valeur des sociétés a été pondérée en fonction de leur chiffre d'affaires de 2014, alors qu'en 2016 ce sont les chiffres d'affaires de 2015 qui ont été appliqués. La pondération est donc ajustée chaque année afin de conserver la structure appropriée. Cette approche a été choisie (plutôt que la pondération des sociétés en fonction de leur capitalisation boursière) car, au lieu de refléter les fluctuations à court terme sur le marché, elle s'attache à l'évolution à plus long terme (comme cette analyse qui étudie l'évolution sur deux années). Les dix premières sociétés, dans chaque indice des technologies renouvelables, sont sélectionnées en fonction de leur chiffre d'affaires de 2015.

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

## CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

L'investissement total en capital-risque et capital-investis- sement dans les sociétés d'énergie renouvelable, au sein de l'Union européenne, est demeuré stable entre 2015 et 2016, s'élevant respec- tivement à 2,04 milliards d'euros et 2,02 milliards d'euros. Ces montants sont cependant bien inférieurs aux investissements très élevés enregis- trés en 2014 (3,67 milliards d'euros). Cette évolution est conforme aux tendances observées dans tous les autres secteurs, au sein de l'Union européenne. Selon les chiffres de l'EVCA (European Private Equity and Venture Capital Association), l'investissement global en capital- risque et capital-investis- sement dans l'ensemble de l'Union euro- péenne (tous secteurs confondus) a enregistré une baisse de 1,2 %, contre 0,8 % dans le secteur des énergies renouvelables.

### RÉPARTITION SELON LES DIFFÉRENTES PHASES D'INVESTISSEMENT

Dans le cadre de cette analyse, les investissements globaux en capital-risque et capital-investis- sement dans tous les secteurs des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne, sont répartis selon quatre phases d'investisse- ment : (i) capital-risque d'amorçage, (ii) capital-risque pour la phase de croissance, (iii) capital-développe- ment, et (iv) capital-transmission. Le capital d'amorçage permet de financer de jeunes entreprises émergentes, en phase de création. Il peut par exemple soutenir les acti- vités de recherche-développement

afin d'élaborer un business plan ou de développer un produit pour le commercialiser. Le capital-risque sert, par exemple, à financer les capacités de production initiales et les activités commerciales. Le capital-investis- sement est géné- ralement utilisé dans une phase plus tardive du cycle de vie de la société. Le capital-développement (ou expansion) vise généralement des sociétés matures ou établies et a pour but 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 finan- cements élevés, contrairement à d'autres opérations, notamment de capital-risque.

Entre 2015 et 2016, le capital-inves- tissement a chuté de près de 9 %. En particulier le capital-trans- mission, qui est passé de 1,85 à 1,67 milliard d'euros. Comme cela a pu être observé au cours des dernières années, la part du capi- tal transmission est relativement importante dans l'ensemble du capital-risque et du capital-inves- tissement. Cette part, qui totalisait près de 91 % en 2015, a baissé à 83 % en 2016. Une tendance simi- laire peut également être observée pour les investissements globaux en capital-risque et capital-inves- tissement tels que rapportés par l'EVCA, où la part du capital-trans- mission représente environ 70 %,

chacune de ces deux années. Le capital-expansion est demeuré, quant à lui, relativement stable.

Contrairement au capital-investis- sement, le capital-risque a triplé, passant de 78 millions d'euros en 2015 à 231 millions en 2016. Le capi- tal d'amorçage a presque doublé, passant de 75,5 millions d'euros en 2015 à 129 millions d'euros en 2016. L'accroissement du capital destiné à la phase de croissance a été par- ticulièrement important, puisqu'il est passé de 2 millions d'euros en 2015 à plus de 102 millions d'euros en 2016. Cela montre que l'investis- sement dans les jeunes techno- logies des EnR présente un attrait pour les fonds de capital-risque qui semble avoir augmenté entre les deux années.

### LE SOLAIRE DÉPASSE L'ÉOLIEN EN TERMES D'INVESTISSEMENTS

Avant d'analyser en détail les diffé- rentes filières des énergies renouve- lables, il convient de souligner que le biogaz, la biomasse et la valori- sation énergétique des déchets ont été regroupés dans la même filière. Cela s'explique notamment par le fait que les données regroupent plusieurs sociétés qui sont soit des développeurs de projet actifs dans au moins deux de ces secteurs, soit des développeurs/producteurs d'équipements qui fournissent des technologies pour au moins deux de ces secteurs.

Dans l'ensemble, les investisse- ments ont concerné davantage de secteurs renouvelables en 2015

qu'en 2016. Le changement le plus notable dans la répartition sec- torielle des investissements est la forte augmentation de l'import- ance relative du secteur solaire photovoltaïque. De 2015 à 2016, les investissements en fonds de capi- tal-risque / capital-investis- sement dans les entreprises du secteur ont augmenté de près de 1 milliard d'euros, passant de 347 millions d'euros à 1,33 milliard d'euros. En 2016, la prédominance du solaire dans l'investissement global s'ex- plique toutefois essentiellement par une très grosse opération de transmission, totalisant plus de 1 milliard d'euros. Par conséquent, cette augmentation des investisse- ments dans l'énergie solaire photo- voltaïque ne doit pas faire l'objet d'une interprétation abusive.

Contrairement au secteur du solaire photovoltaïque, les investisse- ments dans l'éolien ont fortement diminué, passant de 1,5 milliard d'euros (2015) à 663 millions d'euros (2016). À l'instar de l'augmentation des investissements photovol- taïques, la baisse des investisse- ments éoliens est principalement due aux opérations de transmis- sion. En 2015, une importante opéra- tion de transmission a été recensée dans l'éolien, représentant plus de 1 milliard d'euros. Quant à tous les autres types d'investissements en capital-risque et capital-investisse- ment dans ce secteur, ils ont même connu une augmentation notable.

Les seuls autres secteurs ayant enregistré des investissements en capital-risque et capital-investis-

sement en 2016 sont le biogaz, la biomasse et la valorisation éner- gétique des déchets. Ils ont atteint cette année-là 32 millions d'euros, contre 13 millions l'année précé- dente. Dans les biocarburants, la géothermie et la petite hydroélec- tricité, ces investissements n'ont été observés qu'en 2015. Pour les biocarburants, ils ont totalisé près de 113 millions d'euros, ce qui a permis à ce secteur de se classer troisième cette année-là. Dans les secteurs de la géothermie et de la petite hydraulique, les investisse- ments en 2015 se sont élevés res- pectivement à 58 millions d'euros et 18 millions d'euros. ■



## 1

Investissements en capital-risque et capital-investissement par technologie énergies renouvelables, dans l'Union européenne, en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Capital-risque/ capital- investissement (millions €)	Nombre de projets	Capital-risque/ capital- investissement (millions €)	Nombre de projets
Photovoltaïque	346,91	14	1 326,30	19
Éolien	1 490,00	7	663,25	9
Biogaz, biomasse & déchets	12,71	5	32,13	4
Biocarburants	112,83	3		
Géothermie	57,72	2		
Petite hydroélectricité	18,40	1		
<b>Total UE</b>	<b>2 038,56</b>	<b>32</b>	<b>2 021,68</b>	<b>32</b>

Source : EurObserv'ER 2017

## 2

Investissements en capital-risque et capital-investissement dans les énergies renouvelables par phase d'investissement dans l'Union européenne en 2015 et 2016

	2015		2016	
	Investissement privé (millions €)	Nombre de projets	Investissement privé (millions €)	Nombre de projets
Capital-risque d'amorçage	75,53	14	128,69	8
Capital-risque pour la phase de croissance	2,19	2	102,49	7
Capital-développement	112,86	5	118,48	7
Capital-transmission	1 847,98	11	1 672,01	10
<b>Total UE</b>	<b>2 038,56</b>	<b>32</b>	<b>2 021,68</b>	<b>32</b>

Source : EurObserv'ER 2017





## PERFORMANCE DES SOCIÉTÉS ET DES ACTIFS DU SECTEUR DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Dans cette section, EurObserv'ER présente les indices basés sur les actions des sociétés du secteur des technologies renouvelables, c'est-à-dire les sociétés qui développent ou produisent les technologies énergétiques renouvelables, afin de mettre en évidence leurs performances. Ces indices sont des indicateurs des performances actuelles et attendues des sociétés européennes du secteur des énergies renouvelables cotées en Bourse. Comme dans la dernière édition, quatre de ces indices sont présentés, l'indice éolien, l'indice solaire, l'indice composite des technologies biomasse et un indice agrégé. Les trois premiers se composent de dix sociétés opérant quasi exclusivement dans la filière concernée, alors que le dernier est un indice agrégé, basé sur toutes les sociétés comprises

dans les autres indices. L'indice composite des technologies biomasse comprend des sociétés actives dans le secteur des biocarburants, du biogaz, de la biomasse et/ou de la valorisation énergétique des déchets. Toutes ces sociétés sont regroupées dans un indice commun car elles sont actives dans plusieurs secteurs, rendant quasiment impossible leur affectation à un secteur spécifique.

Lors de l'analyse de ces indices, il est essentiel de garder à l'esprit qu'ils ne prennent en compte que des sociétés cotées en Bourse. Ainsi, les filiales détenues par des sociétés mères ou des sociétés à responsabilité limitée (par exemple Enercon) ne sont pas cotées en Bourse et ne sont donc pas prises en compte. D'autre part, de nombreuses sociétés développent des

activités dans plusieurs secteurs. Par exemple, la société espagnole Abengoa développe ses activités 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 celle de l'ensemble du marché.

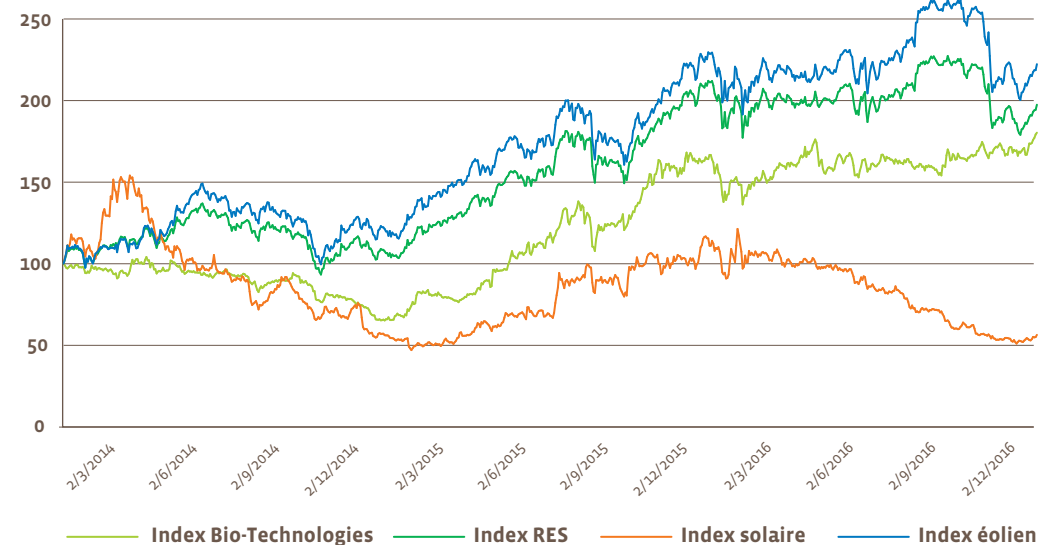
### COMPOSITION DES INDICES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Par rapport à l'édition précédente, certaines entreprises ont été remplacées par d'autres au sein des différents indices. L'un des changements notables est le retrait d'Enel Green Power de l'indice éolien, car cette société a fusionné avec Enel SpA, une grande compagnie de distribution italienne, et ce n'est donc plus une société opérant exclusivement dans le secteur des EnR. Six des dix sociétés de l'indice des technologies biomasse sont basées en Allemagne. On compte également trois sociétés françaises et une britannique. Il convient aussi de noter que les deux plus grosses sociétés en termes de chiffre d'affaires, Cropenergies et Verbio Bioenergie, sont principalement actives dans le secteur des biocarburants. Davantage d'États membres sont représentés dans



## 1

Évolution des indices énergies renouvelables sur 2014, 2015 et 2016



l'indice photovoltaïque et l'indice éolien. La plus grande société de l'indice solaire photovoltaïque est, sans conteste, SMA Solar Technology AG, tandis que pour l'indice éolien, c'est le danois Vestas.

### PERFORMANCE HÉTÉROGÈNE DES SOCIÉTÉS DANS LES DIFFÉRENTS SECTEURS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

En 2015, la tendance des trois indices EnR était assez similaire, mais la situation a sensiblement évolué en 2016. Entre début janvier et fin décembre 2015, l'indice

éolien est passé de 120 à 230 points. En 2016, son niveau est resté relativement stable bien que l'indice soit assez volatil. Fin 2016, l'indice clôturait à 223 points. L'indice des technologies biomasse a évolué de façon similaire, mais à un niveau inférieur à celui de l'éolien. En 2015, l'évolution positive était encore plus prononcée parmi les sociétés composant l'indice des technologies biomasse. L'indice a démarré à 66 points début 2015, ce qui est nettement inférieur aux 100 points du début de l'année 2014. En 2015, cependant, on note une forte évo-

lution à la hausse puisque l'indice a clôturé l'année à 167 points.

L'indice solaire présente une évolution sensiblement différente. En 2015, il affichait une évolution positive moins marquée que les deux autres indices et clôturait légèrement au-dessus de 100 en fin d'année. En 2016 cependant, la performance des entreprises du secteur photovoltaïque cotées en Bourse a baissé sensiblement et l'indice solaire clôturait à peu près

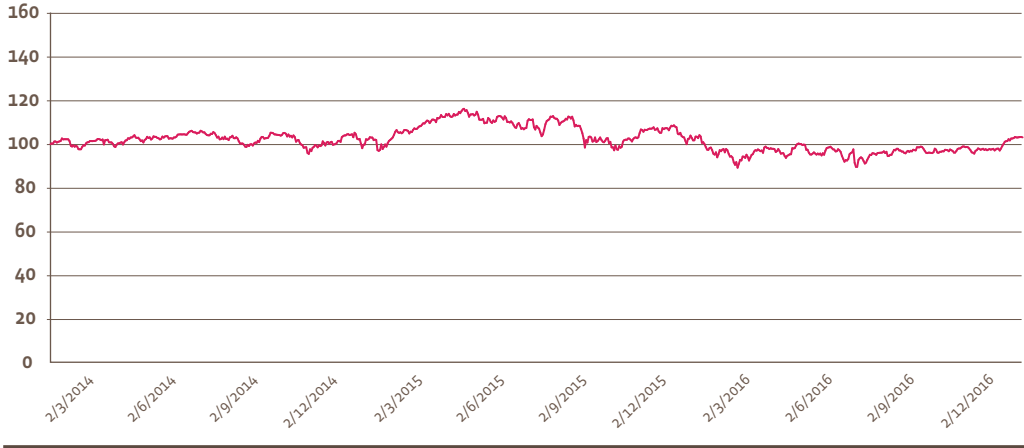
**Indice éolien :** Vestas (DK), Siemens Gamesa (ES), Nordex (DE), EDP Renováveis (PT), Falck Renewables (IT), Energiekontor (DE), PNE Wind (DE), Good Energy (UK), ABO Wind (DE), Futuren (FR).

**Indice photovoltaïque :** SMA Solar Technology (DE), Solarworld (DE), Ternienergia (IT), Centrotherm Photovoltaics (DE), Enertronica (IT), PV Crystalox Solar (UK), 7C Solarparken (DE), Solaria Energía (ES), Etrion (SE), E4U (CZ).

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

2

Évolution de l'indice Euro STOXX 50 en 2014, 2015 et 2016



au même niveau que début 2015, à savoir 56 points.

L'indice global et l'indice éolien présentent des niveaux différents, mais des fluctuations très similaires. Cela s'explique par le fait que les trois indices sont pondérés par le chiffre d'affaires global au sein de chaque secteur. Le chiffre d'affaires total étant relativement plus élevé dans l'éolien que dans le solaire photovoltaïque ou dans les technologies biomasse (l'éolien représente 75 % à 80 % du chiffre d'affaires global généré par l'ensemble des sociétés du secteur des EnR, dans les indices), il est normal que l'indice éolien joue un rôle majeur dans l'indice global. Ainsi, l'indice global présente une évolution générale positive malgré l'évolution négative de l'indice solaire en 2016.

Dans l'ensemble, les indices du secteur des énergies renouvelables révèlent que les années 2016 et sur-

tout 2015 ont été assez prospères pour les sociétés du secteur cotées en Bourse. L'Euro STOXX 50 affiche une tendance positive au premier semestre 2015, tendance observée également pour les indices énergies renouvelables, mais il baisse à nouveau jusque fin 2015 et clôture à 108 points à la fin de l'année. En 2016, le niveau de l'indice demeure relativement constant. Le développement particulièrement favorable des sociétés technologiques et des développeurs dans la filière éolienne est cohérent avec l'évolution des investissements dans les capacités de production en 2015 et 2016. En revanche, les sociétés opérant dans le solaire photovoltaïque font face à un contexte assez difficile. L'investissement dans les capacités de production photovoltaïques a nettement chuté entre 2015 et 2016. Dans l'ensemble, il faut être prudent avant de tirer des conclusions sur la situation générale des sociétés énergies renouvelables au sein de

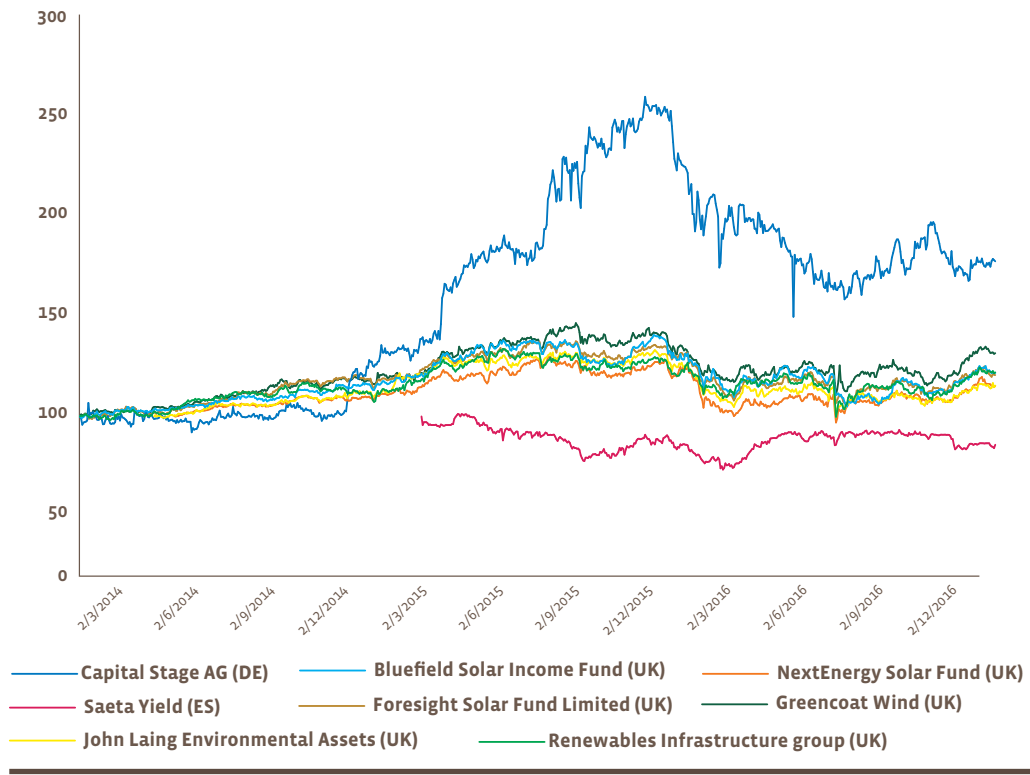
l'Union européenne. Comme nous l'avons dit précédemment, un grand nombre de sociétés et de développeurs ne sont pas cotés en Bourse.

YIELDCOS

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

3

Évolution de l'indice YieldCos en 2014, 2015 et 2016



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. Six sont basées au Royaume-Uni, les deux autres se situant en Allemagne et en Espagne. La figure illustrant les YieldCos montre l'évolution du cours de leurs actions qui, à des fins de comparaison, a été fixée à 100 à la date de référence (début 2014). Le cours des actions de l'ensemble des YieldCos basées au Royaume-

Uni évolue de façon assez similaire. On observe une tendance à la hausse jusqu'à l'automne 2015, suivie d'une baisse marginale du cours des actions jusque fin 2016, où une évolution positive semble se dessiner. La YieldCo allemande présente une évolution similaire, mais plus prononcée. Début 2015, une YieldCo espagnole a été introduite en Bourse. C'est la seule à présenter une tendance générale à la baisse au cours de la période analysée.

Reste à savoir si l'évolution positive des YieldCos européennes se poursuivra à long terme. D'un

côté, elles offrent des rendements intéressants aux investisseurs. En revanche, nombre de grandes compagnies de distribution d'énergie hésitent encore à en créer. Par conséquent, bien qu'il s'agisse encore d'un concept émergent, EurObserv'ER continuera de suivre leur évolution dans le secteur des énergies renouvelables, au sein de l'Union européenne. ■

## CONCLUSION

### INVESTISSEMENT DANS LES CAPACITÉS DE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les indicateurs d'investissement mettent en évidence le financement d'actifs dans le domaine de la production d'énergie renouvelable à grande échelle. En regroupant ce financement d'actifs pour l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables, on constate une augmentation notable de la capacité de production d'énergie renouvelable entre 2015 et 2016. Après une année 2015 remarquable pour l'Union européenne, avec des investissements atteignant 40,6 milliards d'euros, l'année 2016 a connu une baisse d'environ 4 %, ces investissements étant redescendus à 38,8 milliards d'euros. Malgré cette baisse, le niveau d'investissement global en 2016 reste très élevé par rapport à un grand nombre d'années antérieures.

L'analyse des différents secteurs renouvelables a révélé une situation très hétérogène. En ce qui concerne les montants investis, il n'est pas surprenant de constater que ce sont les investissements dans l'éolien terrestre et offshore qui atteignent, de loin, les niveaux les plus élevés. Les investissements éoliens (sur terre et en mer), qui totalisaient 31 milliards d'euros en 2015, ont atteint 34 milliards d'euros en 2016, ce qui correspond à une augmentation de près de 10 %. Cette progression est principalement due à l'éolien l'offshore, dont les investissements ont même dépassé ceux de l'éolien terrestre en 2016. Sa part est en effet passée de 45 % en 2015 à plus de 65 % en 2016. Du fait de cette hausse, la part de l'éolien s'est même accrue dans l'investissement global.

Contrairement à l'éolien, le secteur du solaire photovoltaïque a enregistré une baisse spectaculaire des investissements dans la capacité de production à grande échelle. Le financement d'actifs y est passé de 4,6 milliards d'euros à 1,6 milliard d'euros, soit le niveau le plus bas de ces dernières années. En revanche, les investissements dans les installations photovoltaïques à petite échelle ont enregistré une

baisse moins marquée, passant de 5,2 milliards d'euros en 2015 à 4,3 milliards en 2016. Un recul a également été observé dans le secteur de la biomasse, où les investissements sont passés de 3,7 milliards d'euros à 2 milliards d'euros. Pour continuer sur une note plus positive, les investissements géothermiques ont été relativement élevés ces deux années, contrairement aux années précédentes, où ils avaient été très rares dans l'Union européenne.

En ce qui concerne les coûts d'investissement, les différents secteurs des énergies renouvelables affichent également des tendances très contrastées. Alors que les dépenses d'investissement par MW de capacité éolienne terrestre sont presque restées constantes dans l'Union européenne, avec 1,42 million d'euros en 2015 et 1,44 million d'euros en 2016, les dépenses d'investissement dans l'éolien offshore ont chuté entre ces deux années. Contrairement à l'éolien terrestre, les dépenses d'investissement par MW, pour les centrales solaires photovoltaïques, ont fortement diminué dans l'UE, passant de 1,43 million d'euros en 2015 à 1,12 million d'euros en 2016. Comme dans la dernière édition, 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 montre une situation hétérogène au sein des différentes filières renouvelables. Dans le secteur éolien, par exemple, les coûts d'investissement semblent légèrement plus élevés dans l'Union européenne qu'en dehors. Pour le photovoltaïque, en revanche, les dépenses d'investissement, au sein de l'Union, sont nettement inférieures aux dépenses moyennes des pays extracommunautaires analysés. Les coûts d'investissement semblent avoir diminué, entre 2015 et 2016, dans la plupart des secteurs renouvelables analysés, au sein de l'Union européenne.

### CAPITAL-RISQUE ET CAPITAL-INVESTISSEMENT

L'investissement total en capital-risque et capital-investissement dans les sociétés d'énergie renouvelable semble s'être stabilisé entre 2015 et 2016, après la forte baisse constatée entre 2014 et 2015. Au sein de l'Union européenne, l'investissement total a atteint 2,04 milliards d'euros en 2015 et 2,02 milliards en 2016, avec une évolution assez différente entre le capital-investissement et le capital-risque. Alors que le premier baissait de près de 9 %, le second a triplé, passant de 78 millions d'euros en 2015 à 231 millions en 2016.

Dans l'ensemble, ces investissements ont concerné davantage de secteurs renouvelables en 2015 qu'en 2016. L'évolution globale de ces investissements est assez semblable à celle observée dans tous les autres secteurs de l'Union européenne. Les chiffres de l'European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA) révèlent que l'investissement global en capital-risque et capital-investissement à l'échelle de l'Union (tous secteurs confondus) a baissé de 1,2 %, contre 0,8 % dans le secteur des énergies renouvelables.

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

Afin de mettre en évidence la performance des sociétés actives dans le secteur des technologies renouvelables (sociétés qui développent ou produisent les composants nécessaires au fonctionnement des installations d'énergie renouvelable), EurObserv'ER a élaboré plusieurs indices basés sur les actions de ces sociétés. Les trois indices présentés ici (éolien, solaire photovoltaïque et technologies biomasse) regroupent les dix plus grandes sociétés cotées en Bourse dans chacun des secteurs concernés.

En 2015, la tendance des trois indices EnR était assez similaire, mais la situation a sensiblement changé en 2016. L'indice éolien affiche, sans conteste, l'évolution la plus positive, notamment en 2015. L'indice des tech-

nologies biomasse a évolué de façon similaire, mais à un niveau inférieur à celui de l'éolien. Les deux indices enregistrent une nette tendance à la hausse en 2015 et semblent conserver un niveau relativement stable en 2016. L'indice solaire présente une évolution très différente. Après une progression de cet indice en 2015, la performance des sociétés du secteur solaire cotées en Bourse a baissé sensiblement en 2016. Mais, du fait de la prédominance des entreprises éoliennes, l'indice global présente une évolution positive malgré le recul de l'indice solaire en 2016.

Comme dans les éditions précédentes, le recours à un indice boursier général, l'Euro STOXX 50, permet d'évaluer la performance des sociétés du secteur des énergies renouvelables par rapport à l'ensemble du marché. Globalement, les indices énergies renouvelables révèlent une performance très positive des sociétés du secteur cotées en Bourse, en 2016 et surtout en 2015. Cette année-là, les sociétés renouvelables cotées semblent avoir enregistré de meilleures performances que l'ensemble du marché, évalué par l'indice Euro STOXX 50.

Afin de suivre la performance des actifs renouvelables sur les marchés publics, EurObserv'ER a 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. Cependant, reste à savoir si l'évolution positive des YieldCos européennes se poursuivra sur le long terme. ■



# COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les années passées ont été marquées par une baisse rapide des coûts de production de l'électricité d'origine éolienne offshore, conduisant, en Allemagne et aux Pays-Bas, à des appels d'offres pratiquement sans subventions. La réduction des coûts observée dans le solaire photovoltaïque connaît une évolution tout aussi spectaculaire, qui se poursuit depuis plusieurs décennies et génère une compétitivité dans plusieurs segments de la demande. Outre un aperçu des coûts actuels, le présent chapitre propose une estimation approximative des coûts historiques, pour un certain nombre de technologies, en se basant sur une approche rétrospective.

La question essentielle – savoir si les technologies renouvelables sont compétitives ou non – dépend notamment des prix de référence payés pour l'énergie. Dans certains

secteurs de la demande, ainsi que dans plusieurs États membres, certaines technologies renouvelables sont déjà compétitives, mais, dans d'autres, ce n'est pas encore le cas.

Dans la présente section, les coûts actualisés de l'énergie (LCoE) sont estimés pour plusieurs technologies renouvelables, et leur compétitivité est évaluée en les comparant 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 varie énormément à travers l'Europe. Enfin, les prix de référence peuvent varier de façon significative.

## QUANTIFICATION DES COÛTS : PRÉSENTATION SOUS FORME DE FOURCHETTES DE VALEURS

Parmi les pays de l'Union européenne, des différences existent quant aux coûts des vecteurs énergétiques renouvelables. Ces différences sont dues à de nombreux 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 du combustible biomasse propres à chaque pays.

### MÉTHODOLOGIE

Cette section évalue la compétitivité des énergies renouvelables en présentant des résultats agrégés pour l'Union européenne. Les coûts de production estimés des énergies renouvelables (exprimés en euros par mégawatt-heure, MWh) sont comparés aux

prix des vecteurs énergétiques conventionnels concernés. Pour exposer de façon transparente tous les intrants et préciser la méthodologie employée, un ensemble de données est fourni dans un document méthodologique distinct, disponible sur le site d'EurObserv'ER.

Le coût actualisé des énergies renouvelables fait référence au coût estimé de la production d'énergie renouvelable. Il permet de donner des informations sur les coûts des différentes technologies renouvelables, dans les différents États membres, de manière comparable.

Le calcul des coûts actualisés des énergies renouvelables exige une importante quantité de données et d'hypothèses, liées notamment aux dépenses d'investissement et de fonctionnement, au coût du combustible, à la durée d'utilisation, à la production d'énergie annuelle, aux besoins en énergie auxiliaire et au rendement énergétique du combustible. Pour calculer les dépenses d'investissement, il faut connaître la durée du projet et le coût moyen pondéré du capital (CMPC). Les taux estimés de CMPC sont propres à chaque pays et à chaque technologie. Ils sont illustrés dans la figure 1. La méthode "Monte-Carlo" est appliquée au calcul des coûts actualisés (5 000 simulations par valeur de LCoE). Il est important de noter que l'estimation des coûts présentée ici se fonde sur différentes sources documentaires

(JRC, 2014 ; Elbersen et al., 2016). Le document "JRC, 2014" est en cours d'actualisation ; il sera cité en référence dans la prochaine publication de l'"État des énergies renouvelables" (édition 2018). Une attention particulière est portée à la valeur réelle des coûts. Les valeurs en euros présentées dans le graphique sont exprimées en euros constants 2015.

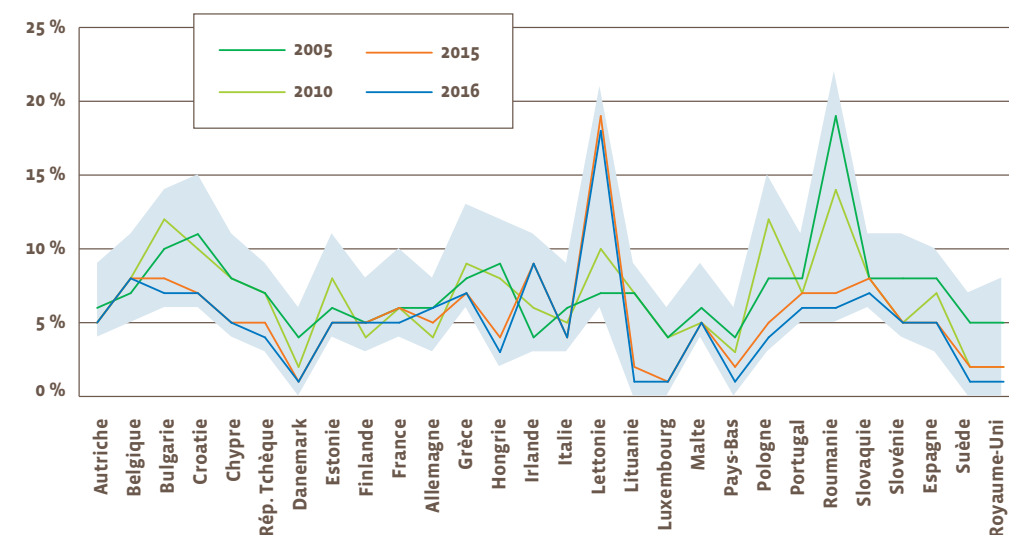
Les coûts des vecteurs énergétiques conventionnels sont basés sur des sources statistiques (Eurostat) et des calculs propres. Pour les technologies de chauffage, les combustibles de référence (mix propre à chaque État membre) sont soumis à un rendement de conversion thermique de référence estimé à 90 % (les dépenses d'investissement et de fonctionnement sont actuellement négligées dans cette approche).

### TECHNOLOGIES PRISES EN COMPTE

Les technologies concernées 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).

## 1

Taux estimés de CMPC dans les États membres de l'UE pour quatre années de référence



Source : EurObserv'ER 2017

### COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la compétitivité des coûts des technologies énergétiques renouvelables varie en fonction des technologies et des États membres ainsi que des prix de référence de l'énergie dans les différents États. Les technologies matures telles que l'hydroélectricité, la géothermie et la biomasse solide peuvent, en principe, fournir de l'électricité à faible coût, ce coût étant comparable aux prix de référence de l'électricité dans certains 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. La production de chaleur à partir de la biomasse solide est déjà rentable par rapport aux prix de référence de la chaleur.

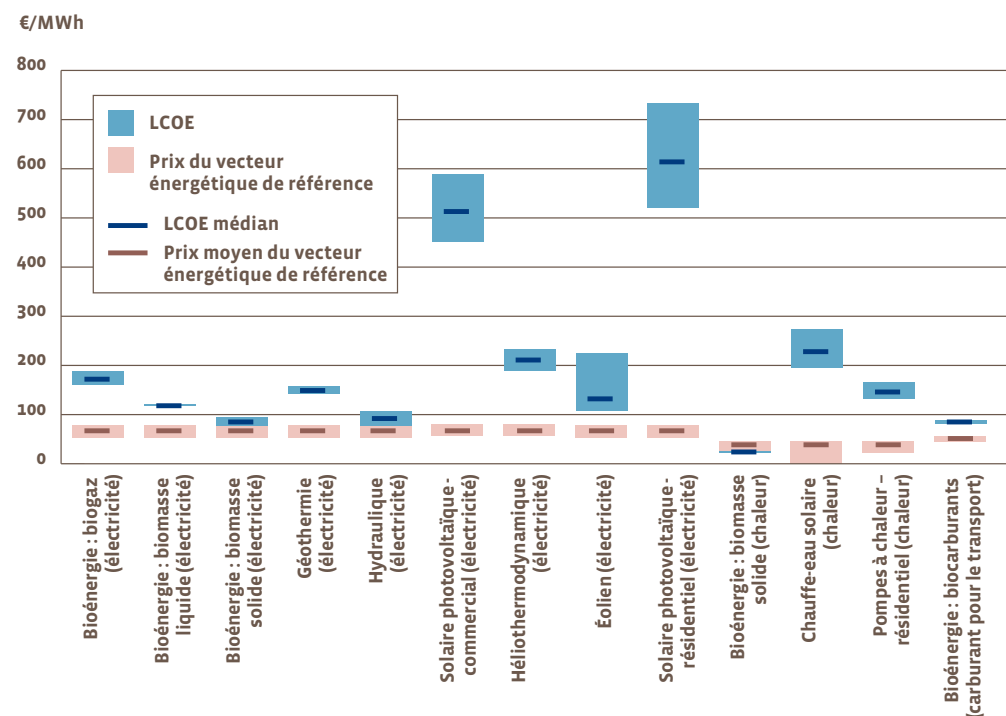
### RÉSULTATS EN MATIÈRE DE LCOE ET COMPÉTITIVITÉ DES COÛTS

Sachant que les coûts actualisés de l'énergie issue de sources 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 d'ECN sur l'évolution des coûts. Les prix de référence de l'énergie sont également mentionnés, à titre indicatif, dans les graphiques, afin de pouvoir les comparer 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

## 2

LCOE et prix des vecteurs énergétiques de référence de l'UE (en €/MWh) dérivés de l'analyse États membres pour 2005



Source : EurObserv'ER 2017

celle utilisée pour les années 2010 à 2016 ; ils ne peuvent donc pas être comparés aisément. Les prix de l'électricité sont définis hors taxes pour les consommateurs industriels 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 de conversion (90% pour l'énergie fossile vers chauffage). En l'absence de données, les données moyennes de l'UE ont été utilisées, ce qui est également le cas pour les carburants destinés au transport.

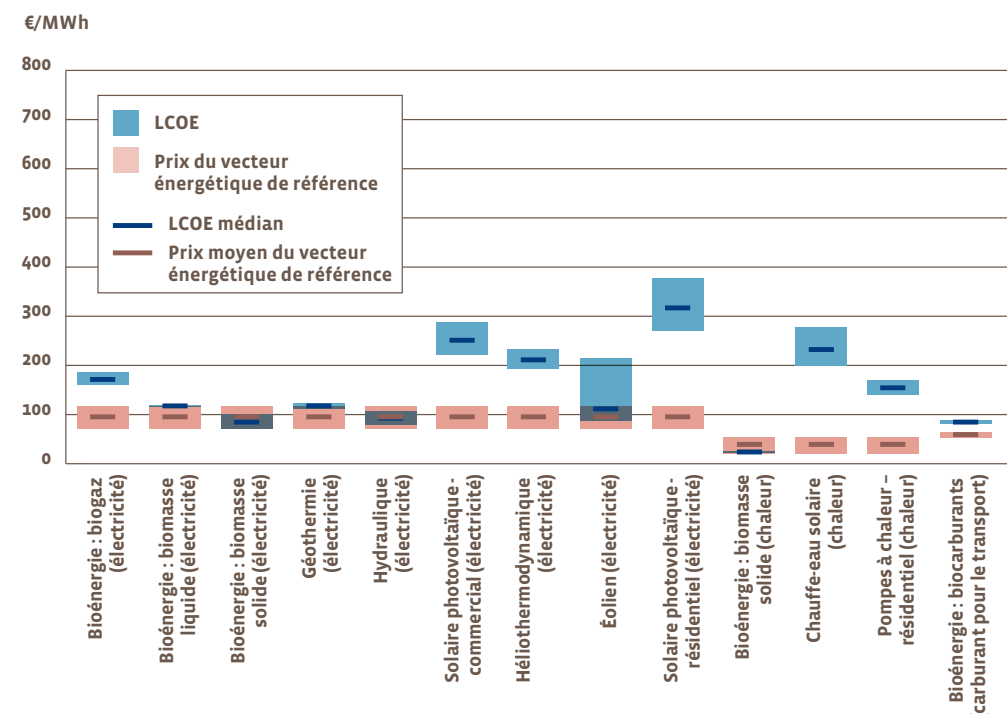
### Électricité renouvelable

En observant l'évolution au fil du temps, on constate une relative stabilité des niveaux de LCOE de la biomasse et de l'hydroélectricité.

Les valeurs de LCOE ont baissé considérablement à partir de 2005 pour l'électricité d'origines géothermique, photovoltaïque et éolienne. Ces valeurs sont mentionnées à titre indicatif dans les figures ci-dessous. Les variations entre États membres résultent principalement des différences de rendement et de conditions de financement présumées. Les graphiques présentés ici ne mentionnent que des chiffres cumulés, mais un document distinct,

## 3

LCOE et prix des vecteurs énergétiques de référence de l'UE (en €/MWh) dérivés de l'analyse États membres pour 2010



Source : EurObserv'ER 2017

consultable sur le site d'EurObserv'ER, permet de distinguer les coûts et les prix spécifiques à chaque pays.

Parmi les technologies produisant de l'électricité à partir de la bioénergie (biogaz, biomasse liquide et solide), ce sont celles reposant sur la biomasse solide qui affichent le LCOE le moins élevé, celui-ci s'inscrivant dans la même fourchette que le prix de référence de l'électricité. Pour l'électricité produite à partir de la géothermie profonde, tous les

pays affichent des valeurs estimatives, bien qu'aucune réalisation n'ait eu lieu au cours de la période concernée, ou que le potentiel soit inexistant. Les deux variantes photovoltaïques semblent avoir bénéficié d'importantes réductions de coûts, ce qui rend cette technologie de plus en plus compétitive. Dans le secteur résidentiel, le photovoltaïque est compétitif dans plusieurs pays par rapport aux prix de

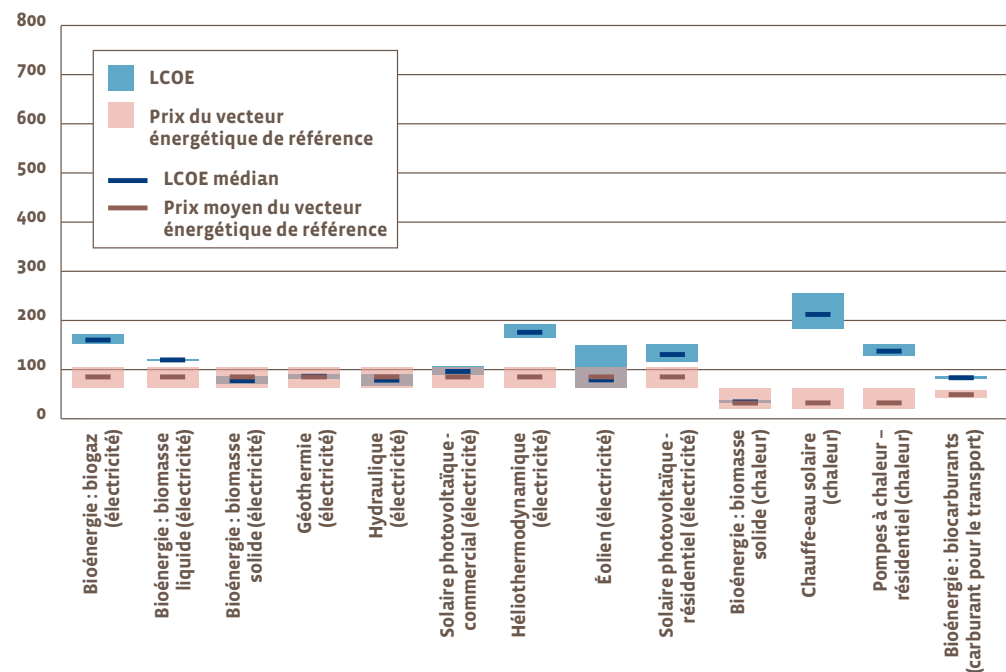
Note : aperçu de l'évaluation des LCOE au niveau de l'Union européenne. Ces fourchettes découlent des différences entre États membres. Le graphique présente également les fourchettes des prix de référence de l'électricité, de la chaleur et des carburants, basés sur les tarifs des gros consommateurs, 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 2016 (les valeurs monétaires sont exprimées en euros constants 2015).





## 4

LCOE et prix des vecteurs énergétiques de référence de l'UE (en €/MWh) dérivés de l'analyse États membres pour 2016



Source : EurObserv'ER 2017

l'électricité. Les niveaux de LCoE de l'énergie éolienne semblent avoir diminué rapidement depuis 2005, aussi bien pour l'éolien terrestre que pour l'offshore. Pour l'éolien offshore, les évolutions de coûts les plus récentes n'ont pas encore été prises en compte dans le graphique ; dans quelques pays, les soumissions aux récents appels d'offres pour l'électricité offshore démontrent que les LCoE de l'éolien offshore pourraient être inférieurs à ceux de l'éolien terrestre.

#### Chaleur renouvelable

Pour les technologies produisant de la chaleur, le coût actualisé de la biomasse solide coïncide avec le prix de référence de la chaleur, reflétant sa compétitivité dans de nombreux pays. La fourchette LCoE pour les chauffe-eau solaires et pour la chaleur produite à partir des PAC aérothermiques montre, selon l'analyse, des niveaux relativement élevés.

#### 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 (combustibles fossiles et déchets non renouvelables, désignés collectivement ci-après “combustibles fossiles”) non consommés (aussi bien nationaux qu’importés) du fait du développement et de la consommation des énergies*

*renouvelables. Les coûts évités font référence aux dépenses qui n’ont pas eu lieu, du fait des combustibles fossiles évités. Pour calculer les coûts évités, on multiplie les quantités cumulées de combustibles fossiles évités par les niveaux de prix des combustibles correspondants, observés dans les différents pays.*

### Note méthodologique

- L’analyse, axée sur l’échelon national, quantifie les coûts évités dans le cas où tous les vecteurs énergétiques fossiles sont achetés à l’étranger. Par conséquent, tous les prix des combustibles considérés excluent taxes et prélèvements.
- Pour les pays qui produisent leurs propres combustibles fossiles, l’analyse est similaire et aucune correction n’est apportée aux ressources autochtones.
- Les coûts évités du fait de la substitution du gaz naturel par le gaz de synthèse (syngaz) ne sont pas quantifiés explicitement.
- Seul l’impact sur le remplacement des combustibles fossiles est abordé : dans le mix électrique, l’énergie nucléaire n’est pas prise en compte.
- La tarification des déchets non renouvelables n’est pas simple ; cet impact n’est donc pas quantifié en termes monétaires.
- Concernant les biocarburants liquides, seuls sont inclus ceux qui sont conformes à la directive 2009/28/CE.
- Les données se réfèrent à des valeurs non normalisées pour l’énergie hydroélectrique et l’énergie éolienne.
- Les données énergétiques (Mtep) peuvent différer des totaux mentionnés dans d’autres parties du présent baromètre EurObserv’ER, car un autre ensemble de données de base a été utilisé. Les estimations 2016 sont des approximations.

Les quantités de combustibles fossiles évitées ont été analysées par l'Agence européenne pour l'environnement et présentées dans le rapport intitulé "Renewable energy in Europe 2018 - Recent growth and knock-on effects" (AEE 2018) (à paraître lors de la rédaction de ce texte). Les types de combustibles fossiles concernés sont : les carburants pour le transport (diesel et essence), les combustibles utilisés pour le chauffage (combustibles

gazeux, produits pétroliers et déchets non renouvelables) et les combustibles utilisés pour la production d'électricité (mélange de produits gazeux, solides et pétroliers). Cette section s'appuie sur les données de l'AEE.

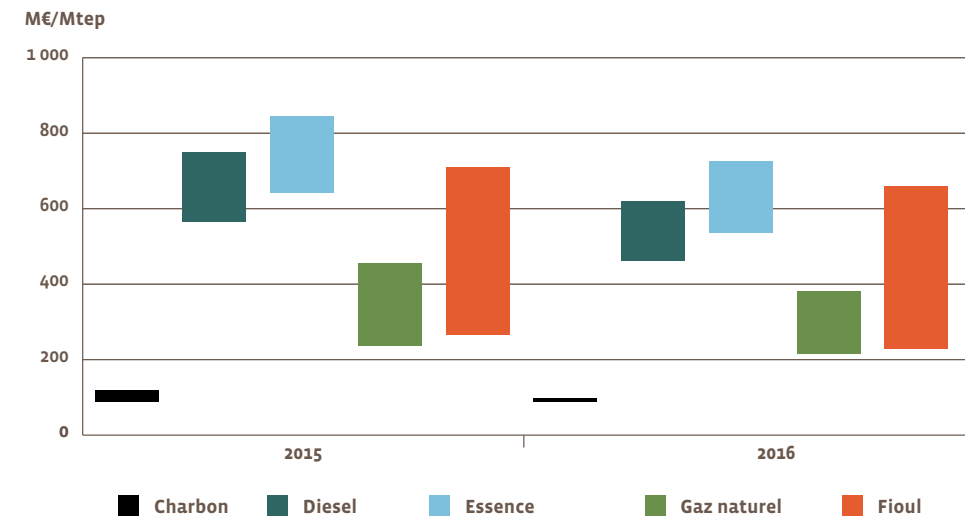
Les coûts des combustibles fossiles évités sont basés sur les prix nationaux des combustibles, issus de différentes sources (Eurostat, Commission européenne, BP). La figure 1 présente les fourchettes

de prix des combustibles observées dans les 28 États membres de l'Union européenne, en 2015 et 2016, pour cinq vecteurs énergétiques : le charbon, le diesel, l'essence, le gaz naturel et le fuel. Ces cinq vecteurs sont supposés couvrir raisonnablement les combustibles déclarés dans le rapport de l'AAE (AAE, 2017). Il convient de noter que le prix des déchets non renouvelables n'a pas été évalué ici (habituellement, la fixation du tarif des déchets est une question locale, qui n'est pas



## 1

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



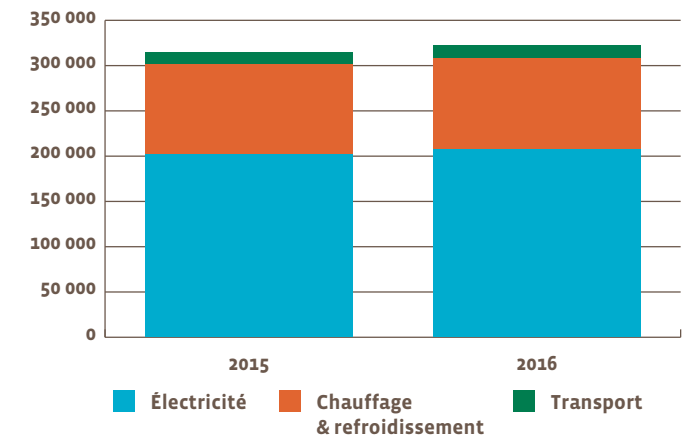
Sources : Eurostat, Commission européenne, BP (2017)

vraiment soumise à l'influence du marché mondial).

Si l'on examine les différents vecteurs énergétiques et leurs ratios, il apparaît clairement que la tendance à la baisse, également constatée de 2014 à 2015, s'est poursuivie en 2016. Cette année-là, les prix des combustibles fossiles étaient généralement inférieurs à ceux de 2015, avec un classement demeurant inchangé : le charbon était toujours le carburant le moins cher, suivi du gaz naturel puis du fuel (chauffage) ; le diesel et l'essence étaient les combustibles les plus onéreux. En 2016, les prix étaient non seulement plus bas que

## 2

Combustibles fossiles évités par secteur (ktep)



Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA



l'année précédente, mais, de plus, la dispersion des données observée pour la plupart des carburants était également plus faible.

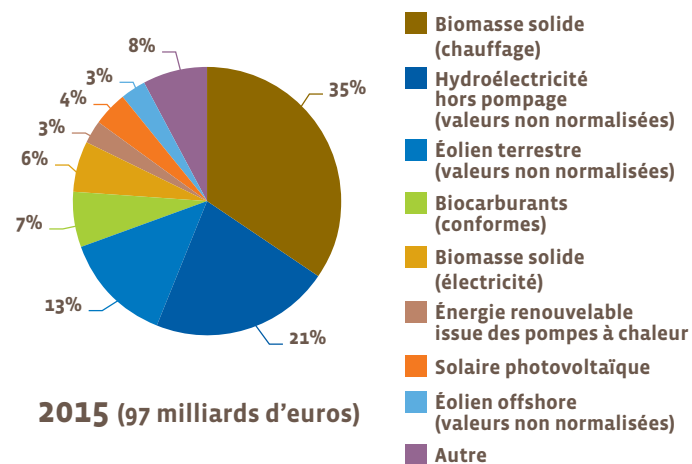
### CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉE ET COÛTS ÉVITÉS, PAR TECHNOLOGIE

En 2015 et 2016, les énergies renouvelables ont remplacé respectivement 314 Mtep et 322 Mtep de combustibles fossiles. Ces chiffres correspondent à un coût annuel évité de 97 milliards d'euros en 2015, pour l'ensemble des 28 États membres, et 83 milliards d'euros en 2016. Cette diminution est due à la baisse des prix des combustibles fossiles entre 2015 et 2016. Les contributions les plus importantes proviennent de l'électricité renouvelable et de la chaleur renouvelable (avec des parts à peu près égales représentant environ 90 % des dépenses évitées).

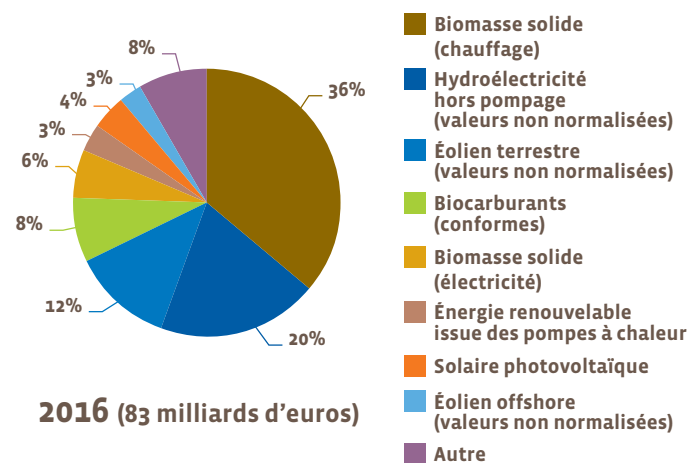
La consommation d'électricité renouvelable a contribué pour 64 % au total des combustibles fossiles évités (la part est la même en 2015 et en 2016). Les énergies renouvelables dans le secteur du chauffage et du refroidissement y ont contribué pour près de 32 % (2015) et 31 % (2016), et les carburants renouvelables (uniquement ceux conformes à la directive 2009/28/CE) ont constitué les 4 % restants, en 2015 comme en 2016. Les coûts évités dans le secteur de l'électricité représentaient, en termes monétaires, 49,7 milliards d'euros en 2015 et 42,4 milliards d'euros en 2016. La chaleur renouvelable

3

Dépenses évitées grâce aux renouvelables dans l'UE des 28 en 2015 et 2016



2015 (97 milliards d'euros)



2016 (83 milliards d'euros)

Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA

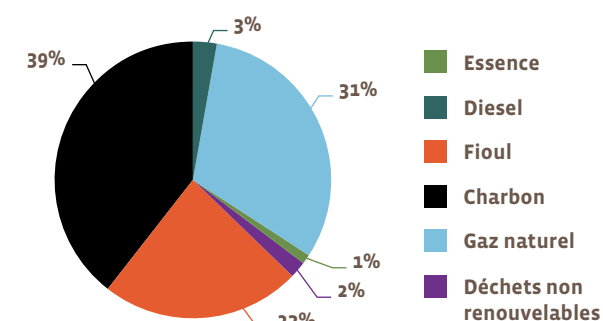
représentait, quant à elle, un coût évité de 39,2 milliards d'euros en 2015 et seulement 33,4 milliards d'euros en 2016. Enfin, pour les carburants renouvelables, le coût évité s'élevait à 8,3 milliards d'euros en 2015 et 7,1 milliards d'euros en 2016. Pour interpréter correctement ces résultats, il est important de tenir compte d'un certain nombre de problèmes méthodologiques, mentionnés dans l'encadré du début de chapitre.

Bien que la pénétration des énergies renouvelables (exprimée sous la forme de combustibles fossiles évités) ait augmenté d'environ 2,5 % en 2016, l'effet cumulé des coûts des combustibles fossiles évités est inférieur à celui de 2015. Cela peut s'expliquer par la baisse des prix des combustibles fossiles en 2016.

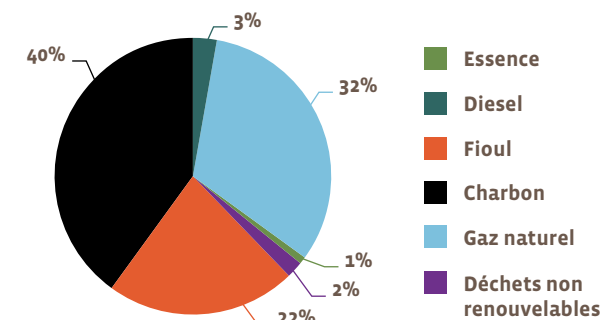
Parmi les technologies énergétiques renouvelables, la biomasse solide utilisée à des fins de chauffage a permis d'éviter l'achat de combustibles fossiles à hauteur de 37,7 milliards d'euros en 2016 (33,7 milliards en 2015). Quant à l'hydroélectricité, elle a permis d'économiser 20,4 milliards d'euros en 2016 (20,8 milliards en 2015). L'éolien terrestre arrive en troisième position avec 12,6 milliards d'euros de coûts évités en 2016 (13 milliards d'euros en 2015). Le graphique et les diagrammes circulaires ci-contre et page suivante illustrent la part de chaque technologie dans le total des coûts évités.

4

Combustibles fossiles remplacés dans l'Union européenne en 2015 et 2016



2015 (total 314 Mtep)

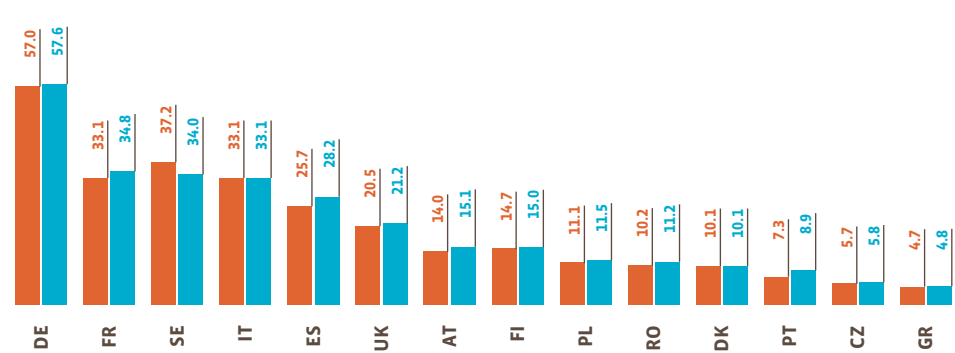


2016 (total 322 Mtep)

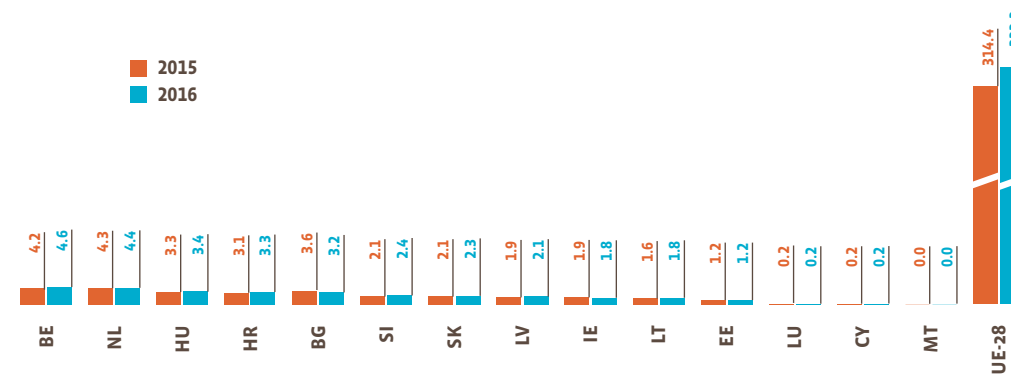
Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA

## 5

## Combustibles fossiles remplacés par pays (Mtep)

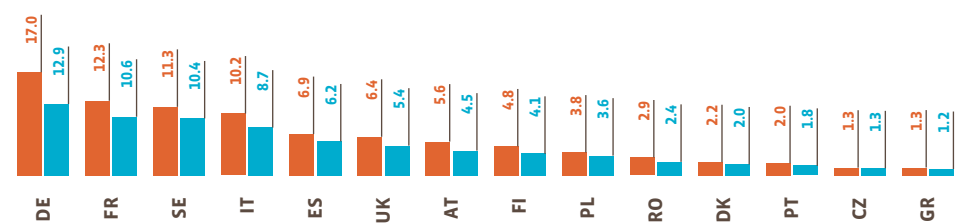


Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA

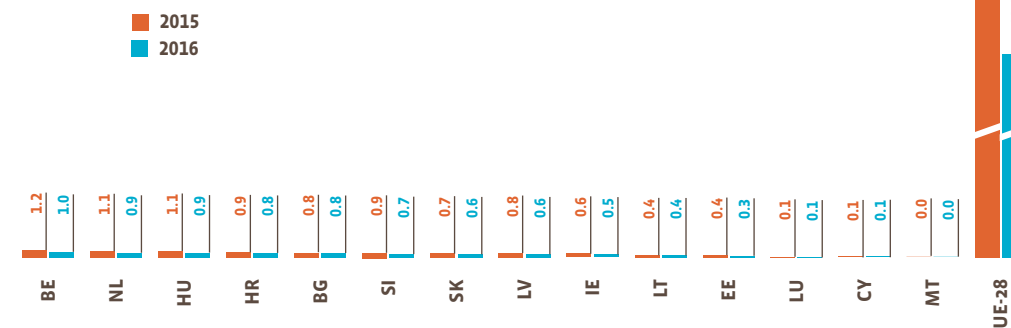


## 6

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



Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA



Les combustibles fossiles évités sont majoritairement des combustibles solides (principalement le charbon, 39 % pour 2015 et 40 % pour 2016), puis du gaz naturel (31 % pour 2015 et 32 % pour 2016). Les produits pétroliers contribuent à hauteur de 23 % en 2015 et 22 % en 2016. Les combustibles restants (carburants pour le transport et déchets non renouvelables) couvrent la part restante (voir figure 4).

#### COMBUSTIBLES FOSSILES ÉVITÉS ET DÉPENSES ÉVITÉES, PAR ÉTAT MEMBRE

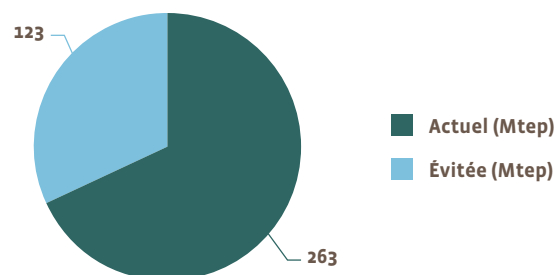
Au niveau des États membres, l'estimation des coûts évités est présentée dans le tableau p. 208-209. On notera qu'il existe une forte corrélation entre le montant évité et la taille du pays. Comme on peut s'y attendre, les coûts évités suivent l'évolution des prix des combustibles fossiles : les prix de 2016 étant inférieurs à ceux de 2015, presque tous les pays présentent un modèle similaire. Quatre États membres enregistrent une tendance à la baisse des combustibles fossiles évités en raison de la baisse du déploiement des énergies renouvelables en 2016 par rapport à l'année précédente. Ces pays sont la Bulgarie, l'Estonie, l'Irlande et la Suède. Voir aussi la note méthodologique.

Les données ont été présentées dans les graphiques ci-dessus.

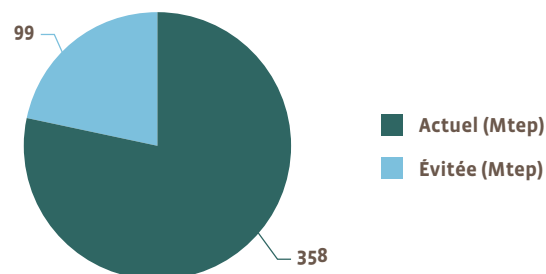
Les diagrammes ci-dessus illustrent le rapport entre les montants estimés de combustibles évités et la

## 7

Économie d'énergies fossiles comparée à leur consommation totale en 2015



Consommation de charbon en 2015 dans l'Union européenne



Consommation de gaz en 2015 dans l'Union européenne

Source : EurObserv'ER 2017 d'après données EEA

consommation totale de combustibles dans l'Union européenne. Le critère pertinent pour effectuer ces comparaisons est la consommation d'énergie primaire, qui indique la consommation intérieure brute

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



tinés au transport, la comparaison n'est pas possible, car ce ne sont pas des combustibles primaires, mais secondaires. L'année de référence est 2015, car elle concerne des données définitives. ■



# INDICATEURS D'INNOVATION ET DE COMPÉTITIVITÉ

L'Union de l'énergie vise à assurer un approvisionnement énergétique sûr, durable et abordable tout en augmentant la part des énergies renouvelables, en renforçant l'efficacité énergétique, l'intégration du marché intérieur de l'énergie et la compétitivité. Selon la Commission européenne, l'utilisation plus rationnelle de l'énergie peut à la fois stimuler l'emploi et la croissance et représenter un investissement pour l'avenir de l'Europe. La théorie économique soutient cette thèse. Les dépenses de recherche et développement sont considérées comme des investissements dans des processus, des produits ou des services nouveaux ou améliorés, susceptibles de créer de nouveaux marchés ou d'augmenter les parts de marché existantes et de renforcer la compétitivité des entreprises, des secteurs d'activité et des nations. Concernant les technologies

des énergies renouvelables, les investissements dans la R&D stimulent l'innovation, qui est souvent mesurée par le nombre ou la part des brevets déposés dans le domaine technologique concerné. Afin d'évaluer les résultats de la R&D en termes de position sur le marché, c'est-à-dire la compétitivité dans le domaine des technologies renouvelables, on mesure, par exemple, la part des échanges commerciaux concernant les produits liés aux technologies renouvelables. Les chapitres suivants présentent trois indicateurs : les dépenses de R&D illustrant les efforts d'investissement des pays en termes de technologies renouvelables, les demandes de brevets reflétant les efforts de R&D, et enfin la part des échanges commerciaux liée aux technologies renouvelables et illustrant la compétitivité des pays dans ce domaine.



## Investissements dans la R&D

On considère les investissements dans la R&D et l'innovation en général comme un facteur important pour la croissance économique d'un pays. L'analyse macroéconomique de ces investissements peut donc être considérée comme un outil majeur de mesure

des performances d'innovation ou des systèmes d'innovation d'une économie. Cette mesure permet d'indiquer la position d'un pays dans la compétition internationale en matière d'innovation.

### Approche méthodologique

Globalement, les dépenses de R&D sont financées par des ressources publiques et privées, tandis que les activités de R&D sont mises en œuvre par les entreprises (secteur privé), le gouvernement et l'enseignement supérieur (secteur public). Cette distinction entre financement (zone grise) et mise en œuvre (zone blanche) est illustrée figure 1. Dans la présente section, nous analyserons les dépenses publiques et privées de R&D en faveur des technologies d'énergie renouvelable d'un ensemble de pays donnés, 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 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 liées aux investissements publics et privés en R&D ont été fournies par le Centre commun de recherche (CCR ou JRC en anglais)/SETIS. Ces don-

### 1

Le financement et l'exécution de R&D par secteur

		Dépenses totales de R&D		
Secteurs de financement		Privé		Public
		Secteurs d'exécution	Privé	Public



nées se fondent sur les statistiques de l'AIE<sup>1</sup>, qui collecte et décrit les investissements nationaux dans la R&D. Elles concernent vingt des États membres de l'Union européenne et offrent une régularité et un niveau de détail variables selon les technologies abordées. Cependant, un délai de deux ans est nécessaire pour obtenir les chiffres de la plupart des États membres. Ainsi nous disposons des données de 2015, mais seuls quelques chiffres sont disponibles pour 2016. Pour les chiffres de la recherche privée, les délais sont encore plus longs (2012 et 2013), car l'évaluation du JRC se base sur les données relatives aux brevets. La méthodologie est décrite de façon plus détaillée dans le rapport du JRC intitulé "JRC Science for Policy Report, Monitoring R&D in Low Carbon Energy Technologies : Methodology for the R&D indicators in the State of the Energy Union Report. 2016 Edition"<sup>2</sup>. 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 (%), afin de donner un aperçu du montant relatif des investissements nationaux dans les technologies renouvelables.

1. IEA. International Energy Agency RD&D Online Data Service. Disponible sur le lien suivant : <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>
2. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, "Monitoring R&D in Low-Carbon Energy Technologies", EUR 28446 EN (2017). Disponible sur le lien suivant : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

### INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D

Des investissements publics en R&D sont déclinés pour chaque technologie renouvelable.

### INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

Des investissements privés dans la R&D sont déclinés pour chaque technologie renouvelable.

Les données ne sont disponibles que pour les pays de l'Union européenne pour les années 2012 et 2013.

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
Allemagne	53,0	49,7	0,0017 %	0,0017 %
Danemark	26,1	22,7	0,0096 %	0,0087 %
Espagne	22,6		0,0021 %	
Pays-Bas	16,1		0,0024 %	
Royaume-Uni	10,0	9,9	0,0004 %	0,0005 %
France	9,6		0,0004 %	
Belgique	4,3		0,0011 %	
Suède	3,7	2,3	0,0008 %	0,0005 %
Finlande	2,6		0,0012 %	
Pologne	0,8	0,2	0,0002 %	0,0000 %
Autriche	0,5		0,0002 %	
Portugal	0,3		0,0002 %	
Irlande	0,2		0,0001 %	
Rép. tchèque	0,1	0,1	0,0001 %	0,0001 %
Slovaquie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Italie	0,0		0,0000 %	
<b>Total UE</b>	<b>150,0</b>	<b>84,9</b>	<b>0,0010 %</b>	<b>0,0006 %</b>
<b>Autres pays</b>				
Japon	215,7	199,8	0,0055 %	0,0045 %
Corée	31,5		0,0025 %	0,0000 %
États-Unis	77,4	67,7	0,0005 %	0,0004 %
Australie	0,3	0,1		
Canada	4,5	7,0	0,0008 %	0,0005 %
Nouvelle-Zélande	0,0	0,0		
Norvège	18,0	17,0	0,0052 %	0,0048 %
Suisse	1,8	1,8	0,0003 %	0,0004 %
Turquie	0,7	1,3	0,0001 %	0,0002 %

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI (indicateurs du développement dans le monde)

Concernant l'énergie éolienne, le Japon détient le record des dépenses publiques de R&D, suivi de l'Union européenne (bien que de nombreux pays ne disposent pas de données pour 2016). Les États-Unis se classent en troisième position, totalisant toutefois moins de la moitié du budget du Japon. Au sein de l'Union, c'est l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne (2015) et les Pays-Bas qui disposent des plus gros budgets publics de R&D (2015). Cela peut s'expliquer par le fait que les principaux fabricants du secteur de l'éolien se trouvent dans ces pays. En termes de part du PIB, c'est le Danemark qui affiche, sans conteste, les valeurs les plus élevées, suivi du Japon, de la Corée (2015) et de l'Allemagne. ■

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D ÉNERGIE SOLAIRE

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
Allemagne	82,0	78,6	0,0027 %	0,0028 %
France	71,1		0,0033 %	
Pays-Bas	51,7		0,0076 %	
Espagne	15,2		0,0014 %	
Royaume-Uni	14,3	15,5	0,0006 %	0,0007 %
Danemark	11,5	8,5	0,0042 %	0,0033 %
Autriche	9,1		0,0027 %	
Finlande	6,8		0,0032 %	
Belgique	6,6		0,0016 %	
Suède	6,5	6,2	0,0015 %	0,0015 %
Pologne	4,7	0,6	0,0011 %	0,0001 %
Portugal	1,9		0,0011 %	
Irlande	0,7		0,0003 %	
Rép. tchèque	0,7	0,4	0,0004 %	0,0002 %
Slovaquie	0,1	1,2	0,0001 %	0,0016 %
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Italie	0,0		0,0000 %	
<b>Total UE</b>	<b>282,8</b>	<b>110,9</b>	<b>0,0019 %</b>	<b>0,0008 %</b>
<b>Autres pays</b>				
Australie	83,7	52,7		
États-Unis	82,6	100,1	0,0005 %	0,0006 %
Japon	59,2	57,4	0,0015 %	0,0013 %
Corée	43,6		0,0035 %	0,0000 %
Suisse	42,1	42,1	0,0070 %	0,0087 %
Norvège	13,4	14,8	0,0038 %	0,0042 %
Canada	10,4	15,2	0,0007 %	0,0011 %
Turquie	4,7	6,8	0,0006 %	0,0008 %

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Dans le secteur de l'énergie solaire, l'Union européenne arrive en tête concernant l'investissement public dans la R&D, bien que les données ne soient pas complètes pour 2016. Elle est suivie des États-Unis, du Japon et de la Corée. Le tableau 2 montre une croissance des investissements publics en R&D pour les États-Unis, mais une légère baisse pour le Japon. Les chiffres ne sont pas disponibles pour la Chine ni pour certains autres pays.

Au sein de l'Union européenne, trois pays ont consenti d'importants investissements publics en R&D, à savoir l'Allemagne, la France et les Pays-Bas. En 2015, ces pays totalisent 72 % des investissements en R&D de l'Union (2015). En Allemagne, les dépenses publiques en R&D sont relativement constantes entre 2015 et 2016, n'accusant qu'une légère baisse. Pour la France et les Pays-Bas, les données 2016 ne sont pas encore disponibles.

En ce qui concerne les dépenses de R&D par rapport au PIB, l'Union européenne affiche des valeurs faibles, surtout si on les compare à celle de la Corée (en 2015). Cependant, les données étant incomplètes pour 2016, il n'est pas possible de dégager une tendance générale. En 2015, l'Union européenne affiche encore des chiffres plus élevés que les États-Unis ou le Japon. Au sein de l'Union, ce sont les Pays-Bas qui consacrent la plus grosse part de leur budget à l'énergie solaire, suivis du Danemark, de la France et de la Finlande. ■



## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D GÉOTHERMIE

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
Allemagne	13,4	12,5	0,0004 %	0,0004 %
France	6,6		0,0003 %	
Pays-Bas	2,0		0,0003 %	
Danemark	1,7	2,3	0,0006 %	0,0009 %
Autriche	0,7		0,0002 %	
Pologne	0,6	0,1	0,0001 %	0,0000 %
Belgique	0,5		0,0001 %	
Slovaquie	0,4	0,4	0,0005 %	0,0005 %
Rép. tchèque	0,4	0,4	0,0003 %	0,0002 %
Espagne	0,3		0,0000 %	
Suède	0,3	0,0	0,0001 %	0,0000 %
Portugal	0,2		0,0001 %	
Irlande	0,1		0,0000 %	
Royaume-Uni	0,1	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Finlande	0,0		0,0000 %	
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
<b>Total UE</b>	<b>27,3</b>	<b>15,7</b>	<b>0,0002 %</b>	<b>0,0001 %</b>
<b>Autres pays</b>				
États-Unis	46,2	60,8	0,0003 %	0,0004 %
Japon	24,8	15,4	0,0006 %	0,0003 %
Suisse	12,9	12,9	0,0021 %	0,0027 %
Corée	5,8		0,0005 %	0,0000 %
Nouvelle-Zélande	3,9	3,9		
Canada	1,3	1,3	0,0001 %	0,0001 %
Australie	0,4	0,2		
Turquie	0,0	0,5	0,0000 %	0,0001 %

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 (60,8 millions d'euros en 2016), suivis de l'Union européenne (15,7 millions d'euros) et du Japon (15,4 millions d'euros). Comparées aux chiffres de l'énergie solaire, ces dépenses sont relativement faibles. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que, parmi tous les pays de notre étude, c'est la Suisse qui consacre la plus grosse part de son PIB aux investissements publics dans la R&D, cette part ayant même progressé entre 2015 et 2016. Le Danemark arrive en seconde position. Les valeurs sont bien plus faibles pour tous les autres pays. ■

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D HYDROÉLECTRICITÉ

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
France	2,7		0,0001 %	
Danemark	1,9	3,3	0,0007 %	0,0013 %
Allemagne	1,7	2,0	0,0001 %	0,0001 %
Suède	1,5	1,2	0,0003 %	0,0003 %
Autriche	1,2		0,0004 %	
Finlande	0,3		0,0001 %	
Rép. tchèque	0,2	0,2	0,0001 %	0,0001 %
Royaume-Uni	0,2	0,2	0,0000 %	0,0000 %
Belgique	0,1		0,0000 %	
Pologne	0,1	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Pays-Bas	0,0		0,0000 %	
Espagne	0,0		0,0000 %	
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Irlande	0,0		0,0000 %	
Portugal	0,0		0,0000 %	
Slovaquie	0,0	0,4	0,0000 %	0,0005 %
<b>Total UE</b>	<b>9,9</b>	<b>7,3</b>	<b>0,0001 %</b>	<b>0,0001 %</b>
<b>Autres pays</b>				
États-Unis	17,1	22,4	0,0001 %	0,0001 %
Canada	12,6	13,3	0,0009 %	0,0010 %
Suisse	11,5	11,5	0,0019 %	0,0024 %
Norvège	10,3	7,9	0,0030 %	0,0022 %
Corée	4,3		0,0003 %	0,0000 %
Japon	2,9	0,0	0,0001 %	0,0000 %
Turquie	1,2	1,2	0,0002 %	0,0001 %

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Contrairement à l'énergie solaire, l'énergie hydraulique affiche de modestes résultats en ce qui concerne l'investissement public en R&D. Parmi les pays faisant l'objet de cette étude, ce sont les États-Unis qui consacrent les plus gros investissements publics en R&D (tableau 4). Ils sont suivis du Canada, de la Suisse et de la Norvège, pays qui disposent tous d'importantes ressources hydro-électriques. Au sein de l'Union, la France, le Danemark et l'Allemagne affichent les valeurs les plus élevées (2015), avec respectivement 2,7 millions d'euros, 1,9 million d'euros et 1,7 million d'euros. En termes de part du PIB, c'est la Suisse, la Norvège et le Danemark qui totalisent les pourcentages les plus élevés (et en augmentation). Au sein de l'Union, le Danemark est suivi de l'Autriche et de la Suède. ■

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D

# BIOCARBURANTS

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
France	83,4		0,0038 %	
Allemagne	34,9	37,3	0,0012 %	0,0013 %
Finlande	27,0		0,0129 %	
Royaume-Uni	26,2	36,0	0,0010 %	0,0017 %
Pays-Bas	24,6		0,0036 %	
Danemark	23,2	9,6	0,0085 %	0,0037 %
Suède	21,2	20,2	0,0047 %	0,0048 %
Pologne	11,3	2,7	0,0026 %	0,0006 %
Irlande	10,7		0,0042 %	
Autriche	10,1		0,0030 %	
Espagne	9,9		0,0009 %	
Belgique	5,5		0,0014 %	
Portugal	2,0		0,0011 %	
Rép. tchèque	1,9	2,0	0,0011 %	0,0011 %
Slovaquie	0,4	7,2	0,0005 %	0,0092 %
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Italie	0,0		0,0000 %	
<b>Total UE</b>	<b>292,4</b>	<b>115,0</b>	<b>0,0020 %</b>	<b>0,0008 %</b>
<b>Autres pays</b>				
États-Unis	441,2	485,7	0,0027 %	0,0029 %
Canada	56,3	50,3	0,0040 %	0,0036 %
Japon	51,1	34,7	0,0013 %	0,0008 %
Norvège	17,5	13,0	0,0050 %	0,0036 %
Suisse	16,3	16,3	0,0027 %	0,0034 %
Corée	14,1		0,0011 %	
Australie	3,9	2,4		
Nouvelle-Zélande	1,6	0,0		
Turquie	0,7	0,8	0,0001 %	0,0001 %

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Le secteur des biocarburants est celui qui enregistre les plus gros investissements en R&D. Les États-Unis démontrent ici un engagement fort avec les dépenses d'investissement les plus élevées, soit près de 500 millions d'euros en 2016. Les autres pays de cette étude investissent des sommes beaucoup plus faibles dans la R&D (toutes inférieures à 50 millions d'euros), à l'exception de l'Union européenne dans son ensemble. Derrière les États-Unis viennent l'Union européenne, le Canada et le Japon. Au sein de l'Union, les investissements les plus élevés peuvent être observés en France (2015), en Allemagne, au Royaume-Uni et en Suède. Outre ces pays, la Finlande et les Pays-Bas enregistrent également des investissements publics importants (supérieurs à 25 millions d'euros en 2015). En part du PIB, la Slovaquie se classe en tête en 2016, suivie de la Suède et du Danemark. En 2015, la Finlande consacrait également une part élevée de son PIB à ces investissements (aucune donnée en 2016). Bien qu'ayant enregistré d'importants investissements en valeur absolue dans les biocarburants, les États-Unis y consacrent une part relativement faible de leur PIB, avec néanmoins une tendance à la hausse entre 2015 et 2016. ■

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&D

# ÉNERGIES MARINES

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
Royaume-Uni	18,6	17,5	0,0007 %	0,0008 %
Irlande	15,0		0,0059 %	
France	7,6		0,0003 %	
Danemark	6,0	0,0	0,0022 %	0,0000 %
Suède	3,7	4,4	0,0008 %	0,0010 %
Pays-Bas	3,3		0,0005 %	
Espagne	2,9		0,0003 %	
Belgique	0,6		0,0001 %	
Portugal	0,0		0,0000 %	
Autriche	0,0		0,0000 %	
Rép. tchèque	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Allemagne	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Finlande	0,0		0,0000 %	
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Italie	0,0		0,0000 %	
Pologne	0,0		0,0000 %	
Slovaquie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
<b>Total UE</b>	<b>57,7</b>	<b>21,9</b>	<b>0,0004 %</b>	<b>0,0002 %</b>
<b>Autres pays</b>				
États-Unis	38,1	40,9	0,0002 %	0,0002 %
Japon	12,5	8,3	0,0003 %	0,0002 %
Canada	7,1	2,2	0,0005 %	0,0002 %
Australie	4,8	0,4		
Corée	4,5		0,0004 %	0,0000 %
Norvège	2,2	2,1	0,0006 %	0,0006 %
Nouvelle-Zélande	0,3	0,3		
Suisse	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
Turquie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique représente également un secteur relativement modeste en termes d'investissement public en R&D. L'Union européenne affiche les valeurs les plus élevées (en 2015), bien que de nombreuses données soient manquantes. Cependant, en 2016, les dépenses de l'Union ont diminué tandis que celles des États-Unis augmentaient, ce qui a entraîné une inversion de la place des deux pays. Hormis aux États-Unis, il semble que les investissements aient diminué entre 2015 et 2016. En part du PIB, les valeurs les plus élevées correspondent à l'Irlande (2015) suivie du Danemark et de la Suède. ■

## INVESTISSEMENTS PUBLICS DANS LA R&amp;D

TOTAL DES TECHNOLOGIES  
RENOUVELABLES

	Dépenses publiques de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>				
Allemagne	185,0	180,1	0,0061 %	0,0063 %
France	181,1		0,0083 %	
Pays-Bas	97,8		0,0145 %	
Danemark	70,3	46,5	0,0259 %	0,0178 %
Royaume-Uni	69,3	79,0	0,0027 %	0,0038 %
Espagne	51,0		0,0047 %	
Suède	36,9	34,2	0,0083 %	0,0081 %
Finlande	36,7		0,0175 %	
Irlande	26,7		0,0105 %	
Autriche	21,7		0,0064 %	
Belgique	17,6		0,0043 %	
Pologne	17,4		0,0041 %	
Portugal	4,4		0,0025 %	
Rép. tchèque	3,3	3,0	0,0020 %	0,0017 %
Slovaquie	0,9	9,2	0,0011 %	0,0117 %
Hongrie	0,0	0,0	0,0000 %	0,0000 %
<b>Total UE</b>	<b>820,2</b>	<b>355,8</b>	<b>0,0056 %</b>	<b>0,0026 %</b>
<b>Autres pays</b>				
États-Unis	702,5	777,6	0,0043 %	0,0046 %
Japon	366,2	315,6	0,0093 %	0,0071 %
Corée	103,8		0,0083 %	
Australie	93,1	56,0		
Canada	92,2	89,2	0,0066 %	0,0065 %
Suisse	84,5	84,5	0,0140 %	0,0174 %
Norvège	61,3	54,9	0,0176 %	0,0154 %
Turquie	7,3	10,7	0,0009 %	0,0013 %
Nouvelle-Zélande	5,8	4,2		

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI  
 Note : La somme correspondant à l'ensemble des technologies n'apparaît que si le pays dispose de données pour chacune des technologies (s'il manque des données pour une ou plusieurs technologies, le total ne peut pas être calculé).

Enfin, un examen attentif de l'investissement public en R&D pour l'ensemble des technologies renouvelables révèle une bonne position des États-Unis en 2015, position qui pourrait encore être renforcée en 2016, alors que l'Union européenne semble perdre du terrain. Mais, en raison des nombreuses données manquantes en 2016, ce tableau doit être interprété avec prudence. En effet, il ne faudrait comparer que les pays disposant de données pour chacune des technologies renouvelables. Les valeurs exprimées en part du PIB révèlent une très bonne position de la Norvège, de la Suisse, du Japon et de la Corée (2015) par rapport à l'Union européenne et aux États-Unis. Au sein de l'Union, le Danemark, la Finlande, les Pays-Bas et l'Irlande consacrent les parts les plus élevées de leurs PIB à l'investissement en R&D (2015). Cependant, seuls quelques pays disposent de données pour 2016, ce qui rend toute comparaison difficile. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&amp;D

## ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	805,2	512,1	0,0300 %	0,0190 %
Danemark	214,6	215,9	0,0869 %	0,0866 %
Espagne	152,5	120,0	0,0147 %	0,0117 %
Royaume-Uni	74,2	60,1	0,0039 %	0,0031 %
Pays-Bas	65,1	60,1	0,0102 %	0,0095 %
Suède	41,2	49,9	0,0109 %	0,0130 %
France	76,4	47,4	0,0037 %	0,0023 %
Italie	54,0	44,7	0,0034 %	0,0029 %
Autriche	15,7	15,0	0,0051 %	0,0049 %
Pologne	13,4	14,6	0,0035 %	0,0037 %
Belgique	15,1	8,6	0,0041 %	0,0023 %
Irlande	7,1	7,1	0,0041 %	0,0040 %
Roumanie	2,5	7,0	0,0019 %	0,0052 %
Luxembourg	14,4	4,6	0,0351 %	0,0108 %
Finlande	9,4	4,2	0,0050 %	0,0022 %
Hongrie	2,9	2,2	0,0029 %	0,0022 %
Slovaquie		0,5		0,0007 %
Grèce		0,4		0,0002 %
Lettonie		0,4		0,0022 %
Portugal	6,3		0,0037 %	
Rép. tchèque	3,8		0,0024 %	
Bulgarie	2,5		0,0064 %	
<b>Total UE</b>	<b>1 576,3</b>	<b>1 174,7</b>	<b>0,0121 %</b>	<b>0,0090 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Dans l'éolien, au niveau européen, les investissements privés en R&D ont diminué de plus de 25 % entre 2012 et 2013, aussi bien en valeur absolue qu'en proportion du PIB européen. L'Allemagne arrive en tête. Avec des investissements d'environ 512 millions d'euros en 2016, le pays investit plus du double du Danemark, qui arrive en deuxième position sur cet indicateur. Cependant, les investissements allemands ont chuté entre 2012 et 2013, tandis que les investissements danois sont restés à un niveau quasi constant. L'Espagne arrive en troisième position avec seulement la moitié du budget du Danemark. En termes de part du PIB, c'est le Danemark qui affiche sans conteste les valeurs les plus élevées, suivi de l'Allemagne, de la Suède et de l'Espagne. En somme, cette tendance est très similaire à celle observée pour l'investissement public dans le secteur de l'éolien. Ceci est également vrai pour les autres technologies renouvelables. ■



## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

# ÉNERGIE SOLAIRE

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses publiques de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	1 170,5	851,2	0,0436 %	0,0315 %
France	219,3	252,0	0,0107 %	0,0123 %
Italie	264,8	153,8	0,0169 %	0,0100 %
Royaume-Uni	87,5	108,7	0,0046 %	0,0056 %
Espagne	86,8	88,1	0,0084 %	0,0086 %
Pays-Bas	65,1	67,3	0,0103 %	0,0106 %
Finlande	44,8	38,9	0,0237 %	0,0207 %
Autriche	74,5	36,1	0,0243 %	0,0118 %
Belgique	42,2	28,4	0,0113 %	0,0076 %
Pologne	18,9	26,3	0,0049 %	0,0067 %
Suède	24,4	18,2	0,0065 %	0,0048 %
Danemark	9,1	14,2	0,0037 %	0,0057 %
Rép. tchèque	5,3	5,8	0,0033 %	0,0037 %
Portugal	5,1	5,6	0,0030 %	0,0033 %
Irlande	9,8	4,1	0,0057 %	0,0023 %
Grèce	4,2	4,1	0,0022 %	0,0022 %
Hongrie	2,7	3,0	0,0027 %	0,0030 %
Luxembourg	10,4	1,5	0,0253 %	0,0035 %
Roumanie	9,8	1,4	0,0076 %	0,0011 %
Croatie	1,6	0,6	0,0037 %	0,0014 %
Lettonie		0,5		0,0025 %
Bulgarie	5,5		0,0141 %	
Slovénie	3,4		0,0095 %	
Chypre	2,2		0,0119 %	
<b>Total UE</b>	<b>2 167,8</b>	<b>1 709,7</b>	<b>0,0167 %</b>	<b>0,0131 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

**A**u sein de l'Union européenne, les investissements privés en R&D pour l'énergie solaire ont diminué de plus de 20 % entre 2012 et 2013, en termes absolus et relatifs. Pourtant, cette tendance est moins uniforme que dans l'énergie éolienne car, pour certains pays (France, Royaume-Uni, Pologne), les dépenses ont augmenté. L'Allemagne est le principal acteur européen en termes d'investissement privé dans la R&D. Bien que les chiffres aient baissé entre 2012 et 2013, ils demeurent très élevés par rapport à ceux des autres pays de l'Union. L'Allemagne est suivie de la France, dont les dépenses privées de R&D pour les technologies solaires ont augmenté entre 2012 et 2013. L'Italie et le Royaume-Uni se classent en troisième et quatrième positions dans ce domaine. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, l'Allemagne arrive encore en tête, bien que le pourcentage ait diminué en 2013 du fait de la baisse de ses dépenses en valeur absolue. Elle est suivie de la Finlande, de la France, de l'Autriche, des Pays-Bas et de l'Italie. Dans tous ces pays, la part des dépenses privées de R&D dans le PIB est supérieure à 0,01 % pour les technologies solaires. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

# HYDROÉLECTRICITÉ

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
France	12,7	30,9	0,0006 %	0,0015 %
Allemagne	39,9	28,9	0,0015 %	0,0011 %
Italie	6,2	17,6	0,0004 %	0,0011 %
Autriche	6,3	8,7	0,0021 %	0,0028 %
Royaume-Uni	8,0	6,8	0,0004 %	0,0004 %
Pays-Bas	1,0	4,6	0,0002 %	0,0007 %
Pologne	2,1	4,2	0,0005 %	0,0011 %
Slovaquie		4,2		0,0059 %
Espagne	2,1	3,2	0,0002 %	0,0003 %
Roumanie		2,8		0,0021 %
Finlande		2,5		0,0013 %
Hongrie		2,1		0,0049 %
Belgique		2,1		0,0006 %
Irlande		1,6		0,0009 %
Danemark	0,0	1,4	0,0000 %	0,0006 %
Grèce		0,7		0,0004 %
Rép. tchèque	9,7		0,0061 %	
<b>Total UE</b>	<b>88,0</b>	<b>122,4</b>	<b>0,0007 %</b>	<b>0,0009 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

**P**ar rapport à l'énergie solaire, l'énergie hydraulique est un secteur plutôt modeste en ce qui concerne les investissements privés en R&D. Mais ces investissements sont cependant plus élevés en 2012-2013 que les investissements publics en 2015-2016. Le secteur européen de l'hydroélectricité a vu ces investissements augmenter, en moyenne, contrairement à ceux des secteurs du solaire ou de l'éolien. La France affichait les plus gros investissements privés en R&D en 2013, parmi les pays de notre étude, suite à la chute des investissements allemands. Ces deux pays sont suivis de l'Italie, qui enregistre également d'importants investissements privés en R&D dans l'hydroélectricité. Ensuite viennent l'Autriche et le Royaume-Uni, où ces dépenses dépassent les 5 millions d'euros. La République tchèque affiche également d'importantes dépenses privées dans ce domaine (2015). Ces valeurs exprimées en part du PIB révèlent cependant un classement différent : les proportions les plus importantes s'observent en Slovaquie et en Croatie. L'Autriche montre aussi un pourcentage relativement élevé (et en augmentation). Les pays qui affichaient des chiffres importants en valeur absolue, à savoir la France, l'Allemagne et l'Italie, se classent en milieu de liste avec la Finlande et la Pologne. Pourtant, en France et en Italie, on peut notamment observer une croissance relativement importante des investissements privés en R&D dans l'énergie hydraulique entre 2012 et 2013. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

# GÉOTHERMIE

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	25,9	33,7	0,0010 %	0,0012 %
Royaume-Uni	3,7	9,3	0,0002 %	0,0005 %
Pologne	4,0	8,7	0,0010 %	0,0022 %
Suède	8,5	8,2	0,0022 %	0,0022 %
Pays-Bas	0,9	4,4	0,0001 %	0,0007 %
Espagne		4,1		0,0004 %
France	4,8	2,7	0,0002 %	0,0001 %
Italie	3,5	0,7	0,0002 %	0,0000 %
Autriche	1,7		0,0006 %	
Finlande	5,5		0,0029 %	
<b>Total UE</b>	<b>58,4</b>	<b>71,8</b>	<b>0,0004 %</b>	<b>0,0006 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Concernant l'énergie géothermique, les dépenses privées (comme publiques) de R&D sont inférieures à celles de l'hydroélectricité, mais comme pour cette dernière, les données disponibles montrent une progression à deux chiffres entre 2012 et 2013. Une fois de plus, on peut observer que l'Allemagne enregistre les plus gros investissements, soit 33,7 millions d'euros en 2013, ce qui représente une forte augmentation par rapport à 2012. Elle est suivie du Royaume-Uni, de la Pologne et de la Suède, chacun de ces pays affichant moins de 10 millions d'euros de dépenses privées en 2013, bien que le Royaume-Uni et la Pologne aient vu leurs dépenses augmenter. Si l'on rapporte ces valeurs au PIB, on constate que c'est la Pologne qui détient la plus grosse part d'investissements privés dans la R&D, cette part ayant même progressé de façon significative entre 2012 et 2013. Des niveaux similaires sont atteints par la Suède, bien que le pourcentage soit resté relativement constant entre 2012 et 2013. Cependant, il faut être conscient du fait qu'il manque de nombreuses données dans ce tableau, ce qui peut fausser le classement. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D

# BIOCARBURANTS

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	269,8	123,4	0,0100 %	0,0046 %
Danemark	74,2	74,1	0,0301 %	0,0297 %
Pays-Bas	112,9	69,9	0,0178 %	0,0110 %
France	116,4	56,4	0,0057 %	0,0027 %
Espagne	22,6	44,6	0,0022 %	0,0044 %
Royaume-Uni	79,1	35,8	0,0042 %	0,0019 %
Pologne	46,4	35,1	0,0120 %	0,0090 %
Italie	58,0	32,4	0,0037 %	0,0021 %
Suède	41,9	30,0	0,0111 %	0,0078 %
Finlande	59,1	22,5	0,0312 %	0,0120 %
Autriche	7,7	14,7	0,0025 %	0,0048 %
Belgique	8,3	12,6	0,0022 %	0,0034 %
Rép. tchèque	11,3	10,4	0,0072 %	0,0066 %
Hongrie	10,6	10,4	0,0107 %	0,0103 %
Roumanie		5,5		0,0041 %
Irlande	0,8	2,9	0,0004 %	0,0017 %
Estonie	4,5	2,8	0,0274 %	0,0163 %
Luxembourg	0,6	1,8	0,0014 %	0,0043 %
Slovaquie		1,8		0,0026 %
Portugal	1,5	1,2	0,0009 %	0,0007 %
Lituanie	2,3		0,0073 %	
<b>Total UE</b>	<b>928,1</b>	<b>588,4</b>	<b>0,0072 %</b>	<b>0,0045 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

Comme pour l'investissement public, les biocarburants constituent le premier secteur en termes d'investissements privés en R&D. Dans ce domaine, c'est sans conteste l'Allemagne qui totalise les plus gros investissements, avec plus de 123 millions d'euros en 2013. Les autres pays de cette étude affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros. Le Danemark arrive en seconde position avec 74 millions d'euros, suivi des Pays-Bas et de la France, avec respectivement 69 millions d'euros et 56 millions d'euros. Tous les autres pays enregistrent des investissements privés inférieurs à 50 millions d'euros. En résumé, on peut constater que les dépenses privées de R&D dans les biocarburants ont diminué de plus de 35 % entre 2012 et 2013 pour l'Union européenne dans son ensemble. En part du PIB, le Danemark arrive en tête en 2013, suivi de la Finlande et des Pays-Bas. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D ÉNERGIES MARINES

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Royaume-Uni	63,2	45,0	0,0033 %	0,0023 %
Allemagne	37,6	38,4	0,0014 %	0,0014 %
France	20,7	36,0	0,0010 %	0,0018 %
Suède	12,3	19,1	0,0033 %	0,0050 %
Finlande	5,3	17,7	0,0028 %	0,0094 %
Pays-Bas	7,9	16,5	0,0012 %	0,0026 %
Espagne	8,2	12,2	0,0008 %	0,0012 %
Italie	9,9	9,7	0,0006 %	0,0006 %
Irlande	14,1	6,5	0,0082 %	0,0037 %
Belgique		3,2		0,0008 %
Danemark	8,0	2,8	0,0032 %	0,0011 %
Grèce		1,2		0,0006 %
Luxembourg	5,3		0,0128 %	
Portugal	2,6		0,0016 %	
Slovénie	1,3		0,0037 %	
Rép. tchèque	1,3		0,0008 %	
Autriche	1,1		0,0004 %	
<b>Total UE</b>	<b>198,7</b>	<b>208,3</b>	<b>0,0015 %</b>	<b>0,0016 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI

L'énergie océanique est également un secteur relativement modeste en termes d'investissement privé en R&D. Le Royaume-Uni affiche les valeurs les plus élevées en 2013, suivi de l'Allemagne et de la France. La Suède et la Finlande se classent respectivement en quatrième et cinquième positions. Cependant, les données sont également très lacunaires dans ce secteur. En 2013, les investissements dans l'énergie océanique ont augmenté pour l'ensemble de l'Union européenne, bien que le Royaume-Uni affiche des chiffres en baisse. Cette croissance globale est principalement due à l'augmentation des investissements en France, en Suède, en Finlande et aux Pays-Bas. En termes de parts du PIB, ce sont la Suède et la Finlande qui arrivent en tête, suivies de l'Irlande, des Pays-Bas et du Royaume-Uni. ■

## INVESTISSEMENTS PRIVÉS DANS LA R&D TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Dépenses privées de R&D (millions €)		Part des dépenses privées de R&D dans le PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	2 348,9	1 587,7	0,0874 %	0,0588 %
France	450,2	425,4	0,0220 %	0,0207 %
Espagne		272,1		0,0267 %
Royaume-Uni	315,7	265,7	0,0166 %	0,0137 %
Italie	396,5	259,0	0,0253 %	0,0168 %
Pays-Bas	252,9	222,8	0,0398 %	0,0351 %
<b>Total UE</b>	<b>5 017,2</b>	<b>3 875,4</b>	<b>0,0387 %</b>	<b>0,0298 %</b>

Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI  
Note : La somme correspondant à l'ensemble des technologies n'apparaît que si le pays dispose de données pour chacune des technologies (s'il manque des données pour une ou plusieurs technologies, le total ne peut pas être calculé).

Enfin, 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 2012 et 2013. Bien que les investissements privés allemands aient diminué en 2013 dans les technologies renouvelables, ils demeurent les plus élevés. D'importants investissements privés en R&D sont également observés en France, qui arrive en deuxième position sur cet indicateur. Les autres pays pour lesquels nous disposons de données, à savoir le Royaume-Uni, l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas, enregistrent des investissements similaires en 2013.

En termes de part du PIB, les valeurs reflètent également la très bonne position de l'Allemagne mais aussi la tendance à la baisse des investissements en valeur absolue. Pourtant, comme pour les investissements publics, ce tableau doit être interprété avec prudence, du fait des nombreuses données manquantes. ■



## INVESTISSEMENTS PUBLICS ET PRIVÉS DANS LA R&D – CONCLUSION

En raison des données lacunaires, notamment pour la Chine, il est difficile de dégager des conclusions définitives. La Chine est actuellement le premier investisseur dans les installations d'énergie renouvelable (éolien et solaire), suivie des États-Unis. Il est donc logique qu'elle alloue également des montants financiers élevés à la R&D. De plus, elle est le principal exportateur de technologies photovoltaïques et hydroélectriques. En se fondant sur l'hypothèse d'un renforcement de la compétitivité grâce à l'innovation, la Chine est également censée allouer des ressources financières importantes à la R&D en faveur de ces technologies.

Néanmoins, on peut observer que de nombreux pays se sont spécialisés dans certains domaines technologiques au sein des énergies renouvelables. Cela tant pour les investissements publics que privés :

- Jusqu'à présent, l'Union européenne (2015/2016) arrive en tête devant les États-Unis, le Japon et la Corée en termes de dépenses publiques de R&D dans l'énergie solaire, tandis que les données ne sont pas disponibles pour la Chine. En Europe, ce sont l'Alle-

magne, la France et les Pays-Bas qui consacrent les plus gros budgets publics à la R&D. Pour les investissements privés en R&D, seules sont disponibles les données relatives aux pays de l'Union européenne (2012/2013). Dans ce domaine, c'est sans conteste le secteur solaire qui attire les montants les plus élevés. On peut constater que l'Allemagne arrive en tête, suivie de la France, de l'Italie et du Royaume-Uni.

- Concernant l'énergie éolienne, le Japon détient le record des dépenses publiques de R&D, suivi de l'Union européenne (bien qu'il manque de nombreuses données nationales pour 2016). En ce qui concerne les dépenses privées de R&D dans l'Union européenne, l'énergie éolienne est le deuxième secteur en importance après le solaire en 2013. L'Allemagne arrive en tête, suivie du Danemark, qui est en deuxième position sur cet indicateur.

- 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 du Canada, de la Suisse et de la Norvège. Au sein de l'Union européenne, la France, le Danemark et l'Allemagne affichent les investissements publics les plus importants. Du côté des investissements privés, la France affiche les valeurs les plus élevées parmi les pays de notre étude (Union européenne uniquement). Ensuite viennent l'Allemagne et l'Italie, qui enregistrent toutes deux un niveau significatif d'investissements privés dans ce secteur.

- En ce qui concerne l'énergie géothermique, les États-Unis se classent en tête, bien que de nombreux autres pays se révèlent actifs dans ce domaine. Si l'on considère la part des investissements publics en R&D dans le PIB, la Suisse et le Danemark se distinguent tout particulièrement. Les chiffres des dépenses privées de R&D montrent que l'Allemagne semble enregistrer les plus gros investissements, soit 33,7 millions d'euros en 2013, un chiffre en augmentation par rapport à 2012. Le pays est suivi du Royaume-Uni, de la Pologne et de la Suède.

- Dans le secteur des biocarburants, ce sont sans nul doute les États-Unis qui totalisent les plus gros investissements, avec près de 500 millions d'euros en 2016. Les autres pays de notre étude consacrent des investissements publics beaucoup moins élevés. Pour ce qui est de l'investissement privé, l'Allemagne arrive en tête avec près de 123 millions d'euros en 2016. Tous les autres pays de cette étude (Union européenne) affichent des valeurs inférieures à 100 millions d'euros. Cependant, le secteur des biocarburants est le premier secteur des énergies renouvelables en termes de dépenses publiques de R&D et le troisième en termes d'investissements privés en 2013.

- En ce qui concerne l'énergie océanique – un secteur également assez modeste en termes de dépenses publiques de R&D – l'Union européenne se distingue. Cependant, en 2016, ses dépenses ont diminué (selon les données disponibles), ce qui fait que sa position s'est inversée par rapport à celle des États-Unis. Ceci est également dû à l'accroissement des investissements publics des États-Unis. Concernant les investissements privés en R&D, le

Royaume-Uni présente les valeurs les plus élevées en 2013, suivi de l'Allemagne, de la France, de la Suède et de la Finlande.

- En ce qui concerne l'ensemble des énergies renouvelables, il convient de mentionner l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et surtout les Pays-Bas et le Danemark. Ces deux pays présentent des investissements publics

significatifs en R&D dans presque tous les domaines des technologies renouvelables, comme le montrent les pourcentages du PIB, qui dépassent de deux à trois fois ceux des deux premiers pays. Dans l'ensemble, cette analyse montre que, au cours des années étudiées, le financement privé de la R&D dépasse largement le financement public. ■



## Dépôt de brevets

La performance technologique d'un pays ou d'un système d'innovation se mesure généralement par le dépôt et la délivrance de brevets, ces données pouvant être considérées comme les principaux indicateurs de résultat des processus de R&D. Un pays dont la production de brevets est importante tendra à bénéficier d'une forte compétitivité technologique, ce qui pourrait se traduire par une compétitivité macroéconomique globale. Les brevets peuvent être analysés sous différents angles et avec différents objectifs, sachant que les méthodes et

définitions appliquées seront également différentes. Nous mettons ici l'accent sur une perspective intérieure et macroéconomique en fournissant des informations sur les capacités technologiques des économies dans le domaine des énergies renouvelables.

Le nombre de demandes de brevets (au niveau national ou international), la spécialisation des brevets et la part des dépôts de brevets par rapport au PIB sont décrits par technologie renouvelable, pour 2012 et 2013.

### Approche méthodologique

Les chiffres du présent rapport ont été fournis par JRC/SETIS. Ils sont issus de la base de données World Patent Statistical Database (PATSTAT<sup>1</sup>), développée par l'Office européen des brevets (OEB). Il faut compter un délai de trois ans et demi pour réunir un ensemble complet de données couvrant une année. Les données utilisées pour l'évaluation des indicateurs datent de quatre ans. Les estimations remontant à deux ans ne sont fournies qu'au niveau de l'Union européenne. Les données concernent spécifiquement les avancées dans le domaine des technologies bas carbone et d'atténuation du changement climatique (code Y de la Classification coopérative des brevets – CPC<sup>2</sup>). 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 simples<sup>3</sup> et le comptage fractionnaire des demandes déposées auprès des autorités nationales et internationales, afin d'évi-

1. OEB. Base de données statistiques mondiale des brevets (PATSTAT), Office européen des brevets. Disponible à l'adresse : <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab1>
2. OEB et USPTO. Classification coopérative des brevets (CPC), Office européen des brevets et Office des brevets et des marques des États-Unis. Disponible à l'adresse : <http://www.cooperativepatentclassification.org/index.html>
3. Les brevets permettent aux entreprises de protéger leurs efforts de recherche et d'innovation. Les brevets couvrant uniquement le marché intérieur (familles comportant un seul brevet) ne fournissent qu'une protection 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.

ter un double comptage. Les familles de brevets comprennent les brevets déposés auprès d'un seul office, ou "singletons". Mais cela peut influencer sur les résultats liés à la compétitivité technologique mondiale et profiter aux pays disposant de grands marchés intérieurs et de spécialités dans leurs systèmes de brevets, comme le Japon et la Corée, en laissant supposer que ces pays bénéficient d'une forte compétitivité à l'international.

Pour procéder à l'analyse des brevets au sein des différentes technologies d'énergie renouvelable, il faut non seulement s'intéresser au nombre de brevets déposés mais aussi à l'indice de spécialisation. Pour cela, il convient d'évaluer l'avantage technologique révélé (ATR) fondé sur les travaux de Balassa (Balassa 1965), qui a créé cet indicateur par rapport au commerce international. Ici, l'ATR indique la représentation plus ou moins forte d'un pays dans un domaine technologique donné, par rapport aux demandes de brevet totales dans le domaine des technologies énergétiques. Ainsi, l'ATR du pays "i" dans un domaine technologique donné mesure l'importance comparée de la part des brevets du pays i déposés dans ce domaine par rapport au nombre total de brevets dans le domaine de l'énergie, et de la part des brevets déposés au niveau mondial dans ce même domaine par rapport au nombre total de brevets déposés au niveau mondial dans le domaine de l'énergie. Si la part du pays i est plus importante que la part mondiale, on peut supposer que le pays est spécialisé dans ce domaine. Les données ont été transformées, de sorte que les valeurs entre 0 et 1

indiquent un intérêt inférieur à la moyenne pour cette technologie renouvelable, tandis que les valeurs supérieures à 1 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 liés aux technologies renouvelables : l'indice laisse davantage apparaître les fluctuations et associe aux petits nombres de brevets renouvelables de grands effets en matière de spécialisation si le portefeuille de brevets 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 faire l'objet de comparaisons entre les pays, les chiffres des dépôts de brevets sont également exprimés en fonction du PIB\* (en milliards d'euros).

4. La méthodologie est décrite de façon plus détaillée dans le rapport "JRC Science for Policy Report – Monitoring R&D in Low Carbon Energy Technologies: Methodology for the R&D indicators in the State of the Energy Union Report. 2016 Edition. A. Fiorini, A. Georgakaki, F. Pasimeni, E. Tzimas, 'Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies', EUR 28446 EN (2017). Disponible à l'adresse : <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/monitoring-ri-low-carbon-energy-technologies>

## ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par millier de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Allemagne	333	264	2,2	2,0	123,9	97,8
Danemark	94	95	12,6	12,4	379,8	383,1
Espagne	67	52	7,8	6,1	64,9	51,2
Royaume-Uni	28	27	1,4	1,3	14,8	14,2
Pays-Bas	29	23	2,6	2,2	44,9	36,4
France	35	22	0,7	0,5	17,3	10,8
Italie	23	21	1,6	2,0	14,5	13,8
Suède	16	21	1,8	2,1	42,6	54,9
Pologne	10	11	1,3	1,9	25,5	28,4
Autriche	7	6	0,9	1,0	21,6	20,4
Roumanie	2	5	1,8	4,7	18,1	35,0
Belgique	6	5	1,3	1,3	16,3	12,5
Irlande	3	3	2,4	2,9	16,4	14,2
Finlande	10	2	1,5	0,4	51,5	12,9
Luxembourg	6	2	4,9	2,3	140,1	49,0
Lettonie	2	2	8,7	2,9	101,6	84,3
Slovaquie	0	1		2,8		17,0
Hongrie	1	1	2,8	2,5	11,6	9,9
Grèce	0	0		0,9		1,1
Portugal	3	0	4,3		14,7	
Rép. tchèque	2	0	0,9		9,5	
Bulgarie	1	0	4,9		25,7	
Chypre	0	0				
Estonie	0	0				
Croatie	0	0				
Lituanie	0	0				
Malte	0	0				
Slovénie	0	0				

Continue page suivante

Total UE	676	564	2,2	2,0	52,1	43,4
<b>Autres pays</b>						
Chine	574	671	0,8	0,9	86,2	92,7
Corée	393	266	1,4	1,3	413,1	270,0
Japon	230	222	0,4	0,5	47,7	57,2
États-Unis	145	219	0,7	1,0	11,5	17,4
Reste du monde	133	107				

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

Dans le secteur de l'énergie éolienne, l'Union européenne a globalement déposé presque autant de brevets que la Chine. La Corée arrive à la troisième place, suivie du Japon et des États-Unis. Cette bonne position de l'Europe s'explique principalement par le rôle joué par deux pays, l'Allemagne et le Danemark, qui représentent conjointement près de 64 % de tous les brevets européens dans l'énergie éolienne. L'Espagne, le Royaume-Uni, les Pays-Bas et la France ont également déposé un nombre important de brevets dans ce domaine en 2013.

Le Danemark est en tête des demandes de brevet exprimées en fonction du PIB, suivi de la Corée, de l'Allemagne et de la Chine. L'Espagne se situe au-dessus de la moyenne européenne mais en-dessous de la Chine. Sa compétitivité nationale semble donc inférieure à celle de la Chine.

En ce qui concerne la spécialisation des brevets, l'Espagne et le

Danemark présentent les valeurs les plus élevées, ce qui signifie que l'énergie éolienne peut être considérée comme un facteur important dans leur portefeuille national de technologies énergétiques. L'Allemagne affiche aussi une spécialisation supérieure à la moyenne (comme l'Union euro-

péenne en général), quoique moins poussée que celle du Danemark et de la Suède. Cela est dû au fait que l'Allemagne dépose en général un nombre relativement élevé de brevets dans les technologies énergétiques, de sorte que l'impact des brevets liés à l'éolien n'est pas aussi important. ■





## ÉNERGIE SOLAIRE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par milliard de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Allemagne	448	351	0,8	0,8	166,7	130,1
France	123	128	0,6	0,7	60,2	62,2
Royaume-Uni	46	51	0,6	0,7	24,3	26,1
Espagne	52	48	1,6	1,6	50,0	46,5
Italie	94	47	1,7	1,3	59,7	30,7
Pays-Bas	32	36	0,8	1,0	50,4	56,4
Belgique	25	19	1,4	1,5	66,2	51,9
Pologne	26	17	0,9	0,8	68,2	42,5
Finlande	15	14	0,6	0,6	80,4	75,9
Autriche	24	12	0,8	0,5	79,3	39,5
Suède	8	7	0,2	0,2	21,1	17,7
Danemark	6	6	0,2	0,2	23,3	25,4
Roumanie	16	4	3,2	1,2	122,8	31,2
Irlande	4	4	0,9	1,1	24,6	19,9
Portugal	3	3	1,4	2,2	18,2	17,9
Lettonie	1	2	1,2	1,1	50,8	115,7
Rép. tchèque	4	2	0,5	0,5	22,1	12,7
Grèce	2	2	4,5	1,8	11,8	8,1
Slovaquie	1	1	1,1	0,7	14,2	13,9
Hongrie	1	1	0,7	0,7	11,6	9,9
Luxembourg	4	1	0,9	0,2	101,5	11,8
Croatie	1	0	1,6	0,9	11,4	4,6
Slovénie	3	0	3,4		76,0	
Bulgarie	2	0	2,6		51,3	
Chypre	1	0	2,0		53,3	
Lituanie	0	0	0,5		8,1	
Malte	0	0				
Estonie	0	0				

Continue page suivante

Total UE	942	755	0,8	0,8	72,6	58,0
<b>Autres pays</b>						
Chine	2 041	2 343	0,8	0,9	306,4	323,7
Japon	2 740	2 043	1,3	1,2	567,7	526,0
Corée	1 249	1 075	1,2	1,5	1 312,4	1 093,3
États-Unis	621	546	0,8	0,7	49,4	43,4
Reste du monde	566	495				

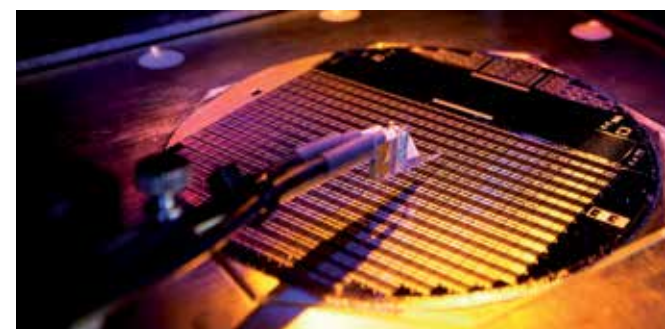
Sources : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI  
 Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).

Dans le domaine de l'énergie solaire, la Chine détient le plus grand nombre de brevets déposés aux niveaux national ou international et se classe au troisième rang en termes de brevets par rapport au PIB. Elle est suivie d'assez près par le Japon, dont les activités de brevetage ont diminué entre 2012 et 2013 (contrairement à la Chine). La Corée arrive troisième en nombre de brevets, mais première en part du PIB. L'Union européenne dans son ensemble arrive derrière la Corée et devant les États-Unis,

bien que les chiffres aient baissé en 2013. Au sein de l'Union, l'Allemagne enregistre le plus grand nombre de brevets déposés. Elle se classe également première en termes de brevets par rapport au PIB, suivie de la Lettonie et de la Finlande. 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 des différents pays, on constate que les pays européens sont souvent plus spécialisés dans l'énergie solaire que les autres pays de notre analyse. Les pays ayant les indices de spécialisation les plus élevés sont le Portugal, la Grèce, l'Espagne et la Belgique. Mais il faut aussi tenir compte du fait que ces pays enregistrent en général un nombre relativement faible de dépôts. Ainsi, en déposant un petit nombre de brevets dans le domaine du photovoltaïque mais aussi dans les autres technologies énergétiques, un pays donné pourrait présenter un degré de spécialisation relativement élevé. Et la survenue de faibles variations dans les activités de brevetage au cours d'une année pourrait peser fortement sur les indices de spécialisation. ■



## HYDROÉLECTRICITÉ

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par millier de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Allemagne	21	15	0,8	0,6	7,9	5,7
France	5	13	0,6	1,5	2,6	6,5
Italie	3	9	1,2	4,3	1,9	5,5
Pologne	2	6	1,1	5,3	3,9	15,3
Autriche	3	4	2,3	3,3	9,8	12,5
Royaume-Uni	4	3	1,2	0,8	2,3	1,6
Espagne	2	3	1,3	1,5	1,9	2,4
Roumanie	1	2	4,4	12,4	7,8	17,5
Pays-Bas	1	2	0,3	1,1	0,8	3,4
Slovaquie	0	2		24,6		27,9
Finlande	0	1		1,0		6,2
Croatie	0	1		85,0		23,0
Belgique	0	1	1,0	1,4		2,7
Danemark	0	1		0,5		2,7
Irlande	0	1		3,0		2,8
Grèce	0	0		7,6		1,8
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
Estonie	0	0				
Lituanie	0	0				
Luxembourg	0	0				
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Slovénie	0	0				
Suède	0	0				
Rép. tchèque	5	0	16,6		31,1	
Hongrie	0	0				
Portugal	1	0	9,8		5,9	

Continue page suivante

Total UE	48	64	0,9	1,2	3,7	4,9
<b>Autres pays</b>						
Chine	157	185	1,3	1,3	23,5	25,6
Japon	83	69	0,8	0,8	17,2	17,7
Corée	50	35	1,1	0,9	53,0	35,9
États-Unis	7	10	0,2	0,2	0,5	0,8
Reste du monde	32	24				

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

Dans le domaine de l'énergie hydraulique, la Chine affiche le plus grand nombre de brevets, suivie du Japon, de l'Union européenne et de la Corée. Parmi les pays européens, l'Allemagne est responsable de près de 25 % des dépôts de brevets. La France, l'Italie, la Pologne, l'Autriche et le Royaume-Uni enregistrent également un certain niveau d'activité. Si l'on exprime les dépôts de brevets en fonction du PIB, c'est la Corée et la Slovaquie qui arrivent en tête, suivies de la Chine et du Japon. Mais, comme ces brevets comprennent également des singletons, il est difficile d'évaluer de façon précise la compétitivité internationale. Les États-Unis affichent des chiffres étonnamment bas.

L'indice ATR révèle un niveau de spécialisation élevé en Croatie et en Slovaquie. Mais il est basé sur un très faible nombre de dépôts en valeur absolue. ■



## GÉOTHERMIE

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par milliard de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Allemagne	11	9	0,8	0,9	4,0	3,4
Pologne	2	4	2,4	9,1	3,9	10,5
Royaume-Uni	1	2	0,8	1,5	0,7	1,2
Suède	3	2	4,0	2,6	7,9	5,2
Pays-Bas	0	1	0,4	1,3	0,5	1,7
Espagne	0	1	0,0	1,5	0,0	1,0
France	2	1	0,4	0,2	0,8	0,3
Italie	2	0	2,0	0,2	1,5	0,1
Finlande	2	0	3,7		10,6	
Autriche	1	0	1,6		3,3	
Rép. tchèque	1	0	7,2		6,3	
Chypre	0	0				
Estonie	0	0				
Grèce	0	0				
Croatie	0	0				
Lituanie	0	0				
Luxembourg	0	0				
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Roumanie	0	0				
Slovénie	0	0				
Danemark	0	0				
Belgique	0	0				
Slovaquie	0	0				
Portugal	0	0				
Irlande	0	0				
Bulgarie	0	0				
Hongrie	0	0				

Continue page suivante

Total UE	25	20	1,0	1,0	1,9	1,6
<b>Autres pays</b>						
Japon	71	57	1,5	1,6	14,8	14,6
Chine	22	28	0,4	0,5	3,3	3,8
Corée	31	27	1,4	1,7	32,9	27,6
États-Unis	16	12	0,9	0,7	1,2	0,9
Reste du monde	11	11				

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

Dans le secteur de la géothermie, les chiffres des brevets sont légèrement inférieurs à ceux du secteur de l'hydroélectricité. En ce qui concerne les dépôts de brevets, le secteur affiche également de moins bons résultats que le solaire. Le nombre de dépôts est inférieur à 100 pour chacun des pays de notre étude. Les pays de l'Union européenne ont déposé un total de 20 brevets dans l'énergie géothermique en 2013, dont 9 en provenance d'Allemagne. Les autres pays européens qui ont activement breveté des inventions dans ce domaine sont la Pologne, le Royaume-Uni, la Suède et les Pays-Bas. Au niveau mondial, le pays qui a déposé le plus grand nombre de brevets dans l'énergie géothermique est le Japon, avec 57 brevets en 2013, suivi de la Chine, de la Corée et de l'Union européenne. Les États-Unis n'ont déposé que 12 brevets dans ce domaine en 2013. Rapporté au PIB, c'est la Corée



et le Japon qui enregistrent le plus haut niveau de dépôts de brevets. Au sein de l'Union, c'est la Pologne, la Suède et l'Allemagne qui arrivent en tête, avec toutefois un niveau assez bas en 2013. Comme indiqué précédemment, il existe un problème d'échelle, concernant l'indice de spécialisation, pour les petits pays. Par exemple, l'indice est élevé en Pologne ou en Suède, mais il n'est basé que sur quelques changements mineurs dans l'activité de brevetage des technologies renou-

velables. Ceci s'explique par la taille réduite de leurs portefeuilles de technologies renouvelables, ce qui fait qu'ils sont très impactés par des changements mineurs dans les brevets liés à ces technologies. Globalement, le Japon et la Corée affichent une spécialisation relativement importante de leurs marchés intérieurs, avec un grand nombre de brevets, alors que certains pays européens ont un indice de spécialisation beaucoup plus élevé mais qui est basé sur un nombre plus faible de brevets. ■



## BIOCARBURANTS

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par millier de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Allemagne	70	48	0,6	0,5	25,9	17,8
France	32	22	0,8	0,6	15,8	10,7
Pologne	17	18	2,7	4,1	43,2	46,1
Pays-Bas	24	18	2,8	2,3	37,6	27,7
Espagne	9	17	1,4	2,6	8,8	16,4
Danemark	14	16	2,5	2,8	58,4	64,9
Royaume-Uni	21	12	1,3	0,8	11,0	6,2
Italie	13	10	1,1	1,3	8,1	6,4
Finlande	17	9	3,3	2,0	90,0	50,4
Suède	11	8	1,5	1,1	28,5	21,3
Lettonie	0	6	1,8	14,0	16,9	297,5
Belgique	5	5	1,4	1,8	13,4	13,3
Roumanie	0	4		5,4		30,0
Autriche	3	4	0,5	0,9	10,1	13,0
Rép. tchèque	5	3	3,7	3,2	31,6	18,0
Hongrie	2	3	7,3	9,5	23,6	28,1
Irlande	0	2	0,2	2,8	1,0	10,3
Estonie	1	1	25,3	12,0	60,5	44,5
Luxembourg	0	1	0,1	0,8	3,0	11,8
Slovaquie	0	1		1,6		7,0
Portugal	0	0	0,7	1,2	2,0	2,0
Lituanie	1	0	4,7		16,2	
<b>Total UE</b>	<b>245</b>	<b>207</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>18,9</b>	<b>15,9</b>
<b>Autres pays</b>						
Chine	754	686	1,4	1,2	113,2	94,8
États-Unis	241	229	1,5	1,3	19,2	18,2
Japon	207	174	0,5	0,5	42,8	44,9
Corée	134	113	0,6	0,7	140,6	115,2

Continue page suivante

Reste du monde	116	115		
Source : JRC SETIS, Eurostat, base de données WDI				
Note : Valeurs potentiellement biaisées par l'intégration des brevets qui sont seuls dans leur famille (singletons).				

Dans le domaine des biocarburants, c'est de nouveau la Chine qui a déposé le plus grand nombre de brevets en 2013. Avec 686 familles de brevets, elle arrive nettement en tête. Les États-Unis arrivent en seconde position avec 241 familles de brevets. L'Union européenne se classe au troisième rang avec 207 familles de brevets simples en 2013. Le secteur des biocarburants est donc le seul domaine

technologique où, par rapport à leur taille, les États-Unis présentent un nombre significatif de dépôts de brevets. En Europe, la situation est un peu plus équilibrée que dans d'autres domaines technologiques, la plupart des pays étant actifs dans le dépôt de brevets. L'Allemagne se classe en tête, suivie de la France, de la Pologne et des Pays-Bas. La Corée et la Chine sont en bonne position en termes de

dépôts exprimés par rapport au PIB. En ce qui concerne la spécialisation (ATR), la Lettonie, l'Estonie et la Hongrie présentent les valeurs les plus élevées. Mais cela ne concerne qu'un très petit nombre de dépôts en 2013. En outre, de nombreux pays européens affichent des valeurs positives (> 1), les pays non européens étant moins spécialisés dans ce domaine. ■



## ÉNERGIES MARINES

	Nombre de familles de brevets		Spécialisation des brevets		Brevets par milliard de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>						
Royaume-Uni	26	19	7,6	4,4	13,7	10,0
Allemagne	16	18	0,6	0,6	6,0	6,5
France	11	16	1,2	1,5	5,2	7,6
Espagne	7	9	4,8	4,7	6,7	8,3
Suède	5	8	3,1	3,8	12,8	21,1
Finlande	3	8	2,7	5,6	15,9	39,9
Pays-Bas	4	7	2,1	3,3	6,3	11,6
Italie	4	4	1,5	1,9	2,4	2,7
Portugal	2	3	20,0	36,7	11,8	17,9
Irlande	5	2	24,8	10,7	29,0	11,4
Belgique	0	2	0,0	2,3	0,0	4,9
Danemark	3	1	2,4	0,7	12,1	4,7
Pologne	2	1	1,1	0,8	3,9	2,6
Grèce	0	1		10,1		2,7
Luxembourg	2	0	10,0		48,7	
Slovénie	1	0	14,1		14,1	
Autriche	1	0	0,4		1,6	
Rép. tchèque	1	0	2,6		4,7	
Lettonie	0	0				
Malte	0	0				
Roumanie	0	0				
Bulgarie	0	0				
Chypre	0	0				
Estonie	0	0				
Croatie	0	0				
Lituanie	0	0				
Hongrie	0	0				
Slovaquie	0	0				

Continue page suivante

Total UE	90	97	1,7	1,7	7,0	7,5
<b>Autres pays</b>						
Chine	102	166	0,9	1,0	15,4	23,0
Japon	62	51	0,6	0,5	12,8	13,1
Corée	51	49	1,1	1,1	53,7	49,6
États-Unis	26	32	0,8	0,6	2,1	2,5
Reste du monde	36	41				

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

L'énergie océanique est également un domaine relativement modeste en termes de nombre de familles de brevets, mais ces chiffres reflètent néanmoins les tendances générales : la Chine arrive en tête, suivie de l'Union européenne, de la Corée et des États-Unis. Comme pour les dépenses de R&D, le Royaume-Uni est le premier acteur européen dans ce domaine. L'Allemagne arrive seconde et la France troisième. La Corée se classe en tête pour le dépôt de brevets rapportés au PIB. Étant donnée leur petite taille, la Finlande, la Suède et le Portugal arrivent devant le Japon, tandis que les pays présentant un nombre élevé de dépôts (Chine, Japon, Royaume-Uni ou Allemagne) se classent moins bien en raison de leur envergure économique.

Le Royaume-Uni affiche également une forte spécialisation dans ce domaine, mais en raison du fac-

teur 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 millier de milliards d'euros de PIB	
	2012	2013	2012	2013
<b>UE 28</b>				
Allemagne	899	706	334,3	261,3
France	208	202	102,0	98,1
Espagne	138	128	132,4	125,8
Danemark	117	120	473,6	480,7
Royaume-Uni	127	115	66,9	59,2
Italie	138	91	88,1	59,2
Pays-Bas	89	87	140,5	137,1
Pologne	57	57	148,5	145,4
Suède	43	46	112,9	120,3
Finlande	47	35	248,4	185,3
Belgique	36	32	96,0	85,3
Autriche	39	26	125,7	85,5
Roumanie	19	15	148,7	113,6
Irlande	12	10	71,0	58,7
Lettonie	3	10	169,3	497,5
Portugal	9	6	52,6	37,8
Rép. tchèque	17	5	105,3	30,7
Hongrie	5	5	46,7	47,9
Slovaquie	1	5	14,2	65,9
Luxembourg	12	3	293,3	72,5
Grèce	2	3	11,8	13,8
Croatie	1	1	11,4	27,6
Estonie	1	1	60,5	44,5
Bulgarie	3	0	77,0	0,0
Chypre	1	0	53,3	0,0
Lituanie	1	0	24,3	0,0
Malte	0	0		0,0
Slovénie	3	0	90,1	0,0

Continue page suivante

Total UE	2 027	1 708	156,2	131,3
<b>Autres pays</b>				
Chine	3 650	4 079	548,0	563,6
Japon	3 393	2 616	703,0	673,6
Corée	1 908	1 565	2 005,7	1 591,7
États-Unis	1 055	1 047	84,0	83,3
Reste du monde	894	793		

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

Un dernier examen des chiffres des brevets dans l'ensemble des technologies des énergies renouvelables montre que c'est la Chine qui a déposé le plus grand nombre de brevets en 2013, 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 du côté des investissements en R&D. On trouve également un grand nombre de brevets dans les technologies renouvelables en France, en Espagne, au Danemark et au Royaume-Uni. En termes de brevets par rapport au PIB, la Corée arrive en tête, suivie du Japon et de la Chine. L'Union européenne se classe à un niveau intermédiaire supérieur, avec les États-Unis. Au sein de l'Union, le Danemark, l'Allemagne et la Finlande détiennent 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 le plus souvent la Chine qui se classe en tête concernant le nombre de familles de brevets de l'échantillon. 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, en effet, le seul secteur où ils se classent parmi les trois premiers en termes de nombre de brevets. Au sein de l'Union européenne, c'est l'Allemagne qui dépose le plus grand nombre de brevets et se classe en tête des pays européens, cela étant notamment dû à sa taille. C'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 technologies. 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. Si l'on compare les différentes technologies renouvelables, c'est l'énergie solaire qui enregistre le plus grand nombre de dépôts de brevets aux niveaux européen et mondial, suivie de l'énergie éolienne. Dans les biocarburants, d'importants investissements en R&D ont été observés mais, à l'inverse, les statistiques sur les brevets révèlent des résultats relativement modestes. 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 est devenue un facteur important de l'économie, car on considère que l'essor du commerce bénéficie généralement à tous ses partenaires commerciaux. Selon une idée dominante dans les théories du commerce international, les échanges internationaux de marchandises reposent sur le principe des avantages comparatifs. Les avantages spécifiques à chaque nation pour la production de biens conduisent les pays à commercer entre eux. Cependant, les données empiriques révèlent que les performances à l'exportation d'un pays dépendent

non seulement de ses dotations en facteurs de production, mais aussi de ses capacités technologiques. Ainsi, les sociétés qui développent de nouveaux produits intégrant une technologie supérieure domineront les marchés à l'exportation. En résumé, on peut affirmer que l'innovation est corrélée positivement aux performances d'exportation. C'est pourquoi les résultats d'exportation font l'objet d'un examen attentif en tant qu'indicateurs de la performance d'innovation au sein des technologies énergétiques renouvelables.

## Approche méthodologique

Pour décrire le commerce, on analyse non seulement l'avantage absolu en termes de part de l'exportation mondiale, mais aussi les exportations nettes, c'est-à-dire les exportations moins les importations d'un pays donné, afin de déterminer l'éventuel excédent généré par l'exportation de biens et de services. De plus, on examine attentivement l'avantage comparatif qui se réfère aux coûts relatifs d'un produit entre un pays et un autre. Alors que les premiers économistes estimaient que l'avantage absolu, dans une certaine catégorie de produits, était une condition nécessaire au commerce, il a été démontré qu'il

suffisait d'un avantage comparatif pour que le commerce international soit mutuellement bénéfique (ce qui signifie que la productivité d'un bien par rapport à un autre diffère selon les pays). L'analyse des flux commerciaux est donc devenue un élément important de la théorie commerciale, dont l'indicateur le plus largement répandu est l'avantage comparatif révélé (ACR) développé par Balassa (1965), car un essor du commerce profite à tous les partenaires commerciaux dans des conditions très générales. Ainsi, l'ACR est un indicateur très utile pour analyser et décrire la spécialisation dans certains produits ou secteurs.

La part des exportations d'une technologie renouvelable d'un pays  $i$  est mesurée par les exportations de cette technologie par rapport à l'ensemble des exportations du pays  $i$ . Pour  $i$ , l'ACR représente, par exemple, la part des exportations de la technologie éolienne par rapport à la part mondiale des exportations de cette même technologie. Si la part du pays  $i$  est plus importante que la part mondiale, alors on peut dire qu'il est spécialisé dans ce domaine. D'autre part, l'ACR se réfère à tous les groupes de produits commercialisés, tandis que l'ATR (avantage technologique révélé), employé pour le dépôt de brevets, concerne les technologies énergétiques.

L'analyse porte sur les exportations de technologies renouvelables prises dans leur ensemble, mais aussi

sur chaque domaine pris séparément. Ces domaines comprennent l'éolien, le photovoltaïque et l'hydroélectricité pour l'année 2017. Les données relatives aux exportations proviennent de la base de données Comtrade de l'ONU. Les domaines ont été identifiés à partir du Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (SH 2017)<sup>1</sup>.

1. Les codes SH 2017 utilisés sont les suivants : photovoltaïque (85414090), éolien (85023100) et hydroélectricité (84101100, 84101200, 84101300, 84109000).

## TOTAL DES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>						
Allemagne	8,08 %	8,15 %	1 764	1801	-2	-12
Danemark	4,54 %	4,79 %	2 753	2690	97	96
Pays-Bas	2,18 %	2,34 %	29	-309	-29	-25
Espagne	2,34 %	2,00 %	1 314	971	30	4
France	1,52 %	1,61 %	171	196	-60	-62
Belgique	0,88 %	0,87 %	179	139	-78	-82
Italie	0,73 %	0,79 %	-164	-175	-87	-88
Royaume-Uni	0,54 %	0,67 %	-2 381	-1255	-93	-89
Hongrie	0,40 %	0,55 %	57	127	-41	-23
Rép. tchèque	0,38 %	0,40 %	-14	7	-74	-77
Pologne	0,64 %	0,30 %	-519	-149	-56	-90
Suède	0,22 %	0,24 %	-292	-184	-88	-88
Portugal	0,09 %	0,21 %	-43	7	-88	-52
Slovaquie	0,15 %	0,14 %	36	25	-80	-87
Luxembourg	0,05 %	0,08 %	-7	1	-42	-9
Bulgarie	0,07 %	0,06 %	9	0	-69	-77
Croatie	0,04 %	0,06 %	-34	-28	-63	-41
Irlande	0,05 %	0,06 %	-34	-61	-99	-99
Roumanie	0,03 %	0,05 %	-155	-133	-99	-97
Estonie	0,05 %	0,05 %	19	12	-45	-61
Lituanie	0,06 %	0,04 %	3	-9	-72	-87
Grèce	0,02 %	0,04 %	-153	-223	-97	-90
Finlande	0,04 %	0,02 %	-125	-162	-98	-100
Lettonie	0,02 %	0,00 %	-20	-6	-78	-88
Chypre	0,00 %	0,00 %	-5	-5	-100	-100

Continue page suivante

Malte	0,00 %	0,00 %	-11	-9	-100	-100
Autriche	0,57 %	n. disp.	25	n. disp.	-43	n. disp.
Slovénie	0,10 %	n. disp.	23	0	-43	n. disp.
<b>Total UE 28 (dont commerce intra-UE)</b>	<b>23,81 %</b>	<b>23,52 %</b>	<b>2 427</b>	<b>3 267</b>	<b>-31</b>	<b>-36</b>
<b>Autres pays</b>				<b>0</b>		
Chine	29,90 %	26,80 %	9 905	7 343	64	56
États-Unis	6,05 %	6,86 %	-4 589	-6 457	-41	-35
Japon	5,53 %	5,97 %	-2 581	-1 270	34	29
Canada	0,57 %	0,59 %	-1 151	-777	-90	-91
Inde	0,47 %	0,45 %	-1 687	-2 772	-85	-88
Russie	0,12 %	0,18 %	-243	-120	-99	-98
Suisse	0,12 %	0,14 %	-362	-270	-99	-99
Turquie	0,03 %	0,03 %	-882	-3 394	-100	-100
Norvège	0,01 %	0,02 %	-83	-77	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,01 %	0,01 %	-25	-26	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-6	-10	n. disp.	-100
<b>Reste du monde</b>	<b>33,39 %</b>	<b>35,44 %</b>	<b>3 027</b>	<b>3 865</b>	<b>10</b>	<b>28</b>

Note : Dû à la règle des arrondis, le chiffre 0 signifie un chiffre inférieur à 0,5.  
Source : EurObserv'ER 2017, à partir des données COMTRADE ONU - taux de change : OCDE/MEI

L'ACR doit être interprété par rapport au reste du portefeuille du pays et à la part mondiale. Par exemple, si les pays n'ont qu'une part minimale (inférieure à la moyenne) d'énergies renouvelables au sein de leur portefeuille commercial, toutes les valeurs seront négatives. En revanche, certains pays (par exemple le

Danemark, le Japon, le Canada et l'Espagne) ont une part importante de technologies renouvelables au sein de leur portefeuille de produits exportés.

En ce qui concerne les exportations dans les quatre technologies sélectionnées, la Chine affiche les valeurs les plus élevées, bien

qu'une baisse ait pu être observée entre 2015 et 2016. Alors que les exportations chinoises représentaient 29,9 % des exportations totales du secteur des technologies renouvelables en 2015, cette part a baissé, passant à 26,8 % en 2016. Le second plus gros exporta-



teur est l'Union européenne, prise dans son ensemble. Au niveau des pays, les plus gros exportateurs, après la Chine, sont l'Allemagne, les États-Unis, le Japon, le Danemark et les Pays-Bas. Du fait de la baisse de la part de la Chine, la plupart des pays enregistrent une hausse entre 2015 et 2016. Les pays affichant les parts les plus modestes sont Malte, Chypre, la Lettonie, la Norvège, la Finlande, la Turquie, la Grèce, la Lituanie et l'Estonie.

Les tendances ci-dessus doivent toutefois être nuancées par l'examen des exportations nettes (valeur des exportations moins valeur des importations d'un pays), c'est-à-dire la balance commerciale, qui permet de voir si un pays exporte plus qu'il n'importe, et vice versa. Cet indicateur montre que la Chine a une balance commerciale très positive, dont le solde, encore une fois, a légèrement diminué entre 2015 et 2016. Elle est suivie de l'Union européenne et du reste du monde, où une croissance a pu être observée. Cependant, tous les pays de l'Union européenne ne présentent pas une balance commerciale positive dans le secteur des EnR : le Danemark, l'Allemagne, l'Espagne, la France, la Belgique, la Hongrie, la Slovaquie, l'Estonie, la République tchèque, le Portugal et le Luxembourg exportent plus de technologies renouvelables qu'ils n'en importent. Les pays affichant le solde le plus négatif sont les États-Unis, la Turquie, l'Inde, le Japon et le Royaume-Uni. Bien que le Japon ait une balance commerciale excédentaire, il importe

toujours plus de biens qu'il n'en exporte (en valeur monétaire) dans le domaine des EnR.

Dans un dernier temps, nous avons examiné la spécialisation des exportations (ACR). Concernant cet indicateur, le Danemark affiche les valeurs les plus élevées, ce qui signifie que les biens liés aux technologies renouvelables ont un poids important dans son portefeuille d'exportation. On observe également des valeurs de spécialisation positives pour la Chine, le Japon et l'Espagne, tandis que tous les autres pays présentent une spécialisation négative dans le domaine des technologies renouvelables. ■



## ÉNERGIE ÉOLIENNE

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>						
Danemark	41,71 %	41,91 %	2 976	2808	100	100
Allemagne	30,23 %	29,39 %	1 755	1782	86	82
Espagne	18,54 %	15,28 %	1 305	1006	98	97
Portugal	0,40 %	1,53 %	24	97	14	88
Pays-Bas	0,92 %	1,13 %	-4	51	-82	-76
Belgique	0,01 %	0,69 %	1	26	-100	-88
France	0,04 %	0,45 %	-66	-54	-100	-96
Estonie	0,44 %	0,37 %	30	25	93	88
Grèce	0,16 %	0,35 %	-123	-195	-9	55
Irlande	0,12 %	0,12 %	9	-14	-95	-97
Royaume-Uni	0,12 %	0,08 %	-299	-301	-100	-100
Pologne	0,08 %	0,06 %	-214	-20	-99	-100
Italie	0,06 %	0,04 %	-44	-52	-100	-100
Rép. tchèque	0,01 %	0,03 %	1	2	-100	-100
Lituanie	0,06 %	0,02 %	3	-5	-73	-97
Roumanie	0,00 %	0,01 %	-9	1	-100	-100
Suède	0,02 %	0,01 %	-139	-65	-100	-100
Hongrie	0,00 %	0,00 %	-0	0	-100	-100
Malte	0,00 %	0,00 %	-0	-1	-100	-100
Finlande	0,00 %	0,00 %	-92	-118	-100	-100
Croatie	0,00 %	0,00 %	-28	-22	-100	-100
Bulgarie	0,11 %	0,00 %	6	-1	-36	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	-0	0	n. disp.	-100
Lettonie	0,00 %	0,00 %	-0	0	n. disp.	n. disp.
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-0	0	n. disp.	n. disp.
Slovaquie	0,00 %	0,00 %	-0	0	-100	n. disp.
Autriche	0,00 %		-51	n. disp.	-100	n. disp.

Continue page suivante

Slovénie	0,00 %		-0	0	-100	
<b>Total UE 28 (dont commerce intra-UE)</b>	<b>93,03 %</b>	<b>91,49 %</b>	<b>5 040</b>	<b>4 951</b>	<b>78</b>	<b>75</b>
<b>Autres pays</b>						
Chine	3,67 %	7,89 %	260	529	-87	-53
États-Unis	1,88 %	0,22 %	-77	-98	-92	-100
Canada	0,10 %	0,14 %	-381	-86	-100	-99
Inde	0,06 %	0,11 %	2	1	-100	-99
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,02 %	-4	-2	n. disp.	-98
Turquie	0,00 %	0,02 %	-376	-797	-100	-100
Suisse	0,00 %	0,01 %	-1	-11	-100	-100
Japon	0,03 %	0,00 %	-77	-67	-100	-100
Russie	0,00 %	0,00 %	-78	-16	-100	-100
Norvège	0,00 %	0,00 %	-9	-3	n. disp.	-100
Reste du monde	1,23 %	0,10 %		-2423	-100	-100

Note : Dû à la règle des arrondis, le chiffre 0 signifie un chiffre inférieur à 0,5.  
Source : Eurobserv'ER 2017, à partir des données COMTRADE ONU - taux de change : OCDE/MEI

Dans l'éolien, c'est sans conteste le Danemark qui enregistre la plus grosse part des exportations mondiales, soit 42 %. Il est suivi de l'Allemagne, dont la part représente 29 %. Ces deux pays sont donc à l'origine de plus de 70 % des exportations mondiales liées aux technologies éoliennes. Et si l'on ajoute l'Espagne (15 %), on peut dire que près de 90 % de toutes les exportations dans ce domaine proviennent de ces trois pays européens. Au total, l'Union européenne représente 91,5 % des exportations mondiales dans l'éolien. En 2016, la part des

exportations chinoises est relativement modeste (7,9 %), mais elle a fortement augmenté depuis 2015. La Chine est suivie des États-Unis (0,22 %).

Ce modèle se retrouve également dans la balance commerciale. Ici, les balances commerciales les plus excédentaires peuvent aussi être observées au Danemark, en Allemagne, en Espagne et en Chine, cette dernière enregistrant un solde bien inférieur à ceux des trois autres pays.

En ce qui concerne l'ACR, on constate que le Danemark, l'Espagne, le Portugal, l'Estonie et l'Allemagne sont hautement spécialisés dans le commerce des produits liés à la technologie éolienne. Le Portugal enregistre notamment une évolution à la hausse depuis 2015. Quant à la Chine, elle n'est pas spécialisée dans l'exportation de ces produits ; 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)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>						
Allemagne	5,55 %	5,51 %	360	273	-37	-47
Pays-Bas	1,33 %	1,61 %	-103	-212	-66	-56
France	0,57 %	0,75 %	-314	-194	-93	-90
Italie	0,62 %	0,71 %	-143	-118	-91	-90
Royaume-Uni	0,28 %	0,33 %	-1 828	-809	-98	-97
Belgique	0,44 %	0,31 %	-77	-100	-94	-97
République tchèque	0,33 %	0,31 %	-52	-51	-80	-85
Pologne	0,74 %	0,25 %	-255	-89	-46	-93
Espagne	0,09 %	0,13 %	-79	-56	-99	-99
Luxembourg	0,06 %	0,10 %	-4	3	-20	17
Hongrie	0,06 %	0,08 %	-148	-143	-98	-98
Croatie	0,04 %	0,07 %	1	-2	-52	-25
Suède	0,07 %	0,07 %	-38	-39	-99	-99
Slovaquie	0,08 %	0,06 %	-14	-17	-94	-97
Danemark	0,05 %	0,06 %	-129	-48	-99	-98
Lituanie	0,07 %	0,05 %	10	-1	-70	-87
Irlande	0,04 %	0,04 %	-4	-4	-100	-100
Portugal	0,03 %	0,03 %	-57	-66	-98	-98
Finlande	0,05 %	0,02 %	-33	-41	-97	-99
Roumanie	0,01 %	0,01 %	-104	-97	-100	-100
Bulgarie	0,00 %	0,01 %	-19	-24	-100	-100
Estonie	0,01 %	0,00 %	-8	-10	-99	-100
Grèce	0,01 %	0,00 %	-9	-10	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	-4	-4	-100	-100
Malte	0,00 %	0,00 %	-10	-8	-100	-100
Autriche	0,31 %	n. disp.	-86	n. disp.	-79	n. disp.

Continue page suivante

Lettonie	0,02 %	n. disp.	-6	n. disp.	-79	
Slovénie	0,08 %	n. disp.	4	n. disp.	-63	
<b>Total UE 28 (dont commerce intra-UE)</b>	<b>10,94 %</b>	<b>10,54 %</b>	<b>-3 152</b>	<b>-1 867</b>	<b>-80</b>	<b>-83</b>
<b>Autres pays</b>			<b>-</b>	<b>0</b>		
Chine	37,39 %	33,12 %	9 648	6 849	75	68
Japon	7,08 %	7,77 %	-2 135	-816	54	51
États-Unis	4,26 %	4,59 %	-5 564	-7 810	-65	-65
Canada	0,56 %	0,57 %	-215	-155	-91	-91
Inde	0,26 %	0,25 %	-1 721	-2 740	-95	-96
Suisse	0,10 %	0,13 %	-231	-175	-99	-99
Russie	0,04 %	0,04 %	-149	-132	-100	-100
Turquie	0,02 %	0,02 %	-371	-2 488	-100	-100
Norvège	0,00 %	0,01 %	-15	-17	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,01 %	0,00 %	-17	-20	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-0	0	n. disp.	n. disp.
<b>Reste du monde</b>	<b>39,34 %</b>	<b>42,95 %</b>	<b>5 226</b>	<b>6 552</b>	<b>26</b>	<b>44</b>

Note : Dû à la règle des arrondis, le chiffre 0 signifie un chiffre inférieur à 0,5.  
Source : EurObserv'ER 2017, à partir des données COMTRADE ONU - taux de change : OCDE/MEI

Dans le secteur du photovoltaïque, la Chine confirme, une fois de plus, sa position dominante. En 2016, plus de 33 % des exportations mondiales dans le secteur du photovoltaïque provenaient de cet État. Mais, ici aussi, la baisse est évidente depuis 2015. Les autres grands pays exportateurs sont le Japon (7,8 %), l'Allemagne (5,5 %) et les États-Unis (4,5 %). Globalement, les pays de l'Union européenne représentent 10,5 % des exportations mondiales, l'Allemagne y contribuant pour moitié.

Concernant les exportations nettes, seuls la Chine, l'Allemagne et le Luxembourg affichent des valeurs positives. Tous les autres pays de notre étude importent plus de technologies photovoltaïques qu'ils n'en exportent. Les États-Unis, suivis de l'Inde et de la Turquie, présentent les balances commerciales les plus déficitaires. Ces pays dépendent donc fortement des importations. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de l'ACR. La Chine est le pays le plus spécialisé dans

les produits liés à la technologie photovoltaïque, suivie du Japon, du Luxembourg, de la Croatie et de l'Allemagne, bien que les valeurs de spécialisation soient négatives pour ces deux derniers pays. ■



## HYDROÉLECTRICITÉ

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>						
Allemagne	9,31 %	10,94 %	90	89	12	18
Italie	7,80 %	8,99 %	85	80	77	78
France	6,63 %	6,65 %	55	41	65	60
Rép. tchèque	3,35 %	4,62 %	42	42	84	89
Espagne	4,01 %	3,91 %	41	34	69	61
Royaume-Uni	1,07 %	1,62 %	5	9	-76	-50
Roumanie	0,54 %	1,45 %	2	10	35	83
Portugal	0,88 %	0,63 %	9	2	73	47
Belgique	2,32 %	0,48 %	23	4	-6	-94
Bulgarie	0,40 %	0,43 %	4	4	72	71
Pays-Bas	0,11 %	0,42 %	1	4	-100	-96
Hongrie	0,08 %	0,29 %	1	3	-97	-70
Slovaquie	0,19 %	0,29 %	3	0	-71	-53
Suède	0,52 %	0,26 %	-0	-13	-47	-86
Croatie	0,10 %	0,24 %	-3	1	23	74
Pologne	0,15 %	0,14 %	2	1	-97	-98
Finlande	0,09 %	0,05 %	0	-3	-88	-97
Danemark	0,03 %	0,04 %	-4	-1	-100	-99
Lituanie	0,00 %	0,02 %	-0	0	-100	-97
Irlande	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-2	-1	-100	-100
Grèce	0,00 %	0,00 %	-1	0	-100	-100
Estonie	0,00 %	0,00 %	-0	0	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	0	0	-99	-100
Malte	0,00 %	0,00 %	-0	0	n. disp.	n. disp.
Lettonie	0,00 %	0,00 %	-4	-5	-100	n. disp.
Autriche	9,59 %		103		98	n. disp.
Slovénie	2,02 %		23	0	99	n. disp.

Continue page suivante

Total UE 28 (dont commerce intra-UE)	49,20 %	41,48 %	475	300	39	19
<b>Autres pays</b>						
Chine	18,55 %	29,41 %	302	311	43	62
États-Unis	3,49 %	5,64 %	-4	13	-68	-51
Inde	3,64 %	5,48 %	55	54	76	81
Russie	1,26 %	4,07 %	-53	-13	-18	63
Canada	1,71 %	1,76 %	-43	-51	-50	-39
Suisse	2,00 %	1,72 %	-82	-20	9	-19
Japon	3,02 %	1,05 %	4	0	-79	-89
Turquie	0,20 %	0,73 %	-79	-56	-75	-28
Norvège	0,40 %	0,49 %	-35	-16	-65	-22
Nouvelle-Zélande	0,05 %	0,07 %	-1	-3	-100	-84
Albanie	0,00 %	0,00 %	-6	-8	n.a.	n.a.
Reste du monde	12,56 %	8,11 %	-697	-383	-70	-83

Note : Dû à la règle des arrondis, le chiffre 0 signifie un chiffre inférieur à 0,5.  
Source : EuroObserv'ER 2017, à partir des données COMTRADE ONU - taux de change : OCDE/MEI

Dans le secteur de l'hydroélectricité, la situation est plus équilibrée que dans le photovoltaïque ou l'éolien. Au sein de l'Union européenne, les pourcentages les plus élevés peuvent être observés en Allemagne (10,9 %), en Italie (9 %), en France (6,6 %), en République tchèque (4,6 %) et en Espagne (3,9 %), l'Union européenne étant responsable, dans son ensemble, de près de 41,5 % des exportations mondiales dans ce domaine. La part européenne a baissé depuis 2015, ce qui s'explique probablement par l'absence de chiffres pour l'Autriche, pays qui représentait

près de 10 % des exportations du secteur hydroélectrique en 2015.

Quant à la Chine, elle occupe une position dominante, toutefois moins prononcée que dans le secteur du photovoltaïque. L'Inde et, dans une certaine mesure, les États-Unis, affichent des valeurs relativement élevées, soit respectivement 5,5 % et 5,6 % du commerce mondial. Les balances commerciales les plus excédentaires, au sein de l'Union européenne, sont enregistrées par l'Allemagne, l'Italie, la République tchèque, la France et l'Espagne. C'est toutefois

la Chine qui présente la valeur la plus élevée. La balance commerciale est également positive en Inde ainsi qu'aux États-Unis.

Les valeurs de spécialisation révèlent une situation assez favorable en Europe, où 9 États membres présentent un ACR positif. La Chine affiche aussi une valeur positive, mais moins marquée que dans le secteur du photovoltaïque. En dehors de l'Union européenne, c'est l'Inde qui apparaît comme le pays le plus spécialisé dans le domaine de l'hydroélectricité. ■

## BIOCARBURANTS

	Part des exportations mondiales de technologies énergétiques renouvelables		Exportations nettes en millions €		Spécialisation des exportations (ACR)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>UE 28</b>						
Pays-Bas	10,99 %	9,41 %	136	-153	87	81
France	9,80 %	8,26 %	496	402	82	72
Belgique	5,11 %	5,21 %	231	209	62	57
Hongrie	3,69 %	4,72 %	204	266	94	96
Allemagne	3,27 %	3,89 %	-440	-343	-73	-69
Royaume-Uni	3,03 %	3,63 %	-260	-153	5	25
Suède	1,62 %	1,74 %	-114	-67	55	54
Espagne	1,92 %	1,00 %	48	-13	11	-58
Pologne	0,61 %	0,97 %	-52	-42	-59	-31
Slovaquie	0,89 %	0,85 %	47	43	57	44
Italie	0,88 %	0,73 %	-61	-85	-82	-90
Rép.tchèque	0,55 %	0,72 %	-4	14	-52	-40
Bulgarie	0,46 %	0,51 %	18	22	78	78
Irlande	0,09 %	0,11 %	-36	-43	-97	-97
Roumanie	0,16 %	0,10 %	-44	-48	-69	-90
Lituanie	0,06 %	0,06 %	-10	-3	-73	-76
Portugal	0,02 %	0,03 %	-19	-26	-99	-99
Lettonie	0,06 %	0,02 %	-10	-1	-17	70
Estonie	0,01 %	0,02 %	-2	-3	-94	-94
Danemark	0,02 %	0,01 %	-90	-70	-100	-100
Croatie	0,01 %	0,01 %	-4	-5	-98	-99
Grèce	0,00 %	0,01 %	-19	-17	-100	-100
Luxembourg	0,00 %	0,00 %	-1	-1	-100	-100
Malte	0,00 %	0,00 %	-0	-1	-100	-100
Chypre	0,00 %	0,00 %	-1	-1	n. disp.	-100
Finlande	0,00 %	0,00 %	-0	-1	n. disp.	n. disp.
Autriche	1,36 %	n. disp.	59	n. disp.	39	n. disp.

Continue page suivante

Slovénie	0,01 %	n. disp.	-4	0	-100	n. disp.
<b>Total UE 28 (dont commerce intra-UE)</b>	<b>44,65 %</b>	<b>42,00 %</b>	<b>65</b>	<b>-118</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
<b>Autres pays</b>			<b>-</b>	<b>0</b>		
États-Unis	25,76 %	31,05 %	1 056	1 439	77	82
Inde	1,77 %	1,41 %	-23	-87	7	-23
Canada	0,97 %	1,00 %	-513	-485	-75	-75
Russie	0,59 %	0,69 %	37	41	-86	-78
Chine	0,31 %	0,37 %	-306	-346	-100	-100
Suisse	0,04 %	0,04 %	-49	-63	-100	-100
Japon	0,02 %	0,02 %	-373	-387	-100	-100
Turquie	0,01 %	0,01 %	-56	-53	-100	-100
Nouvelle-Zélande	0,00 %	0,00 %	-3	-2	-100	-100
Albanie	0,00 %	0,00 %	-0	-2	n. disp.	-99
Norvège	0,00 %	0,00 %	-24	-41	-100	-100
<b>Reste du monde</b>	<b>25,90 %</b>	<b>23,42 %</b>	<b>273</b>	<b>119</b>	<b>-15</b>	<b>-13</b>

Note : Dû à la règle des arrondis, le chiffre 0 signifie un chiffre inférieur à 0,5.  
Source : EurObserv'ER 2017, à partir des données COMTRADE ONU - taux de change : OCDE/MEI

Le secteur des biocarburants présente une situation différente. Cette fois, c'est l'Union européenne qui occupe la première place, suivie des États-Unis. En 2016, plus de 73 % des exportations mondiales dans le secteur des biocarburants proviennent de ces deux régions du monde. Mais, ici aussi, l'Union européenne enregistre une baisse nette depuis 2015. Les autres grands exportateurs dans ce domaine sont les Pays-Bas, la France et la Belgique. Concernant les exportations nettes, la valeur

positive élevée des États-Unis indique que ce pays exporte beaucoup plus de technologies liées aux biocarburants qu'il n'en importe. Les balances commerciales les plus excédentaires peuvent être observées en France, en Hongrie et en Belgique, tandis que les plus déficitaires sont celles du Canada, du Japon, de la Chine et de l'Allemagne. Ces pays dépendent donc fortement des importations en provenance d'autres pays. Ces tendances se reflètent également dans les valeurs de l'ACR. La Hon-

grie est le pays le plus spécialisé dans les produits liés aux biocarburants, suivie des États-Unis, des Pays-Bas, de la Bulgarie et de la France. ■

## CONCLUSIONS

L'analyse des données d'exportation dans les technologies énergétiques renouvelables a montré que la Chine avait effectivement atteint une position assez solide au cours des dernières années. Ce poids des exportations chinoises s'explique par une position dominante dans le secteur du photovoltaïque, malgré une légère régression entre 2015 et 2016. Cette technologie étant assez facile à assembler (contrairement aux éoliennes), 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. Il n'en va pas de même pour les technologies éoliennes. Néanmoins, la part des exportations chinoises dans l'éolien et l'hydroélectricité a légèrement progressé. Les biocarburants sont le seul secteur où la Chine arrive loin derrière l'Union européenne en termes de position commerciale.

La situation est différente dans les autres secteurs des énergies renouvelables (éolien et hydroélectricité). Dans l'éolien, le Danemark, l'Allemagne et l'Espagne peuvent être considérés comme de solides concurrents, dominant les marchés exports à l'échelle mondiale. Ces trois pays totalisent près de 90 % des exportations mondiales, tandis que la Chine ne joue qu'un rôle mineur. Cependant, dans l'éolien,

la Chine rattrape son retard non seulement en termes d'activités de brevet mais aussi de parts de marché, tandis que l'Union européenne dans son ensemble recule légèrement entre 2015 et 2016.

Dans le secteur de l'hydroélectricité, la situation est très équilibrée. Plusieurs pays européens sont actifs sur les marchés exports à l'échelle mondiale, tandis que la Chine représente également une part importante. Bien qu'à un faible niveau et à un rythme modéré, la Chine rattrape son retard dans les demandes de brevet (au moins sur le marché intérieur) ainsi que dans l'exportation, et pourrait devenir, à l'avenir, un acteur concurrentiel. En revanche, l'Union européenne recule légèrement.

Globalement, l'Union européenne est très compétitive dans tous les domaines des EnR, mais perd des parts de marché et de la compétitivité au profit de la Chine. Les États-Unis affichent une position solide, qui va en se renforçant, dans le seul secteur des biocarburants, tandis que dans d'autres filières renouvelables, leur contribution est très inférieure à celle de l'Union européenne. ■





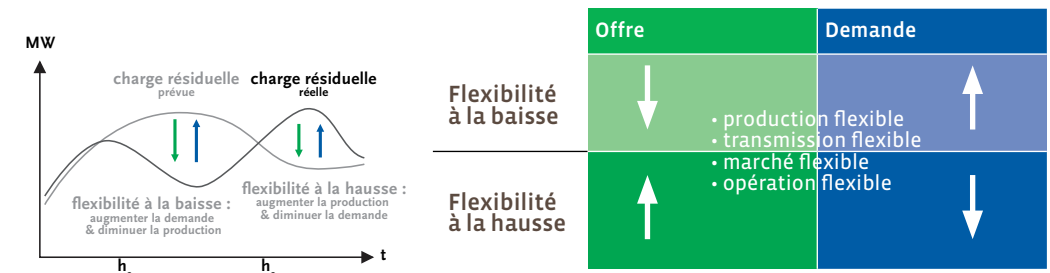
# INDICATEURS DE FLEXIBILITÉ DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

L'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité n'est pas un problème nouveau et il peut arriver que les ressources conventionnelles soient insuffisantes et ne puissent répondre totalement à la demande. Cependant, l'augmentation de la part des énergies renouvelables, plus fluctuantes, notamment les énergies éolienne et solaire, rend cet équilibre plus difficile à atteindre. Par exemple, si une baisse de la demande se produit en même temps qu'une augmentation de l'électricité éolienne, cela nécessite de réduire la production d'électricité conventionnelle, ce qui est particulièrement difficile si la demande résiduelle est faible et la capacité de production conventionnelle non modulable élevée. Une augmentation de la demande simultanément à une diminution de la production d'énergie éolienne peut aussi nécessiter une forte montée en puissance de la production conventionnelle. D'autre part, une augmentation de la production éolienne ou solaire pendant les

périodes de pointe pourrait contribuer à réduire la production conventionnelle d'électricité. 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, posent 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 imprévues au sein d'un pays peuvent aussi être compensées par des transferts transfrontaliers,

## 1

Besoins de flexibilité du système électrique



Note : La charge résiduelle est la différence entre la charge et la production d'électricité à partir de sources renouvelables variables. Source : EurObserv'ER 2017

les marchés à court terme ou des ajustements côté demande. Ainsi, la flexibilité du système électrique peut être assurée, non seulement du côté de l'offre mais aussi de la demande, par l'infrastructure de transmission entre les pays et par les marchés. Toutes ces options sont de plus en plus importantes pour intégrer avec succès les énergies renouvelables dans

le système électrique. Pour décrire le degré de flexibilité d'un système, on applique une série d'indicateurs permettant de mesurer la flexibilité de la capacité de production et de la transmission, la flexibilité opérationnelle et commerciale (voir figure 1). Les indicateurs de flexibilité, basés sur ces mécanismes, sont expliqués dans la section suivante.

### 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 est 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 flexibilité de 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 c'est réalisable dans la plupart des situations. En revanche, la montée en puissance dans un temps très court est une opération plus complexe en raison des contraintes techniques que cela suppose. Ainsi, la flexibilité à la hausse revêt un intérêt tout particulier. Nous l'analyserons ci-dessous, en fonction de la production, de la transmission et de l'équilibrage.

Pour décrire la flexibilité d'un système au cours des périodes critiques, on utilise quatre indicateurs qui couvrent la production, la transmission, le marché et l'exploitation du système. Vous trouverez une description détaillée de cette approche méthodologique sur le lien suivant : [www.eurobserv-er.org](http://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 de s'adapter 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. 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. Cette flexibilité est employée comme un indicateur du volume de réserve disponible/contractualisé.

## RÉSULTATS

Les résultats présentés dans cet aperçu illustrent les situations dans lesquelles une flexibilité à la hausse s'impose, car elle est plus contraignante. L'information et les résultats sur les mécanismes de flexibilité à la baisse sont détaillés dans le document méthodologique ([www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org)).<sup>1</sup>

### FLEXIBILITÉ DE PRODUCTION

Pour mesurer la flexibilité à la hausse, nous calculons la part de la production utilisée dans les

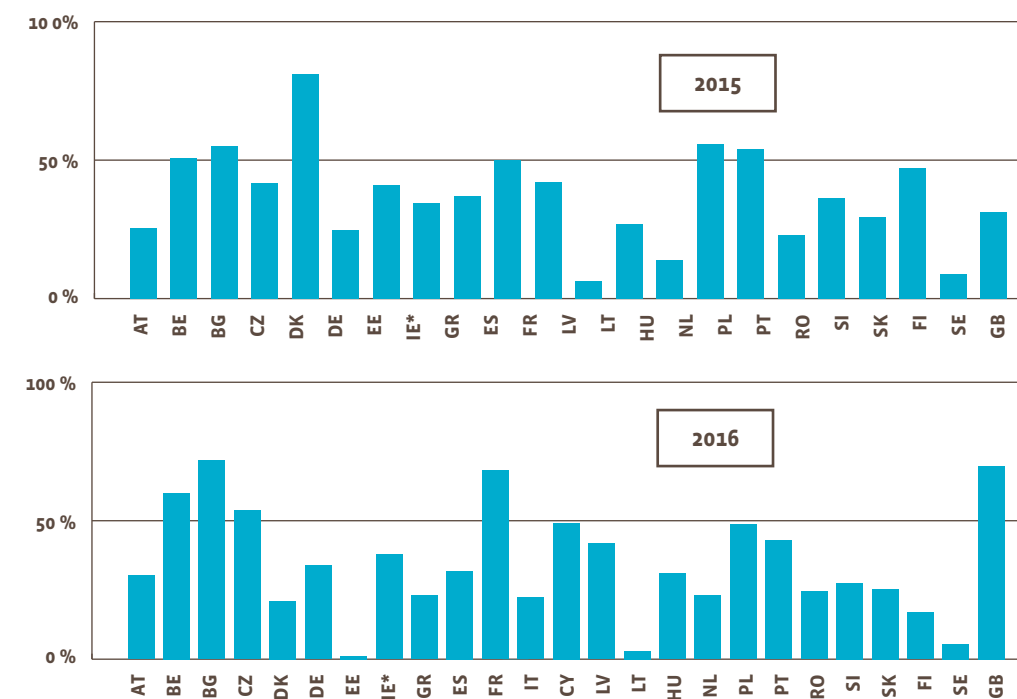
périodes critiques par rapport à la production flexible techniquement disponible. Ainsi, pour chaque État membre de l'Union européenne, on prend en compte les technologies

conventionnelles de production d'énergie et on évalue la flexibilité à la hausse basée sur le temps de

1. En raison des restrictions concernant la disponibilité des données, aucune période critique n'est définie pour Malte, Chypre et le Luxembourg, tandis que pour la République tchèque, l'Italie et la Croatie, ces périodes sont définies sur la base d'ensembles de données incomplets et d'écarts de charge. En outre, les données sur la production réelle, la transmission, le marché intraday et le marché de réserve sont limitées pour plusieurs pays de l'UE. Ces limitations sont indiquées dans le chapitre ou la figure concernés.

## 2

Flexibilité de la production au cours des périodes critiques de 2015 et 2016



Note : Données manquantes pour HR, CY, LU, MT. Source : calcul propre basé sur les données ENTSO-E téléchargées en sept. 2017

montée en puissance, puis on la compare aux capacités réelles de fonctionnement dans les périodes critiques. Les résultats sont représentés figure 2. Les barres bleues montrent la relation entre la capacité de fonctionnement et la capacité flexible disponible, c'est-à-dire le pourcentage de capacité utilisée. Plus la barre est proche de 100 %, plus le potentiel de flexibilité restant pour le système est faible.

Dans l'ensemble, tous les États membres disposent d'une flexibilité suffisante dans leur production. En 2015, le Danemark a utilisé jusqu'à 80 % de la production flexible disponible, contre environ 20 % en 2016. La Grande-Bretagne a utilisé environ 70 % de sa production flexible disponible en 2016, basée principalement sur le gaz. De même, la France, la Bulgarie et la Pologne affichent des parts élevées. En France, la part

élevée de l'énergie nucléaire ne favorise pas la flexibilité du système, alors qu'en Bulgarie et en Pologne, l'utilisation de lignite ou de charbon limite la flexibilité de la production d'électricité. Dans la limite inférieure, se trouvent l'Estonie, la Lituanie et la Suède, qui ont utilisé entre 0 % et 5 % (2016) de leurs capacités disponibles. Cette faible part s'explique, pour l'Estonie et la Lituanie, par le fait que l'offre repose sur le gaz ou le

fioul, les deux étant très flexibles mais peu utilisés 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 2015 et 2016. Plus la barre est proche de 100 %, plus on a exploité la flexibilité disponible pendant les périodes critiques (plus la situation était grave).

En 2015 et 2016, la flexibilité du système électrique (en termes de transmission) a été sous-utilisée

dans l'Union européenne, sauf en Grande-Bretagne où les flux d'importation ont atteint leur valeur maximale au cours des périodes critiques. Dans l'ensemble de l'Union, entre 40 % et 45 % des valeurs maximales annuelles ont été utilisées pour la flexibilité à la hausse, dans des situations extrêmes. De grands pays tels que l'Allemagne, la France et l'Italie affichent des flux transfrontaliers élevés. Cependant, au cours des périodes critiques, leurs flux transfrontaliers étaient très inférieurs aux valeurs maximales. Ils disposent donc encore d'un grand potentiel de flexibilité à la hausse. Des pays plus petits opèrent à un niveau d'importation inférieur mais présentent des réserves de flexibilité similaires. La Roumanie et le Portugal n'ont pratiqué-

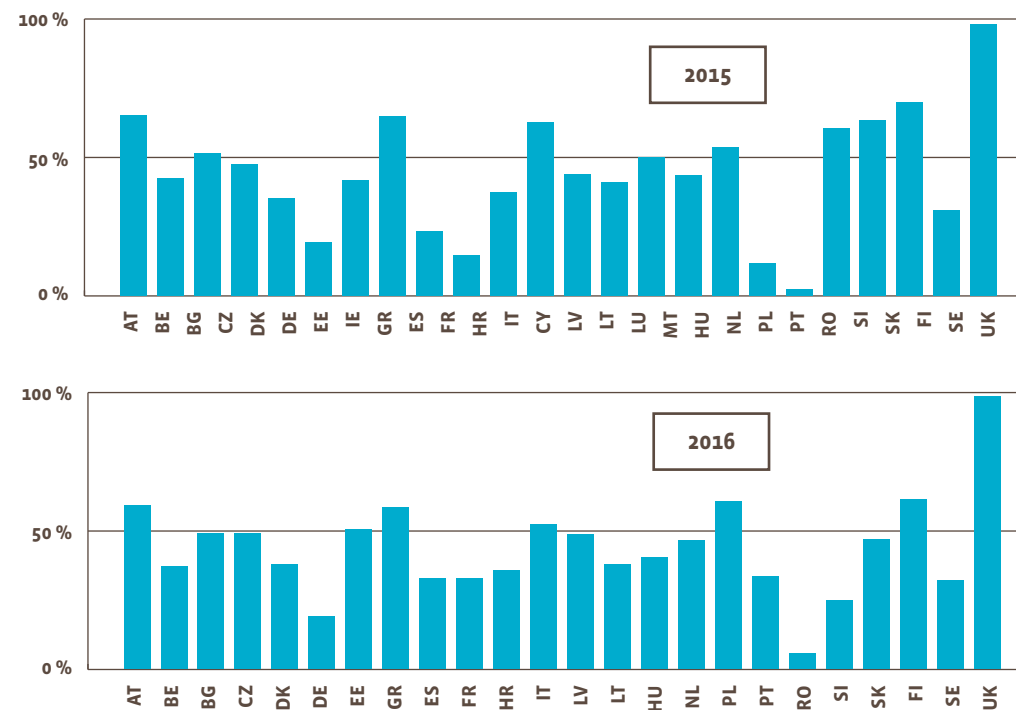
ment pas utilisé leurs capacités de transfert pendant les périodes critiques analysées.

### 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 en intraday dans les périodes critiques par rapport au volume horaire maximal négocié dans une année. Plus la barre bleue se rapproche des 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. Mais pour les pays disposant de données, il apparaît clairement que le mar-

## 3

Flexibilité à la hausse, via la transmission, au cours des périodes critiques de 2015 et 2016



Note : Données manquantes pour HR, CY, LU, MT. Source : calcul propre basé sur les données ENTSO-E téléchargées en oct. 2017





ché intraday semble jouer un rôle important dans certains d'entre eux. Par exemple, en Allemagne et en Espagne, le volume échangé lors des périodes critiques est proche des valeurs maximales (2016), alors que dans d'autres pays comme la Lettonie, la Lituanie ou la Pologne, le marché intraday semble moins

indispensable pour compenser les variations de charge ou de production imprévues.

**FLEXIBILITÉ OPÉRATIONNELLE**

La flexibilité opérationnelle est représentée par le marché de réserves. Ici, les réserves d'électricité activées sont comparées

au maximum annuel, dans les périodes critiques et par pays, ceci étant considéré comme un indicateur du volume disponible. Le diagramme à barres de la figure 5 représente la part des réserves réelles activées au cours des périodes critiques par rapport au volume disponible. Plus les barres

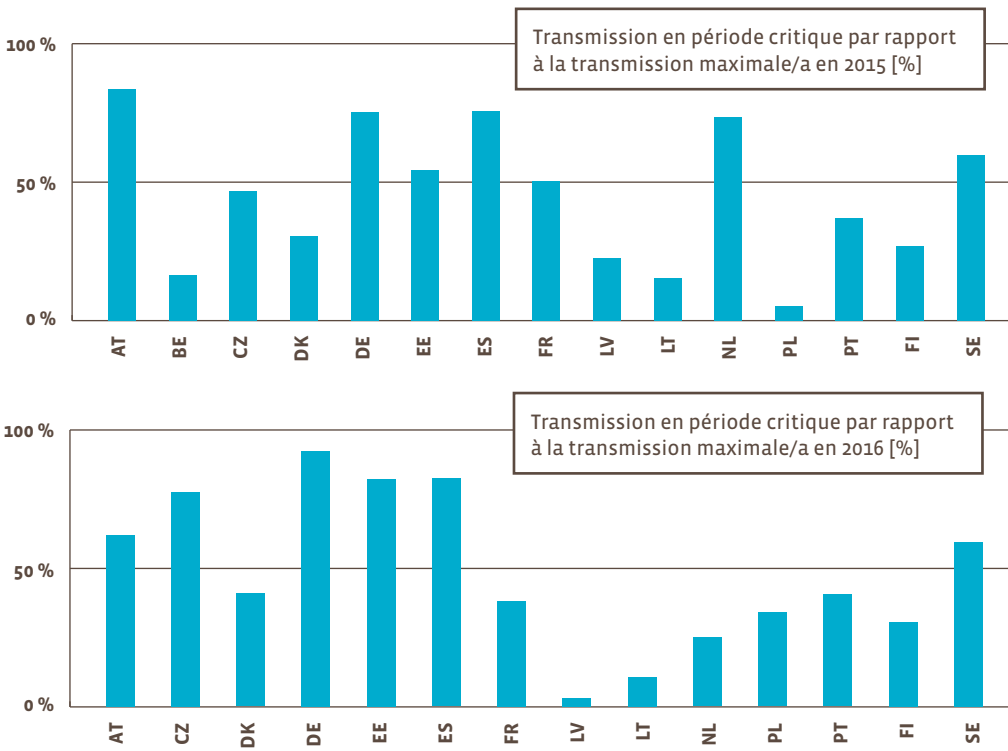
se rapprochent des 100 %, plus le système s'est appuyé sur le potentiel de flexibilité opérationnelle dans les situations critiques. En général, le marché de réserves ne représente qu'une petite partie de la capacité de production en réserve, car les coûts de détention de réserves de puissance sont

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. Pour 2015, près de 30 % de la réserve de puissance maximale possible ont été utilisés, en

moyenne, pendant les périodes critiques, mais ce pourcentage varie fortement d'un pays à l'autre. Par exemple, l'Allemagne a mobilisé environ 5 % (2015) des réserves opérationnelles au cours des périodes critique. Mais on ne

**4**

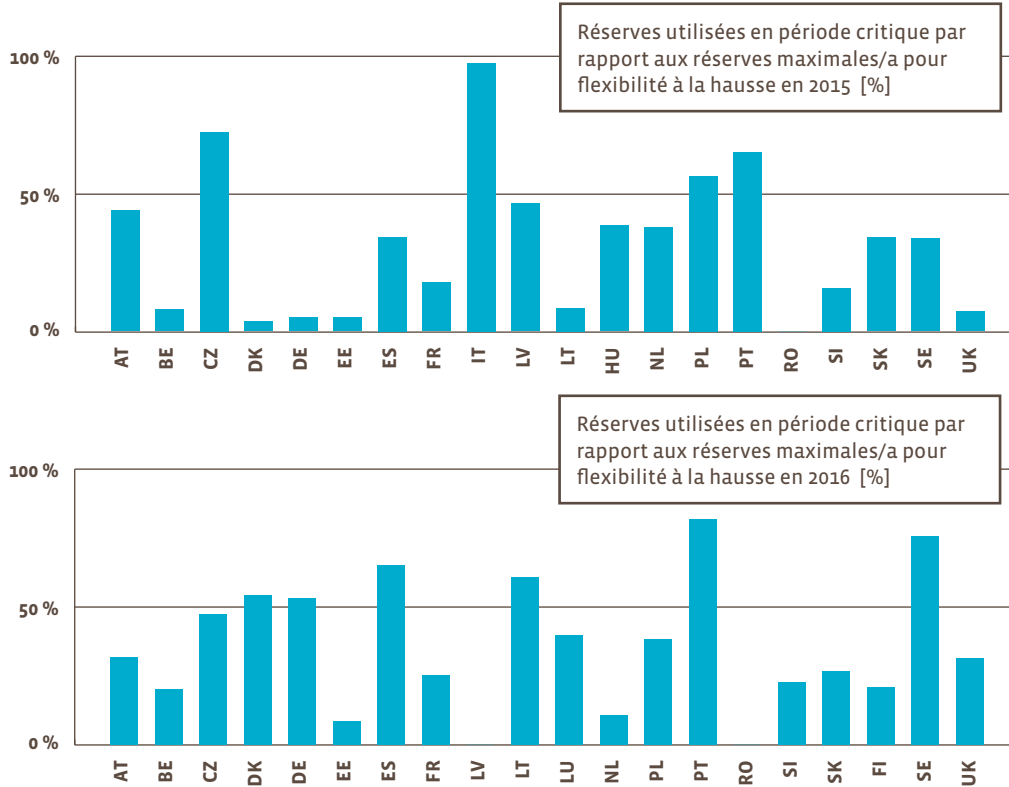
Flexibilité du marché au cours des périodes critiques de 2015 et 2016



Note : Les données sont manquantes pour IE, MT, LU, CY, BG, GR, HR, IT, HU, RO, SI, SK et GB ; AT et DE ont un marché commun mais des périodes critiques différentes. En ES et PT, les valeurs maximales sont basées sur les périodes critiques analysées. Source : calculs propres basés sur les données des échanges d'électricité ; téléchargement oct. 2017

**5**

Flexibilité opérationnelle au cours des périodes critiques de 2015 et 2016



Note : Les données sont manquantes pour BG, GR, IE, HR, MT et CY, ainsi que pour IT en 2016. Le Luxembourg est inclus dans les réserves de l'Allemagne. Source : calculs propres basés sur les données des échanges d'électricité ; téléchargement oct. 2017

peut pas en conclure que le volume de réserve contractualisé pourrait être réduit, car il existe toujours, dans le système électrique, un risque potentiel d'interruption inopinée des capacités de production conventionnelles ou de problèmes de réseau (en plus des périodes critiques définies dans le présent rapport).

L'Espagne, la Suède et le Royaume-Uni disposent des volumes de réserves les plus élevés, mais dans le même temps, ces pays n'activent même pas la moitié de leur potentiel dans la période critique analysée. L'Italie est proche de sa capacité annuelle maximale dans ses périodes critiques. La Roumanie est dans une situation inverse, car la capacité de réserve réellement utilisée est négative, alors qu'elle dispose encore d'un potentiel positif. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'avec les volumes échangés sur une sorte de marché intraday, la Roumanie a contrebalancé l'erreur de prévision et doit donc se rééquilibrer avec la réserve de puissance.

En 2016, le Portugal, la Suède, l'Espagne et la Lituanie affichent des parts élevées. En revanche, la Lettonie, l'Estonie et les Pays-Bas présentent une très faible mobilisation de leurs réserves potentielles, comprise entre 0 et 10 %. Pour la Roumanie, la même situation s'applique que l'année précédente. Même avec une demande d'ajustement à la hausse, la réserve de puissance réellement utilisée est négative. Cette analyse

se limite à vingt États membres, en raison de données lacunaires. ■



## CONCLUSIONS

Selon l'idée de départ du présent chapitre, affirmant que l'augmentation de la part des énergies intermittentes éolienne et solaire rend plus difficile l'équilibrage entre production et consommation d'électricité, les pays disposant d'une part élevée d'énergie renouvelable pourraient être confrontés à des problèmes accrus pour les intégrer. De ce fait, 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. C'est le cas de l'Allemagne, du Danemark, de la Grande-Bretagne

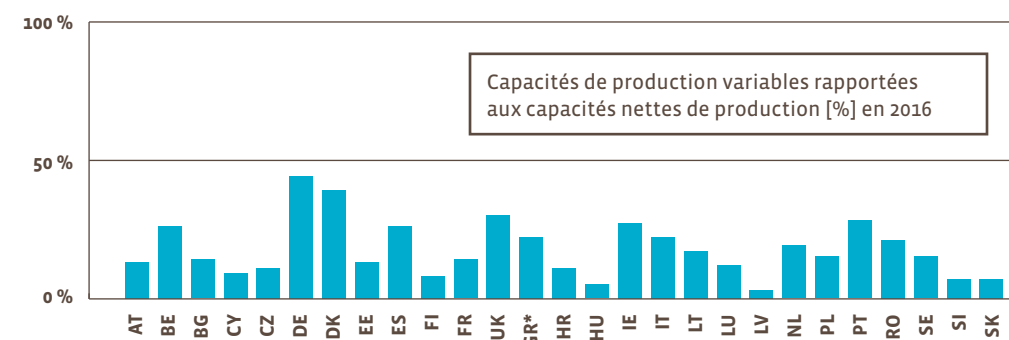
et du Portugal (pays classés par ordre décroissant) (voir figure 6). En revanche, les pays disposant d'une faible part d'énergies renouvelables intermittentes, comme la Lettonie et la Hongrie, affichent une modeste utilisation des mécanismes de flexibilité.

Concernant les mécanismes de flexibilité des pays disposant d'une part élevée d'énergies renouvelables intermittentes, l'Allemagne mais aussi l'Espagne s'appuient fortement sur le marché intraday, alors que la Grande-Bretagne utilise principalement la transmission et les capacités de production flexibles sur différents marchés pour com-

prendre les variations imprévues. Le Danemark emploie une combinaison équilibrée de tous les mécanismes. Les pays où la part des énergies intermittentes est le plus faible, comme la Lettonie, la Finlande ou la Hongrie, ne présentent pas un profil homogène : le marché intraday représente un mécanisme important pour la République tchèque et l'Estonie, tandis que la Finlande mise sur la transmission ; la Lettonie et la République tchèque utilisent également des capacités de production flexibles pour s'adapter aux variations de l'offre et de la demande.

### 6

Part des énergies renouvelables variables (capacités installées) en 2016

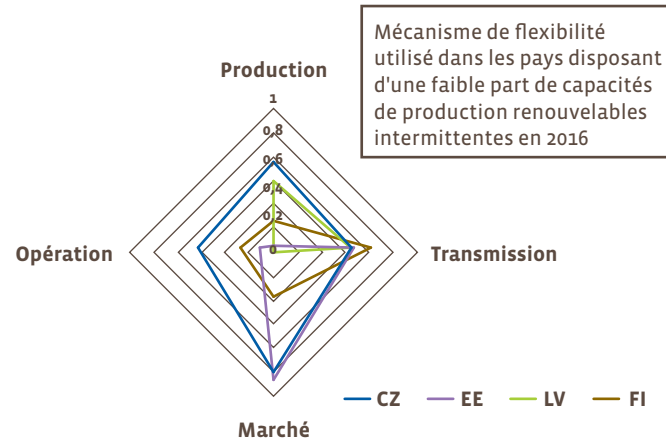
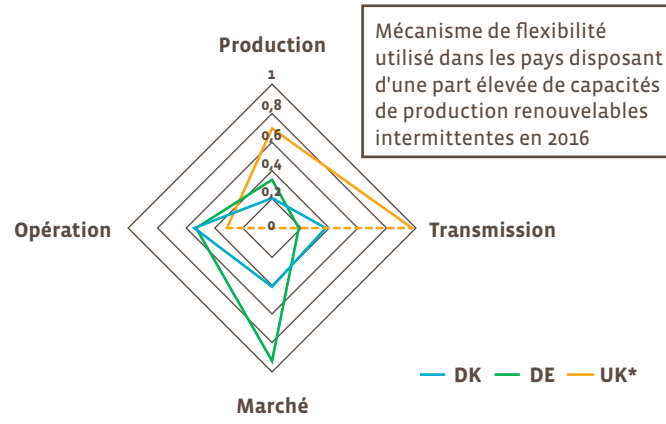


\* Données 2015. Source : calculs propres basés sur les données ENTSO-E – téléchargement jan. 2018

Globalement, dans les périodes critiques, tous les pays disposent d'une flexibilité suffisante dans leur système. Il n'existe pas de modèle concernant l'utilisation des mécanismes de flexibilité en fonction de la part d'énergie intermittente disponible dans le pays, mais l'utilisation de ces mécanismes dépend de la combinaison de caractéristiques propres à chaque pays. Par exemple, la France ne dispose que de 15 % d'énergie renouvelable mais de plus de 60 % d'énergie nucléaire ; la Suède dispose d'une grande quantité de plans d'eau, et donc d'une bonne ressource pour compenser les variations ; malgré une part importante de capacités de production flexibles, le Royaume-Uni recourt principalement au mécanisme de transmission, car les prix en France ou aux Pays-Bas sont plus bas. ■

7

Schémas de flexibilité par pays durant les périodes critiques



Note : Absence de données de marché pour le Royaume-Uni.  
 Source : calculs propres basés sur les données ENTSO-E - téléchargement 2017





# SOURCES

## ORGANISATIONS EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES, PRESSE

- **AEBIOM** – European Biomass Association ([www.aebiom.org](http://www.aebiom.org))
- **Becquerel Institute** ([becquerelinstitute.org](http://becquerelinstitute.org))
- **Biofuels Digest** ([www.biofuelsdigest.com](http://www.biofuelsdigest.com))
- **Bloomberg** ([www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com))
- **BNEF** – Bloomberg New Energy Finance ([www.bnef.com](http://www.bnef.com))
- **BP/Quandl** ([www.quandl.com/data/BP/coal\\_prices](http://www.quandl.com/data/BP/coal_prices))
- **EAFW** – European Alternative Fuels Observatory ([www.eafw.eu](http://www.eafw.eu))
- **CEWEP** – Confederation of European Waste-to-Energy Plants ([www.cewep.eu](http://www.cewep.eu))
- **EBA** – European Biogas Association ([www.european-biogas.eu](http://www.european-biogas.eu))
- **EBB** – European Biodiesel Board ([www.ebb-eu.org](http://www.ebb-eu.org))
- **European Biofuels Technology Platform** ([www.biofuelstp.eu](http://www.biofuelstp.eu))
- **EC** – European Commission ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu))
- **ECN** – Energy research Centre of the Netherlands, NREAP summary report ([www.ecn.nl/nreap](http://www.ecn.nl/nreap))
- **EC** – European Commission Directorate General for Energy and Transport ([https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment\\_en](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_en))
- **ESEC** – European Geothermal Energy Council ([www.esec.org](http://www.esec.org))
- **EGC 2016** – European Geothermal Congress ([www.europeangeothermalcongress.eu](http://www.europeangeothermalcongress.eu))
- **EHPA** – European Heat Pump Association ([www.ehpa.org](http://www.ehpa.org))
- **EIB** – European Investment Bank ([www.eib.org](http://www.eib.org))
- **SPE** – Solar Power Europe ([www.solarpowereurope.org](http://www.solarpowereurope.org)) formerly EPIA
- **ePURE** – European Renewable Ethanol ([www.epure.org](http://www.epure.org))
- **ESTELA** – European Solar Thermal Electricity Association ([www.estelasolar.org/](http://www.estelasolar.org/))
- **ESTIF** – European Solar Thermal Industry Federation ([www.estif.org](http://www.estif.org))
- **Electricity Map (EU)** (<https://www.electricitymap.org/>)
- **EU-OEA** – European Ocean Energy Association ([www.eu-oea.com](http://www.eu-oea.com))
- **European Energy Innovation** ([www.europeanenergyinnovation.eu](http://www.europeanenergyinnovation.eu))
- **European Commission, Weekly Oil Bulletin** ([www.ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin](http://www.ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin))
- **Eurostat** – Statistique européenne/European Statistics ([www.ec.europa.eu/eurostat/fr](http://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](http://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/energy/data/shares))
- **European Union** ([www.ec.europa.eu/energy/](http://www.ec.europa.eu/energy/))
- **EVCA** – European Private Equity and Venture Capital Association ([www.evca.eu](http://www.evca.eu))
- **Know-RES** ([www.knowres-jobs.eu/en](http://www.knowres-jobs.eu/en))
- **RGI** – Renewables Grid Initiative [renewables-grid.eu/](http://renewables-grid.eu/)
- **Fi Compass** ([www.fi-compass.eu](http://www.fi-compass.eu))
- **WindEurope** (<https://windeurope.org>) formerly EWEA
- **GEA** – Geothermal Energy Association ([www.geo-energy.org](http://www.geo-energy.org))
- **GeoTrainNet** (<http://geotrainet.eu/>)
- **GWEC** – Global Wind Energy Council ([www.gwec.net](http://www.gwec.net))
- **IEA** – International Energy Agency ([www.iea.org](http://www.iea.org))
- **IEA – RETD: Renewable Energy Technology Deployment** ([www.iea-retd.org](http://www.iea-retd.org))
- **IEPD** – Industrial Efficiency Policy Database ([www.iepd.iipnetwork.org](http://www.iepd.iipnetwork.org))
- **Horizon 2020** (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>)
- **IGA** – International Geothermal Association ([www.geothermal-energy.org](http://www.geothermal-energy.org))
- **ISF/UTS Institute for Sustainable Futures/ University of Technology Sydney** ([www.isf.uts.edu.au](http://www.isf.uts.edu.au))
- **JRC** – Joint Research Centre, Renewable Energy Unit ([www.ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm](http://www.ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm))
- **IRENA** – International Renewable Energy Agency ([www.irena.org](http://www.irena.org))
- **IWR** – Institute of the Renewable Energy Industry ([www.iwr.de](http://www.iwr.de))

- **National Renewable Energy Action Plans (NREAPs) Transparency Platform on Renewable Energy** ([www.ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy](http://www.ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy))
- **NIB** – Nordic Investment Bank ([www.nib.int](http://www.nib.int))
- **OEC** – Ocean Energy Council ([www.oceanenergycouncil.com](http://www.oceanenergycouncil.com))
- **OEC** – OECD/IEA Statistics Manual (2005)
- **Photon International** – Solar Power Magazine ([www.photon.info](http://www.photon.info))
- **PV Employment** ([www.pvemployment.org](http://www.pvemployment.org))
- **PVPS** – IEA Photovoltaic Power Systems Programme ([www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org))
- **REN 21** – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century ([www.ren21.net](http://www.ren21.net))
- **Renewable Energy Magazine** ([www.renewableenergymagazine.com](http://www.renewableenergymagazine.com))
- **RES Legal** ([www.res-legal.eu](http://www.res-legal.eu))
- **Solarthermal World** ([www.solarthermalworld.org](http://www.solarthermalworld.org))
- **Sun & Wind Energy** ([www.sunwindenergy.com](http://www.sunwindenergy.com))
- **WWEA** – World Wind Energy Association ([www.wwindea.org](http://www.wwindea.org))
- **WWF** – World Wild Life Fund ([www.wwf.org](http://www.wwf.org))

## AUTRICHE

- **AEE Intec** – Institute for Sustainable Technologies ([www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at))
- **Austria Solar** – Austrian Solar Thermal Industry Association ([www.solarwaerme.at](http://www.solarwaerme.at))
- **ARGE Biokraft** – Arbeitsgemeinschaft Flüssige Biokraftstoffe ([www.biokraft-austria.at](http://www.biokraft-austria.at))
- **Kompost & Biogas Verband** – Austrian Biogas Association ([www.kompost-biogas.info](http://www.kompost-biogas.info))
- **BIOENERGY 2020+** ([www.bioenergy2020.eu](http://www.bioenergy2020.eu))
- **Bundesverband Wärmepumpe Austria** – National Heat-Pump Association Austria ([www.bwp.at](http://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](http://www.bmlfuw.gv.at))
- **BMVIT** – Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology ([www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at))
- **Dachverband Energie-Klima** – Umbrella Organization Energy-Climate Protection ([www.energieklima.at](http://www.energieklima.at))

- **E-Control** – Energie Control ([www.econtrol.at](http://www.econtrol.at))
- **EEG (Energy Economics Group) / Vienna University of Technology** ([www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at))
- **IG Windkraft** – Austrian Wind Energy Association ([www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at))
- **Kleinwasserkraft Österreich** – Small Hydro Association Austria ([www.kleinwasserkraft.at](http://www.kleinwasserkraft.at))
- **Lebensministerium** – Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management ([www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at))
- **Nachhaltig Wirtschaften** ([www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at))
- **Österreichischer Biomasse-Verband** – Austrian Biomass Association ([www.biomasseverband.at](http://www.biomasseverband.at))
- **OeMAG** – Energy Market Services ([www.oekb.at/en/energy-market/oemag/](http://www.oekb.at/en/energy-market/oemag/))
- **ProPellets Austria** – Pellets Association Austria ([www.propellets.at](http://www.propellets.at))
- **PV Austria** – Photovoltaic Austria Federal Association ([www.pvaustria.at](http://www.pvaustria.at))
- **Statistik Austria** – Bundesanstalt Statistik Österreich ([www.statistik.at](http://www.statistik.at))
- **Umweltbundesamt** – Environment Agency Austria ([www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at))
- **Vienna University of Technology** ([www.tuwien.ac.at](http://www.tuwien.ac.at))

## BELGIQUE

- **ATTB** – Belgium Thermal Technics Association ([www.attb.be/index-fr.asp](http://www.attb.be/index-fr.asp))
- **APERe** – Renewable Energies Association ([www.apere.org](http://www.apere.org))
- **Belsolar** ([www.belsolar.be](http://www.belsolar.be))
- **BioWanze** – CropEnergies ([www.biowanze.be](http://www.biowanze.be))
- **Cluster TWEED** – Technologie wallonne énergie environnement et développement durable ([www.clusters.wallonie.be/tweed](http://www.clusters.wallonie.be/tweed))
- **CWaPE** – Walloon Energy Commission ([www.cwape.be](http://www.cwape.be))
- **EDORA** – Renewable and Alternative Energy Federation ([www.edora.be](http://www.edora.be))
- **ICEDD** – Institute for Consultancy and Studies in Sustainable Development ([www.icedd.be](http://www.icedd.be))
- **SPF Economy** – Energy Department – Energy Observatory ([www.economie.fgov.be](http://www.economie.fgov.be))

- ODE – Sustainable Energie Organisation Vlaanderen ([www.ode.be](http://www.ode.be))
- Valbiom – Biomass Valuation ASBL ([www.valbiom.be](http://www.valbiom.be))
- VEA – Flemish Energy Agency ([www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be))
- VWEA – Flemish Wind Energy Association ([www.vwea.be](http://www.vwea.be))
- Walloon Energie Portal ([www.energie.wallonie.be](http://www.energie.wallonie.be))

#### BULGARIE

- ABEA – Association of Bulgarian Energy Agencies ([www.abea-bg.org](http://www.abea-bg.org))
- APEE Association of Producers of Ecological Energy ([www.apee.bg/en](http://www.apee.bg/en))
- Bulgarian Wind Energy Association ([www.bgwea.eu](http://www.bgwea.eu))
- CL SENES BAS – Central Laboratory of Solar Energy and New Energy Sources ([www.senes.bas.bg](http://www.senes.bas.bg))
- EBRD – Renewable Development Initiative ([www.ebrd.com](http://www.ebrd.com))
- Invest Bulgaria Agency ([www.investbg.government.bg](http://www.investbg.government.bg))
- NSI – National Statistical Institute ([www.nsi.bg](http://www.nsi.bg))
- SEC – Sofia Energy Centre ([www.sec.bg](http://www.sec.bg))
- SEDA – Sustainable Energy Development Agency ([www.seea.government.bg](http://www.seea.government.bg))

#### CHYPRE

- Cyprus Institute of Energy ([www.cyi.ac.cy](http://www.cyi.ac.cy))
- MCIT – Ministry of Commerce, Industry and Tourism ([www.mcit.gov.cy](http://www.mcit.gov.cy))
- CERA – Cyprus Energy Regulatory Authority ([www.cera.org.cy](http://www.cera.org.cy))

#### CROATIE

- Croatian Bureau of Statistics ([www.dzs.hr/default\\_e.htm](http://www.dzs.hr/default_e.htm))
- University of Zagreb ([www.fer.unizg.hr/en](http://www.fer.unizg.hr/en))
- HEP – Distribution System Operator ([www.hep.hr](http://www.hep.hr))
- HROTE – Croatian Energy Market Operator ([www.hrote.hr](http://www.hrote.hr))
- Croatian Ministry of Economy ([www.mingo.hr/en](http://www.mingo.hr/en))

#### RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

- MPO – Ministry of Industry and Trade – RES Statistics ([www.mpo.cz](http://www.mpo.cz))
- ERU – Energy Regulatory Office ([www.eru.cz](http://www.eru.cz))
- CzBA – Czech Biogas Association ([www.czba.cz](http://www.czba.cz))

- CZ Biom – Czech Biomass Association ([www.biom.cz](http://www.biom.cz))
- Czech Wind Energy Association ([www.csve.cz/en](http://www.csve.cz/en))

#### DANEMARK

- DANBIO – Danish Biomass Association ([www.biogasbranchen.dk](http://www.biogasbranchen.dk))
- Danish Wind Industry Association ([www.windpower.org/en](http://www.windpower.org/en))
- Energinet.dk – TSO ([www.energinet.dk](http://www.energinet.dk))
- ENS – Danish Energy Agency ([www.ens.dk](http://www.ens.dk))
- PlanEnergi ([www.planenergi.dk](http://www.planenergi.dk))
- SolEnergi Centret – Solar Energy Centre Denmark ([www.solenergi.dk](http://www.solenergi.dk))

#### ESTONIE

- EBU – Estonian Biomass Association ([www.eby.ee](http://www.eby.ee))
- Espel – MTÜ Eesti Soojuspumba Liit ([www.soojuspumbaliit.ee](http://www.soojuspumbaliit.ee))
- EWPA – Estonian Wind Power Association ([www.tuuleenergia.ee/en](http://www.tuuleenergia.ee/en))
- Ministry of Finance ([www.fin.ee](http://www.fin.ee))
- Ministry of Economics ([www.mkm.ee](http://www.mkm.ee))
- MTÜ – Estonian Biogas Association
- STAT EE – Statistics Estonia ([www.stat.ee](http://www.stat.ee))
- TTU – Tallinn University of Technology ([www.ttu.ee](http://www.ttu.ee))

#### FINLANDE

- Finbio – Bio-Energy Association of Finland ([www.bioenergia.fi](http://www.bioenergia.fi))
- Finnish Board of Customs ([www.tulli.fi/en](http://www.tulli.fi/en))
- Finnish Biogas Association ([biokaasuyhdistys.net](http://biokaasuyhdistys.net))
- Finnish Energy – Energiategollisuus ([energia.fi/](http://energia.fi/))
- Metla – Finnish Forest Research Institute ([www.metla.fi](http://www.metla.fi))
- Pienvesivoimayhdistys ry – Small Hydro Association ([www.pienvesivoimayhdistys.fi](http://www.pienvesivoimayhdistys.fi))
- Statistics Finland ([www.stat.fi](http://www.stat.fi))
- SULPU – Finnish Heat Pump Association ([www.sulpu.fi](http://www.sulpu.fi))
- Suomen tuulivoimayhdistys – Finnish Wind Power Association ([www.tuulivoimayhdistys.fi](http://www.tuulivoimayhdistys.fi))
- TEKES – Finnish Funding Agency for Technology and Innovation ([www.tekes.fi/en](http://www.tekes.fi/en))
- Teknologiateollisuus – Federation of Finnish Technology Industries ([www.teknologiateollisuus.fi](http://www.teknologiateollisuus.fi))

- University of Eastern Finland ([www.uef.fi](http://www.uef.fi))
- VTT – Technical Research Centre of Finland ([www.vtt.fi](http://www.vtt.fi))

#### FRANCE

- ADEME – Environment and Energy Efficiency Agency ([www.ademe.fr](http://www.ademe.fr))
- AFPAC – French Heat Pump Association ([www.afpac.org](http://www.afpac.org))
- AFPG – Geothermal French Association ([www.afpg.asso.fr](http://www.afpg.asso.fr))
- CDC – Caisse des Dépôts ([www.caissedesdepots.fr](http://www.caissedesdepots.fr))
- Club Biogaz ATEE – French Biogas Association ([www.biogaz.atee.fr](http://www.biogaz.atee.fr))
- DGEC – Energy and Climat Department ([www.industrie.gouv.fr/energie](http://www.industrie.gouv.fr/energie))
- Enerplan – Solar Energy organisation ([www.enerplan.asso.fr](http://www.enerplan.asso.fr))
- FEE – French Wind Energy Association ([www.fee.asso.fr](http://www.fee.asso.fr))
- France Énergies Marines ([www.france-energies-marines.org](http://www.france-energies-marines.org))
- In Numeri – Consultancy in Economics and Statistics ([www.in-numeri.fr](http://www.in-numeri.fr))
- Observ'ER – French Renewable Energy Observatory ([www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org))
- OFATE – Office franco-allemand pour la transition énergétique ([enr-ee.com/fr/qui-sommes-nous.html](http://enr-ee.com/fr/qui-sommes-nous.html))
- SVDU – National Union of Treatment and Recovery of Urban and Assimilated Waste ([www.incineration.org](http://www.incineration.org))
- SER – French Renewable Energy Organisation ([www.enr.fr](http://www.enr.fr))
- SDES – Observation and Statistics Office – Ministry of Ecology ([www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr))
- UNICLIMA – Syndicat des industries thermiques, aéroulaires et frigorifiques ([www.uniclima.fr/](http://www.uniclima.fr/))

#### ALLEMAGNE

- AA – Federal Foreign Office ([energiawende.diplo.de/home/](http://energiawende.diplo.de/home/))
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien – Renewable Energy Agency ([www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de))
- AGEb – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ([www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de))
- AGEE-Stat – Working Group on Renewable Energy Statistics ([www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de))

- AGORA Energiewende – Energy Transition Think Tank ([www.agora-energiawende.de](http://www.agora-energiawende.de))
- BAFA – Federal Office of Economics and Export Control ([www.bafa.de](http://www.bafa.de))
- BBE – Bundesverband Bioenergie ([www.bioenergie.de](http://www.bioenergie.de))
- BBK – German Biogenous and Regenerative Fuels Association ([www.biokraftstoffe.org](http://www.biokraftstoffe.org))
- B.KWK – German Combined Heat and Power Association ([www.bkww.de](http://www.bkww.de))
- BEE – Bundesverband Erneuerbare Energie – German Renewable Energy Association ([www.bee-ev.de](http://www.bee-ev.de))
- BDEW – Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e.V. ([www.bdew.de](http://www.bdew.de))
- BDW – Federation of German Hydroelectric Power Plants ([www.wasserkraft-deutschland.de](http://www.wasserkraft-deutschland.de))
- BMUB – Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety ([www.bmub.bund.de/en/](http://www.bmub.bund.de/en/))
- BMWi – Federal Ministry for Economics Affairs and Energy ([www.bmwi.de/Navigation/EN/Home/home.html](http://www.bmwi.de/Navigation/EN/Home/home.html))
- BWE – Bundesverband Windenergie – German Wind Energy Association ([www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de))
- BSW-Solar – Bundesverband Solarwirtschaft – PV and Solarthermal Industry Association ([www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de))
- BWP – Bundesverband Wärmepumpe – German Heat Pump Association ([www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de))
- Bundesnetzagentur – Federal Network Agency ([www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de))
- Bundesverband Wasserkraft – German Small Hydro Federation ([www.wasserkraft-deutschland.de](http://www.wasserkraft-deutschland.de))
- BVES – German Energy Storage Association ([www.bves.de](http://www.bves.de))
- CLEW – Clean Energy Wire ([www.cleanenergywire.org](http://www.cleanenergywire.org))
- Dena – German Energy Agency ([www.dena.de](http://www.dena.de))
- DGS – EnergyMap Deutsche Gesellschaft für Solarenergie ([www.energymap.info](http://www.energymap.info))
- DBFZ – German Biomass Research Centre ([www.dbfz.de](http://www.dbfz.de))
- Deutsche WindGuard GmbH ([www.windguard.de](http://www.windguard.de))
- DEWI – Deutsches Windenergie Institut ([www.dewi.de](http://www.dewi.de))

- EEG Aktuell ([www.eeg-aktuell.de](http://www.eeg-aktuell.de))
- EEX – European Energy Exchange ([www.eex.com](http://www.eex.com))
- Erneuerbare Energien ([www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de))
- Fachverband Biogas – German Biogas Association ([www.biogas.org](http://www.biogas.org))
- Fraunhofer-ISE – Institut for Solar Energy System ([www.ise.fraunhofer.de/](http://www.ise.fraunhofer.de/))
- Fraunhofer-IWES – Institute for Wind Energy and Energy System Technology ([www.iwes.fraunhofer.de/en.html](http://www.iwes.fraunhofer.de/en.html))
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – Agency for Sustainable Resources ([international.fnr.de/](http://international.fnr.de/))
- FVEE – Forschungsverbund Erneuerbare Energien – Renewable Energy Research Association ([www.fvee.de](http://www.fvee.de))
- GTAI – Germany Trade and Invest ([www.gtai.de](http://www.gtai.de))
- GtV – Bundesverband Geothermie ([www.geothermie.de](http://www.geothermie.de))
- GWS – Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung ([www.gws-os.com/de](http://www.gws-os.com/de))
- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau ([www.kfw.de](http://www.kfw.de))
- RENAC – Renewables Academy AG ([www.renac.de](http://www.renac.de))
- UBA – Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt) ([www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de))
- UFOP – Union for the Promotion of Oil and Protein plants e.V. ([www.ufop.de](http://www.ufop.de))
- VDB – German Biofuel Association ([www.biokraftstoffverband.de](http://www.biokraftstoffverband.de))
- VDMA – German Engineering Federation ([www.vdma.org](http://www.vdma.org))
- WI – Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy ([www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org))
- ZSW – Centre for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Württemberg ([www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de))

## GRÈCE

- CRES – Center for Renewable Energy Sources and Saving ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))
- DEDDIE – Hellenic Electricity Distribution Network Operator S.A. ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))
- EBHE – Greek Solar Industry Association ([www.ebhe.gr](http://www.ebhe.gr))
- HELAPCO – Hellenic Association of Photovoltaic Companies ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))
- HELLABIOM – Greek Biomass Association c/o CRES ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

- HWEA – Hellenic Wind Energy Association ([www.eletaen.gr](http://www.eletaen.gr))
- Ministry of Environment, Energy and Climate Change ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr))
- Small Hydropower Association Greece ([www.microhydropower.gr](http://www.microhydropower.gr))
- LAGIE – Operator of Electricity Market S.A. ([www.lagie.gr](http://www.lagie.gr))

## HONGRIE

- Energiaklub – Climate Policy Institute ([www.energiaklub.hu/en](http://www.energiaklub.hu/en))
- Energy Centre – Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency ([www.energycentre.hu](http://www.energycentre.hu))
- Ministry of National Development ([www.kormany.hu/en/ministry-of-national-development](http://www.kormany.hu/en/ministry-of-national-development))
- Hungarian Heat Pump Association ([www.hoszisz.hu](http://www.hoszisz.hu))
- Magyar Pellet Egyesület – Hungarian Pellets Association ([www.mapellet.hu](http://www.mapellet.hu))
- MBE – Hungarian Biogas Association ([www.biogas.hu](http://www.biogas.hu))
- MGTE – Hungarian Geothermal Association ([www.mgte.hu/egyesuslet](http://www.mgte.hu/egyesuslet))
- Miskolci Egyetem – University of Miskolc Hungary ([www.uni-miskolc.hu](http://www.uni-miskolc.hu))
- MMESZ – Hungarian Association of Renewable Energy Sources (<https://hipa.hu/renewable>)
- Naplopó Kft. ([www.naplopo.hu](http://www.naplopo.hu))
- SolarT System ([www.solart-system.hu](http://www.solart-system.hu))

## IRLANDE

- Action Renewables ([www.actionrenewables.org](http://www.actionrenewables.org))
- EIRGRID ([www.eirgridgroup.com/](http://www.eirgridgroup.com/))
- IRBEA – Irish Bioenergy Association ([www.irbea.org](http://www.irbea.org))
- Irish Hydro Power Association ([www.irishhydro.com](http://www.irishhydro.com))
- ITI – InterTradelreland ([www.intertradeireland.com](http://www.intertradeireland.com))
- IWEA – Irish Wind Energy Association ([www.iwea.com](http://www.iwea.com))
- REIO – Renewable Energy Information Office ([www.seai.ie/Renewables/REIO](http://www.seai.ie/Renewables/REIO))
- SEAI – Sustainable Energy Authority of Ireland ([www.seai.ie](http://www.seai.ie))

## ITALIE

- AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali ([www.aiel.cia.it](http://www.aiel.cia.it))
- ANEV – Associazione Nazionale Energia del Vento ([www.anev.org](http://www.anev.org))
- FIPER – Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili ([www.fiper.it](http://www.fiper.it))
- Assocostieri – Unione produttori biocarburanti ([www.assocostieribiodiesel.com](http://www.assocostieribiodiesel.com))
- Assosolare – Associazione nazionale dell'industria solar fotovoltaica ([www.assosolare.org](http://www.assosolare.org))
- Assotermica ([www.anima.it/ass/assotermica](http://www.anima.it/ass/assotermica))
- CDP – Cassa depositi e prestiti ([www.cassadp.it](http://www.cassadp.it))
- COAER ANIMA – Associazione costruttori di apparecchiature ed impianti aeraulici ([www.coaer.it](http://www.coaer.it))
- Consorzio italiano biogas – Italian Biogas Association ([www.consorziobiogas.it](http://www.consorziobiogas.it))
- Energy & Strategy Group – Dipartimento di Ingegneria gestionale, politecnico di Milano ([www.energystrategy.it](http://www.energystrategy.it))
- ENEA – Italian National Agency for New Technologies ([www.enea.it](http://www.enea.it))
- Fiper – Italian Producer of Renewable Energy Federation ([www.fiper.it](http://www.fiper.it))
- GIFi – Gruppo imprese fotovoltaiche italiane ([www.gifi-fv.it/cms](http://www.gifi-fv.it/cms))
- GSE – Gestore servizi energetici ([www.gse.it](http://www.gse.it))
- ISSI – Istituto sviluppo sostenibile Italia
- ITABIA – Italian Biomass Association ([www.itabia.it](http://www.itabia.it))
- MSE – Ministry of Economic Development ([www.sviluppoeconomico.gov.it](http://www.sviluppoeconomico.gov.it))
- Ricerca sul sistema energetico ([www.rse-web.it](http://www.rse-web.it))
- Terna – Electricity Transmission Grid Operator ([www.terna.it](http://www.terna.it))
- UGI Unione geotermica italiana ([www.unionegeotermica.it](http://www.unionegeotermica.it))

## LETTONIE

- CSB – Central Statistical Bureau of Latvia ([www.csb.gov.lv](http://www.csb.gov.lv))
- IPE – Institute of Physical Energetics ([www.innovation.lv/fei](http://www.innovation.lv/fei))
- LATbioNRG – Latvian Biomass Association ([www.latbionrg.lv](http://www.latbionrg.lv))
- LBA – Latvijas Biogazes Asociacija ([www.latvijasbiogaze.lv](http://www.latvijasbiogaze.lv))

- LIIA – Investment and Development Agency of Latvia ([www.liia.gov.lv](http://www.liia.gov.lv))
- Ministry of Economics ([www.em.gov.lv](http://www.em.gov.lv))

## LITUANIE

- EA – State Enterprise Energy Agency ([www.ena.lt/en](http://www.ena.lt/en))
- LAIEA – Lithuanian Renewable Resources Energy Association ([www.laiea.lt](http://www.laiea.lt))
- LBDA – Lietuvos Bioduju Asociacija ([www.lbda.lt](http://www.lbda.lt))
- LEEA – Lithuanian Electricity Association ([www.leea.lt](http://www.leea.lt))
- LEI – Lithuanian Energy Institute ([www.lei.lt](http://www.lei.lt))
- LHA – Lithuanian Hydropower Association ([www.hidro.lt](http://www.hidro.lt))
- Lietssa ([www.lietssa.lt](http://www.lietssa.lt))
- LITBIOMA – Lithuanian Biomass Energy Association ([www.biokuras.lt](http://www.biokuras.lt))
- LIGRID AB – Lithuanian Electricity Transmission System Operator ([www.litgrid.eu](http://www.litgrid.eu))
- LS – Statistics Lithuania ([www.stat.gov.lt](http://www.stat.gov.lt))
- LWEA – Lithuanian Wind Energy Association ([www.lwea.lt](http://www.lwea.lt))

## LUXEMBOURG

- Enovos ([www.enovos.eu](http://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](http://www.statec.public.lu))

## MALTE

- WSC – The Energy and Water Agency (<https://energywateragency.gov.mt>)
- MEEREA – Malta Energy Efficiency & Renewable Energies Association ([www.meerea.org](http://www.meerea.org))
- MIEMA – Malta Intelligent Energy Management Agency ([www.miema.org](http://www.miema.org))
- Ministry for Energy and Health ([energy.gov.mt](http://energy.gov.mt))
- MRA – Malta Resources Authority ([www.mra.org.mt](http://www.mra.org.mt))
- NSO – National Statistics Office ([www.nso.gov.mt](http://www.nso.gov.mt))
- University of Malta – Institute for Sustainable Energy ([www.um.edu.mt/iet](http://www.um.edu.mt/iet))

## PAYS-BAS

- Netherlands Enterprise Agency (RVO) ([www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))
- CBS – Statistics Netherlands ([www.cbs.nl](http://www.cbs.nl))
- CertiQ – Certification of Electricity ([www.certiq.nl](http://www.certiq.nl))



- ECN – Energy Research Centre of the Netherlands ([www.ecn.nl](http://www.ecn.nl))
- Holland Solar – Solar Energy Association ([www.hollandsolar.nl](http://www.hollandsolar.nl))
- NWEA – Nederlandse Wind Energie Associatie ([www.nwea.nl](http://www.nwea.nl))
- Platform Bio-Energie – Stichting Platform Bio-Energie ([www.platformbioenergie.nl](http://www.platformbioenergie.nl))
- Stichting Duurzame Energie Koepel ([www.dekoepel.org](http://www.dekoepel.org))
- Vereniging Afvalbedrijven – Dutch Waste Management Association ([www.verenigingafvalbedrijven.nl](http://www.verenigingafvalbedrijven.nl))
- Bosch & Van Rijn ([www.windstats.nl](http://www.windstats.nl))
- Stichting Monitoring Zonnestroom ([www.zonnestroomnl.nl](http://www.zonnestroomnl.nl))

#### POLOGNE

- CPV – Centre for Photovoltaicsat Warsaw University of Technology ([www.pv.pl](http://www.pv.pl))
- Energy Regulatory Office ([www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl))
- Federation of Employers Renewable Energy Forum ([www.zpfeo.org.pl](http://www.zpfeo.org.pl))
- GUS – Central Statistical Office ([www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl))
- IEO EC BREC – Institute for Renewable Energy ([www.ieo.pl](http://www.ieo.pl))
- National Fund for Environmental Protection and Water Management ([www.nfosigw.gov.pl](http://www.nfosigw.gov.pl))
- SPIUG – Polish heating organisation ([www.spiug.pl/](http://www.spiug.pl/))
- PBA – Polish Biogas Association ([www.pba.org.pl](http://www.pba.org.pl))
- PGA – Polish Geothermal Association ([www.pga.org.pl](http://www.pga.org.pl))
- PIGEO – Polish Economic Chamber of Renewable Energy ([www.pigeo.org.pl](http://www.pigeo.org.pl))
- POLBIOM – Polish Biomass Association ([www.polbiom.pl](http://www.polbiom.pl))
- PORT PC – Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła ([www.portpc.pl](http://www.portpc.pl))
- POPiHN – Polish Oil Industry and Trade Organisation ([www.popihn.pl/](http://www.popihn.pl/))
- PSG – Polish Geothermal Society ([www.energia-geotermalna.org.pl](http://www.energia-geotermalna.org.pl))
- PSEW – Polish Wind Energy Association ([www.psew.pl](http://www.psew.pl))
- TRMEW – Society for the Development of Small Hydropower ([www.trmew.pl](http://www.trmew.pl))
- THE – Polish Hydropower Association (PHA) ([www.tew.pl](http://www.tew.pl))

#### PORTUGAL

- ADENE – Agência para a energia ([www.adene.pt](http://www.adene.pt))
- APESF – Associação portuguesa de empresas de solar fotovoltaico ([www.apesf.pt](http://www.apesf.pt))
- Apisolar – Associação portuguesa da indústria solar ([www.apisolar.pt](http://www.apisolar.pt))
- Apren – Associação de energias renováveis ([www.apren.pt](http://www.apren.pt))
- CEBio – Association for the Promotion of Bioenergy ([www.cebionet.net](http://www.cebionet.net))
- DGEG – Direcção geral de energia e geologia ([www.dgeg.pt](http://www.dgeg.pt))
- EDP – Microprodução ([www.edp.pt](http://www.edp.pt))
- SPES – Sociedade portuguesa de energia solar ([www.spes.pt](http://www.spes.pt))

#### ROUMANIE

- CNR-CME – World Energy Council Romanian National Committee ([www.cnr-cme.ro](http://www.cnr-cme.ro))
- ECONET Romania ([www.econet-romania.com/](http://www.econet-romania.com/))
- ENERO – Centre for Promotion of Clean and Efficient Energy ([www.enero.ro](http://www.enero.ro))
- ICEMENERG – Energy Research and Modernising Institute ([www.icemenerg.ro](http://www.icemenerg.ro))
- ICPE – Research Institute for Electrical Engineering ([www.icpe.ro](http://www.icpe.ro))
- INS – National Institute of Statistics ([www.insse.ro](http://www.insse.ro))
- Romanian Wind Energy Association ([www.rwea.ro](http://www.rwea.ro))
- RPIA – Romanian Photovoltaic Industry Association ([rpia.ro](http://rpia.ro))
- University of Oradea ([www.uoradea.ro](http://www.uoradea.ro))
- Transelectrica ([www.transelectrica.ro](http://www.transelectrica.ro))

#### ESPAGNE

- AEE – Spanish Wind Energy Association ([www.aeeolica.org](http://www.aeeolica.org))
- AEBIG – Asociación española de biogás ([www.aebig.org](http://www.aebig.org))
- AIGUASOL – Energy Consultant ([www.aiguasol.coop](http://www.aiguasol.coop))
- APPA – Asociación de productores de energías renovables ([www.appa.es](http://www.appa.es))
- ASIF – Asociación de la Industria Fotovoltaica ([www.asif.org](http://www.asif.org))
- ASIT – Asociación solar de la industria térmica ([www.asit-solar.com](http://www.asit-solar.com))
- ANPIER – Asociación nacional de productores-inversores de energías renovables ([www.anpier.org](http://www.anpier.org))

- AVEBIOM – Asociación española de valorización energética de la biomasa ([www.avebiom.org/es/](http://www.avebiom.org/es/))
- CNMC – Comisión nacional de los mercados y la competencia ([www.cnmc.es](http://www.cnmc.es))
- FB – Fundación Biodiversidad ([www.fundacion-biodiversidad.es](http://www.fundacion-biodiversidad.es))
- ICO – Instituto de crédito oficial ([www.ico.es](http://www.ico.es))
- IDAE – Institute for Diversification and Saving of Energy ([www.idae.es](http://www.idae.es))
- INE – Instituto nacional de estadística ([www.ine.es](http://www.ine.es))
- Ministry of Industry, Tourism and Trade ([www.minetad.gob.es](http://www.minetad.gob.es))
- OSE – Observatorio de la sostenibilidad en España ([www.forumambiental.org](http://www.forumambiental.org))
- Protermosolar – Asociación española de la industria solar termoeléctrica ([www.protermosolar.com](http://www.protermosolar.com))
- Red eléctrica de España ([www.ree.es](http://www.ree.es))

#### ROYAUME-UNI

- ADBA – Anaerobic Digestion and Biogas Association – Biogas Group (UK) ([www.adbiogas.co.uk](http://www.adbiogas.co.uk))
- BHA – British Hydropower Association ([www.british-hydro.org](http://www.british-hydro.org))
- BSRIA – The Building Services Research and Information Association ([www.bsria.co.uk/](http://www.bsria.co.uk/))
- BEIS – Department for Business, Energy & Industrial Strategy (<https://www.gov.uk/government/statistics/energy-trends-section-6-renewables>)
- DUKES – Digest of United Kingdom Energy Statistics ([www.gov.uk/government](http://www.gov.uk/government))
- GSHPA – UK Ground Source Heat Pump Association ([www.gshp.org.uk](http://www.gshp.org.uk))
- HM Revenue & Customs ([www.hmrc.gov.uk](http://www.hmrc.gov.uk))
- National Non-Food Crops Centre ([www.nnfcc.co.uk](http://www.nnfcc.co.uk))
- MCS – Microgeneration Certification Scheme ([www.microgenerationcertification.org](http://www.microgenerationcertification.org))
- Renewable UK – Wind and Marine Energy Association ([www.renewableuk.com](http://www.renewableuk.com))
- Renewable Energy Centre ([www.TheRenewableEnergyCentre.co.uk](http://www.TheRenewableEnergyCentre.co.uk))
- REA – Renewable Energy Association ([www.r-e-a.net](http://www.r-e-a.net))
- RFA – Renewable Fuels Agency ([www.data.gov.uk/publisher/renewable-fuels-agency](http://www.data.gov.uk/publisher/renewable-fuels-agency))

- Ricardo AEA ([www.ricardo-aea.com](http://www.ricardo-aea.com))
- Solar Trade Association ([www.solar-trade.org.uk](http://www.solar-trade.org.uk))
- UKERC – UK Energy Research Centre ([www.ukerc.ac.uk](http://www.ukerc.ac.uk))

#### SLOVAQUIE

- ECB – Energy Centre Bratislava Slovakia ([www.ecb2.sk](http://www.ecb2.sk))
- Ministry of Economy of the Slovak Republic ([www.economy.gov.sk](http://www.economy.gov.sk))
- SAPI – Slovakian PV Association ([www.sapi.sk](http://www.sapi.sk))
- Slovak Association for Cooling and Air Conditioning Technology ([www.szchkt.org](http://www.szchkt.org))
- SK-BIOM – Slovak Biomass Association ([www.4biomass.eu/en/partners/sk-biom](http://www.4biomass.eu/en/partners/sk-biom))
- SKREA – Slovak Renewable Energy Agency, n.o. ([www.skrea.sk](http://www.skrea.sk))
- SIEA – Slovak Energy and Innovation Agency ([www.siea.sk](http://www.siea.sk))
- Statistical Office of the Slovak Republic ([portal.statistics.sk](http://portal.statistics.sk))
- The State Material Reserves of Slovak Republic ([www.reserves.gov.sk/en](http://www.reserves.gov.sk/en))
- Thermosolar Ziar Ltd ([www.thermosolar.sk](http://www.thermosolar.sk))
- URSO – Regulatory Office for Network Industries ([www.urso.gov.sk](http://www.urso.gov.sk))

#### SLOVÉNIE

- SURS – Statistical Office of the Republic of Slovenia ([www.stat.si](http://www.stat.si))
- Eko sklad – Eco-Fund-Slovenian Environmental Public Fund ([www.ekosklad.si](http://www.ekosklad.si))
- ARSO – Slovenian Environment Agency ([www.arso.gov.si/en/](http://www.arso.gov.si/en/))
- JSI/EEC – The Jozef Stefan Institute – Energy Efficiency Centre ([www.ijs.si/ijsw](http://www.ijs.si/ijsw))
- Tehnološka platforma za fotovoltaike – Photovoltaic Technology Platform ([www.pv-platforma.si](http://www.pv-platforma.si))
- ZDMHE – Slovenian Small Hydropower Association ([www.zdmhe.si](http://www.zdmhe.si))

#### SUÈDE

- Avfall Sverige – Swedish Waste Management ([www.avfallsverige.se](http://www.avfallsverige.se))
- Energimyndigheten – Swedish Energy Agency ([www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se))

- SCB – Statistics Sweden ([www.scb.se](http://www.scb.se))
- SERO – Sveriges Energiföreningars Riks Organisation ([www.sero.se](http://www.sero.se))
- SPIA – Scandinavian Photovoltaic Industry Association ([www.solcell.nu](http://www.solcell.nu))
- Energigas Sverige ([www.energigas.se](http://www.energigas.se))
- Uppsala University ([www.uu.se/en/](http://www.uu.se/en/))
- Svensk Solenergi – Swedish Solar Energy Industry Association ([www.svensksolenergi.se](http://www.svensksolenergi.se))
- Svensk Vattenkraft – Swedish Hydropower Association ([www.svenskvattenkraft.se](http://www.svenskvattenkraft.se))
- Svensk Vindenergi – Swedish Wind Energy ([www.svenskvindenergi.org](http://www.svenskvindenergi.org))
- Swentec – Sveriges Miljöteknikråd ([www.swentec.se](http://www.swentec.se))
- SVEBIO – Svenska Bioenergiföreningen / Swedish Bioenergy Association ([www.svebio.se](http://www.svebio.se))
- SKVP – Svenska Kyl & Värmepumpföreningen ([skvp.se/](http://skvp.se/)) (formely SVEP)

## RÉFÉRENCES POUR LES INDICATEURS DE COÛTS, PRIX ET COMPÉTITIVITÉ DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

- Elbersen, B., Staritsky, I., Hengeveld, G., Jeurissen, L., Lesschen, J.P.
- Panoutsou C. (2016): Outlook of spatial biomass value chains in EU28.
- Deliverable 2.3 of the Biomass Policies project.
- JRC, 2014: Energy Technology Reference Indicator projections for 2010-2050.
- Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurostat, [ec.europa.eu/eurostat](http://ec.europa.eu/eurostat) (2017).
- EEA 2018: Renewable Energy in Europe 2018 – Recent Growth and Knock-on Effects', EEA (to be published), [eea.europa.eu](http://eea.europa.eu)

## 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 :

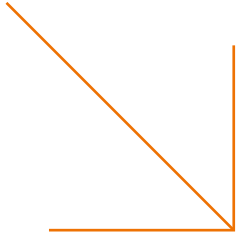
[www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org)

The screenshot displays the EurObserv'ER website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo and icons for various energy sources (sun, water, wind, tree, recycling). Below the navigation bar, the page is titled "Barometers in French". The main content area features two prominent barometer reports:

- Baromètre éolien 2018**: This report highlights that the world wind market is on track for a second consecutive year of growth in 2017, with a projected increase in capacity. It mentions a global capacity of 51.5 GW in 2017, compared to 45.5 GW in 2016. The report also notes the impact of the new trade agreement between the EU and China on the market.
- Baromètre biomasse solide 2017**: This report states that the EU achieved a record in primary energy consumption from solid biomass in 2016, with a 1% increase compared to 2015. It attributes this to a milder winter and a shift in energy consumption from coal to biomass.

On the right side of the page, there are several interactive elements: a search bar, a newsletter sign-up form, an "Interactive EurObserv'ER Database" map, and a "Twitter" feed showing tweets related to the organization.





## 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](mailto:diane.lescot@energies-renouvelables.org)

Internet : [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)

### *Calendrier des prochains baromètres d'EurObserv'ER en 2018*

<b>Éolien</b>	>> Février 2018
<b>Photovoltaïque</b>	>> Avril 2018
<b>Solaire thermique</b>	>> Juin 2018
<b>Biocarburants</b>	>> Juillet 2018
<b>Pompes à chaleur</b>	>> Novembre 2018
<b>Biomasse solide</b>	>> Décembre 2018



*Directeur de la publication* : Vincent Jacques le Seigneur  
*Rédacteur en chef adjoint* : Timothée Bongrain  
*Coordination éditoriale* : Romain David  
*Rédacteurs* : Observ'ER (FR), ECN (NL), RENAC (DE), Frankfurt School of Finance and Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) and Statistics Netherlands (NL)  
*Secrétaire d'édition* : Charlotte de L'escale  
*Traduction* : Odile Bruder, Shula Tennenhaus  
*Conception graphique* : Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com  
*Maquette* : Marie Agnès Guichard, Alice Guillier  
*Pictos* : bigre! et Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com  
*Crédit photographique de la couverture*: Invenergy  
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](http://www.energies-renouvelables.org)

