

Ligne de production de cellules silicium.

SOLARWORLD



# 114 549 MW

La puissance photovoltaïque cumulée de l'Union européenne fin 2018

# BAROMÈTRE PHOTOVOLTAÏQUE

Une étude réalisée par EurObserv'ER 

**L**e parc mondial photovoltaïque continue de s'étendre sur les cinq continents. Fin 2018, il a dépassé le demi-million de mégawatts, soit une capacité supplémentaire installée de l'ordre de 100 GW. L'année se caractérise par le recul du marché chinois, la renaissance de l'Union européenne et une montée en puissance des marchés émergents.

## 122,3 TWh

La production d'électricité photovoltaïque dans l'Union européenne en 2018

## 7 606,5 MW

La puissance photovoltaïque connectée dans l'Union européenne durant l'année 2018



Centrale photovoltaïque au sol Topaz, aux États-Unis.

En raison des nouvelles orientations prises par les décideurs politiques des plus grands marchés mondiaux, le déploiement du marché mondial du photovoltaïque en 2018 a été davantage contraint qu'en 2017. Parmi les premières causes figurent la baisse drastique des subventions sur le marché chinois ainsi que les taxes douanières imposées par les États-Unis et l'Inde aux importations de cellules et de modules. À l'inverse, la décision de la Commission européenne de supprimer à partir du 3 septembre 2018 les mesures antidumping décidées à l'encontre de ces mêmes produits chinois a profité à son marché. Enfin, la baisse des prix des modules a permis d'accélérer le déploiement du solaire sur les marchés émergents.

### UN MARCHÉ MONDIAL AUTOUR DES 100 GW EN 2018

Pour l'année 2018, les premières estimations fournies par les principaux organismes internationaux ou consultants spécialisés ne s'accordent pas sur une tendance précise du marché mondial du

photovoltaïque. Ils le situent soit en légère baisse, soit en légère hausse, mais toujours aux environs des 100 GW, un niveau d'installation du même ordre qu'en 2017. Les données les plus récentes, publiées le 15 avril 2019 par les experts de l'AIE PVPS (International Energy Agency-Photovoltaic Power Systems Programme), font état d'une puissance nouvellement installée de 99,8 GW (comparée à 98,9 MW en 2017), confirmant une stabilité de la puissance raccordée. En prenant comme référence les données du parc mondial de 2017 (soit 403 GW), la puissance du parc devrait donc avoir franchi le seuil du demi-million de MW installés. Pour rappel, en 1998, la puissance photovoltaïque mondiale plafonnait, selon les statistiques de l'AIE PVPS, à 234 MW. On voit ainsi le chemin parcouru en vingt ans. Les experts de l'AIE PVPS estiment désormais la contribution du photovoltaïque à 2,6 % de la production d'électricité mondiale, mais précisent que le solaire a le potentiel pour devenir une source majeure d'électricité à travers le monde, et ce de manière très rapide. Au niveau des tendances générales, le marché chinois est parvenu à limiter la baisse de son marché aux environs de 45 GW. Un recul qui a été compensé par

une augmentation des volumes dans les marchés établis et quelques marchés émergents (tableau 1). Parmi les marchés en croissance, l'Inde aurait installé 10,8 GW en 2018, l'Australie affiche une croissance importante de 3,8 GW, suivie de près par la Corée du Sud (2 GW). Le marché turc a été moins performant (1,6 GW). Les marchés africains et du Moyen-Orient ont également augmenté, mais les experts s'attendent à une croissance plus importante en 2019, avec la mise en service de parcs importants en Égypte et aux Émirats arabes unis. Le marché européen, aidé par des niveaux de croissance importants en Allemagne et aux Pays-Bas, est en train de renaître, avec des perspectives de croissance très intéressantes pour les deux prochaines années (voir plus loin). Pour 2019, la tendance du marché semble beaucoup plus claire et les principaux analystes s'accordent sur une croissance franche. Selon IHS Markit, le marché devrait progresser de 25 %, pour atteindre un volume de 129 GW. Cet optimisme est fondé sur la baisse sensible des prix des modules solaires enregistrée fin 2018 et sur une hausse de la demande en dehors de Chine. Le marché européen

devrait continuer de bénéficier de l'abandon du prix minimum d'importation des équipements chinois, pendant que le marché 2019 américain devrait être boosté par la dernière année permettant de bénéficier du crédit à l'investissement (ITC) de 30 %. Pour EnergyTrend, le marché pourrait progresser de 7,7 %, à 111,3 GW, et l'Europe pourrait être la zone à afficher la plus forte croissance l'an prochain. Les experts du PV Market Alliance tablent eux sur une croissance de 20 %, à 120 GW, et prédise même un doublement du marché d'ici 2022, à 200 GW, grâce au développement de nouvelles applications telles que le solaire flottant, l'agro-photovoltaïque, le photovoltaïque intégré aux véhicules et un marché du photovoltaïque intégré aux bâtiments (BIPV) beaucoup plus porteur.

### CHINE ET ÉTATS-UNIS TOUJOURS EN TÊTE

#### 2019, année de la parité réseau pour la Chine

Le principal événement marquant du marché photovoltaïque en 2018 a été la baisse du marché chinois, qui représente désormais moins de la moitié du

les deux prochaines années. Les projets non subventionnés seront cependant uniquement délivrés dans les zones interconnectées où il existe une garantie pour que l'électricité générée soit bien utilisée. Les gouvernements provinciaux locaux seront encore libres d'accorder des subventions, mais uniquement aux projets en cours de développement dans leur région. Les projets non subventionnés ne devraient pas générer un flux important dans l'immédiat, mais ils devraient rapidement prendre de l'ampleur. Selon les consultants de Citygroup Research, avec la baisse des prix attendue des modules, la parité réseau avec les centrales charbon sera atteinte dès cette année dans 11 des 31 provinces administratives du pays. En décembre 2018, une première centrale de 500 MW a été connectée dans la ville de Golmud, dans la province de Qinghai, sur le plateau tibétain, à un prix de vente de 0,316 yuan par kWh, soit un niveau inférieur au 0,325 yuan par kWh du prix de marché des centrales charbon. Pour les projets non couverts par ce régime, le gouvernement étudie avec les professionnels du secteur la mise en place d'un système d'enchères inversées où les autorisations de construction sont attribuées aux projets les moins coûteux.

### Un grand boom du solaire attendu aux États-Unis

2018 n'a pas été une année facile pour le solaire photovoltaïque aux États-Unis. L'annonce en 2017 et la mise en place effective par l'administration Trump à

### Tabl. n° 1

Puissances installées en 2018 dans les principaux marchés photovoltaïques hors Union européenne

Pays	Puissances raccordées en 2018 (GW)
Chine	44,4
Inde	10,8
États-Unis	10,6
Japon	6,5
Australie	3,8
Mexique	2,7
Turquie	1,6

Sources : AIE PVPS, NEA



Centrale photovoltaïque au sol à Mühlhausen, en Allemagne.

partir du 7 février 2018 de taxes douanières sur l'importation de cellules et de modules ont créé une période d'incertitude entraînant un effondrement du nombre d'installations. Cette taxe (exprimée en pourcentage de la valeur du bien entrant dans le pays) a été fixée à 30%. Elle diminuera de 5 points de pourcentage par an pendant une période de quatre ans, ce qui se traduira par une taxe de 15% en 2021, après quoi le tarif expirera, à moins d'une nouvelle prolongation. Un quota annuel de 2,5 GW de cellules est exempté, afin de ne pas pénaliser les fabricants de modules américains ne produisant pas eux-mêmes leurs cellules. Malgré le trou d'air, une forte accélération du rythme de connexion durant le dernier trimestre a permis au marché américain de se maintenir. Selon le rapport conjoint des analystes de Wood Mackenzie et de la Solar Energy Industries Association (SEIA), la puissance installée a été mesurée à 10,6 GW en 2018, soit une légère baisse de 2% par rapport au niveau d'installation de 2017. Les analystes de Bloomberg NEF annoncent eux une croissance positive de 6%, soit 11,7 GW (11 GW en 2017).

Le retour à une croissance robuste aux États-Unis ne devrait pas faire attendre. Selon le rapport de Wood Mackenzie, les États-Unis ont fini l'année avec au moins 23,9 GW de projets de centrales de grande puissance sous contrat de vente de gré à gré (PPA), dont 2,6 GW étaient déjà en construction en fin d'année 2018. Au-delà des projets dont le financement est sécurisé, Wood Mackenzie a identifié plus de 42 GW de projets annoncés en attente d'instruction. Le décompte du journal spécialisé *PV Magazine* fait lui état d'au moins 139 GW de projets en attente déposés auprès de 6 opérateurs de réseau. Si certains d'entre eux sont de nature spéculative et ne verront probablement jamais le jour, il est cependant clair que le niveau d'installation solaire devrait atteindre des sommets dans les prochaines années.

#### Regain d'activité sur le marché européen

La puissance solaire nouvellement raccordée dans l'Union européenne est nettement repartie à la hausse en 2018. Selon les données collectées par EurObserv'ER,

l'Union européenne a ajouté dans son ensemble une puissance raccordée de 7 606,5 MW, soit une croissance de 33,7% par rapport à 2017 (**tableau 2**). Le parc européen en opération s'établit désormais à 114 549 MW (**tableau 3**). Cette reprise de la croissance signifie que la phase de transition vers les mécanismes de marché pour les grandes centrales est désormais terminée. Le marché a également commencé à profiter en fin d'année de la suppression des taxes antidumping décidée par la Commission européenne à l'encontre des modules et cellules chinois, et qui est entrée en vigueur durant le dernier trimestre 2018. L'effet de cette mesure devrait cependant prendre sa pleine mesure en 2019 et 2020.

De manière générale, la baisse des prix des modules et la publication régulière d'appels d'offres sur les principaux marchés européens du solaire (Allemagne, Pays-Bas, France) a insufflé une dynamique nouvelle à la filière. Le photovoltaïque bénéficie également d'une tendance forte à l'autoconsommation dans le secteur résidentiel et collectif, amplifiée par une nouvelle tendance à la

hausse du prix de l'électricité en Europe. Le fait que le marché européen puisse de nouveau pleinement s'appuyer sur ses deux jambes, que sont les centrales terrestres et le solaire distribué (solaire résidentiel et posé sur toiture), va lui permettre d'avancer beaucoup plus vite.

#### 122,3 TWh produits dans l'Union européenne

L'ensaulement en 2018 a été globalement moins favorable qu'en 2017 dans les pays du sud de l'Europe, avec des facteurs de charge en baisse en Espagne (de 1 802 à 1 638 heures) et en Italie (de 1 184 à 1 086 heures). Il a été en revanche un peu plus favorable dans une moitié nord de l'Europe avec des hausses des facteurs de charge observées en Allemagne (931 à 1 020 heures) et au Royaume-Uni (de 937 à 998 heures). Au total, la production de l'Union européenne, basée sur les premières estimations officielles, devrait atteindre 122,3 TWh en 2018, soit une croissance de 7,8% par rapport à 2017 (**tableau 4**). Le solaire photovoltaïque a ainsi représenté en 2018 3,7% de la production brute d'électricité de l'Union européenne (3,4% en 2017), soit plus de l'équivalent de la production d'électricité des Pays-Bas. Dans certains pays comme l'Allemagne et l'Italie, la part de l'électricité solaire est déjà supérieure à 7% (7,1% en Allemagne, 7,6% en Italie). Certains pays, favorables à l'autoconsommation, assurent le suivi de la part de l'électricité solaire directement autoconsommée. Elle atteint par exemple 22,6% en Italie, selon le gestionnaire de réseau Terna (20,4% en 2017), 16% au Portugal, selon la Direction générale de l'énergie et de la géologie (18% en 2017), et 10,8% en Allemagne, selon le groupe de travail des statistiques énergétiques renouvelables AGEE-Stat (10,1% en 2017).

#### Près de 3 GW supplémentaires en Allemagne

Le marché allemand du solaire photovoltaïque a poursuivi sa remontée, mais cette fois de manière beaucoup plus franche. Selon l'AGEE-Stat, le pays a connecté au réseau 2 938 MW en 2018, contre 1 625 MW en 2017, soit une progression de 80,8%. Cette puissance se décompose pour trois quarts en installations sur toiture et un quart en centrales photovoltaïques au sol. Elle permet au

parc allemand de s'établir fin 2018 à 45 277 MW repartis entre environ 1,7 million d'installations. Le pays représente à lui seul près de 40% de la puissance photovoltaïque installée dans l'Union européenne. Il est également le premier en tenant compte de la puissance photovoltaïque par habitant (546,9 W/hab), devançant largement la Belgique (373,2 W/hab) et l'Italie (332,4 W/hab) (**graphique 1**).

Afin d'accélérer le déploiement du solaire photovoltaïque, le gouvernement a choisi de lancer, en plus de ceux déjà programmés par la loi, une série d'appels d'offres supplémentaires concernant les installations de puissances égales et supérieures à 750 kW pour un volume cumulé de 4 GW d'ici 2021, et ce afin que le pays se rapproche davantage de cet objectif climatique. Les résultats du premier appel d'offres "spécial" portant

#### Tabl. n° 2

Puissance photovoltaïque installée et connectée dans l'Union européenne en 2017 et 2018\* (en MW)

	2017	2018
Allemagne	1 625,0	2 938,0
Pays-Bas	854,0	1 397,0
France**	908,4	862,4
Italie	399,0	440,0
Hongrie	109,0	410,0
Belgique	284,6	367,2
Royaume-Uni	871,0	271,0
Pologne	99,8	214,0
Suède	91,0	180,1
Autriche	173,0	164,0
Danemark	55,3	95,7
Portugal	72,2	86,0
Finlande	39,0	51,0
Grèce	1,5	46,1
Espagne	9,0	26,0
Malte	19,3	19,0
Irlande	9,8	13,3
Slovénie	13,8	9,2
Luxembourg	10,2	5,9
Chypre	26,0	3,0
Slovaquie	0,0	3,0
Roumanie	2,1	2,9
Croatie	4,0	1,0
Bulgarie	7,6	0,4
Lettonie	0,0	0,3
République tchèque	1,5	0,0
Estonie	0,0	0,0
Lituanie	4,0	0,0
<b>Union européenne</b>	<b>5 690,1</b>	<b>7 606,5</b>

\*Estimation, hors réseau inclus \*\*DOM inclus. Source : EurObserv'ER 2019

sur une puissance appelée de 500 MW (clos le 1<sup>er</sup> mars) a été rendu public début avril. Il vient d'aboutir à une sélection de 121 projets pour une puissance globale de 505 MW. Le prix de référence moyen obtenu se monte à 65,9 €/MWh, soit une forte hausse comparé au prix de référence moyen obtenu lors du dernier appel d'offres régulier clos le 1<sup>er</sup> février 2019, qui avait retenu 178 MW à un prix moyen de référence de 48 €/MWh. Cette hausse

ne s'explique pas par un manque d'offre, car il y a eu une nouvelle fois beaucoup de proposants, avec 163 dossiers de candidature déposés pour une puissance cumulée de 870 MW. Dans un communiqué du 28 mars 2019, le président de l'Agence du réseau (Bundesnetzagentur), Jochen Homann, explique : « Il y a apparemment toujours assez de projets solaires dans les tuyaux pour absorber le volume supplémentaire prévu dans la

récente loi sur l'énergie et assurer la compétitivité lors des procédures d'appels d'offres. » La filière regrette également que lors des derniers appels d'offres, la taille des parcs ait été limitée à 10 MW, réduisant ainsi les effets d'échelle. L'augmentation peut en partie s'expliquer par le fait qu'un nombre important de projets déposés (17 projets, soit 192 MW) a dû être écarté pour vice de forme. Plus récemment, le 18 avril 2019, l'Agence du

réseau a dévoilé les résultats du troisième appel d'offres bitechnologie combinant solaire et éolien portant sur un objectif cible de 200 MW. Comme pour les deux précédents, les projets solaires en ont été les uniques bénéficiaires. Le volume total attribué s'élève finalement à 210,8 MW, avec un prix de référence moyen de 56,60 euros/MWh (fourchette allant de 45 à 61 euros/MWh), en légère hausse comparé aux 52,70 euros/MWh (fourchette allant de 46,5 à 57,8/MWh) du deuxième appel d'offres bitechnologie dévoilé en novembre dernier. Bien qu'en légère augmentation, les prix moyens constatés ont été bien plus faibles que ceux de l'appel d'offres "spécial". La procédure bitechnologie a de nouveau été sursouscrite, avec 109 candidatures déposées et une puissance cumulée de près de 720 MW. Une nouvelle fois, les dossiers ne portaient que sur des projets solaires, confirmant que cette filière reste bien la source d'énergie renouvelable la plus compétitive.

Les installations photovoltaïques d'une puissance inférieure à 750 kW ne sont pas soumises aux appels d'offres. Jusqu'à une puissance de 100 kW, elles sont soumises à un régime de tarifs d'achat, actualisé mensuellement. Le tarif d'achat calculé pour le mois d'avril 2019 selon la taille et le type de l'installation s'échelonne ainsi de 7,68 c€/kWh à 11,11 c€/kWh. Pour les installations à partir de 100 kW, le recours à la vente directe est obligatoire et les exploitants se voient attribuer un complément de rémunération (Marktprämie). Dans le cadre de la vente directe, la valeur de référence dépend également du type et de la taille de l'installation. À compter du 1<sup>er</sup> avril 2019, elle est fixée entre 8,08 et 11,51 c€/kWh.

L'année 2018 a été particulièrement ensoleillée dans le pays, le facteur charge du parc allemand passant en heures de 931 à 1 020. En lien avec l'augmentation de la puissance installée, il permet à la production d'électricité de s'établir à 46,2 TWh, soit une augmentation de 17,2 % par rapport à 2017. Selon l'AGEE-Stat, la part de l'électricité directement autoconsommée a continué d'augmenter, pour atteindre 10,8 % en 2018 (10,1 % en 2017 et 9,5 % en 2016). Le marché de l'autoconsommation est de plus en plus lié à celui du stockage. Selon le Syndicat allemand de l'énergie solaire (BSW), le

marché des systèmes de batteries photovoltaïques était de l'ordre de 35 000 en 2018 (20 000 en 2016, 31 000 en 2017). Ce chiffre signifie qu'un peu moins d'une nouvelle installation sur deux est équipée d'un système de stockage de l'électricité (76 500 nouvelles installations en 2018). Cette même source estime le parc cumulé des installations solaires équipées de batterie à 120 000 fin 2018, le marché du stockage n'ayant réellement démarré qu'à partir de 2013.

### Le marché néerlandais dépasse le GW

En 2018, le marché photovoltaïque des Pays-Bas a été particulièrement dynamique. Selon Statistics Netherlands, le pays a connecté 1 397 MW, soit une augmentation de 63,6 % par rapport à 2017, où 854 MW avaient été raccordés. La puissance totale du pays se montait fin 2018 à 4 300 MW. Cette forte croissance est principalement due à la connexion de projets de très grande puissance financés

## Tabl. n° 3

Puissance photovoltaïque connectée et cumulée dans les pays de l'Union européenne en 2017 et 2018\* (en MW)

	2017		2018	
	Total	Dont hors réseau	Total	Dont hors réseau
Allemagne	42 339,0		45 277,0	
Italie	19 682,0		20 107,0	
Royaume-Uni	12 783,0		13 054,0	
France**	8 610,4		9 466,0	
Espagne	4 725,0	30,0	4 751,0	34,0
Pays-Bas	2 903,0		4 300,0	
Belgique	3 610,0		4 254,5	
Grèce	2 605,5	160,5	2 651,6	160,5
République tchèque	2 069,5		2 048,9	
Autriche	1 269,0	7,0	1 433,0	8,0
Roumanie	1 374,1		1 377,0	
Bulgarie	1 035,6		1 036,0	
Danemark	906,3		1 002,0	
Hongrie	344,0		754,0	
Portugal	585,0	41,0	671,0	55,0
Slovaquie	528,0		531,0	
Pologne	287,0		486,5	
Suède	244,0	13,0	424,1	13,0
Slovénie	246,8		256,0	
Luxembourg	132,1		134,0	
Malte	112,3		131,3	
Finlande	74,0		125,0	
Chypre	110,0		113,1	
Lituanie	74,0		74,0	4,0
Croatie	60,0		61,0	
Irlande	15,7	15,7	29,0	29,0
Lettonie	0,7		1,0	
Estonie	0,0		0,0	
Union européenne	106 726,1	271,2	114 548,9	303,5

\*Estimation, prenant en compte les puissances mises hors service. \*\*DOM inclus. Source : EurObserv'ER 2019

## Tabl. n° 4

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

	2017	2018
Allemagne	39 401	46 164
Italie	24 377	22 654
Royaume-Uni	11 525	12 922
France**	9 573	10 196
Espagne	8 514	7 785
Grèce	3 991	3 791
Belgique	3 288	3 563
Pays-Bas	2 204	3 152
République tchèque	2 193	2 340
Roumanie	1 856	1 860
Autriche	1 269	1 433
Bulgarie	1 403	1 404
Portugal	993	1 020
Danemark	751	953
Hongrie	349	765
Slovaquie	506	509
Suède	230	400
Pologne	165	300
Slovénie	284	294
Malte	155	183
Chypre	172	177
Finlande	44	162
Luxembourg	108	110
Croatie	79	80
Lituanie	68	80
Irlande	11	20
Lettonie	0	1
Estonie	0	0
Union européenne	113 510	122 316

\*Estimation. \*\*Pour la production d'électricité DOM non inclus. Source : EurObserv'ER 2019

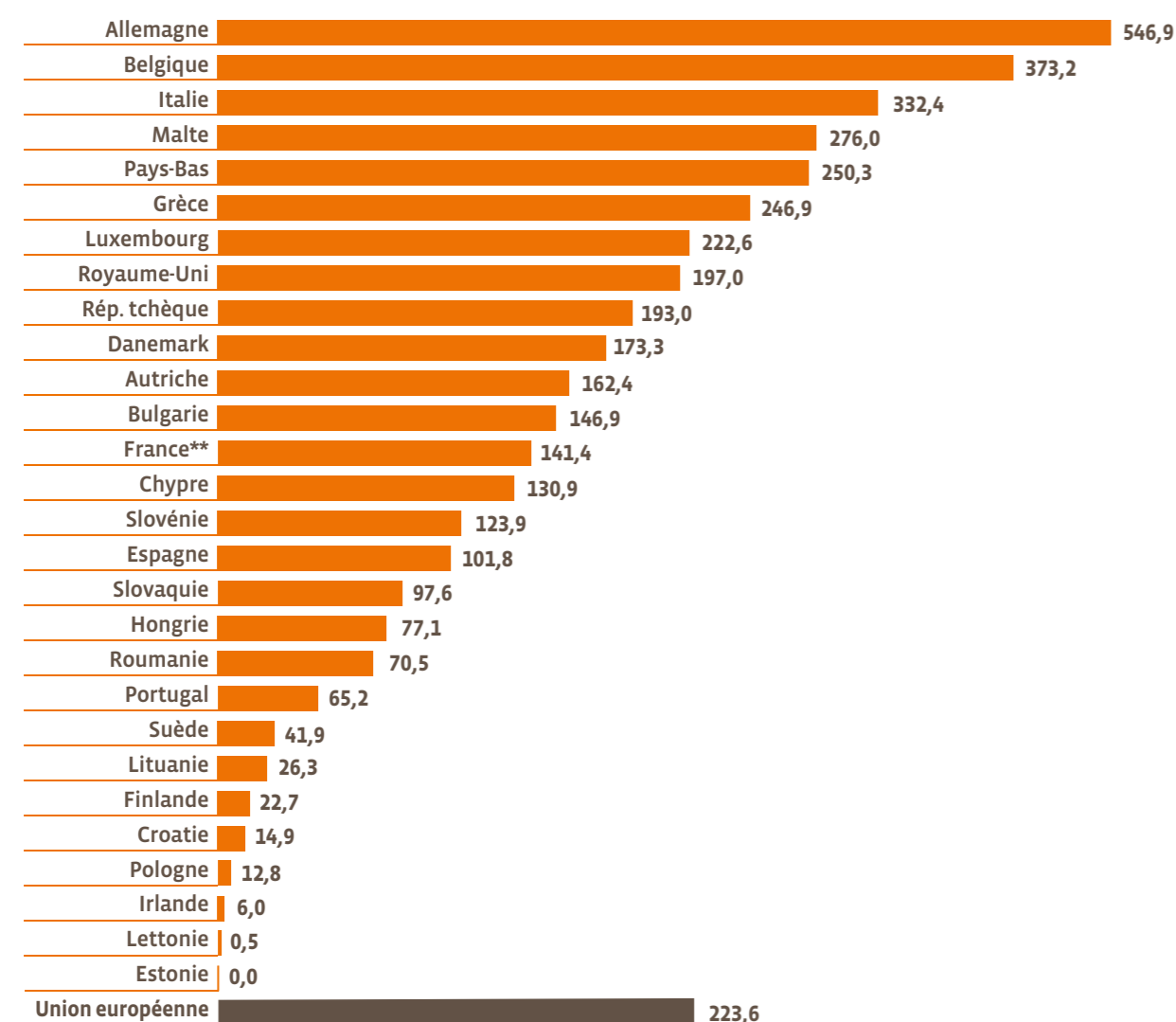
dans le cadre du programme SDE+, mais elle est également liée à un marché du photovoltaïque résidentiel très actif. Le ministère des Affaires économiques et du Changement climatique a toutefois annoncé fin 2018 que le budget alloué au programme SDE+ destiné aux projets d'énergie solaire et renouvelable de plus de 15 kW serait ramené de 12 à 10 milliards d'euros. Selon Peter Segaar, un analyste en énergie solaire interrogé par *PV magazine*, cette diminution du budget

est susceptible de réduire l'activité, et ce malgré la baisse des coûts attendue des modules. Le volume déjà garanti permettra néanmoins la connexion de plusieurs GW durant les prochaines années. En ce qui concerne les secteurs résidentiel et commercial, le projet prévu pour 2020 de modification du système de facturation nette "net metering" en un système de subvention de l'électricité produite en surplus injecté au réseau (système nommé "terugleversubsidie")

pourrait être retardé à 2021 en raison de la complexité des procédures administratives à mettre en œuvre. Sous ce système, les investisseurs seront pour la partie de l'électricité autoconsommée exemptés des taxes sur l'énergie, ainsi que de la contribution à l'ODE (Opslag Duurzame Energie), une taxe sur la consommation d'électricité qui finance les programmes énergies renouvelables. Selon Peter Segaar, le marché de la facturation nette résidentielle restera un secteur à taux

## Graph. n° 1

Puissance photovoltaïque par habitant des différents pays de l'Union européenne en 2018 (W/hab)\*



\* Estimation. \*\* DOM inclus. Source: EuroObserv'ER 2019.

de croissance élevé, amplifié par des volumes massifs de systèmes résidentiels dans le secteur locatif et les logements neufs. D'après un rapport récent de l'institut de recherche néerlandais Energieonderzoek Centrum Nederland, la puissance du pays pourrait atteindre 6 GW en 2020 et 20 GW d'ici 2035.

## Les grands projets solaires compétitifs en France

Malgré une légère baisse de sa puissance raccordée, la France est restée sur le podium européen. Selon les données préliminaires du service de la donnée et des études statistiques (Sdes) du ministère de la Transition écologique et solidaire, le pays a raccordé 862,4 MW (908,4 MW en 2017). Décomptée des installations mises hors service (6,9 MW), la puissance crête du pays (c'est-à-dire la puissance maximale pouvant être délivrée au réseau) s'est établie à 9 466 MW. Le Sdes précise cependant que ces données restent provisoires et ne prennent pas en compte la puissance non reliée au réseau, estimée par Enedis à 30 MW en 2018 (17 MW en 2017). Le Sdes précise que le parc évalué en puissance crête est supérieur de quelques centaines de MW à la puissance déclarée dans les contrats de raccordement (estimée à 8 917 MW fin 2018). La

différence peut s'expliquer par une réévaluation de la puissance maximale délivrée au réseau entre le moment de la signature du contrat de raccordement et la déclaration dans le cadre des obligations d'achat, et par une minimisation de la puissance déclarée lors du raccordement pour réduire le coût de raccordement.

En France, les résultats de la 5<sup>e</sup> période de l'appel d'offres au sol portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire "Centrale au sol de puissance comprise entre 500 kW et 30 MW" ont été publiés. 118 nouveaux lauréats ont été désignés le 28 février 2019 pour un volume total alloué de 855 MW (la puissance appelée était de 850 MW). Le prix moyen proposé par les lauréats est de 62,7 €/MWh pour l'ensemble des projets, soit une légère hausse de 3 % par rapport à la période précédente. Pour chaque famille, les prix moyens proposés par les lauréats sont les suivants :

- 56,8 €/MWh pour les installations de grande puissance, entre 5 et 30 MW, pour une puissance cumulée de 557 MW (fourchette de prix allant de 43 à 95 €/MWh);
- 63,8 €/MWh pour les installations de puissance comprise entre 500 kW et 5 MW, pour une puissance cumulée de 233 MW (fourchette allant de 47 à 104 €/MWh);

- 87,5 €/MWh pour les installations sur ombrières de parking pour une puissance cumulée de 65 MW (de 61 à 130 €/MWh).

De manière plus générale, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) a publié en février 2019 un rapport "Coûts et rentabilités du grand photovoltaïque en métropole continentale" qui a été beaucoup commenté dans la presse énergétique française. Ce document, qui dresse un état des lieux des coûts des installations photovoltaïques de moyenne et grande puissance (de 100 kW à 30 MW), indique clairement que la baisse des coûts de la filière se poursuit à un rythme rapide, avec en moyenne une diminution des coûts d'investissement de 32 % sur les trois dernières années. Les projets les moins chers, au sol et de grande taille, avoisinent désormais les 600 €/kW. Les coûts de production moyens calculés sur la base des périodes récentes des appels d'offres "CRE4" en cours s'échelonnent entre 62 et 99 €/MWh selon la taille et la typologie des installations. Les 30 % des projets au sol de grande taille les plus compétitifs – dont la puissance est limitée à 30 MW et jusqu'à récemment à 17 MW – présentent aujourd'hui des coûts de production d'environ 48 €/MWh. Ces niveaux sont comparables aux coûts complets de production observés à l'étranger, en

## Tabl. n° 5

Principaux fabricants de modules photovoltaïques mondiaux en 2018

Entreprises	Pays	Livraisons (MW)
JinkoSolar	Chine	11 380
JA Solar	Chine	8 800*
Trina Solar	Chine	8 100*
LONGi Solar	Chine	7 200*
Canadian Solar	Chine	6 600
Hanwha Q-CELLS	Corée	5 600*
Risen Energy	Chine	4 800*
GCL-SI	Chine	4 100*
Talesun	Chine	2 900*
First Solar	États-Unis	2 706

\*Estimations de GlobalData. Sources: Annual reports, GlobalData

Au cours des deux dernières années, la majorité des entreprises chinoises du photovoltaïque ont cessé d'être cotées sur la Bourse étatsunienne. N'étant plus soumises aux mêmes obligations de communication, les informations les concernant sont devenues bien plus rares. Cela comprend notamment leurs livraisons annuelles, leur capacité totale de production et leur chiffre d'affaires.

Allemagne notamment. Selon la CRE, une part significative des grands projets présente des coûts de production proches voire inférieurs aux prix de marché observés ces dernières années. Cette situation est de nature à permettre aux projets concernés de se développer sans soutien public, comme on a commencé à l'observer dans d'autres pays européens.

### UN SECTEUR QUI RESTE TRÈS CONCURRENTIEL

#### DU WAFER AU MODULE, UNE ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE MONDIALE

Au niveau mondial, depuis les années 2012-2013, le marché du photovoltaïque est dans une situation de surcapacité de production : l'offre mondiale dépasse la demande. Ce phénomène provient de nombreuses entreprises chinoises, dont certaines sont apparues très rapidement sur le marché en développant des capacités de production de plusieurs gigawatts annuels de cellules et de modules (voir tableau 5). Ce mouvement a profondément marqué les équilibres de la filière amont du marché photovoltaïque, c'est-à-dire de la production de silicium à la production de modules.

Emmené à nouveau par les entreprises chinoises, le marché mondial connaît une nouvelle mutation sur les années 2016-2019. Celle-ci n'est cependant pas tant quantitative que qualitative, car il s'agit de la forte augmentation de l'efficacité moyenne des cellules et des modules. Cela a d'abord été dû à une offre accrue de wafers monocristallins au détriment de wafers polycristallins. En 2018, l'offre des premiers aurait dépassé pour la première fois celle des seconds. C'est l'entreprise LONGi, en tant que plus importante productrice de wafers, qui a initié ce mouvement. Alors que la société ne sortait de ses usines "que" 3 GW de wafers monocristallins par an en 2014, elle a rapidement progressé pour atteindre 15 GW en 2017 et 28 GW en 2018. Ses plans ne s'arrêtent pas là, puisqu'elle souhaite atteindre désormais une capacité de production de 45 GW en 2020. L'entreprise étant complètement intégrée, elle produit également ses propres modules, sa capacité de production étant de 8 GW en 2018. Par ailleurs,

ayant lancé la construction d'une usine d'une capacité de 5 GW à la fin de l'année 2019, Longi devrait devenir le plus grand producteur mondial de modules, avec une capacité de 13 GW.

L'évolution technologique du marché mondial ne concerne pas uniquement le glissement vers le monocristallin. Le marché des cellules évolue également vers la massification et la standardisation des produits à haute efficacité, notamment vers la technologie Perc (Passivated Emitter Rear Contact). Il s'agit d'une architecture de cellule où la capture de lumière près de la surface arrière est augmentée pour maximiser la production d'électrons. En 2014, la capacité mondiale des cellules monocristallines Perc ne dépassait pas 1 GW. En 2019, elle devrait dépasser les 60 GW, soit plus de la moitié de la capacité totale de photovoltaïque au niveau mondial. Ainsi l'entreprise Jinko Solar annonçait, à fin 2018, disposer d'une capacité de production de wafers de 9,7 GW, dont 5,7 GW en monocristallin, et de 7 GW de cellules, dont 4,2 GW en Perc. L'année 2018 s'est caractérisée par une succession d'annonces de records d'efficacité. Ainsi, en janvier 2019, LONGi a annoncé une cellule avec une efficacité de 24,06%. La technologie Perc étant devenue la norme, quelles autres technologies permettent d'aller encore plus loin ? La première voie est d'améliorer les cellules Perc elles-mêmes. Pour cela, les professionnels explorent la piste de la technologie TOPCon (soit l'ajout d'une couche d'oxyde), qui permettrait d'emmenager les cellules commercialisées de 22 % d'efficacité à 23 % d'ici deux à trois ans. Une autre technologie est l'hétérojonction, mélangeant silicium cristallin et silicium amorphe, qui peut aller plus loin grâce à la pérovskite.

En Europe, la stratégie du groupe suisse Meyer Burger est un autre révélateur de l'évolution des technologies du photovoltaïque. L'entreprise, qui est spécialisée dans la fabrication de machines produisant des cellules photovoltaïques, propose des équipements permettant de fabriquer des cellules Perc qui pourront être à terme complétées par des machines produisant des cellules TOPCon. En 2018, le groupe, qui a reçu commandes pour ce type d'équipements équivalant à une capacité de production de 8 GW, a

également annoncé souffrir de la concurrence de nouveaux acteurs chinois.

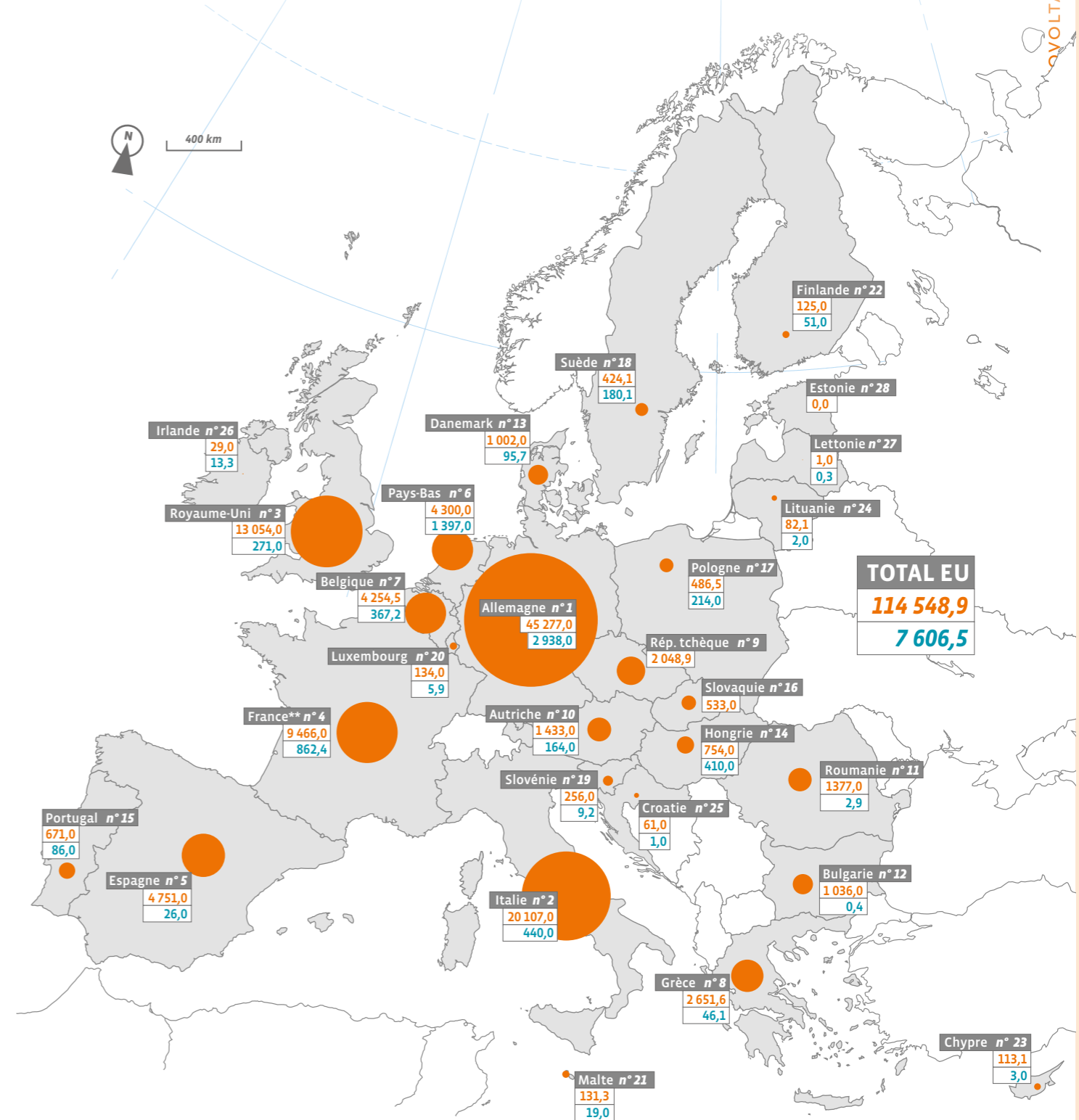
En 2018, le groupe norvégien REC a annoncé investir 150 millions de dollars pour produire des cellules à hétérojonction en utilisant des produits de Meyer Burger. Par ailleurs, à la toute fin de l'année 2018, le groupe suisse a reçu une commande pour l'équivalent de 600 MW de cellules à hétérojonction d'un groupe "non chinois". C'est dans ce contexte que Meyer Burger a lancé un plan de redéploiement stratégique en octobre 2018. Il relocatera en Chine une partie de son activité dédiée aux équipements de production de cellules standards, et certaines activités de recherche et développement. En revanche, ses activités européennes resteront concentrées sur l'hétérojonction et, pour accélérer l'évolution de cette branche, le groupe s'est lancé dans un processus de rachat de 18,8% de l'entreprise anglaise Oxford PV, spécialisée dans les cellules à pérovskite.

#### LA FIN DES SANCTIONS

Au début de la décennie, lorsque le marché mondial a été bousculé par une offre massive de produits venant principalement de Chine, l'Union européenne a mis en place en 2013 des tarifs douaniers à ses frontières. L'ambition était de protéger ses industriels face à des offres aux prix trop bas pour leur permettre de survivre. L'entreprise productrice de modules SolarWorld s'était ainsi érigée en grande défenseuse du maintien de ces barrières douanières. Ces dernières n'ont cependant pas permis à l'entreprise en question de survivre. SolarWorld a subi une première procédure de faillite en mai 2017, puis, en mars 2018, alors qu'elle avait été sauvée par Qatar Solar Technologies, l'entreprise était à nouveau en faillite. SolarWorld avait alors avancé pour expliquer cette situation la fin planifiée des tarifs douaniers.

Effectivement, l'Union européenne a levé ses barrières douanières au tout début du mois de septembre 2018. Cette politique a eu un impact sur les prix du photovoltaïque en 2018, comme le montre le graphique n° 2. Sur le marché allemand, le prix moyen d'un module monocristallin est passé de 48,5 centimes d'euro par watt à fin juillet 2018 à 41,8 centimes d'euro en septembre 2018. Pour toutes les technologies confondues, la chute

Puissance photovoltaïque connectée et cumulée dans l'Union européenne en 2018\* (en MW)



#### Légende

114 548,9 Puissance photovoltaïque connectée et cumulée dans les pays de l'Union européenne en 2018\* (en MW)

7 606,5 Puissance photovoltaïque installée et connectée dans les pays de l'Union européenne durant l'année 2018\* (en MW)

\* Estimation. \*\* DOM inclus. Source : Eurobserv'ER 2019



Centrale photovoltaïque au sol à Xuzhou, en Chine.

des prix a été plus forte pour les modules produits en Europe. Ceux-ci ont baissé de 6,1 % entre août et septembre 2018, pour se stabiliser à 40,4 centimes d'euro par watt. Les panneaux venant de Chine, eux, à même date, se vendaient à 35,6 centimes d'euro par watt.

#### DIGITALISATION ET DÉCENTRALISATION DE L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE

Au-delà de l'aspect production des équipements, le photovoltaïque s'inscrit aussi dans un environnement de plus en plus digital et "intelligent". En aval aussi, la compétition est rude et les entreprises doivent être en évolution constante pour répondre aux attentes du marché. Ainsi, l'entreprise allemande SMA, spécialisée dans la fabrication d'onduleurs, a déployé un nouveau plan de restructuration pour 2019. L'un des points saillants est la sortie du groupe du marché chinois, afin de

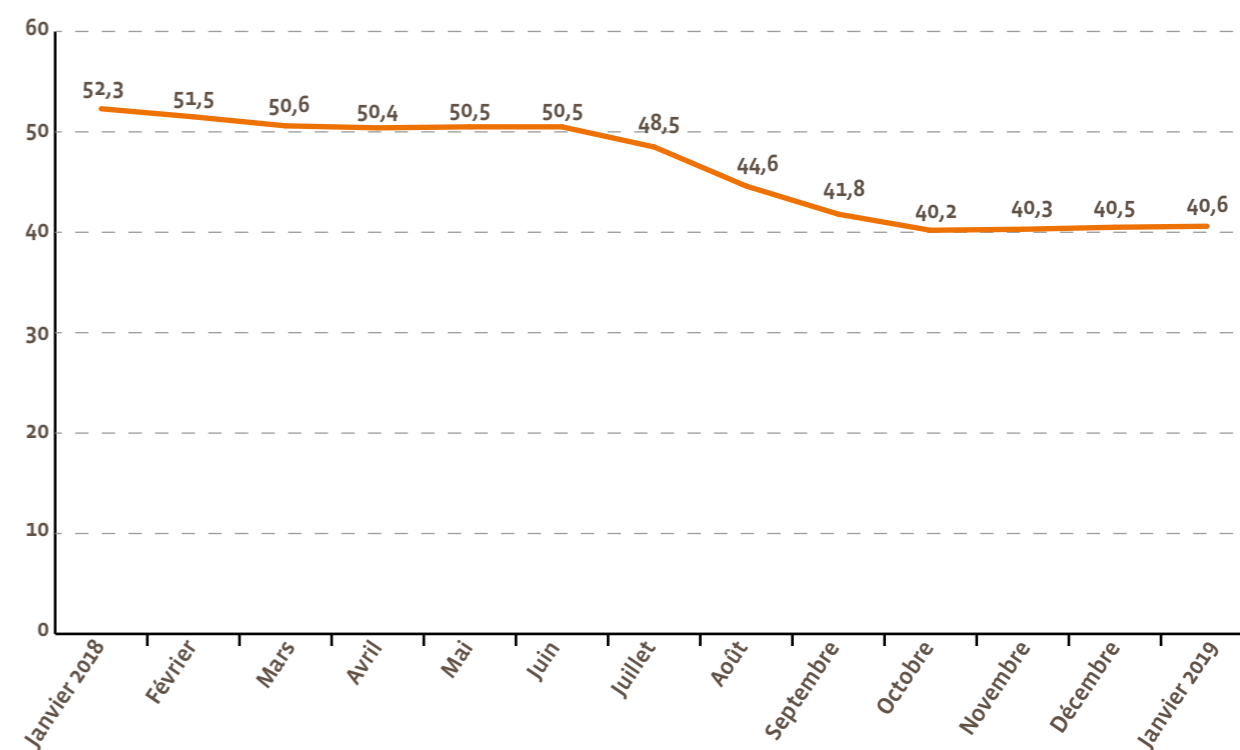
réduire ses coûts annuels de 40 millions d'euros. L'entreprise estime que le chiffre d'affaires du marché des onduleurs restera stable dans les années à venir (il représente 4,3 milliards d'euros pour le groupe en 2018). En revanche, le marché du service digital à l'énergie, soit l'utilisation de multiples données pour améliorer le service au consommateur, devrait plus que tripler d'ici à 2021, passant de 400 millions d'euros pour le groupe, à 1,8 milliard. Le segment de l'entreprise dédié au stockage de l'électricité, lui, devrait également croître de 60 %, passant de 500 à 800 millions d'euros en 2021.

Le stockage et les batteries sont également des marchés qui croissent très rapidement, en parallèle des énergies renouvelables et du photovoltaïque. Dans un rapport publié à l'été 2018 et intitulé "Global Market Outlook for Solar Power", l'association SolarPower Europe explique que le couplage photovoltaïque-

stockage est « un nouvel outil de flexibilité » qui permet de déployer à plein l'énergie photovoltaïque. Le sujet des batteries a d'ailleurs permis de relancer l'idée d'une gigafactory européenne dédiée aux batteries. Ce point est particulièrement important pour l'Allemagne, car il est lié au secteur automobile, l'une des principales activités économiques du pays. En 2017, l'entreprise TerraE a été fondée pour construire la première usine de cellules lithium-ion en Allemagne. Elle a ensuite été rachetée en novembre 2018 par BMZ afin d'initier la phase opérationnelle du projet. Le pays devrait donc disposer d'une usine avec une capacité de production de 4 GWh de batteries en 2020. À terme, elle pourra être agrandie pour atteindre les 8 GWh. Par ailleurs, en novembre 2018, le ministre fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie, Peter Altmaier, a annoncé le déblocage d'un milliard d'euros destinés à subventionner

## Graph. n° 2

Prix spot moyen d'un module monocristallin sur le marché allemand (€ cts/W)



Source : Photon International

le développement industriel des batteries. La France s'est également engagée dans cette démarche, et les deux pays cherchent à avancer ensemble pour identifier des consortiums capables de transformer cette ambition politique en réalité industrielle.

#### RENAISSANCE DU PHOTOVOLTAÏQUE DANS L'UNION EUROPÉENNE

À la veille des échéances européennes de 2020, beaucoup de pays devraient accélérer la mise en œuvre de leurs projets solaires afin de remplir leurs obligations en matière d'énergie renouvelable. L'Union européenne devrait ainsi connaître une forte demande dans les deux prochaines années. Selon Eur-Observ'ER, qui revoit à la hausse ses prévisions par rapport au baromètre de l'an passé, cette croissance devrait

être suffisante pour atteindre au moins 135 GW d'ici 2020 (graphique 3). Aussi, les prix garantis par les appels d'offres sont de plus en plus souvent inférieurs aux

prix moyens de l'électricité observés sur le marché, ce qui justifie pleinement la politique de mise en place de mécanismes de marché voulu par la Commission

## Tabl. n° 6

Principaux développeurs européens photovoltaïques en 2018

Entreprises	Pays	Capacités photovoltaïques installées (MW)
Enerparc	Allemagne	2 000
Lightsource BP	Royaume-Uni	2 000
EDF Renouvelables	France	2 402
Juwi AG	Allemagne	2 500
Belectric	Allemagne	2 240
Voltaia	Portugal	1 800
Enel Green Power	Italie	1 553
Scatec Solar	Norvège	> 1000
Engie Green	France	935

Source : EurObserv'ER

européenne. Parallèlement aux appels d'offres, de nouveaux modèles d'affaires commencent également à se mettre en place pour les très grandes centrales ne nécessitant plus de subventions, comme les contrats de gré à gré entre producteurs et gros consommateurs, avec par exemple des projets de plusieurs GW déjà annoncés en Espagne.

Selon Aurélie Beauvais, directrice politique de SolarPower Europe, la Commission européenne a réalisé sa part de travail en levant les barrières commerciales sur les modules chinois et en s'assurant de la mise en place d'un cadre de travail de développement très positif pour la filière solaire à travers le programme "Une énergie propre pour tous les Européens".

Partie intégrante de ce programme, la directive énergie renouvelable du 11 décembre 2018 a ainsi créé un cadre très favorable à l'autoconsommation solaire. La directive demande aux États-membres d'établir un cadre réglementaire afin que toute personne ait le droit de produire, de consommer sa propre production, de stocker et de vendre l'électricité, sans devoir supporter de charges

disproportionnées. Les États-membres ont l'obligation de transposer les dispositions relatives à l'autoconsommation avant le 30 juin 2021. Le solaire distribué, qu'il soit adossé à une politique favorisant l'autoconsommation individuelle et collective ou destiné à la revente intégrale, restera un pan important du développement de l'électricité solaire. Le programme comprend également le règlement et la directive relative au marché de l'électricité. Concernant cette dernière, un point d'étape important a été franchi avec l'adoption le 26 mars 2019 par le Parlement européen des nouvelles règles concernant l'organisation du marché de l'électricité. Ces dernières ont été conçues pour donner aux consommateurs les moyens de jouer un rôle actif dans la transition énergétique et de tirer pleinement parti d'un système énergétique moins centralisé, davantage numérisé et plus durable. Les consommateurs pourront devenir des acteurs à part entière du marché grâce aux compteurs intelligents, à des outils de comparaison des prix, à la tarification dynamique et aux coopératives citoyennes d'énergie.

Un des objectifs est de répondre aux besoins liés aux énergies renouvelables et d'attirer des investissements dans les secteurs tels que le stockage de l'énergie. Le nouveau règlement et la nouvelle directive concernant le marché de l'électricité doivent encore être formellement approuvés par le Conseil européen. Ce nouveau cadre peut désormais se traduire politiquement par des objectifs nationaux 2030 très ambitieux en matière de Plan climat-énergie et par la garantie de voir la part d'électricité solaire augmenter sensiblement durant la prochaine décennie. L'Espagne, l'Italie et le Portugal ont par exemple réitéré leurs fortes ambitions pour l'électricité renouvelable pour la prochaine décennie. Le Portugal a, de son côté, dévoilé fin 2018 une nouvelle stratégie énergétique avec pour objectif d'atteindre un niveau de 80% de production d'électricité renouvelable d'ici à 2030. Pour ce faire, le gouvernement portugais a approuvé en février 2019 un important programme de renforcement de son réseau pour une période allant jusqu'en 2027 pour un montant de 535 millions d'euros, afin

qu'il soit en mesure d'intégrer de larges volumes de puissances renouvelables. Ce programme comprend notamment la construction de deux importantes lignes électriques permettant de faire transiter la puissance des futurs parcs situés dans le sud du pays vers les zones de consommation plus au nord. Le ministère du Développement économique italien a également publié en décembre son nouveau Plan d'intégration national 2030 pour le climat et l'énergie avec un objectif photovoltaïque de 50 GW d'ici fin 2030. Le gouvernement espagnol a augmenté ses ambitions en février 2019 en approuvant les « trois piliers essentiels » de sa politique climatique (un draft de sa loi sur le changement climatique, son plan climat et d'intégration d'énergie national 2021-2030 et sa Stratégie juste de transition). Le pays prévoit désormais d'augmenter la part renouvelable à 74% de l'électricité d'ici 2030 et à 41% de la demande énergétique. Plus de 60 GW supplémentaires d'électricité solaire devraient être nécessaires pour répondre à cette ambition. Les ambitions du côté de la filière sont donc à la hauteur des enjeux. Dans le

cadre du 2<sup>e</sup> forum de l'énergie industrielle propre organisé par la Commission européenne et qui s'est tenu à Bruxelles en mars 2019, SolarPower Europe a présenté une nouvelle feuille de route décrivant une stratégie industrielle ambitieuse pour le solaire en Europe. À fin 2030, elle prévoit 300 000 emplois solaires, contre 81 000 équivalents temps plein (ETP) en 2016, au moins 20% de la demande d'électricité de l'Europe alimentée par l'énergie solaire et un minimum de 30 millions de toits solaires installés en Europe. Une bonne base pour que l'objectif de neutralité carbone de la Commission européenne soit atteint comme prévu dès 2050. □

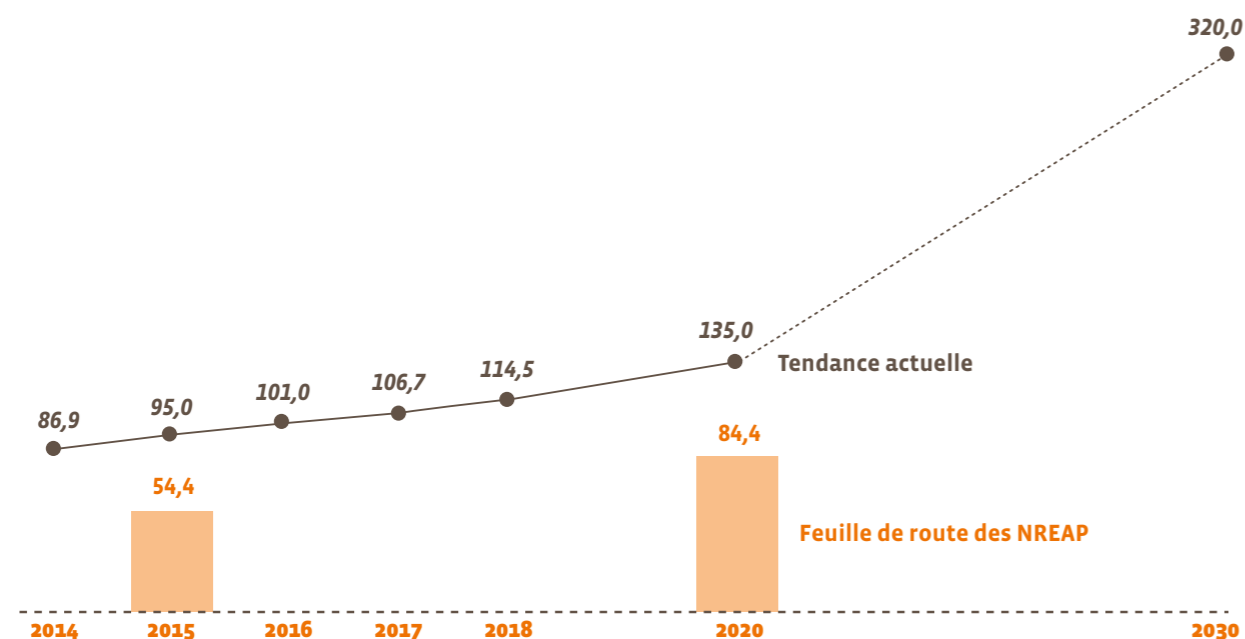
AGEE-Stat (Germany), Sdes (France), Beis (United Kingdom), Statistics Netherlands, GSE (Italy), Apere (Belgium), Statistics Austria, Idae (Spain), PV Polska (Poland), Swedish Energy Agency, DGGE (Portugal), ENS (Denmark), Finnish Energy, Cyprus Energy, Cres (Greece), Ministry of Industry and Trade (Czech Republic), Observ'ER, Irena, IEA PVPS.



Le prochain baromètre traitera du solaire thermique.

### Graph. n° 3

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



Source: EurObserv'ER 2019.



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 part of TNO (NL), Renac (DE), Frankfurt School of Finance & Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) et Statistics Netherlands (NL). Ce document a été préparé pour la Commission européenne, mais il ne représente que l'opinion de ses auteurs. Ni la Commission européenne, ni l'Ademe ne peuvent être tenues responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.