



Une partie de la toiture du Centre aquatique olympique Métropole du Grand Paris (Saint-Denis, 93) de 4 680 m² est recouverte de panneaux photovoltaïques. C'est l'une des plus grandes fermes solaires urbaines de France (assurant 25 % des besoins en électricité du centre aquatique).



DERBICUM BY KINGSPAN

306 429,6 MW

de capacité photovoltaïque cumulée dans l'Union européenne fin 2024

BAROMÈTRE PHOTOVOLTAÏQUE

Une étude réalisée par EurObserv'ER.



Le solaire photovoltaïque a une fois encore démontré sa capacité à se déployer de manière extrêmement rapide à l'échelle mondiale. Selon l'Irena, l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, la puissance maximale nette solaire photovoltaïque mondiale s'est établie à 1 858,6 GW fin 2024, soit 451,9 GW de plus qu'en 2023. Cette puissance additionnelle est en augmentation de 28,1 % par rapport à 2023, année où 352,7 GW avaient été ajoutés. La Chine demeure, et de loin, la principale zone d'installation (+ 278 GW), représentant plus de 60 % du marché mondial. L'Union européenne est restée en 2024 le second marché mondial avec, selon EurObserv'ER, une puissance maximale nette additionnelle de l'ordre de 60 GW, devançant franchement les États-Unis et l'Inde. Cette croissance solaire mondiale s'accompagne désormais d'un développement à grande échelle du stockage électrochimique avec déjà plusieurs dizaines de GW installés en Chine et aux États-Unis et des marchés européen et indien en plein essor.

296,8 TWh

de production d'électricité photovoltaïque dans l'Union européenne en 2024

59 854,6 MW

de puissance photovoltaïque installée dans l'Union européenne durant l'année 2024



La vitesse de déploiement des énergies renouvelables sur tous les continents déterminera en grande partie le niveau de la hausse de la température mondiale. C'est, en substance, un des constats partagés lors de la dernière Conférence des parties sur les changements climatiques (COP), la 28^e, qui s'est tenue à Dubaï en décembre 2023. Elle a, dans son « Premier Bilan mondial » (« First global stocktake »), signé par 197 États ainsi que par l'Union européenne, spécifié qu'un des moyens pour mettre en œuvre la transition énergétique et limiter le réchauffement climatique est de tripler la capacité mondiale en énergies renouvelables et de doubler le taux annuel moyen mondial d'amélioration de l'efficacité énergétique d'ici 2030. Le « Bilan mondial » a également rappelé le consen-

sus selon lequel limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C, sans dépassement ou avec un dépassement limité, nécessite des réductions profondes, rapides et durables des émissions mondiales de gaz à effet de serre : de 43 % d'ici 2030 et de 60 % d'ici 2035 par rapport au niveau de 2019. Pour rappel, la rédaction d'un « Bilan mondial » en 2023 puis tous les cinq ans avait été prévue par l'Accord de Paris de 2017, afin d'évaluer les progrès collectifs accomplis pour atteindre les objectifs de long terme de l'Accord sur l'ensemble des piliers (atténuation, adaptation et moyens de mise en œuvre), en tenant compte de l'équité et des meilleures données scientifiques. En parallèle de ce texte, 123 pays se sont engagés à travailler ensemble en vue de porter les capacités mondiales d'énergie renouvelable électrique à 11 000 gigawatts

(GW) d'ici 2030 au lieu de 3 400 GW en 2022, et une vingtaine d'autres ont signé une résolution visant à tripler les capacités nucléaires d'ici 2050. Selon les projections de l'AIE (Agence internationale de l'énergie) dans sa publication « **Renewables 2024** », c'est bien le solaire photovoltaïque qui bénéficiera de la croissance la plus dynamique de toutes les filières

Ombrières solaires sur le parc d'expédition de l'usine Stellantis de Sochaux, dans le Doubs. Avec 63 648 modules photovoltaïques déployés sur 22 hectares, ce méga parking solaire peut accueillir jusqu'à 10 000 véhicules. Il affiche une puissance de 29 MW, soit l'équivalent des besoins annuels en électricité de plus de 13 000 personnes.

énergétiques et qui sera appelé à devenir avant 2030 la première filière renouvelable pour la production d'électricité, devant l'éolien et l'hydraulique. En 2030, selon la projection de l'AIE, les énergies renouvelables représenteront pas moins 46 % de la production mondiale d'électricité, l'éolien et le solaire photovoltaïque représentant ensemble 30 %.

Malgré la formidable croissance actuelle des énergies renouvelables, la bascule vers une diminution tendancielle des émissions de gaz à effet de serre n'est pas encore effective au niveau mondial, grevant une nouvelle fois le stock de CO₂ maximal au-delà duquel l'objectif de limitation à 1,5 °C ne sera plus atteignable. Selon un article scientifique titré « **Global carbon emissions and decarbonization** » publié sur le 11 avril 2025 sur le site nature.

com, les émissions globales de CO₂ ont augmenté en 2024 de 0,9 % par rapport à l'année précédente, totalisant 36,3 gigatonnes, avec une croissance forte observée en Inde et en Russie et une légère diminution en Chine.

DU PV À PLEINE PUISSANCE AU NIVEAU MONDIAL

La croissance continue et forte de l'énergie solaire photovoltaïque au niveau mondial démontre chaque année que cette filière est économiquement viable et facilement déployable. Selon le dernier rapport de l'Irena publié en mars 2025

présentant les statistiques de capacité renouvelable installée dans le monde sur la décennie passée (2015-2024), la puissance photovoltaïque maximale nette installée dans le monde était estimée provisoirement à 1 858,6 GW fin 2024, comparé à 1 406,7 GW fin 2023, soit une croissance de 32,1 %. La puissance photovoltaïque additionnelle a ainsi été mesurée à 451,9 GW en 2024, soit près de 100 GW de plus comparé à 2023 (+ 352,7 GW en 2023) et plus de 250 GW de plus comparé à 2022 (+ 193,5 GW en 2022). Selon la

Tableau n° 1

Puissance solaire photovoltaïque* installée et cumulée dans l'Union européenne fin 2023 et 2024** (en MW)

	2023	2024**	Installée durant l'année 2024
Allemagne	74 701,0	89 130,0	14 494,0
Espagne	29 579,1	37 438,1	7 859,0
Italie	29 351,4	35 818,7	6 467,3
France	19 934,7	24 877,7	5 007,0
Pays-Bas	21 274,6	24 359,0	3 084,4
Pologne	16 580,7	20 944,6	4 363,9
Grèce	6 688,7	9 288,7	2 600,0
Belgique	8 351,9	9 130,0	778,1
Autriche	6 394,8	8 620,1	2 226,3
Hongrie	5 910,0	7 699,0	1 789,0
Portugal	3 896,0	5 666,0	1 770,0
Suède	3 993,0	4 993,0	1 000,0
Roumanie	2 988,0	4 688,0	1 700,0
Bulgarie	2 908,1	4 568,0	1 659,9
Tchéquie	3 272,0	3 953,0	681,0
Danemark	3 537,0	3 945,0	408,0
Lituanie	1 153,0	2 408,0	1 255,0
Slovénie	1 031,2	1 330,0	298,8
Estonie	813,0	1 210,0	397,0
Finlande	1 009,0	1 209,0	200,0
Irlande	752,9	1 185,0	432,1
Slovaquie	594,0	868,0	274,0
Croatie	462,5	859,6	397,1
Chypre	580,7	797,0	216,3
Lettonie	319,0	660,0	341,0
Luxembourg	403,7	548,0	144,3
Malte	225,7	236,2	11,3
Total UE 27	246 705,8	306 429,6	59 854,6

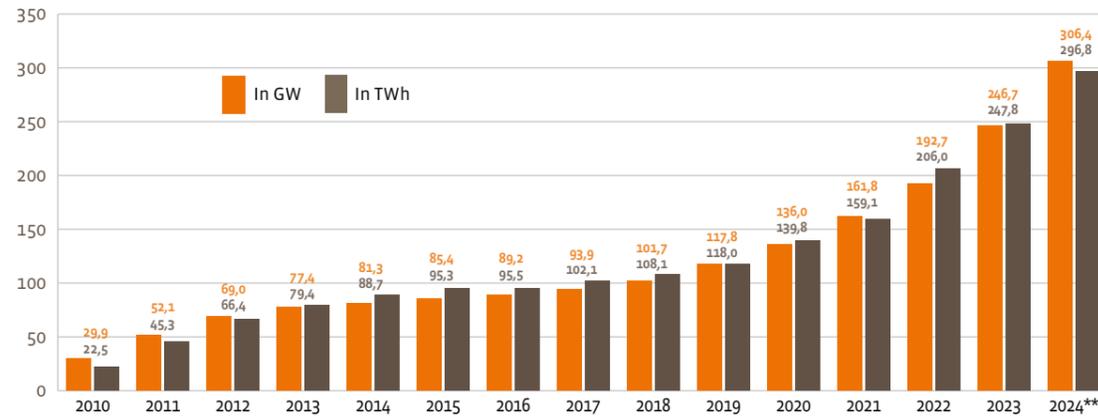
* Puissance électrique maximale nette (exprimée en courant alternatif), hors réseau inclus. ** Estimation. Note : 65 MW mis hors service en Allemagne, 64 MW en France, 1 MW en Autriche, 0,9 MW à Malte. Les données concernant les mises hors service ne sont pas toujours disponibles. Source : Eurobserv'ER 2025



JULIEN ROBERT

Graphique n° 1

Évolution de la puissance photovoltaïque installée* (en GW) et de la production brute d'électricité photovoltaïque (en TWh) de 2010 à 2024** dans l'Union européenne à 27



* Puissance électrique maximale nette, hors réseau inclus, exprimée en courant alternatif. ** Estimation. Sources: Eurostat (années 2010-2022), EurObserv'ER (années 2023 et 2024)

méthodologie de l'Irena, les données sur les capacités électriques renouvelables représentent la capacité maximale nette de génération installée et connectée à la fin de l'année civile. L'Irena précise que ses données proviennent de sources multiples, y compris le questionnaire Irena, les statistiques officielles, des rapports d'associations de l'industrie et d'autres rapports et articles de presse. Pour la partie officielle, selon EurObserv'ER, les données de puissance maximale nette photovoltaïque produites au niveau des organisations nationales (offices statistiques, etc.) ou internationales, comme Eurostat, sont le plus souvent exprimées en courant alternatif afin de favoriser la comparaison entre les différentes filières de production d'électricité et leur productible par rapport à une puissance donnée. Cependant, certains pays préfèrent utiliser les données exprimées en watts-crête et donc en courant continu, soit des chiffres un peu plus élevés car ne prenant pas en compte la perte de puissance liée à l'onduleur. En Europe, Eurostat précise dans ses métadonnées que pour calculer la capacité solaire photovoltaïque qui contribue à la capacité électrique totale du pays, le plus petit des deux indicateurs doit être pris en compte (soit logiquement la puissance en courant alternatif). Cependant, si un seul des deux indicateurs est disponible, c'est celui-là qui contribue à la capacité électrique totale du pays.

Selon les données de l'Irena, au niveau de la puissance électrique installée (et donc pas au niveau de la production), le solaire photovoltaïque (PV) demeure la première source d'énergie renouvelable. Le PV représentait en 2024 à lui seul 41,8 % de la puissance énergie renouvelable installée dans le monde, comparé à 28,8 % pour l'hydraulique (hors pompage pur), 25,5 % pour l'éolien, 3,4 % pour l'ensemble des bioénergies et 0,2 % pour le solaire à concentration. Le photovoltaïque représentait également en 2024 plus des trois quarts (77,2 %) de la puissance supplémentaire renouvelable installée, comparé à 19,4 % pour l'éolien, 2,6 % pour l'hydraulique hors pompage pur, 0,8 % pour les bioénergies et 0,1 % pour la géothermie. Quant au facteur charge moyen du solaire PV, il varie entre 10 et 24 % selon la localisation et est beaucoup plus élevé dans les régions très ensoleillées et de latitudes basses comme aux États-Unis et en Espagne. Il est plus faible dans les latitudes plus hautes et moins ensoleillées comme en Europe du Nord.

Si le solaire photovoltaïque est la filière renouvelable qui se développe le plus rapidement, l'Asie, et la Chine en particulier, reste la région du monde la plus active sur le plan des nouveaux raccordements. L'Asie a ainsi représenté 69,7 % de la puissance solaire photovoltaïque mondiale supplémentaire en 2024, l'Europe 13 %, et l'Amérique du Nord 8,8 %. Les autres régions du monde représentent

8,5 % de la puissance supplémentaire. Parmi elles, l'Amérique du Sud (essentiellement le Brésil) 4,1 %, le Moyen-Orient 0,7 %, l'Océanie (essentiellement l'Australie) 1,2 %, l'Eurasie dont la Russie et la Turquie (2 %), l'Afrique (0,4 %) et l'Amérique centrale et Caraïbes (0,1 %). En prenant cette fois la totalité de la puissance solaire raccordée à la fin de l'année 2024, l'Asie concentre 62,2 % du total, l'Europe 18,1 %, l'Amérique du Nord 10,4 % et le reste du monde 9,3 %.

LE STOCKAGE DANS LA ROUE DU SOLAIRE

La **Chine**, selon les données de l'administration nationale de l'énergie (NEA) publiées en janvier 2025, a établi un nouveau record d'installation de capacité de production d'énergie solaire. Fin 2024, la puissance cumulée a atteint 886,67 GW, partant d'une puissance de 609,49 GW, soit une croissance annuelle de 45,5 %. La capacité solaire du pays a donc augmenté de 277,2 GW en une seule année, effaçant des tablettes le record de 2023 (216,9 GW installés) et le précédent de 2022 (87,4 GW). Le record de 2024 pourrait ne pas être battu en 2025. En effet, selon la China Photovoltaic Industry Association (CPIA), après six années de croissance forte, la puissance additionnelle ne devrait pas augmenter en 2025, et pourrait même connaître une baisse comprise entre 8 et 22 %, soit une prévision comprise entre 215 et 255 GW, comparée

à 277,57 GWac (en courant alternatif) en 2024. Selon la CPIA, l'un des principaux facteurs responsables du déclin prévu en 2025 est l'insuffisance de la capacité du réseau électrique chinois pour absorber les volumes croissants d'énergies renouvelables. Cette situation conduit actuellement les autorités du pays à investir prioritairement dans les infrastructures réseau et les capacités de stockage. Selon un rapport du NEA publié le 23 janvier 2025, la capacité de stockage du pays, hors pompage-turbinage hydraulique, mais comprenant le stockage d'énergie électrochimique par air comprimé, par volant d'inertie, par supraconducteur, par supercondensateur et par hydrogène, a plus que doublé en une année (+ 132,8 %), passant de 31,39 GW/66,87 GWh enregistrés fin 2023 à 73,76 GW/168 GWh fin 2024. Pour rappel, la capacité de production d'électricité des systèmes de stockage d'énergie est évaluée en deux points principaux : leur capacité électrique, soit la quantité instantanée maximale d'électricité pouvant être produite en continu (mesurée en watts, par exemple en GW), et leur capacité énergétique, soit la quantité totale d'énergie pouvant être extraite du système de stockage (mesurée en watt-heures, par exemple en GWh).

Si le stockage électrochimique par batterie représente l'essentiel de la puissance de stockage installée dans le pays (via la technologie lithium-ion et plus récemment la nouvelle technologie sodium-ion), la Chine développe également le stockage à air comprimé à grande échelle, avec par exemple la connexion au réseau début 2025 de la plus grande usine du genre, la centrale de stockage Nengchu 1, située près de la ville de Yingcheng, dans la province de Hubei, dans le centre de la Chine. Selon l'opérateur du projet China Energy Engineering Group, cette usine, qui utilise des cavernes de mine de sel abandonnées à une profondeur de 600 mètres, dispose d'une capacité de 300 MW et est capable de stocker 1 500 MWh. La centrale est capable de stocker de l'énergie pendant huit heures et de la restituer pendant cinq heures chaque jour, produisant ainsi environ 500 GWh d'électricité par an. Deux autres projets de ce type, encore plus puissants (350 MW chacun), sont en cours de construction dans la ville de Changzhou, dans la province de Jiangsu. L'expansion rapide du stockage d'énergie

en Chine s'inscrit dans la stratégie plus large du pays en matière d'intégration des énergies renouvelables. Selon un document publié par la Commission nationale du développement et de la réforme et l'administration, la priorité du pays est d'améliorer la capacité de régulation de son système électrique entre 2025 et 2027. La Chine vise désormais une puissance renouvelable additionnelle moyenne de 200 GW par an sur les trois prochaines années afin de garantir un taux d'utilisation des énergies renouvelables d'au moins 90 % à l'échelle nationale. Aux **États-Unis**, selon les données du rapport électrique mensuel de l'US Energy Information Administration (EIA), la

puissance solaire photovoltaïque nette s'est établie fin 2024 à 174,5 GW, dont 121,2 GW de centrales PV à échelle industrielle, « utility solar photovoltaic » (définies comme de plus d'1 MW), et 53,3 GW d'installations de petites tailles, « small scale solar photovoltaic », comparé à 138,3 GW fin 2023 (90,5 GW de centrales PV industrielles et 47,8 GW d'installations de petite taille). La puissance nette additionnelle est donc pour la seconde année en forte croissance, mesurée à 36,2 GW en 2024 (+ 33,7 % par rapport à 2023). En 2025, le marché PV devrait continuer à évoluer à la hausse avec, rien que sur la partie « utility scale », la

Tableau n° 2

Production brute d'électricité d'origine photovoltaïque dans l'Union européenne en 2023 et 2024* (en TWh)

	2022	2023
Allemagne	63,873	74,134
Espagne	43,421	53,680
Italie	30,711	36,000
France	21,823	24,470
Pays-Bas	19,578	21,645
Pologne	11,346	15,249
Grèce	8,894	10,000
Hongrie	6,925	8,974
Autriche	6,395	8,620
Belgique	7,820	8,000
Portugal	5,160	7,098
Bulgarie	3,521	5,220
Suède	3,114	4,145
Danemark	3,658	3,776
Tchéquie	2,892	3,590
Roumanie	2,227	3,408
Lituanie	0,688	1,273
Finlande	0,716	1,155
Slovénie	0,984	1,110
Estonie	0,721	1,005
Chypre	0,831	1,000
Slovaquie	0,605	0,700
Irlande	0,646	0,659
Croatie	0,413	0,601
Luxembourg	0,294	0,522
Lettonie	0,239	0,398
Malte	0,309	0,326
Total EU 27	247,805	296,758

* Estimation. Source: EurObserv'ER 2025



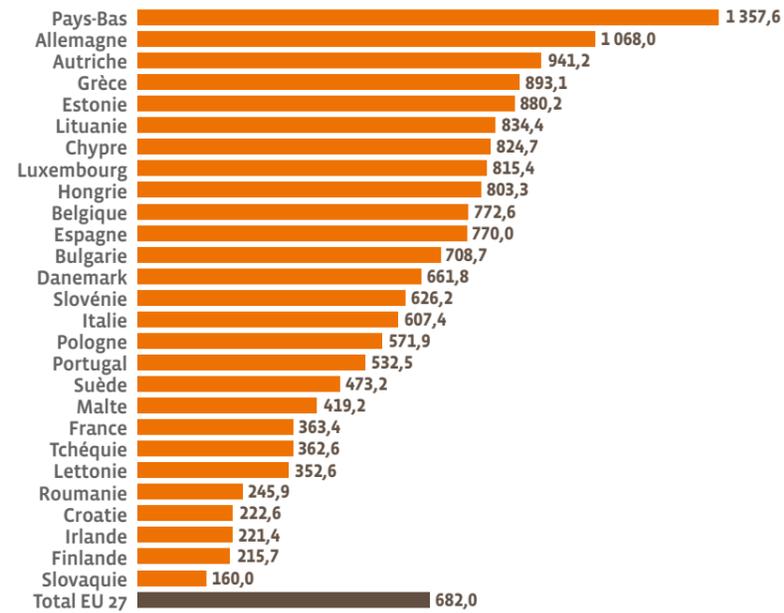
32,5 GW supplémentaires dont 11,5 GW au Texas et 2,9 GW en Californie. Cette croissance des centrales terrestres est depuis le début des années 2000 fortement corrélée à celle du stockage industriel par batterie (défini comme supérieur à 1 MW). Fin 2024, la puissance des installations industrielles de stockage par batterie en service était mesurée à 26,1 GW, comparé à 15,4 GW fin 2023, soit 10,7 GW de plus. La puissance du stockage industriel stationnaire par batterie a même devancé, pour la première fois depuis 2024, la puissance des stations de pompage-turbinage hydraulique (Step) du pays, qui est restée stable à 23,2 GW entre 2023 et 2024. Ces deux modes de stockage ne sont pas concurrents car ils répondent à des besoins différents, journaliers pour les batteries et de plus longue durée pour les Step.

Selon une lettre d'analyse « In-brief analysis » datée du 21 mars 2025 de l'EIA, la courbe de croissance du stockage industriel par batterie devrait rester exponentielle et atteindre 45,7 GW fin 2025, soit une augmentation de 19,6 GW. À titre de comparaison, le stockage industriel par batterie représentait déjà aux États-Unis 21,5 % de la puissance des centrales photovoltaïques industrielles mesurée à 121,2 GW fin 2024.

L'Inde est également en train de réaliser sa révolution solaire. Selon le ministère indien des Énergies nouvelles et renouvelables, 24,5 GW de puissance solaire photovoltaïque ont été connectés au réseau en 2024 (18,5 GW en 2023), la puissance cumulée du pays ayant dépassé les 100 GW au cours du mois de janvier 2025 (100,3 GW au 31 janvier). Selon le ministère, 2025 sera une très grande année pour le solaire avec 84,1 GW en cours de réalisation et 47,9 GW supplémentaires faisant l'objet d'appels d'offres. Le gouvernement vise également le développement des projets d'énergies renouvelables hybrides (éolien-solaire) et associées à des solutions de stockage « round the clock » (24 heures sur 24) avec 64,67 GW en cours de réalisation et faisant l'objet d'appels d'offres. Le stockage figure parmi les priorités du pays. Le plan national d'électricité publié par l'autorité centrale de l'électricité estime que l'Inde aura besoin de près de 74 GW de capacité de stockage d'ici 2032, dont 26,69 GW/175,18 GWh de pompage-turbinage et 47,24 GW/236,22 GWh de systèmes de stockage par batterie. Ces investissements

Graphique n° 2

Puissance photovoltaïque par habitant des différents pays de l'Union européenne en 2024 (en watts/hab.)*



* Estimation. Source: EurObserv'ER 2025

sont essentiels pour l'équilibre du réseau, le pays prévoyant 500 GW d'énergie renouvelable d'ici 2031-2032 (dont 364 GW solaires et 121 GW éoliens). Le stockage électrochimique en Inde n'en est qu'à ses débuts. En décembre 2024, la capacité de stockage du pays n'était que de 4,86 GW (4,75 GW de pompage-turbinage et 0,11 GW de stockage par batterie).

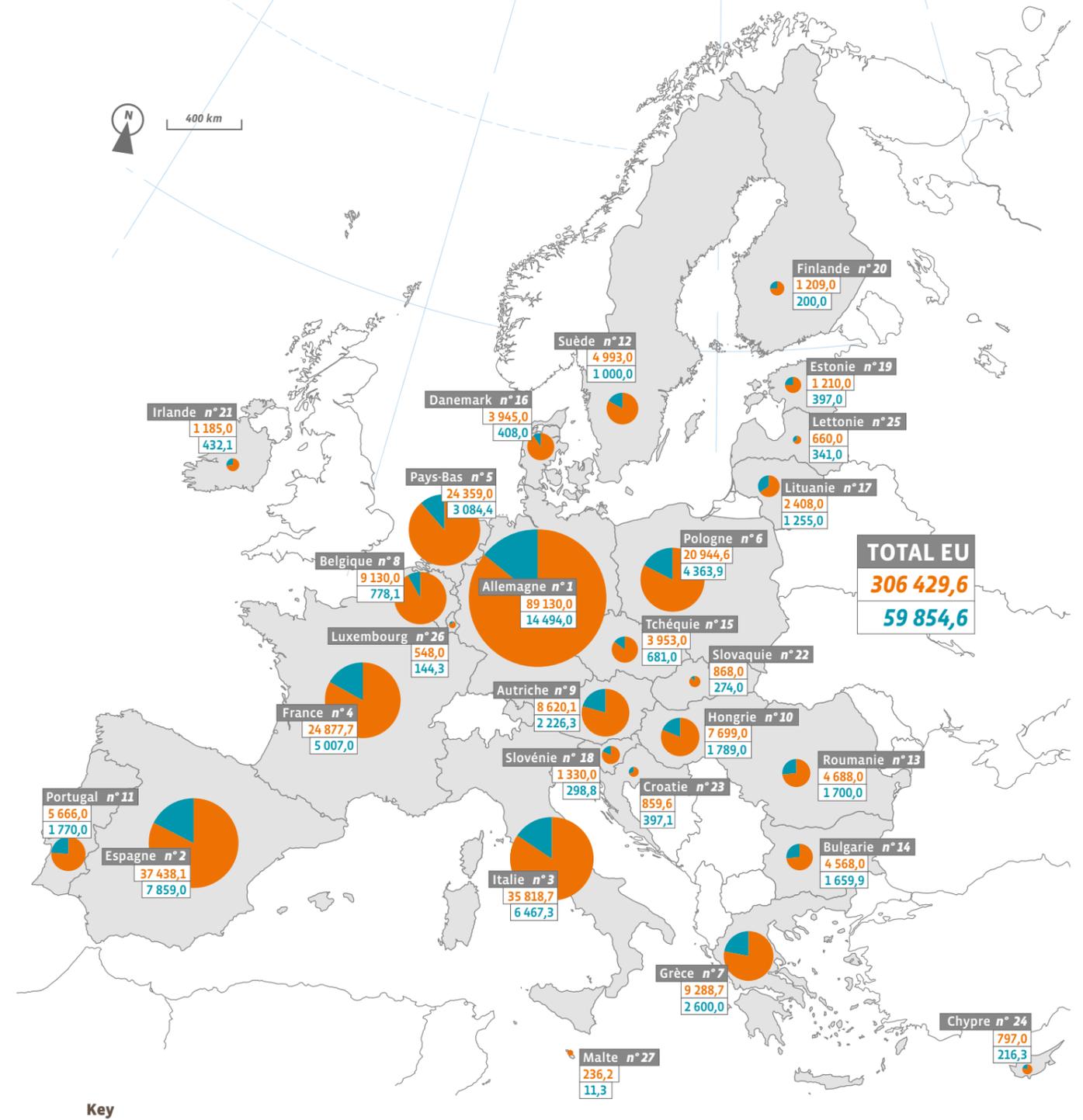
UNE CROISSANCE EUROPÉENNE TOUS AZIMUTS

L'Union européenne (UE) et ses 450 millions d'habitants continuent à prendre leur part dans la lutte contre le changement climatique, et à résister aux sirènes climatosceptiques portées par les courants populistes et réactionnaires. Encore en 2024, et pour la quatrième année consécutive, l'UE a – selon les données collectées en avril 2025 par EurObserv'ER, essentiellement auprès des ministères et organismes statistiques officiels en charge du suivi des énergies renouvelables (voir les sources à la fin de ce baromètre) – établi un nouveau record de raccordement annuel de capacité solaire photovoltaïque, avec une puissance nette additionnelle susceptible d'être livrée au réseau de près de 60 GW

(59,7 GW en 2024), mieux que le record de 2023 (54 GW, chiffre révisé). Cette puissance supplémentaire, exprimée en courant alternatif, porte la puissance maximale nette cumulée des 27 États membres à plus de 300 GW fin 2024 (306,4 GW). La rapidité de déploiement de la puissance solaire dans l'Union européenne s'explique par plusieurs facteurs, comme une bonne acceptation de l'énergie solaire de la part des populations et de leurs représentants politiques, mais également un coût du kWh produit compétitif et les nouvelles facilités accordées par l'UE pour l'obtention des permis de construire. Ces facilités ont notamment été offertes par l'adoption, dans le cadre du plan REPowerEU, du règlement (UE) 2022/2577, applicable depuis le 30 décembre 2022, établissant un cadre en vue d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables, présumant que la mise en place et l'exploitation d'énergies renouvelables présentent un intérêt public majeur; des conditions prorogées jusqu'au 30 juin 2025 par le règlement (UE) 2024/223 à la suite d'un réexamen par la Commission. L'Allemagne est restée en 2024 le pays



Puissance solaire photovoltaïque* installée et cumulée dans l'Union européenne en 2022 et en 2023** (en MW)



Key

306 429,6 Puissance photovoltaïque cumulée dans l'UE à 27 à la fin de l'année 2024** (en MW)

59 854,6 Puissance installée dans l'UE à 27 durant l'année 2024** (en MW)

* Puissance électrique maximale nette (en courant alternatif), hors réseau inclus. ** Estimation.
Note: 65 MW mis hors service en Allemagne, 64 MW en France, 1 MW en Autriche, 0,9 MW à Malte.
Les données concernant les mises hors service ne sont pas toujours disponibles. Source: EurObserv'ER 2025



de l'Union européenne le plus actif sur le plan de la puissance PV installée, avec selon l'AGEE-Stat pas moins de 14,5 GW installés sur l'année (puissance maximale nette exprimée en courant alternatif), comparé à 13,5 GW installés en 2023. Cette croissance s'explique par une dynamique positive des appels d'offres qui ont été largement sursouscrits. Elle est toutefois moins importante que celle de 2023 qui avait vu une accélération des installations due à la crise énergétique et à la forte augmentation des prix de l'électricité. L'Allemagne reste le pays le plus solarisé d'Europe avec 89,1 GW fin 2024 (en courant alternatif), représentant un peu moins de 30 % de la puissance installée totale de l'Union européenne. L'AGEE-Stat précise que la puissance solaire du pays exprimée en courant continu est davantage proche des 100 GW (99,8 GW fin 2024, soit 16,8 GW

installés en 2024) et que l'objectif officiel 2030 du pays de 215 GW est également exprimé en courant continu.

L'Espagne a, selon le ministère de la Transition écologique et du Challenge démographique, ajouté 7,9 GW (en courant alternatif) en 2024, mieux que les 5,7 GW supplémentaires de 2023. Le pays, qui dispose du coût de revient de l'électricité solaire le plus compétitif d'Europe, a profité du raccordement de nombreuses grandes centrales financées sous forme de PPA (contrat d'achat direct d'électricité entre producteur et consommateurs), bien que cette croissance soit toujours limitée par la capacité d'absorption du réseau. Cette puissance porte la puissance de parc espagnol à 37,4 GW.

En Italie, le marché photovoltaïque a affiché une de ses plus belles performances depuis plus d'une décennie. Selon le GSE (le

gestionnaire des services énergétiques), la puissance cumulée du pays était estimée à 37 GW en courant continu en 2024, équivalant selon EurObserv'ER à 35,8 GW en courant alternatif (chiffre repris dans le tableau 1). La puissance additionnelle a ainsi été mesurée à 6,5 GW en courant alternatif. Selon SolarPower Europe, le taux de croissance annuel un peu plus faible que celui enregistré entre 2022 et 2023 s'explique par un ralentissement du marché des segments résidentiel et commercial, du fait de la baisse des prix de l'électricité et de la disparition progressive des dispositifs de soutien et des taux d'intérêt élevés. En revanche, les installations industrielles et de grande taille ont enregistré un record historique.

En France, la forte augmentation du prix de l'électricité après la levée progressive du bouclier tarifaire, a boosté les



POVIN

Tableau n° 3

Projets d'usines de fabrication solaire photovoltaïque dans l'UE sélectionnés dans le cadre du Fonds pour l'innovation

Nom du projet	Fabricant	Pays	Appel d'offres	Nature du projet	Date estimée d'entrée en opération
MOD4PV	Trina Solar (LU) Holdings	Espagne	Appel IF23 (2023)	Usine d'assemblage de modules PV hétérojonction de 1,5 GW	à déterminer (sélectionné)
Fenice	FuturaSun	Italie	Appel IF23 (2023)	Usine de production de modules	à déterminer (sélectionné)
Projet Hope	Meyer Burger Technology AG (DE)	Allemagne et Espagne	3 ^e appel pour projets de grande taille (2022)	Unité de production de cellules et de modules hétérojonction de 3,5 GW	2027 (en cours)
Projet Dawn	Midsummer (SE)	Suède	3 ^e appel pour projets de grande taille (2022)	Usine de 200 MW de cellules et panneaux couche mince flexibles et légers	2026 (en cours)
Projet SunRise	NorSun (NO)	Norway	3 ^e appel pour projets de grande taille (2022)	Usine de production de lingots et de plaquettes de silicium de 3 GW	2025 (en cours)
Projet Sheeft	Heliup (FR)	France	2 ^e appel pour projets de petite taille (2022)	Usine de capacité de production de 100 MW de panneaux légers pour toitures commerciales et industrielles	2024 (en cours - actif)
Projet Tango	3SUN S.R.L. & Enel Green Power (IT)	Italie	1 ^{er} appel pour projets de grande taille (2020)	Extension de l'usine de cellules et modules bifaciaux HJT de 3Sun à Catane, en Italie, pour en faire une gigafactory de 3 GW	2025 (en cours)
Helixio	ArcelorMittal (LU)	France	1 ^{er} appel pour projets de petite taille (2020)	Usine de production de modules BIPV (photovoltaïque intégré au bâtiment)	2024 (en cours, ligne pilote active)

Source: SolarPower Europe, « EU market outlook for solar power 2024-2028 »

raccordements d'installations photovoltaïques en toiture et notamment ceux fonctionnant en autoconsommation. Ce « coup de boost » s'explique d'autant plus que les tarifs d'achat avec vente du surplus sont restés attractifs jusqu'en 2024, ce qui n'est plus le cas depuis le 1^{er} avril 2025 avec, par exemple, une baisse massive de 12,69 c€/kWh à 4 c€/kWh pour les installations de moins de 9 kWc. Selon le Sdes (Service des données et études statistiques du ministère de la Transition écologique), la puissance nouvellement installée a ainsi augmenté de l'ordre de 5 GW en 2024 pour atteindre 24,9 GW (en courant alternatif), comparé à 19,9 GW fin 2023 (chiffre révisé à la hausse).

Le rythme d'installation du solaire PV est resté du même ordre en Pologne, qui, selon l'Agence du marché de l'énergie (ARE) dépendant du ministère du Climat et de l'Environnement, a ajouté 4,4 GW en 2024, portant la puissance du parc polonais à 21 GW. De même, les Pays-Bas ont, selon Statistics Netherlands, ajouté près de 3,1 GW en 2024 (3,9 GW en 2023), portant la puissance du parc néerlandais à 24,4 GW. Le pays reste ainsi le plus solarisé de l'Union européenne en tenant compte du classement par habitant (1 357,6 watts/hab.). Sept autres pays de l'UE ont affiché un volume d'installation supérieur au GW : la Grèce (2,6 GW), l'Autriche (2,2 GW), le Portugal (1,8 GW), la Hongrie (1,8 GW), la Bulgarie (1,7 GW), la Lituanie (1,3 GW) et la Suède (1 GW).

Comme dans les autres régions du monde,

l'intégration massive des énergies renouvelables commence à impacter la stabilité du réseau électrique de certains pays européens, offrant des opportunités de développement du stockage « devant le compteur » (front-of-the-meter storage). De même, la hausse du prix de l'électricité offre des perspectives au marché du stockage solaire et aux batteries situées « derrière le compteur » (behind-the-meter storage). Plus précisément, ces batteries sont connectées derrière le compteur de bâtiments résidentiels, de services publics, de commerce ou d'industriels et visent à réduire les factures d'électricité. Le terme « devant le compteur » fait référence aux activités liées à l'énergie qui se déroulent du côté des services publics du réseau, impliquant généralement des infrastructures de production, de transmission et de distribution d'énergie à grande échelle. Selon la neuvième édition annuelle de l'European Market Monitor on Energy Storage (Emmes) de l'association professionnelle European Association for Storage of Energy (Ease) et du cabinet de conseil en recherche LCP Delta, 2024 a été en Europe (UE plus Royaume-Uni, Suisse et Norvège) une année record en termes de déploiement de capacité de stockage électrochimique. Selon le même rapport, pas moins de 12 GW/21,8 GWh ont été installés en 2024, répartis entre 7,1 GW/9,8 GWh de batteries « derrière le compteur » et 4,9 GW/12,1 GWh de batteries stationnaires « devant le compteur ». Cette puissance annuelle porte la puissance de

Installé près d'Alcoutim, dans la région sud de l'Algarve au Portugal, le système de batteries de 5 MW/20 MWh a été mis en service en avril 2025 et a injecté dans le réseau les premiers électrons d'énergie stockée issus de la plus grande centrale solaire du pays.

stockage électrochimique européenne à 35 GW fin 2024 (22 GW derrière le compteur et 13 GW devant le compteur). Selon le rapport, les pays les plus actifs sur le stockage « devant le compteur » sont par ordre d'importance l'Italie, la Grande-Bretagne, la Suède, l'Allemagne, l'Irlande et la Belgique. « Derrière le compteur » cette fois, à l'échelle européenne, le rapport estime le nombre de batteries domestiques à au moins 3,4 millions en 2024 (dont 1,7 million en Allemagne, 653 000 en Italie, 187 000 en Grande-Bretagne, 177 000 en Autriche et 142 000 en Belgique). LCP Delta, dans ses projections, s'attend à une accélération du rythme d'installation avec une capacité attendue de stockage électrochimique, devant et derrière le compteur, de 163 GW d'ici 2030, soit une puissance additionnelle de 128 GW/300 GWh. La Grèce, avec ses nombreuses îles, fait partie des marchés porteurs pour le stockage stationnaire, le pays, parmi les plus ensoleillés et ventés, peinant de plus en plus à écouler son électricité renouvelable. Rien qu'en mars 2025, le pays aurait perdu 200 GWh d'électricité



renouvelable, selon l'opérateur Ipto. Selon Stelios Psomas, consultant dans le domaine de l'énergie, la perte cumulée aurait été de 900 GWh en 2024, soit 3,5 % de la production renouvelable du pays. Et la perte pourrait se monter à 1,5 TWh en 2025, selon Helapco, l'association grecque pour le photovoltaïque. Pour relever ce défi, le gouvernement grec a approuvé un règlement accordant 4,7 GW de capacité de connexion pour des projets de stockage d'ici 2030.

PRÈS DE 300 TWH PRODUITS DANS L'UNION EUROPÉENNE

Comme le rappelle le rapport « European state of the climate 2024 » (Esotc 2024), publié le 15 avril 2025 par le Service Copernicus pour le changement climatique (C3S) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), la production d'énergie renouvelable et la demande d'électricité sont très sensibles aux conditions météorologiques. Selon ce rapport, en Europe, le potentiel de production d'énergie solaire photovoltaïque (PV) a été contrasté d'est en ouest avec un potentiel supérieur à la moyenne en Europe de l'Est et un potentiel nettement inférieur à la moyenne en Europe de l'Ouest. Le potentiel européen de production d'énergie solaire photovoltaïque a globalement été en 2024 inférieur à la moyenne, en particulier dans l'Europe du Nord-Ouest et dans le sud de la Scandinavie.

Malgré ce déficit d'ensoleillement, la forte augmentation des capacités de production a permis une augmentation significative de la production d'électricité solaire à l'échelle de l'Union européenne. Selon EurObserv'ER, qui s'appuie sur les premières estimations officielles disponibles, la production brute d'électricité solaire photovoltaïque a augmenté de 19,8 % entre 2023 et 2024 pour atteindre 296,8 TWh, soit 49 TWh de plus qu'en 2023. En 2024, c'est l'Allemagne et l'Espagne qui ont connu la plus forte augmentation en valeur, avec un gain identique de 10,3 TWh par rapport à 2023, soit un total de 74,1 TWh pour l'Allemagne (source AGEE-Stat) et de 53,7 TWh pour l'Espagne (source ministère de la Transition écologique). La croissance de la production a cependant été plus élevée en Espagne (+ 23,6 % par rapport à 2023) qu'en Allemagne (+ 16,1 % par rapport à 2023). L'augmentation de la production d'électricité de la France et des

Pays-Bas (+ 12,1 % et + 10,6 %) n'a pas été à la mesure de l'augmentation de leurs capacités de production, pénalisées par une année faiblement ensoleillée, avec pour chacun des gains de 2,1 TWh. À l'inverse, les pays les plus à l'est ont connu les plus fortes augmentations de la production (+ 53 % en Roumanie, + 48,3 % en Bulgarie, + 34,4 % en Pologne, + 29,6 % en Hongrie), profitant à plein de l'augmentation de leur capacité de production.

L'augmentation de l'autoconsommation est une tendance forte au sein des pays de l'Union européenne qui s'explique par la forte hausse du prix de l'électricité et la forte baisse du prix des systèmes solaires et des systèmes de stockage par batterie, et une volonté d'autonomie énergétique de plus en plus marquée de la part des citoyens européens. En Allemagne, l'AGEE-Stat, qui a revu sa méthodologie, estime la part de l'autoconsommation solaire à 18 % en 2024 (13 % en 2023). En Espagne, selon le ministère de la Transition écologique, elle a été estimée à 16 % (12,6 % en 2023). Au Portugal, elle est encore plus élevée, estimée à 31,7 % (30,2 % en 2023 selon la DGEG). En Italie, selon le GSE, elle était de l'ordre de 25 % en 2023, dernier chiffre disponible.

UNE INDUSTRIE PV EUROPÉENNE À CONTRE-COURANT

La dépendance de l'Union européenne aux importations de modules et cellules solaires chinois est une réalité. Sur les presque 60 GW installés sur le sol de l'Union européenne durant l'année 2024, seule une partie modeste de la chaîne de valeur (polysilicium, lingots et plaquettes de silicium, cellules et modules) a été produite dans des usines européennes. Il convient de préciser que cette dépendance européenne est de nature industrielle et pas énergétique car, contrairement aux dépendances liées aux importations physiques de pétrole et de gaz, un panneau solaire photovoltaïque, une fois installé sur le sol ou une toiture, produira pendant 30 à 40 ans, le rayonnement solaire assurant seul la production d'électricité.

SolarPower Europe, dans sa publication annuelle, « EU market outlook for solar power 2024-2028 », a fait un état des lieux sur la situation difficile dans laquelle les acteurs industriels européens se trouvent. Les paragraphes suivants reprennent dans une large mesure les analyses de cette organisation qui représente et soutient le



Mis en service en avril 2024, le projet Gazules se compose de deux parcs solaires – Gazules 1 et Gazules 2 – d'une capacité nominale de 46 MW chacun. RWE a installé environ 240 000 modules bifaciaux sur une superficie totale de 140 hectares. La centrale est située en Andalousie, dans la province de Cadix, et fournira chaque année de l'électricité verte à l'équivalent de 20 000 foyers espagnols.

secteur solaire photovoltaïque en Europe. Selon elle, la production européenne a peu profité de la très forte hausse du niveau des installations en 2023 et 2024 dans les pays de l'UE. L'essor mondial des nouvelles capacités de production mises en service en 2023 et 2024 a en effet provoqué des déséquilibres inédits entre l'offre et la demande, avec comme conséquence une chute des prix des modules et des autres composants à des niveaux insoutenables pour les industriels européens, avec malheureusement à la clé en 2024 des annonces de fermetures et de faillites. Toujours selon SolarPower Europe, parmi les fabricants européens qui n'ont pas interrompu leur production, beaucoup fonctionnent à des taux d'utilisation très faibles. Cela a considérablement réduit

leur production par rapport à leurs capacités annoncées, aggravant encore la pression actuelle sur l'industrie solaire, avec la volonté pour certains de se délocaliser aux États-Unis.

Face à cette situation, les institutions politiques de l'UE tentent de résister à ces rapports de force et de maintenir sur le sol européen les compétences et les capacités industrielles. Dans ce cadre, en juin 2024, l'UE a adopté la loi européenne pour une industrie zéro émission (NZIA), un règlement qui fixe notamment l'objectif d'atteindre d'ici 2030 au moins 30 GW de production solaire européenne à chaque étape de la chaîne de valeur. Pour éclairer la situation et mesurer le chemin à accomplir, le rapport de SolarPower Europe a dressé un état de lieux de la

réalité industrielle européenne du solaire photovoltaïque, et ce sur l'ensemble de la chaîne de valeur, du silicium aux modules et aux onduleurs. Sur le segment des onduleurs, le seuil des 30 GW est déjà largement atteint depuis plusieurs années, avec une capacité de production de 92,9 GW et 15 acteurs présents sur ce marché (SMA, Fronius, Power Electronics...), et ce grâce à une industrie européenne mature dans ce segment, principalement active au niveau national, mais également bien implantée sur les marchés internationaux comme les États-Unis et l'Australie.

En ce qui concerne les différentes étapes de la fabrication de modules (de la production du polysilicium, puis des lingots et des plaquettes, puis des cellules et enfin des modules), seule la partie production de

polysilicium est proche de l'objectif européen, avec un seul fabricant, le groupe chimique allemand Wacker, qui dispose de deux sites de production en Allemagne pour une capacité de production totale de 26,1 GW. Le bémol est que cette capacité englobe une activité liée aux semi-conducteurs (et donc aux débouchés en rapport avec l'électronique) en plus de celle liée au photovoltaïque. L'autre fabricant, REC Solar Norway, a quant à lui cessé ses activités en novembre 2023.

Concernant l'étape de la fabrication de lingots et de plaquettes, l'Europe se trouve actuellement sans aucune capacité opérationnelle, les principaux fournisseurs norvégiens, Norsun et Norwegian Crystals,





ayant suspendu ou arrêté leur production en 2023.

La capacité de production annuelle de 2 GW de cellules photovoltaïques européennes repose désormais sur les importations de plaquettes non européennes. Six acteurs européens sont encore impliqués dans la production de cellules, dont un seul significatif, le suisse **Meyer Burger** (avec 1,4 GW de capacité), qui produit encore des cellules dans son usine allemande de Thalheim. Le fabricant prévoyait de transférer sa production de cellules d'Allemagne vers les États-Unis, après avoir fermé sa production de modules photovoltaïques européens en mars 2024. Cependant, la récente restructuration de l'entreprise a mis un terme à ce projet et le site de production de cellules existant, en Allemagne, reste en activité. La capacité de production de cellules européennes pourrait cependant augmenter dès cette année. L'entreprise italienne **3Sun**, propriété d'**Enel Green Power**, qui dispose déjà

d'une ligne de production de cellules et de modules hétérojonction (HJT) de 200 MW, prévoit en effet d'augmenter la capacité de production de son usine à 3 GW dès cette année. Le fabricant de cellules et de modules néerlandais **MCPV** a également annoncé son intention d'investir dans une capacité de 6 GW, avec une première phase en 2026.

Un développement notable pour le segment des modules en France concerne la vente de Photowatt, en septembre 2024, par **EDF Renouvelables**, à **Carbon**, une start-up française qui prévoit de développer une gigantesque usine solaire intégrée verticalement d'ici 2026. Carbon a annoncé un investissement de 44 millions d'euros pour soutenir et intégrer les activités cellules et modules de Photowatt à son projet. La capacité prévue de la gigantesque usine d'ici 2026-2027 comprend 5 GW pour les phases lingots/plaquettes et cellules, et 3,5 GW pour les modules. Pour commencer, Carbon lancera une ligne pilote

Eneco, fournisseur d'électricité verte en Belgique, a inauguré, à Ville-sur-Haine, en février 2025, le plus grand parc de batteries du pays. Le site peut désormais stocker jusqu'à 200 MWh d'énergie, à une puissance de 50 MW, ce qui équivaut à 4 heures d'énergie sur le réseau haute tension.

d'assemblage de modules de 500 MW dont l'ouverture est prévue fin 2025.

Enfin, les capacités de fabrication de modules sont estimées par SolarPower Europe à 12,6 GW (54 compagnies impliquées) en 2024, un chiffre malheureusement en diminution par rapport à 2023 (14,6 GW), en raison de fermetures d'usines et de faillites annoncées en 2024. La diminution la plus importante concerne la fermeture de l'usine de modules de **Meyer Burger** de Freiberg (1,4 GW) au printemps 2024, à laquelle s'ajoute la fin des activités de **Systovi**, **SolarWatt** et **Exasun**.

Concernant les projets d'ouverture de nouvelles capacités de production de modules, SolarPower Europe précise que beaucoup ont été abandonnés, retardés ou ne se sont pas encore concrétisés. Il en résulte seulement 300 MW de capacité de production supplémentaire en 2024, sur les plus de 4 GW initialement annoncés. Sur cette nouvelle capacité, **Heliup**, start-up solaire française spécialisée dans les modules légers pour les grandes toitures, a inauguré une ligne de production de 100 MW en 2024 au Cheylas, en France, afin de compléter sa ligne pilote existante au Bourget-du-Lac. À ce jour, le plus gros producteur européen de modules demeure **Recom Technology**, qui a maintenu sa capacité de 3,2 GW après avoir déplacé sa production de la France vers l'Italie en 2024. En novembre dernier, le fabricant de cellules et modules chinois **DAS Solar** a également annoncé un investissement pour la construction en 2025 d'une usine de 3 GW de modules à Mandeuve. Le prochain baromètre sera l'occasion de mesurer l'effectivité de ces annonces.

Pour aider à relancer la production solaire sur le sol européen, l'Union européenne dispose d'instruments de financement comme le Fonds d'investissement européen. Les deux derniers projets solaires lauréats du 4^e tour du Fonds d'innovation (IF23) annoncés par la Commission européenne en octobre 2024 concernent **MOD4PV**, un projet de construction d'une

unité d'assemblage de modules hétérojonction de 1,5 GW porté par une entité européenne du fabricant chinois **Trina Solar**, ainsi qu'une usine de modules portée par l'italien **FuturaSun**. Cependant, peu de projets d'usines solaires sélectionnés depuis 2021, lors des précédents appels à projets, se sont concrétisés. Certains ont été annulés et d'autres suspendus, faisant les frais de nouveaux choix stratégiques des entreprises concernées. Le seul projet photovoltaïque d'envergure financé et mis en œuvre avec succès grâce au Fonds d'innovation à ce jour est le **Tango**, qui vise à agrandir la gigafactory à hétérojonction (HJT) de **3Sun** à Catane, en Italie. Cette usine est la première en Europe à produire des panneaux bifaciaux en masse avec la technologie HJT. La production a démarré au deuxième trimestre 2024 et devrait atteindre une capacité totale de 3 GW en 2025.

UNE NOUVELLE ÉVALUATION DES PLANS CLIMAT À PRÈS DE 650 GW D'ICI 2030

La publication au *Journal officiel de l'Union européenne* de la directive énergie renouvelable (dite RED III) n° 2023/2413 du 18 octobre 2023 a ouvert le champ des possibles pour la filière photovoltaïque. Elle stipule que « les États membres veillent collectivement à ce que la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030 soit d'au moins 42,5 % » et que « les États membres

s'efforcent collectivement de porter à 45 % la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030 ». Ce nouvel objectif, avec une échéance extrêmement proche, a conduit les États membres à fortement réévaluer la contribution de l'énergie solaire photovoltaïque dans le cadre de la mise à jour de leurs plans nationaux énergie climat intégré (Pnec). À la date du 23 avril 2025, l'essentiel des Pnec était finalisé et publié sur le site de la Commission européenne (à l'exception de ceux de la Belgique, de l'Estonie et de la Pologne), après la prise en compte des recommandations de cette même Commission. Selon **EurObserv'ER**, qui a repris les dernières évaluations des objectifs photovoltaïques 2030 détaillés dans les Pnec finaux, l'objectif global à l'échelle de l'UE a augmenté à 648,6 GW pour 2030, en prenant en compte les hypothèses hautes. En parcourant les Pnec, il n'est pas toujours clair que les objectifs soient exprimés en courant alternatif ou en courant continu. L'objectif allemand de 215 GW est par exemple, selon les précisions apportées par l'AGEE-Stat, exprimé en courant continu. Une clarification au niveau de chaque pays membres permettrait de mieux appréhender l'objectif cumulé de l'Union européenne exprimé en MWac. Selon **EurObserv'ER**, il devrait être relativement proche de celui formulé dans le cadre du plan **RePowerEU**, qui visait l'installation de 600 GW en courant alternatif d'ici 2030 (un objectif

équivalent à 750 GW en courant continu selon une estimation de **SolarPower Europe**).

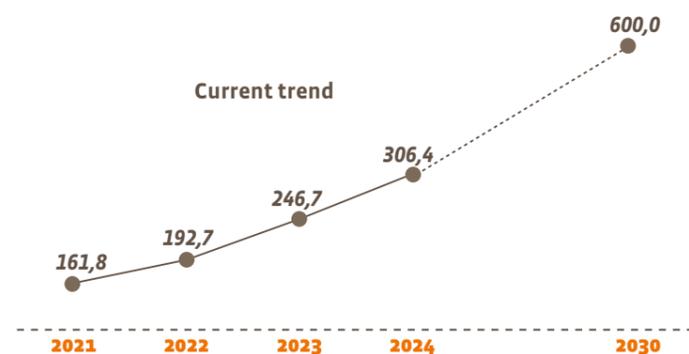
La dynamique actuelle reste donc très favorable au solaire photovoltaïque avec un doublement attendu de la puissance en courant alternatif en l'espace de 6 ans. Ce développement sera un véritable défi pour les gestionnaires du réseau électrique, avec à clé des nouvelles opportunités pour les technologies de stockage, le déplacement de certaines consommations et un développement encore plus affirmé de l'autoconsommation, que ce soit pour les particuliers, les collectivités ou les entreprises. □

Sources : AGEE-Stat (Allemagne), GSE-Terna (Italie), Sdes (France), ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge (Espagne), Statistics Pays-Bas (Pays-Bas), Statistics Autriche (Autriche), SPF Économie (Belgique), Cres (Grèce), Mavir (Hongrie), MEHK (Hongrie), ESO (Bulgarie), ARE (Pologne), DGEG (Portugal), INS (Roumanie), Statistics Suède (Suède), Statistics Lituanie (Lituanie), Litgrid (Lituanie), Elering (Estonie), Ast (Lettonie), Statistics Finlande (Finlande), Danish Energy Agency (Danemark), Eirgridgroup (Irlande), NSO (Malte), Cypriot Transmission Grid Operator (Chypre), Statistical Office SiStat (Slovénie), Statec (Luxembourg), Irena, EurObserv'ER.

Le prochain baromètre traitera du solaire thermique et du solaire thermodynamique

Graphique n° 3

Projection **EurObserv'ER** de l'évolution de la puissance photovoltaïque nette* installée de l'Union européenne (en GW)



* Puissance électrique maximale nette, hors réseau inclus, exprimée en courant alternatif.
Source : **EurObserv'ER** 2025



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)**, **TNO (NL)**, **Renac (DE)**, **Fraunhofer ISI (DE)**, **VITO (BE)** 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.

