



La plus grande centrale solaire thermique de France a été inaugurée en juin 2019. D'une surface de 4 200 m², elle alimente en eau chaude la papeterie Lecta de Condat-sur-Vézère (Dordogne).



+ 1,5 %

Hausse du marché solaire thermique de l'Union européenne en 2019

BAROMÈTRES SOLAIRE THERMIQUE ET SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

Une étude réalisée par EurObserv'ER



Le marché solaire thermique dédié à la production de chaleur, chauffage et eau chaude est, à l'échelle de l'Union européenne, parvenu à se maintenir en 2019. Selon les premières estimations disponibles, la superficie totale des capteurs installés devrait s'établir à un peu moins de 2,3 millions de m², soit en légère augmentation par rapport à 2018 (+ 1,5 %). La situation reste cependant nuancée selon les pays et la filière cherche toujours à se réinventer pour répondre au formidable défi de la neutralité climatique.

Les centrales thermodynamiques ou solaires thermiques à concentration (CSP) regroupent l'ensemble des technologies qui visent à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur de très haute température pour la valoriser ensuite en électricité. L'essentiel du développement actuel des centrales thermodynamiques se situe dans des régions où les conditions d'ensoleillement sont très propices, telles que la Chine, l'Inde, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Moyen-Orient ou le Maghreb. Dans l'Union européenne, le rythme d'installation des nouvelles centrales CSP évolue de façon plus lente. Après une vague d'installations qui s'est concentrée en Espagne entre 2007 et 2014, le marché s'est grandement ralenti. En 2019, le compteur de l'Union européenne a légèrement augmenté et s'est établi à 2 323 MWe avec la mise en service officielle en France du projet eLLO situé dans les Pyrénées-Orientales.

54 millions de m²

Surface des capteurs solaires thermiques installée dans l'UE, fin 2019

2 323 MWe

Puissance électrique des centrales héliothermodynamiques de l'UE, fin 2019



Après avoir repris quelques couleurs en 2018, la filière solaire thermique, tous segments de marché confondus, est parvenue à se maintenir en 2019 en termes de nouvelles superficies de capteurs installés. Cependant, les situations des différents marchés sont contrastées. De nouvelles baisses d'activité ont été observées sur certains grands marchés historiques (Allemagne, Autriche, Italie notamment) mais dans des proportions qui ont pu être compensées par un regain d'activité sur le marché des réseaux de chaleur solaire au Danemark, sur le segment des systèmes thermosiphons en Grèce et à Chypre et par la chaleur solaire industrielle aux Pays-Bas.

L'année 2020, quant à elle, reste encore incertaine. Comme beaucoup d'autres secteurs d'activités, le marché a été ralenti pendant de nombreuses semaines par la pandémie de Covid-19. La fin des effets liés au programme des appels d'offres solaires thermiques municipaux en Pologne devrait également avoir un impact négatif sur le marché. De plus, le marché européen ne bénéficiera pas en 2020 de l'installation des réseaux de chaleur solaire danois au même niveau qu'en 2019 (près de 200 000 m²). En effet, la possibilité donnée aux fournisseurs de chaleur danois de compenser leurs obligations de réduction de consommation énergétique dans leur réseau par l'utilisation de chaleur solaire est arrivée à terme mi-2019. Cependant, quelques points positifs sont à signaler, notamment un très bon début d'année pour le marché français en termes de commandes auprès de fournisseurs de systèmes, après une année décevante.

PRÈS DE 2,3 MILLIONS DE M² INSTALLÉS DANS L'UE À 28 EN 2019

Selon EurObserv'ER, un peu moins de 2,3 millions de m² de superficie de capteurs solaires thermiques ont été installés durant l'année 2019 dans l'UE à 28. Ce chiffre est équivalent à une puissance de 1 594,8 MWth et représente une augmentation de l'ordre de 1,5 % sur un an. Ces données de marché prennent en compte les systèmes utilisant les capteurs plans vitrés et les capteurs à tubes sous vide, technologies destinées à la production d'eau chaude sanitaire et au chauffage dans le résidentiel ainsi qu'à la production de chaleur et d'eau chaude destinée aux réseaux de chaleur ou à l'industrie. Les données prennent également en compte les capteurs non vitrés, davantage utilisés pour le chauffage des piscines.

UNE DYNAMIQUE PLUS FAVORABLE AU SUD DE L'EUROPE

Si depuis deux ans, le marché européen du solaire thermique ne recule plus, les tendances sur les principaux marchés sont globalement restées inchangées. Le marché européen du solaire thermique a continué de bénéficier d'une dynamique positive des marchés grec (+10 % par rapport à 2018) et chypriote (+23,7 %). Ces deux marchés sont un peu spécifiques car ils reposent en grande partie sur les équipements de type thermosiphon (voir encadré ci-dessous). La dynamique de marché a également été très positive aux Pays-Bas (+48 % en

2019), soit 53 443 m² installés, selon les données de Statistics Netherlands. Cette forte croissance s'explique en partie par la mise en service d'une très grande installation à usage industriel (voir plus loin).

Le marché espagnol, qui bénéficie d'une des réglementations les plus favorables en matière de solaire thermique dans la construction de logements neufs, est, quant à lui, parvenu à se maintenir. Selon les données du ministère de la Transition écologique, il s'est établi à 204 150 m² en 2019 (193 650 m² de capteur plans vitrés, 7 600 m² de capteurs sous-vide et 2 900 m² de capteurs non vitrés). Le ministère précise qu'environ 3 000 m² de capteurs hybrides PV-T ont également été installés en 2019.

La situation du marché solaire thermique reste cependant toujours difficile sur les marchés historiquement importants. Ainsi, le marché allemand est selon l'AGEE-Stat, une nouvelle fois en baisse (-10,9 % entre 2018 et 2019, soit 511 000 m²). Le marché autrichien est également en net recul et passe sous le seuil des 100 000 m² (90 810 m² en 2019 selon Statistics Austria). La dynamique a aussi été moins favorable en Pologne. Selon le SPiUG, la superficie des capteurs solaires thermiques installés durant l'année 2019 est en recul de 15 % par rapport à 2018, ce qui correspond à un niveau de marché en 2019 de 263 000 m².

En Italie, selon Assotermica, le marché des capteurs plans vitrés et celui des capteurs à tubes sous vide sont tous les deux en baisse de l'ordre de 8 %. En France, selon Uniclimate, le marché métropolitain a également souffert (-15 %), en particulier

sur le segment de marché du collectif. La baisse est encore plus sensible en prenant en compte le marché des départements d'outre-mer, qui après une très bonne année 2018 marque le pas en 2019 (voir plus loin).

Les raisons de la baisse du volume d'activité sur ces marchés restent les mêmes que celles explicitées les années précédentes. Les systèmes solaires thermiques individuels ou de petit collectif (hôtels, multi-habitations, etc.) sont souvent en concurrence sur la partie de toit disponible avec le marché très porteur de l'autoconsommation photovoltaïque. De même, les systèmes résidentiels qui combinent eau chaude et chauffage sont très peu diffusés, hormis en Allemagne, et font face à la forte concurrence des pompes à chaleur air-air réversibles. Le solaire thermique continue également de souffrir d'un déficit de communication auprès du grand public et des décideurs politiques, et d'un manque de recommandation des installateurs chauffagistes, qui souvent, faute de temps, proposent des solutions plus rapides à installer comme les chauffe-eau thermodynamiques. C'est particulièrement le cas quand le remplacement du système de chauffage n'est pas programmé en pleine saison de chauffe. Dans ce cas, le remplacement se fait souvent par un système de même nature, mais plus performant (ex : remplacement d'une chaudière gaz par une chaudière gaz à condensation).

LE MARCHÉ DES SDH SE DÉPLACE EN EUROPE CENTRALE

Les réseaux de chaleur intégrant une contribution solaire thermique, plus communément appelés réseaux de chaleur solaire ou Solar District Heating (SDH), suscitent un intérêt croissant dans le cadre de la mise en place des politiques urbaines. Le Danemark reste aujourd'hui au niveau mondial le pays leader en la matière. Selon le bureau d'études danois PlanEnergi, le pays a franchi durant l'année 2019 le seuil symbolique du gigawatt installé (plus de 1,1 GWth comptabilisé en juin 2019). Cela représente l'équivalent d'une superficie de capteurs de 1,6 million de m² alimentant pas moins de 120 réseaux de chaleur. Selon PlanEnergi, durant la seule année 2019, près de 191 310 m² de capteurs solaires ont été



Chauffe-eau solaire compact à thermosiphon à Chypre

raccordés à des réseaux de chaleur, soit une dizaine de nouveaux réseaux équipés et cinq extensions de champs de capteurs existants. Ces installations ont par ailleurs toutes été effectuées durant le premier semestre de l'année. Le niveau d'installation est donc en nette augmentation par rapport à celui de 2018, où 65 879 m² avaient été raccordés. Parmi les principales nouvelles réalisations, on peut citer le réseau de chaleur solaire de Ringe (31 224 m²), celui d'Hadsten (24 517 m²) ou celui de Høng (20 160 m²). De même, les extensions de Sæby où 25 313 m² ont été ajoutés aux 11 921 m² déjà installés et celui de Grenaa (20 673 m² ajoutés au 12 096 m² existants) sont notables. Le plus grand réseau de chaleur solaire du pays reste celui de Silkeborg. Il dispose d'une puissance solaire de 110 MW, équivalant à une superficie de capteurs de 156 000 m² (l'équivalent de 60 terrains de football). Les raisons du succès du marché des réseaux de chaleur au Danemark s'expliquent par un accord entre l'État et les entreprises danoises de fourniture d'énergie établissant des contraintes de réduction de consommation sur les réseaux de chaleur, réductions qui pouvaient être remplacées par une injection de chaleur solaire sur ces mêmes réseaux. Initialement, cette réglementation devait prendre fin en 2016, mais

un nouvel accord, signé le 16 décembre 2016, avait étendu le dispositif jusqu'à fin juin 2019. Cela a eu pour effet de booster les installations de SDH durant le premier semestre de l'année passée. Cette application représente l'essentiel du marché solaire danois. Ainsi, à titre de comparaison, le marché des systèmes individuels solaires thermiques est estimé à 3 000 m² en 2019 par PlanEnergi.

En 2019, selon l'étude annuelle Solar Heat Worldwide du programme SHC de l'AIE (Agence internationale de l'énergie), pas moins de 22 champs de capteurs solaires ont été raccordés à des réseaux de chaleur en Europe. En plus des 15 situés au Danemark, 6 ont été mis en service en Allemagne, alimentant les villes de Liggeringen, Gutleutmaten, Moosach, Potsdam, Halle-Saale et Erfurt (soit 14 700 m² au total) et un en Lettonie alimentant la ville de Salaspils (21 700 m²). Ce dernier projet, construit en six mois, a nécessité un investissement de 7 millions d'euros, financé à hauteur de 2,73 millions d'euros par le Fonds de cohésion de l'Union européenne. Au sein de l'UE28, le total des capteurs raccordés à des réseaux de chaleur a ainsi représenté en 2019 une superficie de l'ordre de 227 710 m², soit 10 % de la superficie totale installée en 2019.

Dans les systèmes solaires thermiques de type thermosiphon, le ballon d'eau chaude est situé au-dessus du capteur et ne nécessite pas l'utilisation d'une pompe électrique pour faire circuler le fluide caloporteur. Quand le liquide caloporteur contenu dans les capteurs solaires chauffe, il se dilate et devient moins dense que le liquide froid. Le liquide caloporteur chaud (plus léger) des capteurs monte alors naturellement dans le ballon de stockage et le liquide caloporteur froid (plus lourd) du ballon descend dans les capteurs. Pour les jours sans soleil, une résistance électrique peut servir d'appoint. Le marché des systèmes de type thermosiphon se situe essentiellement dans les pays et régions disposant d'un climat méditerranéen. Dans les zones au climat plus tempéré (climat océanique et continental), l'essentiel des ventes concerne des systèmes plus sophistiqués équipés d'une petite pompe qui amène le fluide caloporteur jusqu'au ballon d'eau chaude. On parle alors de système à circulation forcée.

Tabl. n° 1
Surfaces annuelles installées en 2018 par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

Pays	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance équivalente
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	505 000	68 500		573 500	401,5
Grèce	328 500			328 500	230,0
Pologne	300 000	10 000		310 000	217,0
Espagne	191 966	9 698	3 866	205 530	143,9
Italie	157 900	21 500		179 400	125,6
France*	146 639			146 639	102,6
Autriche	99 734	1 038	617	101 389	71,0
Danemark	71 879			71 879	50,3
Portugal	56 000	1 000		57 000	39,9
Chypre	56 552			56 552	39,6
Pays-Bas	28 089	5 409	2 621	36 119	25,3
Belgique	25 000	4 900		29 900	20,9
Rép. tchèque	16 500	7 500		24 000	16,8
Bulgarie	23 498			23 498	16,4
Hongrie	16 000	5 000		21 000	14,7
Croatie	18 850	592		19 442	13,6
Roumanie	7 200	9 600		16 800	11,8
Irlande	13 041			13 041	9,1
Royaume-Uni	7 038			7 038	4,9
Finlande	5 000	1 000		6 000	4,2
Slovaquie	5 000			5 000	3,5
Luxembourg	3 418			3 418	2,4
Lituanie	750	1 250		2 000	1,4
Suède	1 755	167		1 922	1,3
Lettonie	1 350	250		1 600	1,1
Slovénie	1 300	250		1 550	1,1
Estonie	900	600		1 500	1,1
Malte	486	122		608	0,4
Total UE 28	2 089 345	148 376	7 104	2 244 825	1 571,4
Total UE 27	2 082 307	148 376	7 104	2 237 787	1 566,5

* Dont 97 139 m² dans les départements d'outre-mer. Source : EurObserv'ER 2020.

DES PROJETS INNOVANTS DE CHALEUR SOLAIRE INDUSTRIELLE

Le segment de marché de la chaleur et du froid industriel solaire monte également graduellement en puissance avec des systèmes allant de plusieurs centaines à plusieurs milliers de m² de capteurs dans des secteurs d'activité aussi variés que l'industrie agroalimentaire, la papeterie,

les stations de lavage ou le chauffage de serre. Selon l'étude *Solar Payback SHIP Supplier Surveys 2018 and 2019*, l'Allemagne a mis en service 9 installations solaires thermiques industrielles en 2018 (1 589 m²) et 11 nouvelles en 2019 (1 470 m²). L'Espagne a quant à elle mis en service 3 installations en 2018 (1 218 m²) et 3 autres en 2019 (386 m²). En France, en juin 2019 a

été inaugurée une centrale solaire thermique de 4 200 m² destinée à alimenter en eau chaude la papeterie de Condat-sur-Vézère, en Dordogne. Autre exemple, à Merville dans le Nord, une installation de 1 270 m² produit de l'eau chaude destinée à la station de lavage d'une entreprise de transport. Aux Pays-Bas, une installation de 9 300 m² de capteurs plans solaires

thermiques a été mise en service en 2019 alimentant en eau chaude et en chaleur une serre (Tesselaar Freesias Greenhouse) dédiée à la production de fleurs de type freesia et de bulbes, avec une puissance de chauffe équivalant à la consommation annuelle de plus de 400 000 m³ de gaz naturel. L'eau préchauffée est stockée dans un espace thermique de 1 300 m³ pour garder les serres au chaud la nuit avec la chaleur générée pendant la journée. L'excès de chaleur est stocké dans le sol avec un système de stockage de chaleur et de froid. En cas de journées particulièrement chaudes, le

système pompe de l'eau froide pour refroidir les cultures. En hiver, l'eau chaude est pompée et l'eau refroidie repoussée dans le sol pour la maintenir en équilibre.

UN PARC SOLAIRE THERMIQUE DE 54 MILLIONS DE M² FIN 2019

Selon EurObserv'ER, la superficie totale du parc de l'Union européenne s'établit à 54 millions de m² (37 813 MWth), en augmentation de 2,5 % par rapport à 2018 (tableau 3, p. 11). Elle représente plus de 10 millions de systèmes installés

dans l'Union européenne. Cette estimation comprend les trois principales technologies solaires thermiques (capteurs plans vitrés, capteurs à tubes sous vide et capteurs non vitrés) et intègre les hypothèses de déclassement des installations les plus anciennes intégrées par les experts contactés durant l'étude et les données n-1 publiées par Eurostat. Dans le cas d'absence d'informations officielles, EurObserv'ER s'appuie sur les données de marché qu'il a collectées en appliquant une hypothèse de déclassement de vingt ans pour les capteurs

Un marché PV-T qui se structure

Ce baromètre présente pour la première fois un indicateur spécifique concernant la technologie des capteurs hybrides thermiques photovoltaïques sur vecteur eau (PV-T eau). Ces capteurs sont en effet capables de produire en même temps de l'électricité et de la chaleur (eau chaude sanitaire et chauffage). Les PV-T sur vecteur eau utilisent la chaleur dégagée par les cellules photovoltaïques pour chauffer un fluide caloporteur à base d'eau, ce qui améliore le rendement des cellules PV tout en valorisant de la chaleur solaire utile pour l'eau chaude sanitaire ou le chauffage. Ces capteurs peuvent être de deux types, non-vitrés et vitrés. Dans ce dernier type de capteur, une plaque de verre supplémentaire est superposée au-dessus du module photovoltaïque. Une autre technologie de capteur hybride PV-T utilise l'air comme fluide caloporteur. Ce procédé (également appelé système aérovoltaique) est utilisé pour apporter une contribution au chauffage de locaux.

Disposer d'une représentation précise du marché européen du solaire hybride PV-T reste encore un exercice difficile avec des estimations provenant de différentes sources, parfois contradictoires. Les organismes officiels comme les offices statistiques et les bureaux statistiques nationaux, contactés lors de l'enquête EurObserv'ER, comptabilisent rarement ce segment de marché, ou de fait de règles afférentes au secret statistique (mises en œuvre quand les volumes sont trop faibles), ne communiquent pas de données. Les industriels qui se sont positionnés sur ce segment de marché hésitent à dévoiler publiquement leurs données d'activité afin de préserver leur part de marché et de limiter l'arrivée de nouveaux concurrents.

Le rapport annuel Solar Heat Worldwide Edition 2020, publié en mai 2020, réalisé en partenariat par le programme Solar Heating and Cooling de l'Agence internationale de l'énergie et le ministère fédéral autrichien de l'Action climatique, de l'Énergie, de l'Environnement, de la Mobilité, de l'Innovation et de la Technologie, donne cependant pour la première fois des indications sur le marché mondial et européen. Les données de parc présentées dans ce rapport reprennent une étude réalisée par la Task 60 du programme IEA SHC éditée par le bureau d'études autrichien AEE Intec complétée pour les données de parcs 2019 par le même bureau d'études.

Concernant uniquement le segment de marché des PV-T utilisant l'eau comme fluide caloporteur et regroupant les capteurs PV-T non vitrés et vitrés, les données disponibles pour les pays de l'Union européenne indiquent un parc en opération de 188 542 m² fin 2019, comparé à un chiffre de 152 422 m² en 2018, soit une progression de 36 120 m². La puissance thermique équivalente du parc de l'Union européenne des capteurs PV-T sur vecteur eau était en 2019 de 94,8 MWth couplée à une puissance électrique de 34,3 MWc (MW crête). Les pays les plus impliqués sont l'Allemagne avec une superficie totale en opération de 112 074 m² (56,2 MWth, 20,7 MWc), suivi par les Pays-Bas (30 543 m², soit 15,2 MWth et 5,6 MWc), l'Italie (15 501 m², 7,8 MWth et 2,8 MWc), l'Espagne (12 902 m², 6,7 MWth et 2 MWc) et la France (12 687 m², 6,4 MWth et 2,3 MWc). En Espagne, selon le ministère de la Transition écologique, la superficie totale en opération des capteurs PV-T sur vecteur eau serait plus importante que l'estimation du SHC, de l'ordre de 63 000 m² fin 2019. La superficie des capteurs PV-T sur vecteur eau nouvellement installée durant l'année 2019 est, elle, estimée par le ministère aux environs de 3 000 m².

Le rapport du SHC présente également des données de parcs sur les autres types de capteurs PV-T utilisant l'air comme fluide caloporteur ou – moins répandu – des tubes sous vide ou des miroirs à concentration. Le PV-T sur vecteur air est à ce jour quasi-exclusivement développé en France où il représente fin 2019 une superficie de 471 900 m² (257,2 MWth et 80,2 MWe). Dans l'UE28, quelques centaines de m² sont également recensés au Royaume-Uni (348 m²), en Belgique (290 m²), au Luxembourg (145 m²) et en Allemagne (85 m²).

vitrés et de douze ans pour les capteurs non vitrés. En 2019, la surface cumulée n'a augmenté que de 1,3 million de m², ce qui signifie un déclassement des systèmes mis hors service de l'ordre de 1 million de m².

ACTUALITÉS DES PRINCIPAUX MARCHÉS EUROPÉENS

BAISSE DE LA CONTRIBUTION DE LA CHALEUR SOLAIRE EN ALLEMAGNE

Le marché allemand, s'il demeure le premier marché européen, est une nouvelle fois en recul. Selon les données fournies par l'AGEE-Stat, il s'est établi à 511 000 m² en 2019 (441 000 m² de capteurs plans vitrés et 70 000 m² de capteurs sous vide), soit un recul de 10,9 % par rapport à 2018. Ce niveau de marché est désormais très proche de la surface mise hors service, estimée par l'AGEE-Stat à 454 700 m² en 2019 (449 700 m² de capteurs vitrés et 5 000 m² de capteurs non vitrés). Les mises hors service expliquent que la totalité du parc allemand n'a augmenté

que de 56 790 m² en 2019, passant de 19,27 millions de m² à 19,33 millions de m². Par ailleurs, du fait d'un ensoleillement moindre en 2019, la contribution de la production d'énergie primaire solaire thermique est en diminution, passant de 31 950 TJ en 2018 (763,1 ktep) à 30 539 TJ en 2019 (729,4 ktep).

Les difficultés du marché solaire thermique sur le segment du résidentiel s'expliquent notamment par la très forte concurrence des systèmes photovoltaïques et des pompes à chaleur sur le segment du chauffage. L'Allemagne est cependant de plus en plus incisive sur le segment de marché des réseaux de chaleur solaire et de la chaleur industrielle. En 2019, la superficie de capteurs solaires thermiques raccordés à un réseau de chaleur a fortement augmenté dans le pays. Selon une étude du Steinbeis Research Institute Solites, le pays a installé pas moins de 35 000 m² en 2019, ce qui a permis d'augmenter la puissance des réseaux de chaleur solaire de l'ordre de 50 %. Solites précise que certains de ces systèmes installés en

2019 sont entrés en service au début de l'année 2020. Selon leur décompte, 38 réseaux de chaleur solaire étaient en fonctionnement en février 2020, soit approximativement 75 057 m², 6 autres sont en planification pour une superficie de capteur de 29 879 m² et 37 sont en phase d'études préparatoires pour une superficie de 142 533 m². Le plus important réseau de chaleur solaire mis en service au cours du premier trimestre 2020 est celui de Ludwigsburg qui dispose d'un champ de capteurs de 14 800 m². Selon Solites, la montée en puissance des réseaux de chaleur solaire s'appuie sur une technologie désormais mature et sur les bons résultats d'exploitation des premiers projets commerciaux qui ont convaincu les services publics de l'énergie.

L'inconvénient, à savoir les coûts d'investissement élevés, a été résolu et a fait l'objet de solides programmes de soutien gouvernementaux. Les faibles coûts d'exploitation des SDH et le prix de la tonne de carbone ouvrent des perspectives de croissance intéressantes au secteur.

Le stockage de la chaleur, un axe de développement clé

L'association Solar Heat Europe dans sa publication Solar Heat Markets in Europe de novembre 2019 rappelle que compte tenu de l'urgence d'agir pour décarboner notre système énergétique à un rythme sans précédent, nous devons reconnaître et exploiter au mieux l'exceptionnelle capacité de stockage énergétique que peut offrir le solaire thermique. L'association considère que le potentiel du stockage d'énergie thermique est souvent négligé malgré le fait qu'il est moins cher que les autres solutions de stockage disponibles. Un des grands avantages du stockage de la chaleur est son adaptabilité et sa flexibilité qui lui permettent d'intégrer différentes solutions de production de chaleur et de froid renouvelables (solaire thermique, biomasse, énergie ambiante et géothermie). De même, la chaleur peut être un vecteur de stockage de volume d'électricité provenant de filières renouvelables variables comme le photovoltaïque ou l'éolien. Selon Didier Guillot, du groupe Engie, un des enjeux importants du stockage de la chaleur est aujourd'hui la convergence entre l'électricité et la chaleur à travers la notion de "smart thermal grid". Les réseaux de chaleur solaires sont des réseaux très flexibles et cette flexibilité peut être utilisée en association aux réseaux électriques. C'est notamment ce qui se passe au Danemark où les enjeux d'intégration des énergies renouvelables ne sont plus sur la flexibilité des énergies primaires utilisées, mais sur la flexibilité de la conversion d'énergie. Ainsi, la chaleur va de plus en plus être non seulement une énergie utile issue d'une installation renouvelable ou pas, mais aussi un vecteur de stockage qui sera ensuite consommé en fonction de l'évolution de la courbe des besoins. Il existe des solutions de stockage thermique spécifiques adaptées pour répondre à différents besoins, que ce soit à petite échelle (ballon d'eau chaude individuel) ou à grande échelle, avec du stockage intersaisonnier (sous forme de stockage en aquifère, caverne souterraine ou en puits de surface) pour l'alimentation de réseaux de chaleur à l'échelle d'une ville ou d'un quartier, mais également pour des usages industriels, comme c'est le cas pour la serre de production de fleurs Fresia précédemment citée (Pays-Bas). Atteindre la neutralité carbone nécessitera la mise en œuvre de nouveaux moyens techniques permettant d'augmenter la consommation de chaleur et de froid issus de sources renouvelables. Comme pour le stockage électrochimique, des investissements supplémentaires dans la recherche et l'innovation devraient accélérer le développement de nouvelles applications de stockage d'énergie thermique. La filière solaire thermique n'a pas fini de se réinventer pour répondre au formidable défi de la lutte contre le dérèglement climatique.

LE MARCHÉ GREC PROSPÈRE EN DÉPIT DE LA CRISE ÉCONOMIQUE

La Grèce, avec 0,453 m² par habitant est, avec l'Autriche, un marché mature du solaire thermique, avec une industrie qui est montée en puissance dès le milieu des années 1970 et un marché de renouvellement important. La technologie solaire thermique est parfaitement établie dans le pays et repose essentiellement sur des systèmes individuels de type thermosiphon. Un système typique est composé d'un système de stockage d'eau chaude compris entre 150 et 300 litres

directement adossé à un capteur plan vitré d'une superficie comprise entre 2 et 4 m².

Selon l'EBHE (l'Association grecque de l'industrie du solaire), le marché 2019 a été plus important qu'attendu, en croissance de 10 % à 361 500 m². Elle explique cette situation par un contexte politique favorable avec un optimisme suscité par la mise en place d'un nouveau gouvernement. Le marché a également bénéficié d'une bonne dynamique en matière de nouvelles constructions et de rénovations aidées par une législation

favorable. Par exemple, la réglementation thermique des bâtiments en matière d'efficacité énergétique rend obligatoire une fourniture d'eau chaude par du solaire pour un taux d'au moins 60 %. Le solaire thermique bénéficie également de subventions dans le cadre du programme "Économie d'énergie à la maison" pouvant aller jusqu'à 70 % de l'investissement. Enfin, l'installation en toiture d'un système résidentiel photovoltaïque n'est autorisée que si un système solaire de production d'eau chaude y est déjà installé.

Tabl. n° 2

Surfaces annuelles installées en 2019* par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

Pays	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance équivalente
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	441 000	70 000		511 000	357,7
Grèce	361 500			361 500	253,1
Pologne	257 200	5 800		263 000	184,1
Espagne	193 650	7 600	2 900	204 150	142,9
Danemark	194 310			194 310	136,0
Italie	145 300	20 000		165 300	115,7
France**	117 864			117 864	82,5
Autriche	90 040	310	460	90 810	63,6
Chypre	69 945			69 945	49,0
Portugal	59 850			59 850	41,9
Pays-Bas	23 456	27 366	2 621	53 443	37,4
Belgique	23 500	4 300		27 800	19,5
Bulgarie+	23 500			23 500	16,5
Rép. tchèque	16 000	7 000		23 000	16,1
Lettonie	21 700			21 700	15,2
Hongrie+	16 000	5 000		21 000	14,7
Croatie+	18 800	600		19 400	13,6
Roumanie+	7 200	9 600		16 800	11,8
Irlande	7 143			7 143	5,0
Finlande+	5 000	1 000		6 000	4,2
Royaume-Uni	5 482			5 482	3,8
Slovaquie+	5 000			5 000	3,5
Luxembourg	2 900			2 900	2,0
Lituanie+	750	1 250		2 000	1,4
Suède	1 084	76	522	1 682	1,2
Slovénie+	1 300	250		1 550	1,1
Estonie+	900	600		1 500	1,1
Malte	521	130		651	0,5
Total UE 28	2 110 895	160 882	6 503	2 278 280	1 594,8
Total UE 27	2 105 413	160 882	6 503	2 272 798	1 591,0

* Estimation. ** Dont 75 364 m² dans les départements d'outre-mer. + Estimation EurObserv'ER basée sur la base de données Eurostat ou la dernière enquête de marché Estif. Source : EurObserv'ER 2020.



Aux Pays-Bas, une installation de 9 300 m² de capteurs plan solaires thermiques a été mise en service en 2019, alimentant en eau chaude et en chaleur une serre (Tesselaar Fresias Grenhouse) dédiée à la production de fleurs.

UN MARCHÉ POLONAIS CONFRONTÉ À LA FIN DES AO MUNICIPAUX

Selon le SPiUG, l'association des fabricants et des importateurs de systèmes de chauffage polonais, le marché solaire thermique en Pologne est en baisse de 15 % en 2019, et ce en dépit d'un très bon premier semestre où la croissance était le double de celle enregistrée en 2018. La baisse sensible des ventes au second semestre est le signe de la fin des effets du programme de soutien de trois ans pour les projets de chauffage propre dans les municipalités. Le niveau des ventes en valeur absolue de l'année 2019 reste cependant encore élevé (263 000 m²), en lien avec les résultats des appels d'offres municipaux conclus en 2018 et 2019.

L'association s'inquiète de la dépendance du marché solaire thermique aux appels d'offres municipaux, système qui, selon elle, n'a pas permis de structurer le

marché national. Selon le SPiUG, le choix des fournisseurs a été de raccourcir au maximum la chaîne de distribution afin de diminuer les prix et de remporter les appels d'offres. Le dispositif, malgré des volumes d'installation importants, n'a donc pas favorisé la structuration d'un marché pérenne.

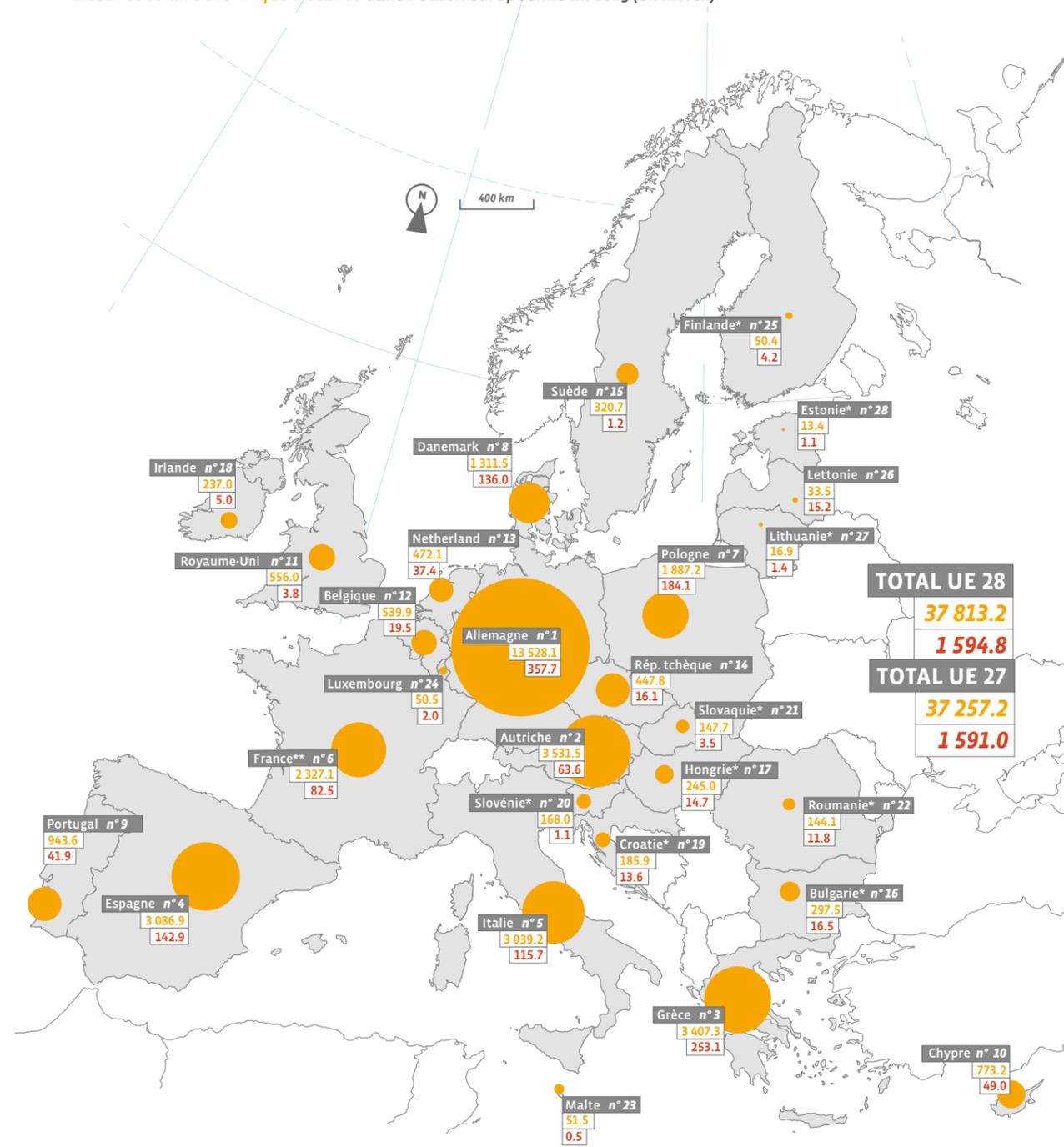
Actuellement le circuit de vente au détail ne représente que 20 % du marché, contre 80 % via le circuit de distribution des appels d'offres. Une des conséquences, selon le SPiUG, est un désintérêt de certains installateurs spécialisés dans le solaire thermique qui font le choix de recentrer leur activité sur l'installation des systèmes photovoltaïques en toiture. L'association pointe néanmoins un élément positif : la prise en compte à partir de 2020 des systèmes de capteurs solaires dans le groupe des équipements éligibles au programme "Clean Air" mené par le NFOiGW ((Fonds national pour la protection de l'environnement).

Au niveau de la structuration du marché, les chauffe-eau solaires thermiques individuels représentent l'essentiel des ventes (74 %) devant les grandes installations de 50 à 500 m² (13 %), les systèmes combinés (9 %), les très grandes installations de plus de 500 m² (2 %) et les systèmes de chauffage de piscine (2 %). Au niveau des tendances du marché, le SPiUG note une demande plus importante des systèmes dans les constructions neuves et un intérêt plus marqué dans les applications industrielles.

LA LUMIÈRE AU BOUT DU TUNNEL EN FRANCE ?

Selon Uniclimate, le syndicat des industries thermiques, aéraliques et frigorifiques, le marché solaire thermique métropolitain a affiché de nouveau en 2019 une baisse d'activité de 15 % par rapport à 2018 avec une surface totale de capteurs installés de 42 500 m² en 2019 contre 49 500 m² en 2018. Après une

Puissance solaire thermique installée dans l'Union européenne fin 2019 (en MWth)



année de répit en 2018, le marché connaît à nouveau une baisse à deux chiffres, emmenée par un recul du segment collectif (de 30 000 m² à 23 900 m²) alors que le segment des équipements individuels résiste mieux (passant 19 000 m² à 18 600 m²). Les livraisons de chauffe-eau solaires individuels (Cesi) s'établissent à 4 500 unités en 2019 contre 4 400 en 2018, soit une hausse de +2%. Après 10 années consécutives de baisse sur ce segment, c'est le retour à la stabilisation. À noter, toutefois : la surface totale installée de capteurs correspondant aux Cesi est, elle, en baisse. Cela est dû à la baisse de la surface moyenne par Cesi, qui diminue pour s'établir à 3 m². Concernant

les systèmes solaires combinés (SSC), Uniclimate compte 370 pièces pour l'année 2019 contre 340 en 2018 (+9%). Ce segment, porté par la rénovation, profite du dispositif d'aide "Coup de pouce rénovation chaudière", où une prime allant de 2 500 à 4 000 euros (selon les revenus) est octroyée pour l'installation d'un système solaire combiné en remplacement d'une vieille chaudière gaz, charbon ou fioul. Selon Observ'ER, le marché des départements d'outre-mer (Réunion, Guyane, Martinique, Guadeloupe et Mayotte), très actif en 2018, est également en net repli. Estimé à 75 364 m² en 2019, son total était de 97 139 m² en 2018, en lien notamment avec une

baisse sensible des deux plus gros marchés que sont la Réunion (-17,2%) et la Guadeloupe (-35%). La baisse du marché des DOM s'explique en partie par les difficultés administratives et des retards de paiement des programmes d'incitation (victime de leur succès) comme le programme "Agir +" d'EDF. Le marché français dans son ensemble (métropole et DOM) est en retrait de 21,7% pour s'établir à 117 864 m².

Pour l'année 2020, les perspectives de croissance du marché français sont plus favorables. La mise en place depuis le 8 janvier 2020 d'un nouveau système d'incitation "MaPrimeRénov" destiné aux

Tabl. n° 3

Parc cumulé* de capteurs solaires thermiques installés dans l'Union européenne en 2018 et en 2019** (en m² et en MWth)

	2018		2019	
	m ²	MWth	m ²	MWth
Allemagne	19 269 490	13 488,6	19 325 790	13 528,1
Autriche	5 118 625	3 583,0	5 044 954	3 531,5
Grèce	4 691 000	3 283,7	4 867 500	3 407,3
Espagne	4 202 770	2 941,9	4 409 920	3 086,9
Italie	4 196 376	2 937,5	4 341 676	3 039,2
France	3 218 301	2 252,8	3 324 400	2 327,1
Pologne	2 433 000	1 703,1	2 696 000	1 887,2
Danemark	1 703 495	1 192,4	1 873 631	1 311,5
Portugal	1 288 104	901,7	1 347 955	943,6
Chypre	1 064 662	745,3	1 104 607	773,2
Royaume-Uni***	797 973	558,6	794 275	556,0
Belgique	748 300	523,8	771 318	539,9
Pays-Bas	656 934	459,9	674 448	472,1
Rép. tchèque +	616 643	431,7	639 643	447,8
Suède	477 113	334,0	458 184	320,7
Bulgarie	401 498	281,0	424 998	297,5
Hongrie	329 000	230,3	350 000	245,0
Irlande	331 409	232,0	338 552	237,0
Croatie	246 100	172,3	265 500	185,9
Slovénie	238 467	166,9	240 017	168,0
Slovaquie	206 000	144,2	211 000	147,7
Roumanie	189 000	132,3	205 800	144,1
Malte	72 858	51,0	73 509	51,5
Luxembourg	69 200	48,4	72 100	50,5
Finlande	66 000	46,2	72 000	50,4
Lettonie	26 120	18,3	47 820	33,5
Lituanie	22 150	15,5	24 150	16,9
Estonie	17 620	12,3	19 120	13,4
Total UE 28	52 698 208	36 888,7	54 018 867	37 813,2
Total UE 27	51 900 235	36 330,2	53 224 592	37 257,2

* Toutes technologies, y compris le non vitré. ** Estimation. *** Les données de parc solaire thermique en opération au Royaume-Uni ont été revues à la baisse du fait d'un décalage persistant entre les données de marché disponibles et les données de superficies totales en opération publiées par Eurostat. + Les capteurs non vitrés ne sont pas inclus dans les statistiques officielles en République tchèque. Source : EuroObserv'ER 2020.

ménages à revenus modestes ou intermédiaires, présentant l'avantage d'obtenir les aides financières plus rapidement, semble avoir produit des premiers effets. Les premières indications du marché de la part des fabricants et fournisseurs actifs sur le marché montrent une nette reprise de la demande, qui augure une croissance pour 2020. Sur le segment du collectif, l'espoir porte sur un développement dans le neuf à condition qu'une exigence de chaleur renouvelable soit retenue dans la future réglementation RE2020. Les grandes installations solaires thermiques de production d'eau chaude (sanitaire, technique ou de process), dans les domaines

aussi variés que les réseaux de chaleur, l'industrie agro-alimentaire, les hôpitaux, etc. restent soutenues en France par des financements spécifiques de l'Ademe via des appels à projets.

UNE NOUVELLE PHASE DE CONSOLIDATION DE L'INDUSTRIE EUROPÉENNE

Le bureau de consultants Solrico, spécialisé dans l'énergie solaire, réalise chaque année une étude de satisfaction de l'industrie mondiale du solaire thermique afin d'explicitier la dynamique de leur marché et de présenter un classement des plus grands fabricants mondiaux de

capteurs plans vitrés. Le classement de Solrico, s'il présente de manière relative l'activité des fabricants via une échelle commune, ne dévoile pas les chiffres de vente car certaines entreprises hésitent à partager publiquement ces données.

Les plus grands acteurs industriels sont de dimension mondiale. Les plus importants sont basés en Chine comme Solareast (marques Sunrain et Micoe), Haier, JinhengSolar (marque BTE) et Linnu Paradigma. Selon Solrico, les grandes compagnies chinoises ont en 2019 consolidé leur position sur le marché, et les six qui ont pris part à l'étude en 2018 et 2019 ont augmenté leur production de l'ordre de 21%, profitant pour certaines d'une demande plus importante de capteurs plans dans les immeubles de grande hauteur. Cette tendance ne prend cependant pas en compte l'activité de l'Autrichien GreenOneTEC, détenu à 51% par le groupe chinois Haier depuis 2017. Le bilan de l'industrie européenne du solaire thermique reste mitigé, à l'image de la dynamique des marchés sur lesquels elle est positionnée. Les grands fabricants basés en Europe centrale, que sont Bosch Thermotechnik, GreenOneTEC, Thermosolar et Viessmann ont connu en 2019 des baisses de production de l'ordre de 8% sur leurs marchés locaux.

Certains acteurs, comme Bosch Thermotechnik, affirment néanmoins avoir plus ou moins maintenu leur niveau de vente, compensant la baisse du marché européen, du fait de l'électrification de ce marché, par des ventes plus importantes en dehors d'Europe. L'industriel a d'ailleurs récemment fait le choix de concentrer sa production de capteurs en Allemagne et au Brésil et a supprimé progressivement les installations de production de capteurs au Portugal, en Inde et en Chine. Le leader du marché polonais Hewalex a, quant à lui, dû faire face à une baisse des ventes à deux chiffres après la fin du programme de soutien de trois ans pour les projets de chauffage propres dans les municipalités et a chuté de la 10^e à la 16^e place.

À l'inverse, les fabricants spécialistes des systèmes thermosiphons profitent de la croissance de leur marché local et de la croissance hors d'Europe dans les régions ensoleillées. Par exemple, la société grecque Dimas, 7^e du classement de Solrico, a identifié la demande

Tabl. n° 4

Parcs solaires thermiques* en service par habitant (m²/hab. et kWth/hab.) en 2019**

Pays	m ² /hab	kWth/hab
Chypre	1,261	0,883
Autriche	0,569	0,399
Grèce	0,454	0,318
Danemark	0,323	0,226
Allemagne	0,233	0,163
Malte	0,149	0,104
Portugal	0,131	0,092
Luxembourg	0,117	0,082
Slovénie	0,115	0,081
Espagne	0,094	0,066
Italie	0,072	0,050
Pologne	0,071	0,050
Irlande	0,069	0,048
Belgique	0,067	0,047
Croatie	0,065	0,046
Bulgarie	0,061	0,042
Rep. tchèque	0,060	0,042
France***	0,050	0,035
Suède	0,045	0,031
Pays-Bas	0,039	0,027
Slovaquie	0,039	0,027
Hongrie	0,036	0,025
Lettonie	0,025	0,017
Estonie	0,014	0,010
Finlande	0,012	0,008
Royaume-Uni	0,012	0,008
Roumanie	0,011	0,007
Lituanie	0,009	0,006
Total UE 28	0,105	0,074
Total UE 27	0,119	0,083

* Toutes technologies, y compris le non vitré. ** Estimation. *** Départements d'outre-mer inclus. Source : EuroObserv'ER 2020

Tabl. n° 5

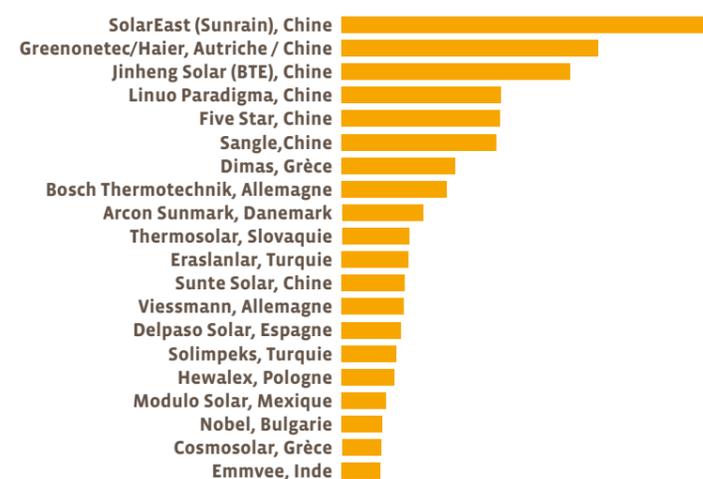
Superficie totale installée des capteurs hybrides PV-T sur vecteur eau* dans l'Union européenne en 2018 et 2019 (en m²) et puissance thermique (en MWth) et électrique (MWp) correspondantes pour l'année 2019

Pays	Total 2018 PV-T eau (m ²)	Total 2019 PV-T eau (m ²)	Total 2019 PV-T eau (MWth)	Total 2019 PV-T eau (MWp)
Allemagne	109 159	112 074	56,160	20,659
Pays-Bas	13 167	30 353	15,200	5,607
Italie	15 438	15 501	7,816	2,798
Espagne	3 334	12 902	6,739	2,043
France	9 204	12 687	6,355	2,341
Autriche	873	1 517	0,782	0,253
Royaume-Uni	53	1 392	0,687	0,230
Belgique	524	728	0,364	0,134
Luxembourg	635	635	0,318	0,117
Hongrie	0	578	0,291	0,105
Portugal	0	335	0,168	0,062
Danemark	73	85	0,043	0,016
Total **	152 460	188 787	94,923	34,365
Total Sans R-U	152 407	187 395	94,236	34,135

* Capteurs PV-T vitrés, non vitrés et sous vide. ** Le total est indicatif des pays de l'Union européenne détaillée dans le rapport. Sur le total 2019, les capteurs hybrides PV-T non vitrés représentaient 91,2 % de la superficie installée de capteurs, les capteurs PV-T vitrés, 8,6 % et les capteurs sous vide, 0,1 %. Source : IEA SHC Task 60 survey, AEE INTEC. Note : l'estimation de la superficie des capteurs PV-T sur vecteur eau en Espagne provenant du ministère espagnol de la Transition écologique est plus élevée que celle relevée dans l'étude du SHC, soit 63 032 m² fin 2019 (pour environ 3 000 m² mis en service durant l'année 2019). Également, l'estimation de la superficie des capteurs PV-T sur vecteur eau en Autriche provenant de Statistics Austria est de 1 179 m² fin 2019 (pour environ 306 m² mis en service durant l'année 2019).

Graph. n° 1

Classement des plus grands constructeurs de panneaux solaires thermiques de type capteurs plans dans le monde (surfaces produites en 2019 en m²)



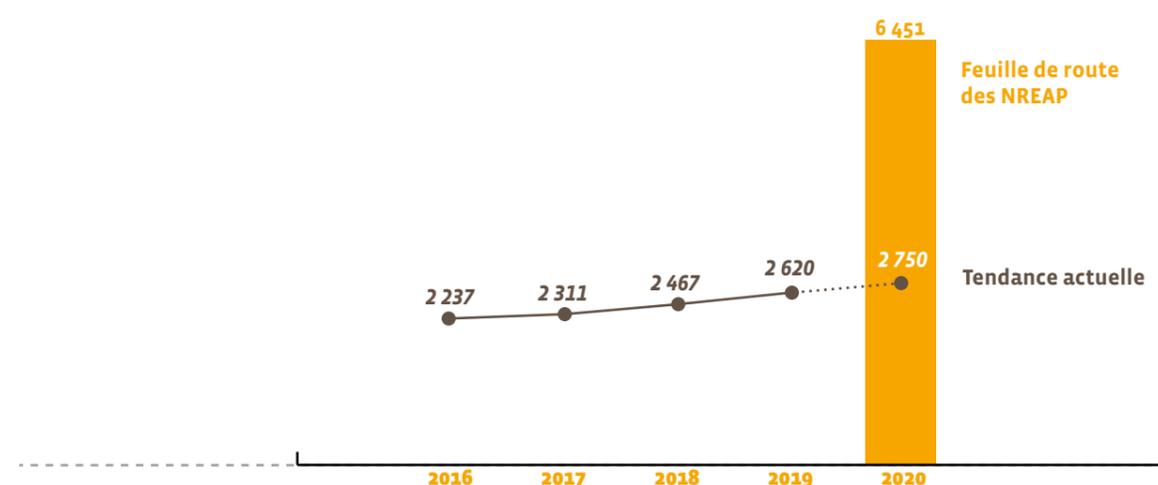
Source : Étude Solrico Manufacturer's Information Market, février/mars 2020, www.solrico.com



Centrale solaire thermique de la papeterie Lecta de Condat-sur-Vézère (Dordogne).

Graph. n° 2

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



Source : EurObserv'ER 2020

croissante des Émirats arabes unis comme l'une des principales raisons de l'augmentation des ventes en 2019. L'activité du fabricant danois Arcon-Sunmark, le n° 1 du secteur des réseaux de chaleur solaire, connaît depuis quelques années une fluctuation importante de son activité, en lien avec la demande de son marché national. L'année 2019 est positive car l'entreprise a pu réaliser 10 nouveaux projets de SDH au Danemark et 3 à l'étranger (Tibet, Lettonie et Allemagne), ce qui lui a permis de rentrer dans le top 10 du classement (de la 18^e à la 9^e place).

Arcon-Sunmark a été placé dans le feu de l'actualité au début du mois d'avril 2020. En effet, l'entreprise a annoncé par communiqué de presse que ses actifs clés avaient été acquis par GreenOneTEC, le plus grand fabricant de capteurs européens, et que le Chinois Solareast, le plus grand fabricant mondial de capteurs plans vitrés, avait racheté les parts de leur filiale commune nommée Solareast Arcon-Sunmark Large Scale Solar System Solar integration (qui avait notamment mis en service deux grands réseaux de chaleur solaire au Tibet récemment). Cette acquisition est l'aboutissement d'une négociation de plusieurs mois entre le PDG de GreenOneTEC, Robert Kanduth, et Torben Sorensen, le directeur général du groupe d'affaires VKR Holding, propriétaire d'Arcon-Sunmark. La cession a été motivée par les énormes baisses de prix rencontrées par les fournisseurs de grands champs solaires et les fluctuations du marché, qui ont entraîné des pertes importantes pour Arcon-Sunmark ces dernières années. GreenOneTEC prévoit d'intégrer la ligne de production entièrement automatisée pour les grands capteurs dans l'usine de l'entreprise en Autriche et de conserver la majorité de l'équipe de développement de projet et de vente d'Arcon-Sunmark. Robert Kanduth a également confirmé qu'il souhaitait se concentrer sur les ventes et le développement de projets en Europe et en Amérique du Nord et qu'il n'avait aucun plan pour le marché asiatique. C'est pour cette raison que les actifs d'Arcon-Sunmark en Asie, y compris l'usine au Vietnam, ont été scindés et vendus au groupe Solareast. Selon EurObserv'ER, de nouvelles

consolidations et cessions d'actifs sont prévisibles dans l'industrie européenne avec pour effet d'augmenter les parts de marché des acteurs les plus importants. Par ailleurs, certains acteurs généralistes du chauffage préfèrent se focaliser sur des marchés actuellement plus porteurs, comme celui des chauffe-eau thermodynamique ou des PAC.

UN CHANGEMENT DE BRAQUET IMPÉRATIF

À moins d'une année des objectifs 2020 de l'Union européenne, il est difficile de ne pas faire un bilan décevant de la contribution de la filière solaire thermique. Selon les données d'Eurostat, la consommation d'énergie finale solaire thermique ajoutée à la chaleur dérivée (essentiellement issue des réseaux de chaleur) était de l'ordre de 2,5 Mtep en 2018, et devrait selon EurObserv'ER atteindre entre 2,6 et 2,7 Mtep en 2019. Très loin donc des objectifs cumulés des pays membres formulés dans le cadre des plans d'action nationaux énergies renouvelables (NREAP) qui avoisinaient les 6,5 Mtep en 2020 (graphique 2, p. 14). Autre constat, la filière solaire thermique contribue actuellement relativement peu à l'augmentation de la consommation de chaleur et de froid renouvelable de l'UE à 28 et d'une manière générale, la substitution de la chaleur (et de froid) d'origine "fossile" par de la chaleur (et du froid) renouvelable a été moins importante qu'anticipé dans de nombreux pays européens.

Selon Eurostat, la contribution supplémentaire du solaire thermique n'a été que de 230 ktep entre 2016 et 2018, très loin des performances des pompes à chaleur sur cette même période (+ 1 347 ktep). Si la dynamique de marché des PAC est très positive, en partie liée à un besoin de confort d'été plus important (qui aiguillonne fortement le marché des PAC réversibles), la différence avec le solaire thermique est accentuée par le fait que les surfaces de capteurs solaires thermiques mises hors service (après une vingtaine d'années de fonctionnement) sont en augmentation. Cette tendance va s'accroître dans les prochaines années avec le début de l'obsolescence des surfaces installées

au milieu des années 2000 qui représentaient alors un marché important et qui a culminé à près de 5 millions de m² en 2008. Cette évolution posera rapidement le problème du maintien des apports de la chaleur solaire dans les objectifs renouvelables de l'Union européenne en 2030.

Cette situation peut sembler paradoxale tant les besoins de décarbonation de la chaleur et du froid sont importants pour atteindre la neutralité carbone. Et ce, d'autant plus que le solaire thermique reste une des solutions les plus pertinentes à explorer en Europe pour augmenter la part de la chaleur renouvelable, comme l'ont montré de nombreux rapports de référence comme *Perspectives des énergies renouvelables pour l'Union européenne*, publié par l'Irena (Agence internationale des énergies renouvelables) en 2018 et réalisé en coopération avec la Commission européenne (voir *Baromètre solaire thermique* de juin 2019).

Début 2020, la Commission européenne a proposé le lancement d'un "Green Deal" avec, à la clé, une augmentation de la contribution des États pour lutter contre le changement climatique et faire de ce changement une opportunité pour l'économie européenne.

La filière solaire thermique répond à tous ces critères. Parmi les différentes filières de production de chaleur, le solaire thermique est certainement la forme ultime du point de vue physique pour transférer de la chaleur à de l'eau sans aucune émission de gaz à effet de serre et sans émettre de polluant. Les capteurs et systèmes installés en Europe sont fabriqués dans des usines européennes. La filière assure encore un leadership technologique mondial dans les systèmes de grande taille et les capteurs sont composés d'éléments entièrement recyclables (verre, cuivre et aluminium). Depuis quelques mois, la crise du Covid-19 a ajouté un niveau d'urgence dramatique. Les décideurs européens sont aujourd'hui appelés à acter et transformer cette urgence en opportunité. □



La centrale à tour Ashalim 1 CSP (centrale à tour de 121 MW) dimensionnée pour alimenter en électricité 121 000 logements (321 GW par an) et équipée d'un système de stockage de type sels fondus lui permettant de fonctionner 4 heures et demie après le coucher du soleil. Désert du Néguev, Israël.

BRIGHTSOURCE ENERGY

LE SOLAIRE THERMIQUE À CONCENTRATION

Les centrales thermodynamiques ou solaires thermiques à concentration (en anglais CSP pour Concentrated Solar Power) regroupent l'ensemble des technologies qui visent à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur de très haute température pour la valoriser ensuite en électricité. On distingue les centrales à tours, où des champs d'héliostats (dispositifs équipés de miroirs permettant de suivre la course du soleil) concentrent le rayonnement sur un récepteur situé en haut d'une tour, les centrales cylindro-paraboliques qui se composent d'alignements parallèles de longs miroirs hémicylindriques, qui

tournent autour d'un axe horizontal pour suivre la course du soleil et concentrent les rayons sur un tube horizontal. On compte également les centrales de type Fresnel où des rangées de miroirs plats pivotent en suivant la course du soleil pour rediriger et concentrer en permanence les rayons solaires vers un tube absorbeur, et, moins répandues, les centrales paraboliques où un miroir en forme de parabole réfléchit les rayons du soleil sur un point de convergence, le socle de la parabole s'orientant automatiquement face au soleil pour suivre sa course.

6 055 MW DE PUISSANCE CSP DANS LE MONDE FIN 2019

L'essentiel du développement actuel des centrales thermodynamiques se

situe dans des régions où les conditions d'ensoleillement sont très propices, telles que la Chine, l'Inde, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Moyen-Orient ou le Maghreb. Selon le site Protermosolar (Association espagnole pour la promotion de l'industrie solaire thermodynamique), la puissance mondiale de centrales solaires thermodynamiques était estimée à 6 055,4 MW fin 2019 (5 663 MW fin 2018, chiffre consolidé). Cinq installations ont été mises en service durant l'année 2019, dont deux projets en Israël situés dans le désert du Néguev. Le premier est la centrale à tour Ashalim 1 CSP (de 121 MW, en photo) dimensionnée pour alimenter en électricité 121 000 logements (soit une production de 321 GW par an) et équipée d'un système de stockage

de type sels fondus lui permettant de fonctionner 4 heures et demie après le coucher du soleil. Le deuxième projet, Ashalim 2 CSP est une centrale de type cylindro-parabolique également dotée d'une puissance de 121 MW (mais sans système de stockage). Elle alimentera environ 70 000 logements, soit un peu moins de 1 % de l'électricité du pays, pour un investissement de 1,13 milliard de dollars. Toujours au Moyen-Orient, l'Arabie saoudite a mis en service la centrale ISCC Dubaï, une centrale de 50 MW de type cylindro-parabolique, sans système de stockage. Les deux autres projets ont été mis en service en Chine. Il s'agit du site de Qinghai Gonghe, une centrale à tour de 50 MW équipée d'un système de stockage de 6 heures et de la centrale Dacheng Dunhuang de type Fresnel également dotée d'une puissance de 50 MW et équipée d'un système de stockage de 13 heures. La centrale française Sunnim du projet eLLO a également été mise en service en 2019, même si elle est opérationnelle depuis la fin de l'année 2018 et comptabilisée par Protermosolar cette même année.

Selon Protermosolar, 11 projets de centrales étaient en cours de construction au 1^{er} janvier 2020 pour une puissance cumulée de 1 324 MW (toutes équipées de système de stockage). Parmi eux, 5 ont une mise en service prévue pour 2020. Il s'agit des centrales chinoises Urat Middle Banner (100 MW), Yumen Xinneng (50 MW), Jinfan Akesai (50 MW) et Shangyi (50 MW) et de la centrale chilienne Cerro Dominador Atacama 1, une centrale à tour de 100 MW qui, comme son nom l'indique, sera installée dans le désert d'Atacama. La particularité de ce projet est qu'il sera doté d'un système de stockage de type sels fondus de 17 heures et demie, soit la durée de stockage la plus importante pour une centrale héliothermodynamique.

Dans les 6 projets prévus pour 2021, 4 sont chinois et 2 sont situés à Dubaï, soit la centrale à tour de Noor Energy 1 (100 MW) et la centrale cylindro-parabolique de Noor Energy 2 (600 MW) qui deviendra la centrale héliothermodynamique la plus puissante au monde avec un système de stockage de 15 heures, qui lui permettra

de fonctionner en continu. Le projet Noor Energy est un projet hybride CSP-PV, développé par Acwa Power, qui intégrera également une centrale photovoltaïque de 250 MW. Le projet, dont le coût est estimé à 3,9 milliards de dollars, a fait l'objet d'un contrat d'achat d'électricité (Power Purchase Agreement - PPA) de 7,3 c€/kWh (6,5 c€/kWh) avec le Dewa (Dubai Electricity and Water Authority) prévu pour une durée de 35 ans. Ce projet ne doit pas être confondu avec le complexe solaire CSP-PV de Noor Ouarzazate au Maroc (580 MW, dont 72 MW de photovoltaïque), entièrement opérationnel depuis 2018.

Selon le rapport sur le coût de production des énergies renouvelables en 2019 de l'Irena (Agence internationale des énergies renouvelables), au cours des dix dernières années, l'amélioration des technologies, les économies d'échelle, la compétitivité des chaînes d'approvisionnement et l'expérience croissante des développeurs ont entraîné une forte baisse du coût de l'électricité provenant de sources renouvelables. Pour l'énergie solaire à concentration, d'après les données recueillies par l'Irena, les coûts ont diminué de 47 % entre 2010 et 2019 (baisse de 82 % pour le photovoltaïque, de 39 % pour l'éolien terrestre et de 29 % pour l'éolien offshore). Entre 2018 et 2019, le coût pour le CSP était en baisse de 1 % à 0,182 \$/kWh (0,162 €/kWh). Les facteurs de charge se sont améliorés de 30 à 45 % au cours des dix dernières années, avec l'implantation de nouvelles centrales CSP sur de meilleurs sites et dans des pays plus ensoleillés. Sur le plan des enchères et des contrats d'achats d'électricité, l'Irena précise que les projets CSP devraient connaître un changement radical, avec des prix mondiaux moyens des enchères diminuant de 59 % par rapport à 2019 pour atteindre 7,5 c€/kWh en 2021 (6,7 c€/kWh). Ce niveau de prix est cohérent avec l'annonce du contrat d'achat d'électricité du projet solaire de Noor Energy de Dubaï.

2 323 MW DANS L'UNION EUROPÉENNE

Dans l'Union européenne, le rythme d'installation des nouvelles centrales CSP évolue de façon plus lente. Après

une vague d'installations qui s'est concentrée en Espagne entre 2007 et 2014, le marché s'est grandement ralenti. En 2019, le compteur de l'Union européenne a légèrement augmenté et s'établit à 2 323 MW avec la mise en service officielle en France du projet eLLO situé dans les Pyrénées-Orientales. Cette centrale de type collecteur de Fresnel de 9 MW est équipée d'un système de stockage de 4 heures à pleine puissance grâce à 9 ballons de vapeur d'eau chaude de 120 m³ chacun. Sa production est estimée à 20 GWh, soit la consommation électrique moyenne de 6 000 foyers français.

L'Espagne, avec une puissance CSP de 2,3 GW, reste véritablement le seul pays de l'Union européenne à avoir développé une filière commerciale. Les 50 centrales du pays ont produit, selon RED Electrica de Espana, 5 116 GWh en 2019, un chiffre en croissance de 16,8 % par rapport à 2018 du fait d'un meilleur ensoleillement.

Chypre pourrait être le prochain pays de l'Union européenne à disposer d'une centrale solaire thermodynamique de taille commerciale. En février 2020, le gouvernement a réussi au bout de sa 4^e tentative à faire garantir par le Parlement un projet de financement européen de technologie innovante NER 300 à hauteur de 60,2 millions d'euros. Le projet en question, EOS Green Energy, est une centrale CSP de type héliostat, technologie fournie par l'entreprise australienne Solastor Pty Ltd. De son côté, Alfa Mediterranean Enterprises Ltd s'apprête à financer l'installation CSP avec un prêt de la Banque européenne d'investissement (BEI). Les dépenses d'investissement de ce projet ont été estimées à 175 millions d'euros et la production annuelle devrait atteindre 172 GWh, pour une mise en service probable en 2022.

En revanche, il ne reste guère d'espoir de voir débiter la construction des projets italiens annoncés depuis plusieurs années en Sardaigne et en Sicile, le décret FER 2 pouvant permettre le démarrage de ces projets n'étant toujours pas paru. La situation du CSP en Italie est telle que l'Anest, l'Association italienne de promotion de l'énergie solaire thermodynamique, s'est autodissoute début février 2020.

Selon Gianluigi Angelantoni, président de l'Anest et PDG du groupe Angelantoni qui contrôle Archimede Solar Energy, il est désormais trop tard pour sauver ces projets et maintenir en place l'association n'avait plus de sens. Il explique également que le fait que l'Italie n'ait construit que des centrales à petite échelle, à des fins de recherche et de tests, et non pas des centrales de taille commerciale, n'a pas permis aux entreprises italiennes de rivaliser dans les appels d'offres internationaux comme celui de la centrale cylindro-parabolique de 600 MW de Dubaï. Selon lui, environ 300 millions d'euros avaient été investis dans la filière CSP italienne et ne seront pas récupérés.

DES NECP AMBITIEUX, MAIS À CONFIRMER

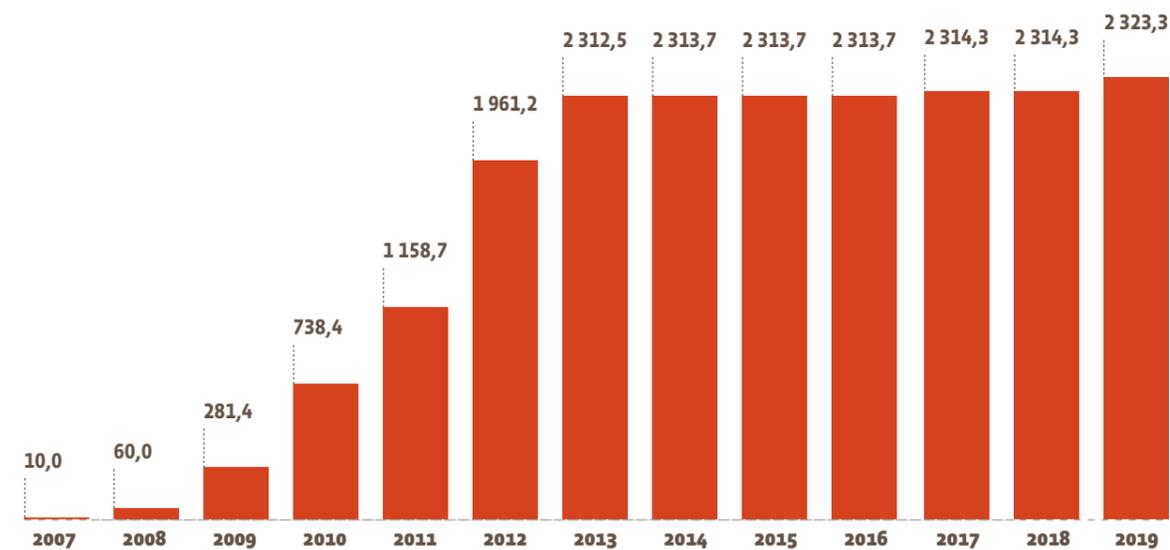
La Commission européenne a rendu publique la quasi-totalité des versions définitives des plans nationaux énergie et climat (NECP), soumis par les États membres, qui fixent leurs ambitions en

matière de lutte contre le réchauffement climatique et la feuille de route pour atteindre ces objectifs. En Espagne, selon Gonzalo Martin, le secrétaire général de Protermosolar, la publication du NECP national est jugée comme une très bonne première étape. Le scénario cible "Target Scenario" prévoit en effet une puissance cumulée de 7 303 MW fin 2030 (5 000 MW de plus qu'actuellement) avec un objectif intermédiaire de 4 803 MW à fin 2025. Il est également prévu dans ce scénario que cette puissance supplémentaire soit équipée de systèmes de stockage équivalant à 9 heures de production. Cependant, Gonzalo Martin rappelle que le NECP ne définit que des objectifs à long terme, mais ne fournit pas de cadre juridique pour accueillir ces projets. Pour ce faire, le gouvernement élabore actuellement le cadre juridique indispensable pour réglementer les nouveaux projets de CSP en Espagne. Il y aura donc une nouvelle loi contre le changement climatique qui est en cours d'approbation et qui réglementera

toutes les actions pour répondre au NECP, et notamment les modalités des futurs appels d'offres. Mi-juin 2020, Martin se disait optimiste, mais n'avait pas encore connaissance de nouveaux projets. Concernant les autres pays européens, il semble qu'il y ait un intérêt croissant pour la technologie CSP au Portugal avec un NECP qui prévoit 300 MW d'ici 2030. Le NECP italien, malgré les déboires des projets actuels, prévoyait encore lors de la publication officielle 880 MW à développer d'ici 2030. En revanche, la puissance CSP de Chypre ne devrait pas évoluer de 2022 à 2030, soit après la mise en service attendue du projet précédemment cité, mais pourrait atteindre 500 MW en 2040 dans le cadre du scénario PPM (Planned Policies and Measures). Parmi les autres pays, dont les conditions d'ensoleillement sont compatibles avec les technologies CSP, le projet grec est pour l'instant en retrait avec 70 MW. La maturité de la filière et les effets d'échelle dus à la mondialisation de la filière, laissent espérer que ces plans

Graph. n° 3

Évolution de la puissance héliothermodynamique installée dans l'Union européenne



Source : EurObserv'ER 2020.

Tabl. n° 6

Centrales solaires héliothermodynamiques en service à la fin de l'année 2019

Projet	Technologie	Puissance	Mise en service
Espagne			
Planta Solar 10	Centrale à tour	10	2007
Andasol-1	Cylindro-parabolique	50	2008
Planta Solar 20	Centrale à tour	20	2009
Ibersol Ciudad Real (Puertollano)	Cylindro-parabolique	50	2009
Puerto Errado 1 (prototype)	Fresnel	1,4	2009
Alvarado I La Risca	Cylindro-parabolique	50	2009
Andasol-2	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol-1	Cylindro-parabolique	50	2009
Extresol-2	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 3	Cylindro-parabolique	50	2010
Solnova 4	Cylindro-parabolique	50	2010
La Florida	Cylindro-parabolique	50	2010
Majadas	Cylindro-parabolique	50	2010
La Dehesa	Cylindro-parabolique	50	2010
Palma del Río II	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 1	Cylindro-parabolique	50	2010
Manchasol 2	Cylindro-parabolique	50	2011
Gemasolar	Centrale à tour	20	2011
Palma del Río I	Cylindro-parabolique	50	2011
Lebrija 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Andasol-3	Cylindro-parabolique	50	2011
Helioenergy 1	Cylindro-parabolique	50	2011
Astexol II	Cylindro-parabolique	50	2011
Arcosol-50	Cylindro-parabolique	50	2011
Termesol-50	Cylindro-parabolique	50	2011
Aste 1A	Cylindro-parabolique	50	2012
Aste 1B	Cylindro-parabolique	50	2012
Helioenergy 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Puerto Errado II	Fresnel	30	2012
Solacor 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Solacor 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Helios 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Moron	Cylindro-parabolique	50	2012

Solaben 3	Cylindro-parabolique	50	2012
Guzman	Cylindro-parabolique	50	2012
La Africana	Cylindro-parabolique	50	2012
Olivenza 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Helios 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Orellana	Cylindro-parabolique	50	2012
Extresol-3	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Termosolar Borges	Cylindro-parabolique + BH	22,5	2012
Termosol 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Termosol 2	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Casablanca	Cylindro-parabolique	50	2013
Enerstar	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 6	Cylindro-parabolique	50	2013
Arenales	Cylindro-parabolique	50	2013
Total Espagne		2303,9	
Italie			
Archimede (prototype)	Cylindro-parabolique	5	2010
Archimede-Chiyoda Molten Salt Test Loop	Cylindro-parabolique	0,35	2013
Freesun	Fresnel	1	2013
Zasoli	Fresnel + BH	0,2	2014
Rende	Fresnel + BH	1	2014
Ottana	Fresnel	0,6	2017
Total Italie		8,15	
Allemagne			
Jülich	Centrale à tour	1,5	2010
Total Allemagne		1,5	
France			
La Seyne-sur-Mer (prototype)	Fresnel	0,5	2010
Augustin Fresnel 1 (prototype)	Fresnel	0,25	2011
Suncnim	Fresnel	9	2019
Total France		9,75	
Total Union européenne		2323,3	

BH : Biomasse hybride. Source : EurObserv'ER 2020

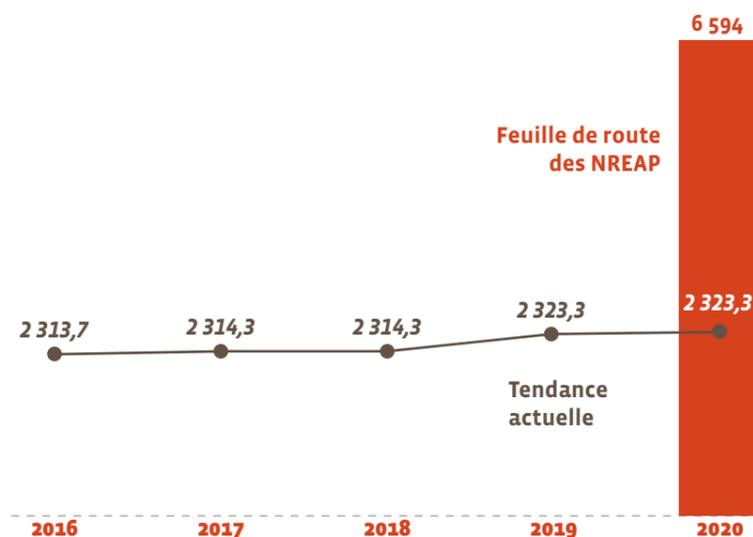


Complexe solaire CSP-PV de Noor Ouarzazate au Maroc (580 MW dont 72 MW de photovoltaïque), opérationnelle depuis 2018.

RICHARD ALLWAY

Graph. n° 4

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



Source : EurObserv'ER 2020

soient vraiment mis en œuvre, ce qui n'a pas été le cas avec les plans d'action nationaux énergies renouvelables de la précédente directive. □

Sources : AGEE-Stat (Allemagne), EBHE (Grèce), SPUiG (Pologne), Ministry for the Ecological Transition (Espagne), REE (Espagne), Planenergi (Danemark), Assotermica (Italie), Observ'ER (France), Uniclma (France), Statistics Austria, EBHK (Chypre), DGEG (Portugal), Statistics Netherlands, ATTB (Belgique), Ministry of industry and trade (Rép. tchèque), SEAI (Irlande), Solar trade Association (Royaume-Uni), RISE Research Institutes of Sweden (Suède), Statec (Luxembourg), NSO (Malte), Protermosolar, IEA SHC 2020 report, Estimations EurObserv'ER basées sur la base de données Eurostat ou la dernière étude de marché solaire thermique de l'ESTIF (novembre 2019).

Le prochain baromètre traitera des biocarburants.



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 Energy Transition (NL), Renac (DE), Frankfurt School of Finance & Management (DE), Fraunhofer ISI (DE) et Statistics Pays-Bas (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.