



Centrale solaire thermique de Ludwigsburg (14 800 m²), au nord de Stuttgart. Un réservoir d'eau stocke la chaleur obtenue par les capteurs thermiques pour la restituer ensuite sous forme d'eau chaude pour le sanitaire ou le chauffage.



- 15,3 %

Baisse du marché solaire thermique de l'Union européenne en 2020

BAROMÈTRES SOLAIRE THERMIQUE & SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

Une étude réalisée par EurObserv'ER 

Sur le plan comptable, l'année 2020 n'a pas été un bon millésime pour la filière solaire thermique européenne, moins bon qu'en 2018 et 2019, deux années où elle semblait reprendre ses marques. Selon EurObserv'ER, la surface installée dans les pays de l'Union européenne à 27 est en baisse de 15,3 % par rapport à 2019, soit un peu moins de 2 millions de m². La crise sanitaire n'explique pas à elle seule les difficultés de la filière, mais elle est en partie responsable de la baisse d'activité observée sur certains marchés nationaux durant le premier semestre. D'autres marchés du solaire thermique, comme l'Allemagne, ont enfin renoué avec la croissance en lien avec une volonté politique réaffirmée de décarboner les besoins de chauffage et de production d'eau chaude.

Les centrales solaires thermodynamiques ou 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. Le développement actuel des centrales CSP se fait dans des zones où les conditions d'ensoleillement sont très propices telles que la Chine, le Chili, l'Afrique du Sud, le Moyen-Orient ou le Maghreb. En Europe, jusqu'à présent, seule l'Espagne dispose d'une filière de production d'envergure. Après de longues années d'attente, la filière espagnole s'attend enfin à la publication en 2021 d'un premier appel d'offres d'une puissance d'au moins 200 MW.

53,9 millions de m²

Surface des capteurs solaires thermiques installée dans l'UE, fin 2020

2 328,8 MWe

Puissance électrique des centrales héliothermodynamiques de l'UE, fin 2020



LE SOLAIRE THERMIQUE

La capacité totale solaire thermique installée dans le monde à fin 2020 est estimée à 501 GWth dont 25,2 GWth ont été installés au cours de la seule année passée (**tableau 1**). Sans surprise, la Chine représente la grande majorité du parc (364 GWth) et des nouvelles installations (18 GWth). Forte de son industrie dominante, même à l'export, la Chine représente plus de 72 % du parc mondial et semble avoir compris l'intérêt du solaire thermique pour décarboner son industrie et son secteur résidentiel. Viennent ensuite l'Inde et la Turquie avec des marchés de plus d'1 GWth en 2020, suivies de près par le Brésil. La Turquie est principalement portée par son marché résidentiel, note le Centre de la transition énergétique turque (Shura). Bien que deuxième parc mondial, l'Inde reste assez discrète en comparaison de son voisin chinois. Les États-Unis suivent quant à eux une tendance déclinante. Encore parmi les principaux parcs mondiaux il y a quelques années, ils installent aujourd'hui moins de la moitié de pays comme l'Inde et la Turquie. Si les annonces faites par le président Biden sont suivies d'actes, cette industrie pourrait néanmoins connaître un rebond prochainement. C'est d'ailleurs l'une des caractéristiques fortes de ce secteur : les marchés solaires thermiques restent globalement très dépendants des volontés politiques de les développer. Au niveau de l'Union européenne, on pourrait comparer le marché solaire thermique en 2020 à un tableau en

“clair-obscur”. À dominante sombre, avec un marché impacté par la crise sanitaire du Covid et un segment de marché du résidentiel encore en retrait dans de nombreux pays. Et en contraste, l'année 2020 a été marquée par la forte reprise du marché allemand poussée par une volonté politique beaucoup plus ambitieuse. De même, les mises en service et annonces de très grands projets de chaleur solaire industrielle et la mise en place de nouveaux marchés pour les réseaux de chaleur solaire apportent un peu de lumière à ce tableau. Pour revenir à la partie sombre, beaucoup de marchés nationaux n'ont pas affiché de bons résultats en matière d'installation, dans la lignée des années précédentes, ce qui est le cas par exemple de l'Autriche, de l'Italie, de l'Espagne ou de la Belgique. Certains mauvais résultats étaient attendus, comme l'effondrement du marché danois des réseaux de chaleur solaire et la forte décroissance du marché polonais liée à la fin du système d'incitation par appels d'offres. Sur certains marchés, la baisse du volume d'activité est à mettre en lien direct avec la crise sanitaire liée au Covid, qui a désorganisé les filières de production industrielle et d'installation pendant de nombreuses semaines durant le premier semestre. Cela a notamment été le cas du marché grec qui, fort heureusement, devrait rebondir dès 2021 ; de même le marché espagnol, qui n'a fait que légèrement reculer en 2020. Le marché français, très en difficulté sur le segment du résidentiel collectif et moins actif en 2020 sur le

segment des grandes installations, parvient globalement à se maintenir grâce à une bonne dynamique dans les départements ou régions français d'outre-mer. Sur certains marchés de taille moyenne, des variations annuelles peuvent s'expliquer ou être accentuées par les mises en service de très grandes installations (parfois de plus de 10 000 m²). Ce type de réalisations, qui restent encore ponctuelles, peuvent brouiller la lecture de la dynamique de marché, en particulier la dynamique de marché du segment de la production d'eau chaude dans le secteur résidentiel. Cela a été le cas en 2020 en France, mais également aux Pays-Bas où une très grande réalisation (la serre de Nibbixwoud disposant d'une superficie de 15 000 m² de capteurs) a été administrativement comptabilisée par Statistics Netherlands en 2019, accentuant la baisse du marché de 2020. De même, la mise en service en 2021 en France du projet de la Malterie Franco-Suisse d'Issoudun (13 243 m²) impactera le niveau d'installation du pays en 2021.

UN MARCHÉ DE L'UNION SOUS LE SEUIL DES 2 MILLIONS DE M²

Selon EurObserv'ER, un peu moins de 2 millions de m² de superficie de capteurs solaires thermiques ont été installés durant l'année 2020 dans la nouvelle Union européenne à 27 (**tableau 3**). Ce chiffre est équivalent à une puissance de 1 358,1 MWth et représente une diminution de l'ordre de 15,3 % 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.

DES ÉVOLUTIONS DISTINCTES SELON LES SEGMENTS DE MARCHÉS

Le marché du solaire thermique est multisegment. Il est principalement tourné vers le segment de la production d'eau chaude à usage résidentiel (domestique

Le projet le plus important mis en service en avril 2020 est celui de la centrale de Nibbixwoud, aux Pays-Bas, une installation comprenant un champ de capteurs solaires de 15 000 m² (équivalent à 10,5 MWth) qui chauffe les 4 hectares de serres florales.



et collectif), qui représente l'essentiel des ventes et des mètres carrés installés, que ce soient des systèmes à circulation forcée (utilisant une petite pompe électrique pour amener le fluide vers le ballon de chaude qui est séparé des capteurs) ou via des systèmes de type thermosiphon, où le ballon d'eau chaude est fixé en haut du capteur.

Le marché des systèmes solaires thermiques thermosiphon est bien établi dans les pays ensoleillés comme en Grèce et à Chypre, et ce depuis plusieurs décennies. Dans ces pays, ce type de système, très économique et adapté au climat méditerranéen, est moins sensible à la concurrence des autres systèmes de production d'eau chaude utilisant les énergies renouvelables. Sauf année particulière, et l'année 2020 en est une, les marchés des systèmes thermosiphon sont relativement solides, avec une part importante de renouvellement des systèmes mis hors service.

Le marché des systèmes solaires à circulation forcée, de type chauffe-eau solaire individuel, multifamilial ou système solaire combiné (eau chaude + chauffage) est quant à lui sous pression depuis plus d'une décennie. Ce type de systèmes, pourtant très performants sur le plan de l'efficacité énergétique, non émetteurs de gaz à effet de serre dans leur utilisation (en dehors de la très faible quantité d'électricité utilisée par la pompe), nécessite des niveaux d'investissement plus conséquents que d'autres solutions 100% fossiles ou 100% électriques, notamment du fait de temps de pose plus long et de la nécessité de monter sur une toiture. Ces dispositifs sont donc encore dépendants des politiques d'incitation mises en place au niveau national. Ils font également face à une vive concurrence des autres types de systèmes de chauffage écologiques ou à faibles émissions, comme les pompes à chaleur, les chauffe-eau thermodynamiques et les systèmes photovoltaïques fonctionnant en autoconsommation, avec des surplus de plus en plus utilisés

pour la production d'eau chaude sanitaire. Les ventes de systèmes solaires combinés, qui nécessitent des surfaces de capteurs plus importantes (4 à 6 fois) ont ces dernières années été particulièrement affectées dans les pays germanophones (Allemagne, Autriche), dans lesquels ce type de système est le plus adapté et le plus diffusé.

LE MARCHÉ DES SDH ESSAIME EN ALLEMAGNE

Le marché des réseaux de chaleur solaire thermique (SDH-solar district heating) représente un segment de marché à part avec des acteurs spécifiques et des technologies de capteurs présentant des surfaces beaucoup plus importantes (jusqu'à une quinzaine de m² par capteur).

Alors que ce segment de marché représentait près de 10% de la surface installée de capteurs solaires thermiques dans l'Union européenne en 2019, la part de marché des réseaux de chaleur solaire a nettement diminué en 2020 (entre 2 et 3%), ce qui s'explique par une moindre activité du principal pays impliqué sur ce marché, à savoir le Danemark. En effet, selon la comptabilité établie par le bureau d'études danois planEnergi, seuls 4 champs de capteurs solaires thermiques ont été raccordés à un réseau de chaleur en 2020 au Danemark, celui de Værum-Ørum (8 968 m² eq. à 6,3 MWth), et trois extensions – Farsø (2 722 m² eq. à 1,9 MWth), Snedsted (1 865 m² eq. à 1,3 MWth) et Flauenskjold (1 058 m² eq. à 0,7 MWth) –, soit un total de 14 613 m² (eq. à 10,1 MWth). C'est beaucoup moins qu'en 2019, où le pays avait raccordé une quinzaine de champs de capteurs, dont

5 extensions représentant une superficie totale de 191 319 m². 2016 avait été une année record avec près de 500 000 m² installés en une seule année (eq. à 317 MW). Ces réalisations portent la superficie totale de capteurs solaires thermiques raccordés aux réseaux de chaleur danois à près de 1,6 million de m² (exactement 1 596 194 m² eq. à 1 117 MWth, prenant en compte la surface mise hors service). Au Danemark, l'activité du marché des SDH devrait rester limitée dans les deux prochaines années, avec un seul projet prévu en 2021, celui de Præstø (8 013 m², eq. à 5,6 MWth), et un seul grand projet prévu en 2022, mais de plus grande envergure, celui de Faxø (15 000 m², eq. à 10,2 MWth).

Selon planEnergi, le moindre intérêt des exploitants de réseau de chaleur pour le solaire thermique s'explique par un engouement accru pour les pompes à chaleur de forte puissance. Les ventes de pompes à chaleur sont même parvenues à éclipser celles des équipements solaires thermiques en 2020, avec pas moins de 60 grandes unités de pompes à chaleur (représentant une puissance cumulée de 250 MW) mises en service dans tout le pays. Ce changement sur le marché danois est le résultat des prix bas de l'électricité pour les entreprises et d'un programme de soutien favorisant la technologie des pompes à chaleur. Cette situation est rendue possible par le fait que l'électricité payée par les exploitants de réseaux de chaleur danois est la moins chère de toute l'Europe, de l'ordre de 6 c€/kWh. Du fait que le pays n'impose pratiquement pas de frais ni de taxe sur l'électricité, le coût de la chaleur actualisée

Tabl. n° 1

Principaux marchés solaires thermiques hors Union européenne (en MWth)

Pays	Puissance totale en opération à fin 2020	Puissance annuelle installée	
		2019	2020
Chine	364 000	18 560	18 000
Inde	20 015	1 055	1 160
Turquie	18 400	1 325	1 350
Brésil	18 220	930	992
États-Unis	18 000	600	505
Reste du monde	62 365	3 630	3 193
Total monde	501 000	26 100	25 200

Source: REN21, EurObserv'ER



des grandes pompes à chaleur peut descendre, compte tenu des coefficients de performance, à 2 c€/kWh, un coût que la chaleur solaire, qui se situe à 3 c€/kWh au Danemark, ne parvient pas à égaler. La volonté politique de favoriser l'électrification des besoins de chaleur a été renforcée depuis mars 2021, avec un nouveau dispositif d'incitation qui couvre 15% des coûts d'installation des grandes pompes à chaleur, le solaire thermique et les systèmes utilisant la biomasse en étant exclus. Un des objectifs du gouvernement est de profiter au maximum de la production d'électricité éolienne du pays et de réduire les exportations d'électricité, politique qui se fait au détriment de la chaleur solaire.

La possibilité pour les exploitants de réseaux d'avoir accès à des prix d'électricité extrêmement bas n'est pas une généralité au sein des pays de l'Union européenne, et de grandes opportunités restent offertes au développement des réseaux de chaleur solaire dans toute l'Europe. Grâce au savoir-faire et au retour d'expérience sur les réseaux de chaleur solaire danois, ce segment de marché est en train d'essaimer en Europe. L'Allemagne est actuellement le pays le plus dynamique en la matière. Selon le rapport "Solar Heat Worldwide 2021 edition", 11 nouveaux réseaux de chaleur solaire ont été raccordés en 2020, en plus des 4 cités précédemment au Danemark : 7 ont été construits en Allemagne (pour

un total de 31 200 m²), 2 en Autriche (6 571 m²) et 1 en Suisse (784 m²). Le plus important d'entre eux est celui de la ville allemande de Ludwigsburg, qui dispose d'un champ de capteurs de 14 800 m². Le réseau de chaleur solaire installé dans la ville de Genève, qui a été mis en service en décembre 2020, utilise une technologie de capteur spécifique développée par le fabricant TVP Solar, capable de chauffer l'eau en circuit fermé entre 75 °C et 90 °C toute l'année. Les panneaux de la centrale solaire thermique sont plats et isolés par un vide, ce qui permet de capter un maximum d'énergie solaire tout au long de l'année. Cette technologie permet de produire davantage d'énergie en hiver que des panneaux classiques et

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 (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	441 000	70 000		511 000	357,7
Grèce	361 350			361 350	252,9
Pologne	282 160	5 030		287 190	201,0
Espagne	193 650	7 600	2 900	204 150	142,9
Danemark	194 310			194 310	136,0
Italie	133 282	13 943		147 225	103,1
France*	124 117			124 117	86,9
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	38 964	9 906	2 621	51 491	36,0
Belgique	23 500	4 300		27 800	19,5
Croatie+	26 100			26 100	18,3
Bulgarie+	23 980			23 980	16,8
République tchèque	16 000	7 000		23 000	16,1
Lettonie+	21 672			21 672	15,2
Hongrie+	21 000			21 000	14,7
Roumanie+	15 350			15 350	10,7
Irlande	7 143			7 143	5,0
Finlande+	7 000			7 000	4,9
Slovaquie+	5 000			5 000	3,5
Luxembourg	2 900			2 900	2,0
Lituanie+	2 000			2 000	1,4
Suède	1 084	76	522	1 682	1,2
Slovénie+	1 473			1 473	1,0
Estonie+	1 425			1 425	1,0
Malte	521	130		651	0,5
Total EU	2 164 816	118 295	6 503	2 289 614	1 602,7

+ Estimation EurObserv'ER basée sur la base de données Eurostat ou la dernière enquête de marché Estif. * Dont 80 202 m² dans les départements d'outre-mer. Source: EurObserv'ER 2021

à une température plus élevée, y compris par mauvais temps. Selon le fabricant, un tiers de la production de chaleur sera ainsi réalisé sur les six mois de l'année les plus frais.

Le potentiel de croissance des réseaux de chaleur solaire reste important, mais il est encore loin d'atteindre les niveaux de marché qu'a pu connaître le Danemark. Selon l'institut de recherche allemand Solites, la superficie des réseaux de chaleur solaire allemands, au sens large, incluant les champs de capteurs utilisés par l'industrie, devrait tripler d'ici 2025, de 100 000 m² début 2021 (41 systèmes répertoriés) à plus de 300 000 m². Le plus important d'entre eux a été annoncé en décembre 2020 et

disposera d'une puissance de 13 MWth. Il sera construit dans la ville de Greifswald, dans le nord-est du pays, pour une mise en service prévue en 2022. En Autriche, le plus grand réseau de chaleur solaire est en cours de construction depuis cet été. Raccordée au réseau de chaleur de la ville de Friesach, la puissance solaire de l'installation sera de 4 MWth, soit un champ de capteurs de 5 750 m² (436 panneaux Greenonotec GK 3003 de chacun 13,2 m²). Le réseau sera capable de fournir 15% des besoins de chaleur des 500 appartements qui seront raccordés. Le coût d'investissement de la partie solaire est de 2 millions d'euros, soit un coût de 348 euros par m². Le rendement solaire sera lui de 425 kWh par m².

LES DÉFIS DE LA CHALEUR SOLAIRE INDUSTRIELLE

Un autre segment de marché spécifique, celui des systèmes solaires thermiques pour les procédés industriels, sort de la marginalité avec l'arrivée de projets de plus en plus ambitieux, et ce dans des domaines aussi variés que l'industrie agroalimentaire, la papeterie ou le chauffage de serre. Les contraintes économiques sur ce marché sont certainement plus importantes que sur d'autres où la compétitivité de la chaleur solaire peut être recherchée sur des temps de retour relativement longs. Les prises de décision dans le secteur industriel sont soumises à des exigences de compétitivité forte et de court terme.

Tabl. n° 3

Surfaces annuelles installées en 2020* par type de capteurs (en m²) et puissances correspondantes (en MWth)

Pays	Capteurs vitrés		Capteurs non vitrés	Total (m ²)	Puissance équivalente (MWth)
	Capteurs plans vitrés	Capteurs sous vide			
Allemagne	544 000	99 000		643 000	450,1
Grèce	304 500			304 500	213,2
Espagne	177 168	10 496	2 986	190 650	133,5
Pologne	159 370	1 830		161 200	112,8
France**	120 812			120 812	84,6
Italie	97 765	11 561		109 326	76,5
Chypre	76 784			76 784	53,7
Autriche	72 210	1 400	1 730	75 340	52,7
Portugal	49 874			49 874	34,9
Pays-Bas	20 640	9 487	2 621	32 748	22,9
Croatie+	26 100			26 100	18,3
Bulgarie+	24 000			24 000	16,8
République tchèque	15 000	7 000		22 000	15,4
Hongrie+	21 000			21 000	14,7
Belgique	15 300	2 900		18 200	12,7
Roumanie+	15 350			15 350	10,7
Danemark	14 613			14 613	10,2
Irlande	11 114			11 114	7,8
Finlande+	7 000			7 000	4,9
Slovaquie+	5 000			5 000	3,5
Luxembourg+	2 800			2 800	2,0
Lituanie+	2 000			2 000	1,4
Lettonie+	1 600			1 600	1,1
Suède+	1 000		500	1 500	1,1
Slovénie+	1 473			1 473	1,0
Estonie+	1 425			1 425	1,0
Malte	681			681	0,5
Total EU	1 788 579	143 674	7 837	1 940 090	1 358,1

+ Estimation EurObserv'ER basée sur la base de données Eurostat ou la dernière enquête de marché Estif. * Estimation. ** Dont 91 352 m² dans les départements d'outre-mer. Source: EurObserv'ER 2021



Des aides substantielles à l'investissement restent donc indispensables tant que le prix du gaz restera aussi compétitif et que le prix du carbone restera non dissuasif.

La décarbonation de l'industrie fait partie des priorités des politiques publiques et est indispensable à l'atteinte de la neutralité carbone. De plus en plus de pays ont mis en place des mécanismes d'aides spécialement dédiés à la chaleur solaire industrielle. C'est notamment le cas de l'Allemagne (via les aides du Bafa), de l'Autriche (via le Fonds pour le climat et l'énergie), de la France (via le Fonds chaleur de l'Ademe), de l'Italie (via le Conto termico du ministère du Développement économique), des Pays-Bas (via le programme SDE++ du

RVO) et plus récemment de l'Espagne. Ce pays bénéficie des fonds de l'Union européenne du Feder et délivre via l'Idae (Institut espagnol pour les économies et la diversification de l'énergie) des lignes d'aides à l'investissement aux régions autonomes dans des installations de production d'énergie thermique utilisant des sources d'énergies renouvelables.

Le secteur horticole, avec ses grandes serres dédiées à la production de fleurs, de fruits et de légumes, fait partie des secteurs les plus prometteurs nécessitant des surfaces de capteurs très importantes pour le chauffage et le refroidissement. Le projet le plus important mis en service en avril 2020 est celui de la centrale de Nibbixwoud

aux Pays-Bas, une installation comprenant un champ de capteurs solaires de 15 000 m² (équivalent à 10,5 MWth) qui chauffe les 4 hectares de serres florales des Frères Jeroen et Marco Mol. Il a nécessité un investissement compris entre 4 et 5 millions d'euros, a bénéficié du programme SDE++, qui s'est traduit la première année par une aide à la production de 78 euros/MWh, éligible à une production maximale de 7 350 MWh par an. La production maximale de l'installation est estimée à 8 100 MWh par an, permettant d'éviter chaque année la combustion de 875 000 m³ de gaz naturel. Il convient de préciser que ce projet a été administrativement comptabilisé par Statistics Netherlands en 2019, ce qui a accentué la baisse du

Tabl. n° 4

Parc cumulé* de capteurs solaires thermiques installés dans l'Union européenne en 2019 et en 2020** (en m² et en MWth)

Pays	2019		2020	
	m ²	MWth	m ²	MWth
Allemagne	19 325 790	13 528,1	19 454 590	13 618,2
Grèce	4 867 500	3 407,3	4 991 000	3 493,7
Autriche	5 044 954	3 531,5	4 916 776	3 441,7
Espagne	4 405 165	3 083,6	4 595 815	3 217,1
Italie	4 343 765	3 040,6	4 453 091	3 117,2
France***	3 304 000	2 312,8	3 386 800	2 370,8
Pologne	2 696 000	1 887,2	2 857 200	2 000,0
Danemark	1 789 313	1 252,5	1 799 171	1 259,4
Portugal	1 347 955	943,6	1 397 829	978,5
Chypre	1 084 111	758,9	1 107 209	775,0
Belgique	765 800	536,1	780 770	546,5
Pays-Bas	672 497	470,7	669 682	468,8
République tchèque****	554 504	388,2	576 504	403,6
Bulgarie	425 478	297,8	449 478	314,6
Suède	459 000	321,3	441 383	309,0
Hongrie	350 000	245,0	371 000	259,7
Irlande	332 530	232,8	343 644	240,6
Croatie	272 200	190,5	298 300	208,8
Slovénie	224 318	157,0	225 791	158,1
Roumanie	204 350	143,0	219 700	153,8
Slovaquie	211 000	147,7	216 000	151,2
Finlande	73 000	51,1	79 000	55,3
Malte	73 485	51,4	74 166	51,9
Luxembourg	69 231	48,5	72 031	50,4
Lettonie	47 792	33,5	49 392	34,6
Lituanie	24 150	16,9	26 150	18,3
Estonie	19 045	13,3	20 470	14,0
Total EU	52 986 933	37 090,9	53 872 942	37 711,1

* Toutes technologies y compris le non vitré. ** Estimation. *** Dom inclus. **** La République tchèque a procédé à une consolidation de sa série statistique concernant la surface totale des capteurs solaires thermiques en opération. Source: EurObserv'ER 2021



Le 25 février 2021, a été inaugurée la centrale solaire thermique SIG SolarCAD II située au Lignon, sur le site des services industriels de Genève (SIG), un établissement public du canton de Genève (Suisse). D'une surface de 800 m², la centrale produira de la chaleur qui sera injectée dans le réseau du canton. Les panneaux sont équipés de capteurs sous vide fabriqués par la société genevoise TVP Solar.

marché solaire thermique néerlandais en 2020. La centrale de Nibbixwoud a été conçue et installée par la société néerlandaise G2 Energy, à l'origine également de l'installation et de la mise en service de la serre Tesselaaar Freesias, alimentée par un champ de capteurs de 9 300 m².

Plus récemment, en France, Kyotherm, une société d'investissement spécialisée dans le financement de projets de chaleur renouvelable par tiers, a mis en service la centrale solaire industrielle d'Issoudun, le plus grand système de chauffage solaire du pays. La centrale, qui est équipée de 893 capteurs de marque Savosolar (de type Savo 15 SG-M), dispose d'une surface de champs de capteurs de 13 243 m² (10,6 MWth), et fournira de la chaleur à une usine de séchage de malt, qui est exploitée par les Malteries Franco-Suisses.

UN PARC SOLAIRE THERMIQUE DE 53,9 MILLIONS DE M² FIN 2020

Selon EurObserv'ER, la superficie totale du parc de l'Union européenne s'établit

à 53,9 millions de m² (37 711 MWth), en augmentation de 1,7 % par rapport à 2019 (tableau 4). En 2020, la surface cumulée a ainsi augmenté de 0,9 million de m², compte tenu d'un déclassement de 1,1 million de m².

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. Dans certains pays, les superficies totales de capteurs augmentent peu et quelques-uns, comme l'Autriche, ont même amorcé une décroissance de leur parc, qui s'explique par des volumes mis hors service supérieurs à ceux installés actuellement. Le déclassement va s'accroître dans les prochaines années, en lien avec des niveaux d'installations particulièrement élevés durant la seconde moitié des années 2000 jusqu'au début des années 2010 (qui ont culminé à près de 5 millions de m² en 2008). Cette évolution posera dans quelques années le problème du maintien des apports de la chaleur solaire dans les objectifs de l'Union européenne dans le cas d'une absence de relance significative du marché.

ACTUALITÉS DES PRINCIPAUX MARCHÉS EUROPÉENS

FORT REBOND ANNONCÉ DU MARCHÉ GREC

Le marché grec du solaire thermique, habituellement très robuste, a plié en 2020. Selon l'EBHE (Association grecque des industriels du solaire thermique), il s'est établi à 304 500 m² en 2020, comparé à 361 250 m² en 2019. Compte tenu des systèmes mis hors services, qui pour la plupart ont été remplacés, la superficie totale des capteurs installés en Grèce n'a augmenté que de 123 500 m², juste sous le seuil des 5 millions de m² installés.

Selon Costas Travasoros, représentant de l'EBHE et président de Solar Heat Europe, cette baisse est uniquement imputable à la crise sanitaire liée au Covid. Il précise que l'année 2020 avait très bien commencé, en petite augmentation par rapport au début de l'année 2019. Mais du fait du premier confinement, la filière industrielle a perdu environ la moitié de ses ventes en avril et en mai, les commerces ont dû fermer et la production a été ralentie. Les ventes des mois de mars et juin ont également été affectées. Le reste de l'année a été relativement positif, notamment dans le secteur du tourisme, qui utilise beaucoup l'énergie solaire. Costas Travasoros s'attend à une année 2021 bien meilleure et à un niveau de ventes au premier semestre du même ordre que celui du premier semestre 2019, année record sur le plan des installations. Il est intéressant de noter que le marché chypriote, qui a des caractéristiques



proches du marché grec sur le plan des technologies installées, a beaucoup moins été touché par la pandémie. Selon le syndicat chypriote des industriels du solaire thermique (Ebhek), le marché 2020 est même en augmentation de 10% par rapport à 2019, soit 76 784 m². Le marché du remplacement a touché 53 686 m², et donc 23 098 m² ont concerné des installations dans de nouveaux bâtiments (estimation réalisée sur la base des nouveaux permis de construire).

L'ALLEMAGNE REPREND EN MAIN SON MARCHÉ

En décroissance continue depuis 2012 (neuf ans), le marché solaire thermique allemand, le plus important de l'Union européenne, a en 2020 de nouveau renoué avec une croissance forte (+ 25,9% par rapport à 2019). Selon l'AGEE stat, le groupe de travail sur les statistiques sur les énergies renouvelables du ministère fédéral de

l'Économie et de l'Énergie (BMWi), la superficie de capteurs installée durant l'année 2020 a été de 643 000 m² (dont 99 000 m² de capteurs à tube sous vide), comparé à 511 000 m² en 2019. Le marché allemand retrouve ainsi un niveau d'activité supérieur à celui de 2017. La crise sanitaire, qui a touché avec décalage le pays, a moins désorganisé la filière qu'en Grèce. Mais surtout la forte augmentation du marché allemand s'explique par la mise en place d'un nouveau régime de subventions simplifié particulièrement incitatif, le programme de subvention fédérale pour les bâtiments efficaces du BEG (Bundesförderung für Effiziente Gebäude). Il concerne tous les appareils de chauffage utilisant les énergies renouvelables (chaudière biomasse, pompe à chaleur, chauffage solaire thermique et hybride) et remplace tous les programmes existants, dont ceux de rénovation des bâtiments, d'optimisation du chauffage (HZO), d'incitation à

l'efficacité énergétique (APEE) et d'incitation du marché à l'utilisation des énergies renouvelables sur le marché du chauffage (MAP). Le panel de bénéficiaires de ce programme est extrêmement large et concerne les propriétaires, les locataires, les entreprises, les collectivités territoriales, les associations à but non lucratif, y compris les églises, les personnes morales et les sociétés de droit public et municipalités. Dans ce nouveau régime de subventions, si, par exemple, un système solaire thermique est ajouté à un système de chauffage existant, l'État fédéral rembourse 30% des coûts éligibles. Dans le cas du remplacement d'une ancienne chaudière fioul par une chaudière à gaz performante combinée à un système solaire thermique, 40% du coût d'installation du système éligible est subventionné. Une subvention maximale de 45% est possible si une ancienne chaudière fioul

UN MARCHÉ PV-T QUI SE STRUCTURE

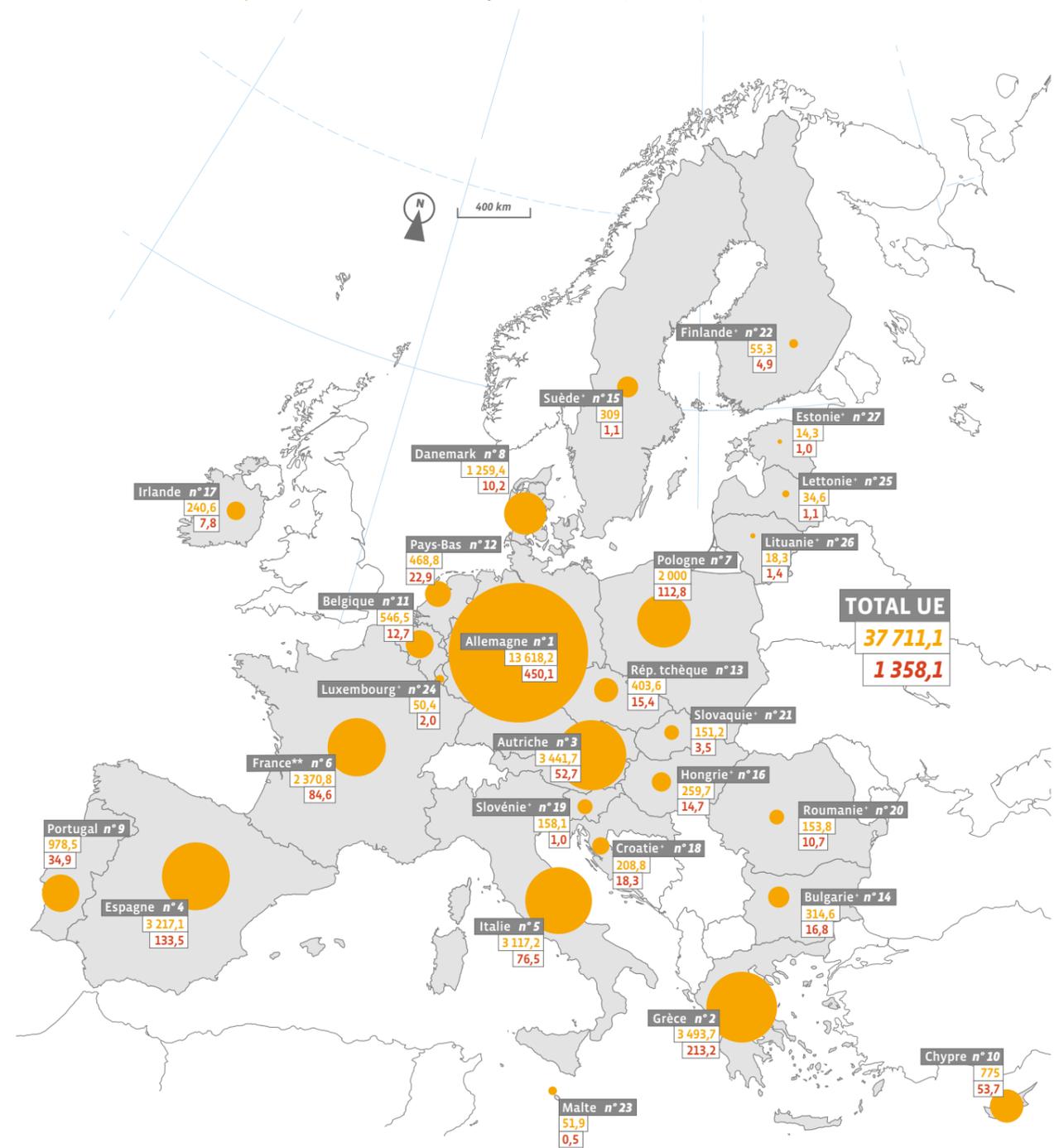
Pour la seconde année, ce baromètre fait un point sur le développement de la technologie des capteurs hybrides thermiques photovoltaïques sur vecteur eau (PV-T eau). Ces capteurs sont en effet capables de produire en même temps de l'électricité et de la chaleur (eau chaude sanitaire et chauffage). Les 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, du fait de règles afférentes au secret statistique (mises en œuvre quand les volumes sont trop faibles), ne communiquent pas publiquement 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'entrée sur le marché de nouveaux concurrents.

Le rapport annuel "Solar Heat Worldwide 2021 edition", publié en mai 2021, 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 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.

Concernant uniquement le segment de marché des PVT 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 242 008 m² fin 2020 (tableau 6) comparé à un chiffre de 187 057 m² en 2019, soit une progression de 54 951 m². La puissance thermique équivalente du parc de l'Union européenne des capteurs PV-T sur vecteur eau était en 2020 de 136,8 MWth couplée à une puissance électrique de 45,5 MWe (MW-crête). Les pays les plus impliqués sont l'Allemagne, avec une superficie totale en opération de 118 944 m² (67,5 MWth, 22,5 MWe), suivie par les Pays-Bas (55 647 m², soit 31,6 MWth et 10,6 MWe) et la France (29 092 m², 16,5 MWth et 5,5 MWe). Pour la France, une étude parue en juin 2021 réalisée par Observ'ER auprès des fabricants impliqués sur ce marché donne des résultats proches de ceux de l'AEE Intec, soit un parc en opération de 30 790 m², pour une puissance électrique de 5,4 MWe. Le rapport du SHC présente également des données de parcs sur les autres types de capteurs PV-T utilisant l'air comme fluide caloporteur.

Puissance solaire thermique installée dans l'Union européenne fin 2020* (en MWth)



Légende

37 711,1 Puissance du parc solaire thermique installé à la fin de l'année 2020 (en MWth).

1 358,1 Puissance solaire thermique installée durant l'année 2020** (en MWth).

* Estimation.

** Estimation EurObserv'ER basée sur la base de données Eurostat ou la dernière enquête de marché Estif.

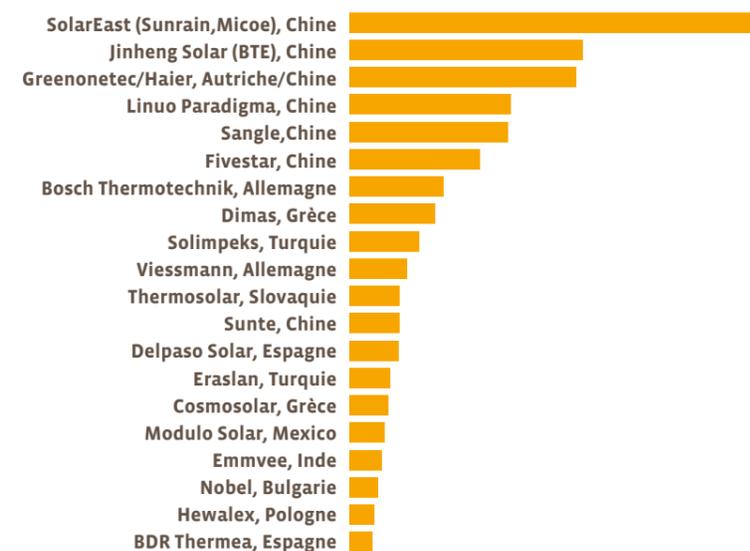
** DOM inclus pour la France.

Source: EurObserv'ER 2021



Graph. n° 1

Classement des plus grands constructeurs de panneaux solaires thermiques de type capteurs plans dans le monde (surfaces produites en 2020 en m²)



Source: Étude Solrico, "Manufacturer's information market", février-mars 2021, www.solrico.com

est remplacée par un nouveau système de chauffage constitué d'un système solaire thermique associé à une chaudière biomasse ou à une pompe à chaleur. Avec ce nouveau programme, le pays envoie un signal fort pour améliorer l'efficacité énergétique dans tous les types de bâtiments. D'autant plus que depuis le 1^{er} janvier 2021, le pays a instauré une taxe carbone qui concerne toutes les émissions de CO₂ en Allemagne générées par l'utilisation des combustibles dans les secteurs non couverts par le système européen d'échange de quotas d'émission. Le prix est fixé à 25 € par tonne de CO₂ et augmentera progressivement à 55 € par tonnes de CO₂ en 2025. En 2026, les certificats seront mis aux enchères dans une fourchette de 55 à 65 € par tonne de CO₂. La taxe carbone n'est pas perçue auprès des consommateurs mais à la mise sur le marché des combustibles, payée par les fournisseurs de gaz naturel, importateurs de fioul et de carburants, grossistes en carburants et fioul domestique et les raffineries. Le charbon sera inclus à partir de 2023. Point important, le gouvernement a précisé d'emblée que les recettes de la "taxe carbone" seront réinvesties dans des mesures de protection du climat ou

restituées aux citoyens à titre de compensation. Comme l'a montré le mouvement de protestation des Gilets jaunes en France, le sujet de la taxe carbone reste sensible pour les ménages. En France, l'État n'a jamais été en capacité de convaincre que la hausse de la taxation carbone n'était pas entreprise pour autre chose qu'une logique de rendement budgétaire.

DES NOUVEAUX RELAIS DE CROISSANCE ATTENDUS EN AUTRICHE

Le marché de l'Autriche, pays qui dispose du deuxième taux d'équipement solaire thermique de l'Union européenne (0,552 m²/hab) (**tableau 5**) est représentatif des difficultés rencontrées par la filière solaire thermique. Fer de lance du marché européen dans la seconde moitié des années 2000 (avec des records d'installations annuelles supérieurs à 360 000 m² en 2008 et 2009) et jusqu'au début des années 2010, le pays n'a installé, selon le bureau d'études AEE Intec, que 75 340 m² en 2020 (72 210 m² de capteurs plans, 1 400 m² de capteurs à tubes sous vide et 1 730 m² de capteurs non vitrés), comparé à un volume d'installation de 90 810 m² en 2019 (90 040 m²

de capteurs plans, 310 m² de capteurs à tube sous vide et 460 m² de capteurs non vitrés). Ce niveau d'installation est devenu insuffisant pour maintenir la superficie totale de capteurs en opération, avec un mouvement d'inflexion qui a eu lieu en 2016. Selon AEE Intec, ce sont en effet 128 178 m² qui ont été mis hors service durant l'année 2020 (83 769 m² de capteurs plans, 3 279 m² de capteurs à tube sous vide et 41 130 m² de capteurs non vitrés). La superficie totale des capteurs solaires thermiques en opération passe ainsi de 5 044 944 m² à 4 918 726 m². Werner Weiss, directeur d'AEE Intec, précise que le marché des systèmes solaires thermiques à circulation forcée sur le segment des maisons individuelles et multifamiliales (très répandues dans les pays germaniques) subit une forte pression en Autriche et, en l'absence d'un programme d'incitation aussi attrayant que celui qui a été mis en place en Allemagne, on peut supposer que ce segment de marché continuera à rétrécir dans les années à venir et que le chauffage de l'eau sera pris en charge par les pompes à chaleur et les systèmes photovoltaïques.

Cependant, Werner Weiss précise que deux autres segments de marché ont des perspectives de croissance indéniables, à savoir les réseaux de chaleur locaux et urbains ainsi que la chaleur industrielle. En raison de la taille de ces systèmes, ces applications peuvent bénéficier d'économies d'échelle et permettre de convertir très rapidement les réseaux de chaleur existants aux énergies renouvelables. Le nouveau programme du Fonds autrichien pour l'énergie et le climat devrait renforcer cet élan, en particulier pour les projets disposant d'une surface de capteurs supérieure à 5 000 m². Le budget alloué par ce fonds pour les grandes réalisations solaires thermiques de type réseaux de chaleur et chaleur industrielle a en effet fortement augmenté, soit 45 millions d'euros en 2021 et 2022, dédiés à la mise en œuvre des études de faisabilité, des centrales et aux systèmes de suivis. À titre de comparaison, le budget alloué aux grandes installations n'était que de 2,5 millions d'euros en 2020. Point important, pour la première fois depuis la création de ce fonds en 2011, plus aucune contrainte de taille n'est demandée. Selon Roger Hackstock,

Tabl. n° 5

Parcs solaires thermiques* en service par habitant (m²/hab. et kWth/hab.) en 2020**

Pays	m ² /hab.	kWth/hab.
Chypre	1,247	0,873
Autriche	0,552	0,387
Grèce	0,466	0,326
Danemark	0,309	0,216
Allemagne	0,234	0,164
Malte	0,144	0,101
Portugal	0,136	0,095
Luxembourg	0,115	0,081
Slovénie	0,108	0,075
Espagne	0,097	0,068
Pologne	0,075	0,053
Italie	0,075	0,052
Croatie	0,074	0,051
Irlande	0,069	0,048
Belgique	0,068	0,047
Bulgarie	0,065	0,045
République tchèque**	0,054	0,038
France***	0,050	0,035
Suède	0,043	0,030
Slovaquie	0,040	0,028
Pays-Bas	0,038	0,027
Hongrie	0,038	0,027
Lettonie	0,026	0,018
Estonie	0,015	0,011
Finlande	0,014	0,010
Roumanie	0,011	0,008
Lituanie	0,009	0,007
Total EU	0,120	0,084

* Toutes technologies y compris le non vitré. ** Estimation. *** DOM inclus. Source: EurObserv'ER 2021

directeur général de Austria Solar, cité dans un article publié par Bärbel Epp sur le site *Solarthermalworld*, 18 projets totalisant 300 000 m² ont demandé à bénéficier de ce fonds en 2020, ce qui prouve le grand intérêt pour ce type de réalisation en Autriche. Le fonds permettra notamment de couvrir les frais de 100% des études de faisabilité pour les projets de moins de 5 000 m², jusqu'à 50% des coûts d'investissement pour les centrales jusqu'à 2 000 m² et jusqu'à 30% pour les centrales de plus de 2 000 m² (+ 5% pour le stockage).

UNE INDUSTRIE EN PERTE DE VITESSE NÉCESSITANT DE NOUVEAUX DÉBOUCHÉS

L'étude annuelle du cabinet Solrico est l'un des principaux documents réalisés

sur l'industrie du solaire thermique. Notamment relayé par la plate-forme en ligne *solarthermalworld.com*, ce travail analyse les tendances mondiales du marché et présente le top 20 des fabricants de la filière (**graphique 1**). Portées par un marché intérieur qui représente à lui seul près de 2,5 fois celui de l'ensemble des autres pays, les sociétés Chinoises trustent sans surprise la tête de ce classement avec SolarEast sur la première marche, devançant son compatriote Jinheng Solar (incluant sa branche exportatrice BTE Solar) ainsi que le conglomérat chinois Haier (qui détenait 51% de GREENoneTEC jusqu'en décembre 2020) qui complète le podium. Les volumes de production du top six des entreprises chinoises ont augmenté de 12% en 2020, une tendance qui va à

l'inverse du reste des autres acteurs du marché puisque, dans leur ensemble, les autres fabricants ont enregistré une baisse de leur production de 9%. Les volumes exacts n'ont d'ailleurs pas été publiés, car la plupart des compagnies n'ont pas souhaité dévoiler leurs chiffres, globalement en baisse. Sur le marché européen, une information intéressante a été diffusée par l'Irena en mars 2021 sur une orientation à la baisse des coûts de production pour les centrales solaires industrielles (Ship) observée sur deux marchés particulièrement matures, ceux de l'Allemagne et de l'Autriche. En l'espace de six années, ceux-ci ont diminué de 51% (période 2014-2020) en Allemagne et de 42% en Autriche (période 2012-2018) pour se situer respectivement à 504 € et 715 € par m². Ce constat est important car ces réductions ont été réalisées dans un contexte général de diminution du marché dans ces deux pays. Cette réduction des coûts est principalement le fait d'une évolution du marché, qui s'est déplacé des installations individuelles, où le coût de production est comparativement plus important au m², vers des opérations de plus grandes envergures (notamment dans l'industrie), et le phénomène des rendements d'échelle a joué son rôle. C'est en effet l'une des tendances majeures du marché européen, globalement, les fabricants cherchent de nouveaux débouchés en plus du résidentiel pour développer leur activité et, pour cela, ils se tournent soit vers les grands panneaux pour des projets conséquents, soit vers des panneaux hautes températures pour des réalisations très spécifiques. Le créneau des panneaux pour des opérations de très grande taille (1 000 m² ou plus) est celui qu'ont choisi plusieurs sociétés européennes pour chercher des relais de croissance. C'est notamment le cas du fabricant autrichien GREENoneTEC, qui reste une référence européenne. Suite au rachat de 51% des parts du groupe par son fondateur et PDG auprès du partenaire chinois Haier, la société est devenue une entreprise 100% européenne. Le géant du solaire thermique, dont la capacité de production annuelle est de 1,6 million de m² de capteurs solaires thermiques, a développé son appareil productif en faisant l'acquisition de la



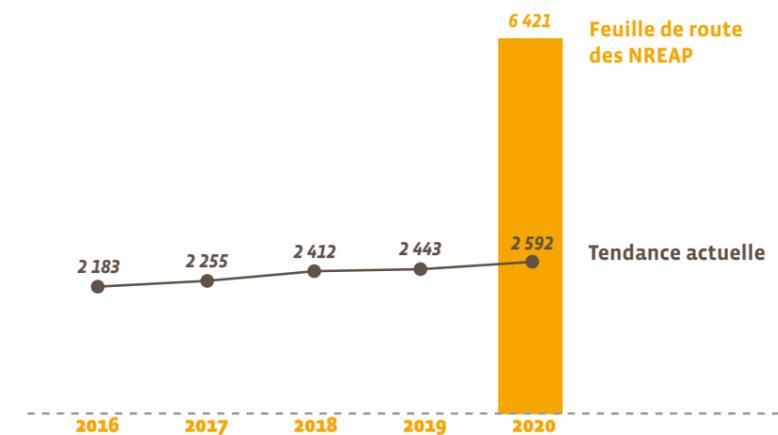
Climat Foundation. Le but est d'assurer le développement le plus rapide et à la plus grande échelle possible des solutions à zéro émission pour le chauffage et le rafraîchissement. Pour les filières, une des clés de la réussite est de disposer du plus d'effets d'échelles possible pour baisser le coût de la chaleur renouvelable qui, couplé à une augmentation programmée du prix du carbone, va naturellement faire basculer le marché vers les solutions bas carbone. Les besoins sont en effet immenses et donnent une idée de l'étendue des perspectives de croissance. Selon la Commission, la part actuelle des énergies renouvelables dans le parc immobilier global de l'UE n'est que de 23,5%, représentant principalement des poêles et des chaudières à biomasse. Les pompes à chaleur utilisant l'énergie ambiante et la géothermie ne constituent encore que 2,5%, et le solaire thermique environ 1,2%. Les bâtiments représentent la plus grande part de la consommation globale de chauffage et de refroidissement. Actuellement, des millions et des millions de chaudières à combustibles fossiles (gaz naturel, charbon et fioul) sont installées dans les bâtiments. Environ 88% du chauffage est fourni par des chaudières individuelles de manière très décentralisée. Environ 12% des bâtiments sont desservis par des systèmes de chauffage urbain. Le chauffage urbain est également principalement basé sur des combustibles fossiles. La part des énergies renouvelables dans le chauffage urbain n'est en effet que de 29% (chiffres 2018, calculés d'après données Eurostat et Euroheat & Power dans le cadre de l'étude ENER/C1/2018-496). Pour 27%, il s'agit de biomasse. Les pompes à chaleur représentent 1,2%, la géothermie 0,7% et le solaire thermique 0,1%. La part du gaz naturel est de 30%, celle du charbon et de la tourbe de 27%. L'heure est à l'action. La semaine où l'Europe a présenté sa stratégie pour réduire ses émissions de GES afin de tendre vers la neutralité carbone, des pays de l'Union ont été très durement touchés par les conséquences du réchauffement climatique: des inondations d'une durée et d'une intensité rarement observées et des glissements de terrain faisant de très nombreuses victimes et de graves dégâts en Allemagne et au Benelux. □

bâtiments publics, de fixer une valeur de référence (objectif indicatif) de 49% d'énergies renouvelables dans les bâtiments d'ici à 2030, d'obliger les États membres à accroître l'utilisation des énergies renouvelables dans le chauffage et le refroidissement de 1,1 point de pourcentage par an d'ici à 2030. Ce niveau de financement est susceptible d'ouvrir de grandes opportunités pour la filière solaire thermique, dans les pays d'Europe de l'Est et du Sud-Est notamment, où la chaleur solaire thermique est bien adaptée et constitue souvent l'option la moins chère pour remplacer un appareil de chauffage à énergie fossile ou "verdir" les réseaux de chaleur encore à dominante charbon dans les pays de l'Est. Les implications de cette grande mission politique européenne sont extrêmement importantes pour tous les acteurs européens engagés depuis de très nombreuses années dans les domaines de la chaleur renouvelable, d'autant plus qu'elle est clairement orientée sur le développement d'une industrie, d'emplois et de technologies "Made in Europe". Pour ces acteurs, les attentes et les besoins sont tels qu'ils avaient fait le choix le 3 mars 2021 de former une alliance, **The Renewable Heating and Cooling Alliance**, regroupant Solar Heat Europe, Ehpa, Egec Euroheat and Power, Energycities et l'European

renouvelables. La Commission européenne a ainsi proposé, dans son projet d'amendement de la directive énergie renouvelable 2018/2001, de porter à 40% l'objectif contraignant (à l'échelle de l'Union européenne) en matière d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique de l'UE (contre actuellement un minimum de 32%). Un des axes les plus importants de cette politique concernera la rénovation des logements et des bâtiments pour des modes de vie plus écologiques, économes en énergie, protégeant des températures extrêmes et œuvrant contre la précarité énergétique. Les moyens mis sur la table sont à la hauteur des enjeux, le nouveau Fonds social européen pour le climat, destiné aux citoyens de l'UE les plus exposés à la précarité énergétique, contribuera à alléger les coûts, afin que la transition soit juste et que personne ne soit laissé pour compte. Il fournira une enveloppe de 72,2 milliards d'euros sur sept ans pour financer la rénovation des bâtiments ainsi que l'accès à une mobilité à émissions nulles et à faibles émissions. Outre les habitations, les bâtiments publics doivent également être rénovés, pour utiliser davantage d'énergies renouvelables et être plus économes en énergie. La Commission propose d'obliger les États membres à rénover tous les ans au moins 3% de la surface au sol totale de tous les

Graph. n° 2

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



Source : EurObserv'ER 2021.

d'atteindre des températures au-delà de 80 °C. En visant les hautes températures, les solutions de TVP Solar peuvent remplacer ou intervenir sur des processus industriels fonctionnant initialement au gaz ou autres carburants fossiles. Le projet SIG SolarCAD II, inauguré en février 2020 sur le site de Lignon, sur la commune de Vernier (Suisse), a montré des résultats très satisfaisants en la matière. Il a produit 157 MWh sur l'année et a performé sous des conditions neigeuses pour alimenter à 80 °C un réseau de chaleur industriel à hauteur de 30% de ses besoins. Les Suisses ont également fourni des panneaux pouvant donner de la chaleur jusqu'à 200 °C. Ce type d'équipements est notamment destiné au très énergivore processus de dessalement d'eau de mer installé par exemple au Koweït. Toujours au Moyen-Orient, des modules sous vides de TVP Solar pourraient également être utilisés par des pétroliers comme Saudi Aramco (Arabian Oil Company) pour remplacer des carburants autoconsommés pour chauffer les processus de moyenne température de leurs raffineries.

APPEL D'AIR ATTENDU POUR LA CHALEUR RENOUVELABLE

La Commission européenne a dévoilé mercredi 14 juillet 2021 les grandes lignes du "Pacte vert" pour l'Europe (ou Green Deal), la grande mission politique qu'elle s'est fixée au début de son mandat. L'ambition affichée n'est rien moins que de bâtir un nouveau modèle économique en posant les grandes lignes de cette transformation radicale. Les 27 États membres de l'UE sont tous résolus à faire de l'UE le premier continent neutre pour le climat d'ici à 2050. Pour y parvenir, ils se sont engagés à réduire leurs émissions d'au moins 55% d'ici à 2030, par rapport aux niveaux de 1990. L'objectif est de prendre la tête de la troisième révolution industrielle, créer des nouveaux marchés basés sur des technologies et des nouveaux produits propres. Dans le secteur de la construction, la Commission estime que d'ici 2030 35 millions de bâtiments pourraient être rénovés et 160 000 emplois verts supplémentaires créés, notamment via l'électrification de l'économie et le recours accru aux énergies

société danoise Arcon-Sunmark spécialisée dans les grandes centrales. Les lignes de production d'Arcon-Sunmark ont été relocalisées en Autriche sur le site de Sankt Veit afin d'alimenter l'ensemble des marchés d'Europe de l'Ouest. Autre acteur européen d'envergure qui s'intéresse de près au segment des grandes opérations solaires thermiques, le constructeur allemand Viessmann (10^e au classement mondial). Le groupe a inauguré en 2020 une nouvelle ligne de production solaire thermique à Faulquemont, en Moselle (France). L'usine Viessmann Faulquemont est le deuxième site industriel du groupe, en termes de surface, qui en compte 20. Le site possède son propre centre de R&D et emploie 550 collaborateurs. À l'image de GREENoneTEC, Viessmann s'intéresse de plus en plus aux grandes centrales solaires thermiques et déclare que cette usine sera plus particulièrement destinée aux réseaux de chaleur urbains et à la production de chaleur pour des

processus industriels. Dernier exemple d'entreprise engagée dans le créneau des grandes surfaces, le finlandais Savosolar, spécialisé dans les capteurs de grande taille. La société vient de livrer ses panneaux à la centrale d'Issoudun de 15 000 m² (France). Il s'agira de la plus importante centrale solaire thermique française et elle sera destinée à alimenter en chaleur la chaîne de production de la Malterie de Boortmalt. Capable de monter à 70 °C, elle permettra de préchauffer l'eau en amont des procédés actuels et viendra en complément d'une chaudière biomasse installée en 2013. Le groupe finlandais a déclaré vouloir installer une nouvelle succursale à Paris, jugeant le marché français particulièrement prometteur. Sur le segment des panneaux à hautes températures, on trouve l'entreprise suisse TVP Solar. Basée à Genève, la société développe et produit plusieurs gammes de panneaux solaires thermiques sous vide permettant

Tabl. n° 6

Superficie totale installée des capteurs hybrides PV-T sur vecteur eau* dans l'Union européenne en 2019 et 2020 (en m²) et puissance thermique (en MWth) et électrique (MWp) correspondantes

Pays	Total PV-T eau					
	2019			2020		
	m ²	MWth	MWp	m ²	MWth	MWp
Allemagne	112 074	56,2	20,7	118 944	67,5	22,6
Pays-Bas	30 353	15,2	5,6	55 647	31,6	10,6
France	12 687	6,4	2,3	29 092	16,5	5,5
Espagne	12 902	6,7	2,0	16 646	9,0	2,8
Italie	15 501	7,8	2,8	15 628	8,8	2,9
Autriche	1 179	0,8	0,3	1 950	1,0	0,3
Suède	0	0,0	0,0	1 220	0,7	0,2
Belgique	728	0,4	0,1	912	0,5	0,2
Luxembourg	635	0,3	0,1	635	0,4	0,1
Hongrie	578	0,3	0,1	578	0,3	0,1
Portugal	335	0,2	0,1	453	0,3	0,1
Pologne	0	0,0	0,0	150	0,1	0,0
Danemark	85	0,0	0,0	109	0,0	0,0
Slovénie	0	0,0	0,0	40	0,0	0,0
Grèce	0	0,0	0,0	4	0,0	0,0
Total	187 057	94,236	34,135	242 008	136,757	45,455

*Capteurs PV-T vitrés, non vitrés et sous vide.
Le détail des données par technologie est disponible dans le rapport "Solar Heat Worldwide Report", édition 2021, SHC Programme IEA and SHC Task 60/Report A1.
Source des données : IEA SHC Task 60 survey, AEE Intec

LE SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

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 tour, 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, des 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.

6 410,9 MW DE PUISSANCE CSP DANS LE MONDE FIN 2020

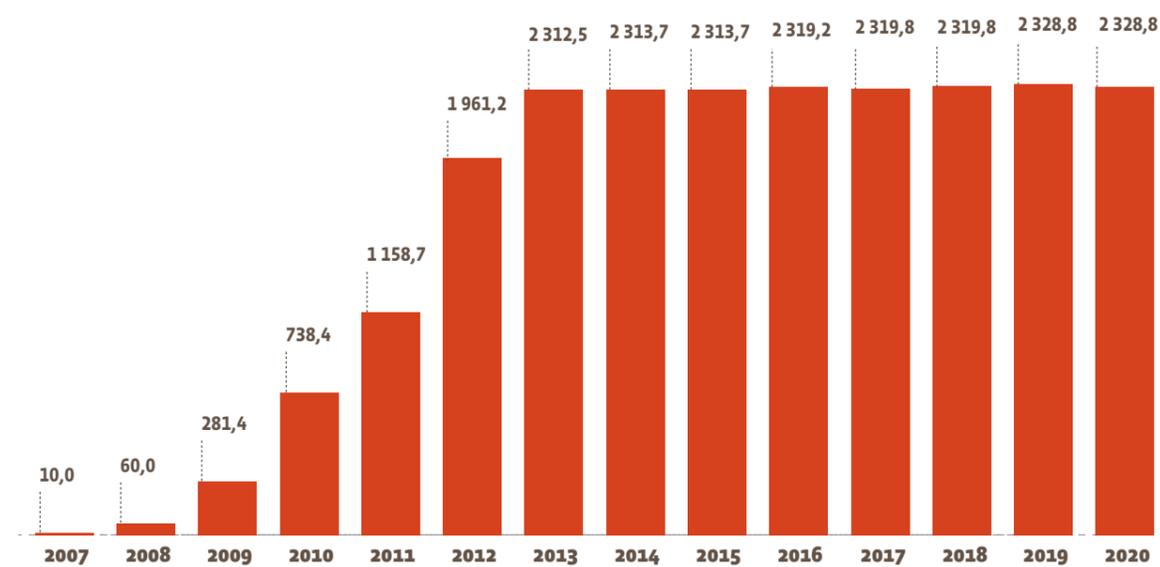
L'essentiel du développement actuel des centrales thermodynamiques se situe dans des zones où les conditions d'ensoleillement sont très propices tels que la Chine, l'Inde, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Moyen-Orient ou le Maghreb. Selon le site Protermosolar (Association espagnole pour la promotion de l'industrie solaire thermodynamique), la puissance mondiale des centrales solaires thermodynamiques était estimée à 6 410,9 MW fin 2020 (6 310,9 MW fin 2019, chiffre consolidé). Selon le pointage de Protermosolar, une seule centrale a été mise en service durant l'année 2020. Il s'agit de la centrale chinoise de CNNC Royal Tech Urat, dotée d'une puissance de 100 MW, soit la plus grande centrale de type cylindro-parabolique du pays. Elle a nécessité un investissement total de 2,9 milliards de RMB (équivalent à 379 millions d'euros) et a été connectée au réseau le 8 janvier 2020. Elle dispose d'un système de stockage de type sel fondu de

10 heures et sa production attendue est de 350 GWh par an. Elle est la septième mise en service prévue de la première phase de 20 projets pilotes (9 projets de centrales à tour, 8 cylindro-paraboliques et 4 centrales de type Fresnel) annoncée le 14 septembre 2016 par la China National Energy Administration (CNEA), projets d'une puissance cumulée de 1 349 MW. Le projet de Luneng Haixi, une centrale à tour de 50 MW, mis en service en septembre 2019, est le seul ne faisant pas partie de la liste des 20 projets annoncés par le CNEA. La Chine possède désormais 8 centrales CSP en opération pour une puissance cumulée de 500 MW.

Selon Protermosolar, 6 projets de centrales étaient en cours de construction au 1^{er} janvier 2021 pour une puissance cumulée de 1 010 MW. Parmi eux, 4 ont une mise en service prévue pour 2021 et deux sont prévues pour 2022. Il s'agit des deux centrales chinoises de Shenzhen Jinfan Akesai (50 MW, type cylindro-parabolique) et de la centrale Shouhang Yumen (100 MW, type centrale à tour). Cette dernière sera équipée d'un système de stockage de 10 heures. Deux autres centrales sont en cours de construction aux Émirats

Graph. n° 3

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



Source : EurObserv'ER 2021



Le dernier projet qui a été raccordé au réseau en avril 2021 est celui de la centrale chilienne Atacama 1 de Cerro Dominador. Cette centrale à tour de 110 MW est particulière car elle dispose d'un système de stockage de 17,5 heures, ce qui lui permet de fonctionner 24 heures sur 24, avec une puissance suffisante pour alimenter une ville de 380 000 personnes.



CERRO DOMINADOR

Arabes Unis sur le complexe de Noor Energy 1. Ce site hors normes dédié à l'énergie solaire disposera d'une puissance CSP de 700 MW et intégrera une centrale PV de 250 MW. Le site comprendra la centrale Dewa IV 100 MW Tower, une centrale à tour de 100 MW équipée d'un système de stockage de 15 heures dont la mise en service est prévue pour

2021, ainsi que la centrale DEWA IV 3X200 MW Trough 1de type cylindro parabolique prévue pour 2022, qui, avec ses 600 MW et son système de stockage de 11 heures, fait passer la technologie CSP dans une autre dimension. Le dernier projet qui a été raccordé au réseau en avril 2021 est celui de la centrale chilienne Atacama 1 de Cerro

Dominador. Cette centrale à tour de 110 MW est particulière car elle dispose d'un système de stockage de 17,5 heures, ce qui lui permet de fonctionner 24 heures sur 24, avec une puissance suffisante pour alimenter une ville de 380000 personnes. Il s'agit d'un nouveau record pour la durée de stockage. La centrale est équipée de

10600 miroirs (appelés heliostats) qui disposent chacun d'une surface de 140 m², qui concentrent la lumière en haut d'une tour de 250 mètres. Les sels fondus qui circulent dans le récepteur peuvent atteindre des températures de plus de 560 °C, qui stockés dans de larges tanks, peuvent être utilisés ultérieurement et produire de l'électricité grâce à

une turbine à vapeur. Ce projet installé à l'autre bout du monde a obtenu des financements du programme Laif de l'Union européenne et de la banque de développement allemande KfW. Il a été construit par un consortium formé par Acciona-Abengoa. Le rapport "Renewable Power Generation Costs 2020" publié par

l'Irena en juin 2021 montre que les coûts des centrales CSP ont fortement diminué. Selon l'Irena, le coût actualisé de l'énergie (LCOE) des projets SCP a diminué de 68 % entre 2010 et 2020, soit de 0,34 USD/kWh à 0,108 USD/kWh. L'Irena précise que les coûts d'installation moyens ont également fortement baissé, de l'ordre de 31 % entre 2019

Tabl. n° 7

Centrales solaires hélio-thermodynamiques en service à la fin de l'année 2020 dans l'Union européenne

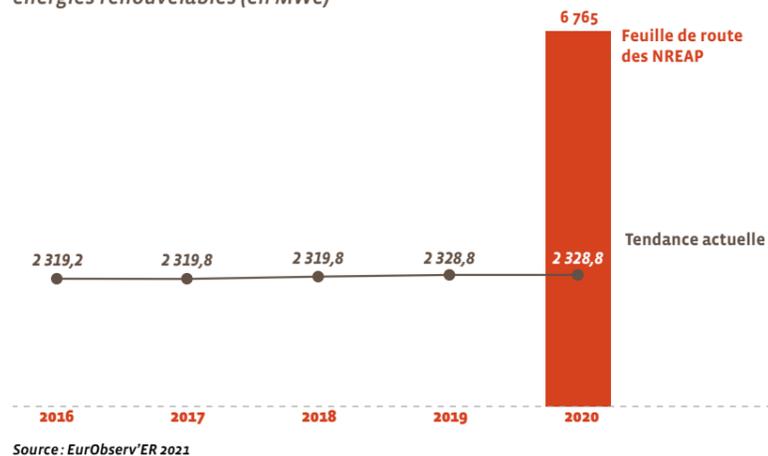
Projet	Technologie	Puissance (MWe)	Date de mise en service
ESPAGNE			
Planta Solar 10	Centrale à tour	10	2007
Andasol-1	Cylindro-parabolique	50	2008
Planta Solar 20	Centrale à tour	20	2009
Ibersol Ciudad Real (Puertollano)	Cylindro-parabolique	50	2009
Puerto Errado 1 (prototype)	Fresnel	1,4	2009
Alvarado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

La Africana	Cylindro-parabolique	50	2012
Olivenza 1	Cylindro-parabolique	50	2012
Helios 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Orellana	Cylindro-parabolique	50	2012
Extresol-3	Cylindro-parabolique	50	2012
Solaben 2	Cylindro-parabolique	50	2012
Termosolar Borges	Cylindro-parabolique + HB*	22,5	2012
Termosol 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Termosol 2	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 1	Cylindro-parabolique	50	2013
Casablanca	Cylindro-parabolique	50	2013
Enerstar	Cylindro-parabolique	50	2013
Solaben 6	Cylindro-parabolique	50	2013
Arenales	Cylindro-parabolique	50	2013
Total Espagne		2 303,9	
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	
ITALIE			
Archimede (prototype)	Cylindro-parabolique	5	2010
Archimede-Chiyoda Molten Salt Test Loop	Cylindro-parabolique	0,35	2013
Freesun	Fresnel	1	2013
Zasoli	Fresnel + HB*	0,2	2014
Rende	Fresnel + HB*	1	2014
Ottana	Fresnel	0,6	2017
Total Italie		8,15	
DANEMARK			
Aalborg-Brønderslev CSP project		5,5	2016
Total Danemark		5,5	
ALLEMAGNE			
Jülich	Centrale à tour	1,5	2010
Total Allemagne		1,5	
Total Union européenne		2 328,8	

*Hybride biomasse. Source: EurObserv'ER 2021

Graph. n° 5

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



Source : EurObserv'ER 2021

et 2020, pour atteindre 4 581 USD/kW. Le rapport précise que la forte baisse des coûts d'installation a été accentuée par le fait qu'un certain nombre de projets mis en service en 2019 avaient été retardés. Entre 2010 et 2020, les coûts d'investissement ont été divisés par deux, alors que dans le même temps les durées de stockage ont considérablement augmenté. Concernant les facteurs de charge, ils varient en fonction du niveau de l'irradiation solaire, de la configuration technologique, de la durée de stockage mais également de la volonté des investisseurs d'optimiser la production quand les prix de marché sont les plus élevés. Entre 2010 et 2020, les facteurs de charge sont passés en moyenne de 30 à 42% (avec un maximum de 64% concernant un projet de centrale à tour disposant d'une capacité de stockage de plus de 10 heures).

2 328,8 MW DANS L'UNION EUROPÉENNE

L'Union européenne n'a en 2020 pas vu la puissance de son parc CSP augmenter. La dernière centrale connectée l'a été en 2019. Il s'agit de la centrale de démonstration de type Fresnel du projet Ello situé dans les Pyrénées-Orientales, d'une puissance de 9 MW. En prenant en compte les centrales pilotes et de démonstration, le compteur reste donc toujours bloqué à 2 328,8 MW (tableau

7 et graphique 3). Par rapport à notre baromètre de l'an dernier, nous avons complété la liste des projets CSP opérationnels de l'Union européenne avec le projet danois de Aalborg-Brønderslev CSP, mis en service en 2016 par Aalborg CSP. Ce projet de type cylindro-parabolique est particulier car il est situé au nord de l'Europe et fonctionne en cogénération. Il dispose d'une puissance thermique de 17,6 MWh capable de délivrer une puissance électrique 5,5 MWe. Il a également la particularité d'être intégré à une centrale biomasse à cycle de Rankine (ORC). Il s'agit du premier système à grande échelle au monde à démontrer comment le CSP, avec une conception de système énergétique intégrée, peut optimiser l'efficacité de l'ORC même dans les zones les moins ensoleillées. La centrale dispose de 40 rangées de collecteurs cylindro-paraboliques d'une longueur de 125 mètres chacun pour une surface totale de capteurs de 26 929 m². Durant certaines périodes, les températures atteintes, de l'ordre de 330 °C, sont suffisantes pour produire de l'électricité, mais le système est assez flexible pour alimenter le réseau de chaleur avec des températures plus faibles. Afin de maximiser le rendement énergétique, la chaleur résiduelle est utilisée et envoyée au circuit de chauffage urbain, tandis que l'électricité est produite aux périodes de pointe.

UN APPEL D'OFFRES CSP IMMINENT EN ESPAGNE

L'Espagne, avec une puissance de 2,3 GW, est le seul pays de l'Union européenne à avoir développé une filière commerciale CSP. Les 50 centrales du pays ont produit, selon RED Electrica de España, 4 538 GWh en 2020, une production en baisse par rapport à 2019 (5 166 GWh) du fait de conditions d'ensoleillement moins favorables. L'année de référence pour le CSP en Espagne reste 2017, où les centrales avaient produit 5 347 GWh.

Après des années d'attente, la dernière centrale espagnole ayant été connectée en 2014, la filière espagnole est de nouveau en développement. Selon Gonzalo Martín, le secrétaire général de Protermosolar, le cadre juridique permettant le lancement de nouveaux appels d'offres CSP est pratiquement finalisé et un premier appel d'offres de 200 MW est sur le point d'être annoncé. Il est également déjà acté que deux nouveaux appels d'offres de 200 MW chacun seront lancés en 2023 et 2025. Le gouvernement a donc déjà garanti le lancement de 3 appels d'offres pour un total de 600 MW. Cela peut paraître peu, compte tenu de la feuille de route du Plan national énergie et climat (NECP) du pays. 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. Mais les nouveaux appels d'offres ouvrent enfin la possibilité à la filière de sortir sur le sol espagnol une toute nouvelle génération de centrales équipées des dernières technologies (stockage notamment).

Ce qu'attend encore la filière, ce sont les paramètres économiques finaux qui seront choisis, comme la durée des contrats d'achat, le nombre d'heures maximum bénéficiant d'un tarif d'achat garanti ou les prix plafonds, ce qui définira par exemple les durées de stockage et les prix proposés. Concernant les choix technologiques qui seront faits, cela dépendra des paramètres choisis dans les appels d'offres, et notamment de la taille maximale des installations. Ce n'est pas encore confirmé, mais les appels d'offres pourraient également concerner des centrales CSP hybrides,

photovoltaïques ou biomasses. Gonzalo Martín, qui se réjouit de ce renouveau du CSP en Espagne, précise que compte tenu du temps qui sera nécessaire aux réponses aux appels d'offres et au montage des projets, une durée incompressible d'au moins trois à quatre ans sera inévitable pour voir de nouvelles centrales sortir de terre, ce qui signifie des premières mises en service prévues au mieux pour 2024, voire 2025.

Le Portugal a également des objectifs en matière de solaire à concentration, mais les résultats du second appel d'offres rendus publics fin août 2020 (670 MW retenus sur 700 MW) n'ont pas consacré de centrales solaires thermiques en dépit du fait qu'une partie de la procédure concernait tous types de centrale solaire avec stockage et était donc ouverte aux centrales CSP et centrales hybrides (PV-CSP). Dans cette deuxième catégorie innovante, les besoins de stockage étaient d'au moins 20% de la capacité totale avec une durée de 1 heure à puissance nominale. Au final, 483 MW de systèmes solaires équipés de stockage ont été retenus, mais tous privilégiant des systèmes PV + batteries. La mise en œuvre d'une filière CSP au Portugal sera peut-être facilitée lors de prochains appels d'offres par le déploiement de nouveaux projets en Espagne et la capacité de ces projets à faire diminuer le coût du stockage. Le pays est très certainement un des candidats les plus sérieux pour la mise

en place d'une filière CSP avec un NECP qui prévoit 300 MW d'ici 2030. Ailleurs en Europe, aucun nouveau projet ou appel d'offres CSP n'a été annoncé, en dehors des projets de démonstration déjà connus, comme le projet chypriote d'EOS Green Energy prévu au mieux pour 2022 ou 2023. Parmi les autres pays dont les conditions d'ensoleillement sont compatibles avec les technologies CSP, le projet grec est pour l'instant en retrait (objectif de 70 MW en 2030), davantage synonyme de sites pour démonstrateurs. Enfin, le développement du CSP en Italie est aujourd'hui moins d'actualité, le gouvernement préférant pour l'instant favoriser le développement d'autres filières. Pour les prochaines années, ce sera encore à l'Espagne de tenir le leadership de la filière européenne des centrales solaires thermiques à concentration. □

Sources : AGEE-Stat (Allemagne), EBHE (Grèce), Ministère pour la transition écologique (Espagne), PlanEnergi (Danemark), ENS (Danemark), Assotermica-Anima (Italie), Observ'ER (France), Spiug (Pologne), AEE Intec (Autriche), Statistics Austria, ATTB (Belgique), CBS (Pays-Bas), EBHEK (Chypre), Ministère de l'industrie et du commerce (Rép. tchèque), SEAI (Irlande), NSO (Malte), IEA SHC, Solar Heat Europe, EurObserv'ER, Protermosolar.

Le prochain baromètre traitera des énergies renouvelables dans les transports.



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), 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.