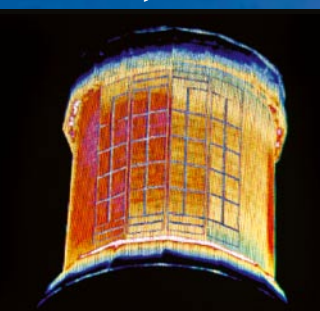


Le sommet de la tour est brûlant (565 °C), comme le montre cette image prise en caméra thermique (les zones rouges indiquent les zones les plus chaudes).



En 2050, 25% de l'électricité mondiale pourrait être d'origine thermosolaire

Une tour solaire de 140 mètres

En stockant la chaleur du soleil concentrée par des miroirs, la centrale Gemasolar, en Andalousie, produit de l'électricité propre, de jour comme de nuit.

Texte : Pedro Lima - Photos : Philippe Psaila

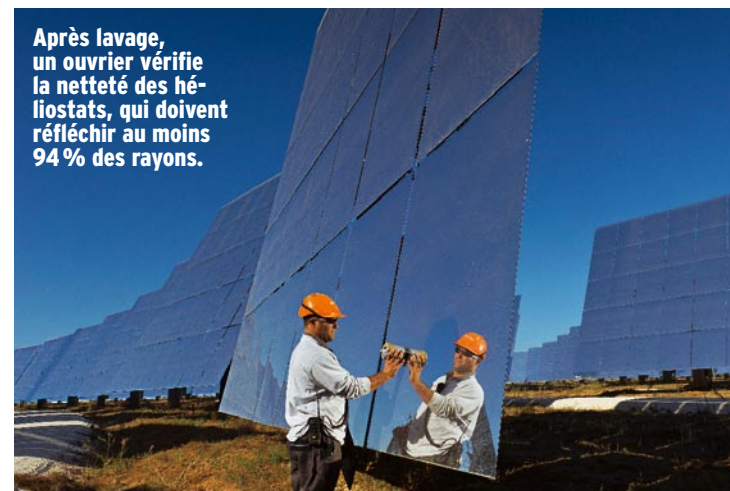
Le long de l'autoroute qui relie Madrid à Séville, les champs d'oliviers s'étendent à perte de vue. Soudain, au cœur de ce paysage désertique, une immense tour surgit. Visible à des kilomètres à la ronde, elle irradie une lumière aveuglante, presque irréelle. En s'approchant, l'effet de surprise se confirme : 2 650 miroirs de 120 m² chacun, disposés en cercles, enserrant la tour aux allures de fusée, qui culmine à 140 m. Un décor futuriste écrasé par un soleil de plomb. Minuscules au milieu du champ solaire, des ouvriers, chargés notamment du nettoyage des miroirs, revêtent une combinaison intégrale et chaussent des lunettes anti-UV afin de se protéger du rayonnement. « Bienvenue à Gemasolar, la première centrale solaire produisant de l'électricité 24 h sur 24 », lance Santiago Arias, directeur technique de Torresol Energy.

Inaugurée en octobre 2011, Gemasolar génère de l'énergie solaire concentrée, ou thermosolaire. Adaptée aux régions désertiques, cette technique repose sur la chaleur du soleil, contrairement aux centrales photovoltaïques où la lumière de l'astre est convertie en électricité. Le courant y est en effet généré par l'impact des photons sur les matériaux semi-conducteurs comme le silicium. Ici, détaille Santiago Arias, « chaque miroir, ou héliostat, piloté automatiquement suit la course du soleil toutes les 10 s environ et concentre ses rayons sur le sommet de la tour dans lequel circule un mélange de sels fondus, du nitrate de sodium et de potassium ». Porté à 565 °C, ce fluide, appelé caloporteur, descend ensuite dans une cuve, puis transfère sa chaleur à de l'eau au niveau d'un échangeur. La vapeur d'eau produite entraîne une turbine qui génère un courant comme dans n'importe quelle centrale thermique à charbon, à gaz, ou à combustible nucléaire. En parallèle, les sels refroidis à 260 °C, juste au-dessus de leur température de solidification, sont pompés et remontent au sommet de la tour où ils chaufferont à nouveau.

Depuis octobre, l'usine alimente 27 500 foyers, grâce à sa turbine d'une puissance, modeste,



Jour et nuit, deux camions nettoient le champ solaire. Surface totale des miroirs : 305 000 m², soit 47 terrains de football.



Après lavage, un ouvrier vérifie la netteté des héliostats, qui doivent réfléchir au moins 94 % des rayons.

Avec le soleil, pas de risque de pénurie ou de hausse des cours

de 20 MW. Principaux avantages : « Notre électricité est propre, sans pollution ni émission de gaz à effet de serre », sourit Santiago Arias. « Par rapport à une énergie d'origine fossile, nous évitons le rejet de 30 000 t par an de CO₂. Quant à la ressource, elle est inépuisable et gratuite. Pas de risque de pénurie ou de hausse des cours comme dans le cas des énergies fossiles. »

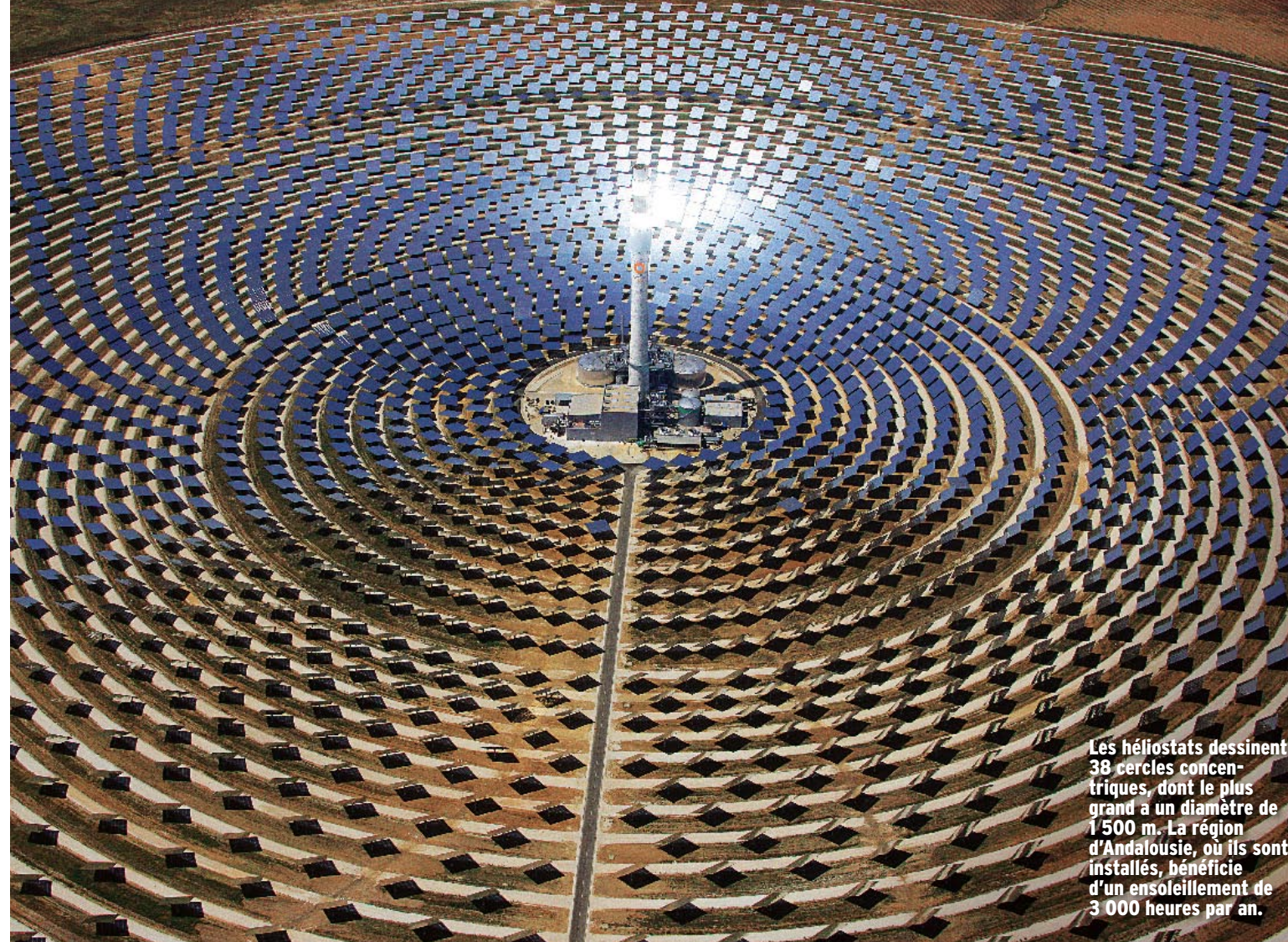
Si le soleil manque, le gaz prend le relais

Encore mieux, la centrale Gemasolar tourne même... après le coucher du soleil ! « La cuve métallique contient 8 700 t de sels fondus qui emmagasinent, sous forme de chaleur, toute l'énergie non utilisée dans la journée, poursuit l'ingénieur. Quand le soleil

se couche, la chaleur stockée permet de poursuivre la production électrique pendant 15 h à pleine puissance. Nous pouvons aussi choisir de diminuer la puissance, pour alimenter le réseau plus longtemps. » Grâce à cette technique innovante de stockage, apparue il y a deux ans, Gemasolar fournit, si besoin, du courant 24 h sur 24, assurant 6 600 h de production par an, soit 75 % du temps. Un progrès majeur par rapport aux autres énergies vertes. Alors que le photovoltaïque et l'éolien dépendent de la présence du soleil et du vent, le thermosolaire peut différer la production d'électricité. Et répondre aux pics de consommation, en particulier celui du soir, deux heures après le coucher du soleil. « Si, ponctuellement, le

soleil manque, le gaz prend le relais, en chauffant les sels le temps nécessaire, car la centrale est compatible avec les énergies fossiles », conclut Santiago Arias.

Le démarrage de Gemasolar confirme l'essor actuel, dans le monde, du solaire concentré après deux décennies de tâtonnements. Avec une technologie encore plus sophistiquée que celle des centrales thermosolaires classiques. Ces dernières — l'Espagne en compte 21 — s'appuient aussi sur des alignements de miroirs, paraboliques cette fois, et stockent la chaleur dans des sels liquides. Mais elles nécessitent une étape intermédiaire : leurs réflecteurs concentrent les rayons le long de tuyaux de plusieurs centaines de kilomètres, dans lesquels circule une huile chauffée à moins de



Les héliostats dessinent 38 cercles concentriques, dont le plus grand a un diamètre de 1 500 m. La région d'Andalousie, où ils sont installés, bénéficie d'un ensoleillement de 3 000 heures par an.



Dans la salle de contrôle, le personnel surveille 24 h sur 24 la température des sels liquides, chauffés par le soleil.

400 °C. La transition *via* cet autre fluide caloporteur rend ces usines moins efficaces. Plus éprouvée, la technique « cylindro-parabolique » garde la faveur des investisseurs. En tout cas pour l'instant. En effet, Gemasolar a attiré des entreprises étrangères, notamment la société d'Abu Dhabi, Masdar, qui a cofinancé à 40 % le chantier de 240 millions d'euros.

Le cas espagnol n'est pas isolé, même si notre voisin fait figure de leader, aux côtés des États-Unis. Plusieurs pays, gâtés par le soleil, se sont récemment engagés dans la voie du solaire concentré (Dubai, Libye, Qatar, Australie...) : des centrales totalisant 15 GW verront le jour à travers le monde d'ici à 2014, soit l'équivalent de quinze réacteurs nu-

cléaires (contre 1,2 GW aujourd'hui). Mieux : le thermosolaire pourrait fournir 25 % de l'électricité mondiale en 2050, selon un rapport de l'Agence internationale de l'énergie. Mais pour l'instant, cette énergie coûte encore cher : 18 centimes le kilowatt-heure, contre 5 à 10 pour les centrales thermiques au gaz et au charbon. Elle a donc besoin du soutien des États. L'Espagne s'est d'ailleurs engagée à acheter le kilowatt-heure au prix fixe de 27 centimes, contribuant à créer une filière industrielle locale avec, à la clé, 24 000 emplois en 2010. Pour rendre l'énergie compétitive, 120 scientifiques de la plate-forme d'Almeria, un centre de recherches unique au monde, tentent de mettre au point des miroirs en aluminium, plus légers et économiques que les héliostats utilisés actuellement en verre et en argent. « Nous travaillons aussi à des systèmes de stockage thermique plus efficaces, résistant à de

plus hautes températures », explique Diego Martinez, son directeur. Grâce à ces progrès technologiques, les chercheurs ont calculé qu'un champ de miroirs de 65 km² pourrait couvrir les besoins en électricité de toute l'Espagne. Soit 0,85 % de la surface du territoire qui compte 29 % de zones désertiques. Pour l'instant, le pays table sur 61 centrales d'ici à 2014, dont Gemasolar 2 qui comptera 5 000 héliostats et le double de puissance...

Avec 2 000 h de soleil/an, la Corse peut rentabiliser une centrale thermosolaire

Et en France ? Longtemps pionnière pour le solaire concentré, elle a inauguré la centrale Thémis dès 1983 (Pyrénées-Orientales), mais, depuis, a délaissé la filière. Pourtant, plusieurs zones (Var, Corse, plateau d'Albion) reçoivent les 2 000 h annuelles de soleil intégral nécessaires à la rentabilité d'une centrale. Néanmoins, la tendance s'inverse, grâce notamment au projet d'usine d'Albanova en Corse. Construite par l'entreprise française Solar Euromed d'ici à quelques mois, elle alimentera en électricité 10 000 habitants. Précision : la chaleur sera concentrée par des miroirs horizontaux, dits Fresnel, et stockée dans des céramiques, préférées aux sels, jugés trop dangereux, à cause notamment des risques de fuite.

Autre signe, le géant du nucléaire Areva a racheté, en février 2010, Ausr, société américaine spécialisée dans la fabrication des systèmes solaires nouvelle génération. Quant à Saint-Gobain, il a inauguré, en 2009 au Portugal, la plus grande usine au monde de miroirs paraboliques, qui devrait fabriquer 2 millions de mètres carrés par an. Plus ambitieux encore : les principaux acteurs internationaux du secteur ont uni leurs efforts (projets Desertec et Medgrid) pour bâtir des centrales solaires dans les déserts du Moyen-Orient et du Maghreb. Objectif : générer, à partir des années 2020, de l'électricité solaire destinée au marché local mais aussi à l'Europe, *via* des câbles trans méditerranéens. Utopique ? Pas depuis qu'une usine solaire tourne en pleine nuit... ■