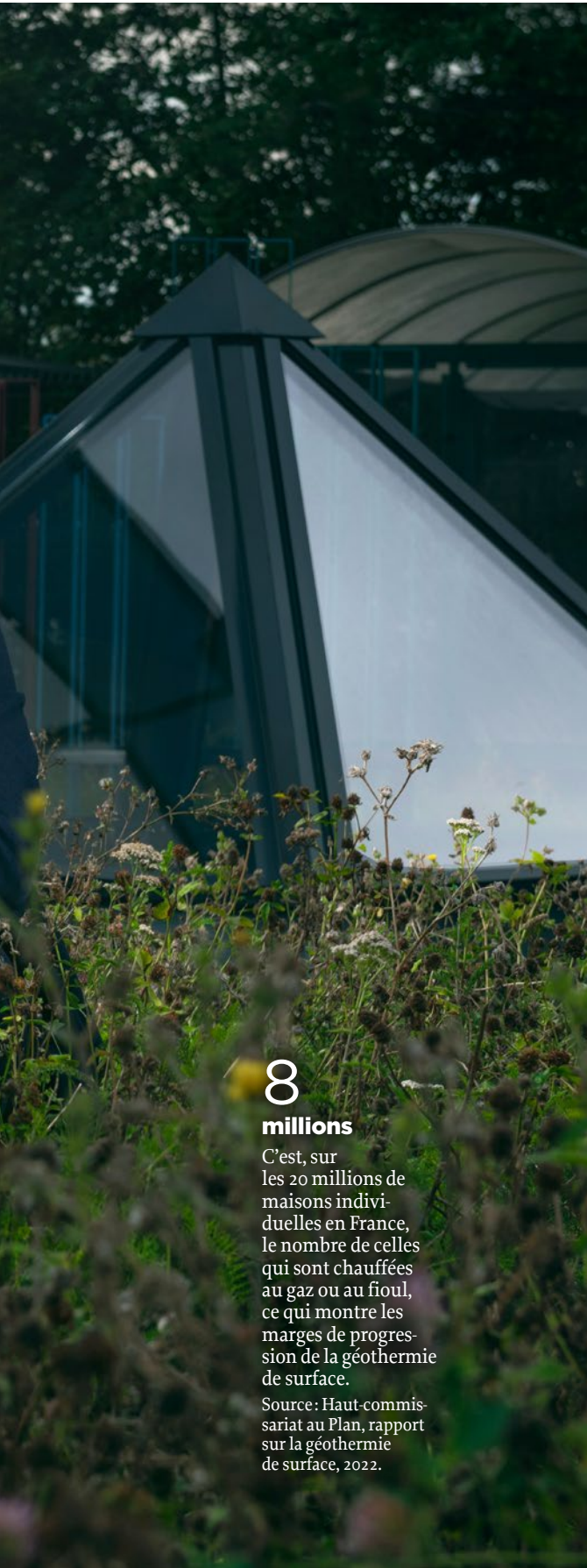


Pari réussi. Cindy Demichel et Sylvain Thierry, cofondateurs de Celsius Energy, devant le siège de l'entreprise, à Clamart, le 27 septembre. Ils ont développé un système de forage en étoile, qui permet une économie d'espace.

Les incroyables promesses de la géothermie



8 millions

C'est, sur les 20 millions de maisons individuelles en France, le nombre de celles qui sont chauffées au gaz ou au fioul, ce qui montre les marges de progression de la géothermie de surface.

Source : Haut-commissariat au Plan, rapport sur la géothermie de surface, 2022.

Alternative. Cette filière propre, compétitive, quasi inépuisable... et autrefois snobée fait son retour dans le scénario de transition énergétique.

PAR NATHALIE LAMOUREUX
ET GÉRALDINE WOESSNER

Lorsqu'elle les a rencontrés, en mai, pour leur présenter cette source d'énergie susceptible de remplacer, demain, l'essentiel des fossiles brûlés dans les bâtiments, les sénateurs rassemblés par Cindy Demichel en sont restés cois. « Ils ignoraient totalement que le Sénat est aujourd'hui chauffé grâce à la géothermie », comme le sera bientôt, de l'autre côté de la Seine, le palais de l'Élysée... Abondant et discret, le manteau de chaleur qui repose à nos pieds « ne se voit pas, alors que des panneaux solaires bien visibles sur le toit, ça fait vert », dit en soupirant la présidente et cofondatrice de Celsius Energy, une filiale de SLB qui a récemment démarré, dans l'Ain, le plus grand chantier géothermique de France.

Présente partout à la surface de la Terre, renouvelable, bas carbone, la chaleur emprisonnée dans la croûte terrestre a pourtant toute sa place dans le bouquet d'énergies que la France devra déployer pour sortir de sa dépendance aux fossiles, en un temps record : d'ici à 2030, nos émissions de gaz à effet de serre devront avoir baissé de 55 % par rapport à 1990. La technologie, connue depuis des décennies, est relativement simple : elle consiste à creuser des puits de différentes profondeurs et à y insérer des tuyaux dans lesquels pourra circuler, soit l'eau chaude pompée dans l'aquifère (où elle retournera libérée de ses calories), soit un mé-

lange d'eau et de glycol, envoyé se réchauffer au contact de la roche avant de remonter vers le bâtiment. À grande profondeur, où la température dépasse 110 °C, les ressources géothermiques permettent la production d'électricité. En France, cette chaleur « profonde » est souvent captée entre 500 et 2 500 m, où les températures atteignent de 30 à 90 °C. Elle alimente ensuite réseaux de chaleur urbains, habitats collectifs, voire des quartiers entiers. Mais la géothermie de surface, qui n'implique de forer qu'à quelques dizaines de mètres (parfois beaucoup moins), assure l'accès à une température constante de 15 °C environ. Remontées à la surface, les calories sont alors démultipliées par une pompe à chaleur (PAC), capable de restituer quatre fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme. « Il suffit de deux à trois degrés de différence pour que le système fonctionne, hiver comme été », détaille Cindy Demichel.

Conquête. Depuis une trentaine d'années pourtant, la France snobe cette ressource venue du sous-sol. L'engouement du début des années 2000 s'est brisé sur la politique issue du Grenelle de l'environnement : le gaz est alors promu pour équiper les logements, et si la géothermie profonde continue de se développer, les aides individuelles sont coupées. Aujourd'hui, sa contribution à la décarbonation est infime, puisqu'elle ne représente que 1 % de la consommation de chaleur dans notre pays, soit environ ■■■

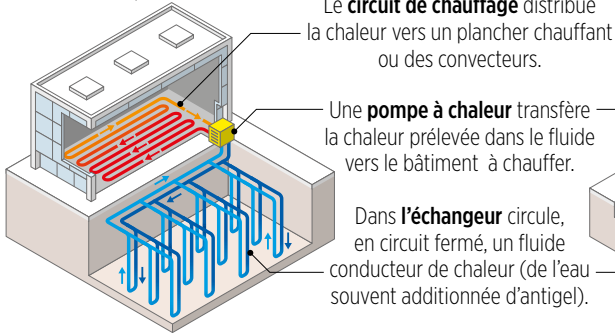
« On a une poche d'eau chaude sous toute l'Île-de-France, c'est la chance du siècle ! » Pierre Cazeneuve

KHANH RENAUD POUR « LE POINT »

Les différents types de géothermie de surface

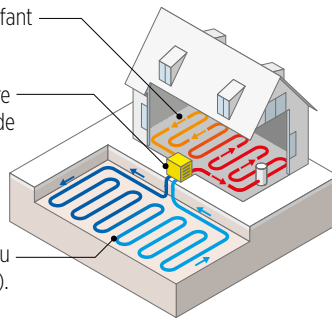
SONDES VERTICALES

Les sondes s'enfoncent à 100 m de profondeur environ. Certaines, disposées en étoile, diminuent l'empreinte au sol.



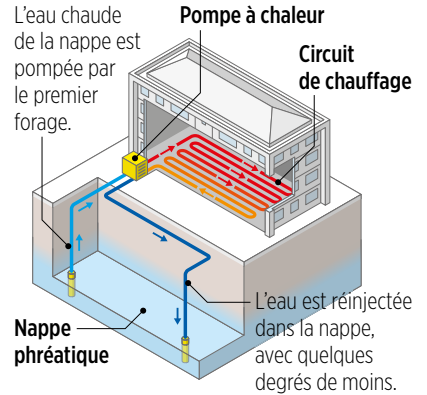
SONDES HORIZONTALES

Les sondes sont disposées à faible profondeur (de 0,6 à 1,2 m)



NAPPE PHRÉATIQUE

Ce système, le plus économique, nécessite une nappe exploitable et un terrain suffisamment grand pour installer les deux forages, séparés de plusieurs dizaines de mètres.



Source : Ademe.



La géothermie permet aussi de fournir du froid. Ce rafraîchissement peut s'effectuer grâce à une pompe à chaleur réversible, mais également par le géocooling, qui utilise la température naturelle du sous-sol (10 à 12 °C).

■ ■ ■ 6 TWh. À la suite d'un rapport du haut-commissariat au Plan, le gouvernement a fixé une trajectoire visant à mieux exploiter ce gisement. Objectif : « Produire en quinze ou vingt ans assez de chaleur pour économiser 100 TWh/an de gaz, soit plus que les importations en gaz russe avant 2022. »

Sous-exploitée. Cindy Demichel l'affirme : « On pourrait aller beaucoup plus vite. » Géologue de formation, elle travaille chez SLB (ex-Schlumberger) lorsqu'elle rencontre les ingénieurs Matthieu Simon et Sylvain Thierry. Le trio a l'idée d'adapter à la décarbonation les technologies du roi du forage pétrolier. « On a réfléchi pendant deux ans pour trouver le moyen de rendre la géothermie accessible au plus grand nombre. » Ils ont réussi. « Jusqu'à présent, il fallait creuser entre 5 et 30 puits espacés de 10 m – la surface d'un parking – pour chauffer un grand bâtiment. » Celsius développe un système de forage en étoile, qui permet une considérable économie d'espace en regroupant les puits en un

seul point – atout essentiel pour équiper les zones denses. En 2019, ils convainquent le patron de SLB de créer leur filiale. Le premier bâtiment équipé est celui du siège du groupe – à Clamart, 3 000 m² de bureaux chauffés grâce aux sondes creusées à 150 m. « Notre consommation d'électricité, qui permet de faire tourner la PAC, a été divisée par 4, et nous avons réduit notre empreinte carbone de 90 % », détaille Cindy Demichel. Depuis, la jeune filiale connaît une croissance à deux chiffres : les forages ont déjà commencé pour équiper la future ZAC Ferney-Genève (Ain). Et de l'eau tiède venue des profondeurs circulera bientôt dans un quartier entier du Massachusetts, à la place du gaz de ville. « La géothermie de surface est sous-exploitée, alors qu'elle pourrait couvrir 98 % du territoire », s'impatiente Cindy Demichel.

Longtemps ignorants de ces technologies, les politiques commencent tout juste à se réveiller, et la marge de progression est grande : le potentiel de la géothermie de surface pourrait atteindre

3%

La production de chaleur renouvelable reste largement dominée par le bois (65 %), suivie par les pompes à chaleur aérothermiques (22 %), puis, très loin, par la géothermie de surface (3 %), la géothermie profonde (2 %) et le solaire thermique (1 %).

Source : ministère de la Transition énergétique, Panorama 2020 de la chaleur renouvelable et de récupération.

100 TWh d'ici vingt ans (contre 4,8 actuellement), sans impact sur l'environnement et à des coûts de forages moins élevés que pour la géothermie profonde. Mais si le gouvernement prévoit de doubler le nombre d'installations de PAC géothermiques chez les particuliers d'ici à 2025, cela reviendra à passer de 3 000 à 6 000 installations par an. « C'est bien trop timide, on a une poche d'eau chaude sous toute l'Île-de-France, c'est la chance du siècle ! La géothermie individuelle doit être rendue systématique, notamment dans les études », s'agace le député (Renaissance) Pierre Cazeneuve, qui a planché cet été sur le sujet au sein d'un groupe de travail « chaleur et énergies bas carbone ». D'après le baromètre 2021 Observ'ER, la France compte environ 200 000 PAC géothermiques, pour un parc de 8,4 millions de pompes aérothermiques. Pire que stagnant : anecdotique. « Ces systèmes ont la réputation d'être chers, alors qu'avec l'envolée des prix de l'énergie ils sont vite amortis », constate Pierre Cazeneuve.

La France est à la traîne par rapport à la Suède, champion européen avec un peu plus de 560 000 PAC géothermiques, et l'Allemagne (410 000). Mais une nouvelle ère s'amorce. « C'est le premier ■ ■ ■

« Ce système, réputé cher, est vite amorti avec l'envolée des prix de l'énergie. » Pierre Cazeneuve



■■■ *gouvernement à se pencher sur le sujet, avec un accompagnement de la filière très fort au niveau ministériel*», assure Jean-Jacques Graff, président de l'Association française des professionnels de la géothermie. «*Quand le plan 2 sortira à la fin de l'année, on pourra se structurer et se coordonner sur un comité de suivi.*» Tout est déjà en place : après le choc pétrolier de 1973, le Bureau de recherche géologiques et minières (BRGM) a cartographié le territoire, et lancé près de 120 études de faisabilité (dont la moitié dans le bassin parisien) qui ont permis, en moins de dix ans, de convertir à la géothermie plus de 300 000 logements. Face à la flambée énergétique, nombre de collectivités ont exhumé les cartes. La région parisienne, qui compte déjà une

quarantaine d'installations géothermiques, fait figure de leader, et a investi 102 millions d'euros supplémentaires dans le déploiement de programmes de chaleur et de froid renouvelables. Les projets de création ou d'extension se multiplient dans les départements franciliens tels les Yvelines, la Seine-Saint-Denis, l'Essonne et le Val-de-Marne. En province, Bordeaux va lancer cinq projets de réseaux de chaleur, après trois forages promoteurs réalisés cet été. Objectif : quadrupler la production de chaleur d'ici à 2050, pour atteindre environ 900 GWh, soit 10 % de la consommation d'énergie du territoire. Pour Jean-Pierre Gorges, maire de Chartres, la géothermie est une évidence. «*On extrait du pétrole très loin alors qu'il y a sous nos pieds un trésor in-*

L'Élysée s'y met !

Travaux de forage dans les jardins du palais présidentiel, le 1^{er} juin. Après le Sénat, le bâtiment, véritable passoire thermique, fait sa transition énergétique : les calories de la nappe phréatique assureront la climatisation et le chauffage du Château.

soupçonné. La géothermie est une énergie stable, inépuisable, qui ne dépend pas d'une crise internationale ou d'une variation des marchés. Plus besoin de suivre sa consommation au jour le jour.» L'Édile voit grand. Pour enrichir son mix énergétique, il entend déployer la géothermie à l'échelle de son territoire – 66 communes.

«*Jusqu'en 2022, nous étions sur un rythme de trois nouvelles centrales géothermiques par an, explique Nicolas Monneyron, directeur de la géothermie chez Engie Solutions. Mais depuis le début de l'année le rythme s'accélère. Le vrai déclencheur, c'est l'autorisation par la Commission européenne d'un fonds de garantie (doté de 195,6 millions d'euros) pour les opérations de géothermie profonde, valable sur l'ensemble de la France. On peut encore réaliser une quarantaine de projets dans les zones connues. Mais si on veut augmenter la part de géothermie dans le mix énergétique, il faut prospecter dans les zones où la ressource est probable.*»

Un indice de performance avantageux

Pour 1 kWh consommé afin de faire fonctionner le moteur de l'installation, la pompe à chaleur géothermique fournit au moins 4 kWh (jusqu'à 5 kWh selon hello-watt.fr) sous forme de chaleur, et 6 kWh pour le froid. Source : haut-commissariat au Plan, rapport sur la géothermie de surface, 2022.

Course. Bureaux d'études et maîtres d'ouvrage sont débordés. «*Les demandes d'expertise explosent. L'incertitude sur les prix de l'énergie convainc les industriels, qui pensent qu'en dépit du coût d'investissement élevé le fait d'avoir une ressource de qualité et stable, en prix et en volume, serait un gros avantage, observe Pascal Voyeau, directeur général d'Antea Group. On apprécie ce regain d'intérêt, même si la demande est telle qu'on a du mal à la satisfaire, car il faut prendre le temps de former nos hydrogéologues.*» Le BRGM estime à 2 400 le nombre de postes de foreurs nécessaires pour réaliser en deux décennies la conversion de la moitié des 8 millions de maisons individuelles chauffées au gaz ou au fioul. Chez Celsius, ce manque de compétences préoccupe Cindy Demichel : «*Nous avons racheté récemment le plus gros foreur de France, Auvergne Forage. Dans l'entreprise, ils étaient 13 !*» Prospector, affiner le cadre réglementaire, former les professionnels, renforcer leur visibilité, sensibiliser les populations, imaginer des modèles de financement seront, dans les mois à venir, des enjeux majeurs ■

Une installation clé en main « à la maison »

Michel, informaticien, originaire d'une commune de 3 200 habitants des Côtes-d'Armor, a investi dans un système géothermique combinant forage à 70 m et pompe à chaleur pour sa maison neuve de 250 m². Il a opté pour une pompe à chaleur sophistiquée qui permet de chauffer l'eau pour les usages domestiques, dont une piscine, en même temps que les sols. La PAC fonctionne en partie grâce à l'électricité fournie par des panneaux solaires posés sur le toit. Le dispositif, financé sans aide, lui a coûté 45 000 €, dont 7 000 € de forage. «*Nous avons prévu un coût annuel de chauffage et d'eau chaude autour de 450 €/an. Par rapport à une installation classique air/air, c'est plus cher de 20 000 €. Mais nous économisons 2 000 €/an. À la vitesse où le prix de*

l'énergie augmente, nous pensons rentabiliser notre investissement dans huit ou dix ans.» L'effort d'investissement initial reste important : en moyenne, l'équipement complet, forage compris, d'une maison de 120 m² est d'environ 30 000 €. Mais l'idée d'un modèle calqué sur le leasing auto fait son chemin. «*Le clé en main est une solution d'avenir, d'autant plus que la durée de vie de l'installation est d'au moins une cinquantaine d'années*», préconise Jean-Jacques Graff, président de l'Association française des professionnels de la géothermie. Prévu pour la fin de l'année, le plan 2 du gouvernement, qui regroupe la feuille de route de l'Ademe, devrait annoncer une cinquantaine d'actions phares pour débloquer la géothermie ■