



La géothermie refait surface

La géothermie a toujours eu de nombreuses vertus pour la production de chaud et de froid, mais elle était trop peu connue. Si le plan de relance engagé il y a deux ans commence à produire ses effets, la structuration de la filière doit se poursuivre pour que davantage de projets sortent de terre.

BANKSPHOTOS/ISTOCK

GEOTHERMAL PIPE

PE-3408/PE-4710 I

— JUN 0 8 1 0 24

Grâce au plan d'action, la géothermie est sortie de l'ombre et est mieux connue par les maîtres d'ouvrage.

Géothermie : où en est la relance ?

En 2023, le ministère de la Transition énergétique publiait un plan d'action ambitieux pour la filière géothermie de surface et profonde. Depuis, la tendance générale semble plutôt favorable à cette source de chaleur renouvelable, même si la marge de progression est encore importante. PAR CLAIRE BAUDIFFIER

Augmenter le nombre de projets de géothermie profonde, doubler les installations chez le particulier, proposer une aide financière plus importante aux ménages, améliorer la connaissance du sous-sol... En février 2023, le ministère de la Transition énergétique publiait son plan d'action sur la géothermie. Une trentaine d'actions étaient alors identifiées comme prioritaires par et pour la filière. Deux ans après, les acteurs s'accordent à dire qu'une dynamique s'est installée, tant pour la géothermie de surface que pour la profonde. Pour rappel, la première valorise la chaleur prélevée dans le sol ou l'eau des nappes souterraines (200 mètres maximum de profondeur), via différents systèmes – capteurs horizontaux, corbeilles ou sondes verticales – couplés à une pompe à chaleur. Elle peut aussi produire du froid et est pertinente chez le particulier, pour le tertiaire, l'industrie et les bâtiments de collectivités. La seconde exploite des nappes d'eau souterraines plus chaudes à des profondeurs comprises entre 500 et 3 000 mètres. Elle s'appuie sur des forages et transmet la chaleur collectée directement pour un usage en réseau de chaleur (donc un besoin important), pour les collectivités ou l'industrie, ou en électricité (pour l'outre-mer notamment).

Un frein qui se lève

Pour la géothermie de surface, Jean-Jacques Graff se réjouit de la levée prochaine potentielle d'un frein réglementaire : « Aujourd'hui, pour un projet au prélèvement inférieur à 500 kW, il faut simplement une déclaration sur le site du ministère de la Transition écologique, et donc des délais d'instruction rapides, entre deux et trois semaines. Au-delà, il faut une autorisation du Code minier, les délais passent à environ deux ans. C'est un timing rédhibitoire, on le sait, pour des grandes enseignes (Ikea, Decathlon...) qui pourraient mettre facilement des champs de sondes sous leurs parkings. Nous sommes donc en train de travailler avec le ministère pour relever ce seuil à 2 MW. »

ARNAUD FÉVRIER - ENGIE SOLUTIONS



Centrale géothermique d'Arcueil et Gentilly (Val-de-Marne), qui alimente un réseau de chaleur.

UNE PRISE DE CONSCIENCE

« La donne a vraiment changé, il y a eu une prise de conscience de ce que peut apporter la géothermie, alors qu'avant ce plan d'action, peu de maîtres d'ouvrage la connaissaient », estime Jean-Jacques Graff, président de l'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG). Noé Imperadori, animateur géothermie dans le Grand-Est, résume ses avantages : « C'est une énergie renouvelable, décarbonée, avec un impact environnemental faible. Si l'investissement est important à l'installation, il n'y a pas de surprises ensuite, on maîtrise les coûts et c'est très performant, avec des coefficients de performance autour de 5. Enfin, c'est une des énergies les moins délocalisables, absolument pas dépendante des énergies fossiles. Le tout sans contrainte visuelle ! »

Est-ce que cette dynamique se traduit en chiffres ? Bénédicte Genthon, directrice du programme Fonds chaleur et froid renouvelables à l'Ademe, livre les données du Fonds chaleur, qui peut subventionner les projets des collectivités, tertiaires et industriels : « En 2022, nous avons délivré des aides pour l'équivalent de 232 GWh de production prévisionnelle, en 2023 pour 341 GWh et en 2024 pour 562 GWh. La tendance est là, c'est encourageant, même si le rythme doit s'accélérer pour atteindre les objectifs de programmation pluriannuelle de l'énergie. » Par ailleurs, la production prévisionnelle et le nombre de projets de géothermie de surface aidés via les contrats de chaleur renouvelable territoriaux (CCRT) ont plus que triplé entre 2022 et 2024. Ces contrats accompagnent dans un territoire un ensemble de projets dont la taille unitaire est inférieure au seuil du Fonds chaleur. « Pour 2025, les règles du Fonds chaleur ont été adaptées pour encourager le montage de projets de réseaux de chaleur alimentés par la géothermie de surface, ou par la récupération de chaleur via des pompes à chaleur sur les eaux usées ou les data centers. Les aides seront dimensionnées à partir d'une analyse économique pour favoriser l'émergence de ce type de projets encore rares pour les réseaux. »

Autre changement, l'outil ENR choix est désormais appliqué par toutes les directions régionales de l'Ademe. Les maîtres d'ouvrage, quand ils font des demandes de Fonds chaleur, doivent prouver qu'ils ont étudié en premier lieu le recours aux énergies renouvelables non délocalisables, à savoir d'abord la chaleur fatale, puis la géothermie et le solaire thermique. L'idée est de privilégier en priorité les alternatives à la biomasse. « Cet arbre à décision est très intéressant et on se rend compte qu'il a amené davantage de porteurs de projets à se questionner sur la géothermie », remarque Noé Imperadori en Grand-Est. Malgré tout, sur les derniers chiffres disponibles du *Panorama de la chaleur renouvelable* (publié début 2025 sur les données de fin 2023), la géothermie de surface ne produit que 2,7 % (4,7 TWh) de la chaleur renouvelable

totale, et la profonde, 1,3 % (2,3 TWh). Fin 2021, c'était respectivement de 3 % et 1 %. Ce n'est pas illogique, il va falloir un peu de temps pour que la dynamique se traduise concrètement en hausse de la production. Sachant qu'il y a 3 ans, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) avait identifié un potentiel de 100 TWh de chaleur rien que pour la géothermie de surface, donc 20 % des besoins couverts !

LE PARTICULIER À LA PEINE

Côté particulier, selon les derniers chiffres d'ObservER¹, la tendance est en revanche plutôt à la baisse, avec - 10 % de PAC géothermiques installées en 2024 par rapport à 2023, 3 550 contre 3 890 unités vendues. Mais il y avait eu une hausse l'année d'avant, puisqu'en 2022, on en comptait 3 260. « Concernant les aides MaPrimeRénov, on a entendu de nombreuses annonces dans tous les sens, des stops, des redémarrages. Cela a sans nul doute créé des incertitudes chez les intéressés par la géothermie, sachant qu'en plus, il peut être très long d'obtenir les subventions auxquelles on a droit, bien après la fin des travaux... », estime Xavier Moch, ingénieur géothermie de surface et coordinateur national du réseau des animateurs en géothermie à l'AFPG.

Si depuis 2023 les aides MaPrimeRénov ont un peu augmenté pour les ménages aux revenus très modestes, modestes et intermédiaires, elles sont toujours inexistantes pour la catégorie des revenus supérieurs – même s'il est possible de demander des certificats d'économies d'énergie. « C'est dommage, car on sait que l'investissement au départ est important, et que même avec les aides, c'est difficile pour des ménages aux revenus peu élevés de franchir le pas. Nous travaillons donc sur des mécanismes de tiers financement, comme la location avec option d'achat (LOA) pour les voitures, qui pourraient permettre à un tiers d'investir dans le système, que le propriétaire louerait et pourrait acheter au bout de quinze-vingt ans », développe Jean-Jacques Graff, de l'AFPG.

CONNAÎTRE LE SOUS-SOL

L'une des actions du plan visait à poursuivre les travaux de collecte et d'analyse des données disponibles du sous-sol. Pour la géothermie de surface, des cartes sont ainsi disponibles – et d'autres arriveront d'ici à la fin de l'année – sur le site geothermies.fr. Pour la géothermie profonde, le BRGM travaille à améliorer la connaissance du sous-sol, qui permettrait de lancer davantage de projets. Car si certains territoires, comme l'Alsace ou l'aquifère du Dogger en Île-de-France, sont bien connus grâce aux données acquises lors de l'exploration pétrolière, d'autres le sont beaucoup moins, voire pas du tout. Deux zones de recherche ont été identifiées : l'ouest et le sud de l'Île-de-France, et autour de l'étang de Berre, dans les Bouches-du-Rhône, car des collectivités ont indiqué être prêtes à s'engager dans des projets sur ces territoires. « Deux objectifs : à la fois retraiter les données connues, et aussi faire des acquisitions supplémentaires, en l'occurrence 280 km de lignes pour la première zone, et 260 km pour la seconde », explique Camille Maurel, ingénieure hydrogéologue au BRGM. Financées par les collectivités territoriales, l'Ademe et le BRGM, ces campagnes nommées Geoscan visent à obtenir des informations pertinentes sur la structure et les propriétés des roches du sous-sol. « Tous ces éléments aident à caractériser les propriétés des aquifères profonds, pour savoir s'il est possible d'envisager des projets de géothermie. Ces analyses seront mises à disposition des porteurs de projets. » D'autres régions bénéficient quant à elles d'un autre programme pour inventorier leurs aquifères, sans acquisitions nouvelles toutefois, car cela a un coût non-négligeable. Le plan d'action s'est donc bel et bien mis en action, même si la marge de progression est encore grande. ■

1. Étude Suivi du marché 2024 des pompes à chaleur individuelles, avril 2025, à retrouver sur : <https://energies-renouvelables.org/#lesetudes>

Un fonds de garantie étendu

Le fonds de garantie pour la géothermie profonde, qui couvre le risque, a été pérennisé par l'Ademe et réaménagé.

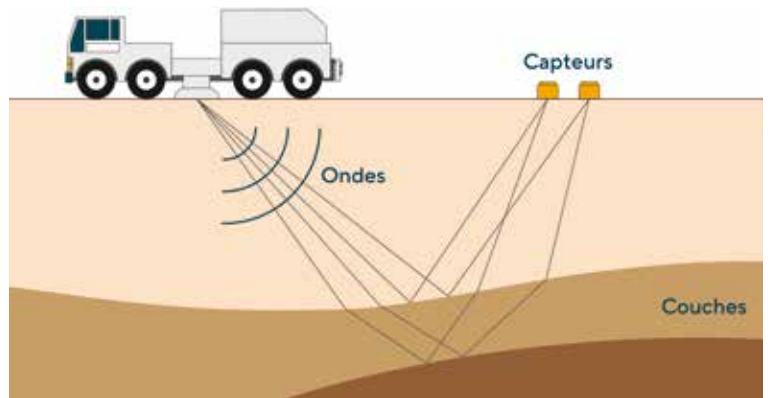
« Ce fonds propose une double garantie : de court terme pour couvrir le risque de ne pas obtenir la ressource souhaitée, de long terme pour le risque d'évolution de la ressource en eau lors de l'exploitation, explique Bouzid Khebachache, directeur de SAF Environnement, qui gère le fonds. Pour inciter les projets, la couverture court terme est désormais plus importante en termes de garantie. Le doublet peut être couvert dès le début du projet, ce qui n'était pas le cas avant, et le montant d'indemnisation a été augmenté. Une couverture a aussi été ajoutée sur les études exploratoires. Cela va permettre à des porteurs de projets d'oser aller sur des zones moins connues. » Attention, ce fonds couvre la production de chaleur renouvelable et non l'électricité. Il n'est donc pas mobilisable pour les projets en outre-mer. Ce sur quoi la filière voudrait travailler.



Un camion vibreur propage des vibrations dans le sol pour recueillir des données sur la nature du sous-sol.

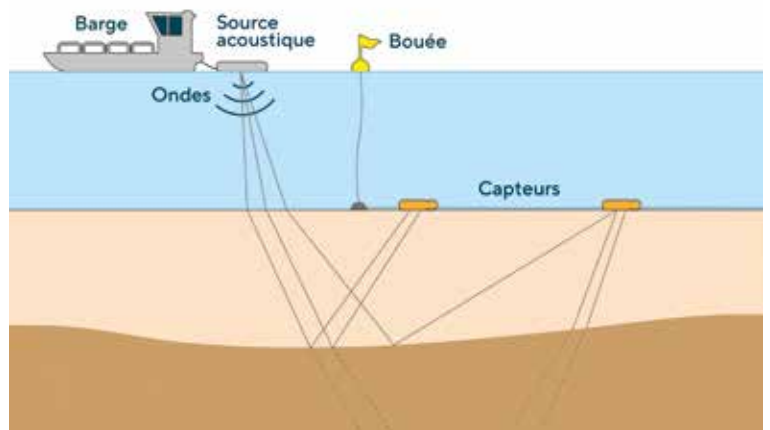


BRGM



GEOSCAN DUMKIT

La barge et la source acoustique employées pour procéder à la campagne sur l'étang de Berre (Bouches-du-Rhône).



GEOSCAN DUMKIT



S³ - ROBERT-FAMY

Foreurs, chauffagistes : plus de pros formés ?

Augmenter le nombre de foreurs, rendre les installateurs plus visibles, faire en sorte que les chauffagistes orientent aussi vers la géothermie. Les ambitions des années à venir côté professionnels sont nombreuses.

PAR CLAIRE BAUDIFFIER



EFF TRAINING

Qui s'est intéressé à la géothermie s'est sans doute rendu compte qu'il pouvait être un petit peu complexe de trouver les bons professionnels. Car contrairement à des systèmes aérothermiques où il suffit de faire appel à un chauffagiste, en géothermie de surface, il va falloir trouver en plus un foreur. L'une des ambitions du plan d'action de 2023 était d'en augmenter le nombre. Deux ans après, cette hausse a débuté : on parlait de 70 entreprises pratiquant la géothermie alors (sur 200 sachant forer), quand aujourd'hui on serait autour des 80, sur 250. Et comme prévu, des formations sont nées. L'École française de forage (EFF) – avec le Bureau de recherches



L'École française de forage (EFF) propose des formations de foreurs de dix semaines, dont cinq en immersion professionnelle dans des entreprises.

géologiques et minières (BRGM) et le Greta Midi-Pyrénées Ouest – dispense ainsi une formation de dix semaines, alternant cinq semaines d'enseignement théorique et de mise en pratique sur chantier-école et cinq d'immersion professionnelle dans des entreprises à la recherche de candidats à l'embauche. L'EFF indique que « trois sessions de formation ont déjà eu lieu, dont une à Nanterre (92) et deux à Lescar (64). Seize aides-foreurs, dont 85 % sont toujours en emploi, ont ainsi été formés. »

FORMATIONS BÉNÉFIQUES

En sus, des formations pour faire monter les compétences des aides-foreurs déjà en emploi ou spécialiser des foreurs du bâtiment sont proposées sur quelques jours, en interentreprises, notamment par l'EFF. « Aujourd'hui, puisqu'il n'y avait aucune formation existante, les aides-foreurs en poste viennent souvent de l'intérim et n'ont pas de formation théorique. Ces formations vont donc être très bénéfiques pour les faire évoluer vers le poste d'assistant foreur. Un foreur a en général au moins entre trois et cinq ans d'expérience, et est monté en

compétences au fur et à mesure, d'abord aide, puis assistant », détaille Éric Garroustet, président du Syndicat des entrepreneurs de puits et de forages pour l'eau et la géothermie (Sfeg). Par ailleurs, en septembre 2025, deux autres organismes (UniLasalle à Beauvais et Ecir Formation dans les Bouches-du-Rhône) vont ouvrir des formations d'assistants-foreurs.

« En géothermie profonde, le métier est différent. On a en France aujourd'hui deux à trois entreprises, et aucun nouvel acteur, mais deux d'entre elles se sont développées et mettent en place plus de matériel pour répondre à la demande. Ce sont des métiers très spécialisés. Si en géothermie de surface, un foreur, avec son assistant, sait réaliser l'intégralité de son chantier, en géothermie profonde, il y a un professionnel qui réalise le suivi géologique, un autre spécialiste de la boue, le foreur à proprement parler et énormément de monde pour les aspects logistiques. Ces professionnels sont souvent issus de la filière des hydrocarbures, qui travaille sur des chantiers en continu, en 2x12 heures », développe Armand Pomart, référent géothermie profonde de l'Association française des professionnels de géothermie (AFPG). Dans cette filière, pas de problème donc pour identifier les professionnels.

IDENTIFIER ET ANIMER

Côté installateurs, l'AFPG a lancé en 2023 le réseau Géoartisans pour pouvoir les identifier. « Ce sont des pros qui interviennent souvent chez le particulier, mais peuvent aussi travailler pour le collectif et le tertiaire. Une soixantaine de sociétés sont inscrites. Nous aimerions parvenir au seuil des 300 », précise Xavier Moch, référent géothermie de surface de l'AFPG.

Sur le sujet de l'animation de la filière, Noé Imperadori, animateur dans le Grand-Est, estime qu'il faudrait qu'ils soient beaucoup plus nombreux ! « Nous sommes douze sur le territoire. Les animateurs bois-énergie sont plus de cent, ça donne une idée de la marge de progression ! Il serait intéressant que notre réseau soit structuré de la même manière. » Car ce sont bien ces professionnels-là qui vont faire connaître les différents systèmes possibles et inciter les porteurs de projets à franchir le pas. « Nous allons aussi lancer une action de formation à la géothermie auprès d'un des syndicats de chauffagistes (l'Union des métiers du génie climatique, de la couverture et de la plomberie, UMGCCP), puisqu'on sait malheureusement que beaucoup de chauffagistes vont à la solution de facilité – qui leur permet de maîtriser toute la chaîne, sans avoir besoin de faire appel à un foreur – lorsqu'ils conseillent un particulier, à savoir proposer l'installation d'une pompe à chaleur aérothermique. Or, pour développer la filière, il faut qu'ils s'y connaissent et puissent orienter si c'est pertinent vers la géothermie », conclut Jean-Jacques Graff, président de l'AFPG. ■

Qualiforage devient Certiforage

Auparavant, pour la géothermie de surface sur nappe et sondes, les professionnels du forage étaient qualifiés Qualiforage. Depuis juin 2024, une certification, délivrée par Qualit'EnR, remplace la qualification. Les professionnels ont jusqu'au 1^{er} juillet 2025 pour l'obtenir et continuer leur activité sans interruption. « Pour résumer, ce sont des normes un peu plus contraignantes, comme un permis de travail. Espérons juste que Qualit'EnR réussira à toutes les délivrer à temps », indique Éric Garroustet, du Sfeg. Qualit'EnR indique qu'une centaine de demandes devront être gérées d'ici fin juin, pour que les entreprises puissent continuer à travailler, ce qui ne devrait pas poser de problème si les dossiers sont complets.



EFF TRAINING

Géothermie et résidentiel :

PAR GÉRALDINE HOUOT



La maison de Jan et de sa compagne est chauffée par une sonde de 100 m de profondeur et une PAC de 6 kW.



Jan Jamka est chargé de mission Chaleur renouvelable à l'interprofession de la filière forêt-bois Centre-Val de Loire.

Il y avait, en 2023, en France, un peu plus de 200 000 installations de géothermie chez les particuliers selon les valeurs coproduites par l'Ademe, l'AFPG, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Observ'ER et le Syndicat des énergies renouvelables (SER). Parmi elles, il y a celle de Jan Jamka, chargé de mission Chaleur renouvelable à l'interprofession de la filière forêt-bois Centre-Val de Loire. En complément d'une isolation complète de la maison achetée en 2020 (150 m², à la campagne dans le Loiret), il décide avec sa compagne de remplacer la chaudière fioul par une pompe à chaleur (PAC). « Au départ, on pensait à une PAC air/eau classique, faute de pouvoir financer de la géothermie. Mais nous avons eu vent d'une subvention régionale, disparue depuis, accordée en complément des aides nationales pour un système sur sonde ou sur corbeille, et pouvant aller jusqu'à 10 000 euros. On s'est dit que c'était l'occasion de tenter ce système », raconte Jan.

Les corbeilles géothermiques (spiraux de tuyaux enterrées à environ 4 mètres de profondeur) leur paraissant compliquées à mettre en œuvre, ils optent pour un système sur sondes. Le couple se rapproche d'un architecte – imposé par la subvention régionale – qui leur recommande un bureau d'études. Verdict : il faudra installer une seule sonde descendant à 100 mètres sous terre, avec une PAC de 6 kW. « Vu la taille de la maison, un chauffagiste aurait pu effectuer l'étude, estime le spécialiste. Sur des petits bâtiments, une analyse plus grossière n'entraîne pas de gros décalages. »

RESTE À CHARGE

L'architecte trouve le chauffagiste, Jan et sa compagne, le foreur via la base de données RGE de France Rénov. « J'ai organisé une réunion entre les deux pour qu'ils définissent où s'arrêterait la mission de chacun », poursuit Jan. Pour diffuser la chaleur, le couple opte pour un plancher chauffant sur l'ensemble du rez-de-chaussée. Tous les radiateurs existants sont enlevés, y compris à l'étage qui ne comprend pas d'émet-

teur. « On aurait pu garder les radiateurs en fonte, mais nous n'aurions pas pu faire de rafraîchissement et le coefficient de performance (COP) de l'installation aurait été moins bon. » Mise en service fin 2022, celle-ci donne entière satisfaction. L'hiver, le COP constaté est de 4 (chauffage + ECS) et il fait très bon l'été. Avant les travaux, le couple avait dépensé 2 500 euros de fioul sur une année pour l'eau chaude sanitaire (ECS) et le chauffage à 15 °C. « Pour 19 °C, il faudrait ainsi compter entre 3 000 et 6 000 euros par an suivant le prix du litre. Avec la PAC géothermique, pour ce même service, les dépenses en électricité sont de 400 à 600 euros par an », calcule Jan.

Au total, l'installation a coûté environ 9 000 euros pour le forage et la sonde, plus 25 000 euros pour le ballon, le ballon tampon, la PAC Lemasson et divers équipements. Outre la subvention régionale de 10 000 euros, 5 000 euros de certificats d'économie d'énergie (CEE) ont pu être obtenus ainsi que 10 000 euros de MaPrimeRénov, soit un reste à charge d'environ 10 000 euros. ■

témoignages d'experts

Six corbeilles enterrées
couplées à une PAC
de 6 kW chauffent la
maison de Xavier Moch.



Xavier Moch est ingénieur expert à l'Association française de professionnels de la géothermie (AFPG).

Ingénieur expert à l'AFPG, Xavier Moch a lui aussi opté pour la géothermie à l'occasion de la rénovation de la maison familiale chauffée au gaz (120 m² après travaux, un peu moins avant, dans Orléans). « J'étais curieux de voir ce que donnait la géothermie pour des particuliers car je la conseillais souvent aux entreprises et collectivités. Les étés étant de plus en plus chauds, j'étais en outre très intéressé par la possibilité offerte par cette technologie de faire du rafraîchissement », explique l'expert.

Il opte pour six corbeilles et une PAC de 6 kW (Waterkotte). Xavier et sa compagne étaient partis pour une installation sur sonde, mais le jardin était trop petit pour pouvoir manœuvrer une foreuse. « Avant de renoncer, je me suis demandé si d'autres technologies géothermiques étaient possibles, comme les corbeilles. Ça l'était, même si ça prenait plus de place. Nous sommes partis là-dessus. » C'est Freeheat Caleôsol qui leur fournit les corbeilles et les planchers chauffants installés sur l'ensemble des deux niveaux en remplacement des radiateurs. Un bureau d'études thermiques était passé après les travaux

d'isolation pour évaluer les besoins en chaleur de la maison, ce qu'exigeait MaPrimeRénov. « Il fallait cinq ou six corbeilles. Nous avons joué la sécurité en en prenant six. C'était moins cher que de faire faire des études de sol pour affiner le dimensionnement », indique Xavier Moch.

L'installation a été réalisée par un terrassier. « Il a creusé les six trous jusqu'à 3,7 mètres de profondeur, espacés de 4 à 5 mètres. La mise en place des corbeilles a été faite ensuite avec le chauffagiste. Puis le terrassier a refermé les trous et le chauffagiste a relié le tout à la PAC », raconte l'expert, qui recommande d'effectuer un bon compactage hydraulique après le rebouchage des trous.

REMBOURSEMENT ASSURÉ

Avec un COP constaté de 4,7 (chauffage + ECS), l'installation, mise en service en mars 2023, est très performante. « Avec le tarif actuel du gaz à 145,04 €/MWh, on peut estimer que les 23,2 MWh/an nécessaires "avant travaux" pour assurer le chauffage et l'ECS reviendraient à 3 365 euros par an. Au regard de mon abonnement d'électricité, à 201,60 €/MWh, le surcoût de

1,7 MWh/an sur la facture d'électricité représente 343 euros par an. C'est donc environ 3 000 euros par an d'économies qui sont réalisées grâce aux travaux d'isolation et de géothermie », calcule Xavier Moch.

L'investissement pour l'installation de géothermie s'élève au total à 49 000 euros¹ : 24 000 euros pour la reprise de l'existant et le changement de production et 25 000 euros pour la partie purement géothermique. 10 000 euros d'aides ont été octroyés par le conseil régional Centre-Val de Loire, 2 500 euros via les CEE et environ 5 000 euros via MaPrimeRénov.

À cela s'ajoutent les aides indirectes (taux réduit de TVA et éco-prêt à taux zéro sur vingt ans). « L'aspect économique reste le plus complexe pour mener ce type de travaux, conclut Xavier Moch. Il ne s'agit pas d'une "bonne affaire", mais une fois les subventions déduites, le remboursement du crédit sur vingt ans est assuré peu ou prou par les économies d'énergie réalisées, à plus forte raison si le coût de l'énergie continue à augmenter. » ■

1. Le prix de l'installation est très variable en fonction du prix du terrassement.

Travaux de forage du projet UniGéo visant à déployer un réseau de chaleur géothermique dans les villes de Pantin, Les Lilas, le Pré Saint-Gervais et Romainville, en banlieue parisienne.



Le tiers financement, une solution pour la géothermie ?

Face aux coûts élevés d'une installation géothermique, plusieurs acteurs privés et publics proposent de porter et financer l'opération pour leurs clients. Ces derniers leur achètent alors la chaleur sans avoir à investir dans l'actif. PAR CAROLE RAP

Celsius Energy développe des installations géothermiques de surface, sur nappe ou champ de sondes, depuis 2019. En 2024, cette filiale du groupe SLB (ex-Schlumberger) a décidé de proposer du tiers financement. « *La géothermie est la meilleure solution pour décarboner mais le Capex initial (dépenses d'investissement) est plus important que pour d'autres solutions. Les montants à financer vont de 500 000 euros à plusieurs millions d'euros. Le tiers financement permet à nos clients d'adopter la géothermie sans attendre, grâce aux économies d'énergie qu'ils vont réaliser chaque année* », explique Carlos Merino, responsable de la croissance internationale pour Celsius Energy.

À Gex dans l'Ain, l'entreprise Accenta a installé de la géothermie sur champs de sondes pour une résidence de 61 appartements, dans le cadre d'un tiers financement sur 25 ans (lire *Le Journal des Énergies renouvelables* n° 269). Depuis dix ans, Agronergy développe des réseaux de chaleur biomasse en tiers financement. En se diversifiant vers la géothermie de minime importance¹, ce fournisseur de chaleur renouvelable a appliqué la même formule. Le nouvel écoquartier de Gally, à Versailles,

de plus de 500 logements, sera alimenté à 60 % par de la géothermie sur nappe, complétée par 30 % de biomasse et 10 % de gaz, le tout tiers-financé par Agronergy. « Investir dans une solution de géothermie collective coûte au promoteur environ 8 000 € par logement, contre 1 000 € par logement pour une chaufferie collective au gaz. Si ces projets ne sont pas accompagnés d'un financement externe ou d'un tiers financement, ils ne se font pas », assure Mathieu Andrieu, directeur commercial d'Agronergy. Ces calculs intègrent la part de subvention de l'Ademe au titre du Fonds chaleur, soit environ 20 à 25 % du coût global.

CONTRATS DE LONG TERME

Les clients paient l'usage de la chaleur pendant la durée du contrat, entre dix et trente ans selon les acteurs. L'installation leur est ensuite rétrocédée gratuitement. Intérêt principal, le chauffage et/ou le refroidissement par géothermie est considéré comme une charge d'exploitation, ce qui laisse aux industriels de la marge pour investir dans leur cœur de métier. Pour les promoteurs, il s'agit d'une dépense qu'ils n'ont pas à supporter puisqu'elle est transférée dans les charges des futurs occupants.

Mais plus l'investissement porté par le tiers financeur est élevé, moins le prix de la chaleur sera attractif. « Financer la totalité de l'installation géothermique avec les futurs gains énergétiques, c'est très difficile. Ce que nous préconisons, c'est le tiers financement du surinvestissement, c'est-à-dire la différence de prix entre la solution géothermique et ce que le client avait prévu d'installer, aérothermie ou chaudière à gaz par exemple. Dans ce cas, nous sommes en mesure de proposer un prix de chaleur équivalent ou inférieur à celui que le client payait auparavant », assure Carlos Merino. Pourquoi ne pas emprunter auprès de son banquier pour financer l'investissement, plutôt que de payer un intermédiaire ? « Nous portons trois risques : le risque de contrepartie, qui consiste à juger que le client est en capacité de payer ; le risque de maintenance de l'installation pendant toute la durée du contrat. Et le risque technologique. Celsius Energy s'engage dans un contrat de performance énergétique pendant toute la durée du service. Cela permet au tiers financeur de sécuriser l'investissement et au client d'avoir une garantie sur la performance prévue au contrat. Il peut ainsi maîtriser ses dépenses énergétiques », explique Carlos Merino.

PRENDRE LE RISQUE

Le prix de la chaleur se décompose entre le coût du mégawattheure électrique qui sert à faire fonctionner les pompes à chaleur et le coût de l'abonnement (incluant les frais d'exploitation, de maintenance, le financement du projet et la marge de l'opérateur). « Le coût complet pour l'utilisateur final varie entre 100 et 200 € le MWh selon la taille de l'installation et la technologie utilisée », précise Mathieu Andrieu.

Les opérateurs des centrales géothermiques font eux-mêmes appel à des tiers financeurs. Ainsi, ce sont des partenaires de Celsius Energy qui financent les installations, tel Ocea Smart Building détenu par le groupe d'investissement suédois EQT, ou encore le tiers financeur de projets de décarbonation Kyotherm, lui-même soutenu par des sociétés de capital-investissement. Quant à Agronergy, il a fait entrer dans son capital le fonds britannique Vantage Infrastructure il y a cinq ans afin de réaliser des financements en fonds propres. « Une fois les projets dérisqués, construits et opérés, nous allons chercher des solutions de refinancement, via de la dette bancaire, afin de réduire le coût de cet argent, car investir en fonds propres coûte assez cher, explique Mathieu Andrieu. Notre métier, c'est de prendre le risque. » ■

1. Il s'agit d'une géothermie à basse température, selon le Code minier, avec des profondeurs de forage inférieures à 200 m et une puissance thermique inférieure à 500 kW.

Tiers investisseur public

En Île-de-France, le Sipperec* est le premier producteur public d'énergies renouvelables. En 2010, il se lance dans la géothermie profonde pour profiter de la chaleur de la nappe du Dogger, entre 1600 et 1800 mètres de profondeur. « L'objectif était de réaliser des projets de grande envergure afin d'amortir le coût du forage sur le plus grand nombre d'habitants », explique Arnaud Brunel, son directeur général. Le syndicat compte aujourd'hui huit réseaux de chaleur géothermiques qui alimentent au total plus de 60 000 équivalents logements, évitant ainsi 100 000 tonnes d'émissions de CO₂ par an. Pour financer ces opérations coûteuses, entre 60 et 120 millions d'euros d'investissement par projet, le Sipperec a expérimenté trois types de montage. D'abord la délégation de service public (DSP) à des délégataires privés comme Engie ou Dalkia, puis la régie par laquelle le syndicat investit, construit et gère en direct l'installation, et enfin la création de sociétés publiques locales, structures à capitaux 100 % publics. La régie ou les SPL réalisent l'investissement, en empruntant auprès d'établissements tels que la Caisse des dépôts, se chargent de l'intégralité des travaux et se rémunèrent par la vente de chaleur. « Le prix pour l'utilisateur, incluant l'abonnement et la fourniture, est d'environ 90 à 110 € le MWh dans le cas des projets publics. Dans le cadre des trois DSP privées, il va de 120 à 160 € le MWh », précise Arnaud Brunel.

* Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication, créé en 1924 et regroupant 122 collectivités.



Les centrales de géothermie profonde de Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen, dans le Bas-Rhin, ont servi de sites pilotes d'extraction du lithium.

BRGM - ALBERT GANTIER

Lithium géothermal : vers une prochaine industrialisation

Dans le Fossé rhénan, une dizaine de projets de géothermie profonde, côtés français et allemand, sont en développement afin d'exploiter le lithium contenu dans les saumures. Les premières unités pilotes seront opérationnelles d'ici 2026.

PAR ARNAUD WYART

Le Fossé rhénan affiche un fort potentiel en lithium, notamment dans les saumures profondes et principalement dans la zone au nord de Strasbourg, en Alsace. « *Quelques forages profonds de géothermie, réalisés à partir des années 1980, ont permis de découvrir de fortes concentrations de lithium, supérieures à 150 mg/litre* », indique Bernard Sanjuan, expert senior en géothermie-géochimie des eaux au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Afin d'extraire le lithium de ces saumures, des techniques adaptées à la géothermie

sont en cours de développement, notamment par Eramet et d'autres sociétés comme Lithium de France ou l'entreprise australienne Vulcan Energy (lire l'article « Géothermie et production de lithium en Allemagne », *Journal des Énergies renouvelables* n° 257). Dans le but de développer une filière, un premier projet européen, baptisé EuGeLi, s'est déroulé de 2019 à

Extraction des premières centaines de grammes de carbonate de lithium dans le cadre du projet EuGeLi.

2021, en partenariat avec Eramet, ES (Électricité de Strasbourg), le BRGM et d'autres acteurs encore. Il a permis d'extraire les premières centaines de grammes de carbonate de lithium provenant d'un site pilote installé dans la centrale de Rittershoffen, gérée par ES. Toutefois, cette opération a été réalisée de manière expérimentale. « *Le projet visait surtout à identifier les gisements à l'échelle européenne, notamment dans le Fossé rhénan, en créant un premier atlas de ces gisements, et à installer, puis à valider un site pilote d'extraction de lithium sur une centrale géothermique en fonctionnement* », précise Bernard Sanjuan. Dans le cadre du projet Ageli, qui a pris le relais d'EuGeLi, le site pilote va resservir, l'objectif étant cette fois de perfectionner la méthode d'extraction d'Eramet et de passer à un stade industriel. « *La production devrait démarrer vers 2030 et 15 000 tonnes de carbonate de lithium par an sont envisageables à l'horizon 2031, soit 10 % des besoins estimés pour la France. Il s'agit de développer l'un des projets de production de lithium les plus responsables au monde.* »

RECHERCHE DE SITES GÉOTHERMIQUES

Parallèlement à EuGeLi, d'autres projets ont été lancés dans le Fossé rhénan. Côté français, les opérateurs ont fait une demande de permis exclusif de recherche (PER) à la fois de gîtes géothermiques et d'extraction du lithium, dont la durée d'octroi est de cinq ans. Ces titres, accordés par arrêté ministériel, leur donnent l'exclusivité des opérations de recherche exploratoire pour localiser des sites géologiques favorables aux projets. Cette étape est primordiale, d'autant que les futures installations industrielles devront disposer de plusieurs forages. « *Pour un forage qui déchargerait environ 150 tonnes de saumure par heure, on peut envisager une production de 230 tonnes de lithium par an. Chaque installation nécessitera donc plusieurs forages pour que la production soit économiquement rentable*, assure Bernard Sanjuan. *En outre, il faudra prévoir autant de forages pour réinjecter l'eau dans le sous-sol.* » ES a ainsi acquis plusieurs PER, notamment pour l'Outre-Forêts



ERAMET

et pour Illkirch-Graffenstaden. Par ailleurs, ES dispose des concessions à Soultz-sous-Forêts et à Rittershoffen, dont les centrales produisent respectivement de l'électricité et de la chaleur pour le séchage d'amidon. De son côté, Lithium de France, filiale du groupe Arverne, a obtenu deux PER pour Les Poteries minérales et Les Sources alcalines. La filiale française de Vulcan Energy, elle, a obtenu un PER pour Kachelhoffa, non loin de Mulhouse. En outre, un PER a été demandé en Limagne, dans le Massif central, par la Compagnie 2gré, même si cette zone ne comporte pas assez de forages pour estimer précisément les niveaux de concentration de lithium. « *Un forage de plus de 1 000 m de profondeur indique des concentrations de lithium de 80 mg par litre, mais les chiffres doivent être confirmés. Des gisements pourraient aussi être localisés dans les Pyrénées, mais nous manquons encore de données.* »

INDUSTRIALISATION D'ICI 2030

Initialement prévus en 2024 pour certains, les projets du Fossé rhénan ont pris du retard en raison des démarches administratives, des capitaux à lever et des travaux de recherche. Aujourd'hui, aucune unité commerciale n'existe dans le monde. Seules des campagnes d'exploration géophysique ont été menées par des acteurs comme Lithium de France ou ES-Géothermie pour mieux comprendre le sous-sol. Néanmoins, plusieurs mises en service pourraient intervenir d'ici 2026. Lithium de France, par exemple, doit commencer un forage cette année. « *Il s'agira d'abord de réussir la phase des forages d'exploitation et de réinjection, cruciale pour l'installation de la centrale de géothermie et d'extraction de lithium. La ressource est là. Il faut maintenant voir quelle est la meilleure façon de la localiser et de l'exploiter, tout en prenant en compte l'impact environnemental et sociétal des projets et en évitant les risques de microsismicité induite* », explique Bernard Sanjuan. Les opérateurs pourront ensuite passer à la phase industrielle et les premières installations commerciales devraient voir le jour à l'horizon 2030. ■

La production du site de Rittershoffen devrait couvrir 10 % des besoins de la France.