

DOSSIER

VALORISER L'ÉNERGIE NATURELLE DU SOL

LA GÉOTHERMIE

La promesse de départ de la géothermie est belle: chauffer ou rafraîchir sa maison grâce à la chaleur contenue naturellement dans le sol de son terrain. Mais entre l'installation de sondes, les équipements dans le local technique et les économies d'énergie réelles, est-ce vraiment rentable?

Prélever la chaleur du sol pour chauffer, rafraîchir sa maison voire produire de l'eau chaude sanitaire (ECS), c'est tout l'intérêt de la géothermie. Composés généralement d'un trio - sonde(s) souterraine(s), pompe à chaleur et appareils de chauffage - les systèmes géothermiques permettent d'alimenter des constructions neuves ou anciennes, sans avoir recours aux énergies fossiles. « C'est une source d'énergie renouvelable, disponible en continu, 24H sur 24, 7 jours sur 7, presque partout en France. En plus d'être locale, elle est discrète et fiable. Elle fait appel à des technologies matures et éprouvées depuis plusieurs dizaines d'années », nous confirme Astrid Cardona-Maestro, ingénieure fonds chaleur géothermie au centre Ademe de Sophia Antipolis. Pour les maisons individuelles, la géothermie est dite "de surface", car elle ne nécessite pas de capter les calories à plus de 200 mètres de profondeur. Contrairement à la géothermie profonde qui peut aller jusqu'à 2 à 3 kilomètres, et qui est réservée à l'alimentation générale d'un quartier ou de zones industrielles. « La géothermie de surface représente un gisement énergétique immense avec différentes solutions qui peuvent répondre de manière durable à des besoins variés, de chaud, de froid, que ce soit dans les logements individuels ou collectifs », indique Astrid Cardona-Maestro.

Comment ça marche?

Pour récupérer la chaleur accumulée dans le sol, des capteurs souterrains sont mis en œuvre dans votre terrain. Ils sont soit horizontaux, verticaux ou en corbeilles ; ou sur nappes d'eau souterraine. Dans ce dernier cas, on parle alors d'aquathermie, d'hydrothermie voire de lacustrothermie (pour un lac). À l'horizontal, les capteurs sont installés à une faible profondeur entre 80cm et 1m20, et jusqu'à 10 mètres de profondeur pour les corbeilles géothermiques. À la verticale, le forage peut atteindre jusqu'à 200 mètres de profondeur. À l'intérieur de ces capteurs circule "en boucle fermée" un fluide caloporteur, généralement de l'eau glycolée pour éviter qu'elle ne gèle. Ce fluide récupère les calories du sol pour les transmettre à une pompe à chaleur. Cet équipement contient lui aussi un fluide frigorigène, à l'état liquide, qui, en récupérant l'énergie captée va passer à l'état gazeux et s'évaporer au niveau de l'évaporateur. Cette vapeur est ensuite comprimée via le compresseur pour la réchauffer davantage et la mettre sous haute pression. La chaleur est ensuite cédée au niveau du condenseur, à l'eau d'un système de chauffage (plancher chauffant, radiateurs, ventilo-convecteurs...) dans l'habitation. Le fluide passe enfin dans un détendeur et relance ainsi un nouveau cycle. La géothermie peut aussi prélever des calories dans une nappe phréatique, une rivière ou un lac. Dans ces cas-là, deux forages sont nécessaires: l'un pour pomper l'eau et l'acheminer jusqu'à l'échangeur thermique, l'autre pour réinjecter l'eau souterraine dans son milieu d'origine. On parle alors de "boucle ouverte".

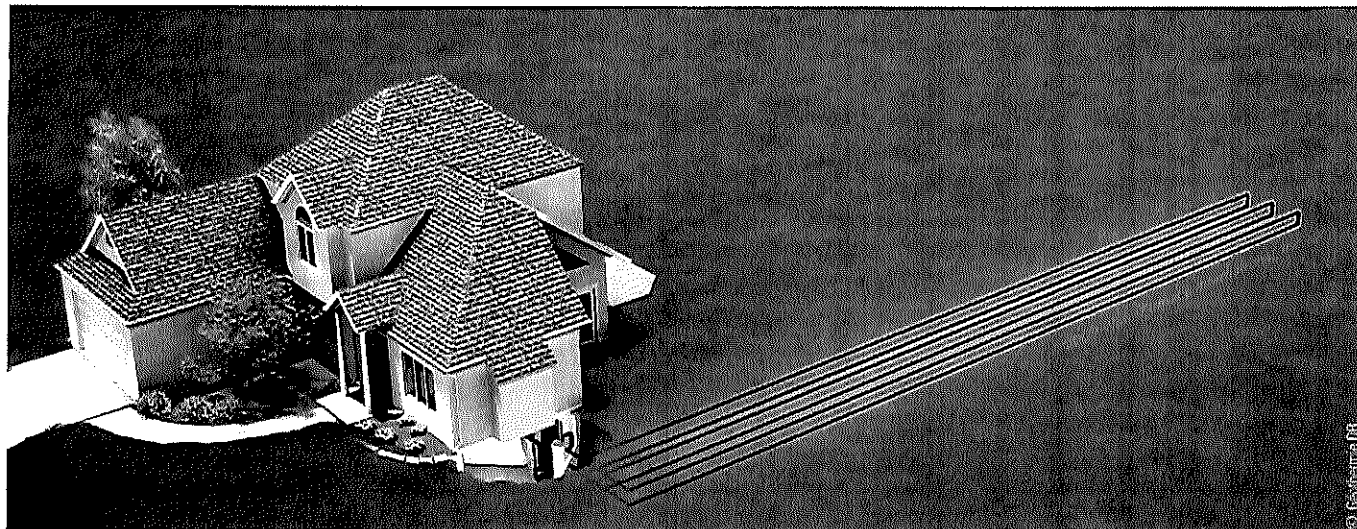
90% des terrains compatibles

« Contrairement aux idées reçues, près de 90% du sous-sol du territoire natio-

nal se prête à une exploitation géothermique. Quelques zones minoritaires peuvent présenter des risques liés à des aléas géologiques de type cavités ou failles ou liés à la nature chimique du sous sol: gypse, argiles, évaporite mais elles sont clairement identifiées notamment sur les cartes réalisées par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) », assure Astrid Cardona-Maestro. Les techniques de captage seront ainsi adaptées aux spécificités de votre terrain, voire à votre budget si vous avez le choix entre plusieurs solutions. « Pour un captage horizontal ou en corbeilles, l'emprise au sol nécessaire sera équivalente à environ deux fois la surface de la maison. Pour une maison de 130m², il faudra alors un terrain de 270 à 340m² minimum », estime l'ingénieure. Le terrain doit également être dégagé de toute végétation. Ce type de captage est donc plus facilement prescrit pour une construction neuve. Dans le cas de la rénovation d'une maison, si le terrain est déjà végétalisé, on va donc privilégier les captages verticaux qui ne nécessitent pas d'importants travaux de terrassement.

Faire appel à des professionnels qualifiés

« La mise en œuvre d'une pompe à chaleur géothermique ne s'improvise pas, elle doit être réalisée par des spécialistes. Il est primordial que le dimensionnement respecte les règles de l'art afin d'assurer la régénération de la source. Selon la nature du sol, les échanges ne se font pas de la même manière et, en cas de mauvais dimensionnement de la source, ils peuvent ne plus se faire correctement ce qui risque de rendre l'installation obsolète », prévient Mathieu Dietrich, responsable produit PAC, au sein du groupe BDR Thermea France. La réalisation de forages au-delà de 10



mètres de profondeur est soumise à une réglementation spécifique gérée par les DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement). Depuis 2015, les démarches administratives ont été simplifiées en fonction de la profondeur des ouvrages géothermiques et de la puissance prélevée dans le sous-sol (cadre de la géothermie de minime importance). Dans le cas de forages sur nappe, c'est le code de l'environnement qui devra être pris en compte. Selon le débit d'eau exploité, il exige une déclaration en mairie voire une autorisation de prélèvement, afin de protéger notamment les captages d'eau potable. «*Les professionnels sont montés en compétences et sont désormais reconnus via des qualifications auxquelles on peut faire confiance*», souligne Virginie Schmidlé-Bloch, secrétaire générale de l'Association française des professionnels de la géothermie (AFPAG). Le particulier peut les reconnaître par les mentions RGE Travaux, "Qualiforage" pour les foreurs et "QualiPAC" pour les installateurs de pompes à chaleur.

Comment choisir sa PAC?

L'installateur procède à une étude thermique pour évaluer les besoins et les déperditions de l'habitat. Si le système est couplé à une production d'ECS, l'installateur doit aussi évaluer ses besoins spécifiques. «*Dans les systèmes géothermiques, on va privilégier les PAC en mode monovalent. La géothermie est suffisamment efficace pour ne pas avoir besoin de venir en complément d'un autre mode de chauffage*», détaille Mathieu Ducroquet, chef de produit PAC chez Atlantic. Le dimensionnement est géré ensuite par des logiciels de calcul, tels que Projipac, développé spécifiquement par Atlantic pour ses installateurs. «*Le logiciel intègre des*

paramètres supplémentaires: la zone géographique, la température annuelle moyenne, la superficie de l'habitation, les volumes et hauteurs des pièces, le type d'émetteurs (convecteurs, planchers chauffants etc.) et, pour une rénovation, les habitudes de consommation des habitants», énumère Mathieu Ducroquet. L'installateur est ainsi guidé pour prescrire le meilleur équipement au client final, en lui fournissant un rapport détaillé et un devis complet.

Comparer les performances

Le COP (coefficient de performance) est aussi un bon indicateur d'efficacité des pompes à chaleur. Mesuré dans des conditions d'essais normalisés (EN14511), il permet de comparer les performances des appareils. Plus la différence entre la température de la source de chaleur utilisée et celle de la sortie de la pompe à chaleur est faible, plus le coefficient de performance est élevé et donc, plus l'appareil est performant. «*Auparavant le COP d'une PAC géothermique était de loin supérieur à une PAC aérothermique. Mais cette technologie s'est fortement développée et permet aujourd'hui d'égaliser les performances de la géothermie selon certaines conditions. Néanmoins, la géothermie offre d'autres avantages comme la possibilité de réaliser du froid*

passif (freecooling), c'est-à-dire rafraîchir son logement sans utiliser le compresseur qui représente environ 95% de la consommation électrique d'une PAC. De plus lorsque la température extérieure baisse en hiver, la géothermie permet de maintenir une puissance et température de départ constante car la température du sous-sol est stable tout au long de l'année», souligne Mathieu Dietrich. Enfin, depuis 2015, chaque appareil doit disposer d'une étiquette énergétique, qui permet de s'informer rapidement sur les niveaux de consommation d'une pompe à chaleur.

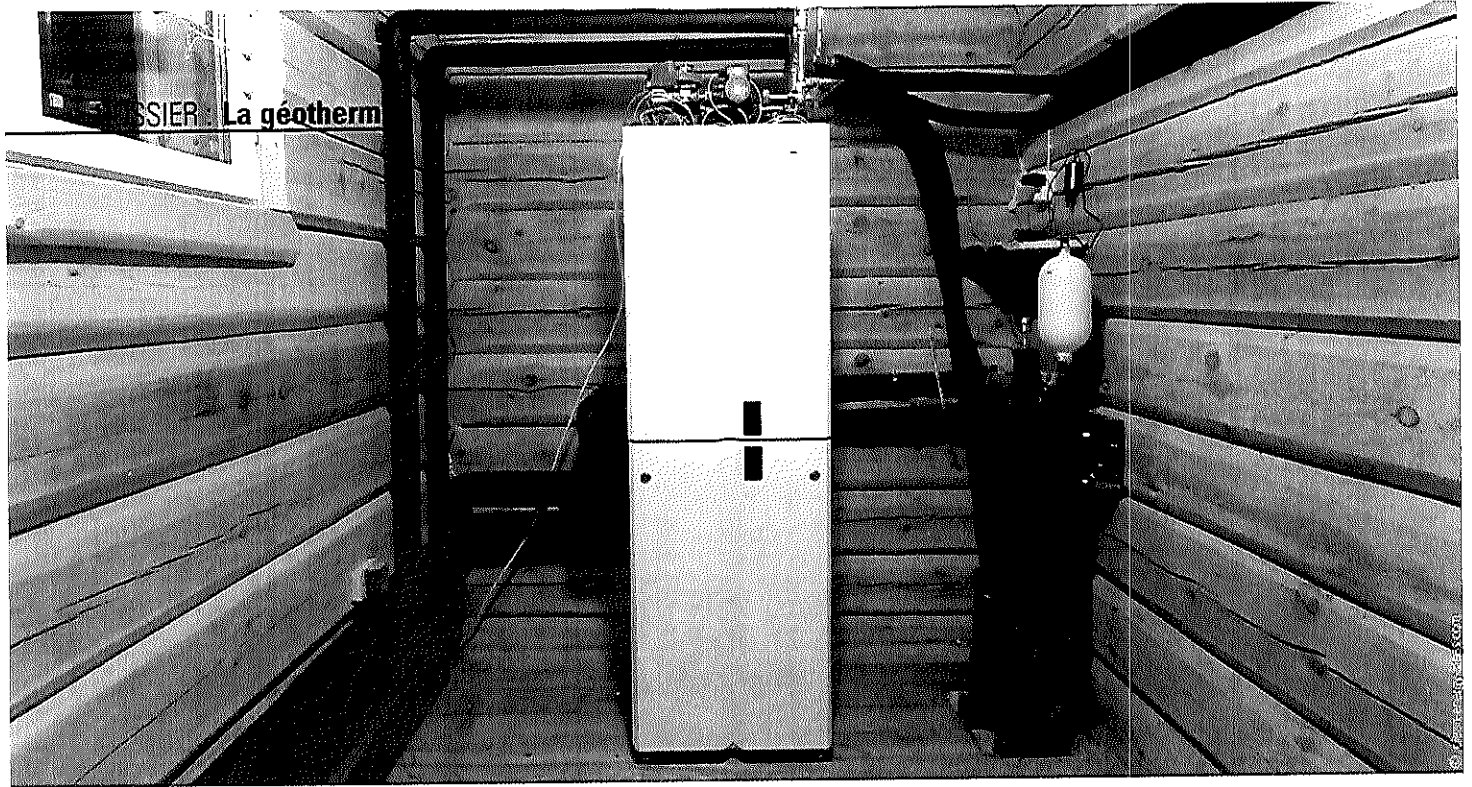
Coûts et rendements

Leur coût reste parfois élevé. Selon une étude de l'AFPAG, publiée en septembre 2020, l'achat et la pose d'une pompe à chaleur (de type eau glycolée/eau, sans production d'ECS) sont estimés à 12700€ TTC en moyenne, pour un particulier. «*Chez Atlantic, nous proposons un seul modèle de pompe à chaleur géothermique mais plusieurs puissances. Notre système Géolia affiche ainsi un COP jusqu'à 4,35, c'est-à-dire que pour 1kWh électrique consommé, le consommateur dispose de 4,35kWh d'énergie disponible pour le chauffage. Son efficacité énergétique saisonnière peut aller jusqu'à 233%. Toutefois, les progrès*

LA GÉOTHERMIE EN QUELQUES CHIFFRES

En France, la géothermie ne représente que 1,3%* de parts sur le marché des pompes à chaleur. Les PAC eau glycolée/eau et eau/eau sont les plus installées (85% des ventes, soit 1 126 unités) par rapport aux PAC sol/sol et sol/eau (15%, 202 unités). Début 2020, ce marché de la géothermie a reculé de 8% : l'aérothermie lui étant largement préférée. En revanche, la France est le premier marché européen, en termes d'installation d'équipements (PAC géothermiques, PAC air/eau, chauffe-eau thermodynamique, PAC air/air en individuel, PAC hybrides).

*Statistiques des ventes de pompes à chaleur (Puissance de 2 à 50 kW) du 1er janvier au 31 août 2020 (source PAC & Clim'info/AFPAC).



techniques réalisés sur les PAC aérothermiques tendent à diminuer cet écart avec des modèles qui affichent désormais une efficacité comprise entre 160 et 180 %, sans avoir de gros travaux de terrassement à prévoir», précise Mathieu Ducroquet. «En termes de prix, le système Géolia coûte entre 9000 et 12000€ selon les modèles qui vont de 5 à 17kW (hors installation, hors forage). À ce coût s'ajoute 1000 à 2000€ si on souhaite le coupler à un ballon pour la production d'eau chaude sanitaire». Une installation à laquelle il faut ajouter les coûts du captage, qui peuvent aller de 3000€ (capteurs horizontaux) à 9000€ TTC (capteurs verticaux), selon les estimations de l'Ademe. À cet investissement de départ, l'AFPG ajoute un coût de maintenance d'environ 156€/an. En comparaison, l'installation d'une chaudière gaz coûte en moyenne 5400€ (+150€/an pour la maintenance). Pour une chaudière

fioul, le coût est estimé à 6000€ TTC (+180€/an pour la maintenance). «Si on raisonne en coût complet, et donc en intégrant les coûts d'exploitation liés au prix des énergies conventionnelles, la géothermie reste compétitive face aux autres solutions comme le gaz ou le fioul. La durée de vie d'une PAC est estimée à 20 ans environ; pour les capteurs, entre 50 et 100 ans. On estime donc que la géothermie est rentable entre la 14^{ème} et la 18^{ème} année par rapport au gaz, et entre la 10^{ème} et 13^{ème} année par rapport au fioul, sans compter une éventuelle taxe carbone sur les énergies fossiles qui permettrait d'améliorer encore son seuil de compétitivité», souligne Astrid Cardona-Maestro. Dans une étude publiée en janvier 2020, l'Ademe estimait alors que «les pompes à chaleur géothermiques se rapprochent de la solution gaz avec des coûts de production entre 81 et 126€/MWh».

Une énergie renouvelable qui reste méconnue et chère à l'investissement

Malgré tous ses avantages, la géothermie reste encore un marché de niche, en France. «Elle est encore méconnue du grand public par rapport à d'autres énergies renouvelables», déplore Astrid Cardona-Maestro. Selon une étude de l'Ademe, seuls 10 % des Français la citent spontanément, loin derrière l'éolien et le solaire. Son coût d'acquisition et sa mise en œuvre «jugée plus complexe», expliqueraient aussi en partie la baisse du marché. Alors qu'en 2010, plus de 20000 pompes à chaleur (PAC) géothermiques étaient vendues, le marché a été divisé par près de 10 en 2019 avec seulement 2500 unités vendues. «Le marché s'est probablement dégradé car les particuliers bénéficiaient jusque là du même niveau de crédit d'impôt que ce soit pour l'installation d'une chaudière gaz à condensation ou d'une PAC aérothermique. Or, les

LA GÉOTHERMIE DANS LA RE 2020

La RE2020 a introduit, en plus des critères thermiques, une notion Carbone, en fixant pour la première fois un seuil maximal d'émissions de gaz à effet de serre pour les consommations d'énergie des logements neufs. L'enjeu est de cesser d'utiliser des énergies fossiles (gaz, fioul) et du chauffage électrique type radiateurs à effet Joule etc.) pour systématiser «les modes de chauffage électrique performants (pompes à chaleur) et à partir de chaleur renouvelable». En maison individuelle, «où les solutions non fossiles sont très courantes et parfaitement maîtrisées (notamment la pompe à chaleur ou le chauffage biomasse), le seuil sera fixé à 4 kg CO₂/m²/an dès l'entrée en vigueur de la RE 2020 et exclura de fait des systèmes utilisant exclusivement du gaz», précise le Gouvernement. En logement collectif, le seuil sera d'abord fixé à 14 kg CO₂/m²/an dès 2021, pour que la filière puisse s'adapter, puis abaissé à 6 kg CO₂/m²/an en 2024, excluant là aussi le chauffage exclusivement au gaz. «La chaleur renouvelable apparaît comme la grande gagnante de ce choix historique», a réagi l'AFPG par voie de communiqué. «Véritable alternative aux énergies fossiles, (...) elle permet de diviser par 10 l'empreinte carbone des bâtiments et de répondre à 80% de leurs besoins énergétiques en créant des emplois non dé-localisables»

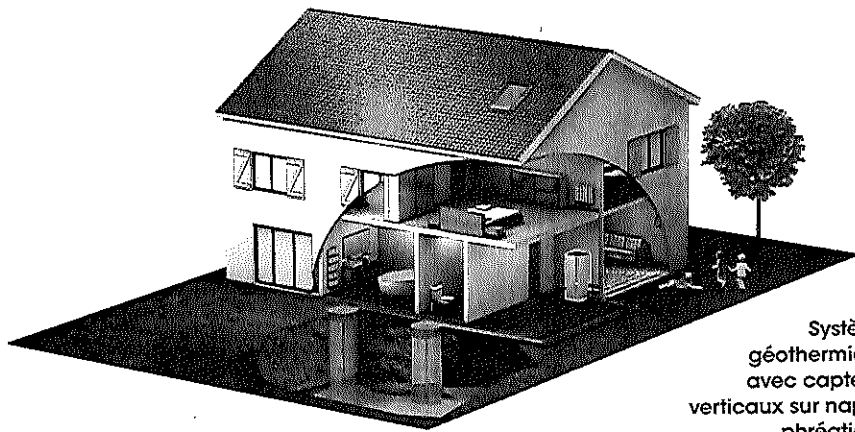
systèmes géothermiques sont clairement plus onéreux à l'achat», explique Virginie Schmidlé-Bloch.

Quelles sont les aides?

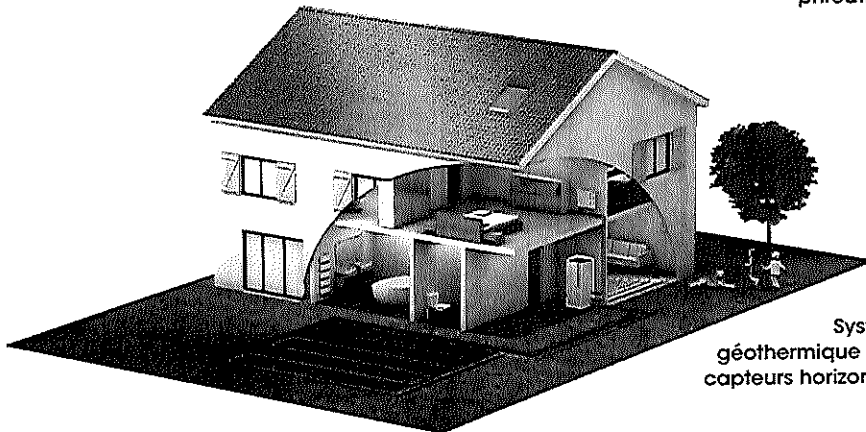
Pour réduire le poids de cet investissement, les particuliers peuvent bénéficier de plusieurs aides. Depuis le 1^{er} janvier 2021, le Crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) est remplacé par le dispositif MaPrimeRénov'. Il est accessible à l'ensemble des ménages, quels que soient leurs revenus. Pour l'installation d'une pompe à chaleur géothermique, il est recommandé mais plus obligatoire (à partir d'avril 2021, pour l'installation de PAC) de faire appel à un professionnel RGE pour bénéficier des aides. Les aides accordées vont de 4000 à 10000€, pour les ménages aux ressources très modestes, pour une installation individuelle (maison individuelle ou appartement en habitat collectif). MaPrimeRénov' est cumulable avec d'autres aides comme la TVA réduite à 5,5% sur les travaux d'économies d'énergie, les CEE (certificats d'économies d'énergie), versés directement par les fournisseurs d'énergie (y compris les grandes surfaces de distribution), les aides des collectivités locales et les aides d'Action Logement. Pour financer le reste à charge, il est également possible de contracter un prêt à taux zéro (éco-PTZ) sous conditions. En revanche, MaPrimeRénov' n'est pas cumulable avec l'aide Habiter Mieux Sérénité de l'Anah. Cette dernière concerne tous les travaux permettant un gain énergétique d'au moins 25%. Le financement est proportionnel au montant de vos travaux. Elle peut aller jusqu'à 50% du montant total des travaux (hors taxe) pour les revenus les plus modestes. Elle s'accompagne d'une prime "Habiter mieux" pouvant couvrir, en plus, 10 à 20% du montant des travaux engagés. Afin de vérifier votre éligibilité aux aides et vous faire accompagner dans vos démarches, les conseillers territoriaux FAIRE sont à votre disposition.

Un système vertueux qui a de l'avenir

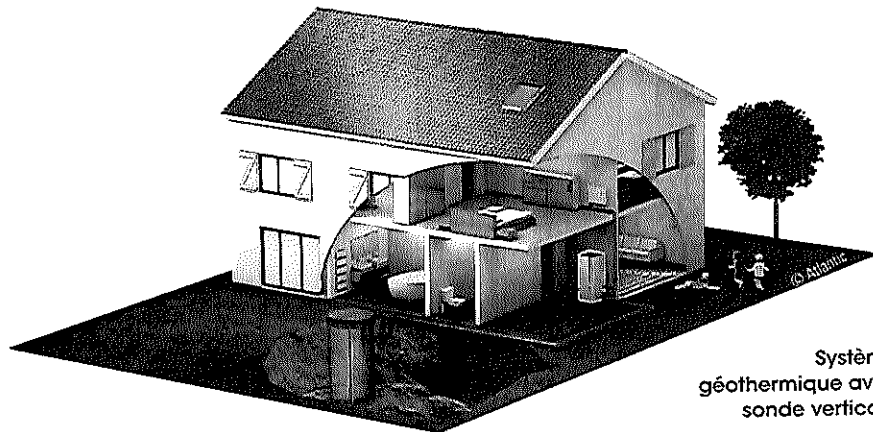
Reste que l'arrivée de la nouvelle réglementation environnementale (RE2020), l'été prochain, pourrait bien remettre ce système de chauffage (et de rafraîchissement) sur le devant de la scène dans le secteur du neuf. «La géothermie est une énergie renouvelable vertueuse, tant pour la production de chaud que de



Système géothermique avec capteurs verticaux sur nappe phréatique



Système géothermique avec capteurs horizontaux



Système géothermique avec sonde verticale

froid. En mode froid, comme le rejet de chaleur ne se fait pas dans l'atmosphère mais retourne dans la terre, en circuit fermé, c'est la seule énergie capable de répondre à la problématique des îlots de chaleur urbains. C'est un avantage considérable pour faire face au défi de la production de froid, en milieu urbain, dans un contexte de réchauffement climatique», conclut Virginie Schmidlé-Bloch. Pédagogie auprès des particuliers, aides à l'investissement plus significatives, simplification des démarches administratives, développement des réseaux de chaleur urbains... Plusieurs pistes restent encore à creuser selon l'association, pour une montée en puissance de la géothermie.

Texte: Claire Thibault

