

Un second départ pour la géothermie profonde

Une politique régionale incitatrice, le Fonds chaleur, le recours à des températures plus basses ou encore la nécessité de pérenniser les réseaux de chaleur existants aident la relance de la géothermie profonde dans le bassin parisien. Le nombre d'installations, qui est bloqué à une trentaine d'exploitation depuis la fin des années 80, pourrait rapidement augmenter d'ici dix ans.

Oubliée pendant deux décennies, la géothermie des aquifères profonds, qualifiée de basse énergie, est en plein renouveau en Île-de-France. Utilisée pour alimenter des réseaux de chaleur de plusieurs milliers d'habitants, cette géothermie a connu un démarrage rapide au début des années 80, avant que des problèmes économiques, techniques et financiers n'arrêtent son développement quelques années après. «Jusqu'à 2007, il n'y a eu aucune opération entreprise. Mais depuis, la filière reprend vie, et trois à quatre installations sont désormais réalisées chaque année dans le bassin parisien», se félicite Christian Boissavy, président de l'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG). Présentant la particularité d'offrir une bonne coïncidence entre

les ressources géothermales et la demande de chauffage, l'Île-de-France reste en effet la région la plus propice à l'exploitation de cette énergie. Ce bassin sédimentaire est composé de cinq grands aquifères dont le Dogger qui comporte 36 exploitations recensées actuellement, soit le plus grand nombre d'opérations de géothermie basse énergie au monde. «Avec la tendance actuelle, le nombre de réalisations de géothermie uniquement sur le Dogger pourrait pratiquement atteindre la soixantaine d'ici 2020», estime Christian Boissavy. Ces trois dernières années, plusieurs nouvelles opérations associées à la création d'un réseau de chaleur ont été achevées, comme à Lognes, au Mée-sur-Seine ou sur l'aéroport d'Orly. Selon l'AFPG, plus d'une dizaine de projets, avec des capacités installées estimées entre 8 et 12 MWth, sont

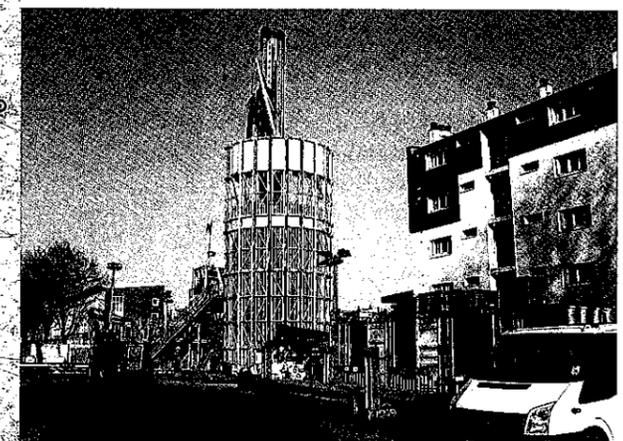
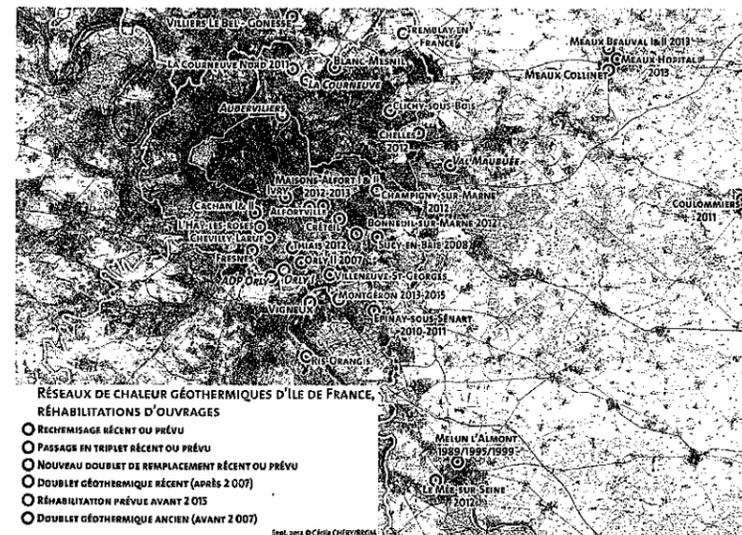
↓ Depuis trois ans, plusieurs nouveaux projets ont été achevés, comme ici à Orly.



également en phase d'étude en Île-de-France, notamment dans le Val-de-Marne (Arcueil, Bagneux, Bry-sur-Marne, Val d'Europe, Villejuif, etc.) et en Seine-Saint-Denis (Rosny-sous-Bois, Sevran, Tremblay-en-France ou Villepinte). Ils représenteraient chacun une moyenne de 7 000 équivalents logements pour une production par installation allant jusqu'à 60 000 GWh par an.

Fonds chaleur, un soutien essentiel

Ce renouveau de la géothermie profonde s'explique avant tout par les politiques de soutien des pouvoirs publics afin de faciliter la mise en place de telles installations. Outre les études et autorisations préalables, la construction d'une installation qui utilise la technique du doublet avec un puits de production et un puits de réinjection est en effet onéreuse. «Pour un forage dans le Dogger, soit pour un forage d'environ 2 000 mètres, il faut compter entre 11 et 13 millions d'euros par doublet», précise Pierre Bourdarot, directeur technique d'Idex. Une somme conséquente pour des collectivités pour lesquelles il était difficile de s'engager sur de telles installations, pourtant rentables sur le long terme. En finançant de nouveaux projets ainsi que le renouvellement des forages existants, le Fonds chaleur, prévu pour la période 2009-2013, a été un élément primordial à la relance de la filière. Son but est de rendre compétitive cette énergie renouvelable pour la production de chaleur par rapport à des installations fonctionnant avec des énergies conventionnelles. Depuis sa création, cet instrument du Grenelle de l'Environnement



ainsi accompagné dix opérations dont huit nouvelles, pour un cumul d'aides de plus de 23 millions d'euros représentant 135 millions d'investissements. «Fin octobre 2012, la région Île-de-France et l'Ademe ont par ailleurs lancé des appels à candidatures "Géothermie profonde" et "Réseaux de chaleur" afin de rassembler et comparer les projets pour ensuite répartir au mieux les subventions du Fonds», souligne Norbert Bommensatt, chargé de mission géothermie à l'Ademe. Le renouveau de la géothermie profonde en Île-de-France peut également s'appuyer sur différentes politiques volontaristes menées dans la région depuis de nombreuses années. Dernier exemple avec le Schéma régional climat air énergie (SRCAE) d'IDF adopté fin 2012. Un de ses objectifs est de raccorder 450 000 logements supplémentaires aux réseaux de chaleur qui alimentent aujourd'hui 1,1 million de logements, et de hisser à 50 % la



↑ Un forage au Plessis-Robinson, dans les Hauts-de-Seine.

part des énergies renouvelables qui alimentent les réseaux d'ici 2020. «Ce SRCAE prend désormais beaucoup mieux en compte la géothermie basse énergie, en la priorisant là où elle existe pour les solutions biomasses», indique Nicolas Monneyron, ingénieur développement commercial chez Cofely Réseaux. Il ajoute que «ces deux énergies doivent être exploitées au maximum de leur potentiel pour espérer parvenir aux objectifs du Grenelle.»

Le passage en basse température

Outre la création de nouveaux réseaux de chaleur, la modification des installations existantes explique également une partie de l'engouement pour la géothermie. «Développer de la géothermie sur des réseaux existants haute énergie ne veut rien dire. Il faut avant tout que le réseau soit adapté. Les réseaux haute tempéra-

ture doivent donc être transformés en basse température comme ce sera le cas à Neuilly-sur-Marne (voir encadré)», explique Pierre Bourdarot. Le passage à des réseaux basse température, voire très basse température, qui sont désormais les standards des nouvelles réglementations thermiques, devrait ainsi favoriser l'utilisation de la géothermie profonde. Avec des températures comprises entre 30 et 90°C, les ressources géothermiques correspondent parfaitement aux besoins en chaleur de ces nouveaux réseaux. Certains exploitants cherchent également à remplacer l'énergie fossile utilisée afin d'obtenir un réseau valorisant plus de 50 % d'énergies renouvelables et donc de bénéficier d'un taux de TVA de 5,5 % sur la chaleur distribuée. «De plus, à partir de 1990, beaucoup de réseaux qui fonctionnaient au gaz se sont équipés d'unités de cogénération pour rentabiliser au mieux leur installation. Mais avec la fin progressive des contrats d'achat d'électricité d'EDF et l'augmentation continue du prix du gaz, les exploitants se tournent plus facilement vers la géothermie et la biomasse, désormais plus rentables», détaille Jérôme Mathieu, directeur général du bureau d'études S2T. Mais, à la différence de la biomasse qui a vu son coût augmenter depuis dix ans, la géothermie fournit sur plusieurs décennies une énergie à un prix relativement stable, ce dernier dépendant seulement du coût de l'électricité nécessaire au fonctionnement des pompes.

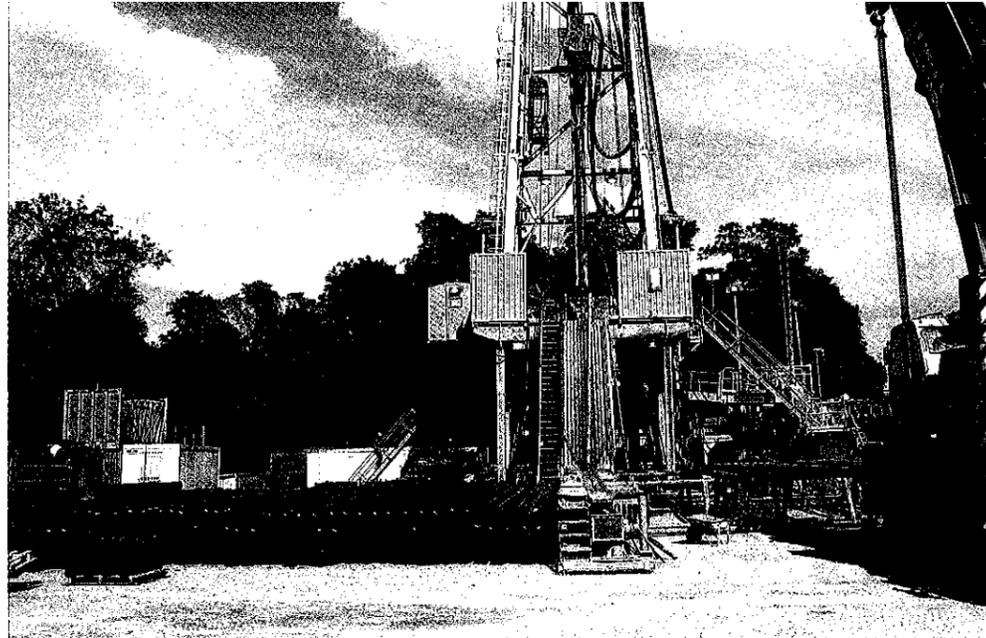
La géothermie pour tous les réseaux

Lancée dans une opération de réaménagement de l'Est Nocéen, la ville de Neuilly-sur-Marne a souhaité avoir recours à un réseau de chaleur à base géothermique afin de chauffer les 4 200 logements neufs et réhabilités de ce nouvel écoquartier. À partir de septembre 2014, le réseau sera alimenté par un doublet géothermique qui puisera de l'eau à 75°C et à un débit de 300 m³ par heure dans le Dogger. «Des pompes à chaleur seront également installées pour optimiser la valorisation de cette ressource. Cela permet de doubler la puissance du puits de 7 à 14 MW», souligne Virgile Monti, chef de projet chez Idex. Pour rentabiliser au mieux l'investissement, cette ressource énergétique servira également au quartier des Fauvettes, limitrophe de l'Est Nocéen. Surdimensionné, l'ancien réseau de distribution à eau surchauffé (200°C) sera transformé en réseau eau chaude (<110°C), pour ensuite être couplé avec celui basse température du nouvel écoquartier. Au final, le couple géothermie et PAC assurera plus de 50 % des besoins en chaleur sur l'ensemble du réseau.



© Stéphane Signoret, D.R.
© BRGM, D.R.





Pour favoriser le recours à la géothermie sur le bassin parisien, l'IDF a également complété en 2008 le dispositif originel de couverture des risques géologiques. Ces derniers, considérés comme des freins, sont liés au fait que la ressource exploitable en géothermie ne peut être véritablement connue qu'après la réalisation de forage. La région apporte donc un complément de garantie de 25 % qui s'ajoute au 65 % assurés par un fonds piloté par l'Ademe et la SAF Environnement* depuis 1981. Ainsi, 90 % des frais engagés pour le forage pourront être remboursés au maître d'ouvrage en cas d'échec total.

Pérenniser les réseaux géothermiques existants

La réhabilitation et le renouvellement des exploitations mises en place dans les années 80 dynamisent également la filière. «Ce qui limite la durée d'une opération est avant tout la durée de vie des puits. Les problèmes de corrosion arrivent ainsi bien avant que les effets de bulle froide ne se fassent sentir», pointe **Romain Vernier**, responsable de la division géothermie au BRGM. En général, comme ce fut le cas à Chelles et Coulommiers, l'état des puits nécessite leur remplacement par des doublets neufs de plus gros diamètre afin de pérenniser ces anciens réseaux de chaleur géothermique. Une autre solution consiste à faire évoluer les doublets existants en triplets. En



2008, Cofely Réseaux a ainsi constitué le premier triplet français à Sucy-en-Brie, en réalisant le forage d'un nouveau puits de production et en convertissant les deux anciens puits en puits de réinjection. Complétés par une extension du réseau de chaleur, ces travaux ont permis d'augmenter la puissance de 7 à 11 MWth ainsi que le nombre d'équivalents logements alimentés de 2 350 à 2 900. Reproduite depuis à Bonneuil-sur-Marne, Champigny-sur-Marne ou La Courneuve, la réalisation d'un triplet a surtout un avantage économique en se limitant à un seul forage. Au bout de 15 à 20 ans, les deux puits de réinjection seront ensuite remplacés par un puits neuf en gros diamètre. «Cette technique offre la possibilité de lisser l'investissement et la répercussion des coûts sur la facture de l'utilisateur», estime Romain Vernier, qui souligne que cette solu-

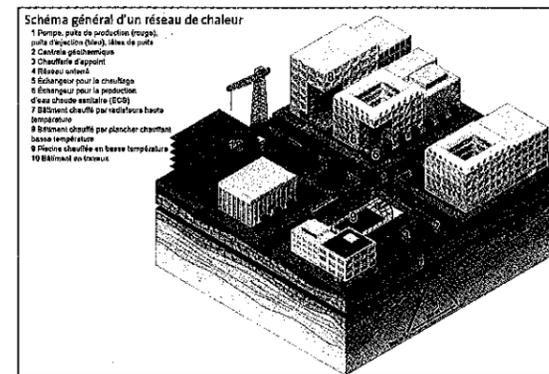
↑ Le forage de Sucy-en-Brie, lancé par Cofely en 2008, est constitué d'un nouveau puits de production et de deux anciens puits convertis en puits de réinjection. C'est le premier triplet en France.

tion n'est envisageable que si l'état des puits existant le permet. Avant d'entreprendre la transformation d'un doublet en triplet, l'exploitant devra vérifier l'état des tubages, celui de l'aquifère et le diamètre des tubes. Il faudra également s'assurer que la construction d'un nouveau puits est viable. «Cela a bien fonctionné à Sucy-en-Brie, malgré quelques petits soucis logistiques lors des forages. Mais il faut aussi garder en tête qu'un triplet ne se gère pas de la même façon qu'un doublet», note Nicolas Monneyron. De plus, même si les premières opérations ont reçu des subventions du Fonds chaleur afin d'offrir une visibilité à cette technique, celles lancées en 2012 n'en ont pas obtenues. L'Ademe souhaitant avant tout privilégier la construction de nouveaux doublets, avec des tubages en gros diamètres.

De nouveaux aquifères à exploiter

Pour optimiser l'implantation des nouveaux forages sur des opérations nouvelles ou des réhabilitations sur le Dogger, le BRGM et l'Ademe ont

mis en place un modèle de la gestion de la ressource géothermique à l'échelle du Val-de-Marne et de la Seine-Saint-Denis en 2009. Ces deux départements rassemblant 27 exploitations sur les 36 recensées en région parisienne, cet outil fournit la cartographie des zones refroidies et tente de prévoir le début de refroidissement aux puits producteurs. Sur certaines zones où le Dogger est déjà fortement exploité ou moins favorable, les autres aquifères du bassin parisien, également intéressants en termes de température, sont envisagés. «Le BRGM est en train de mener une étude pour qualifier le Lusitanien et le Trias qui restent peu connus. On pourra ainsi fournir aux porteurs de projets des informations sur les températures et les débits afin de savoir s'il est possible de les utiliser et de créer de nouveaux doublets», révèle Romain Vernier. Développé par le BRGM et Cofely Réseaux, un premier projet de démonstration industriel dans le Lusitanien serait déjà à l'étude. Moins profond et moins chaud que le Dogger, les aquifères de l'Albien et du Néocomien présentent aussi un potentiel intéressant, d'autant plus que les besoins en chaleur ne cessent de diminuer dans les bâtiments. En 2011 et 2012, deux opérations ont été réalisées par Dalkia, une dans l'Albien à Issy-les-Moulineaux et une dans le Néocomien au Plessis-Robinson. Pour cette dernière, l'eau est pompée à une profondeur d'environ 900 mètres et à une température de 38°C. Des pompes à chaleur (PAC) portent alors à 60°C l'eau circulant dans le réseau qui alimente plus de 3 500 logements. À terme, ce système de chauffage devrait réduire de 40 % les charges payées par les locataires et économiser environ 6 000 tonnes de CO₂ par an. «Avec ces nouvelles exploitations, la profession enrichit les solutions géothermiques disponibles et développe un portefeuille de solutions qui correspond aux différentes demandes en



surfaces», avance Romain Vernier. En associant la géothermie à des PAC de grande puissance (plusieurs MW), deux forages à 500 mètres dans une eau à 30°C sont suffisants pour alimenter un petit réseau desservant 1 500 logements comme c'est le cas dans le nouvel écoquartier du fort d'Issy-les-Moulineaux. Ces deux exemples de récupération d'énergie dans des nappes intermédiaires ont été soutenus par l'Ademe afin qu'ils puissent servir de modèles pour d'autres opérations. «Le grand avantage est qu'il faut seulement 1 000 à 1 500 logements pour qu'une exploitation dans l'Albien ou le Néocomien soit viable, alors qu'il en faut 7 000 pour un forage dans le Dogger. Cela ouvre de nouvelles perspectives et surtout augmente le nombre de sites potentiels d'implantation», se réjouit le président de l'AFPG. Par ailleurs, la tendance qui consiste à associer géothermie profonde et PAC émerge peu à peu comme au Plessis-Robinson. Ces pompes à chaleur permettent en effet de mieux valoriser l'énergie extraite du sous-sol en exploitant davantage la ressource, grâce à une température de rejet plus basse, en augmentant la température du réseau, mais également en diminuant la température de la ressource afin de faciliter sa transformation en froid qui est utilisé pour la climatisation des bâtiments (voir encadré). Avec ou sans PAC, de nombreux projets de géothermie profonde sont actuellement à l'étude, ce qui devrait accroître significativement la part de cette énergie renouvelable dans le mix énergétique français. Mais la réalisa-

tion de ces futures exploitations reste conditionnée au maintien de subventions après l'année 2013. «Aujourd'hui, la dynamique de la filière est bonne, mais un accompagnement public fort est encore nécessaire pour assister à un développement réel de la géothermie et des réseaux de chaleur d'ici 2020», juge Norbert Bommensatt. Ce renouveau de la géothermie en Île-de-France pourrait aussi favoriser son développement dans d'autres régions françaises, en particulier le bassin aquitain et le Fossé rhénan où certains projets émergent de nouveau. *

Clément Cygler

↓ Manœuvre de forage sur le site d'Orly.

* SAF Environnement est une filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations



Paris Nord-Est

Bientôt achevé le projet Paris Nord-Est, réalisé par la PCU et Climespace, recourt à la géothermie dans l'aquifère du Dogger pour desservir un potentiel d'un million de m². Une centrale thermo-frigorifique souterraine produira du chaud par la géothermie et du froid grâce à des thermo-frigopompes. La chaleur dégagée par ces derniers sera également valorisée sur le réseau de chaleur en hiver ou transférée dans l'aquifère du Dogger en été pour réchauffer la nappe souterraine. «La géothermie va jouer le rôle de tampon calorifique. Selon le schéma privilégié, on injectera ou on puisera de la chaleur grâce à des échangeurs thermiques et des PAC», précise Nicolas Monneyron. Cette valorisation remplace une tour de refroidissement qui n'aurait de toute façon pas pu être installée dans ce contexte urbain. Ce projet, le premier de cette ampleur avec cette technologie, développera une puissance 94 MW chaud (dont 14 de géothermie) et 6,5 MW froid grâce à 65 % d'énergie locale, renouvelable et de récupération.

© Cofely réseaux GDF Suez, D.R.

© BRGM/Cofely, D.R.