



De nouvelles perspectives pour l'exploitation des ressources géothermales

Frédéric Bugarel, Eric Lasne, Dominique Tournaye

► To cite this version:

Frédéric Bugarel, Eric Lasne, Dominique Tournaye. De nouvelles perspectives pour l'exploitation des ressources géothermales. Géosciences, 2011, 13, pp.48-55. hal-00662480

HAL Id: hal-00662480

<https://brgm.hal.science/hal-00662480>

Submitted on 24 Jan 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Depuis 2007, la relance de la géothermie basse température, initiée par le Grenelle de l'environnement, permet la réalisation de nouveaux projets de géothermie profonde en Île-de-France. Grâce à la modélisation des réservoirs, on peut désormais optimiser l'exploitation de la ressource en tenant compte des dispositifs en activité ou à venir. Le schéma d'exploitation utilisé pour le Dogger depuis plus de quarante ans pourrait être appliqué à d'autres aquifères sur l'ensemble des bassins sédimentaires français ou proposé à d'autres pays européens.

Vue d'ensemble du chantier sur le site d'Aéroports de Paris à Orly (avril-juillet 2010).

An overall view of the Aéroports de Paris drilling site at Orly (April-July 2010).

© Aéroports de Paris.



De nouvelles perspectives pour l'exploitation des ressources géothermales

48

DOGGER DU BASSIN DE PARIS



Frédéric Bugarel

HYDROGÉOLOGUE, CHEF DE PROJETS
CFG SERVICES*
f.bugarel@cfg.brgm.fr

Éric Lasne

GÉOCHIMISTE, DIRECTEUR DE PROJETS
RESPONSABLE DU SERVICE PRODUCTION
ET GESTION DE CHALEUR
CFG SERVICES*
e.lasne@cfg.brgm.fr

Dominique Tournaye

DIRECTEUR DE PROJETS, RESPONSABLE DU SERVICE
INGÉNIERIE GÉOTHERMIQUE
CFG SERVICES (*)
d.tournaye@cfg.brgm.fr

* Compagnie Française de Géothermie

L'eau dans le système Terre n'est pas seulement importante pour ce qui concerne ses impacts géologiques, ou encore son usage en tant que ressource. C'est aussi un vecteur énergétique essentiel. La géothermie s'est développée jusqu'à ce jour grâce à l'existence de systèmes de circulation hydrothermale et de réserves d'eau chaude stockée dans des réservoirs géothermiques. Nous avons choisi l'exemple du Bassin parisien pour montrer l'importance que peut avoir un bon usage de l'eau présente dans les couches sédimentaires en tant que ressource énergétique, notamment pour le chauffage urbain (ndlr).

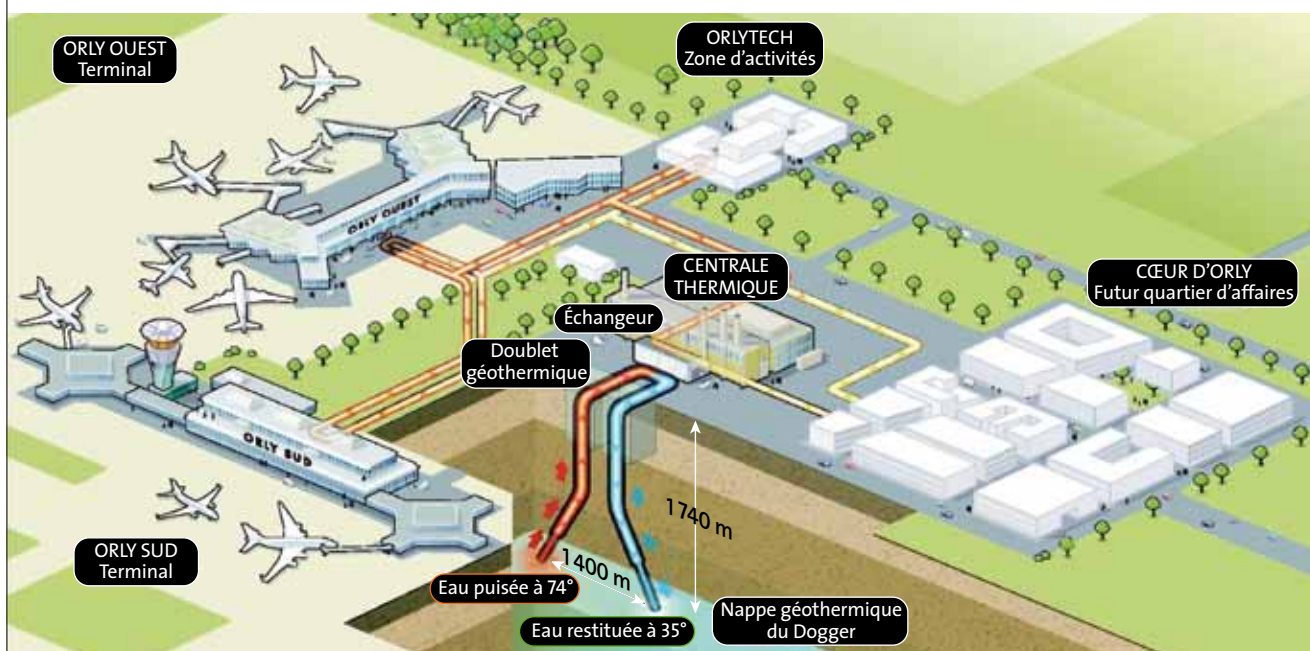
Deux ans et demi après le lancement du projet, la mise en service, en novembre 2010, du doublet géothermique sur le site d'Aéroports de Paris à Orly (*encadrés ci-contre*) ouvre l'exploitation d'un nouveau gisement dans l'aquifère du Dogger. Cette ressource est utilisée en région parisienne pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (ECS) de logements et de bâtiments collectifs au moyen de réseaux de chaleur. Elle alimente aujourd'hui l'équivalent de 150 000 logements franciliens.

Il s'agit de la quatrième opération depuis 2007, mais la deuxième opération nouvelle après celles d'Orly Nouvlet (2007) et de Sucy-en-Brie (2008) qui correspondent à

► LE DOUBLET GÉOTHERMIQUE SUR LE SITE D'AÉROPORTS DE PARIS, À ORLY

L'opération de géothermie profonde au Dogger sur le site aéroportuaire d'Orly a été menée par les services techniques des Aéroports de Paris et le bureau d'études CFG Services, respectivement pour les aspects valorisation thermique et ressource géothermale. À partir d'une plate-forme unique, proche de la centrale thermique existante, deux puits symétriques, déviés et orientés, ont été forés jusqu'à une profondeur verticale d'environ 1 750 mètres. Pour un budget global

d'investissement de l'ordre de 12 M€ HT, ces forages, réalisés de mai à juillet 2010, permettent de pomper et de réinjecter 250 à 300 m³/h d'une eau à 74 °C. Le taux de couverture visé pour la géothermie est de 30 % des consommations totales d'énergie sur le site aéroportuaire. Ceci permet d'éviter le rejet d'environ 10 500 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère, soit une réduction de 68 % par rapport à une solution de référence « gaz » actuelle. ■



▲ Représentation schématique du doublet géothermique et du réseau de chaleur mis en service en 2010 sur le site d'Aéroports de Paris, à Orly. L'énergie thermique (74°C) est puisée à 1740 m de profondeur dans la couche calcaire du Dogger. © Document Aéroport de Paris

Schematic view of the geothermal doublet and of the heating network operating since 2010 for the Orly Airport site, south of Paris. The geothermal heat (74°C) is produced from Dogger limestones layer, 1740 m deep. © Document Aéroport de Paris

des réhabilitations, et celle de Paris Nord-Est (Porte d'Aubervilliers, 2009). Ces réalisations témoignent de la relance de l'exploitation industrielle de la géothermie basse température⁽¹⁾ en Île-de-France, après deux décennies au cours desquelles l'activité s'est principalement concentrée sur la maintenance des dispositifs créés dans les années 1980.

Trente-cinq exploitations, principalement localisées dans les départements de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne, sollicitent la ressource géothermale du Dogger. Le contexte aujourd'hui favorable au développement des énergies renouvelables devrait permettre la réalisation de nouveaux projets à court terme.

⁽¹⁾ Selon la température du fluide géothermique, les applications se déclinent en géothermie très basse température (inférieure à 30 °C), basse température (entre 30 et 90 °C) et haute température (supérieure à 90 °C).

► LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN DOUBLET GÉOTHERMIQUE CONVENTIONNEL

Un doublet géothermique est un système fermé constitué d'un puits producteur qui extrait le fluide géothermique, d'un échangeur de chaleur assurant le transfert des calories du fluide géothermique vers l'eau du réseau de chaleur, et d'un puits injecteur qui réinjecte l'intégralité du fluide géothermique refroidi dans l'aquifère d'origine. Pour des raisons environnementales liées à sa nature corrosive, le fluide est réinjecté dans la nappe. L'avantage est de recharger l'aquifère, mais l'inconvénient est de créer une « bulle froide » au niveau du puits injecteur, qui va se développer pendant toute la durée de l'exploitation jusqu'à atteindre le puits producteur. Cette « percée thermique » signe la fin de vie du dispositif, qui doit être conçu de manière à ce qu'elle ne se produise pas lors des trente premières années d'exploitation (durée correspondant au permis d'exploitation), au risque de remettre en cause la rentabilité économique du projet. ■

Le potentiel géothermique « profond » en France métropolitaine

La France métropolitaine recèle dans son sous-sol un potentiel géothermique important dont une infime partie est aujourd'hui exploitée. Les principales ressources sont localisées dans les deux grands bassins sédimentaires français, Bassin parisien et Bassin aquitain, ainsi qu'en Alsace dans des structures en relation avec le Fossé rhénan (figure 1).

Dans d'autres régions, les ressources potentielles sont encore peu sollicitées et les projets de géothermie profonde n'ont à ce jour pas abouti.

Le potentiel géothermique « profond » (ressource exploitable à partir d'une température minimale de 30 °C) permet d'alimenter un réseau de chaleur à partir d'aquifères présentant une température inférieure à 50 °C, comme par exemple à Châteauroux (Indre), où la température du fluide géothermal est de 34 °C.

Pour que le fluide géothermal soit à une température supérieure à 60 °C, permettant ainsi une exploitation géothermique par échange direct au travers d'échangeurs de chaleur, il est nécessaire d'exploiter un aquifère plus profond. Compte tenu du gradient géothermique moyen (augmentation de la température de 3 °C par 100 mètres de profondeur), cette ressource se situe à plus de 1 500 mètres de profondeur.

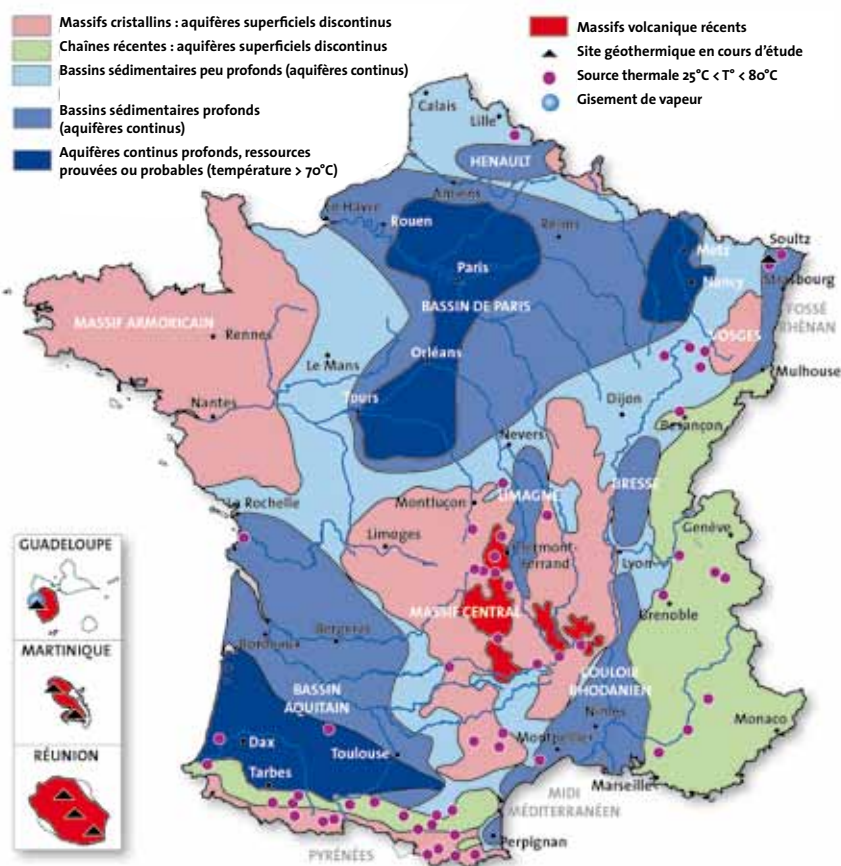


Fig. 1 : Le potentiel géothermique en France.

Fig. 1: The geothermal resource potential in France.

Source : site Internet www.geothermie-perspectives.fr

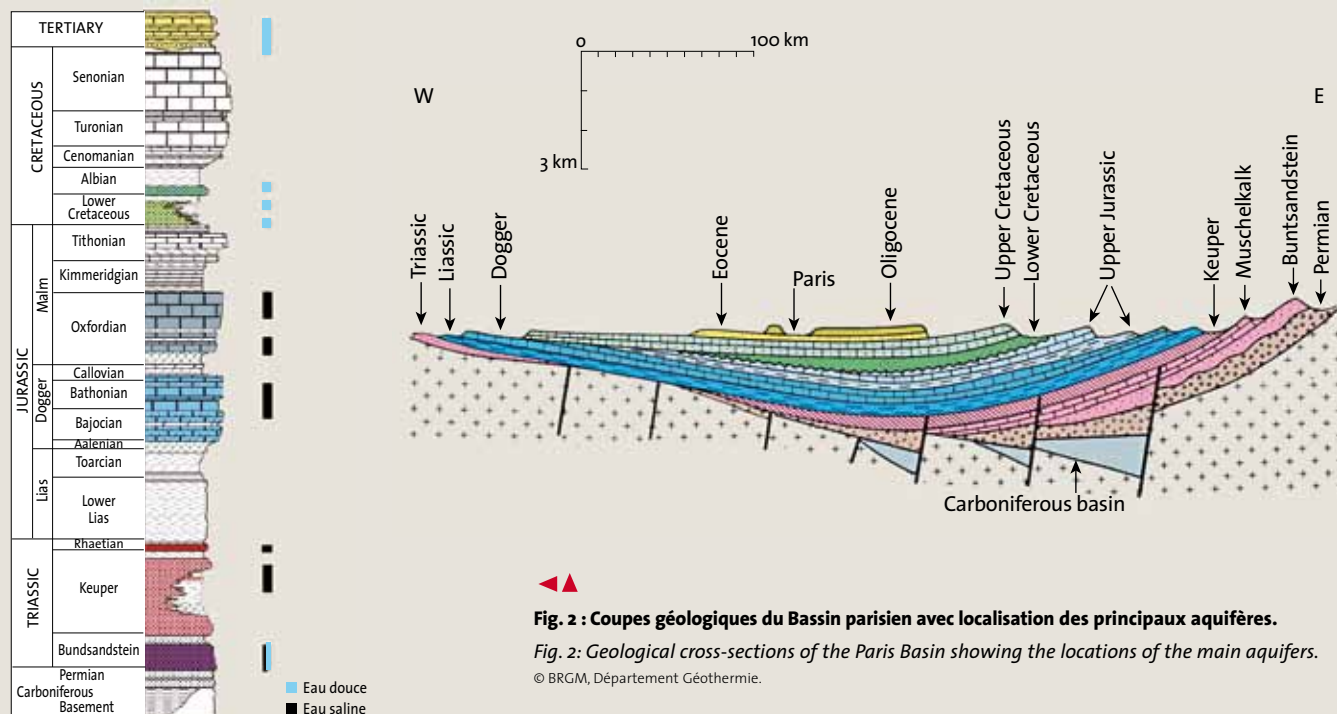


Fig. 2 : Coupes géologiques du Bassin parisien avec localisation des principaux aquifères.

Fig. 2: Geological cross-sections of the Paris Basin showing the locations of the main aquifers.

© BRGM, Département Géothermie.

Du point de vue réglementaire, l'objectif de la géothermie étant la récupération de chaleur souterraine, assimilée à une substance minérale qualifiée de « gîte géothermique », c'est le Code minier (voir article Pichavant, ce volume) qui s'applique. La DRIEE (Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie) d'Île-de-France et les DREAL (Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement) sont en charge du suivi des installations géothermiques existantes et de l'instruction des dossiers relatifs aux nouveaux projets : demandes de permis de recherche d'un gîte géothermique et d'autorisation d'ouverture de travaux de forage.

En raison du contexte urbain des opérations de géothermie, une étude d'impact environnemental est effectuée, s'intéressant notamment aux impacts temporaires des travaux de forage et des activités liées à l'exploitation. L'étude propose des mesures compensatoires adaptées aux nuisances générées par l'activité.

Dans le cadre des opérations de géothermie profonde en Île-de-France, des subventions peuvent être accordées par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), la région Île-de-France et le FEDER (Fonds européen de développement régional). Le Fonds Chaleur, par exemple, est un outil financier géré par l'ADEME qui a été mis en place à la suite des engagements du Grenelle de l'environnement d'octobre 2007, afin de développer la production de chaleur à partir des énergies renouvelables.

Le contexte géologique du Bassin parisien et la ressource géothermale du Dogger

La stratigraphie du Bassin parisien est largement dominée par des dépôts sédimentaires du Secondaire. Un certain nombre d'aquifères sont contenus dans les formations perméables du bassin dont les flancs se relèvent à l'est et à l'ouest (figure 2).

Les aquifères susceptibles de fournir un fluide géothermique à une température minimale de 30 °C sont les sables de l'Albien/Néocomien, les calcaires du Lusitanien, les calcaires du Bathonien (Dogger) et les grès du Trias.

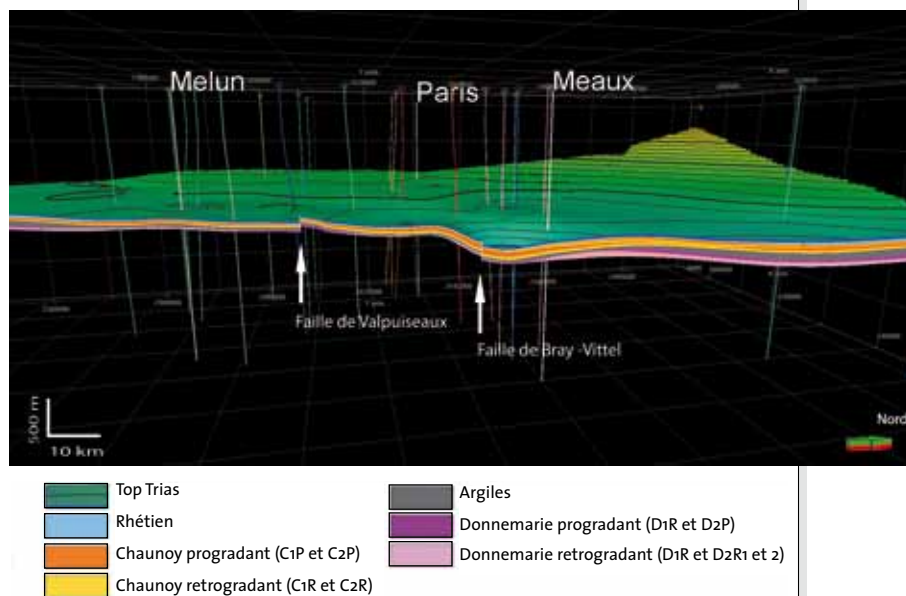
L'aquifère albien/néocomien est utilisé pour l'alimentation en eau potable de la région parisienne. Les aquifères du Lusitanien et du Trias sont potentiellement intéressants en terme de température, compte tenu de leur profondeur, mais ils restent mal connus à ce jour (encadré ci-contre). L'aquifère du Dogger est une ressource largement exploitée en Île-de-France pour

► LE TRIAS DU BASSIN DE PARIS : UN NOUVEAU RÉSERVOIR GÉOTHERMIQUE ?

Vincent Bouchot – BRGM – Département Géothermie – v.bouchot@brgm.fr
pour l'équipe de projet CLASTIQ-2, BRGM

Les formations argilo-gréseuses du Trias sont des réservoirs géothermiques qui pourraient être exploités comme ceux du Dogger. Plus profond (jusqu'à 3 200 m) et plus chaud (jusqu'à 125 °C), le Trias s'étend largement sous le Dogger, notamment en région parisienne. Compte tenu de sa profondeur et du nombre réduit d'opérations géothermiques (Achères, Cergy et Melleray) conduites sur ces formations, le Trias reste méconnu. C'est pourquoi le BRGM a lancé en 2009 le projet CLASTIQ-2, cofinancé par l'ADEME, dont l'objectif est d'améliorer la connaissance des réservoirs profonds des bassins sédimentaires du territoire métropolitain. Il a notamment été décidé de construire, avec le logiciel PETREL, un modèle prédictif 3D des réservoirs clastiques du Trias, qui couvre une superficie d'environ 12 000 km² entre les villes de Paris, Sens, Épernay et Reims.

Dans un premier temps, à partir d'informations extraites de 70 forages pétroliers, un modèle géométrique 3D a été élaboré contenant 12 séquences stratigraphiques corrélées les unes aux autres. Ce modèle géométrique maillé a ensuite été renseigné avec les propriétés des roches (température, perméabilité, transmissivité), afin de prévoir quantitativement la ressource géothermale. Au final, on aboutira à un modèle susceptible de prévoir la transmissivité des réservoirs argilo-gréseux du Trias, avec une probabilité qui variera en fonction de la distance aux forages. Ce travail sera finalisé fin 2011, date à laquelle les données du modèle 3D seront mises à disposition des opérateurs (projet ADEME de mise en ligne des données Thermo2Pro). ■



Coupe stratigraphique N-S de Melun-Meaux (vue de l'est), montrant la succession des séquences clastiques du Trias du bassin de Paris. Les principales formations réservoirs sont les « grès du Chaunoy » et les « grès de Donnemarie ».

Source : Coupe extraite du modèle 3D réalisé sous PETREL dans le cadre du projet CLASTIQ-2 (Bouchot et al., 2010).

N-S stratigraphic section between Melun and Meaux (viewed from the east), showing the succession of clastic sequences in the Triassic formation of the Paris Basin. The main reservoirs are located in the Chaunoy and the Donnemarie sandstones.

Source : Cross section derived from the 3D model built under PETREL in the framework of the CLASTIQ-2 project (Bouchot et al., 2010).

les besoins de la géothermie basse énergie. Son potentiel géothermique, assimilable à un couple débit-température, répond aux besoins de réseaux de chaleur conséquents. Cette ressource est donc mieux connue [Lopez *et al.* (2010)] que les trois autres aquifères, qui représentent plutôt des ressources potentielles.

À l'échelle du Bassin parisien, l'aquifère du Dogger est constitué de plusieurs couches productives (6 à 13), d'épaisseurs et de débits variables selon les secteurs [Rojas *et al.* (1989)] et dont les perméabilités peuvent varier d'un facteur 200 (0,2 à 40 Darcy).

Schématiquement, la succession stratigraphique des calcaires du Bathonien (dans le Dogger) est la suivante, du haut vers le bas :

- l'ensemble du Comblanchien (*figure 3*), qui compte jusqu'à cinq niveaux producteurs et totalise 25 % de la production d'eau de l'aquifère ;
- l'ensemble oolithique (*figure 3*), constitué de calcarénites à forte porosité, qui regroupe jusqu'à 7 horizons producteurs et assure les deux tiers environ de la production ;
- l'ensemble des alternances marno-calcaires dans lesquelles quelques niveaux producteurs peuvent être identifiés.

Les débits d'exploitation du Dogger peuvent atteindre 300 m³/h, et la température du fluide varie entre 57 et 84 °C (*figure 4*) en fonction de la profondeur du réservoir (entre 1 600 et 1 800 mètres).

L'optimisation de l'exploitation du Dogger

Avec plus de 110 forages profonds réalisés en Île-de-France, les nouveaux projets bénéficient d'une solide information géologique et hydrogéologique à partir de laquelle sont déterminés l'architecture des puits (profondeurs des tubages, déviation des puits), les programmes de forage et les consommations électriques prévisionnelles du dispositif. Toutes ces informations permettent d'évaluer les coûts d'investissement et de fonctionnement de l'exploitation.

Le BRGM a ainsi pu déterminer les secteurs favorables au développement de la géothermie du Dogger en région parisienne, en réduisant les incertitudes relatives à la ressource géothermale en termes, notamment, de productivité des ouvrages (débit d'eau exploitable) et de température du fluide.

L'étude de faisabilité technico-économique permet de concevoir le dispositif qui offre une performance thermique optimale et qui garantit des impacts hydrauliques et thermiques faibles sur les exploitations géothermiques les plus proches. Le choix de la configuration finale dépend des résultats de la modélisation du réservoir qui constitue de ce fait un outil d'aide à la décision.

Enfin, le suivi géologique du forage, les diagraphies et les essais de production des ouvrages permettent de déterminer les caractéristiques réelles des ouvrages et du réservoir. La modélisation numérique devient par la suite un outil de gestion de la ressource (*encadré ci-contre*).

Fig. 3 : Observation à la loupe binoculaire d'un échantillon prélevé en cours de forage au niveau du réservoir du doublet géothermique sur le site d'Aéroports de Paris, à Orly (mai 2010).

Fig. 3: Observation with a stereo microscope of a sample taken at the reservoir level during the drilling of the Aéroports de Paris doublet on the Orly site (May 2010).

© CFG Services.

Fig. 4 : Température du Dogger.

Fig. 4: Temperatures in the Dogger aquifer.

© BRGM, Département Géothermie.

Fragment du niveau comblanchien

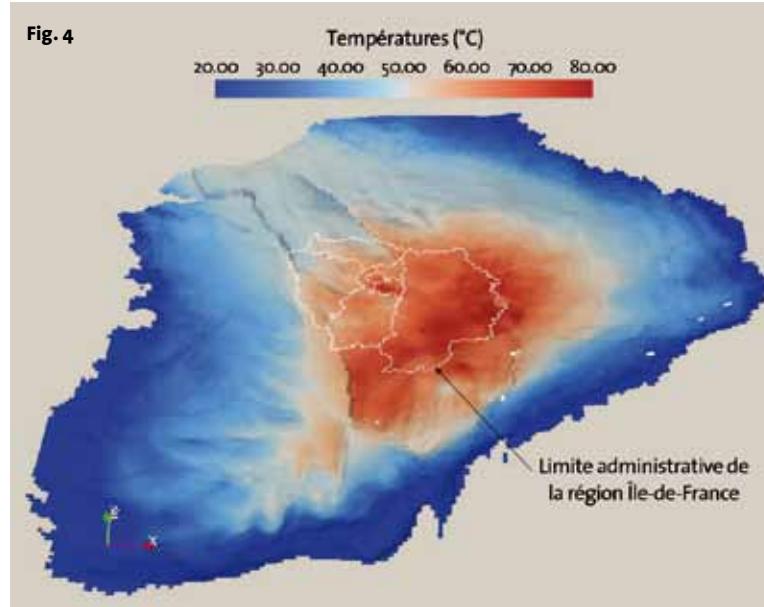
Fig. 3



Fragment du niveau oolithique

0,5 mm

Fig. 4



► DÉVELOPPEMENT DES « BULLES FROIDES » DANS L'AQUIFÈRE DU DOGGER

Virginie Hamm – BRGM – Département Géothermie – v.hamm@brgm.fr

Le contexte de relance de la géothermie profonde en Île-de-France, avec les lois du Grenelle de l'environnement et la mise en place du Fonds Chaleur en 2009, nécessite une gestion efficace de l'aquifère du Dogger et une connaissance des « bulles froides » qui se sont développées autour des puits injecteurs depuis le démarrage de l'exploitation des doublets, soit pour la plupart entre 1980 et 1985.

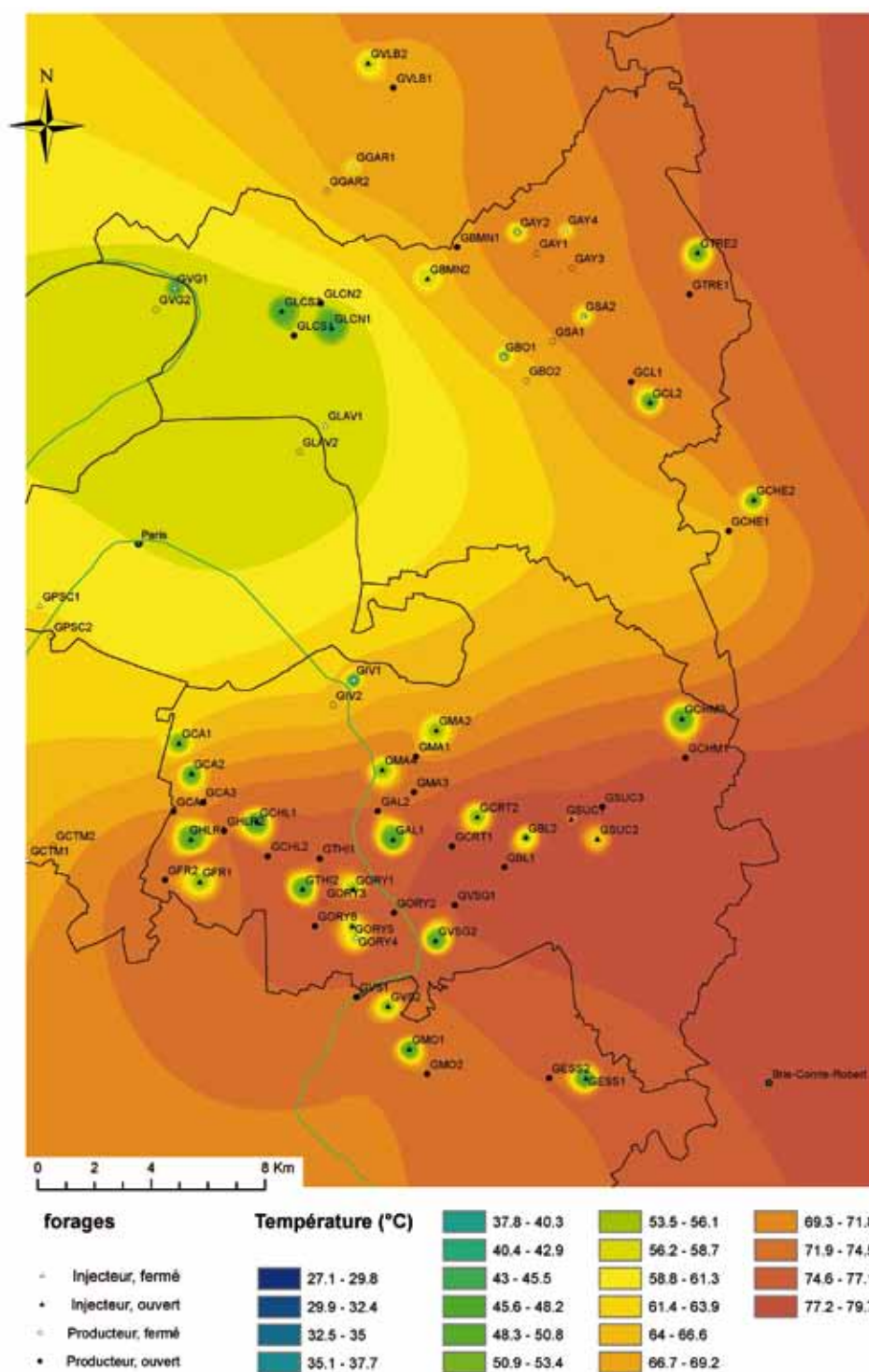
Sur les 35 doublets actuellement en exploitation dans la région parisienne, 27 sont localisés dans le Val-de-Marne et la Seine-Saint-Denis. Depuis 2009, un modèle de gestion de la ressource a été mis en place à l'échelle de ces deux départements afin, d'une part, de mieux connaître l'amplitude des zones refroidies en vue d'optimiser l'implantation de forages dans le cadre de nouvelles opérations ou de réhabilitations et, d'autre part, de prévoir le début de refroidissement aux puits producteurs. Ce modèle est alimenté par la base de données DOGGER, créée en 2001, qui capitalise l'ensemble des informations relatives au fonctionnement des opérations (données d'exploitation, données sur les ouvrages et sur les paramètres du réservoir, données physico-chimiques, etc.).

Le projet est cofinancé par une convention pluriannuelle entre l'ADEME et le BRGM dans le cadre du Centre technique géothermie créé en juillet 2008 pour répondre aux besoins des professionnels de la géothermie. ■

Cartographie des « bulles froides » dans les départements de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne après 30 ans d'exploitation géothermique.

Distribution of cooled bodies in the Seine-Saint-Denis and Val-de-Marne Departments after 30 years of geothermal exploitation.

© BRGM, Département Géothermie.



La modélisation numérique du réservoir

L'objectif de la modélisation numérique du réservoir est de déterminer la configuration optimale du nouveau dispositif :

- l'écartement minimal nécessaire entre les points d'impact des forages du doublet, afin d'éviter tout risque de percée thermique pendant une période inférieure à trente ans ;
- les impacts hydraulique et thermique (figure 5) sur les exploitations voisines (et réciproquement), en orientant le nouveau dispositif de manière adéquate.

La simulation numérique du réservoir intègre l'historique des exploitations géothermiques voisines du projet. Afin de minimiser le risque de sous-dimensionnement du dispositif, des marges de sécurité sont retenues pour tenir compte de l'hétérogénéité du réservoir (perméabilité, nombre et épaisseur des niveaux producteurs...) et des modes de fonctionnement des exploitations géothermiques simulées (débits, températures d'injection).

Le choix du modèle conceptuel dépend de la connaissance locale du réservoir et notamment du nombre de niveaux producteurs. Un modèle multicouches permet généralement de rendre compte des amplitudes thermiques entre niveaux producteurs et interstrates sous l'effet de la réinjection.

Les phénomènes physiques restitués dans le modèle numérique prennent en compte l'écoulement du fluide géothermal dans le milieu poreux et le transport de chaleur. Celui-ci intègre la convection et la dispersion thermique dans l'aquifère, ainsi que la conduction dans l'aquifère et dans les épontes (roches encaissantes) (figure 6).

Le suivi géologique de forage et les essais de puits

Les données géologiques sont obtenues en cours d'opération par l'analyse des déblais du forage (figure 3) et par l'interprétation de diagraphies différées. Les programmes actuels de développement des puits (par acidification du réservoir calcaire) et de diagraphies

Fig. 5 : Simulation des impacts hydraulique (en haut) et thermique (en bas) d'un projet géothermique.

Fig. 5: Simulation of hydraulic (top) and thermal (bottom) impacts of a geothermal project.

© CFG Services.

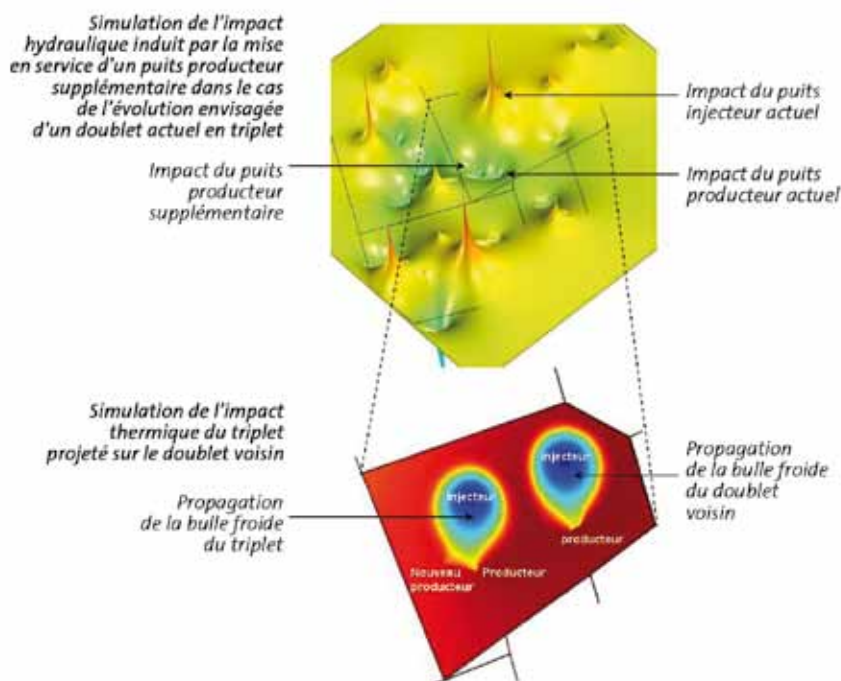
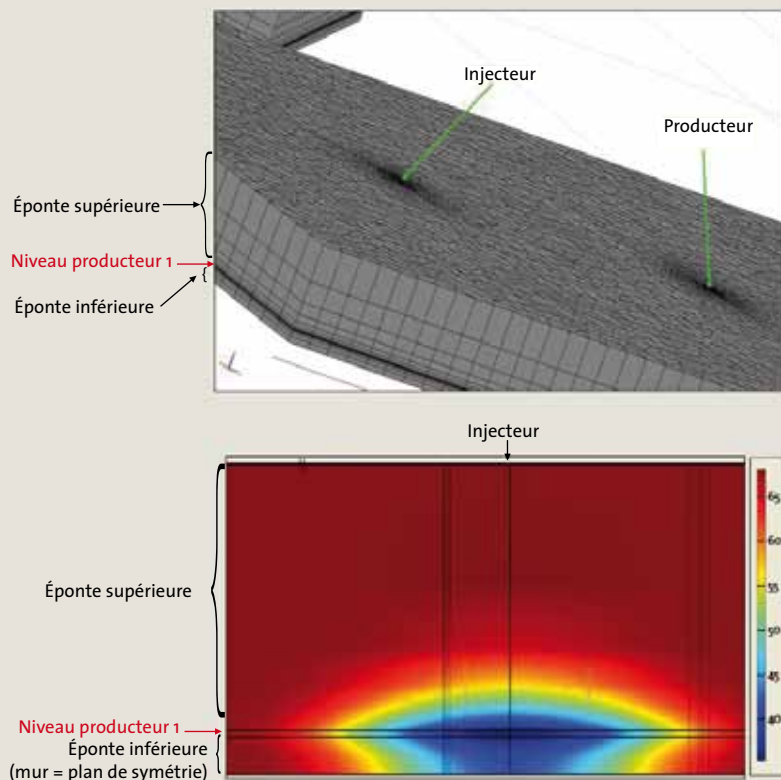


Fig. 6 : Exemple de structure et maillage d'un modèle numérique à deux niveaux producteurs prenant en compte le transport de chaleur.

Fig. 6: Example of structure and meshing for a numerical model with two feeding levels taking into account heat transport.

© CFG Services.





New prospects for geothermal resources exploitation

The new Aéroports de Paris doublet on the Orly site is the fourth deep geothermal operation since 2007 involving the Dogger aquifer (Bathonian limestone), evidence of increasing recourse to low-energy resources in the île-de-France region. In this area, where fluid temperature varies between 57 and 84°C according to reservoir depth, the resource has been in use for over forty years providing heat and domestic hot water to some 150,000 residences. This has been made possible by a thorough knowledge of the aquifer's geological and hydrogeological characteristics gained from drilling operations (geological surveys and production tests). This information concerning the reservoir is subsequently used as input for numerical modelling, a decision-making tool used to support device design and resource management. This global approach that has been applied to the Dogger aquifer opens up fresh perspectives for tapping low-temperature geothermal energy in other deep aquifers in French sedimentary basins, notably in the Paris, Aquitaine and Rhine areas, where new projects are under consideration in the near future.

Les perspectives de développement de la géothermie basse température sont multiples en France.

sont similaires à ceux pratiqués il y a trente ans. Ils permettent d'identifier et de caractériser les différents niveaux producteurs du Dogger.

Les opérations de forage se terminent avec les essais de puits, au moyen desquels on détermine les caractéristiques réelles de productivité et d'injectivité des ouvrages.

Les outils informatiques et les méthodes d'interprétation, héritées du domaine pétrolier, permettent désormais d'obtenir des résultats fiables très rapidement, en prenant en compte des modèles de réservoir complexes.

Le protocole d'essai est proche de celui qui est mis en œuvre par les pétroliers en milieu sédimentaire. Cependant, la productivité des ouvrages est supérieure à celle des ouvrages pétroliers compte tenu des forts diamètres mis en œuvre, et l'évacuation des eaux géothermales produites s'avère plus difficile en milieu urbain en raison de contraintes environnementales plus strictes.

Les perspectives de développement de la géothermie basse température dans les bassins sédimentaires

Les perspectives de développement de la géothermie basse température sont multiples en France métropolitaine. Dans le Bassin parisien, c'est le cas des aquifères de l'Albien/Néocomien, du Lusitanien et du Trias, qui présentent des potentialités intéressantes, notamment là où le Dogger s'avère moins favorable ou est déjà fortement exploité.

Pour les aquifères moins profonds que le Dogger (dont les niveaux de température sont inférieurs), ces potentialités sont d'autant plus intéressantes que les besoins de chaleur sont en diminution dans les bâtiments du fait de l'évolution des réglementations thermiques et des objectifs du Grenelle de l'environnement.

Dans le Bassin aquitain, une douzaine de forages, principalement localisés en Gironde, exploitent les ressources géothermales depuis une trentaine d'années.

Le contexte diffère nettement de celui du Bassin parisien dans la mesure où toutes les exploitations fonctionnent en puits unique, c'est-à-dire sans réinjection du fluide.

Aujourd'hui, les services de l'État font pression sur les maîtres d'ouvrage dans l'optique des renouvellements des permis d'exploitation pour que ceux-ci mettent en œuvre la réinjection en complément d'une meilleure valorisation de la ressource en surface. Dans le département des Landes, la ville de Mont-de-Marsan, qui compte deux forages profonds captant les aquifères calcaires du Sénonien inférieur et du Cénomaniens, élabore un schéma directeur de gestion de la ressource géothermale exemplaire de cette volonté de gérer la ressource à l'échelle régionale.

Enfin, l'Alsace et le Fossé rhénan présentent un potentiel géothermique déjà exploité en Allemagne (site de Bruchsal au nord-est de Karlsruhe). Un forage profond (de l'ordre de 2 000 mètres) dans la région de Rittershoffen, près de Strasbourg, permettra de le vérifier sur le territoire national.

Au niveau international, le schéma d'exploitation réussi du Dogger dans le Bassin parisien pourrait servir d'exemple pour les pays d'Europe centrale et orientale, bien pourvus en ressources géothermales de basse et moyenne température. On pense notamment au Bassin pannonicien, au bassin de Podhale et au bassin des Carpates.

Le développement des réseaux de chaleur alimentés par géothermie devrait être promu rapidement dans les pays de l'Union européenne comme la Bulgarie, la République Tchèque, la Hongrie, la Pologne, la Roumanie, la Slovaquie et la Slovaquie. Cette action de promotion/développement concerne aussi d'autres pays de l'Union Européenne (Danemark, Royaume-Uni, Irlande) ayant des ambitions affirmées vis-à-vis des énergies renouvelables à l'horizon 2020. L'action peut être réalisée via des études et projets bilatéraux, mais aussi lors de programmes européens ambitieux permettant de créer les synergies nécessaires entre partenaires des pays concernés. ■