



VILLE DE GARGES-LÈS-GONESSE (95)



DELEGATAIRE DU RESEAU CHALEUR

Résumé non technique

-

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique au dogger

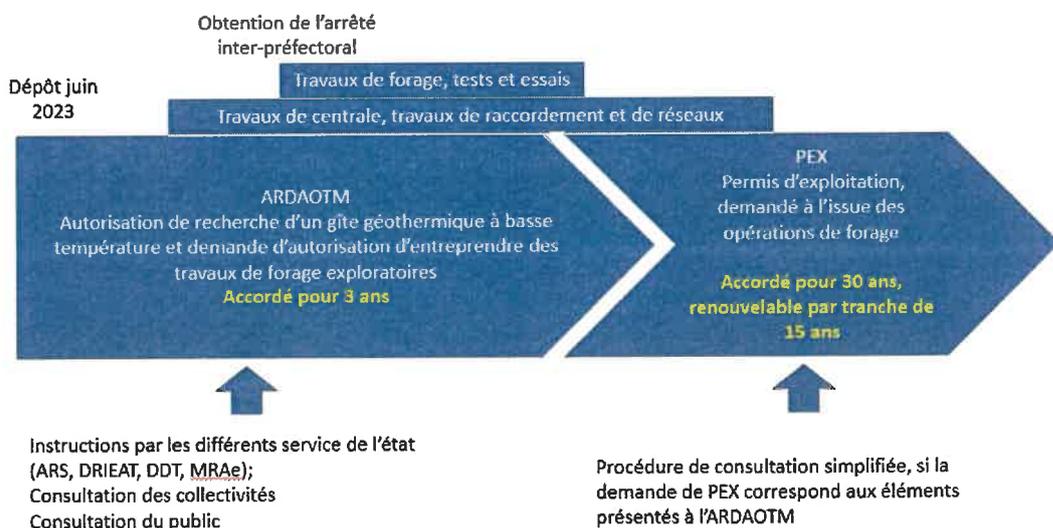
Demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers

1-Préambule

1.1 Objet du document soumis à enquête publique

Le présent document est constitué d'une demande conjointe d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique (AR) et d'une demande d'ouverture de travaux exploratoires/travaux miniers (DAOTM). Selon la réglementation en vigueur, ce dossier sera instruit par la préfecture du Val-d'Oise en transmis également à la préfecture de Seine-Saint-Denis, il sera soumis à une enquête publique. Le préfet statuera par un arrêté-inter préfectoral d'autorisation pour la recherche et l'ouverture de travaux exploratoires.

L'étude d'impact prend en compte le projet dans sa globalité soit le doublet, la construction de la centrale géothermique ainsi que les nouveaux raccordements au réseau de chaleur. Conformément à la réglementation en vigueur, le titre de recherche est sollicité pour la durée maximale de 3 ans. A l'issue des travaux de forage du nouveau doublet, en cas de succès de ce forage, un permis d'exploitation sera demandé pour une durée initiale de 30 ans.



1.2 Résumé succinct du projet

Après avoir étudié l'ensemble des données issues de la bibliographie et analysé les données des nombreux puits alentours, il est apparu hautement probable qu'une ressource géothermique basse énergie, économiquement et énergétiquement viable,

existe dans les niveaux géologiques du Jurassique Moyen au droit de la ville de **Garges-lès-Gonesse**.

L'énergie géothermique sur aquifère profond fait appel à une ressource naturelle renouvelable, non polluante avec un coût maîtrisé sur le long terme. Cette énergie procure aux utilisateurs une relative indépendance vis-à-vis des marchés pour les approvisionnements futurs et des coûts liés aux énergies fossiles. L'intérêt pour les futurs utilisateurs de la ressource thermique exploitée est d'assurer à la fois une meilleure visibilité tarifaire à moyen et long terme, et un bilan écologique plus positif pour les sites concernés.

Le projet présenté dans ce document consiste à réaliser deux ouvrages géothermiques (nommés « doublet ») au Dogger à une profondeur de 1600 mètres par rapport au niveau de la mer. Les ouvrages géothermiques sont des ouvrages d'art. L'énergie puisée dans les puits de géothermie viendra alimenter le réseau de chaleur de la ville de **Garges-lès-Gonesse** dont la réalisation et l'exploitation ont été attribués à la société Coriance via une délégation de service publique pour une durée de 25 ans. Afin de permettre l'exploitation des ouvrages, une centrale géothermique sera réalisée sur la même parcelle que celle retenue pour les travaux, avenue Ambroise Croizat au croisement avec la rue Denis Papin.

1.3 Principe de la géothermie

Du grec géo (terre) et thermos (chaud), la géothermie est la science des phénomènes thermiques internes de la Terre et étudie les processus industriels qui visent à exploiter sous la terre l'eau naturellement chaude afin de produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

La terre renferme ainsi une intense chaleur (issue du soleil, de la radioactivité et de la conduction depuis le noyau terrestre) qu'il est possible de valoriser énergétiquement.

Les méthodes de forage ne font appel à aucune technique de fracturation hydraulique des terrains. Le programme consiste simplement à atteindre le niveau géologique aquifère visé par des forages tubés et cimentés qui permettent d'isoler et protéger parfaitement tous les niveaux intermédiaires rencontrés. L'eau est ensuite pompée jusqu'à la surface où les calories (chaleur) sont récupérées, avant d'être réinjecté dans le même aquifère.

Les utilisations de la géothermie sont fonction du niveau de température de l'eau géothermale produite :

- La géothermie Très Basse Energie (TBE) est utilisée pour le chauffage et/ou la climatisation de maisons individuelles, de bâtiments tertiaires et de locaux collectifs. Elle est alimentée par une eau de 10 à 30 °C issue de niveaux géologiques peu profonds (généralement entre 0 et 100 mètres de profondeur).

- La géothermie Basse Energie (BE) a pour application principale le chauffage urbain par réseaux de chaleur dans les zones à habitat dense. Elle peut également être utilisée pour la pisciculture, la balnéothérapie, l'alimentation de piscines ou encore le chauffage de serres. Elle utilise une eau comprise entre 45 et 75 °C issue d'aquifère profond (de quelques centaines de mètres de profondeurs jusqu'à environ 2 000 m).
- La géothermie Très Haute Energie (THE) est conçue pour produire de l'électricité, ou de façon combinée de l'électricité et de la chaleur. Il faut pour cela des eaux ou des vapeurs très chaudes, captées au-dessus de 150 °C, à des profondeurs supérieures à 1 500 mètres et pouvant aller jusqu'à 5 000 mètres. Elle est souvent développée en zone volcanique. La vapeur produite est injectée dans des turbines qui viennent générer de l'électricité.

Le projet déposé par **Garges-lès-Gonesse** correspond à une géothermie basse énergie (BE) qui viendra alimenter le réseau de chaleur de la ville en complément de la chaleur fatale récupérée de l'usine de traitement des eaux usées et traitées du SIAH (Syndicat Intercommunal Aménagement Hydraulique Vallées) située également à proximité du site de travaux.

2- Description du site de travaux

Les travaux seront réalisés dans la ville de **Garges-lès-Gonesse**. **Garges-lès-Gonesse** est une commune de 43 215 habitants du Val d'Oise, située à 15 km au nord-est de Paris. Elle fait partie, avec Villiers-le-Bel et Gonesse, de la Communauté d'agglomération « Roissy Pays de France » depuis le 1^{er} janvier 2016, qui regroupe 42 communes et rassemble près de 360 000 habitants. Roissy Pays de France est constituée de 25 communes du Val d'Oise et de 17 communes de Seine-et-Marne (Figure 1). L'intercommunalité est structurée autour du pôle économique de l'Aéroport Paris-Charles-de-Gaulle qui est un bassin d'emploi et qui connaît une croissance démographique significative. **Garges-lès-Gonesse** appartient aussi à l'unité urbaine de Paris, qui regroupe 411 communes et 10 785 092 habitants. La commune est limitrophe de Sarcelles et Arnouville au nord, nord-ouest, Bonneuil-en-France à l'est, ainsi que des communes de Dugny et Stains au sud, qui sont situées dans le département de la Seine-Saint-Denis.

L'habitat de **Garges-lès-Gonesse** est contrasté, avec d'une part des quartiers historiques à faible densité de population avec un aspect de village, et d'autre part des quartiers fortement peuplés, constitués essentiellement de HLM. En 2018, le taux de logement sociaux est de 44.6%, avec 6162 logements pour 13 831 résidences principales. Ce contraste s'explique par l'histoire de la ville. Ancien village rural, la ville se transforme en

commune de banlieue au début du XX^{ème} siècle, mais connaît surtout de profondes mutations à partir des années 1950 avec la construction des premiers grands ensembles français.

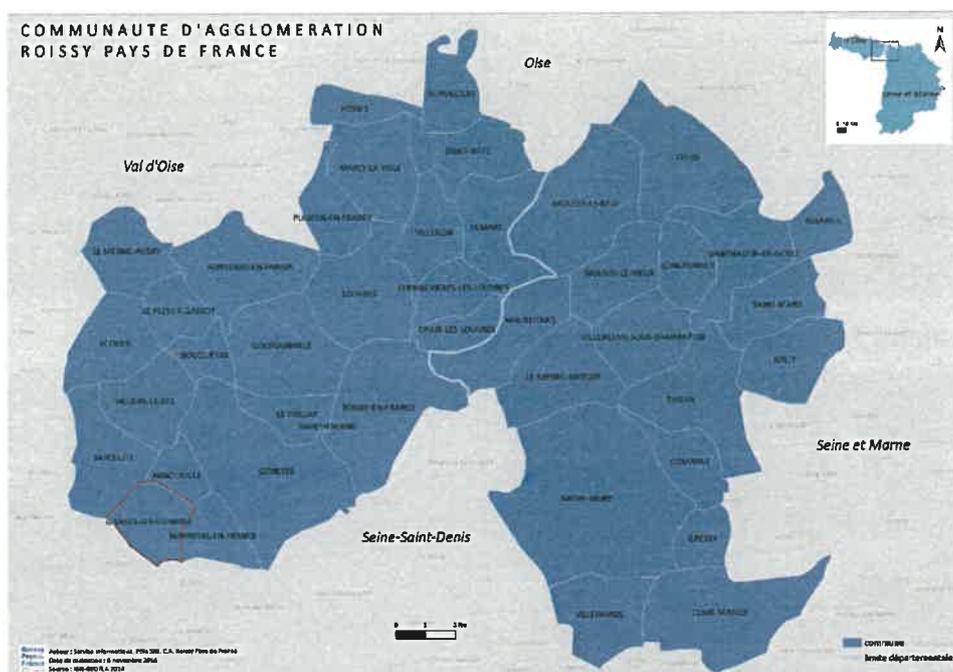


Figure 1 : Localisation de Garges-lès-Gonesse (contour rouge) au sein de la communauté d'agglomération Roissy Pays de France.

Le site des travaux se situe sur les parcelles cadastrées AW 106 (4572 m²), AW126 (1612 m²), avenue Ambroise Croizat, jouxtant le Centre Technique Municipal de la commune de **Garges-lès-Gonesse** (95), pour une superficie totale de 6184 m² (Figure 7). Le zonage de la parcelle est en cours de modification dans le plan local d'urbanisme afin de permettre la réalisation du projet.

L'accès au site se fera par la rue Denis Papin, via l'avenue Ambroise Croizat (D 125) à hauteur du rond-point Paul Langevin, qui permet de rejoindre la départementale D84A (Figure 2). La rue Denis Papin est une voie sans issue et ne dessert aucune habitation à l'exception du centre équestre et d'un parking adjacent (Figure 3, Figure 4, Figure 5 et Figure 6).



Figure 2 : Photo de la parcelle retenue avec l'accès par la rue Denis Papin.



Figure 3 : vue sur la Brigade équestre depuis la rue Denis Papin .



Figure 4 : Vue sur la station d'épuration de Bonneuil-en-France, depuis la rue de l'Eau des Enfants.



Figure 5 : Vue sur les habitations de la commune de Dugny, depuis la rue de l'Eau des Enfants



Figure 6 : Vue sur les habitations de la rue des Chasseurs (au 43)



Figure 7 : Vue satellite du site retenu (source : Google Map)

Les coordonnées des têtes de puits seront positionnées telles qu'indiquées dans le Tableau 1, une marge d'erreur est conservée car elles seront précisées à la suite de l'implantation proposée par le futur contracteur de forage et finalisées lors du relevé du géomètre. Les têtes de puits resteront néanmoins circonscrites dans la parcelle citée, elles ne sont pas visibles car sont usuellement enterrées dans une cave (Cf. Figure 8 et Figure 9). Les coordonnées en profondeur sont décrites au Tableau 2.

Tableau 1 : Coordonnées C des têtes de puits GGAR3 et GGAR4 en Lambert 93

	X	Y	Z (mNGF)
GGAR3	657225.5 +/-50 m	+6873520.5/-50 m	39 +/- 2 mètres
GGAR4	657235.5 +/-50 m	6873520.5 +/-50 m	39 +/- 2 mètres

Tableau 2 : coordonnées des impacts au toit du réservoir en Lambert 93

Coordonnées	GGAR3 P	GGAR4 I
Toit du réservoir	X : 657512	X : 656105
(m NGF)	Y : 6874686	Y : 6873938
XY : +/- 50m	Z : -1600 (+/- 30) mNGF	Z : -1600 +/-30 mNGF



Figure 8 : illustration d'une cave où les têtes de puits sont enterrées



Figure 9 : illustration d'une tête de puits – partie visible des ouvrages

3- Description des travaux

3.1 Travaux de forage

L'opération consiste en la réalisation de deux forages géothermiques respectivement GGAR3 puits producteur et GGAR4 puits injecteur, à environ 1600 m de profondeur par rapport au niveau de la mer, la longueur forée des ouvrages est quant à elle d'environ 2000 mètres.

Ces ouvrages ne sont espacés en surface que d'une dizaine de mètres, en revanche ils seront déviés à partir de 500 m de profondeur pour permettre un écartement maximal au niveau des impacts du réservoir (1500 m d'espacement environ), évitant ainsi le recyclage thermique après des décennies d'exploitation. Ils doivent permettre une exploitation maximale de 350 m³/h à 65 +/-2 °C dans le cas le plus favorable, permettant ainsi la production de chaleur d'origine renouvelable ou de récupération à 100% pour le réseau de chaleur Garges.

Afin de réaliser de tels ouvrages, il est nécessaire d'installer un rig de forage pendant plusieurs mois (Figure 10 et Figure 11). Ce rig utilise un trépan (ou outil) à dents ou monobloc sur lequel on applique une force procurée par un poids, tout en l'entraînant en rotation. Le terrain foré étant totalement détruit, on parle de forage destructif. Le poids appliqué sur l'outil est fourni par les masses-tiges vissées au-dessus de l'outil et prolongées jusqu'en surface par les tiges de forage, simples tubes vissés entre eux et qui assurent la transmission du mouvement de rotation et la canalisation du fluide de forage. Le mât est la superstructure métallique montée à l'aplomb du puits qui permet la manutention des tiges et soutient leur poids sa hauteur s'élève à plusieurs dizaines de mètres.

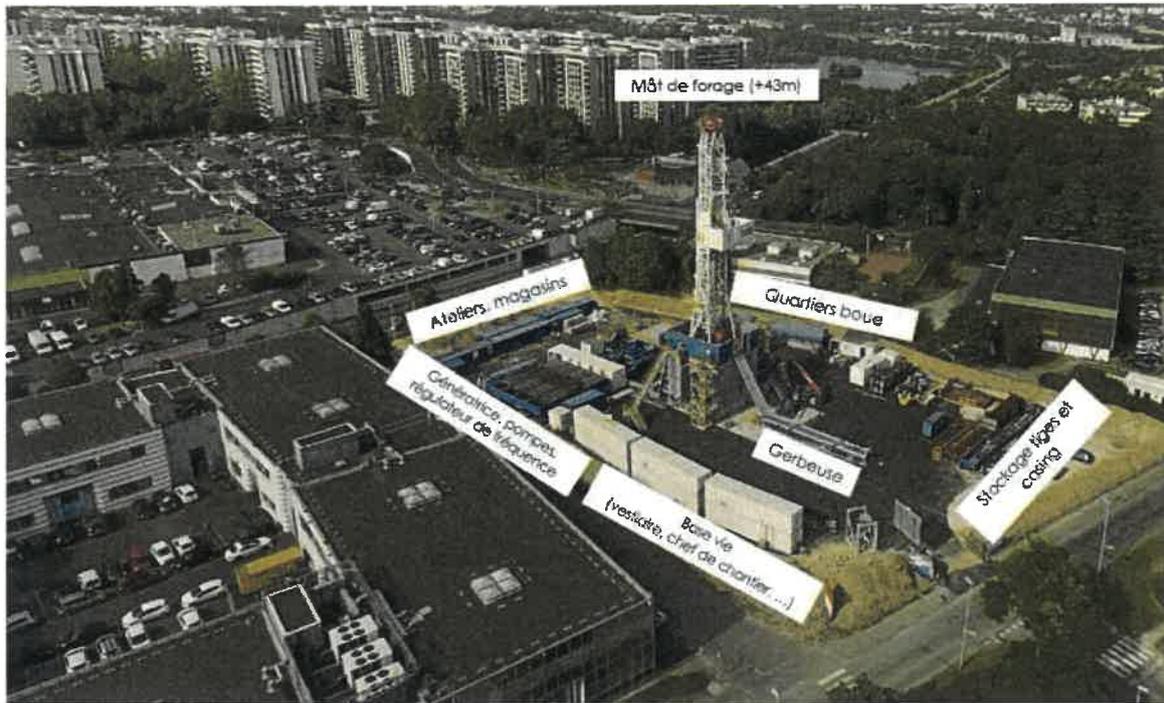


Figure 10 : Photo d'un site de forage (Grigny, 2016)

3.2 Travaux de surface

En outre, le projet de Garges prévoit la construction d'une centrale géothermique regroupant les équipements de géothermie (local électrique, pompe d'injection, système d'injection de produits inhibiteurs ...) et les échangeurs thermiques (cf. Figure 12). La centrale occupera une superficie d'environ 1086 m². Le dépôt du permis de construire de la centrale est en cours.

Un réseau de chaleur associé sera également créé à l'échelle de l'ensemble de la ville, entre 2023 et 2028 (Cf. Figure 14). Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur, et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

Le réseau s'étendra ainsi sur près de 18.6km, reliant 137 sous-stations et permettant la production de 96 GWh.



Figure 12 : vue projetée de la centrale de production de chaleur à l'issue des travaux



Figure 13 : plan masse des installations à l'issue du projet (à droite de la parcelle, l'emplacement des puits, à gauche, la centrale)

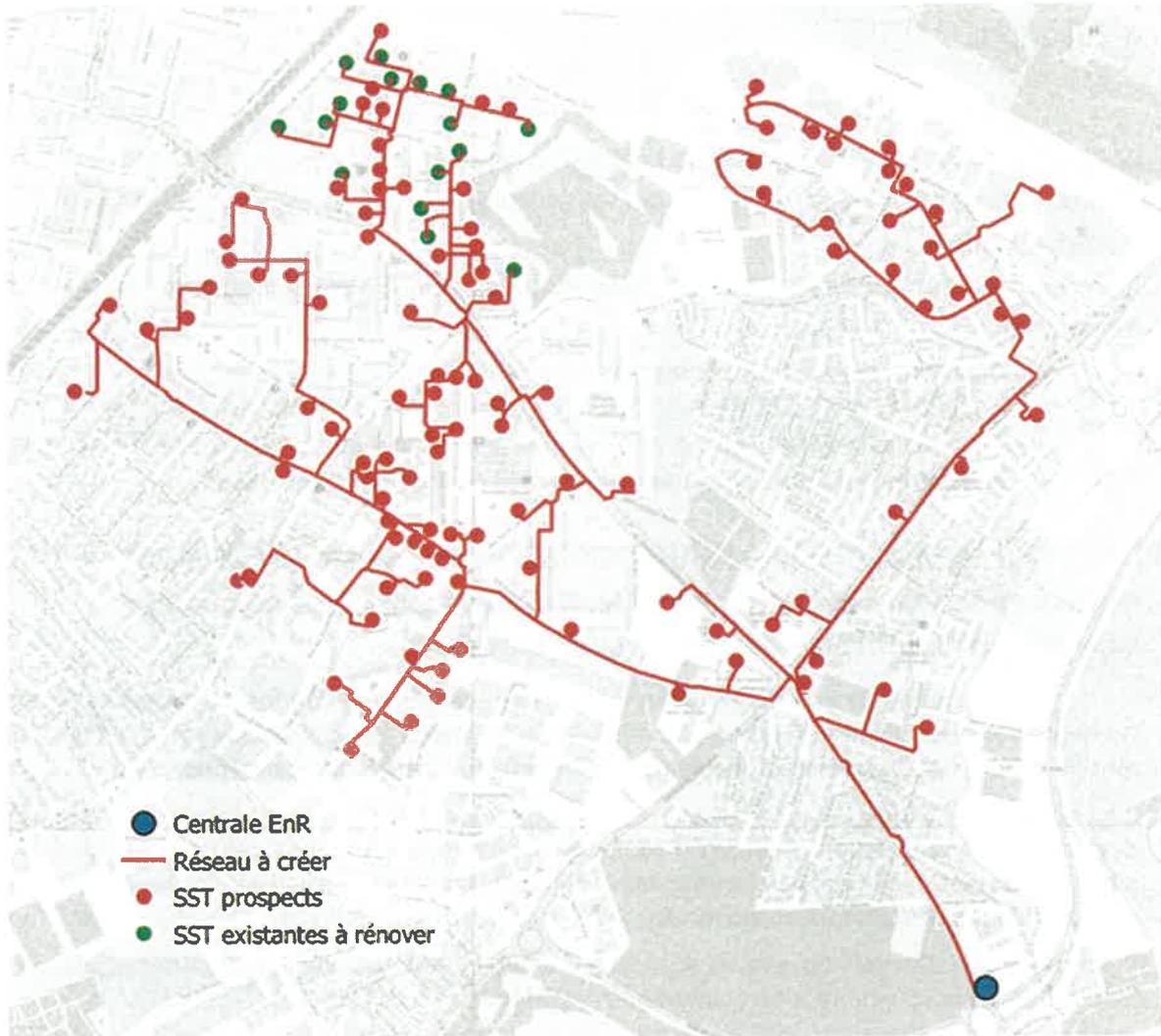


Figure 14 : Plan du réseau de chaleur prévu à horizon 2028

3.3 Budget

Le budget afférent aux opérations de forage et d'exploitation du sous-sol s'établira à environ 17 millions d'euros, comprenant les phases de test et les équipements à mettre en œuvre dans le puits.

Il prend en compte également les frais assurantiels obligatoires pour ce type d'opération :

- Assurances tout risque chantier
- Assurance géologique (fond SAF-e), spécifique à la géothermie, qui permet de garantir le remboursement d'un ouvrage si la ressource trouvée n'est pas suffisamment conséquente pour garantir l'économie du projet.

Le budget lié au réseau, comprenant les frais d'ingénieries est estimé à 31 millions d'euros. Ce montant comprend les travaux de génie civil ainsi que les équipements de distributions (pompe, sous-stations, etc.).

Tout ou partie de ces travaux sont éligibles aux subventions du fond chaleur. Le Fonds Chaleurs est l'une des 50 mesures opérationnelles en faveur du développement des énergies renouvelables, annoncées à la suite des engagements du Grenelle Environnement.

Il a pour objectif d'aider financièrement au développement de la production de chaleur à partir des énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire) par le remplacement ou la création de nouvelles installations et de diversifier ainsi les approvisionnements en énergie pour renforcer l'indépendance énergétique de la France.

Il contribue aux objectifs du paquet européen énergie-climat, qui consiste à porter la part des ENR à 30 % de la consommation énergétique nationale d'ici à 2030.

Cet outil financier complète les dispositifs d'aide actuels et s'intègrera dans les projets des Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Énergie à venir. Il est destiné aux entreprises (industrie, tertiaire, agriculture), aux collectivités et à l'habitat collectif.

La gestion de ce fonds est confiée à l'ADEME et ses délégations régionales. L'ADEME inscrit les objectifs des aides aux énergies renouvelables dans le cadre de ses missions fixées par le Code de l'Environnement (articles L. 131-3, R.131-2 et R131-3).

Les demandes correspondantes seront formulées par la société Energie Verte de Garges. Le fond chaleur s'élève à l'année 2023 à un montant de 520 millions d'euros.

3.4 Calendrier

S'agissant de la centrale géothermique, la durée des travaux est estimée un an pour la construction du bâtiment et à 5 ans pour le déploiement de l'ensemble du réseau. Les travaux de forage sont généralement échelonnés sur une durée de 3.5 mois.

Le permis d'exploitation géothermique sollicité le sera pour une durée de 30 ans.

4-Permis sollicité

L'autorisation de recherche sollicitée est définie par le polygone rouge sur la Figure 16, pour l'horizon géologique (et aquifère) du Dogger compris entre 1500 et 1800 m de profondeur. Ce polygone possède un périmètre de 10.5 km et une superficie de 6.67 km². L'autorisation de recherche est sollicitée pour une durée non renouvelable de 3 ans. Elle est déposée sur les départements du Val-d'Oise et de la Seine-Saint-Denis et s'étend sur les villes de : Bonneuil-en-France, Arnouville, Garges et Stains.

A proximité du projet se trouvent :

- Les installations abandonnées de Garges 1, Le Blanc Mesnil 1, La Courneuve Nord 1.
- Les exploitations en cours : triplet de Villiers Le Bel, doublets de La Courneuve Nord 2, de La Courneuve Sud, et du Blanc-Mesnil 2.
- Les autorisations de recherche en cours ou à venir : Villtaneuse, Saint-Denis, Dugny.

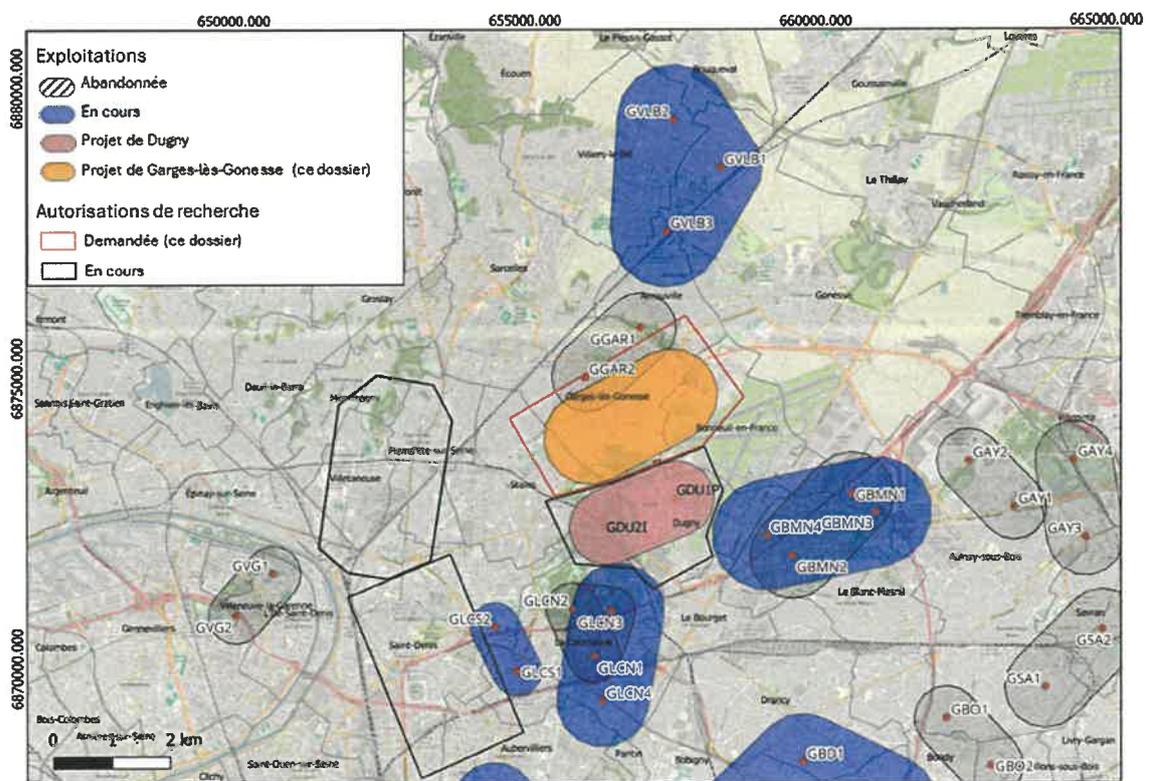


Figure 15 : Périmètre de recherche (rouge) et gélule d'exploitation (orange) sollicités dans ce dossier avec les exploitations actuelles et abandonnées et projet en cours dans le secteur.

La Figure 15 permet de rendre compte de la position géographique du projet de **Garges-lès-Gonesse** par rapport aux exploitations géothermiques en cours et projets à venir, tandis que la Figure 16 présente plus nettement les coordonnées de périmètre de recherche et sa position par rapport au projet géothermique de Dugny. A l'intérieur du périmètre de recherche, l'emprise du futur périmètre exploitation est représentée par une zone en forme de « gélule » d'orientation Nord-Est/Sud-Ouest (Figure 16). Il s'agit de la gélule représentée en orange dans le périmètre de recherche décrit ci-dessus. La proximité avec le futur projet de Dugny (Autorisation de recherche figurée en noir et gélule en rose) a nécessité des ajustements (éloignements des impacts au toit du réservoir) afin de s'assurer de la compatibilité des deux projets.

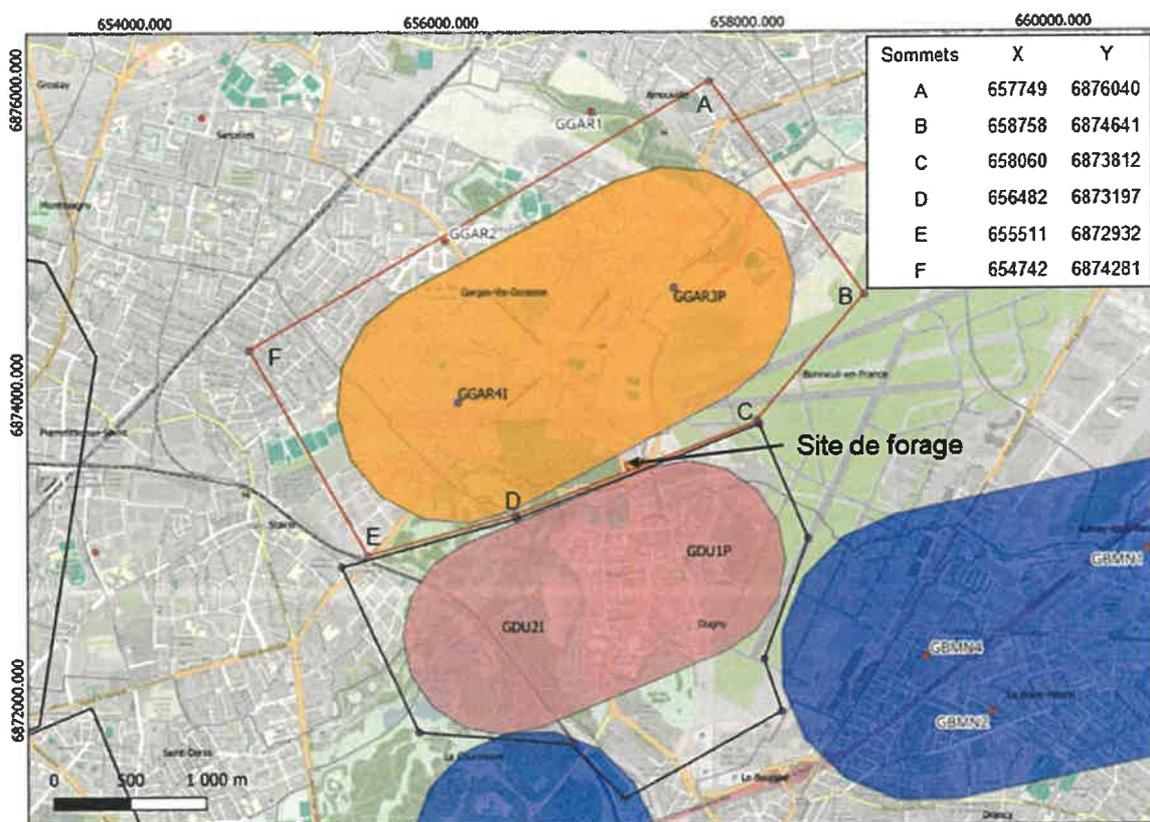


Figure 16: Coordonnées géographiques de l'AR sollicité et de la gélule prévisionnelle d'exploitation

5-Résumé de l'étude d'impact

La loi n°2021-1104 du 22 août 2021, dite loi « Climat et résilience », introduit une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, économiques et sociaux des projets miniers dès la demande du titre minier. Cette loi prévoit des motifs de refus sur la demande d'octroi, d'extension ou de prolongation d'un titre puisque l'impossibilité au préalable de pouvoir légalement refuser un titre minier pour une raison environnementale et sanitaire a longtemps été critiquée. La loi habilite le gouvernement à poursuivre cette réforme par voie d'ordonnance, en vue de transformer les fondements juridiques et les objectifs du modèle minier français, d'améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux liés aux activités minières, de rénover la participation du public, de moderniser le droit minier, de prendre des dispositions relatives à l'outre-mer ou encore de préciser les mesures relatives aux dommages miniers.

L'ordonnance n°2022-534 du 13 avril 2022 opère la bascule des travaux de recherche et d'exploitation minière dans le champ de l'autorisation environnementale. Il modifie le code de l'environnement afin d'en faire relever en partie les travaux de recherche et d'exploitation des gîtes géothermiques. Le décret n°2023-13 du 11 janvier 2023, pris en application de cette ordonnance fixe le contenu du dossier de demande, les conditions de délivrance et de mise en œuvre de l'autorisation environnementale pour les projets de travaux miniers. L'autorisation d'ouverture des travaux miniers est accordée par le préfet sur la base d'un programme de travaux et d'une étude d'impact. Avec l'intégration des travaux de recherche et d'exploitation minière dans le champ de l'autorisation environnementale régie par le code de l'environnement, les demandes d'ouverture de travaux miniers seront instruites comme les demandes d'autorisation relevant de la loi sur l'eau ou des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), « sans régression de la protection de l'environnement », relève le ministère de la Transition écologique.

L'article R. 122-5 du code de l'environnement précise les éléments requis par l'étude d'impact. Cependant le contenu et le niveau de détails de l'étude d'impact est propre à chaque projet comme spécifié par l'alinéa I de l'article :

« Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine ».

L'étude d'impact doit ainsi comporter une description du projet, notamment sa localisation, ses caractéristiques physiques (en phase opérationnelle et en phase chantier) et ses quantités d'émissions et de résidus attendus (vibrations, pollutions, bruit, etc...). L'étude d'impact donne une description physique de l'état initial de l'environnement afin de permettre au lecteur d'appréhender les différents impacts et incidences qui peuvent exister sur la biodiversité, la santé des populations humaines, le patrimoine culturel et archéologique ou encore les biens matériels. L'étude d'impact doit aussi préciser la conformité du projet avec le plan local d'urbanisme (PLU) et les politiques de développement durable de la ville ou de la collectivité.

Ce premier recensement permet ainsi d'identifier les possibles incidences et impact sur l'environnement afin d'apporter des solutions pour les réduire, les supprimer, ou au besoin les compenser. Comme le précise la circulaire n°93-73 du 27 septembre 1993, l'étude d'impact a pour triple objectif d'aider le maître d'ouvrage à concevoir un meilleur projet pour l'environnement, d'éclairer le décideur sur la nature et le contenu de la décision à prendre, d'informer le public pour lui donner les moyens de jouer son rôle de citoyen averti et vigilant.

Le projet de géothermie de **Garges-lès-Gonesse** permettra, pour rappel, d'alimenter à terme 9300 équivalents logements pour des besoins estimés à 96 GWh/an. Ainsi, la mise en œuvre du doublet de géothermie, permettra de couvrir 62% des besoins des bâtiments raccordés, tandis que 35% seront pourvus grâce à la récupération de chaleur fatale et les 3% restant proviendront du biogaz. Ce réseau de chaleur sera l'un des plus vertueux du territoire français, permettant de respecter les engagements suivants :

- La production de chaleur à partir d'énergie renouvelable,
- Les faibles émissions de gaz à effet de serre

Cependant, comme spécifié au dessus, le caractère a priori vertueux d'une opération de géothermie, doit être validé par l'impact environnemental qu'il peut générer. L'étude d'impact environnemental est construite comme suit :

- Une présentation succincte du projet, synthétisant les éléments principaux, qui ont été détaillé au préalable dans le dossier de demande d'ouverture de travaux.
- Une présentation du contexte physique, historique et socio-économique de la ville de **Garges-lès-Gonesse** qui accueille le projet de géothermie
- Une description relativement exhaustive de l'état initial du site sur lequel auront lieu les travaux de forage et de la centrale et de ses environs proches. Cette description permet de dégager les principaux enjeux environnementaux.
- Une évaluation des impacts et incidences sur l'ensemble du projet. Cette évaluation est classiquement découpée en trois parties : la boucle géothermale,

la centrale et le réseau. Les impacts peuvent être définis comme positifs et négatifs. Les émissions induites par chaque partie du projet sont aussi quantifiées lors de cette évaluation. On distingue aussi :

- Les impacts/effets temporaires liés à la phase de travaux
- Les impacts/effets permanents liés à la phase d'exploitation

Lors de cette évaluation, nous distinguons aussi entre effets directs et indirects. Ces derniers s'entendent comme extérieurs au site de l'opération et dont l'importance et la nature sont moins faciles à appréhender.

- Une évaluation de la conformité du projet avec les dispositions des SDAGE et SAGE en vigueur.

En outre, un projet de géothermie (boucle géothermale) ayant des impacts spécifiques sur le sous-sol, une étude d'impact spécifique nommée «étude hydrodynamique et thermique» doit permettre d'évaluer la pérennité du projet sur la ressource en eau géothermale. Cette étude est présentée dans une section dédiée du rapport de la demande d'autorisation de travaux miniers.

Le recensement des impacts des travaux sur l'environnement doit permettre de définir la meilleure implantation et organisation, générant le moins d'impacts, en intégrant les observations effectuées lors de l'état initial, ainsi que les contraintes techniques, économiques et géologiques.

Les deux paragraphes ci-dessous ont pour vocation à synthétiser l'étude d'impact. Le premier s'intéresse aux impacts sous-sols. Il synthétise l'étude hydrodynamique et thermique liée à l'exploitation d'un gîte géothermique sur une période de 30 ans. Le second paragraphe synthétise sous la forme d'un tableau les enjeux recensés lors de l'étude d'impact décrite au chapitre 5 du rapport de la demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers.

5.1 Résumé de l'étude hydrodynamique et thermique

Les résultats de la modélisation hydrodynamique et thermique du réservoir montrent que le doublet de Garges ne génère pas d'impacts hydraulique et thermique sur les exploitations géothermiques à proximité susceptibles de créer un conflit d'usage d'un point de vue minier.

La modélisation des impacts thermique et hydrodynamique permet de montrer que le positionnement des nouveaux puits :

- Garantit un fonctionnement du nouveau dispositif au cours des trente premières années d'exploitation sans percée thermique et avec des rabattements à la production et des pressions d'injection relativement usuels en géothermie ;
- N'implique aucun impact hydraulique important sur les exploitations lointaines.
- Minimise l'impact thermique sur l'opération à venir de Dugny à moins de 0.5°C sur une durée de 30 ans. Ce résultat étant obtenu grâce à l'optimisation de l'implantation du projet de Garges afin de préserver une économie de projet, tout en garantissant à Dugny d'accéder également à la ressource.

L'exploitation des puits GGAR3 et GGAR4 s'inscrit dans une démarche de gestion pérenne de la ressource géothermique du Dogger.

5.2 Synthèse des impacts et mesures compensatoires

Les principaux enjeux relevés sur le territoire de **Garges-lès-Gonesse** et au droit du site de forage ont été catégorisés et sont synthétisés dans le Tableau 3.

L'étude d'impact montre que les effets représentatifs sont essentiellement attendus en phase chantier. Le projet global aura une incidence réduite et de courte durée sur son environnement avec des :

- Nuisances visuelles et sonores dues au mat de forage, engins de chantier et aux travaux de manière générale,
- Émissions dans l'air de poussières et de gaz d'échappement et géothermaux,
- Perturbations sur les voies de communications dues au trafic du personnel et des engins de chantier,
- Production de déchets de tout type ; ordures, dangereux ou non, déblais et eau géothermale,
- Vibrations dues aux engins de chantier et aux travaux de manière générale,
- Perturbations sur le sol dues aux terrassements et l'aménagement de la plateforme,
- Risques de pollutions accidentelles,
- Risques liés aux inondations, tempêtes et événements climatiques extrêmes.

A noter que les émissions de gaz à effet de serre inhérentes au trafic de véhicules et d'engins de chantier seront réduites par le respect de bonnes pratiques (coupures moteurs, plans de circulation, entretien régulier des engins de chantier...). Les effets négatifs résiduels de la phase travaux seront compensés par les impacts positifs de la phase d'exploitation du projet.

En phase exploitation, les impacts sont mineurs. Le fonctionnement du doublet géothermique, de la centrale et du réseau de chaleur aura des effets cumulés très réduits sur l'environnement et les effets attendus sur le climat et l'énergie sont très positifs. La géothermie sera privilégiée et les consommations en énergie et émissions de gaz à effet de serre réduites (20000 tonnes de CO₂ évités chaque année).

Tableau 3 : Synthèse des enjeux environnementaux d'un projet de géothermie à Garges-lès-Gonesse

Thématique / description		Niveau d'enjeu	Moyens destinés à limiter les effets
Population et Santé humaine	Population : contexte très urbanisé mais travaux sur voiries publiques	Moyen	Dialogue et informations auprès de la population. Médiateur de site. Utilisation de machine électrique. Limitation des phases bruyantes la nuit. Protection/modélisation anti-bruit du chantier. Interdiction d'accès à la plateforme.
	Voisinage sensible		
	Contexte sonore (dégradé)		
	Captages d'eau potable (hors du fuseau d'étude)	Très faible	
Biodiversité	Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique	Très faible	Identification des zones à enjeux éloignées du site. Limitation du nombre de rotation des véhicules. Impact sur les gaz à effet de serre très positif. Equipements enterrés et non visibles. Espace boisé et zone humide de classe 3 affectés, projet de revégétalisations en lien avec les services de la ville
	Sites Natura 2000 (proches mais en dehors du fuseau)	Faible	
	Zone humide de classe 3	Moyen	
	Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope	Très faible	
	Milieux naturels et flore Secteur boisé	Moyen	
	Avifaune Probabilité de présence d'oiseaux communs nidifiant dans les arbres. Absence de potentialités pour des espèces « à enjeux »	Faible	
	Mammifères Potentialités nulles zone urbaine	Négligeable	
	Reptiles et amphibiens Potentialités nulles zone urbaine		
	Entomofaune Potentialités nulles zone urbaine		
	Trames vertes et bleues Aucun élément des continuités écologiques régionales ou locales au droit du fuseau d'étude	Très faible	
Contexte physique	Géologie	Négligeable	

Thématique / description	Niveau d'enjeu	Moyens destinés à limiter les effets
Eaux superficielles	Négligeable	Plateforme étanche bétonnée, surfaces bâchées ou bétonnées pour le stockage de produits dangereux, bacs de décantation et de rétention ; maximisation de l'emploi de produits non polluants, système de réseaux de rejets différenciés et traitement des déchets ; sensibilisation des personnels. Maintenance régulière et contrôle périodique des ouvrages.
Eaux souterraines Masse d'eau Albien néocomien Craie et Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	Faible	
Patrimoine culturel et archéologique	Monuments historiques Le projet ne se situe pas au sein d'un périmètre de protection de monument historique	Négligeable Pas de co-visibilité avec le projet.
Patrimoine culturel et archéologique Paysage	Sites inscrits, sites classés : Sans enjeux Patrimoine archéologique : Sans enjeux Paysage	Négligeable Négligeable Très faible Stockage à l'intérieur de l'enceinte du site. Propreté des installations. Intégration paysagère de la centrale
Biens matériels	Contexte agricole : Sans enjeux aux abords du site	Nul -
Biens matériels	Contexte forestier : Sans enjeux aux abords immédiat du site	Très faible Abattage d'arbre et travail de restitution engagée avec la collectivité
Biens matériels	Contexte économique Contexte bien développé dans les zones urbaines. Plusieurs secteurs d'activités artisanales, industrielles et tertiaires en périphérie du tracé.	Moyen Impact favorable sur l'hôtellerie et la restauration du secteur. Sensibilisation au secteur d'activité de la géothermie auprès des acteurs économiques du territoire.
Biens matériels	Loisirs Pas d'infrastructures de loisirs à proximité du site d'étude	Très faible Information à la population et médiation permanente.

Thématique / description		Niveau d'enjeu	Moyens destinés à limiter les effets
Biens matériels	Voies de communication et trafic Plusieurs axes routiers d'importance locale à régionale (A1). avec trafic important	Moyen	Signalisation et affichage conforme à la réglementation, utilisation des axes majeurs pour ne pas encombrer les petites voies de circulation. Protocole avec les services de la voirie de la ville.
Risques naturels et technologiques	Risque sismique Niveau 1/5 très faible	Très faible	Réalisation de sondages géotechniques de reconnaissance ; Construction réalisée selon les « bonnes pratiques » ; Bon dimensionnement des réseaux de la plateforme
Risques naturels et technologiques	Submersion : En dehors du zonage du PPRI de la Seine et du PPRN concernant les mouvements de terrains	Faible	Réalisation de sondages géotechniques de reconnaissance ; Construction réalisée selon les « bonnes pratiques » ; Bon dimensionnement des réseaux de la plateforme
	Retrait-gonflement d'argiles Aléa moyen au Nord et Fort en partie Sud	Négligeable	
Risques naturels et technologiques	Servitude aéronautique	Fort	Contact avec la DGAC et dossier dédié à l'impact temporaire des travaux sur les servitudes aériennes. Positionnement des têtes de puits là où les servitudes sont les moins contraignantes
	Proximité Usine de Traitement des eaux usées	Moyen	Intégration de la chaleur fatale de l'usine au projet
	Sites et sols pollués	Négligeable	Plateforme étanche.
	Qualité de l'air Globalement dégradée du fait du trafic routier, du chauffage et des activités industrielles. Dépassements réguliers de certains seuils.	Moyen	Utilisation d'appareil de forage électrique

6-Glossaire

AFPG

Association Française des Professionnels de la Géothermie, a été créée le 15 juin 2010 à Paris. L'AFPG représente différents métiers de l'énergie géothermique en France métropolitaine et dans les DROM : foreurs, fabricant et installateurs de pompes à chaleur, gestionnaires de réseaux de chaleur, bureaux d'études, etc.

Aquifère

Formation géologique contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation.

On distingue :

Aquifère à nappe libre : l'aquifère reposant sur une couche très peu perméable est surmontée d'une zone non saturée en eau.

Aquifère captif (ou nappe captive) : dans une nappe captive, l'eau souterraine est confinée entre deux formations très peu perméables. Lorsqu'un forage atteint une nappe captive, l'eau remonte dans le forage (nappe artésienne).

BOP

« *Blow Out Preventer* » ou Bloc Obturateur de Puits. Mesure de sécurité pour éviter toutes venues de fluide incontrôlées en cours de forage.

Boucle géothermale

Circuit de l'eau souterraine (eau géothermale) puisée dans l'aquifère et qui y retourne. Elle cède dans la centrale ses calories à la boucle géothermique.

Boue de forage

Désigne un fluide de composition spécifique qui permet de refroidir l'outil de forage, remonter les déblais, et maintenir les parois du forage.

Caliper

Mesure du diamètre du forage et localisation de cavage ou collapse : la sonde utilisée est une sonde excentrée à un bras palpeur maintenu en contact avec la paroi du trou et reliée mécaniquement, via une crémaillère, à un potentiomètre dont la résistance varie en fonction de l'écartement du bras.

Centrale géothermique

Ensemble des équipements de surface permettant la récupération de la chaleur (énergie) contenue dans le fluide géothermal et le départ vers le circuit de distribution de l'énergie (chaleur ou électricité). La centrale comprend tous les équipements nécessaires à ce transfert (systèmes de régulation, échangeurs, pompes...). Tous ces équipements peuvent être regroupés dans un même bâtiment.

Cimentation

La cimentation d'un tubage dans un forage consiste à injecter un laitier de ciment dans l'espace annulaire entre le tubage et la paroi naturelle du forage. La cimentation a pour but de sceller le tubage aux terrains traversés ce qui permet de protéger la qualité des eaux souterraines (afin éviter le mélange d'eaux de différents niveaux et l'infiltration d'eau de surface).

Colonne de production (colonne d'exhaure)

Conduite verticale disposée dans un forage servant à pomper l'eau souterraine.

Débit d'un forage

Quantité d'eau extraite d'un forage par unité de temps exprimée généralement en m³/h.

Délégation de service public

L'ensemble des contrats par lesquels une personne morale de droit public confie la gestion d'un service public dont elle a la responsabilité à un délégataire public ou privé dont la rémunération est substantiellement liée au résultat d'exploitation du service. C'est une notion de droit français.

La délégation de service public est le régime le plus fréquent de gestion déléguée des services publics, la collectivité pouvant par ailleurs opter pour une gestion directe du service (on parle alors de gestion en régie).

DJU : Degré jour unifié

Les **degrés jour unifiés (DJU)**, aussi appelé « Base 18 »), permettent de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver ou de la chaleur de l'été. Ils se divisent en **degré-jour de chauffe** et **degré-jour de réfrigération**.

Il existe deux méthodes de calcul des Dju donnant des résultats différents : une méthode dite « météo » avec calcul simple et une méthode dite « Professionnels de l'énergie » avec calcul plus élaboré (conforme à la méthode réglementaire pour les marchés d'exploitation chauffage et de la climatisation à utiliser pour le suivi).

Dogger

Principal aquifère géothermique exploité en région parisienne, systématiquement par « doublets » de forages. Il se situe entre 1 500 et 2 000 mètres de profondeur et contient une eau d'une température variant en fonction de la profondeur de 55 °C à 85 °C. Le Dogger correspond à des dépôts anciens (-175 à -154 millions d'année) à dominante calcaire du Jurassique moyen. L'eau contenue dans cet aquifère est largement minéralisée (6,5 à 35 g/l).

Doublet (géothermique)

Ensemble de deux forages associés, l'un étant dédié à la production du fluide géothermique, l'autre à la réinjection du fluide refroidi dans l'aquifère d'origine. Cette configuration présente plusieurs avantages :

- Absence de rejets dans l'environnement (circuit en boucle fermée),
- Pérennité du débit hydraulique,
- Stabilité des pressions d'exploitation.

Drill Collar

Masse tige, tige de forte épaisseur placée au-dessus de l'outil pour encaisser les efforts de compression.

Drill Pipe

Tige de forage

Drill rig

Machine de forage

DV : Diverting Valve

Dispositif à fenêtre coulissante permettant de réaliser la cimentation d'un tubage en plusieurs

passes (étages) pour limiter la pression hydraulique de mise en oeuvre. On dit aussi Differential Valve.

Échangeur de chaleur

Équipement permettant à un fluide chaud de céder sa chaleur à un fluide plus froid. Dans une pompe à chaleur, il existe deux types d'échangeur de chaleur : le condenseur et l'évaporateur.

Essais de production

Après la réalisation d'un forage, les pompages d'essais consistent en une série de tests et mesures ayant pour objectifs :

de vérifier la capacité de production du forage (débit),

d'évaluer l'influence du futur prélèvement sur les ouvrages voisins (rayon d'influence).

Garniture de forage

La garniture de forage c'est l'ensemble des tubulaires introduites dans le puits pour assurer un avancement de sondage, dont Les principaux objectifs sont :

- Transmettre le mouvement vers l'outil de forage.
- Appliquer un poids suffisant sur l'outil
- Mesurer la profondeur exacte du puits
- Conduire les fluides du forage du surface jusqu'à l'outil
- Réaliser les opérations liées au forage (cimentation, DST, LOGGING, perforation...)

L'unité de forage est composée d'un **derrick** et d'une **garniture de forage (drill stem)**. La garniture de forage comprend les tiges de forage (**DP drill pipes**) et une partie inférieure appelée **BHA (Bottom Hole Assembly)**. La BHA comprend les **masses tiges (drill collar)**, les stabilisateurs, le moteur de fond, éventuellement un système de mesures (**MWD measurement while drilling**), une coulisse de battage, un absorbeur de chocs. Sous la BHA se trouve l'outil de forage proprement dit (trépan, tricône,..) qui sert de source sismique lors du forage.

Inhibiteur de corrosion

En traitement des eaux, désigne des produits chimiques ajoutés à l'eau qui empêchent son action corrosive sur les conduites métalliques par formation d'une pellicule protectrice sur le métal.

Niveau piézométrique

Niveau libre de l'eau observé dans un puits ou forage rapporté à un niveau de référence (repère, sol...) ; l'altitude de ce niveau est la cote piézométrique donnée par rapport au nivellement général de la France (NGF). En forage profond (géothermie), ce niveau dépend de la masse volumique, elle-même influencée par la température et la salinité de l'eau.

Perméabilité

Aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide.

Porosité

Caractéristique intrinsèque des terrains ; elle est égale au rapport du volume des vides sur le volume total de la roche, et s'exprime en pourcentage. La porosité totale d'une roche est très variable : de 1 à 50%. Plus la roche est poreuse, plus elle contiendra de l'eau. On distingue la porosité de matrice (ou d'interstice) de la porosité de fissure.

Ne pas confondre porosité et perméabilité : dans une roche poreuse, si les « vides » du terrain ne

sont pas interconnectés, l'eau ne pourra pas circuler. Dans ce cas, la perméabilité est faible malgré une forte porosité.

Réseau de chaleur

Un réseau de chaleur encore appelé réseau de chauffage urbain est un ensemble de canalisations qui empruntent, en général, le sous-sol des voies publiques pour distribuer de la chaleur en milieu urbain. La chaleur est transportée, soit sous forme d'eau chaude, soit sous forme de vapeur d'eau. Les utilisateurs se raccordent au réseau pour prélever, grâce à un échangeur, une partie de cette chaleur, puis ils la distribuent dans leurs locaux. La production de chaleur pour le réseau se fait dans des centrales importantes qui utilisent de multiples énergies telles que le fioul lourd, le charbon, le gaz, la géothermie ou la chaleur provenant de l'incinération des ordures ménagères. Il existe également des réseaux de froid qui distribuent de l'eau glacée destinée au rafraîchissement des locaux.

Rotary

Le « rotary » est une méthode de forage par rotation et broyage de la roche.

Sabot

Le sabot (ou tubage de fond ou poubelle) se trouve à la terminaison du tubage de production ou des crépines. Il est censé créer une zone morte du point de vue de la circulation en cas de pompage ou d'injection. Il permet la sédimentation de particules, et la mise à l'écart de la circulation des objets qui tomberaient malencontreusement dans la colonne.

Side Track

Reprise en déviation d'un forage

TAI (Tube Auxiliaire d'injection)

Ligne d'inhibition en fond de puits.

Temps de percée thermique d'un doublet

Le temps de percée correspond à l'instant où la température des eaux pompées au puits de production est impactée par la température plus basse des eaux réinjectées dans l'autre puits.

Transmissivité

Paramètre qui régit le débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de l'aquifère, sous l'effet du gradient hydraulique ; elle dépend de l'épaisseur de l'aquifère et de sa perméabilité. La transmissivité permet d'évaluer le débit que peut capter un forage.

Tube guide ou cuvelage

Le tube guide est dans presque tous les cas nécessaires et peut être défini comme le tube qui isole tout le puits des terrains encaissants et qui durant les opérations contient le fluide de forage.

Tubage intermédiaire

Le tubage intermédiaire est facultatif et peut être défini³ comme « le tubage installé dans un puits après l'installation et à l'intérieur du tubage de surface et dans lequel les opérations de forage ultérieures peuvent être effectuées à l'intérieur du puits ».

Tubage de production

Le tubage de production isole l'encaissant du système d'exploitation (pompe et tiges). Ce tubage est cimenté dans l'encaissant, du moins dans la partie basse du forage si un tubage intermédiaire est utilisé.

Unité *Coiled tubing*

Unité de manutention des TAI, nettoyage des complétions géothermiques et pétrolières, stimulations de puits et cimentation

Zone non saturée

Zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre.

Zone saturée

Zone du sous-sol dans laquelle l'eau occupe complètement les interstices des roches, formant, dans un aquifère, une nappe d'eau souterraine.

ZNIEFF

Zones d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique.

