

Rapport technique / Travaux spéciaux

Contenu : Forages profonds pour l'installation de sondes coaxiales

Rédaction : Roch Adrien – 1667 Enney / Petrini Maxime – 1630 Bulle

Date : 01 mars 2021

Introduction

De nos jours, la société est à la recherche d'énergies renouvelables par soucis environnementaux et en prévision de la sortie du nucléaire prévue pour 2050 par la Confédération. C'est pour cela que des sociétés développent de nouvelles technologies en matière d'énergies renouvelables. La ville de Lausanne construit un écoquartier 'Projet Métamorphose – Les Plaines-du-Loup'. L'objectif de ce projet est de construire un écoquartier 100% autonome en utilisant des énergies renouvelables. Des sondes géothermiques coaxiales profondes de 800 mètres sont mises en place afin de récupérer la chaleur du sol et ainsi de chauffer les futurs bâtiments. Il s'agit d'une première en Europe contenant une autant grande densité de sondes sur une parcelle aussi restreinte, soit 35 sondes pour 30 hectares.

Pour avoir davantage d'informations concernant le projet 'Les Plaines-du-Loup', nous vous dirigeons vers le lien ci-dessous :

[Plaines-du-Loup \(lausanne.ch\)](https://www.plaines-du-loup.ch)

Nous pensons que cette technologie d'avenir intégrera bon nombre de chantiers pour le futur. C'est pour cela que nous nous sommes intéressés à l'organisation des forages profonds qui sont exécutés afin d'y installer les sondes géothermiques coaxiales. Nous sommes allés à la rencontre de M. Bruno Jullien, conducteur de travaux au sein de l'entreprise Augsburguer Géothermie SA. Cette entrevue nous a permis d'avoir quelques indications sur les éléments clés de l'organisation concernant l'exécution des forages profonds. Ce type de forage est aussi utilisé lors de la recherche d'eau, de la géothermie à haute température (température supérieure à 150°C) ainsi qu'à la recherche d'eau thermale.



Foreuse 40t.

Installation de chantier

Accès et plateformes

Des pistes de chantier sont à prévoir afin de permettre l'accès à la foreuse aux endroits des forages. Chaque endroit de forage nécessite une plateforme de minimum 200m² afin d'y installer la foreuse. Aucun socle particulier est nécessaire. En plein champ, une natte géotextile recouverte de 40 cm de grave est suffisante afin de respecter les normes de tassement des sols.



Préparation d'une plateforme

Chambre de récupération des boues

Afin de permettre la récupération des boues lors des forages, il faut prévoir un terrassement d'une dimension de 1.5m x 1.5m x 1.2m ponctuel à chaque endroit où a lieu un forage pour y installer une chambre de récupération en acier afin d'y pomper les remontées de boues et les traiter.



Chambre de récupération des boues

Atelier de traitement des boues

Il est nécessaire de prévoir une surface de minimum 500m² pour permettre l'installation de traitement des boues de forage. Les boues sont filtrées et compactées pour permettre une nouvelle utilisation. Le liquide est ensuite décanté dans des bennes et à nouveau filtré plus finement. L'eau en résultant est alors dirigé vers le traitement des eaux afin de contrôler le niveau du PH et de le corriger pour permettre l'évacuation aux eaux claires. Les boues résultantes de la deuxième étape de filtration sont évacuées en décharge. Cependant, chaque terrain à ses propres caractéristiques, c'est pourquoi toutes les boues sont testées au préalable afin d'y installer l'atelier de traitement des eaux le plus adapté.



Atelier de traitement des boues

Raccordements et alimentations

Electricité

2 tableaux de 250 A afin d'alimenter l'atelier de traitement des boues et les diverses pompes.

Eau

Raccordement sur les bornes hydrantes, consommation 50 à 60 m³/forage.

Evacuation des eaux

Raccordement aux eaux claires après la séparation des boues et le traitement/contrôle du niveau de PH.

Autorisations

L'exécution de forages nécessite une autorisation délivrée par le canton. Les démarches pour obtenir cette autorisation sont effectuées par le maître d'ouvrage ou la direction des travaux.

Exécution des forages et installation des sondes

Forages

Après avoir finalisés les travaux préparatoires, les travaux de forage peuvent commencer. L'équipe est constituée de 4 personnes pour l'exécution des travaux.

En premier, un avant-trou est alors réalisé à l'aide d'une première foreuse qui met en place le tubage technique nécessaire dans les premières couches de terrain meuble. Le tubage technique permet de tenir le terrain meuble sur les premières dizaines de mètres. Il sert également de guide afin de garantir une verticalité aussi précise que possible. Le tout est relié à la fosse en acier de surface afin de canaliser les boues de forage. La recette de la boue de forage est spécifiquement élaborée selon le type de terrain afin de garantir le meilleur maintien des parois.

Ensuite, les foreuses insèrent les tiges en acier avec un rendement d'à peu près 200m de profondeur par jour selon les caractéristiques du terrain. Après avoir atteint les 800 mètres, les tiges en acier sont remontées et un treillis y est installé. Le tout est cimenté avec un coulis spécial anti-sulfate à l'aide d'une tête de cimentation.

Les avantages de la cimentation sont nombreux :

Le nettoyage des parois internes du tube acier.

Un rendement de moins de 3 heures pour injecter 25'000 litres de coulis.

La pression, le débit et le volume de ciment injecté pendant la phase de cimentation sont mesurés et enregistrés. Un rapport est ensuite édité et fourni pour chaque sonde.



Tête de forage



Train de tiges

Sondes

Une fois que le coulis de ciment est sec, le tube central peut être posé à l'intérieur de la sonde. Un test d'étanchéité est nécessaire. Ce dernier dure 24 heures. Un test de débit est également effectué afin de s'assurer qu'aucun élément obstrue le circuit.



Test d'étanchéité

Fonctionnement d'une sonde coaxiale

Pour aller chercher la chaleur du terrain, la technologie de sondes utilisée est de type coaxial. En circuit fermé, les tubes en métal conduisent de l'eau en profondeur qui se réchauffe de 3°C tous les 100 mètres. Pour des sondes de 800 mètres de profondeur, l'eau remonte à une température d'environ 32°C.

L'eau chaude remonte par un tube intérieur pour y être acheminée par des conduites souterraines vers les chaufferies des immeubles, où s'y trouvent les pompes à chaleur.

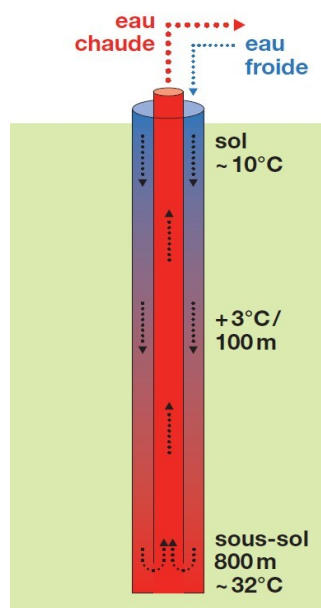


Schéma sonde coaxiale

Contraintes et complications

Conditions météorologiques

Par température en dessous de -5°C , il n'est plus possible d'exécuter les forages.

Pannes mécaniques

Les travaux de forage demandent beaucoup d'inventaires. Ainsi, un grand risque de pannes mécaniques est possible.

Incidents géologiques

Malgré l'étude géologique des sols effectuée avant l'exécution des travaux, il arrive de rencontrer des matériaux ou gaz non prévus. Les venues de gaz sont identifiées à l'aide de détecteurs. Des prélèvements de la matière extraite (cuttings) sont analysés, répertoriés et stockés par un hydrogéologue afin d'assurer un suivi des différentes couches traversées. Il se peut que les analyses révèlent que le terrain est pollué par exemple avec des traces d'hydrocarbures. Il faut alors évacuer les déchets dans les décharges appropriées.

Nuisances sonores

Suivant l'emplacement du chantier, il se peut que les nuisances sonores obligent à exécuter les travaux selon des plages horaires définies par les autorités locales.

Programmes et rendements

Les rendements de forage sont de 200 mètres de profondeur selon le terrain. Les nuisances telles que le bruit et les vibrations peuvent avoir un impact sur le planning lors de chantiers qui se trouvent dans des zones d'habitation. Les forages devront ainsi être exécutés lors d'heures normales : 8h-12h 13h-17h.



Remontée de boues, chambre de récupération

Sources et remerciements

Sources

Site internet de la ville de Lausanne : www.lausanne.ch

Photos transmises par l'entreprise Augsburgers Géothermie SA du Groupe Grisoni
Bruno Jullien, conducteur de travaux

Remerciements

Nous remercions l'entreprise Augsburgers Géothermie SA et plus particulièrement Monsieur Bruno Jullien pour les informations transmises et le temps consacré.