

# Fiche technique : chantiers pour sondes géothermiques

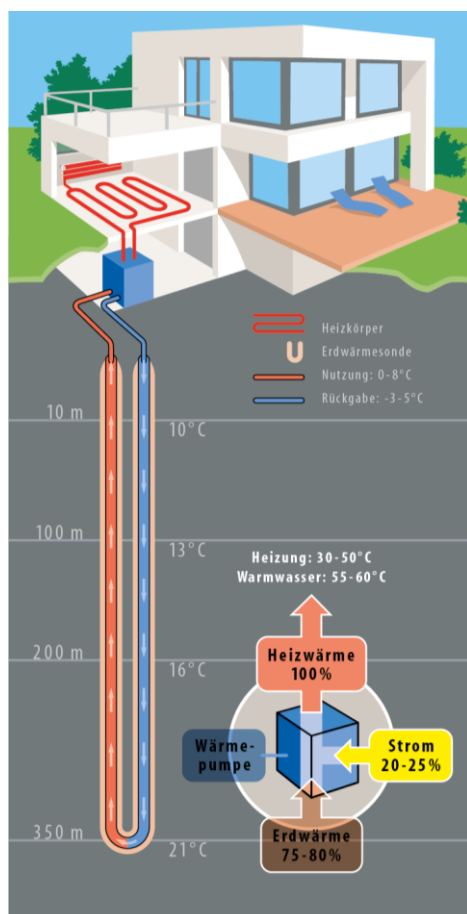
**Cette fiche technique s'adresse aux maîtres d'ouvrage, aux architectes, aux planificateurs, aux entreprises d'installation et aux autres intéressés.**

## Préambule

Nous sommes heureux que vous présentiez de l'intérêt pour un système de chauffage et/ou de refroidissement recourant à la géothermie. Avec sa Stratégie énergétique 2050, la Confédération mise elle aussi de plus en plus sur la géothermie de faible profondeur. Grâce à cette chaleur écologique et durable, vous participez de manière sensible à la réduction des émissions globales de CO<sub>2</sub>. Avec cet investissement, plusieurs de nos clients profiteront gratuitement ces prochaines décennies de l'énergie inépuisable des sols et exploiteront ainsi un système de chauffage et/ou refroidissement bon marché et nécessitant peu d'entretien dans leur bâtiment.

Pour installer une sonde géothermique, il est nécessaire de faire appel à du personnel spécialisé correctement formé qui utilisera les engins de chantier spécifiques et leurs accessoires de manière ciblée en fonction des conditions géologiques et hydrogéologiques qui règnent sur les différents chantiers.

→ Nous répondons aux questions fréquemment posées dans cette fiche technique.



## 1. Comment fonctionne une installation de sondes géothermiques ?

Les sondes géothermiques sont des tubes en polyéthylène permettant d'extraire de la chaleur du sol en étant plongés dans un ou plusieurs puits verticaux. L'espace situé entre le puits géothermique et la sonde est rempli avec une masse dense et conductrice de chaleur en ciment et en bentonite.

La chaleur du sol est transmise à un liquide circulant dans la sonde (en règle générale un mélange d'eau et de glycol) et conduite jusqu'à l'évaporateur de la pompe à chaleur. La pompe à chaleur augmente elle-même la température de la chaleur obtenue de sorte que cette chaleur puisse finalement être transmise au circuit hydraulique du chauffage ou emmagasinée dans un réservoir d'eau chaude sanitaire. Pour ce faire, la pompe à chaleur a besoin de courant électrique. Aujourd'hui, il faut compter une part d'électricité et quatre parts de chaleur gratuite du sol pour créer cinq parts de chaleur pour le chauffage.

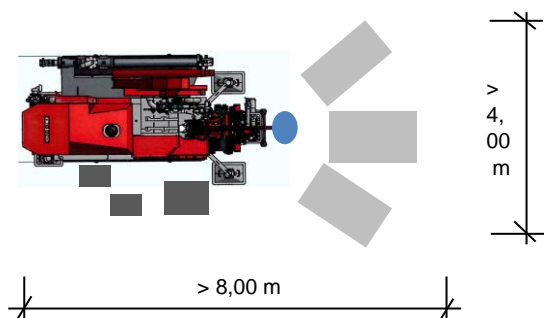
Les températures naturelles des sols se situent entre 10 et 25 °C en fonction de la profondeur. Une installation de sonde géothermique est conçue de sorte que la température utile à la tête de

la sonde évolue entre 0 et 4 °C. Selon l'augmentation de la température par la pompe à chaleur, les températures finales peuvent évoluer entre 30 et 65 °C en fonction de l'utilisation.

## 2. Installation de chantier

Afin d'assurer un déroulement sans encombres des travaux, il faut accorder une grande importance à la place disponible pour l'installation du chantier.

Pour créer un puits, on recourt à ce que l'on appelle des foreuses universelles d'un poids total de 10 à 22 t réalisant un procédé de forage à marteau fond de trou ou de forage rotatif avec trépan à injection. L'espace de forage effectif nécessaire pour la foreuse, le personnel, les tubes, etc. ne doit pas avoir une surface de moins de 32 m<sup>2</sup>. Évaluation par nos soins au cas par cas.



Il faut être conscient que l'installation des machines peut causer des dommages au niveau du sol du site de forage, notamment si la météo est mauvaise. Des ornières sont en particulier inévitables sur les pelouses.



Pour des raisons techniques, on optera généralement en premier lieu pour un procédé de



forage à marteau fond de trou qui nécessite un compresseur pour la production d'air comprimé. Le compresseur nécessitera un espace d'installation correspondant au moins à une place de stationnement pour voiture (env. 2.5 x 5 m) qui pourra se situer au maximum à 50 m de l'emplacement du forage.

La boue de forage expulsée sous forme solide ou liquide, avec une proportion plus ou moins importante d'eaux souterraines en fonction des conditions géologiques et hydrogéologiques, sera récoltée dans des bassins de décantation. Ces bassins nécessitent également une certaine surface



d'installation sur le chantier. En règle générale, deux bennes sont installées simultanément et il faut donc disposer d'une place de stationnement par benne. Selon les cas, la boue de forage liquide pourra être récoltée dans des conteneurs mobiles de 36 m<sup>3</sup> qui seront vidés par des hydrocureuses. Il n'est pas autorisé de déverser l'eau de forage dans des canalisations ou extutoires sans la traiter.

(Voir SIA 431 : Évacuation et traitement des eaux de chantier)



Dès que la foreuse a atteint la profondeur prévue, la sonde géothermique soudée en usine est introduite dans le puits de forage à l'aide de la grue du camion et la bobine des sondes. Pendant cette introduction, la sonde en double U composée de deux circuits (4 tubes, plus le tube d'injection) est remplie d'eau. Le poids de la sonde géothermique ne doit donc pas être sous-estimé. Une sonde géothermique de 250 m de long remplie d'eau et équipée d'accessoires d'introduction (poids de sondes) pèse facilement plus de 2000 kg, bobine comprise. Il est par conséquent indispensable de recourir à une grue pour son introduction dans le puits.



Pour pouvoir exploiter les pompes électriques nécessaires à la gestion de l'eau, nous



avons besoin d'un courant électrique minimal de 230 V / 16 A. Dans l'idéal, nous préférons les prises combinées (comme pour une machine à laver) de 400 V / 16 A.



Forer un puits nécessite de l'eau. La sonde doit être remplie d'eau au plus tard pour son introduction dans le puits et finalement rincée pendant une longue durée. Il faut pour cela disposer d'un raccordement au réseau d'eau d'un diamètre généralement plus grand que ¾" (robinet d'eau extérieur) avec une pression minimale de 4 bars. Idéalement, il faudrait pouvoir prendre l'eau depuis une hydrante. L'autorisation d'utilisation d'une hydrante peut être obtenue auprès de l'autorité compétente en matière d'approvisionnement en eau.

### 3. Remblai du puits de forage / étanchéification

Le puits de forage est remblayé immédiatement après la pose des tubes. Un remblai correct doit remplir les conditions suivantes :

- Étanchéification verticale des différentes zones d'eaux souterraines ou d'infiltration.
- Raccordement thermique de la sonde géothermique au sous-sol.
- Encapsulation et protection de la sonde géothermique.
- Moyens auxiliaires techniques nécessaires dans certains cas particuliers.

Il est autorisé d'abaisser le remblai d'une profondeur équivalente à 2 % de la profondeur de la sonde et la profondeur supplémentaire peut être remplie de sable à la fin des travaux de fouilles.

### 4. Les forages de sondes géothermiques sont-ils dangereux ? Et l'exploitation d'une sonde géothermique ?

L'exploitation d'une sonde géothermique n'est dangereuse ni pour l'environnement ni pour l'être humain. Le choix des matériaux et les dispositifs de sécurité contre les fuites le garantissent. Pendant le processus de forage, il est cependant possible, selon la région, que l'on touche involontairement une poche de gaz ou d'eau. Dans ces cas, les responsables d'engins des entreprises de forage disposant d'un certificat de qualité sont formés et équipés pour intervenir tout de suite correctement. Les travaux de forage nécessaires pour les sondes géothermiques ne provoquent pas de secousses et ne produisent presque pas de vibrations.

### 5. Est-il possible d'installer une sonde géothermique n'importe où ?

D'un point de vue technique : oui, en principe. La performance de chauffage d'une sonde géothermique est plutôt minime dans un sous-sol sec et mal consolidé.

Chaque forage constitue un prototype à part entière, puisque les conditions géologiques et hydrogéologiques peuvent être très différentes à quelques mètres de distance. Ainsi, il peut arriver dans les régions au sous-sol complexe que l'on n'atteigne pas la profondeur finale souhaitée et que la totalité des mètres à poser doivent être répartie sur plusieurs sondes géothermiques. Les sondes géothermiques nécessitent une autorisation dans tous les cantons. Elles ne sont pas autorisées ou uniquement autorisées avec des limitations dans les zones de protection des eaux. Les offices cantonaux responsables des eaux et de la protection de l'environnement fournissent des informations contraignantes à ce sujet.

### 6. La Suisse ne risque-t-elle pas de refroidir si tout le monde utilise des sondes géothermiques ?

Les installations de sondes géothermiques doivent être conçues de sorte qu'il ne soit pas possible de retirer plus de chaleur terrestre en une année que la chaleur qui peut être récupérée de tous les côtés. La quantité de chaleur est par exemple plus grande pour les installations simples isolées que pour les installations qui se trouvent dans un quartier de maisons familiales très dense ; elle est également plus grande sur le Plateau suisse que dans les régions de montagnes.

L'exploitation normale d'une sonde géothermique provoque un refroidissement minime du sous-sol directement autour de la sonde. Ceci ne perturbe en rien son exploitation. Par contre, si l'on extrait plus de chaleur, le sous-sol se refroidit plus autour de la sonde géothermique qui affiche par conséquent un rendement moins bon. Et si l'on extrait beaucoup trop de chaleur, il peut arriver que les environs de la sonde géothermique gèlent. Il n'est alors plus possible de l'exploiter.

Le sous-sol dispose donc de sa propre autorégulation. Ainsi, le sous-sol suisse ne peut pas être refroidi de manière constante, même si toutes les maisons sont chauffées à la géothermie.

## 7. Combien de chaleur peut-on extraire du sol ?

Il n'est pas possible d'attribuer un rendement direct à une sonde géothermique ou à un champ de sondes géothermiques. La puissance d'extraction spécifique de la sonde géothermique dépend de la résistance du puits de forage (qui dépend elle-même de la géométrie du puits) et de la température autour du puits. Cette température est fonction de l'énergie déjà convertie, de la durée, de la conductivité et de la capacité thermique ainsi que des éventuels courants d'eaux souterraines.

Une planification minutieuse est nécessaire pour viser une durée de vie de 50 ans (plusieurs générations de pompes à chaleur).

Les installations simples comptant jusqu'à quatre sondes géothermiques pour la production de chaleur (chauffage intérieur, production d'eau chaude sanitaire) avec un profil de demande normal dans un appartement doivent être dimensionnées conformément à un calcul simplifié selon SIA 384/6.

Les installations complexes comptant plus de quatre sondes géothermiques avec des exigences spécifiques en termes de refroidissement ou d'apport de la chaleur perdue dans les sondes géothermiques, ou avec un profil de demande particulier, sont majoritairement calculées au moyen de modèles numériques.

## 8. Quelle est la longueur nécessaire d'une sonde géothermique pour une maison ?

Les sondes géothermiques et les pompes à chaleur doivent être correctement dimensionnées pour l'usage prévu. Pour déterminer un ordre de grandeur, les petites installations sans préparation d'eau chaude sanitaire doivent présenter les propriétés suivantes (contrôle de plausibilité) :

Nouvelle construction : longueur des sondes (en m) =  $\frac{2}{3}$  –  $\frac{3}{4}$  de la surface habitable chauffée (en m<sup>2</sup>)

Rénovation : longueur des sondes (en m) = surface habitable chauffée (en m<sup>2</sup>)

## 9. Emplacement des sondes géothermiques

Les sites de forages pour les sondes géothermiques dépendent en premier lieu des possibilités techniques (accessibilités pour les engins de chantier). Il faut également tenir compte des conditions locales et des éventuelles spécificités réglementaires officielles. Il faut en particulier

bien définir au niveau du chantier les lignes de construction, les distances en limite de propriété ainsi que les conduites et les constructions souterraines. Les longues conduites vers les bâtiments sont négligeables dans ce cas.

Pour des raisons de technique de forage, il faut respecter une distance minimale de 5 m entre les différentes sondes géothermiques lors de forages verticaux. Les sondes géothermiques s'influencent les unes les autres. La distance entre les sondes doit être la plus grande possible pour les installations qui servent principalement au chauffage ou au refroidissement. Il faut également prendre en compte les installations de sondes voisines.

## 10. Profils géologiques

Dans certains cantons, les autorités qui délivrent les autorisations exigent un relevé des profils géologiques. Pour ce faire, il convient de relever des échantillons de sol tous les 2 m (ou selon les indications du géologue) et de les garder de côté dans des sacs en plastique. Une fois les travaux de forage terminés, ces échantillons sont récupérés par le géologue compétent dans un délai utile. Il arrive pourtant parfois que ces échantillons restent quelques semaines vers l'emplacement du forage jusqu'à ce que le géologue se rende sur le chantier.

## 11. À quoi sert le certificat de qualité des entreprises de forage de sondes géothermiques ?

Le certificat de qualité des entreprises de forage de sondes géothermiques garantit une qualité élevée en termes de formation du personnel responsable des forages, de matériaux utilisés et de protection de l'environnement et des eaux lors des travaux de forage et d'installation nécessaire à la pose correcte d'une sonde géothermique dans le sous-sol.

Les entreprises de forage s'engagent en particulier à n'utiliser que des foreuses et des procédés de forage appropriés, à n'installer que des sondes géothermiques vérifiées, à réaliser le remblai des sondes géothermiques strictement selon le règlement du certificat de qualité, à respecter précisément toutes les dispositions relatives à la protection de l'environnement et des eaux (p. ex. élimination des boues de forage) ainsi qu'à mettre à disposition du responsable des engins de chantier les appareils et les matériaux nécessaires pour qu'il puisse réaliser une première intervention correcte en cas d'événement particulier (puits artésiens, gaz).

Vous trouverez de plus amples informations sur [www.fws.ch](http://www.fws.ch).

Le certificat de qualité est par conséquent avant tout utile à l'environnement et au client. Le respect des prescriptions est vérifié chaque année par la commission de certification.

Une assurance qualité selon ISO 9001 de l'entreprise de forage donne une sécurité supplémentaire au maître d'ouvrage, à savoir que les travaux correspondent aux normes SIA y relatives.

## 12. Maintenance

Une sonde géothermique ne nécessite aucune maintenance. Il faut vérifier tous les 10 ans que les protections contre le gel et la corrosion de l'élément caloporteur soient encore suffisantes et contrôler s'il faut les compléter.

## 13. Informations supplémentaires

[www.geotherm.ch](http://www.geotherm.ch)

[www.kibag.ch](http://www.kibag.ch)

[www.fws.ch](http://www.fws.ch)

[www.geothermie.ch](http://www.geothermie.ch)

