

NOTICE TECHNIQUE Janvier 2026

Sondes géothermiques : recommandations concernant le dimensionnement et l'application de la norme SIA 384/6:2021

La présente notice technique traite du bon dimensionnement des installations de sondes géothermiques conformément à la norme SIA 384/6:2021. L'objectif est d'éviter les erreurs fréquentes, telles que le surdimensionnement ou le sous-dimensionnement, susceptibles d'entraîner des coûts élevés ou des dommages. Elle a été rédigée à l'intention des spécialistes en technique du bâtiment, en réponse à la densité croissante des sondes géothermiques, en particulier dans les zones urbaines. Elle comprend des conseils pratiques sur la planification, le choix du site, la prise en compte des installations voisines, ainsi que le monitoring et la régénération.



Objectifs

La planification, le dimensionnement et l'évaluation des sondes géothermiques requièrent des connaissances techniques approfondies. Les compétences nécessaires pour dimensionner des installations simplifiées peuvent par exemple être acquises via des cours, mais les calculs requis pour les installations complexes impliquent nettement plus d'expertise et d'expérience. Un mauvais dimensionnement des sondes géothermiques peut être lourd de conséquences. Pour les installations complexes, il est recommandé de faire appel à des professionnels spécialisés.

Un surdimensionnement entraîne des coûts d'investissement inutilement élevés, tandis qu'un dimensionnement trop juste entraîne un refroidissement excessif du sol autour des sondes géothermiques, ce qui se traduit par des coûts d'exploitation plus conséquents. Dans les cas extrêmes, le refroidissement excessif entraîne la formation de permafrost au niveau des sondes géothermiques et les endommage. Dans de rares cas, cela peut conduire à l'arrêt de l'installation géothermique. Ces conséquences mettent en évidence la nécessité d'un dimensionnement approprié.

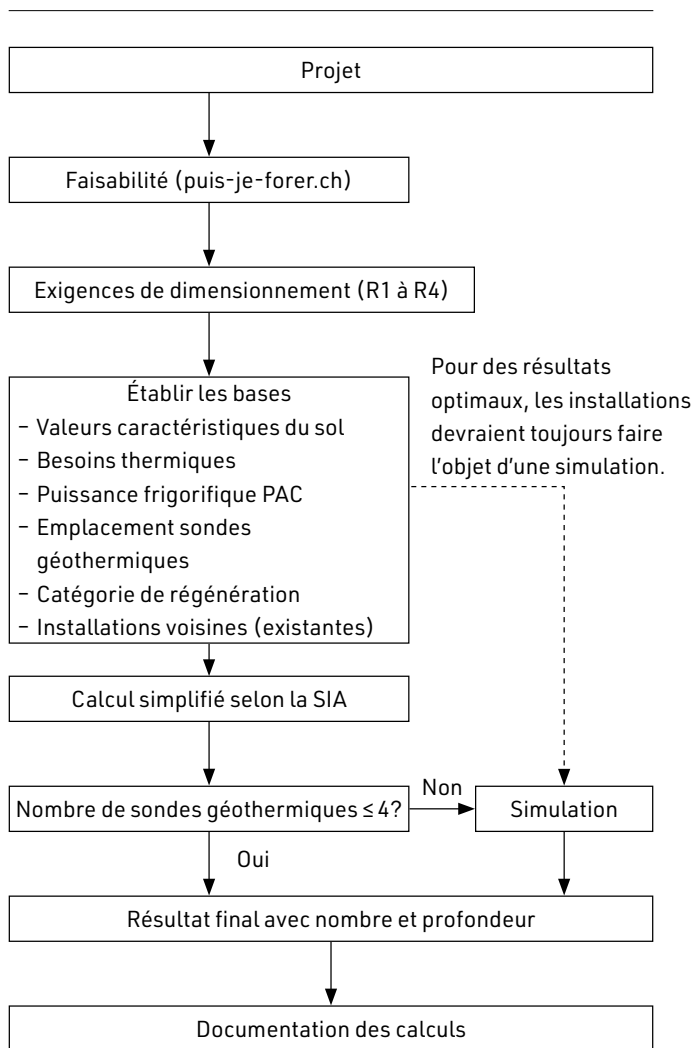
Cette notice ne remplace pas la norme SIA 384/6/2021, qui reste contraignante pour l'exécution.

Principes de base pour le dimensionnement des sondes géothermiques

Les sondes géothermiques fonctionnent comme un accumulateur de chaleur. Si l'on retire de l'énergie à l'accumulateur, il se refroidit; si on lui apporte de la chaleur, il se réchauffe. En règle générale, les sondes géothermiques sont conçues pour une température limite de $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (température moyenne de la saumure) après une durée d'utilisation minimale de 50 ans. L'augmentation de la surface de transfert de chaleur (sondes plus longues ou plus nombreuses) ou l'amélioration du bilan énergétique (décharge ou régénération) peuvent avoir un impact positif sur la température des sondes géothermiques. Si d'autres sondes géothermiques sont présentes dans le voisinage, celles-ci doivent être prises en compte, tout comme d'éventuelles futures installations.

Dimensionnement des sondes géothermiques

Le dimensionnement des installations de sondes géothermiques suit toujours le même processus et dépend exclusivement des bases établies. L'organigramme ci-dessous illustre le déroulement des opérations.



[FIG. 1] Processus de dimensionnement des sondes géothermiques.

suissetec met à disposition deux programmes en ligne à cet effet. Les versions de démonstration peuvent être utilisées gratuitement :

- Dimensionnement des sondes géothermiques selon la SIA 384/6
 - Calcul du dimensionnement des sondes géothermiques, y compris rapport
- Calculateur en technique du bâtiment
 - Simulation du système de la sonde géothermique et de la pompe à chaleur, avec coefficient de performance obtenu.

Le dimensionnement doit obligatoirement être documenté. Les installations plus importantes (>300 m de profondeur ou >6 sondes géothermiques) nécessitent en outre un plan d'assurance qualité [norme SIA 384/6:2021, al. 7.1.6].

Clarifications liées au site

Les données d'un système d'information géographique (SIG) permettent par exemple d'obtenir des informations sur les zones interdites et les restrictions de profondeur de forage du site, ainsi que sur les installations voisines et les profils de forage. Si la situation n'est pas claire, il peut être judicieux de consulter les administrations cantonales compétentes.

Emplacement des sondes géothermiques

L'emplacement des sondes géothermiques a une incidence déterminante sur le dimensionnement. Un faible espacement entre les sondes formant un champ de sondes entraîne par exemple un refroidissement plus important. Un espacement plus important permet d'économiser plusieurs mètres de forage. La disposition du champ de sondes a également une influence notable. La meilleure solution est celle en ligne, les champs rectangulaires avec des sondes « prisonnières » ayant tendance à être moins appropriés.

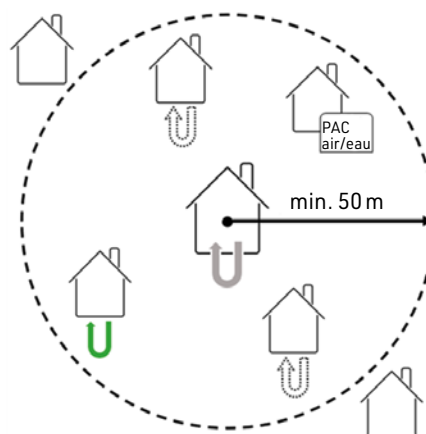
Exploitation de l'installation géothermique sans antigel

Si l'installation géothermique est exploitée sans antigel, la température doit être surveillée (protection de la pompe à chaleur et de la sonde géothermique contre le gel).

Prise en compte des installations voisines

La révision de la norme SIA 384/6:2021 a permis de préciser la prise en compte des sondes voisines existantes et futures. Les exigences relatives au dimensionnement (catégories R1 - R4, norme SIA 384/6:2021, tab. 2) doivent être déterminées en fonction des données spécifiques au bâtiment, de la production de chaleur des bâtiments voisins et des sources d'énergie existantes employant des conduites (p. ex. un chauffage urbain). Ces catégories pourraient également être imposées par les plans communaux ou cantonaux d'exploitation de la chaleur.

La **[FIG. 2]** illustre une possibilité de configuration du voisinage. Toutes les installations avoisinantes - existantes et futures - situées dans un rayon de 50 m doivent être prises en compte (distance entre les champs de sondes géothermiques). L'installation considérée est entourée d'une pompe à chaleur (PAC) air / eau, d'une PAC saumure / eau (en vert) et de deux autres générateurs de chaleur. La proportion de sondes géothermiques à venir doit être évaluée (norme SIA384/6:2021, al. 3.5). Dans cet exemple, les deux sondes tracées en pointillé sont considérées comme possibles à l'avenir. La proportion de sondes géothermiques à prévoir doit être définie en fonction de la situation. Il est recommandé de prendre en compte les grandes installations voisines gourmandes en énergie, même au-delà de 50 mètres.



[FIG. 2] Exemple de zone incluant les installations voisines.

L'installation de sondes géothermiques existante (en vert) doit également être prise en compte pour le dimensionnement de ses propres sondes géothermiques. Pour ce faire, une température du sol plus basse est utilisée pour les calculs et pour la simulation. Selon la distance, l'âge et la charge thermique des sondes voisines, leur influence sur le dimensionnement de l'installation peut augmenter. Une attention particulière s'impose pour les sondes anciennes, pour lesquelles on a tablé sur une puissance d'extraction plus importante ! L'influence des installations de sondes géothermiques existantes peut être évaluée par simulation ou à l'aide d'ouvrages spécialisés (p. ex. 2022, Wagner, R.). Le refroidissement des installations existantes ne doit pas être sous-estimé !

Monitoring

Même avec la meilleure des volontés, il n'est possible d'estimer qu'approximativement comment l'utilisation (besoins en énergie, utilisateurs, transformations, rénovations, etc.) d'une sonde géothermique va évoluer au cours de sa durée de vie. De plus, les caractéristiques thermophysiques de la roche entourant les sondes géothermiques ne sont pas totalement connues.

Le meilleur moyen d'atténuer les risques associés est le monitoring. À cet effet, il convient en tout cas d'enregistrer au minimum les valeurs suivantes :

- températures annuelles minimales et maximales du fluide à base de saumure ;
- heures de fonctionnement de la pompe à chaleur ;
- enclenchements de la pompe à chaleur.

L'idéal est de mesurer ces valeurs en continu, en combinaison avec l'énergie électrique et thermique. Sur la base de ces données, l'état peut être contrôlé de façon permanente ou périodique.

Dans le cas d'installations critiques, il peut être judicieux d'y associer un système d'alerte. Les conséquences d'un refroidissement excessif passé inaperçu peuvent aller d'une perte d'efficacité à une défaillance totale des sondes géothermiques due au permafrost.

La détection précoce d'un refroidissement excessif permet de maintenir durablement l'exploitation en procédant à une décharge ou une régénération.

Les pompes à chaleur actuelles s'arrêtent automatiquement lorsque les valeurs passent en dessous des minima définis. Dans de tels cas, il est impératif d'analyser l'état de la sonde géothermique afin d'éviter un nouvel excès de refroidissement. Une sonde géothermique gelée met des années, voire des décennies, à dégeler. Pendant ce temps, un système de chauffage alternatif doit être utilisé. Un fonctionnement prolongé du

chauffage électrique de secours ne peut pas compenser une sonde géothermique sous-dimensionnée (proscrit par la loi sur l'énergie).

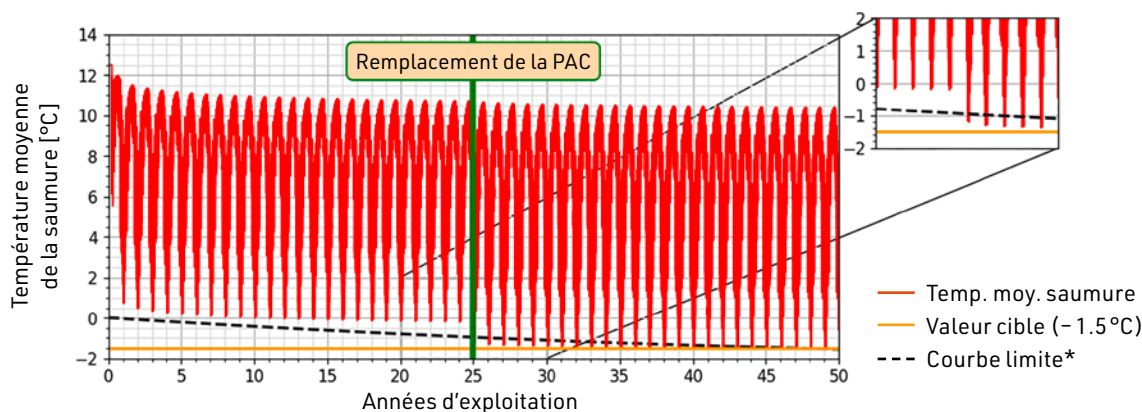
Les informations issues du monitoring se révèlent utiles au plus tard lors du remplacement de la pompe à chaleur. En cas de remplacement de la pompe à chaleur ou du dispositif de mesure, les données de l'ancienne installation doivent impérativement être sauvegardées avant le démontage.

Appréciation et analyse

Pour procéder à l'appréciation d'une installation déjà en service, on évalue son état sur la base de la température moyenne minimale de la saumure atteinte au cours de l'année. La méthode décrite dans la notice technique de suissetec «Sondes géothermiques : décharge ou régénération ?» peut être utilisée à cet effet.

Pour évaluer efficacement l'état actuel, il faut connaître les facteurs susceptibles d'avoir un impact sur les sondes géothermiques jusqu'à présent. Cela comprend notamment les modifications par rapport à la conception initiale, par exemple si de nouvelles installations voisines ont été réalisées, si un corps de chauffe électrique a été utilisé et à quelle fréquence, si une PAC plus efficace a été mise en œuvre ou si les besoins en énergie ont changé. Tous ces aspects ont une influence sur la température moyenne de la saumure, illustrée à titre d'exemple dans la **[FIG. 3]**. L'analyse peut s'avérer complexe et doit donc être effectuée par des spécialistes. L'appréciation est nécessaire au plus tard lors de la rénovation de l'installation, mais peut également être judicieuse si des problèmes surviennent.

En cas de remplacement de la pompe à chaleur par une PAC de même puissance calorifique, la charge de la sonde géothermique augmente généralement en raison de l'efficacité supérieure du nouvel équipement. Cet aspect doit impérativement être pris en compte dans la planification et l'appréciation.



[FIG. 3] Simulation de la courbe de température d'une sonde géothermique.
(Courbe limite d'après la notice technique suissetec «Sondes géothermiques : décharge ou régénération ?»)

Régénération

Pour la régénération des sondes géothermiques, les procédés suivants sont possibles :

- géocooling via le chauffage au sol ;
- capteurs solaires thermiques à absorption sélective ;
- capteurs hybrides photovoltaïques / thermiques ;
- échangeur de chaleur à air.

Dans les logements, un taux de régénération donné peut être atteint en utilisant des valeurs prédéfinies de surface de capteurs ou de puissance par m² de surface de référence énergétique (norme SIA 384/6:2021, tableau 3, page 19). Aucun justificatif n'a besoin d'être établi à cet égard. Dans tous les autres cas, des calculs justificatifs sont requis.

En cas de refroidissement passif du bâtiment par les sondes géothermiques (géocooling), des sondes plus courtes peuvent représenter un avantage car la température du sol est plus basse. En cas de chauffage, c'est exactement l'inverse, car des sondes géothermiques plus profondes peuvent profiter d'une température du sol plus élevée.

De nombreuses installations existantes ne peuvent pas être régénérées durablement par un simple apport de chaleur. C'est notamment le cas des petites installations qui sont déjà en refroidissement excessif. Dans ces cas, une rénovation de l'installation ne peut être préparée qu'à l'aide de calculs de simulation.

Retrouvez de plus amples informations dans les notices techniques de suissetec « Sondes géothermiques : décharge ou régénération ? » et « Refroidissement avec chauffage par le sol ».

Informations pour l'exécution d'installations de pompes à chaleur à sondes géothermiques

La présente notice technique est avant tout consacrée au dimensionnement. Pour l'exécution d'installations de sondes géothermiques, d'autres documents peuvent être utiles :

- norme SIA 384/6:2021 ;
- suissetec, notice technique « Raccordement des sondes géothermiques aux pompes à chaleur » ;
- Geotherm SA, fiche technique « Chantiers pour sondes géothermiques » ;
- ImmoClimat Suisse, notice technique « Remplissage d'installations à sondes géothermiques ».

Recommandations

- Protection contre la corrosion : les conduites doivent exclusivement être en matière plastique (PE) ou en acier inoxydable selon DIN 1.4307/1.4404/1.4435 (uniquement dans le bâtiment).
- Des robinetteries en laiton peuvent également être utilisées. Celles-ci doivent être contrôlées tous les 10 ans.
- Des procès-verbaux d'essai de pression et de remplissage doivent être exigés. Ceux-ci sont essentiels pour la traçabilité.
- Faire appel à une entreprise de forage labellisée par le Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP).

Informations complémentaires

- SIA, norme 384/6:2021 « Sondes géothermiques »
- suissetec, notice technique « Sondes géothermiques : décharge ou régénération ? »
- suissetec, notice technique « Refroidissement avec chauffage par le sol »
- suissetec, notice technique « Raccordement des sondes géothermiques aux pompes à chaleur »
- suissetec, application Web « Dimensionnement de sondes géothermiques selon la SIA 384/6 »
- suissetec, application Web « Calculateur en technique du bâtiment »
- Faktor Verlag, manuel « Erdwärmesonden - Theorie, Planung, Ausführung » : 2022, Roland Wagner
- Ville de Zurich, étude « Regeneration von Erdwärmesonden im Zusammenhang mit Nachbaranlagen - RegenOpt », 2015
- Ville de Zurich, étude « Methoden der Erdsonden-Regeneration », 2017
- OFEN, brochure d'information « Géothermie en Suisse », 2017
- Geotherm AG, fiche technique « Chantiers pour sondes géothermiques »
- ImmoClimat Suisse, notice technique « Remplissage d'installations à sondes géothermiques », 2024

Remarque

L'utilisation de cette notice présuppose des connaissances professionnelles ainsi que la prise en compte de la situation concrète. Toute responsabilité des auteurs est exclue.

Renseignements

Le responsable du domaine Chauffage de suissetec se tient à votre disposition pour tout autre renseignement : +41 43 244 73 33, info@suissetec.ch

Auteurs

Cette notice technique (texte et illustrations) a été rédigée par la commission technique Chauffage de suissetec.

Cette notice technique vous a été remise par :