

Le dimensionnement des installations souterraines dans les opérations de géothermie verticale très basse énergie



Une fois l'option géothermique choisie, la conception détaillée et le dimensionnement des installations souterraines s'inscrivent dans le cycle classique d'études techniques fluides et thermiques. Une collaboration étroite entre le Bureau d'Études thermique et le Bureau d'Études sous-sol est alors essentielle car le dimensionnement est souvent délicat.



Décision de recours à la Géothermie



Appel d'offre et passation des marchés



Réception et mise en service



LA QUESTION DES MARGES DE SÉCURITÉ CHANGE DE NATURE DANS TOUS LES CAS

Au lieu de concerner un seul maillon (puissance de la chaudière), il y a maintenant deux maillons pour les marges de dimensionnement de l'installation : la pompe à chaleur et l'ouvrage souterrain qui l'alimente.

Doubler les marges de sécurité conduirait à augmenter très fortement la dimension de l'ouvrage et rendrait l'opération moins rentable.

Le Bureau d'Études fluide/thermique, l'installateur et le foreur doivent se concerter pour ne pas empiler les marges de sécurité.

UN BUREAU D'ÉTUDES COMPÉTENT EN HYDROGÉOLOGIE EST INDISPENSABLE

Pour aboutir à un dimensionnement de qualité, le maître d'ouvrage doit répartir les tâches entre le Bureau d'Études fluide/thermique, l'installateur et le foreur, en fonction de leurs compétences, en s'assurant qu'ils sont impliqués suffisamment tôt (avant les consultations pour travaux).

À l'un des acteurs (le plus souvent, le Bureau d'Études fluide/thermique) reviendra le soin de déterminer, à partir des déperditions thermiques du bâtiment, la puissance de la pompe à chaleur à installer, la puissance thermique soutirée au sous-sol, ainsi que la durée de fonctionnement sur l'année.

Sur cette base, le Bureau d'Études sous-sol ou l'expert hydrogéologue dimensionne et positionne le ou les forages à réaliser.

Le Bureau d'Études fluide/thermique doit également définir le pourcentage de **couverture de la pompe à chaleur sur l'ensemble de l'installation**.

Par exemple : pour éviter de surdimensionner cette dernière, on la dimensionnera de telle manière qu'elle puisse fournir au maximum 80 % de la puissance thermique de pointe (appoint : poêle à bois, chaudière par ex.).

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Même quand l'intervention d'un Bureau d'Études sous-sol/expert hydrogéologue n'est pas exigée pour les simples déclarations d'incidence, il est vivement conseillé de le faire intervenir, compte tenu des difficultés intrinsèques du dimensionnement, liées à la complexité des situations hydrogéologiques.

1. Points clés d'un bon dimensionnement

Le **besoin thermique de pointe** sert de base au dimensionnement de l'ouvrage, comme c'est le cas pour le dimensionnement d'une chaudière³.

Plusieurs facteurs rendent cette estimation délicate dans le cas de la géothermie nécessitant une bonne coordination et une bonne compréhension des aléas.

¹ Étude APS : Étude d'Avant Projet Sommaire.

² Étude APD : Étude d'Avant Projet Définitif.

³ Rappelons que ce besoin, déterminé de façon standard par des tables (régionalisées) en fonction de divers critères (climat, réglementation thermique, isolation, dimension, nombre d'occupants, etc.), doit toujours prendre en compte un coefficient spécifique du projet : celui du comportement des occupants.

2. Dimensionnement des SONDES VERTICALES

Selon la nature des terrains, la productivité thermique ("puissance spécifique" du captage par sonde double U) peut varier fortement :

- DEPUIS 20 W/MÈTRE POUR LES SOLS DE MAUVAISE QUALITÉ THERMIQUE (SÉDIMENTS SECS)
- JUSQU'À PLUS DE 70 W /MÈTRE POUR CERTAINES ROCHES

En l'absence de toute étude, la puissance spécifique de 50 W par mètre est souvent utilisée dans le cas de terrains saturés en eau, ou de 35 W par mètre en terrains secs : la fourchette d'incertitude est donc très large, de - 50 % à + 50 %.

Le Bureau d'Études spécialisé en sous-sol pourra, selon les cas :

- évaluer la puissance spécifique en fonction de la nature des terrains et de leur humidité, en tenant compte des références existantes (Document Technique de QUALIFORAGE, norme VDI allemande, le Guide des bonnes pratiques de GÉOQUAL) ou de références à venir (future norme AFNOR sur la sonde géothermique verticale),
- faire procéder à un essai de "réponse thermique globale" sur le site lui-même, sur une profondeur correspondant au projet (en général < 100 m), le forage d'essai étant celui de la première sonde du champ de sondes.

Lorsqu'un champ de sondes est nécessaire (généralement, dès que l'on dépasse 300 à 400 m² de surface à chauffer), le positionnement des sondes repose sur l'utilisation de modèles de calcul ; dans ce cas, l'intervention d'un Bureau d'Études sous-sol spécialisé est vivement recommandée.

3. Dimensionnement des installations sur NAPPES

PRODUCTIVITÉ DES NAPPES

La productivité des nappes⁴ est **TRÈS VARIABLE** selon la nature des terrains et leur variabilité spatiale, dans certains cas à quelques mètres près. De plus, elle peut évoluer dans le temps en fonction des cycles hydrogéologiques ("hautes" et "basses" eaux) et des particularités locales (par exemple pour les nappes alluviales ou dans des secteurs à très forts pompages agricoles).

L'atlas des aquifères de la région Centre est un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage : il fournit des estimations de débit à une échelle géographique relativement fine (avec un pas de 500 m). Cependant, il ne permet pas de s'affranchir d'une étude de faisabilité locale :

- SES RÉFÉRENCES NE PERMETTENT EN AUCUN CAS DE SERVIR DE BASE À UNE GARANTIE DE DÉBIT.
- L'EXPÉRIENCE DES ENTREPRISES DE FORAGE ET DES BUREAUX D'ÉTUDES SOUS-SOL REPRÉSENTE UNE SOURCE D'INFORMATION PERMETTANT D'ÉVALUER LE RISQUE DANS DE NOMBREUX CAS.

⁴ Possibilité de production à partir d'un forage ou d'un puits (exprimée en m³/h).

⁵ Cas très rares où la réinjection en surface ou dans les réseaux est autorisée.

⁶ Cette distance est évaluée en fonction de multiples paramètres : nature et "débit de la nappe", débit réinjecté, nature des couches géologiques.



L'Atlas géothermie Centre, réalisé par le BRGM en partenariat avec l'ADEME, EDF et le Conseil Régional est téléchargeable sur www.geothermie-perspectives.fr

CAPACITÉ DE L'OUVRAGE ET PRODUCTIVITÉ DE LA NAPPE

Un ouvrage de captage est dimensionné pour alimenter la pompe à chaleur, et doit être capable de fournir le débit d'eau requis en pointe. Ce débit (en m³/h) est déterminé par le constructeur de la pompe à chaleur, et l'installateur doit la fournir au client.

- IL NE FAUT PAS CONFONDRE LA CAPACITÉ DE L'OUVRAGE À PRODUIRE CE DÉBIT AVEC LA PRODUCTIVITÉ DE LA NAPPE ELLE-MÊME, QUI PEUT ÉVOLUER DANS LE TEMPS.
- LA RESPONSABILITÉ DU FOREUR EST DE FOURNIR UN OUVRAGE AYANT LA CAPACITÉ DE PRODUIRE À LONG TERME LE DÉBIT, MAIS IL NE PEUT GARANTIR LE COMPORTEMENT DE LA NAPPE.
- LE FOREUR RÉALISERA, POUR S'ASSURER DE LA BONNE PRODUCTIVITÉ DE L'OUVRAGE, UN POMPAGE D'ESSAIS CONFORMÉMENT AU GUIDE DES BONNES PRATIQUES.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Sauf exceptions⁵, il faut réinjecter dans la même nappe l'eau prélevée. La conception de l'ouvrage doit donc inclure un ou plusieurs forages de réinjection :

- diamètres et profondeurs,
- forages d'essais éventuels,
- positionnement : le forage de réinjection doit être OBLIGATOIREMENT EN AVAL PAR RAPPORT À L'ÉCOULEMENT DE LA NAPPE, ET SUFFISAMMENT ÉLOIGNÉ DU FORAGE DE PRÉLÈVEMENT⁶.