



Phases préalables : Questions à se poser, éléments à demander

Avant de lancer des travaux pour une installation de géothermie dans son bâtiment, le maître d'ouvrage doit disposer de **données pour évaluer la pertinence et l'opportunité de son opération de géothermie**. Les études réalisées par les bureaux d'études surface et sous-sol, ainsi que différents outils disponibles, lui apportent des réponses.

Cette fiche présente au maître d'ouvrage

- quelques **outils disponibles**
- les **éléments à demander** pour une prestation de **bureaux d'études** (cahier des charges à préparer au niveau des **phases préalables** du projet de bâtiment)

pour pouvoir, par la suite, analyser les choix énergétiques qui s'offrent à lui, en disposant de toutes les informations nécessaires.

Parce que le choix et le dimensionnement d'une solution géothermique doivent être pris en compte à toutes les étapes du projet.

Les besoins thermiques du bâtiment

La toute première question à se poser, très en amont du projet est celle des besoins thermiques : le Bureau d'Etudes Surface apporte cette réponse.

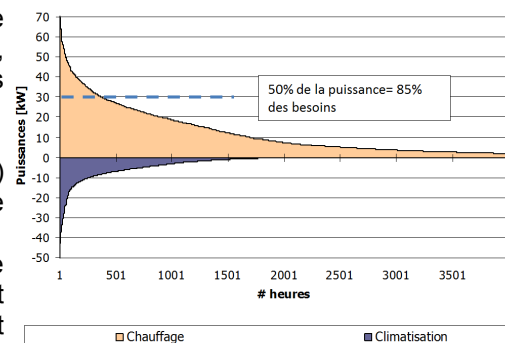
Ce dernier évalue les besoins en chaud, en froid et/ou en eau chaude sanitaire du projet. Il détermine la puissance des outils de production (pompe à chaleur, appoint...), ses heures de fonctionnement au cours de l'année et ses coefficients de performance.

Il faut **proscrire tout surdimensionnement** de la pompe à chaleur (PAC) autant pour favoriser les économies d'énergies qu'éviter des surcoûts de mise en œuvre.

En effet une PAC est en capacité à fournir 100% de la puissance maximale demandée. Cependant, il faut savoir que dimensionnée à 50%, elle peut souvent couvrir au moins 85% des besoins annuels, le complément étant assuré par une énergie d'appoint (solaire, gaz, électricité, fioul,...).

Une installation qui fonctionne en dessous de sa puissance nominale aura un mauvais rendement et pourra générer un vieillissement prématuré.

Un projet surdimensionné perd donc souvent sa viabilité économique



Courbe monotone
Source G2H

Les études à disposition

Le maître d'ouvrage doit disposer de 3 types d'études pour son projet géothermique au fur et à mesure que celui-ci avance.

Ces études :

- seront réalisées par un Bureau d'Etudes Surface et par un Bureau d'Etudes Sous-Sol
- interviendront lors des phases préalables jusqu'aux phases APD/PRO du projet de construction ou de rénovation de bâtiment(s).

C'est bien en amont (phases préalables du projet de bâtiment) que le maître d'ouvrage doit préparer son cahier des charges pour la mission complète qu'il va commander aux bureaux d'études.

1. Les 3 types d'études

• La pertinence

Grâce à l'étude de pertinence, le maître d'ouvrage (MO) déterminera très en amont si son projet de géothermie est opportun.

Le Bureau d'Etudes Sous-sol :

- réalisera une étude rapide essentiellement bibliographique
- confrontera les besoins aux ressources locales
- déterminera le type de l'échangeur souterrain (nappe ou sondes).

Le Bureau d'Etudes Surface mettra en avant les avantages et les inconvénients de la solution géothermique pour ce projet par rapport à d'autres solutions énergétiques.

• Les pré-études

Avec les pré-études, le MO aura en mains **une information plus détaillée** correspondant à la phase Avant-Projet Sommaire (APS) de son chantier.

Le Bureau d'études Sous-sol réalisera :

- la mise en route des dossiers réglementaires (*cf fiche 9*)
- le dimensionnement des ouvrages
- une approche technico-économique.

Le Bureau d'études Surface affinera les besoins et réalisera une approche technico-économique multi-énergies.

• Les études de faisabilité (ou études)

Avec les études de faisabilité, le MO dispose **de l'ensemble des éléments de son projet géothermique finalisé**. Ces résultats lui permettront de rédiger le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

Le Bureau d'études Sous-sol :

- réalisera le dimensionnement final des ouvrages
- validera la ressource en cas d'incertitude, par la réalisation d'un test de réponse thermique (cas des sondes) ou d'un forage d'essai
- effectuera l'approche technico-économique finale.

Le Bureau d'études Surface réalisera une étude détaillée des installations de surface et des liaisons.

La qualité des réponses apportées par les études, permettra de rédiger des Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) suffisamment pointus pour obtenir une installation géothermique de qualité et performante.

2. Le contenu du cahier des charges pour les bureaux d'études

Un cahier des charges complet pour une prestation des bureaux d'études doit contenir a minima :

- une définition des principales caractéristiques du sous-sol
- une analyse des besoins de chaleur et de froid
- une définition précise des installations sous-sol, doublet ou sondes et des liaisons de surface
- une analyse de l'adéquation entre ressources du sous-sol et les besoins avec un bilan
- une définition des installations de surface y compris les liaisons en surface
- les coûts d'investissement et d'exploitation
- la couverture du risque géologique
- le financement de l'opération
- une analyse économique comparative
- une analyse du risque et une étude de sensibilité

ZOOM

La RT 2012

La RT2012 s'applique à la construction de bâtiments neufs. Elle définit le niveau de performance à atteindre. La géothermie permet de dépasser plus facilement l'objectif fixé. En rénovation, pour être efficaces, les émetteurs de chaleur doivent être adaptés ou remplacés. Plus d'infos :

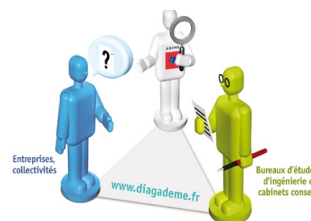
www.rt-batiment.fr

ZOOM

Diagademe : modèle de cahier des charges pour les prestations de bureaux d'études

L'ADEME propose un modèle de cahier des charges détaillé pour définir la prestation des bureaux d'études. Ces modèles sont téléchargeables librement sur le site internet :

www.diagademe.fr



- une analyse réglementaire
- un planning de l'opération.

A l'issue d'une étude détaillée, le MO doit avoir en mains :

- la détermination précise des besoins thermiques et des puissances en jeu (avec une simulation thermique dynamique)
- la ressource géothermique à l'aplomb du site en tenant compte des contraintes et des installations déjà existantes
- le respect de la norme RT 2012
- des simulations des fluctuations des besoins de chaud et de froid qui permettent d'estimer la combinaison de la PAC géothermique avec le ou les appoints.

Puissance mobilisable dans le sous-sol

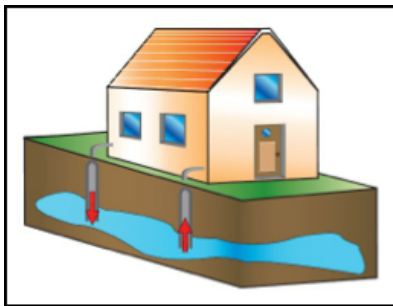
Lors des études de pertinence et de l'APS, le Bureau d'Etudes (BE) Sous-Sol identifie la ressource et dimensionne l'échangeur sous-terrain.

Le maître d'ouvrage doit savoir que 2 cas peuvent se présenter.

En effet le BE Sous-Sol proposera une solution ou l'autre suite à l'analyse de la ressource géothermique mobilisable à l'aplomb du site et en tenant compte de la réglementation (*fiche 9*), de l'environnement du site et de la surface de terrain disponible pour le projet.

• Cas n°1 : la nappe d'eau souterraine est suffisante

L'opération nécessitera la réalisation de **douplet de forages** : un **forage de production** équipé d'une pompe électrique immergée, et un **forage d'injection** qui permet de restituer l'eau prélevée au milieu d'origine et de maintenir la pression dans le réservoir. Les 2 forages doivent être suffisamment éloignés afin d'éviter le recyclage.



1 doublet
175 kW géoTh

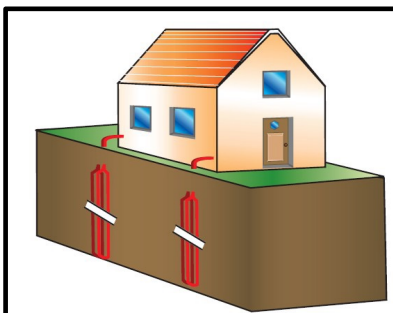
Un forage produisant 30 m³/h d'eau souterraine à une température constante de 12°C, été comme hiver, a une puissance maximale de 175 kW géothermique (soit environ 210 kW restitués au bâtiment), si l'eau est rejetée dans le forage de réinjection à 7°C.

L'écartement entre les 2 forages est de 80m minimum. En exploitation les forages doivent rester accessibles.

• Cas n°2 : la nappe d'eau souterraine est insuffisante

Il faudra une opération sur sondes si la géologie et/ou la réglementation le permettent.

Les sondes doivent être suffisamment espacées pour une exploitation durable du sous-sol, il faut donc bien évaluer l'espace disponible en surface.



40 sondes
175 kW géoTh

Une sonde géothermique de 100m de profondeur a une puissance variable en fonction de la nature géologique du sous-sol et de la présence d'eau.

La puissance moyenne d'une sonde est comprise entre 4 et 5 kW. Pour installer une puissance de 175 kW géothermiques, il faut réaliser environ une quarantaine de sondes avec un écartement entre 2 forages d'environ 10m.

Un terrain d'environ 5000 m² est nécessaire.

La disponibilité de la ressource géothermique

Il existe des outils qui permettent au maître d'ouvrage d'évaluer la disponibilité de la ressource géothermique. Il doit les connaître en amont.

- **Pour un système géothermique sur nappe** (cf. fiche1)

L'[atlas du potentiel géothermique](#) sur nappe est un outil interactif gratuit en ligne. Il permet au maître d'ouvrage d'évaluer l'intérêt de se lancer dans un projet de production de chaleur (ou de froid) par géothermie avec pompe à chaleur sur nappe.

Après localisation du projet, l'atlas, par un Système d'Informations Géographiques (SIG), affiche la valeur du potentiel, favorable à la géothermie si le débit de la nappe est suffisant.

Ce résultat doit être impérativement confirmé par un Bureau d'Etudes Sous-Sol avec une étude de faisabilité.

Dans un second temps la productivité de la nappe pourra être confirmée sur le premier forage en réalisant des pompages d'essai.

Le maître d'ouvrage pourra également souscrire à une garantie [AQUAPAC](#) (cf. fiche 7) qui couvre le risque d'échec du projet géothermie si la ressource en eau souterraine découverte se révèle insuffisante.

- **Pour un système géothermique sur sondes verticales** (cf. fiche1)

Pour réaliser un champ de sondes, il faut consulter l'atlas en ligne sur www.geothermie-perspectives.fr quand il existe.

Dans certains cas, il est souhaitable de réaliser une première sonde pour pratiquer un Test de Réponse Thermique (TRT).

Le TRT permet ainsi de :

- obtenir une information plus fine sur la capacité thermique du sous-sol
- déterminer la puissance réelle disponible (puissance réellement disponible) de la sonde géothermique sur le site
- ajuster le nombre de sondes géothermiques (appelé champ de sondes) nécessaires.

Dimensionnement de l'installation et pérennité de la ressource

Les pré-études abordent le dimensionnement de la future installation géothermique et la pérennité de la ressource. Le maître d'ouvrage doit savoir comment les bureaux d'études vont déterminer ces 2 données. Elles sont notamment définies sur la base des hypothèses d'utilisation du bâtiment.

- **Pour un système géothermique sur nappe** (cf. fiche1)

Le Bureau d'Etudes Sous-sol conçoit les forages à réaliser et les implante, en tenant compte des variations saisonnières. Après la réalisation du premier forage, il réalise et interprète les tests de pompage. Si le forage test d'exploration est positif, celui-ci sera conservé pour l'installation. Le BE Sous-Sol étudiera également la notion de recyclage (cf. [Zoom](#))

- **Pour un système géothermique sur sondes verticales** (cf. fiche1)

Le Bureau d'Etudes Sous-sol utilise des outils de modélisation pour déterminer l'évolution des températures et la pérennité du système. Il fait procéder à un Test de Réponse Thermique après réalisation de la première sonde afin d'affiner son dimensionnement. Celle-ci sera utilisée pour le champ de sondes de l'installation.

ZOOM

Recyclage / écartement des forages

Pour un système géothermique sur nappe, l'eau prélevée dans le forage de production est réinjectée dans le forage d'injection après avoir été refroidie (cas du chauffage) ou réchauffée (cas de la climatisation). Il se crée ainsi une zone refroidie (ou chaude) autour du forage d'injection, zone qui s'étendra au fil du temps. Cette perturbation thermique peut parvenir au forage de production et de l'eau refroidie ou réchauffée peut alors être prélevée : on parle alors de recyclage. Ce recyclage peut être plus ou moins important.

L'évaluation de ce recyclage par le Bureau d'Etudes Sous-Sol est indispensable pour assurer la pérennité de l'installation et maintenir ses performances.

Comparer la géothermie à d'autres sources d'énergie

Pour savoir si la géothermie est la meilleure solution énergétique pour son projet de bâtiment, le maître d'ouvrage doit avoir en mains un comparatif avec d'autres énergies.

Cette comparaison économique est utile pour juger de la pertinence du projet géothermique. Elle est obligatoire pour bénéficier d'aides financières.

Il faut comparer la solution utilisant la géothermie avec d'autres sources d'énergie (gaz, électricité, solaire...) sur une période minimum de 20 ans. En effet, l'énergie géothermique est disponible 24h/24 toute l'année et la durée de vie des installations sous-sol est d'environ 50 ans.

Le maître d'ouvrage a également accès à des éléments de cadrage et des données générales économiques fournis par l'ADEME et ses partenaires pour :

- l'aider dans son analyse économique préliminaire
- lui permettre d'apprécier dans le temps le recours à la géothermie
(cf. fiche 8)

Les aides et les garanties

• Les aides

Dès le début du projet, le maître d'ouvrage doit intégrer les possibles aides auxquelles il peut prétendre.

→ Au niveau des études, une subvention peut être apportée par l'ADEME et éventuellement la Région.

Cette aide financière compense le surcoût occasionné par ces études supplémentaires spécifiques à la géothermie.

Le maître d'ouvrage a ainsi en mains les arguments nécessaires pour prendre une décision éclairée et donc ne pas écarter trop rapidement le recours à la géothermie. (cf. fiche 7)

→ Pour l'investissement, d'autres subventions sont également mobilisables permettant d'améliorer la rentabilité des projets. (cf. fiche 7)

• La garantie AQUAPAC

Le maître d'ouvrage peut également souscrire à une garantie **AQUAPAC** (cf. fiche 7) pour son projet géothermique sur nappe. Elle couvre jusqu'à 100% du coût du premier forage si la ressource en eau souterraine découverte se révèle insuffisante.

Quelle est la réglementation ?

La conformité à la réglementation doit être vérifiée à chaque étape du projet. Elle doit être intégrée au cahier des charges des études et aux consultations pour la réalisation des travaux. (cf. fiche 9)

Pour aller plus loin

Géothermie Perspectives

www.geothermie-perspectives.fr

Association Française des Professionnels de la géothermie

www.afpg.asso.fr

ADEME Champagne-Ardenne

www.champagne-ardenne.ademe.fr

Ressources

« La géothermie. Quelles technologies pour quels usages », ADEME / BRGM

« Les pompes à chaleur géothermiques à partir de forage sur aquifère », ADEME / BRGM Editions

« Les pompes à chaleur géothermiques sur champ de sondes », ADEME / BRGM Editions

Fiches

1. Principes de base
2. Quels acteurs à quelle étape ?
3. **Phases préalables**
4. Phases APD et DCE
5. Suivi des travaux et réception
6. Suivi d'exploitation
7. Dispositifs d'accompagnement disponibles
8. Données économiques
9. Réglementations et certifications
10. Le potentiel géothermique régional

Conception, réalisation : ADEME Champagne-Ardenne - Mars 2015

Adaptation : AFPG dans le cadre de Rencontres techniques Géothermie sur PAC en région

