



## Phases APD et DCE : éléments attendus, éléments à demander

Maîtriser toutes les étapes d'un projet géothermique, savoir quelles données obtenir, que demander aux entreprises..., est nécessaire pour obtenir des réponses de qualité de la part des professionnels et par conséquent pour réussir son opération de géothermie.

Cette fiche présente au maître d'ouvrage :

- les **éléments à attendre dans les études remises en phase** Avant-Projet Détaillé (**APD**)
- les **éléments à demander aux entreprises** pour les prestations de travaux dans le Document de Consultation des Entreprises (**DCE**).

Ce sont bien les résultats des études en phase APD qui permettront de détailler des éléments à demander dans les Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) en phase DCE.

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

### Données à disposer et démarches à réaliser en phase Avant-Projet Définitif (APD)

C'est une phase capitale dans la vie du projet de géothermie : celle de la conception et de son montage. Elle rassemble tous les éléments techniques, économiques, financiers et juridiques qui sont nécessaires à la prise de décision. C'est à ce stade que l'on décide de passer à la réalisation ou d'abandonner le recours à cette énergie renouvelable.

#### Compétences

L'ensemble des études géothermiques exige des connaissances et une expertise pointues que peu d'entreprises possèdent au complet.

Il est donc recommandé, dès le début du projet, d'associer un bureau d'études thermiques généraliste avec un bureau d'études sous-sol (bureau d'études spécialisé dans la géothermie et l'hydrogéologie).

#### Attendus des études

A cette étape d'APD le maître d'ouvrage obtiendra les résultats d'une étude sous-sol et d'une étude surface (cf. *fiche 3*).

Elles permettront de :

- valider les caractéristiques du projet avant le choix de l'équipe de réalisation
- préciser, l'implantation ainsi que l'encombrement de tous les éléments, les tracés des canalisations, le programme des essais
- établir le coût prévisionnel des travaux décomposés par lots, les frais d'exploitation ainsi que le planning prévisionnel
- définir la nature des travaux à réaliser
  - forages (nombre, types, implantations, équipements.....)
  - liaisons forages – chaufferie,

#### ZOOM

##### La responsabilité et le rôle du maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage doit s'assurer de la maîtrise de toutes les étapes du projet pour éviter toute dérive..

Il peut réaliser cela seul ou bien être accompagné par un maître d'œuvre.

Il gèrera notamment les relations avec les professionnels de la filière géothermie (bureaux d'études sous-sol et surface) qui garantissent la qualité de conception et de réalisation.

Des contrats de maîtrise d'œuvre définissent les rôles respectifs des différents acteurs. Le maître d'ouvrage devra veiller à une bonne complémentarité des tâches entre bureaux d'études sous-sol et surface, de manière à ce que les études et les travaux soient parfaitement coordonnés.

- production de chaleur (Pompe à Chaleur, et raccordements, distribution dans le bâtiment,...)
- régulation et métrologie.

### Démarches réglementaires

Si le projet géothermique nécessite un (des) **forage(s)**, le maître d'ouvrage devra le(s) déclarer à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) **avant de le(s) réaliser** (cf. fiche 9)

### Démarches financières

Dans le cas où le projet est réalisable selon les conditions définies par le maître d'ouvrage, il convient de soumettre officiellement – à ce stade - le dossier aux organismes chargés du financement et de l'octroi des aides (banques, ADEME, Conseil régional ...). L'engagement de ces organismes permet alors au maître d'ouvrage de réaliser le projet ou de renoncer, en toute connaissance de cause.

### Rédaction du Document de Consultation des Entreprises (DCE)

Il s'agit maintenant de préparer les Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE) qui seront présentes sur le chantier.

La réalisation des installations géothermiques impose des contraintes et la coordination des interventions entre les installations sous-sol et de surface, mais également avec les autres lots de travaux. La définition des cahiers des charges pour chaque intervenant, des calendriers et limites de prestation est donc à faire très rigoureusement.

### Assistance pour la passation des contrats de travaux

La maîtrise d'œuvre peut assister la maîtrise d'ouvrage pour passer les marchés de travaux et étudier les offres qui seront remises par les entreprises. Il s'agit de la mission d'assistance pour la passation des contrats de travaux (ACT), prévue par la loi MOP.

### Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Les études conçoivent et dimensionnent les installations de chauffage/froid. L'ensemble des données recueillies doit être présentées dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) de consultations.

Ce CCTP rassemble les clauses techniques d'un marché déterminé qui :

- donnent une description précise des prestations à réaliser
- permettent à la personne responsable de suivre le déroulement du marché et la bonne exécution de ces prestations.

### Les points devant apparaître dans le DCE Etudes

#### 1. phase Pertinence

##### à demander au BE thermique

- évaluation des besoins [Consommation (chaud, froid, ECS) et Puissance]

##### à demander au BE Sous-Sol

<i>Pour la partie nappe :</i>	<i>Pour la partie sondes géothermiques verticales (SGV) :</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse du contexte géologique</li> <li>- caractéristiques du réservoir,</li> <li>- productivité et caractéristiques physico-chimiques prévisionnelles,</li> <li>- implantation des forages d'eau (écartement),</li> <li>- contraintes administratives,</li> <li>- conclusion partie nappe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse du contexte géologique</li> <li>- puissance soutirable,</li> <li>- contraintes administratives,</li> <li>- conclusion partie champ de sondes géothermiques.</li> </ul>

#### 2. phase Pré-Etude

##### à demander au BE thermique

### ZOOM

#### Une assistance en phases essais et mise en service

Il est conseillé au maître d'ouvrage (MO) d'être accompagné lors des essais et de la mise en service des installations de géothermie. Le Bureau d'Etudes Sous-Sol peut assurer une prestation complémentaire en étant présent et en assistant le MO lors de ces 2 phases.

- étude des besoins thermiques avec élaboration de la courbe monotone,
- adéquation des besoins et de la ressource,
- définition des appoints.
- approche technico-économique.

#### à demander au BE Sous-Sol

<i>Pour la solution nappe :</i>	<i>Pour la solution sondes géothermiques verticales :</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensionnement des forages,</li> <li>- évaluation financière,</li> <li>- mise en route des démarches administratives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensionnement du champ de sondes en fonction des appels de puissance et de la place disponible (modélisation),</li> <li>- implantations prévisionnelles,</li> <li>- évaluation financière</li> </ul>

### 3. Phase étude de faisabilité

#### à demander au BE thermique

- bilan économique investissements et fonctionnement de la solution géothermique intégrant les évaluations financières de la partie sous-sol plus les coûts liés aux raccordements et installation de la pompe à chaleur,
- comparaison avec une solution de référence,
- bilan environnemental

#### à demander au BE Sous-Sol

<i>Pour la partie nappe :</i>	<i>Pour la partie sondes géothermiques verticales(SGV) :</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- conception des forages à réaliser,</li> <li>- implantation des forages et modélisation (le cas échéant),</li> <li>- évaluation financière détaillée (forages et équipements),</li> <li>- planning prévisionnel</li> <li>- réalisation d'un forage d'essai (le cas échéant) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• élaboration du dossier AQUAPAC,</li> <li>• consultation entreprises de forages,</li> <li>• suivi et interprétation des travaux.</li> </ul> </li> <li>- conclusion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conception des SGV à réaliser,</li> <li>- implantation des SGV</li> <li>- évaluation financière détaillée,</li> <li>- planning prévisionnel</li> <li>- réalisation d'une SGV test (le cas échéant) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• consultation entreprises de forages,</li> <li>• réalisation d'un test de réponse thermique et interprétation</li> <li>• suivi et interprétation des travaux.</li> </ul> </li> <li>- redimensionnement du champ captant (en fonction des résultats obtenus)</li> <li>- conclusion.</li> </ul>

### Les points devant apparaître dans le DCE Travaux

#### 1. Cas des sondes géothermiques verticales (SGV)

##### Lot forages :

- installation de chantier/accès,
- stockage et enlèvement "déchets",
- caractéristiques des forages et implantation,
- installation des sondes géothermiques et tests d'étanchéité,
- cimentation,
- le cas échéant :
  - test de réponse thermique et interprétation puis vérification du dimensionnement du champ de sondes,
  - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

##### Lot raccordement des SGV :

- réalisation des tranchées,
- création des fosses pour les collecteurs et pose des collecteurs,
- raccordement des SGV aux collecteurs et des collecteurs au local PAC,
- remplissage des sondes et du circuit avec fluide caloporteur (nature et dosage à préciser)
- essais et mise en service avec équilibrage (fournir cahier d'équilibrage),
- Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

## 2. Cas des forages d'eau

### Lot forages

- installation de chantier/accès, alimentation en eau et rejet des eaux d'essai
- stockage et enlèvement "déchets",
- implantation des forages,
- caractéristiques des forages :
  - Coupe géologique prévisionnelle,
  - Coupe technique prévisionnelle,
  - Nature, diamètres, épaisseur des tubages,
  - Nature de la crépine,
  - Massif de graviers (si nécessaire)
- développement des forages :
  - Air Lift,
  - Traitement chimique (hexamétaphosphates, acide chlorhydrique, ...).
- pompage d'essai :
  - Test par paliers (débits, durée),
  - Test de longue durée (débit, HMT, durée)
  - Fréquence des mesures et nombre de points à surveiller
  - Fourniture d'un fichier des données.
- test d'injection (sur le doublet) :
  - Raccordement à mettre en place,
  - Test par paliers (débits, HMT, durée),
  - Test de longue durée (débit, HMT, durée).
- analyse d'eau (nature de l'analyse)
- contrôle :
- diagraphies (nature),
- inspection vidéo
- mise en sécurité des forages
- Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

### Lot équipement des forages

- 1. réalisation des regards (nature, dimensions),
- 2. Equipement du forage de production :*
  - pompe immergée (Débit et HMT prévisionnels, profondeur d'installation),
  - colonne d'exhaure (nature et diamètre),
  - tête de forage (description) et tuyauterie dans le regard,
  - métrologie associée (débitmètre, suivi des niveaux et température, enregistreur)
  - raccordement à la canalisation forage de production –local PAC au niveau du regard.
  - armoire de commande et variateur de fréquences (préciser implantation, puissance, alarmes, affichages,...),
  - filtration (nature, localisation, place disponible).
- 3. Equipement du forage d'injection :*
  - colonne d'injection (nature et diamètre),
  - tête de forage (description) et tuyauterie dans regard
  - métrologie associée (débitmètre, suivi des niveaux et température)
  - raccordement à la canalisation local PAC-forage d'injection au niveau du regard.
- 4. essais et mise en service,
- 5. Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

### Lot raccordement des forages

- Réalisation des tranchées,
- Pose des canalisations (nature, diamètre),
- Test d'étanchéité,
- Rinçage des canalisations,

- Raccordement des forages au local PAC depuis les regards,
- Raccordement électrique (fourreau et câbles, puissance à fournir et distance par rapport à l'armoire de commande)
- Pose d'un fourreau pour transmission de la métrologie (nature du câble)
- DOE.

### Lot installation de chauffage

- Description de l'échangeur (nature, puissance, delta T)
- Description de la PAC (Puissance, COP),
- Raccordement hydraulique dans le local et pompe pour circuit secondaire,
- Alimentation électrique de la PAC (amenée de la puissance, armoire de commande)
- Régulation de la PAC,
- Métrologie associée à la PAC (contrôle des pressions au niveau de l'échangeur et des températures, compteur d'énergie produite, compteur électrique),
- Mise en service
- Essai de fonctionnement,
- Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

### La forme du marché à venir

Préalablement, la forme du marché devra être étudiée au niveau du CCTP : Entreprise Générale, Allotissement, marchés spécifiques...

Lorsque le projet porte sur la création d'un bâtiment, il est préférable de dissocier les compétences, tout en recherchant des réponses groupées.

### Les qualifications des entreprises

Le CCTP peut prescrire des exigences concernant les qualifications des entreprises.

**Le forage** doit être réalisé par une entreprise agréée. Le code minier requiert une qualification obligatoire des foreurs (*cf fiche 9*)

**Le chauffagiste** doit également justifier de ses compétences et d'expériences pour l'installation et le raccordement de pompes à chaleur géothermiques. Les qualifications Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) et la présentation de références de travaux similaires est à présenter lors de la remise des offres.

Les offres déposées doivent respecter scrupuleusement les prescriptions du CCTP, qui doit donc intégrer toutes les informations nécessaires.

### Des rôles bien définis dans le CCTP

Les marchés définissent un certain nombre de tâches assignées au maître d'ouvrage et aux différents intervenants. Chaque action à mener nécessite d'être identifiée et attribuées après concertation entre les intervenants.

Les limites de prestations entre les différentes entreprises, même en cas de groupement, doivent être soigneusement précisées, notamment pour assurer un bon déroulement des travaux

## Pour aller plus loin

Géothermie Perspectives  
[www.geothermie-perspectives.fr](http://www.geothermie-perspectives.fr)  
 Association Française des Professionnels de la géothermie  
[www.afpg.asso.fr](http://www.afpg.asso.fr)  
 ADEME Nord-Pas-de-Calais  
 E-mail : [ademe.nord-pas-de-calais@ademe.fr](mailto:ademe.nord-pas-de-calais@ademe.fr)

### Ressources

La loi MOP  
[Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'oeuvre privée](#)  
 Version consolidée au 09 décembre 2010  
[www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)  
**Pompes à chaleur géothermiques : les opérations de forage et limites de prestations**  
[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

### Fiches

1. Principes de base
2. Quels acteurs à quelle étape ?
3. Questions 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

