

## Avant-propos

La géothermie, qui consiste à prélever l'énergie contenue dans le sol pour produire de l'électricité ou de la chaleur, présente des avantages spécifiques appréciables : économie des énergies fossiles, ressource stable, protection de l'environnement, performance énergétique et économique, production d'énergie locale.

La géothermie a atteint un stade de maturité qui permet aujourd'hui sa mise en œuvre dans des conditions techniques et économiques pertinentes.

La loi portant engagement national pour l'environnement, dite « Grenelle 2 », promulguée le 12 juillet 2010 confirme les engagements du Grenelle de l'environnement en favorisant notamment le développement des énergies renouvelables. Les objectifs sont ambitieux : il s'agit en particulier de multiplier par six la production d'énergie géothermique et par douze les réseaux de chaleur.

Ce guide *La géothermie et les réseaux de chaleur, guide du maître d'ouvrage*, réalisé conjointement par l'ADEME et le BRGM, avec l'aimable participation de la région Ile-de-France, concerne plus particulièrement les opérations de géothermie associées à un réseau de chaleur. Il s'adresse aux maîtres d'ouvrage publics ou privés et à leurs conseils, intéressés par la mise en œuvre de solutions de chauffage urbain utilisant la géothermie.

La mise en place et la gestion d'un réseau de chaleur sont des éléments structurants pour la collectivité. Ce guide s'adresse aussi bien aux collectivités désireuses de développer un nouveau réseau de chaleur qu'à celles qui souhaitent alimenter un réseau existant par la géothermie.

La démarche conduisant à la réalisation d'une opération de géothermie nécessite l'intervention de multiples acteurs aux spécificités bien définies. Des compétences de spécialistes sont indispensables aux différents stades de l'élaboration d'un projet dans les domaines suivants :

- sous-sol (hydrogéologie, ingénierie, forages) ;
- surface (spécialistes de réseaux de chaleur) ;
- montages financiers et juridiques.

Le présent guide vise donc à aider les maîtres d'ouvrage à cerner les caractéristiques et les étapes principales d'un projet de mise en place d'un réseau de chaleur géothermique.

Le premier chapitre rappelle les grands principes de la géothermie, les éléments de contexte et les principales caractéristiques techniques et organisationnelles des réseaux de chaleur. Il est fait largement référence à l'expérience acquise au cours de ces 30 dernières années notamment à partir du bilan des opérations réalisées dans les années 80.

Les autres solutions de géothermie pour la production de chaleur sont rapidement évoquées : elles peuvent être adaptées pour des projets de taille plus modeste (voir en particulier le *Guide technique pompe à chaleur géothermique sur aquifère*, coédition ADEME-ARENE-BRGM, mars 2008).

Les chapitres suivants précisent :

- les éléments techniques à maîtriser pour la compréhension du fonctionnement d'une opération de géothermie profonde, qu'il s'agisse des éléments de thermique de surface, des caractéristiques de la ressource et de l'adéquation entre ces deux points ;
- les éléments pour guider le maître d'ouvrage au travers des différentes étapes nécessaires à la réalisation d'un projet de géothermie, depuis l'idée jusqu'à l'exploitation.

Enfin, le dernier chapitre permet de faire un point sur les éléments économiques et financiers qui sont une composante importante de tout projet de ce type.

Depuis de nombreuses années, le BRGM et l'ADEME mènent des actions en vue de développer le recours à la géothermie, source d'énergie qui présente d'indéniables atouts. Nous espérons que ce guide, fruit de la collaboration entre nos deux établissements, vous apportera des éléments d'appréciation et des points d'attention pertinents pour développer des solutions énergétiques alliant géothermie et réseaux de chaleur.

Philippe Van de Maele,  
Président  
de l'Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)

Jean-François Rocchi  
Président  
du Bureau de Recherches  
Géologiques et Minières (BRGM)

# Sommaire

<b>La géothermie et les réseaux de chaleur : présentation</b> .....	<b>6</b>
La géothermie ou l'exploitation de la chaleur de la terre .....	6
Principe général .....	6
Les ressources géothermales en France métropolitaine .....	7
Les techniques de production de chaleur et de froid .....	8
L'exploitation des ressources de faible profondeur .....	8
L'exploitation des ressources des aquifères profonds .....	12
Historique .....	13
Le développement de la géothermie sur aquifères profonds en France ...	13
La production actuelle de géothermie sur aquifères profonds .....	14
<b>Le contexte actuel et les perspectives de développement</b> .....	<b>16</b>
Un point sur la politique française de « développement durable » .....	16
Les perspectives de développement de la géothermie .....	17
Les perspectives de développement des réseaux de chaleur .....	18
<b>Les réseaux de chaleur</b> .....	<b>19</b>
Les caractéristiques d'un réseau de chaleur .....	19
Le principe .....	19
Le fonctionnement .....	19
L'organisation d'un réseau de chaleur .....	24
La gestion du service public .....	24
Les acteurs d'un réseau de chaleur .....	27
<b>L'adéquation des ressources du sous-sol et des besoins thermiques en surface</b> .....	<b>29</b>
Principes de base .....	29
La détermination des besoins .....	29
Le cas spécifique de la géothermie .....	30
Le fonctionnement en cascade .....	31
Le taux de valorisation et le taux de couverture .....	32
Le bilan énergétique et environnemental d'une opération type .....	33
<b>La production de chaleur ou l'alimentation du réseau</b> .....	<b>34</b>
<b>Les principales caractéristiques du circuit géothermal</b> .....	<b>35</b>
Les principales caractéristiques de la ressource géothermale .....	35
La mise en évidence de la ressource géothermale .....	35
Les méthodes d'exploitation de l'aquifère profond .....	36
Les conditions réglementaires d'accès à la ressource .....	38
Les principaux équipements d'une installation géothermique .....	40
<b>L'utilisation de pompes à chaleur</b> .....	<b>43</b>
<b>L'utilisation d'appoints</b> .....	<b>44</b>

<b>Le montage d'un projet de réseau de chaleur avec géothermie sur aquifères profonds .....</b>	<b>45</b>
<b>Les acteurs d'une opération de géothermie profonde .....</b>	<b>45</b>
La maîtrise d'ouvrage.....	45
L'assistance à maîtrise d'ouvrage .....	45
Ingénierie et maîtrise d'œuvre surface et sous-sol.....	45
Les entreprises .....	46
<b>Le déroulement d'une opération.....</b>	<b>47</b>
L'étude de préfaisabilité .....	47
L'étude de faisabilité.....	48
Les études de maîtrise d'œuvre.....	49
La phase des travaux de forage .....	50
<b>L'exploitation et la maintenance .....</b>	<b>53</b>
La gestion des équipements de production.....	53
La gestion des réseaux de distribution.....	53
Le suivi de l'exploitation .....	54
<b>Synthèse des grandes étapes d'un projet type .....</b>	<b>55</b>
<b>Le bilan économique et financier d'une opération de géothermie sur aquifères profonds.....</b>	<b>56</b>
<b>Les coûts d'investissements et de fonctionnement .....</b>	<b>56</b>
Les coûts d'investissements .....	56
Les coûts d'exploitation de la boucle géothermale.....	58
Le prix de revient de la chaleur.....	59
<b>Le montage financier d'une opération .....</b>	<b>60</b>
Le financement d'une opération.....	60
La couverture des risques géologiques et miniers.....	60
Le risque court terme.....	60
Le risque long terme.....	61
Les mécanismes d'accompagnement.....	61
Les dispositifs incitatifs de l'ADEME.....	62
Le Fonds Chaleur .....	62
Les quotas carbone.....	62
Les Certificats d'économie d'énergie .....	62
<b>Annexe : Les organismes impliqués dans le développement des réseaux de chaleur et/ou de la géothermie.....</b>	<b>63</b>