

Le programme de géothermie Roches-Chaudes Sèches (RCS) de Soultz-sous-Forêts (Alsace) : avancement et perspectives

La Rédaction¹.

Le présent texte est une note d'actualisation de l'article publié dans "Géoloques" n°136 de mars 2003 (pp. 83-86) auquel nous renvoyons.

Généralités

Le site de Soultz-sous-Forêts, situé dans le graben du Rhin à environ 35 km au NE de Strasbourg (Fig. 1), a été choisi en raison du gradient géothermique qui sévit dans ce graben. La roche fracturée est un socle granitique protégé par une couverture sédimentaire d'environ 1400 m d'épaisseur. Le site expérimental est équipé de deux puits profonds (3600 et 5000 m) et de cinq puits d'observation à profondeur intermédiaire (1400-2200 m), le plus profond ayant été carotté de 950 à 2200 m.

Les principaux partenaires scientifiques du programme englobent : Armines-École nationale supérieure des mines de Paris, *Bundesanstalt für Geowissenschaften und*

Rohstoffe (BGR), *Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben* (Institut für ; GGA, lié au BGR), BRGM, Centre d'hydrogéologie de l'université de Neufchâtel (CHYN), CNRS, *Eidgenössische Technische Hochschule* (ETH) Zürich, Geothermik Consult GTC, Geo-Mess-Systeme GmbH (Mesy), *Polydynamics* Zürich et *Stadtwerke Bad Urach*. Socomine a été remplacée par le GEIE « Exploitation minière de la Chaleur », actuellement constitué par EDF, Électricité de Strasbourg, Pflanzwerke et Bestec GmbH. Le GEIE compte actuellement en permanence sur place : trois scientifiques, quatre ingénieurs, trois techniciens et deux assistantes.

Les financements sont assurés par la Communauté européenne (DG Recherche), le Conseil régional d'Alsace, le BMU (via le BGR), le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et l'ADEME.

Résultats du programme Soultz et perspectives

Le tableau suivant rappelle les principales étapes du projet.

Après diverses campagnes d'exploration et un test de circulation dirigée réalisé en 1997, plusieurs expérimentations hydrauliques à environ 5000 m de profondeur sont réalisées depuis 2003 entre les forages GPK2, 3 et 4, préalablement réalisés à cette profondeur afin d'obtenir une température de l'ordre de 200 °C en fond de puits. Par ailleurs, GPK3 et 4 ont été déviés afin d'éviter les « courts-circuits » hydrauliques, en éloignant les découverts actifs des puits tout en conservant leurs têtes très près les unes des autres. Les essais sont en cours depuis mi 2004 et le débit total exploité est obtenu en utilisant GPK3 comme puits d'injection et GPK2 et 4 comme puits producteurs (Fig. 2).

Les essais ont confirmé qu'avec un échangeur mis en place à cette profondeur, on pouvait espérer obtenir des débits d'environ 40 kg/s par puits de production avec une température en surface de l'ordre de 190°C. Ces ordres de grandeur permettaient d'envisager l'extraction de 50 MWth sur une période de plusieurs années et de tester la faisabilité d'une usine de production électrique d'environ 6 MWe.

Depuis fin 2004, on est entré dans l'étape de construction d'une petite centrale pilote d'électricité (Fig. 3), qui comporte elle-même deux phases :

- une phase de test thermique de l'échangeur souterrain visant à vérifier la quantité de chaleur extraite par la circulation de fluide et son évolution temporelle ;

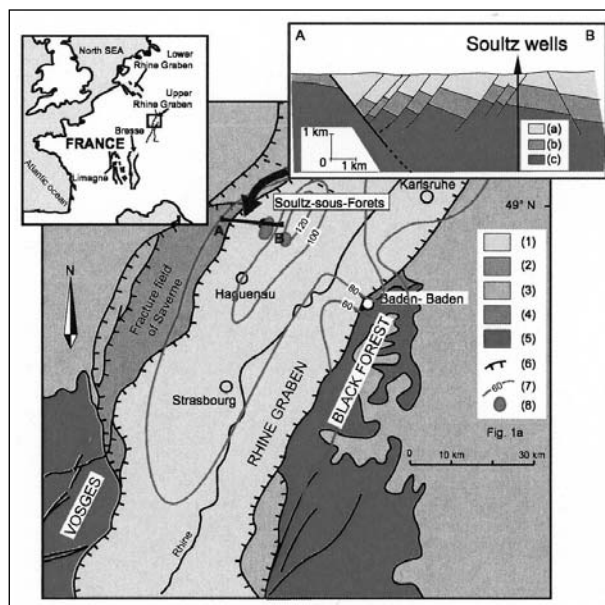


Figure 1. Localisation du site de Soultz-sous-Forêts et schéma géologique du graben du haut Rhin (document GEIE).

Légende : 1) sédiments cénozoïques, 2) volcanisme cénozoïque, 3) Jurassique, 4) Trias, 5) socle hercynien, 6) failles bordières, 7) distribution des températures à 1500 m de profondeur (Haenel et al., 1979), 8) anomalies thermiques locales (Haenel et al., 1979), coupe simplifiée à travers le site de Soultz (a) sédiments cénozoïques, b) sédiments mésozoïques, c) socle granitique).

Haenel et al., 1979 : Atlas of subsurface temperature in the European Community. Com. Eur. Communities. Subprogramme Geothermal Energy. Luxembourg.

1. Remerciements à André Gérard pour sa contribution à l'élaboration de ce texte. Courriel : gerard@soultz.net

Chronologie	Nature des opérations
1987	Forage du premier puits GPK1 à 2000 m.
1990	Création d'un réseau de puits d'observation à partir de puits pétroliers et exploration détaillée jusqu'à 2250 m, par carottage continu.
1992	Approfondissement de GPK1 à 3600 m ; température mesurée : 165°C.
1995	Forage du second puits (GPK2) à 3878 m ; distance entre puits : 450 m.
1997	Essai réussi de circulation (25 l/s) entre les deux puits pendant 4 mois ; puissance extraite : 10 MWth à 140 °C, pour une puissance de pompage <250 kWe.
2000	Approfondissement de GPK2 à 5010 m ; température mesurée : 203°C ; stimulation du découvert entre # 4500 m et # 5000 m.
2002	Forage à 5000 m du puits GPK3, à proximité immédiate de GPK2 ; température mesurée 203°C ; distance entre les découverts GPK2 – GPK3 : # 650 m.
2003/2004	Stimulation du découvert dans GPK3 et premiers tests de circulation GPK3 → GPK2 ; forage à 4985 m du puits GPK4, à proximité immédiate des deux précédents ; distance entre les découverts GPK3 – GPK4 : # 700 m.
2004/2005	Stimulation du découvert dans GPK4 puis essais de circulation hydraulique souterraine entre le puits d'injection central (GPK3) et les deux puits latéraux de production (GPK2 & GPK4).

■ une phase de construction de l'installation de conversion proprement dite.

Une attention particulière sera portée sur les points suivants :

- pompes et puissances requises pour la production et la réinjection ;
- nuisances environnementales éventuelles ;
- maintenance prévisionnelle des installations ;
- systèmes de refroidissement ;
- performances hydrauliques et thermiques du système ;
- cycles thermodynamiques de conversion.

Si les premiers résultats des tests de production de chaleur et du comportement de la première unité s'avèrent positifs, une décision sera prise pour accroître la production par une unité pouvant atteindre jusqu'à 4,5 MWe utilisant la même technologie de conversion et permettant de valoriser l'intégralité de la chaleur extractible. Cette unité devrait être opérationnelle au début de 2007. À partir de cette date le GEIE prévoit de poursuivre l'exploitation de l'installation dans le cadre d'un contrat de fourniture d'électricité ENR au réseau (15 ans) auquel l'installation est éligible.

Le coût global de la construction du pilote scientifique a été estimé à environ 60 M€ en y incluant les coûts de la recherche fondamentale (estimés à # 15 M€) effectuée par les partenaires scientifiques durant les six années de sa réalisation.

Les travaux en cours s'inscrivent dans un projet global sur la géothermie profonde de type HFR/EGS dont le déroulement est prévu en trois phases :

- pilote scientifique de 4,5 MWe jusqu'en 2007 ; c'est la phase en cours à Soultz-sous-Forêts ;
- prototype industriel de 25 MWe à l'horizon 2010 ;
- réalisation industrielle et diffusion à partir de 2015.

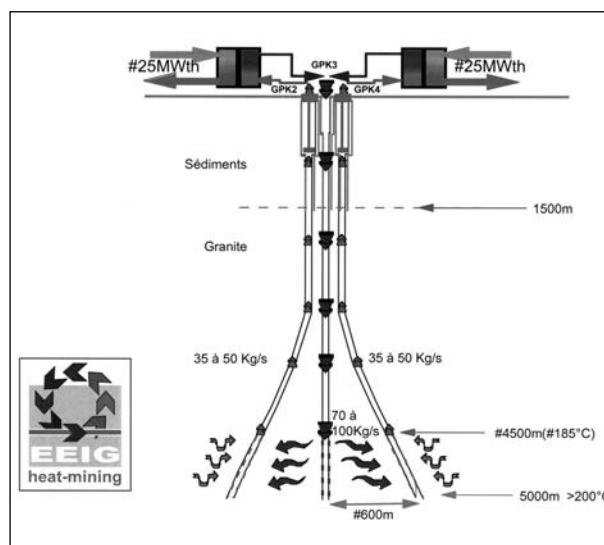


Figure 2. Esquisse prévisionnelle du pilote géothermique à Soultz-sous-Forêts (document GEIE).

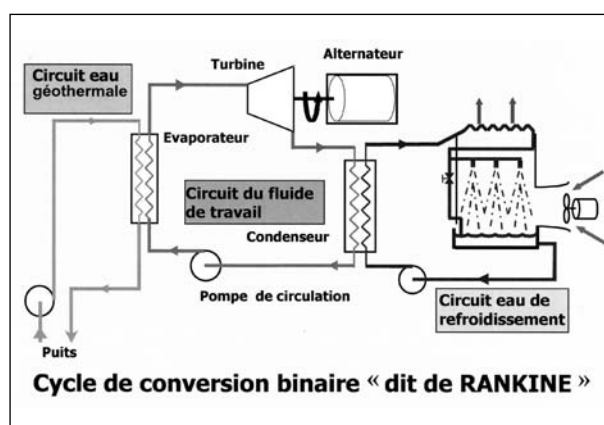


Figure 3. Schéma de principe du circuit pour la production d'électricité (document GEIE).