
La Géothermie à Haute Énergie

Jean-Jacques Graff

Définitions

L'énergie, l'enthalpie, la température,....

**Énergie sous forme de
Chaleur à haute température**

Les seuils usuels de température

- Le Code minier : 150° C
- La production d'électricité : 130 à 140° C
- La production de vapeur : 120° C

Les 3 différents types de ressources

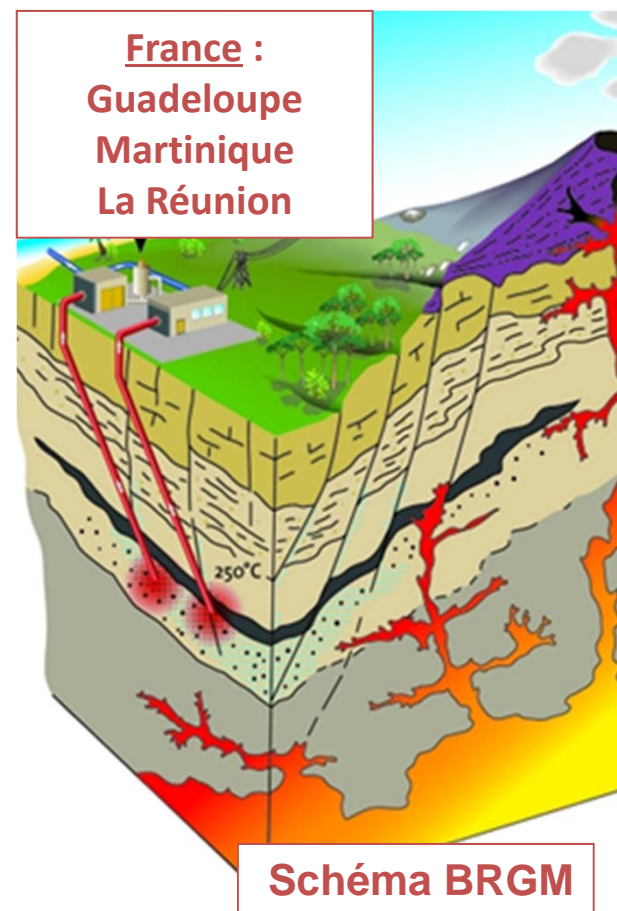
1. Les aquifères profonds (réservoir en milieu poreux)
2. Les zones volcaniques (réservoir fracturé)
3. Les fossés d'effondrement (réservoir fracturé)

1. Les aquifères profonds

- Une roche poreuse où circule de l'eau en grande profondeur
- La température de l'eau géothermale est celle de la profondeur (env. 3° /100m)
- Pour atteindre 150° C, il faut aller à plus de 4 à 5 km de profondeur
- Si l'eau est propre, possibilité de la rejeter en surface
- Pas de centrale de ce type aujourd'hui en France (potentiel du bassin parisien ?)
- Des centrales en Allemagne en Bavière par exemple
- Risque faible une fois identifiée (nappe horizontale)

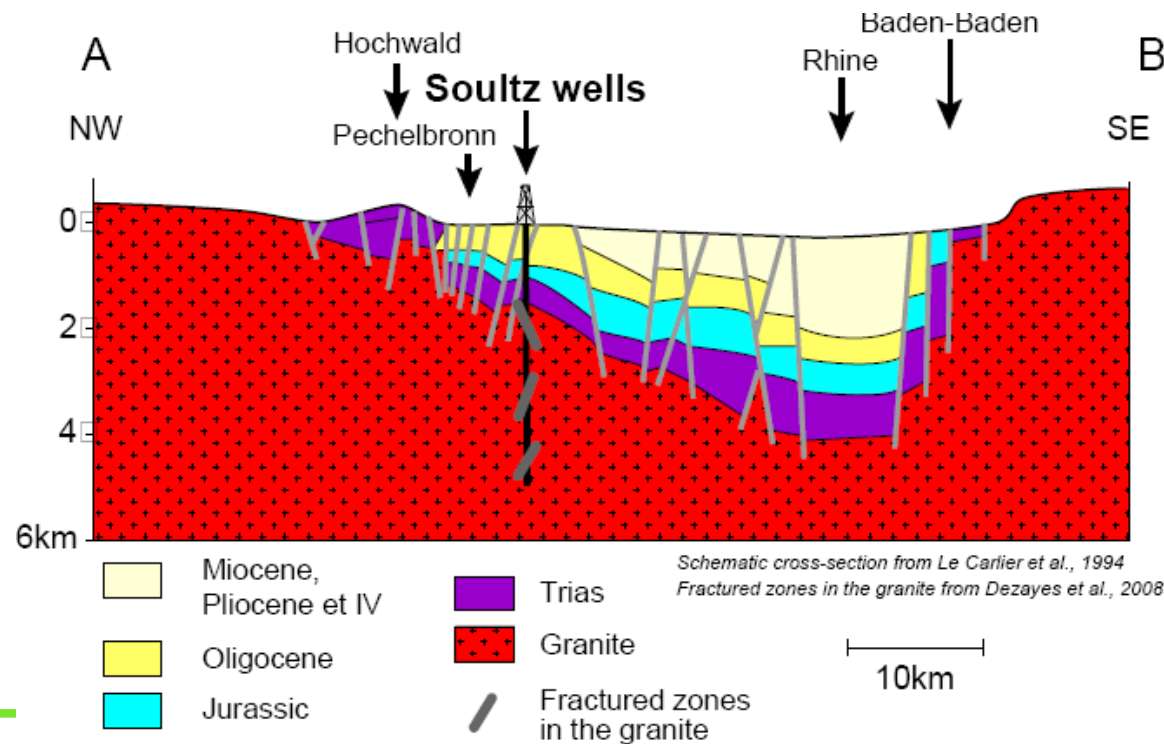
2. Les zones volcaniques

- Une roche fracturée par l'éruption volcanique
- La formation d'un réservoir rempli par l'eau de mer et l'eau de pluie chauffées par la proximité du magma
- Des forages pour atteindre le réservoir
- La production d'électricité, soit directement par la vapeur produite, soit par séparation de la vapeur de l'eau
- Si l'eau est trop agressive, il est nécessaire de passer par un circuit secondaire
- La réinjection de l'eau produite et valorisée pour recharger le réservoir



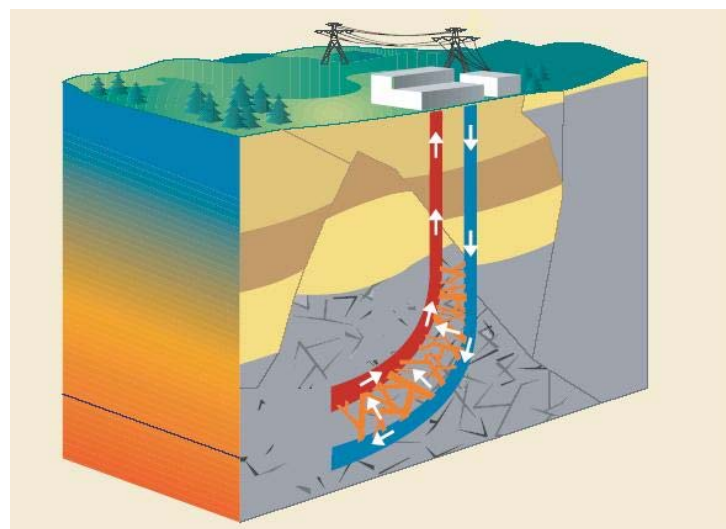
3. Les fossés d'effondrement

- Un réseau de fractures créé par la tectonique
- De l'eau qui descend sur les bordures
- Et qui remonte par percolation le long des failles verticales



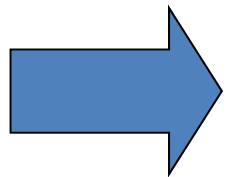
Le concept d'origine de Soultz-sous-Forêts

- Exploiter la chaleur des roches profondes
- Fortes températures à grandes profondeurs
- Indépendant du lieu géographique
- Créer artificiellement un réservoir dans des roches dures
- Système fermé
- Concept Hot Dry Rock
- Acronyme HDR



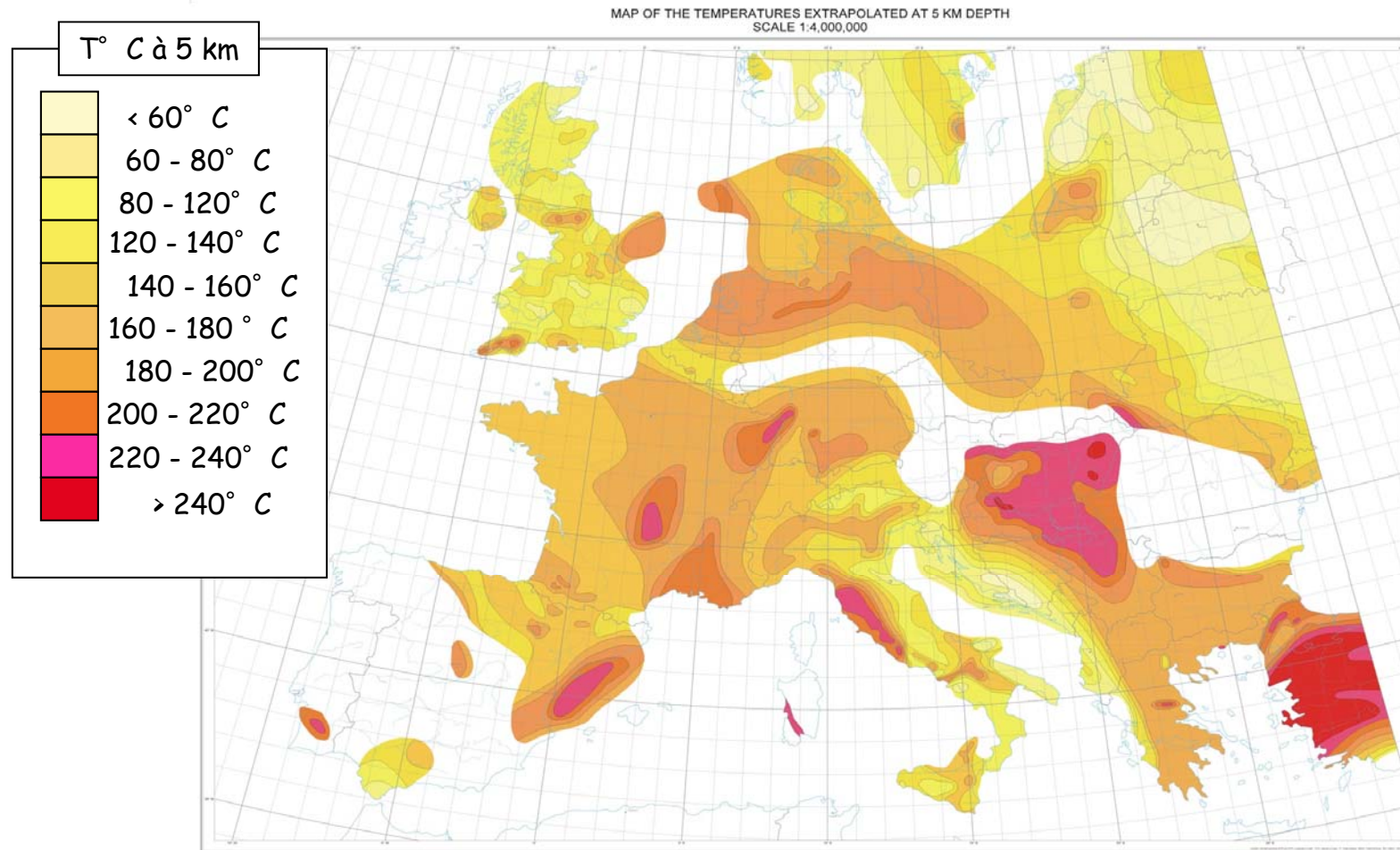
Le concept actuel à Soultz

- 1. On localise les gisements d'eau géothermale
- 2. On se connecte sur le réservoir par forage
- 3. On améliore la zone de drainage autour des puits
- 4. On pompe l'eau géothermale
- 5. On la valorise en surface en élec et/ou chaleur
- 6. On la réinjecte dans son milieu d'origine



SGS Systèmes Géothermiques Stimulés
EGS Enhanced Geothermal Systems

Les zones en France et en Europe



Les applications (1/2)

Zones volcaniques ⇒ production d'électricité

(+) Les températures sont hautes à faible profondeur ⇒ rendement ↗

(+) Détente de la vapeur directement sur la turbine ⇒ rendement ↗

(+) Les puissances disponibles sont intéressantes

et....

(-) Les utilisations de chaleur sont rares dans les zones volcaniques

Les applications (2/2)

Fossés d'effondrement \Rightarrow production de chaleur process ou électricité avec chaleur basse température

(-) Les températures sont moyennement hautes (150° C) \Rightarrow rendement élec \searrow

(-) La production vapeur est indirecte (agressivité de l'eau) \Rightarrow rendement élec \searrow

\Rightarrow Les puissances disponibles sont faibles en électricité, mais

(+) Les utilisations de chaleur hte et basse temp. sont courantes (tissu industriel)

(+) Les puissances disponibles en chaleur sont suffisantes pour des process vapeur

\Rightarrow On privilégie : soit la chaleur pour un process (Ecogi),
soit la cogénération : production d'électricité couplée avec la
valorisation de la chaleur résiduelle (rendement global \nearrow)

Les axes de développement

Zones volcaniques

- Poursuivre l'exploration du sous-sol en Outremer
- Développer le champ de Bouillante
- Trouver des utilisations de la chaleur résiduelle
- Créer un pôle d'expertise français en géothermie de type volcanique

Fossés d'effondrement

- Améliorer les outils de reconnaissance des réservoirs
- Développer les moyens de production d'électricité à température $< 150^{\circ}$ C
- Développer les équipements adaptés à l'agressivité de l'eau
- Continuer à utiliser Soultz comme laboratoire d'expérimentation
- Développer l'usage de la chaleur résiduelle (cogénération)

Les points d'attention

- **Maîtrise du risque environnemental (sismique, visuel, bruit, odeur,)**
- **Conception de projets rentables**
- **Acceptation des projets par les riverains**
- **Forte implication des collectivités territoriales et locales**
- **Association des pouvoirs publics pour accompagner la filière (lois, normes, ...)**
- **Développement d'une industrie créatrice d'emplois directs et indirects**
- **Appui sur le tandem science/industrie pour développer la filière (export)**

Pour continuer ...

www.geothermie-soultz.fr/



Merci pour votre attention