




La géothermie profonde : Le modèle ES

*Présentation à la Mission d'Information et
d'Evaluation de l'Eurométropole de Strasbourg
Le 6 mai 2021*

*ES : Béatrice PANDELIS, Directrice Générale Déléguée, Présidente ES Géothermie
& Albert GENTER, Directeur Général Adjoint ES Géothermie
Bernard KEMPF, Consultant pour ES*



Introduction

- **Une longue tradition dans le développement de la filière géothermie profonde dans le respect des savoir faire, règles minières et environnementales mais aussi de l'acceptabilité des Alsaciens**
 - ÉS présent au sein du "laboratoire" de Soultz-sous-Forêts depuis 1997
 - 2 centrales géothermiques en exploitation depuis juin 2016 (Soultz-sous-Forêts industrialisé & Rittershoffen)
 - Des titres miniers en Alsace du Nord et dans le Sud de Strasbourg (Illkirch-Erstein)
 - Concession pour la production d'électricité renouvelable (Soultz-sous-Forêts)
 - Concession pour la production de chaleur pour l'industrie (Rittershoffen)
 - Extraction de Lithium de l'eau géothermale 
- **Projet d'Illkirch :**
 - Réalisation d'un 1er puits dans le granite à 3300 m et réalisation des tests d'injection (2018-2020).
 - Etude de modélisation du réservoir et du second forage en cours
 - Arrêté Préfectoral de suspension de tous les projets dont Illkirch suite aux séismes ressentis à Vendenheim, arrêté notifié à ÉS le 15 avril 2021

Une énergie au service du territoire



- ÉS a construit et développé une compétence réelle dans la géothermie profonde, inscrite dans sa stratégie, pour contribuer à la valorisation des potentiels énergétiques de notre région.
- Avec une expérience de 34 ans au sein du GEIE Soultz, laboratoire dans lequel plus de 85 M€ ont été investis depuis sa création, ÉS y a développé la technologie EGS.
- La réussite du projet à Rittershoffen, une centrale qui démarre en juin prochain sa 6^{ème} année d'exploitation, démontre la pertinence, la maturité et l'intérêt majeur de cette technologie.

Le développement du savoir-faire

Un développement combiné entre le savoir faire académique, l'EOST (l'École et Observatoire des Sciences de la Terre, l'Université de Strasbourg et le CNRS) et le savoir faire industriel d'ÉS



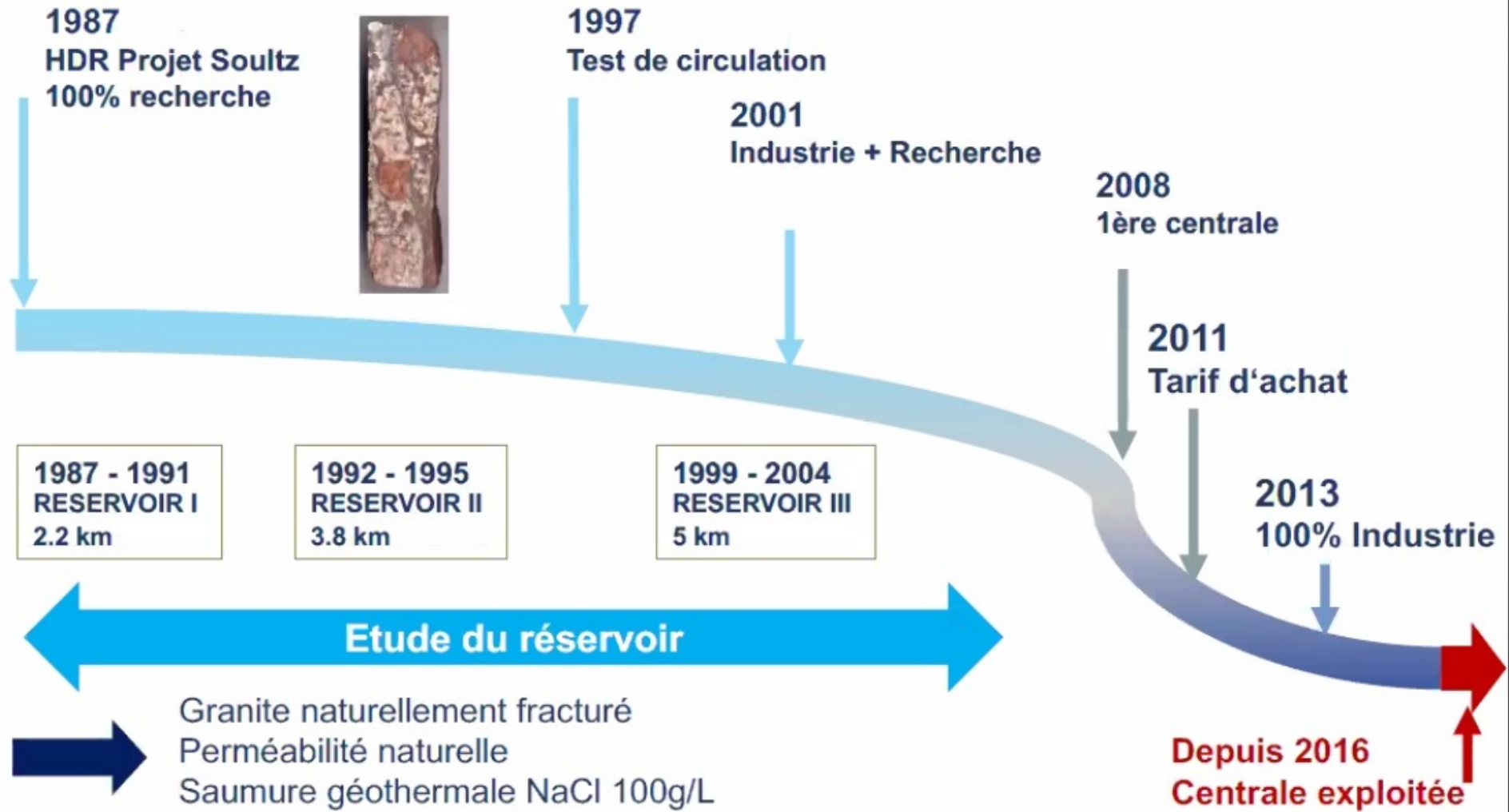
- Un « Laboratoire d'Excellence »
- Un Consortium COGEOS avec plus de 2 millions investis en matériels mis à disposition de l'EOST pour la R&D appliquée et en projets de recherche
- Une Chaire industrielle sur la géothermie
- Plus de 300 publications scientifiques avec la contribution des équipes d'ES Géothermie qui ont permis de comprendre, structurer, modéliser et fixer la méthodologie dans tous les domaines concernés (réservoir, géochimie, radioactivité, sismicité, modèle géologique, etc)

Le développement de compétences fortes

Dotée de compétences expertes et assurant une veille scientifique, ÉS a acquis une expertise internationale reconnue, et développe un savoir faire prouvé dans la géothermie profonde



Plus de 30 années de recherche et développement



Recherche & partenariats à l'échelle locale et nationale

Membre fondateur du LabEx G-GEAU-Thermie Profonde
Co-fondateur d'une Chaire de géothermie profonde



Fortes coopérations scientifiques



Projets de recherches appliquées nationaux

EGS Alsace



Exploration géothermique



DEEP EM



Technologies de pompage et extraction du Li



Recherche & partenariats à l'échelle européenne



Technologie de forage :



Développement des réservoirs :



Exploitation des centrales :



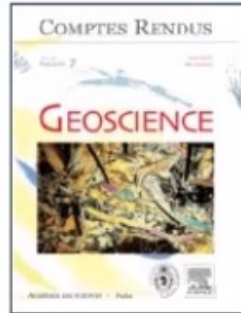
Impacts environnementaux :



Extraction du lithium :

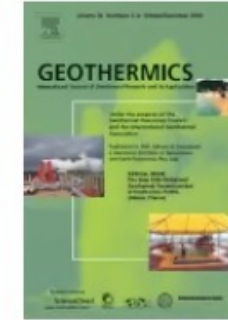


Contribution aux publications et présentations publiques

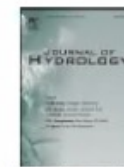
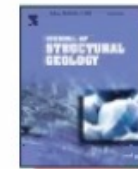
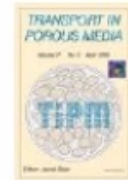
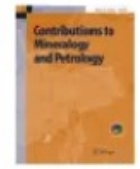
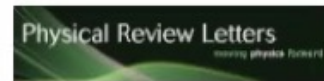


June 2010

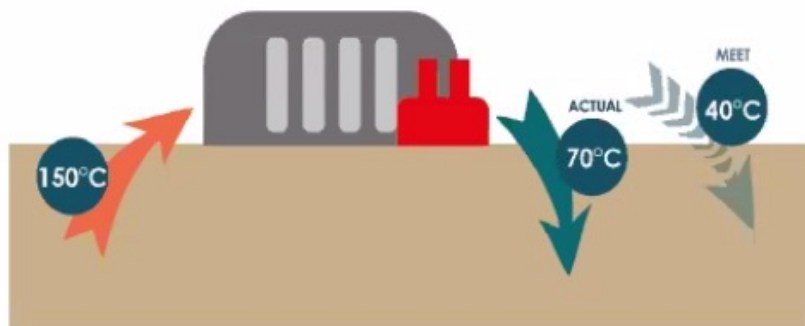
- Environ 300 publications internationales
- Plus de 1000 présentations dans congrès
- Formation de plus de 100 étudiants (master, ingénieur)
- Environ 60 thèses de doctorat



Dec. 2006



Exemple de recherche appliquée projet MEET : réinjection à basse température



Déploiement d'une fibre optique dans EPS-1 / Soultz



Essai préliminaire

- Echangeur test à 10% du débit – 3 mois
- Analyse de la corrosion et des dépôts
- 1^{er} Modèle hydrothermique

Essais réalisés



Test grandeur nature

- 100% du débit – 5 mois
- Production d'électricité avec une unité ORC mobile
- Suivi environnemental renforcé

Fibre optique, ORC, Capteurs

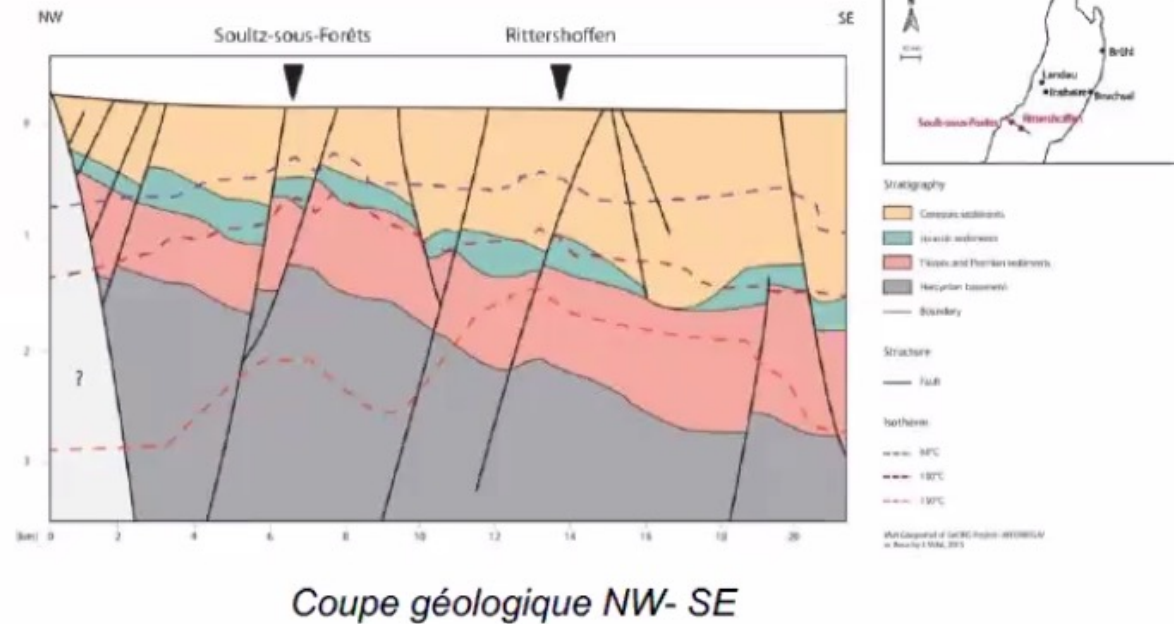


Modélisation long terme du réservoir

- Données additionnelles (analogues + OVSP)
- Modélisation hydrothermique et géomécanique
- Modélisation géochimique

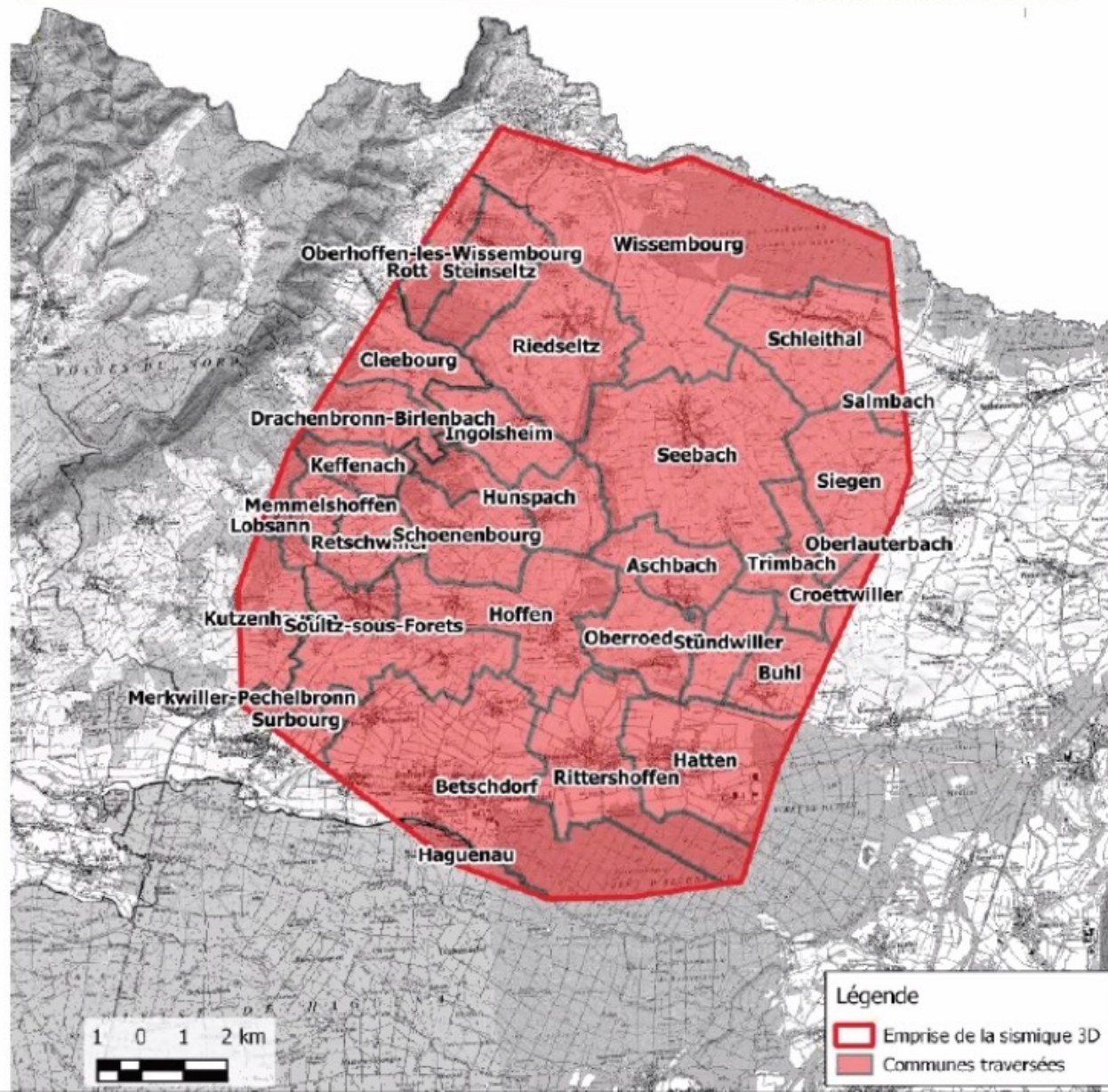
Phase 1 réalisée

Géologie locale en Alsace du Nord



Réservoir : le granite naturellement sous la couverture sédimentaire

Cartographie 3D Alsace du Nord



Surface explorée :
180 km²
42 communes

27 000 Points de
mesure

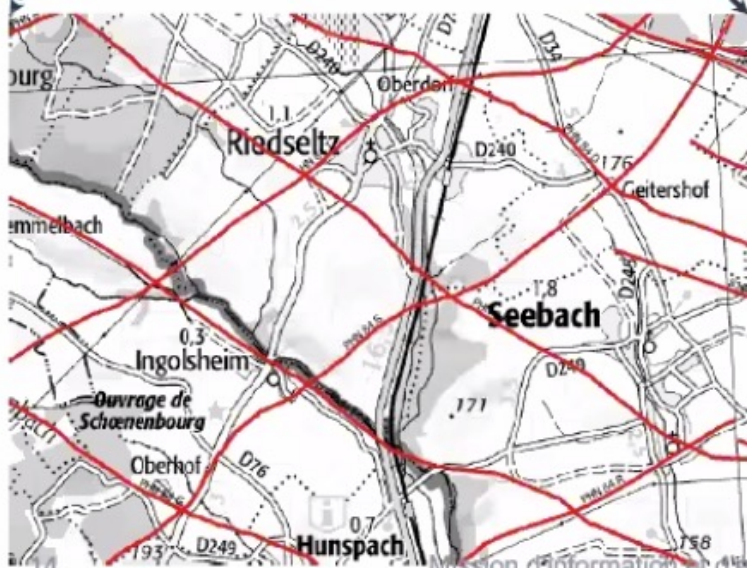
Cartographie 2D et 3D : évolution majeure de la connaissance du sous-sol vers une échographie 3D



Cartographie 2D des années 1980:

Distance entre 2 lignes de capteurs: 2 000m

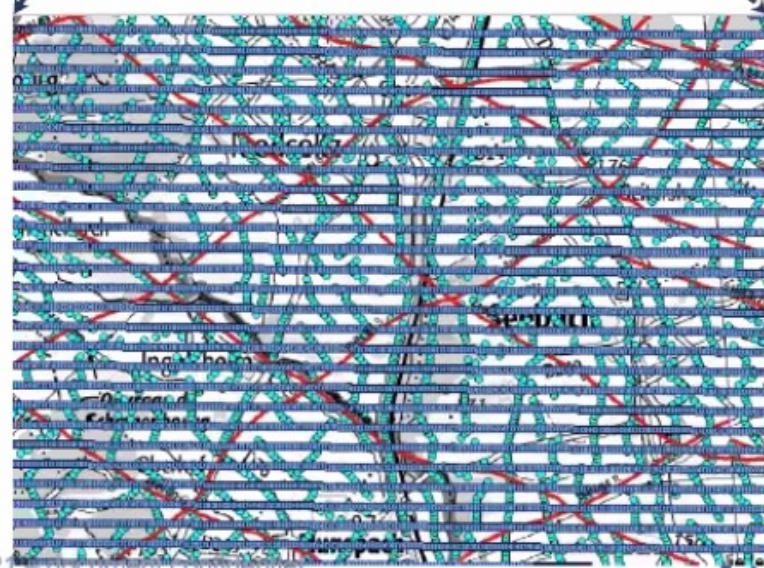
Distance entre ligne source: /



Cartographie 3D Nord Alsace:

Distance entre 2 lignes de capteurs: 200m

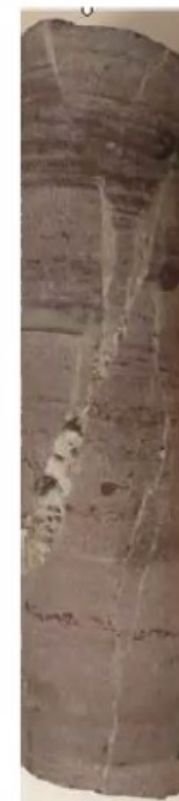
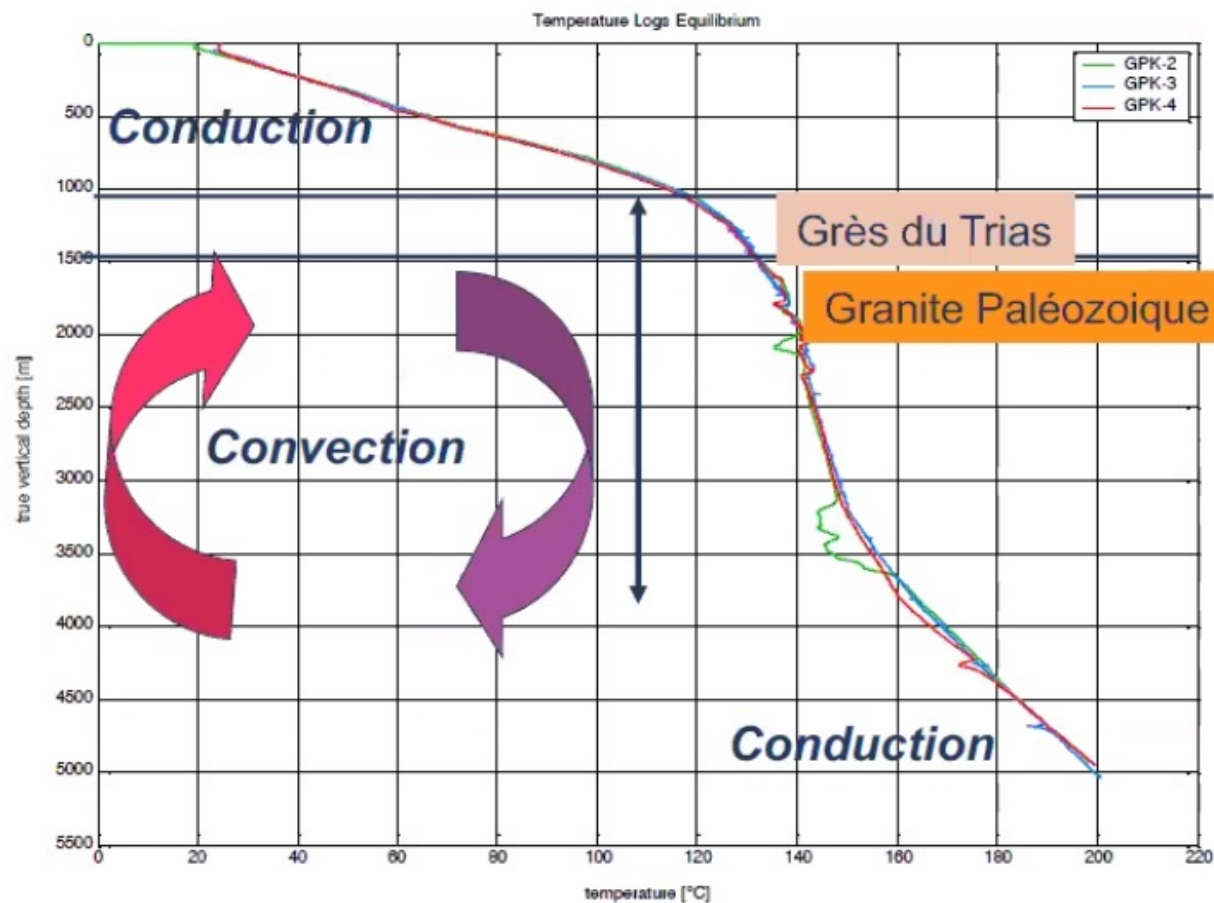
Distance entre lignes source: 320m



La température du sous-sol et l'effet "convection"



Granite



Grès



Circulation naturelle dans le granite à Soultz

La géothermie dans les ENR du territoire

- **Les ENR et la géothermie profonde : axe de développement important d'ÉS**
- **Une stratégie et un positionnement confortés en 2016 : les ENR sont devenues la 4^{ème} activité du groupe ÉS avec 3 centrales en exploitation depuis le second semestre 2016**
- **Viabilité de la Géothermie Profonde démontrée sur Soultz (production d'électricité) et sur Rittershoffen (production de chaleur)**
- **Une forte ambition de l'EMS dans son plan climat territorial pour 2030, avec l'objectif de 100% ENR en 2050**
 - Baisse des émissions de GES de 40 % et des consommations d'énergie de 30 %, 30 % d'ENR dans le mix énergétique d'ici à 2030.
 - Nécessité de «verdir» les réseaux de chaleur pour permettre le développement des projets urbains, nouvelle image d'une EMS attractive.
- **Un projet commun EMS / ES qui se précise**
 - Depuis plusieurs années, intérêt et soutien de la ville d'Illkirch pour développer un projet de géothermie sur son territoire avec ÉS et alimenter un futur réseau de chaleur urbain qui deviendrait le 4^{ème} réseau majeur de l'EMS.

Les centrales de production ENR en exploitation

En 2016, les 2 premières centrales de géothermie profonde ont été mises en service par ES en France :



Soutz-sous-Forêts, industrialisation du site pilote en une centrale de 1,7 MWélec , la centrale alimente le réseau électrique, injection de 8 GWhélec/an

*Réservoir : Granite fracturé
Saumures, ~100g/L, NaCaCl
Lithium 160mg/L
1.7MWe ORC
 $Q > 30L/s$ & $T^{\circ} > 150^{\circ} C$*

Les centrales de production ENR en exploitation

Rittershoffen, la centrale de 24 MWth alimente en chaleur le site industriel de Roquette à Beinheim : 190 GWh/an de chaleur destinée au process industriel de Roquette

Réservoir : Granite fracturé

Saumures, ~100g/L, NaCaCl Lithium 180mg/L

24MWth Chaleur pour industrie

2 puits @ 2 600m, $Q > 70\text{L/s}$ $T^\circ > 170^\circ \text{C}$



Les centrales de production ENR en exploitation

Aujourd'hui ES produit sur son territoire :

- Plus de 300 GWh /an de chaleur ENR
- Plus de 80 GWh /an d'électricité ENR



Le projet de centrale à Illkirch : vue perspective du permis de construire



Le projet de centrale géothermique à Illkirch

2010 :

- Projet initié suite à une étude de prospective commanditée par la ville d'Illkirch-Graffenstaden
- Objectifs du projet : réduire l'empreinte carbone et développer les ENR au service des habitants avec une production de chaleur en hiver et mi saison, et une production d'électricité lorsque l'enlèvement chaleur est faible ou nul (été)
- Réunions d'information du public

2015 : Campagne d'exploration (campagne de mesures avec camions vibrateurs, présentés lors du marché un samedi matin de juin 2015)

2017 : Signature d'un protocole de fourniture de chaleur avec l'Eurométropole de Strasbourg

2018 – 2019 : Forage puits "GIL-1" de mi-2018 à mi-2019

2019 – 2020 :

- 2 campagnes de tests : Automne 2019, arrêtée par prévenance des événements sismiques Strasbourg Nord, puis reprise et achèvement en septembre 2020
- Lancement d'une modélisation hydro-thermique du réservoir après tests, durée 9 à 12 mois (société Schlumberger avec appui filiale ESG)

Le projet de centrale à Illkirch : les dispositifs fixés à l'Arrêté Préfectoral

- Contrôle du bruit
- Contrôle des aquifères
- Contrôle de la sismicité
- Protection des aquifères
- Système assurantiel répondant aux dispositions du code minier , à l'inverse du code des assurances (preuves à charge de l'opérateur et non du sinistré : RC MOA, RC environnementale, TR Forages et TRC
 - Sismicité induite
 - Affaissement et/ou gonflement de terrain
 - Atteinte à la nappe phréatique
 - Couverture de dommages en Allemagne

La géothermie, une énergie au service de la transition énergétique du territoire

- Un réservoir d'eau géothermale disponible dans la durée, sous nos pieds, avec des températures atteignant voire dépassant 150 °C
- Une alternative de production de chaleur « verte », décarbonée :
 - » Réseaux de chaleur urbains
 - » Process et chaleur pour les Industriels
 - » Production d'électricité verte
- Une énergie **non intermittente** et disponible 24 heures sur 24
- Une énergie qui répond aux besoins de développement d'une **économie circulaire**, à l'échelle locale avec **création d'emplois** et de richesse au sein du territoire
- Une énergie dont le coût reste principalement lié à l'amortissement de l'investissement, un coût non dépendant de l'évolution des énergies fossiles dans la durée, **non volatile**



Une belle énergie renouvelable sur notre territoire, exploitable dans un respect maximal de l'environnement, avec la connaissance du sous-sol, ses contraintes et ses difficultés, et avec l'acceptabilité de la population