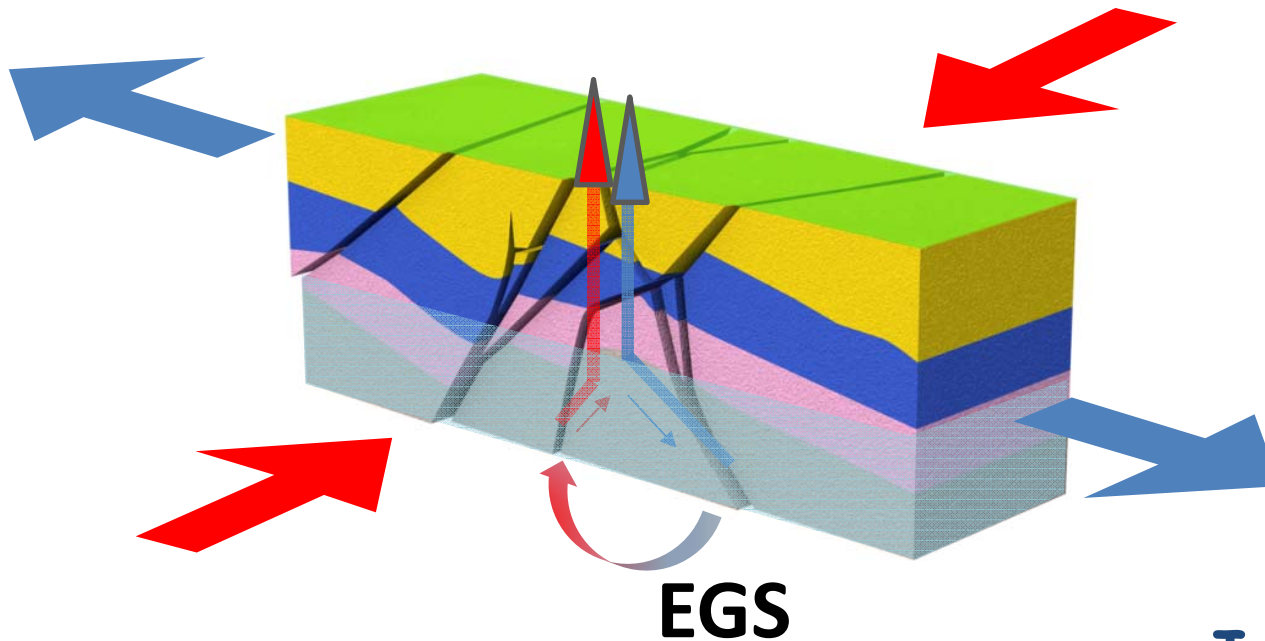


Fondements scientifiques de la géothermie profonde en Alsace



Jean Schmittbuhl

EOST (UdS/CNRS)

LabEx G-eau-thermie Profonde

Chaire industrielle de Géothermie Profonde



Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre

La géothermie profonde à l'EOST

Ecole d'ingénieur de Géophysique
Licence/Master/Doctorat



BCSF-RéNaSS
Service National d'Observation (INSU)



Insu



Université de
Strasbourg
CNRS



Labex G-eau-thermie Profonde

3 partenaires alsaciens
une logique de site

1 comité scientifique
international

Des collaborations renforcées :

- BRGM (Division de géothermie)
- KIT (Chaire de géothermie)



Groupe ES
ES-Géothermie



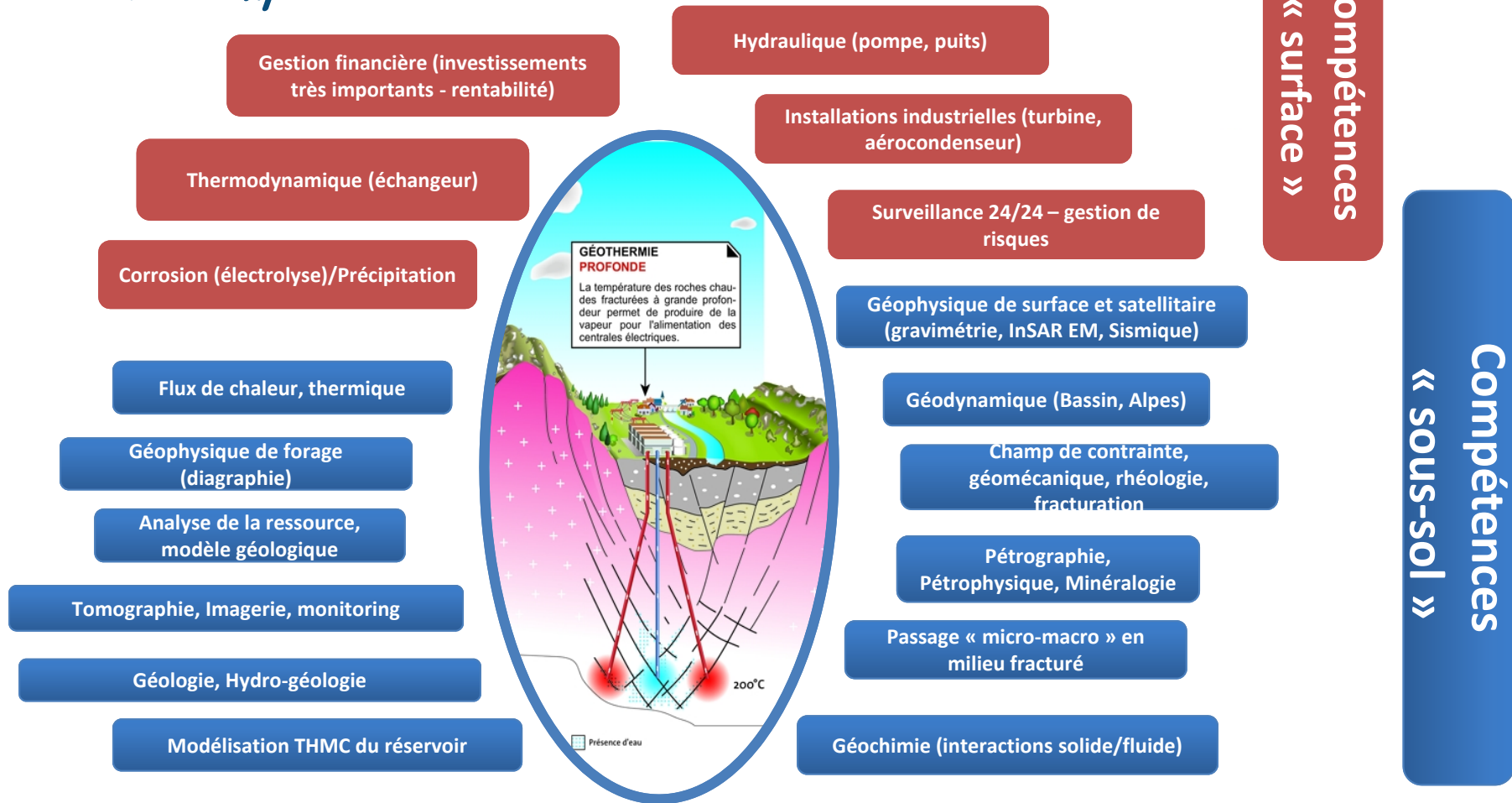
GEIE EMC
Soultz-sous-Forêts



Les compétences pour la géothermie profonde EGS en Alsace

1 cible - N compétences

1 continuum recherche fondamentale <-> recherche appliquée



EOST: **compétences « sous-sols »**: ~ 50 chercheurs impliqués – 1 axe de recherche transversal

- Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS) – UMR 7516
- Laboratoire d'Hydrologie et Géochimie de Strasbourg (LHYGES). – UMR 7517

Objectifs de la présentation

- Introduction à des notions générales pour une meilleure appréhension des projets de géothermie profonde en Alsace
 - La réunion du SPPPI du 24 mai 2012
- ➔ ● Eléments d'expertise scientifique actualisés
- Présentation des projets de géothermie profonde en cours en Alsace: Sultz-sous-Forêts / Rittershoffen(ECOGI)
 - 30 ans d'histoire de la géothermie profonde en Alsace
- ➔ ● Généralités/spécificités des sites
- Expertise(s) et Contre-expertise(s) des projets industriels à venir sur l'Eurométropole
 - Présentation détaillée des projets industriels par les porteurs de projet: ES / FONROCHE
 - DREAL Alsace

« Expertise scientifique »

- **Principe de précaution / principe d'innovation responsable**

- « L'information du public et l'élaboration des décisions publiques s'appuient sur la diffusion des résultats de la recherche et le recours à une expertise scientifique indépendante et pluridisciplinaire » (*amendements à la charte de l'environnement de 2004, 27 mai 2014*)
- « Cette expertise est certes perfectible mais elle reste à ce jour le moyen le plus raisonnable d'agir. Agir sans s'appuyer sur l'expertise scientifique porte un nom : l'obscurantisme » (*G. Fioraso, Secrétaire d'Etat*)

- **Sommes-nous « experts scientifiques »?**

- Quelles compétences? Quels liens entre les champs scientifiques, liens avec les implications économiques, sociales, éthiques? Quelle intégration des compétences?
- Quelle indépendance? Lien entre compétence et indépendance?
- Quelle confrontation des points de vue? Le débat scientifique

- **Que faire de l'expertise ?**

- La question de la confiance du public envers les experts?
- La question de l'acceptation des expertises par les décideurs? Le temps ?

Comment exploiter la géothermie profonde en Alsace ?

Principes et éléments de contexte

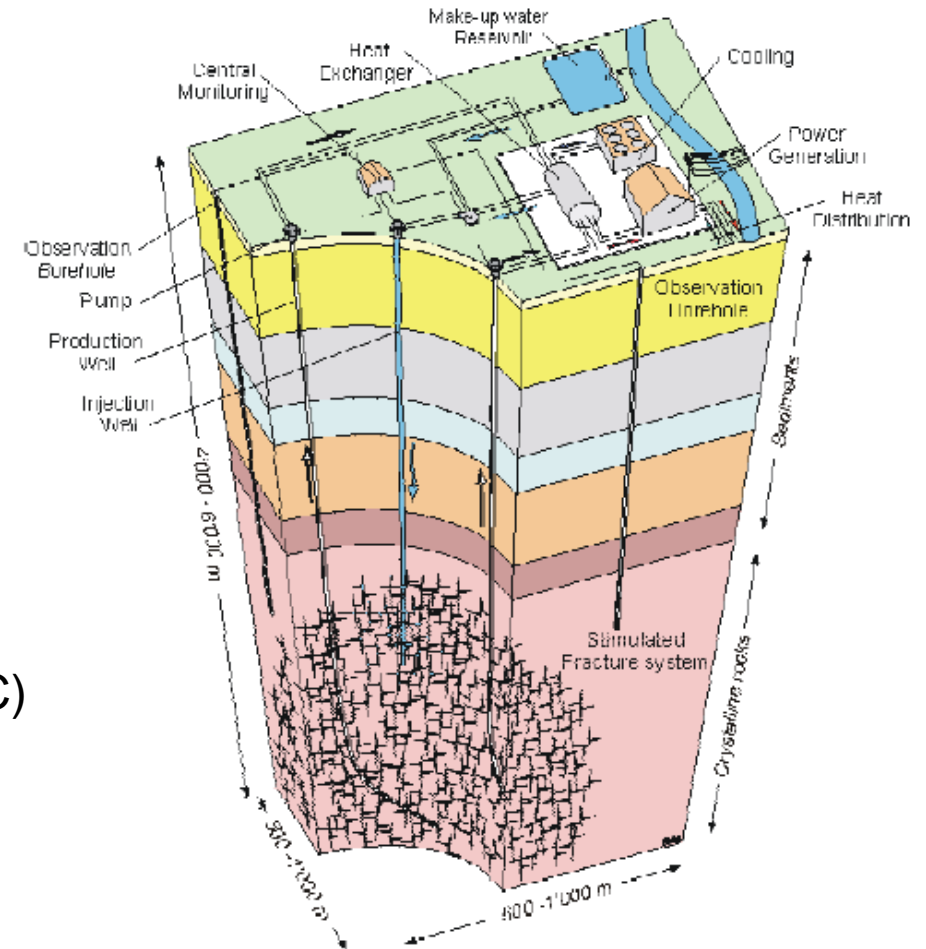
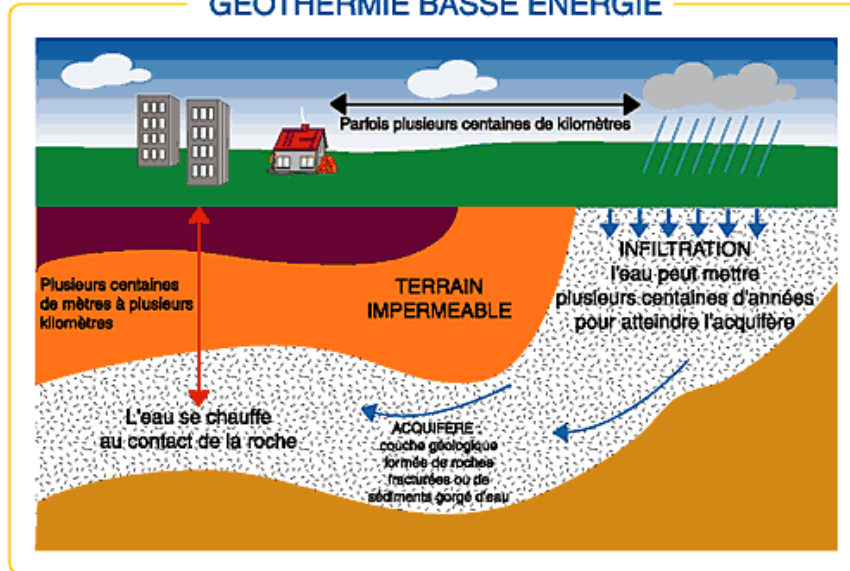
- Les différents types de géothermie

Type de géothermie	Caractéristiques du 'réservoir'	Utilisations
Très basse énergie	Nappe à moins de 100 m Température < à 30°C	Chauffage et rafraîchissement de locaux, avec pompe à chaleur <i>Technologie mature</i>
Basse énergie	30°C < Température < 150°C	Chauffage urbain, utilisations industrielles, thermalisme, balnéothérapie <i>Technologie mature</i>
Moyenne et Haute énergie (géothermie profonde) conventionnelle/ non conventionnelle (EGS)	150°C < Température < 350°C	<i>Conventionnelle: Technologie mature</i> Production d'électricité et de chaleur <i>EGS: Technologie non mature!</i>



La géothermie haute température non conventionnelle - les principes

GÉOTHERMIE BASSE ÉNERGIE

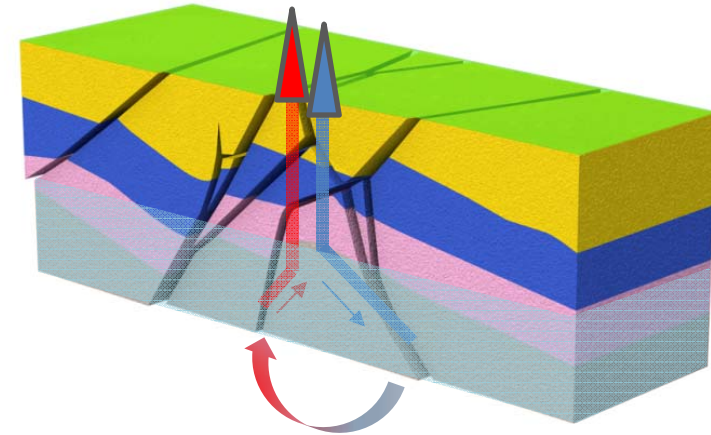
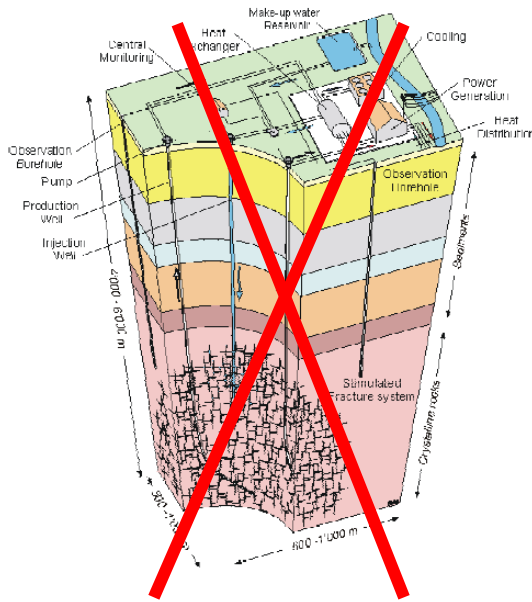


Concept 1: 'Hot Dry Rock' (HDR)

- Forer 2 ou 3 puits pour accéder à la zone réservoir cible ($T > 200^{\circ}\text{C}$)
- Créer un aquifère en profondeur par fracturation dans le volume
- Faire circuler un fluide « artificiel » en boucle fermé
- Extraire la chaleur de la boucle géothermale par une boucle secondaire
- Produire de l'électricité

La géothermie haute température non conventionnelle - les principes

HDR
Hot Dry
Rock



EGS

Enhanced
Geothermal
System

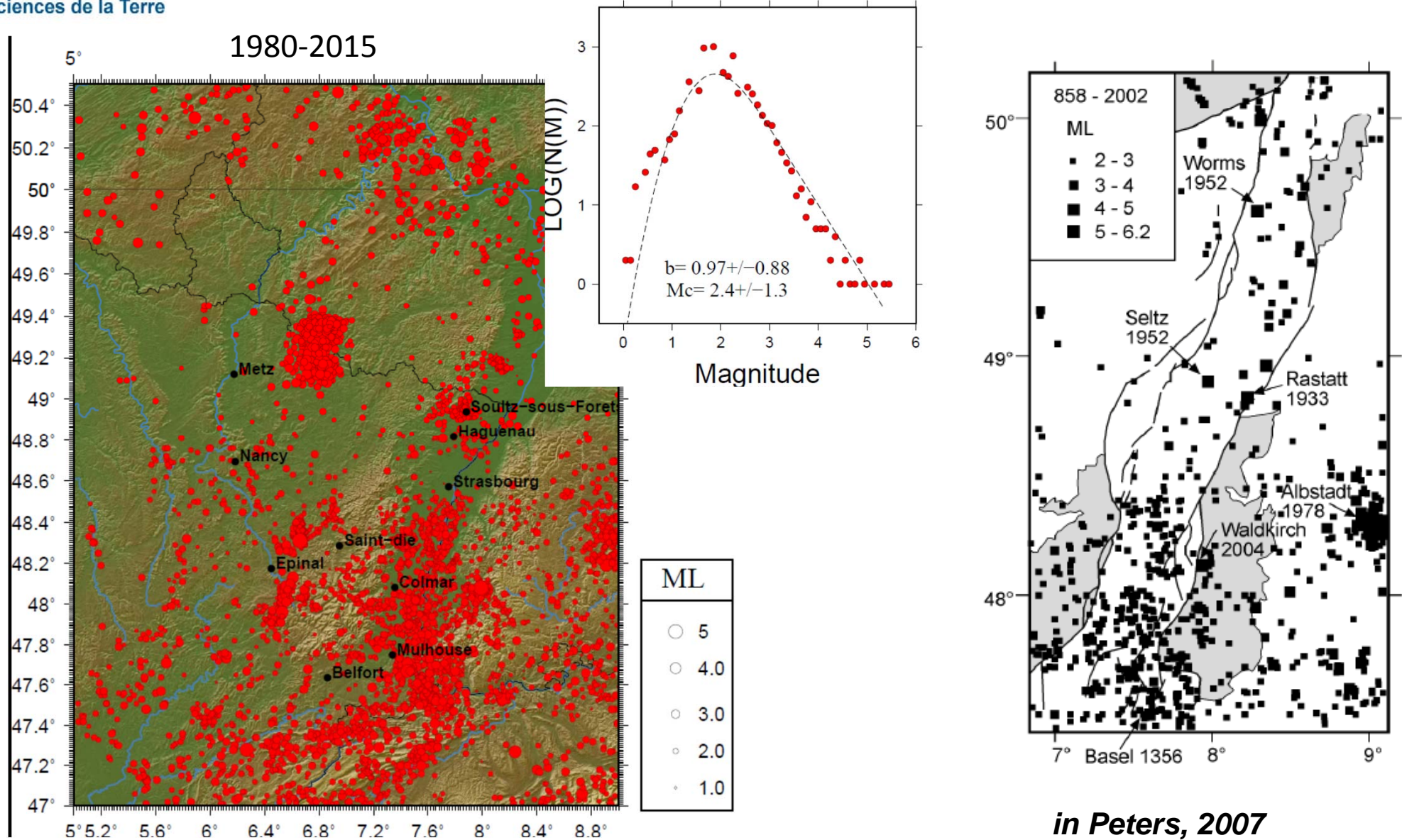
Concept 2: 'Enhanced Geothermal System' (EGS)

- Forer 2 ou 3 puits pour accéder à la zone réservoir cible ($T > 200^{\circ}\text{C}$)
- ~~Créer un aquifère en profondeur par fracturation dans le volume~~
- ~~Faire circuler un fluide « artificiel » en boucle fermé~~
- Extraire la chaleur de la boucle géothermale par une boucle secondaire
- Produire de l'électricité

Utiliser les failles existantes et développer leur connectivité avec les puits
Faire circuler le fluide naturel dans une boucle semi-ouverte

selon tarifs + chaleur (co-génération)

Le contexte: La sismicité naturelle

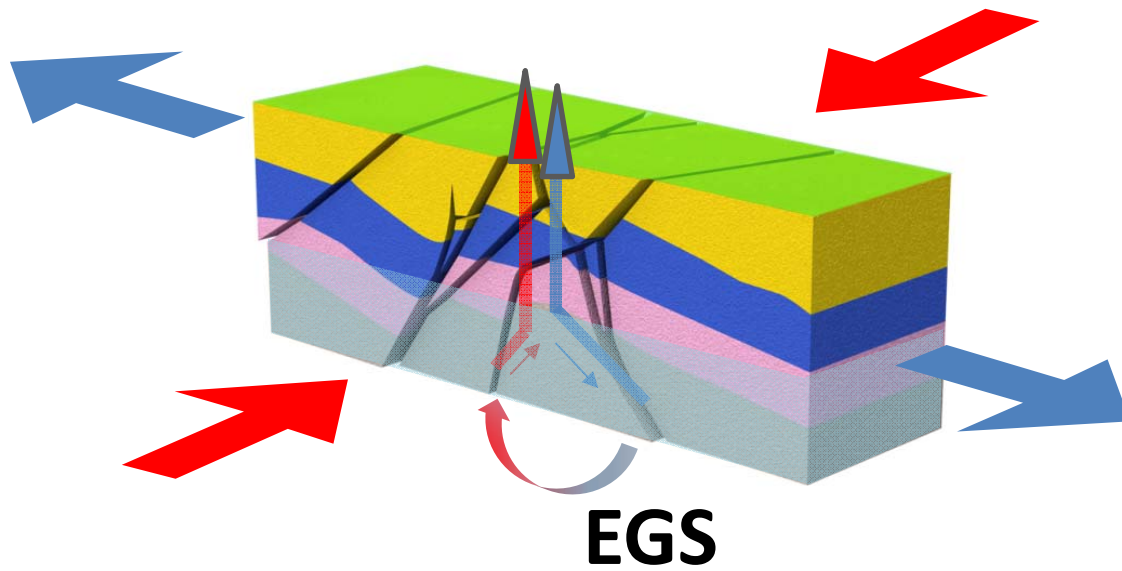


RENASS/BCSF

in Peters, 2007

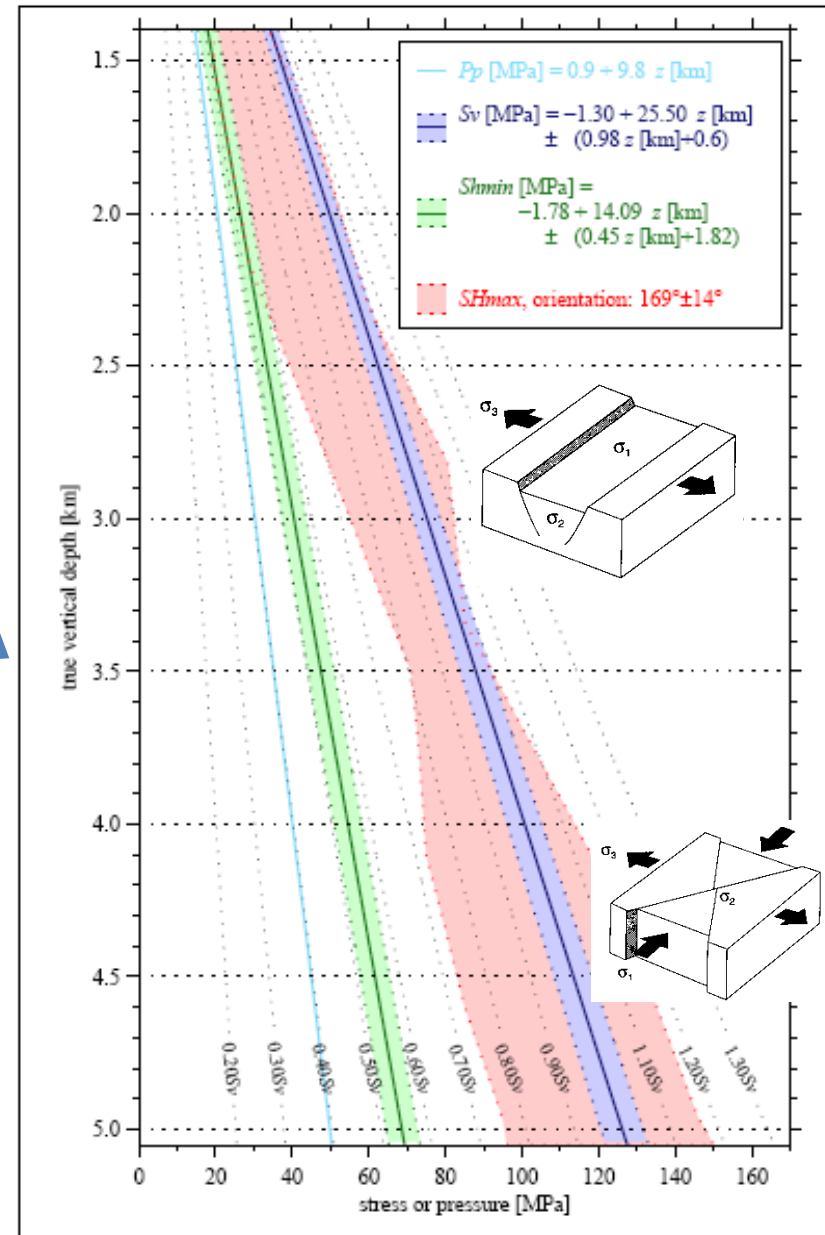
From Valley, 2007

Le contexte: Les contraintes régionales



Un chargement mécanique naturel

→ Energie élastique potentielle

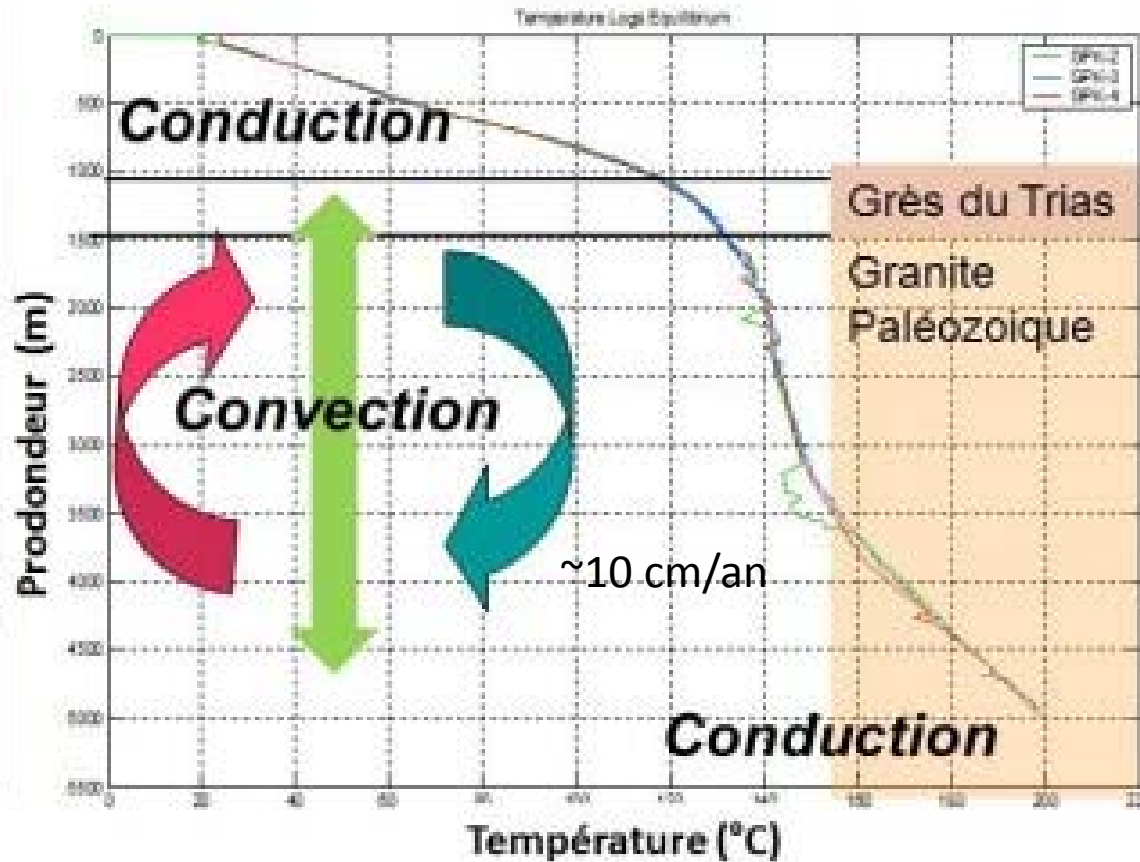


From Valley, 2007

Profils thermiques dans les puits



Granite
altéré
fracturé



Grès
fracturés



Circulation naturelle dans des zones fracturées et altérées du granite et du grès

Contexte: Un sous-sol plutôt bien connu en Alsace

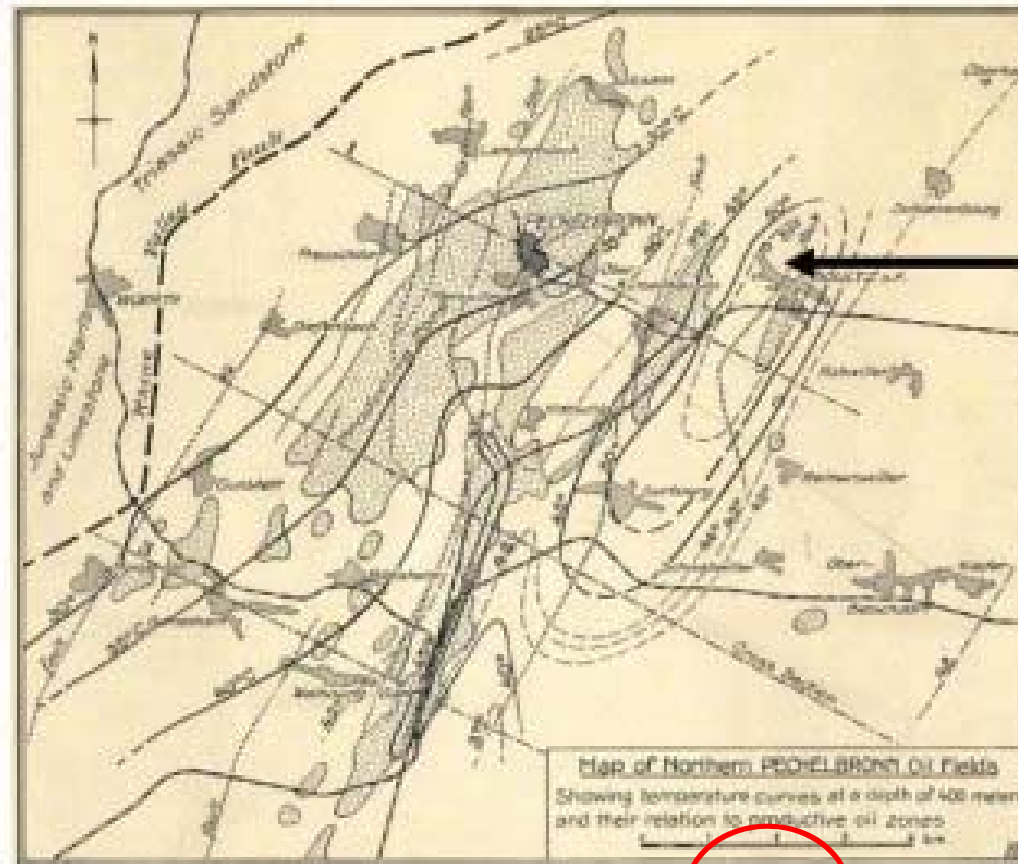
L'apport des études pétrolières dans la couverture sédimentaire

Cartographie géothermale



L'Alsace: Une longue histoire de forages (Pechelbronn):

Plus de 5000 puits pétroliers en Alsace (2850 déjà avant 1916 Pour 760 km de total cumulé)



50°C à 400 m de profondeur

Hass & Hoffmann 1929






Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre

Contexte: Un sous-sol plutôt bien connu en Alsace

• <http://maps.geopotenziale.eu>



 Deutsch
 English
 Français

INTERREG IV Rhin Supérieur

Potentiel géologique profond du Fossé rhénan supérieur



GeORG visualisateur de cartes métadonnées GeORG

+ Chercher un lieu

- Thème/contenu

Tous contenu

Ma sélection

Applications et thèmes

GeORG Projet

GeORG Données maîtres

Zones modélisées

Plan de position des forages

Carte géologique

Carte structurale

Plan de position des profils sismiques

GeORG data du Isohypse

Isohypse de la Base du Plio-Quaternaire

Isohypse de la Base de la Formation de Landau

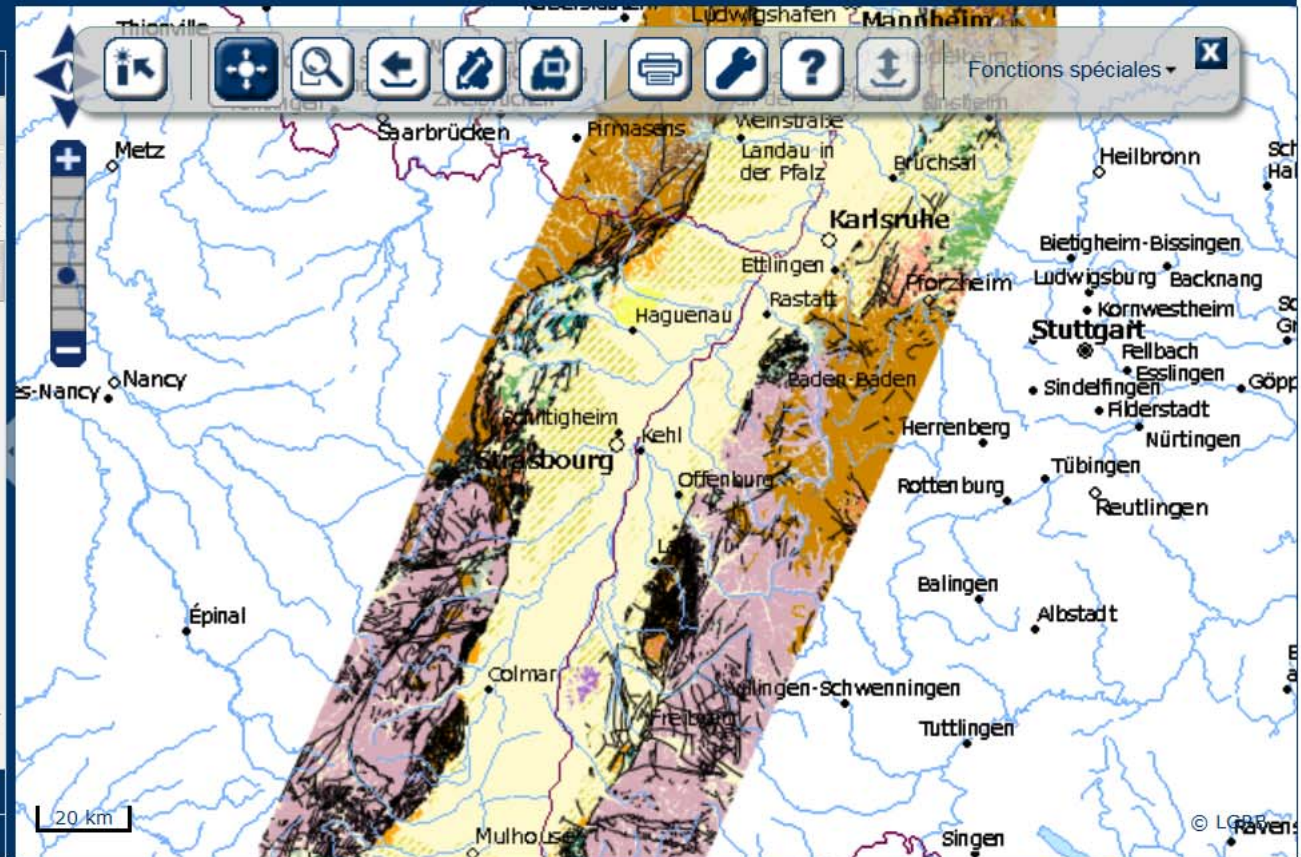
Isohypse de la Base de la Formation de Froidefontaine

Isohypse de la Base du Tertiaire

Isohypse de la Base du Rauracien (Malm)

+ Service

+ Mentions légales



Carte de base: Vektor

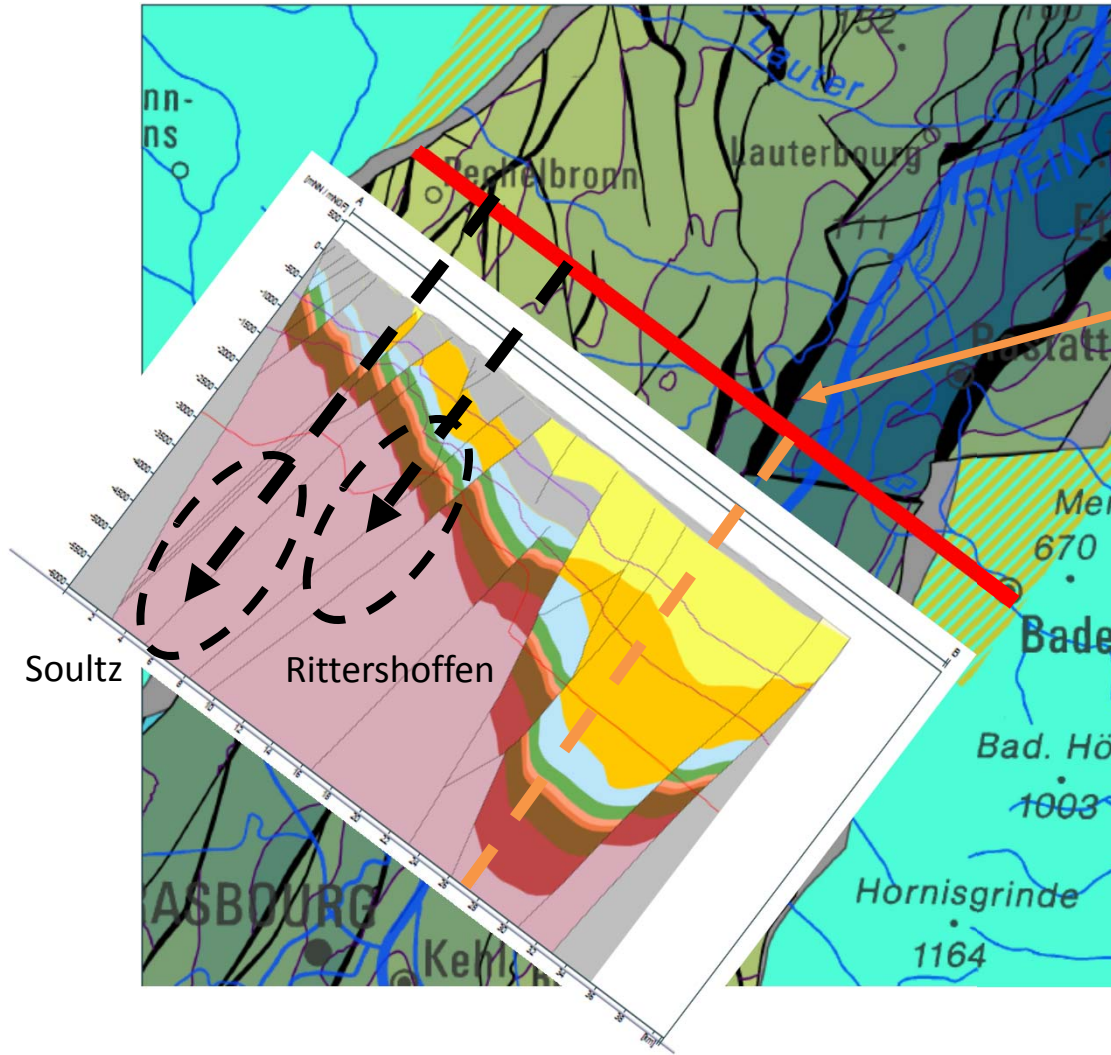
Carte de base au premier plan

Relief

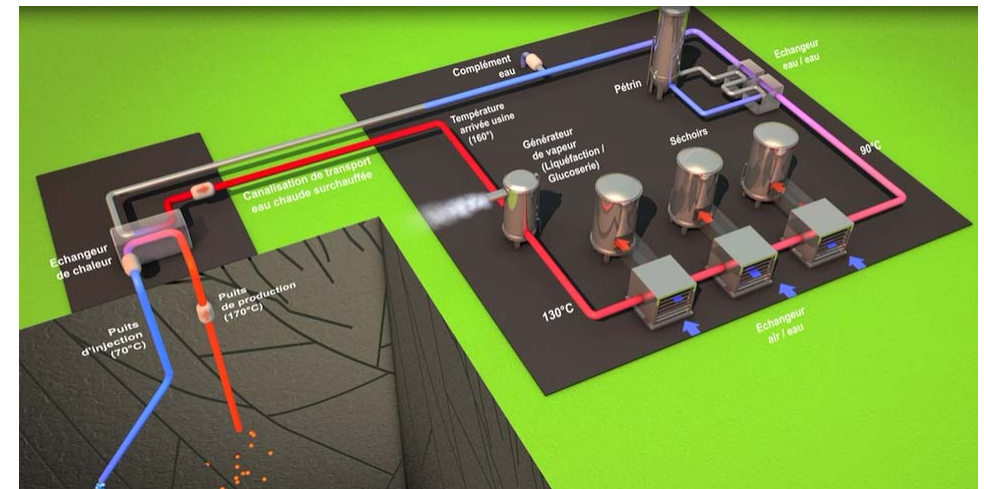
Echelle: 1:1.280.000

Projection: ETRS89-UTM32N

Variabilité spatiale Sultz/Rittershoffen



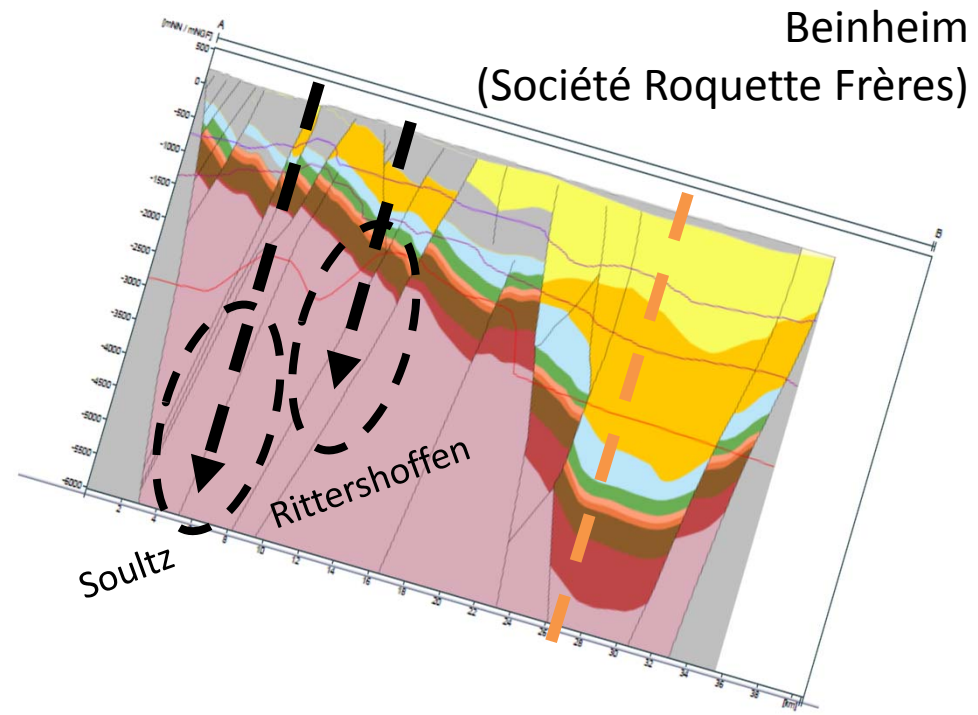
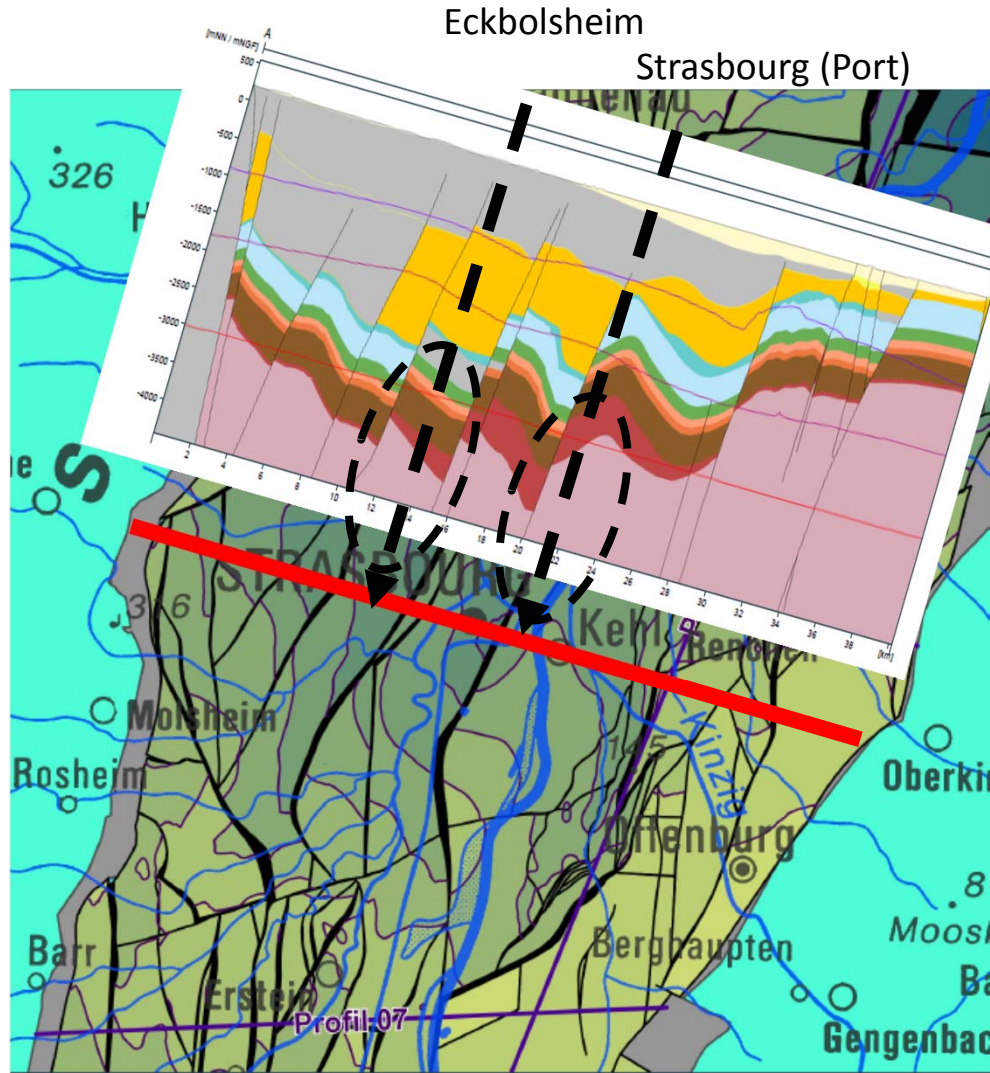
Beinheim (Société Roquette Frères)



Données GEORG (<http://www.geopotenziale.org>)

Variabilité spatiale Sultz/ CUS (40km)

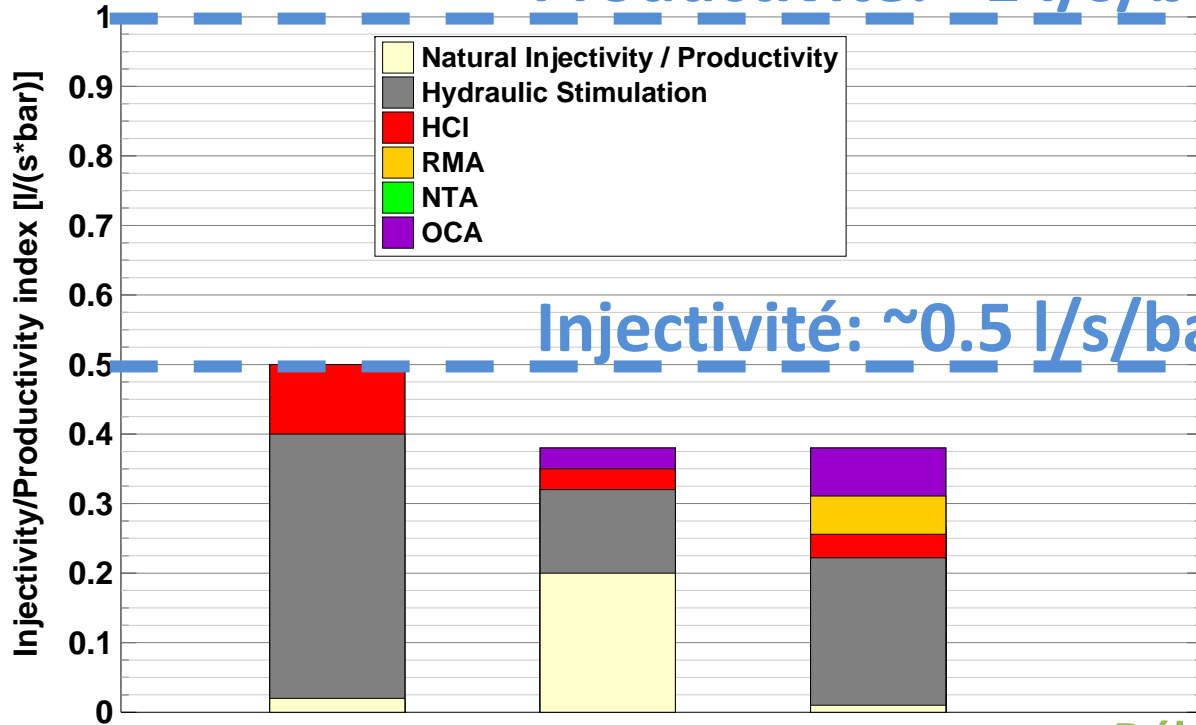
Données GEORG (<http://www.geopotenziale.org>)



Injectivité/Productivité des forages géothermiques profonds

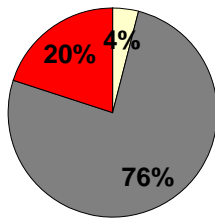
Mesures à Soultz-sous-Forêts (Stimulations)

Productivité: ~1 l/s/bar



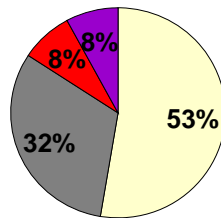
Injectivité: ~0.5 l/s/bar

GPK2



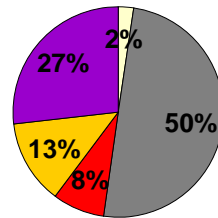
GPK2

GPK3

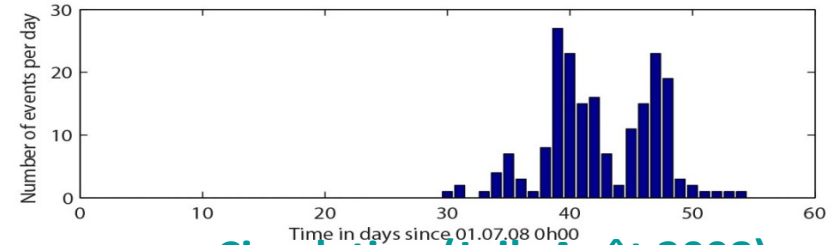
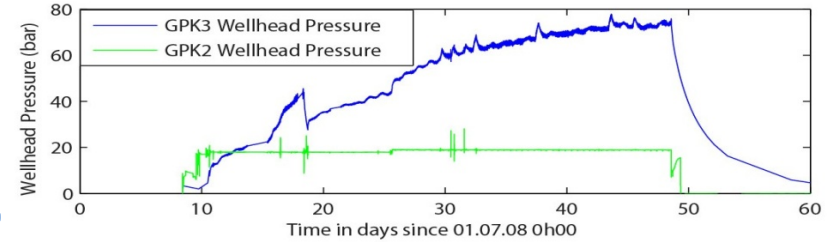
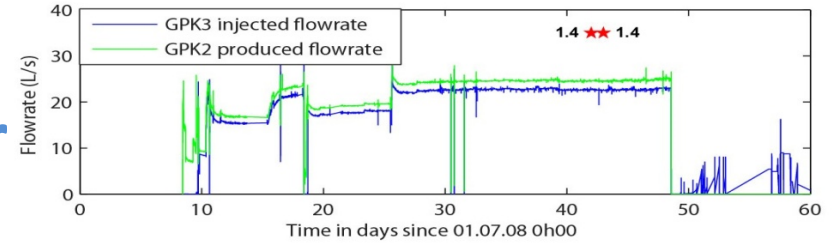


GPK3

GPK4



GPK4



Circulation (Juil.-Août 2008)

Débit « exploitation »: 25 l/s

-> 20 bars de pression de pompage

-> +50 bars de pression de ré-injection

Débit « commercial »: 100 l/s

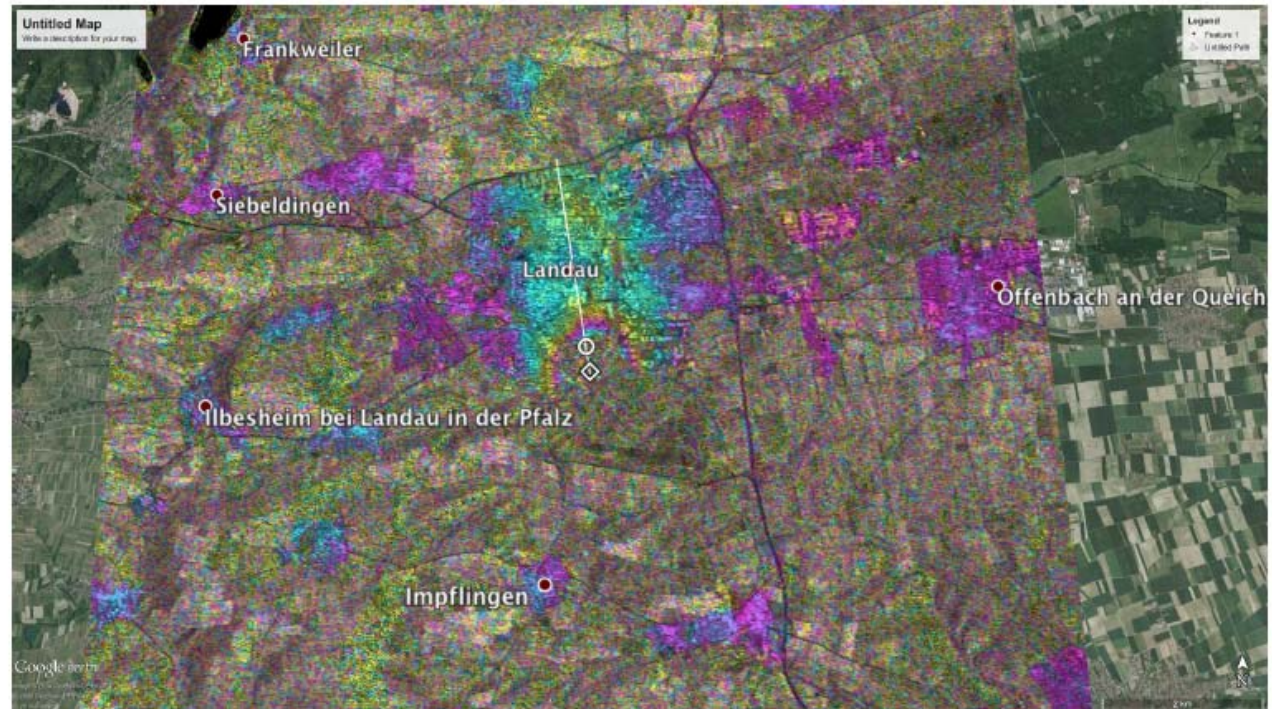
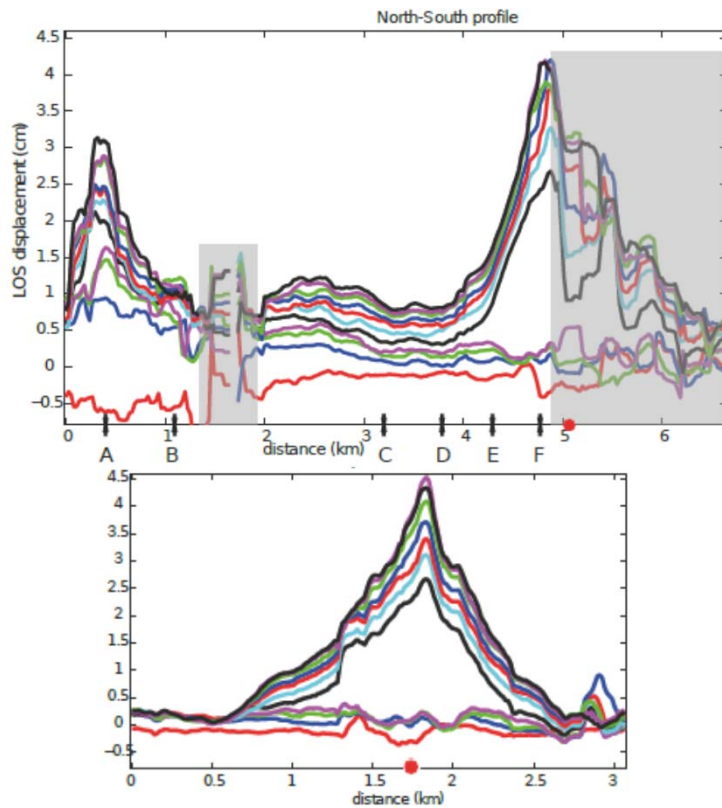
-> 80 bars de pression de pompage ?

-> ~200 bars de pression de ré-injection ?

Le développement de la surveillance: Suivi géodésique régional (GPS/INSAR)



Landau, 2013-2014



Thèse C. Heimlich (EOST)