

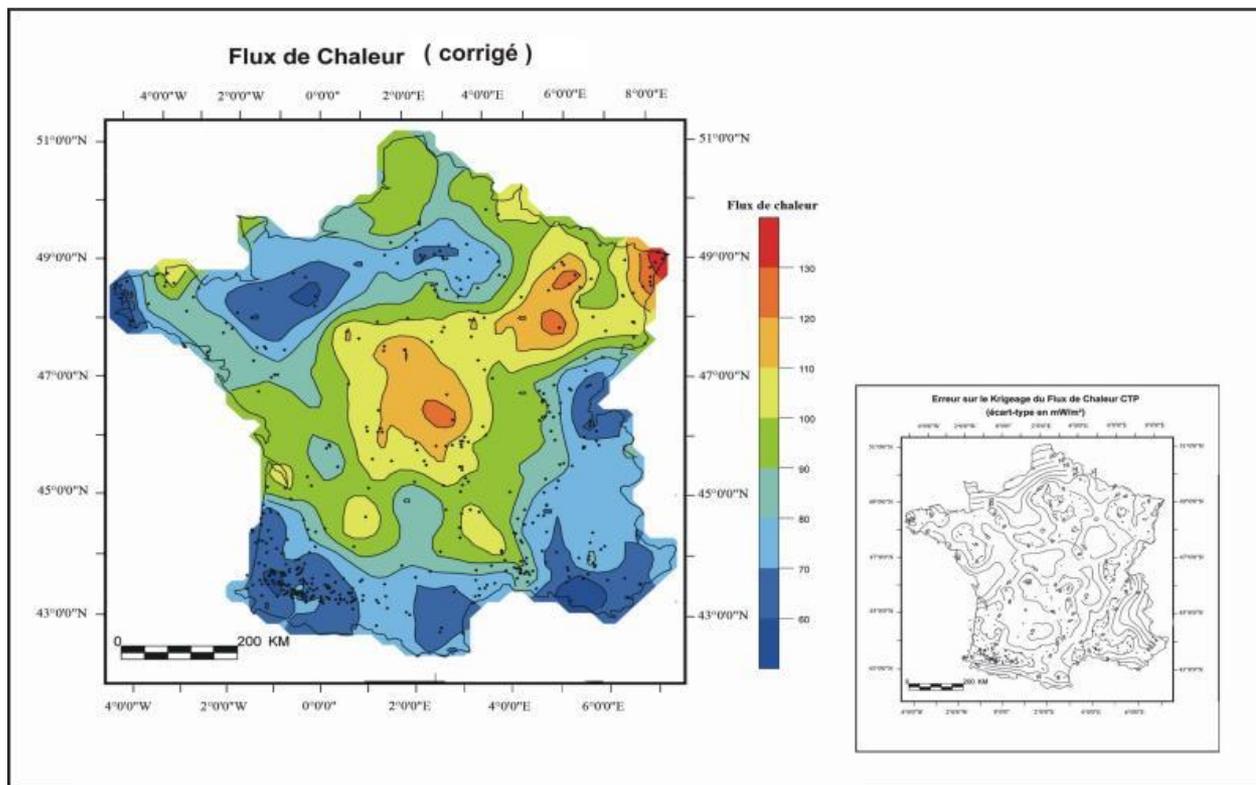


14 juin 2019

Géothermie, *le saviez vous*

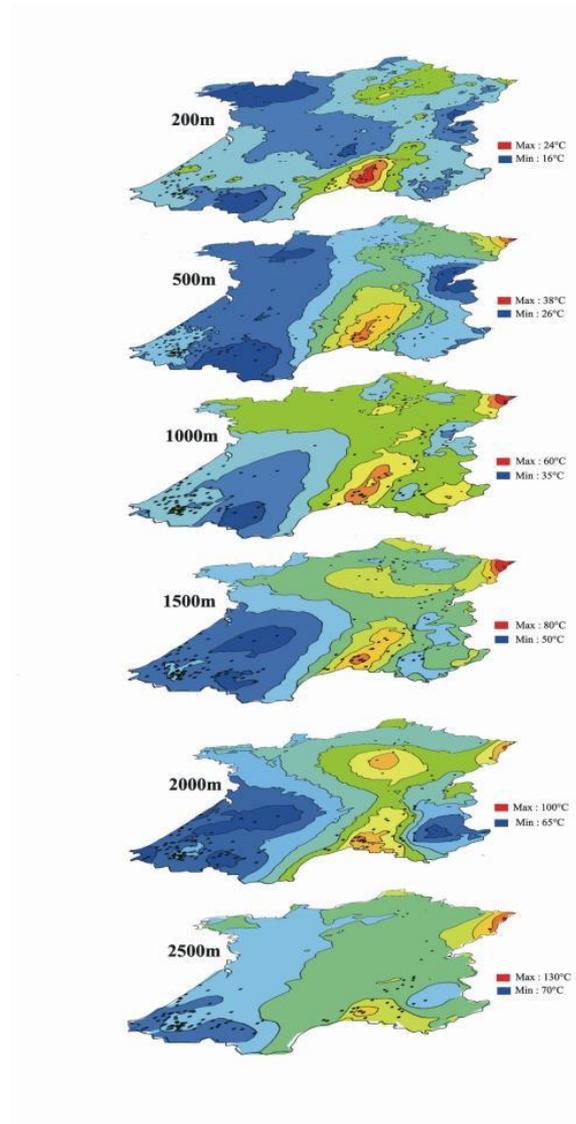
Du grec géo (terre) et thermos (chaud), la géothermie désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe ainsi que les processus industriels qui visent à l'exploiter, pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur

Origine de la chaleur : désintégration des substances radioactives contenues dans les roches (du manteau essentiellement), dissipée par conduction thermique vers la surface.



- Flux de chaleur [mW/m²]
- Gradient thermique [C/Km]
- Coefficient de conductivité thermique [W/m/C]

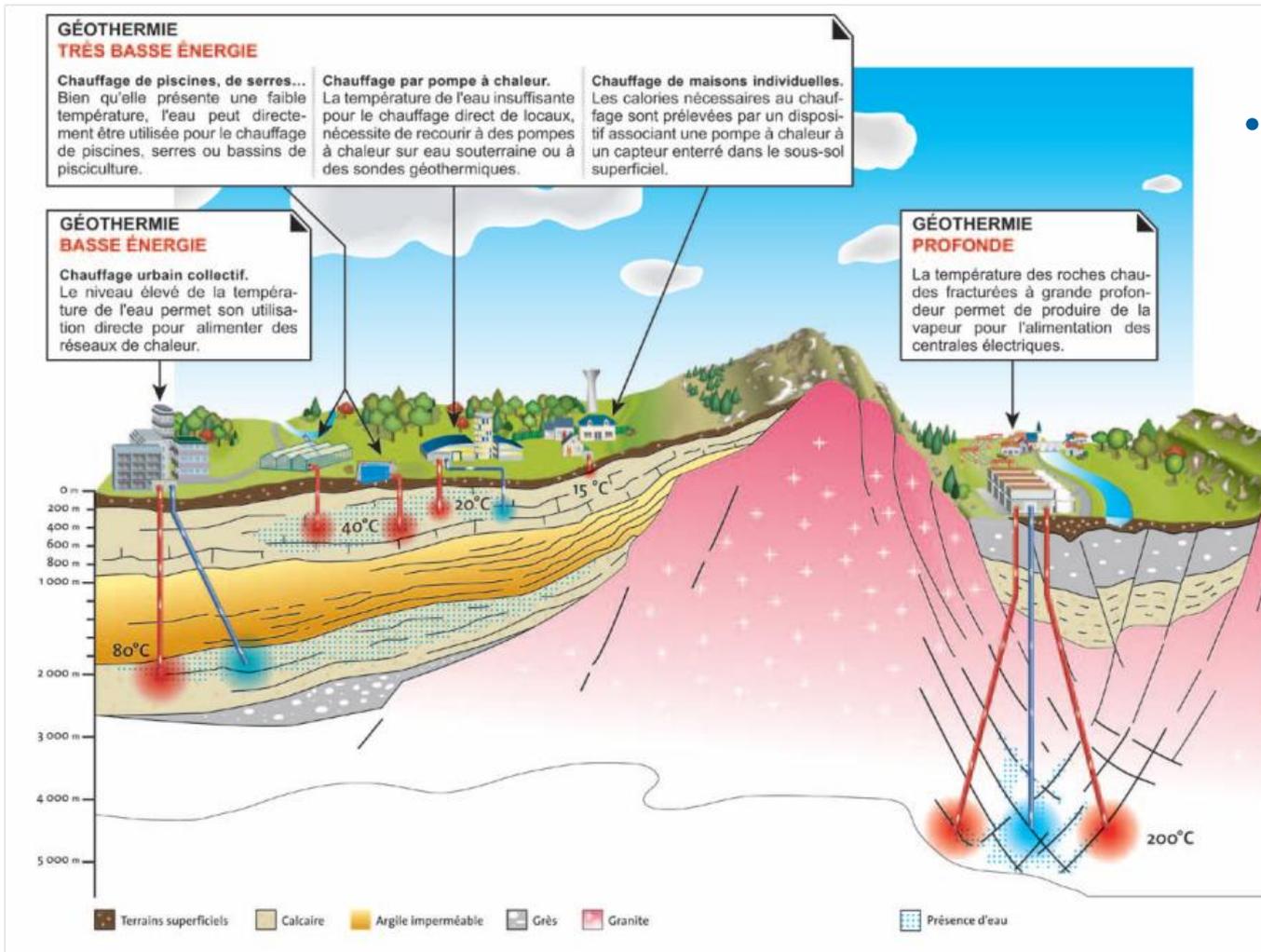
Exemple de cartes de température reconstituées à différentes profondeurs



• Cibles

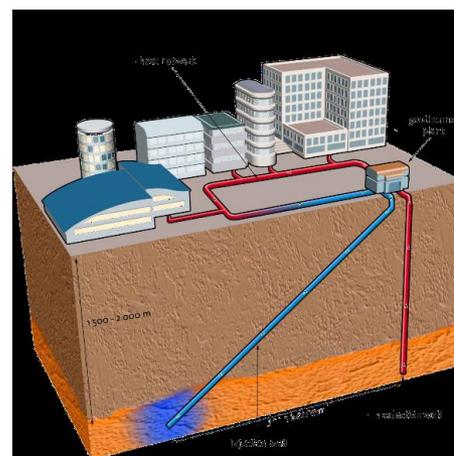
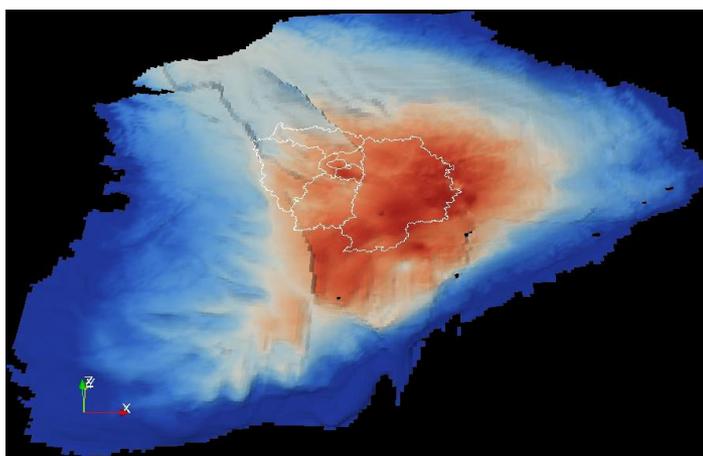
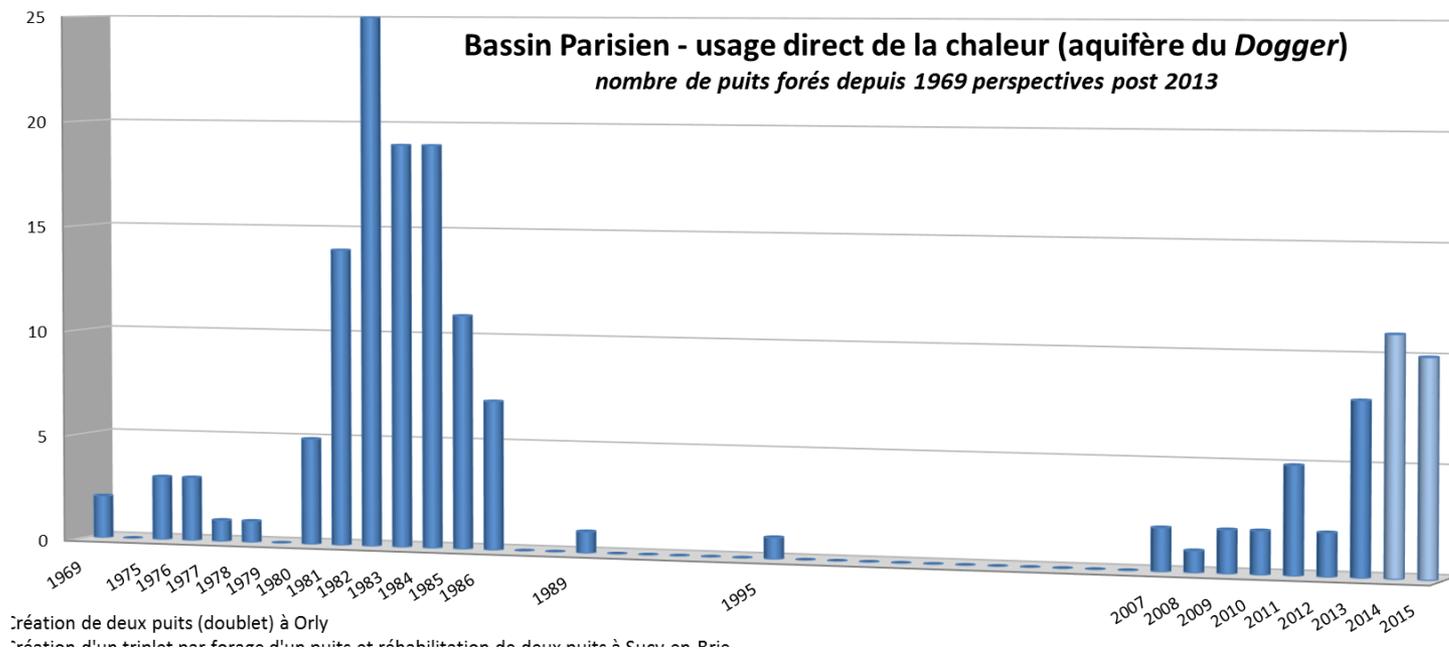
- Albien, Dogger / bassin de Paris
- Graben du Rhin
- Fossé Rhodanien

A la recherche d'une énergie emmagasinée sous forme de chaleur sous la surface de la terre ... et comment l'exploiter de façon durable



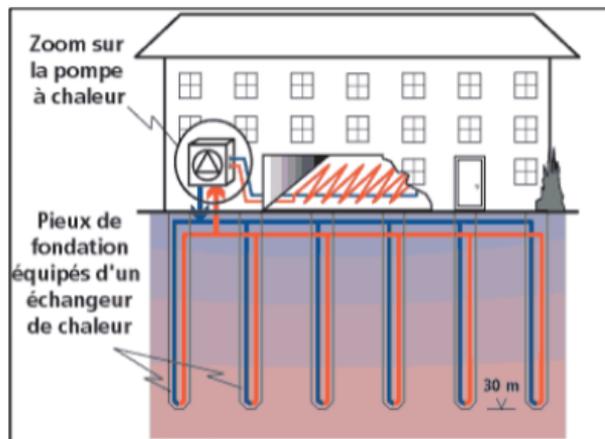
- Avantages :
- Renouvelable
- Non intermittente
- Peu de GES
- Pas d'impact /paysage
- Peu de foncier immobilisé
- Des applications dans chaque gamme de températures

Cas du chauffage urbain collectif en ile de France : une énergie en compétition ... Aujourd'hui, 200 000 logements déservis

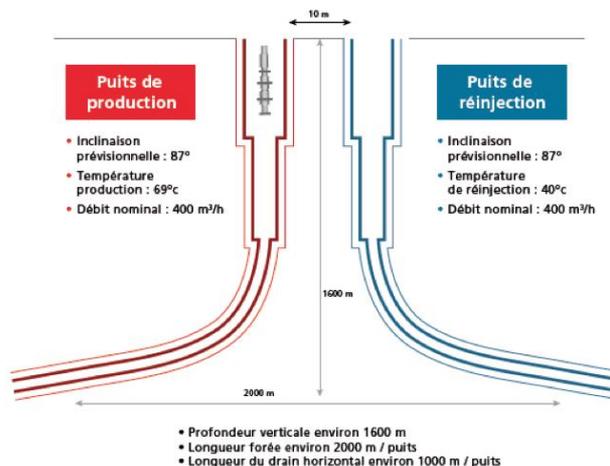


- Mais un nouvel élan, (Cf PPE 2018) sur l'augmentation de la production de chaleur
- Objectif neutralité CO2 en 2050

Une activité qui innove :



- Pieux (fondations) géothermiques, parois moulées, tunnels, ... pour usage multiples : chauffage/climatisation/ stockage de chaleur (Vinci, Grand Paris),



Cachan: 1^{er} doublet de géothermie avec forage sub-horizontale au monde (Dalkia, SoCaChal, 201, pour remplacer 4 anciens puits

- 66 % d'énergie renouvelable dans le mix énergétique du réseau de chaleur grâce à la géothermie
- 12 000 tonnes de CO² évitées chaque année, (~3 600 voitures)
- 7 000 équivalents logements chauffés

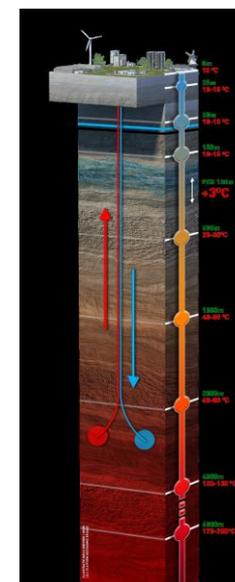
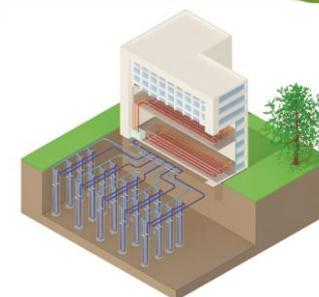
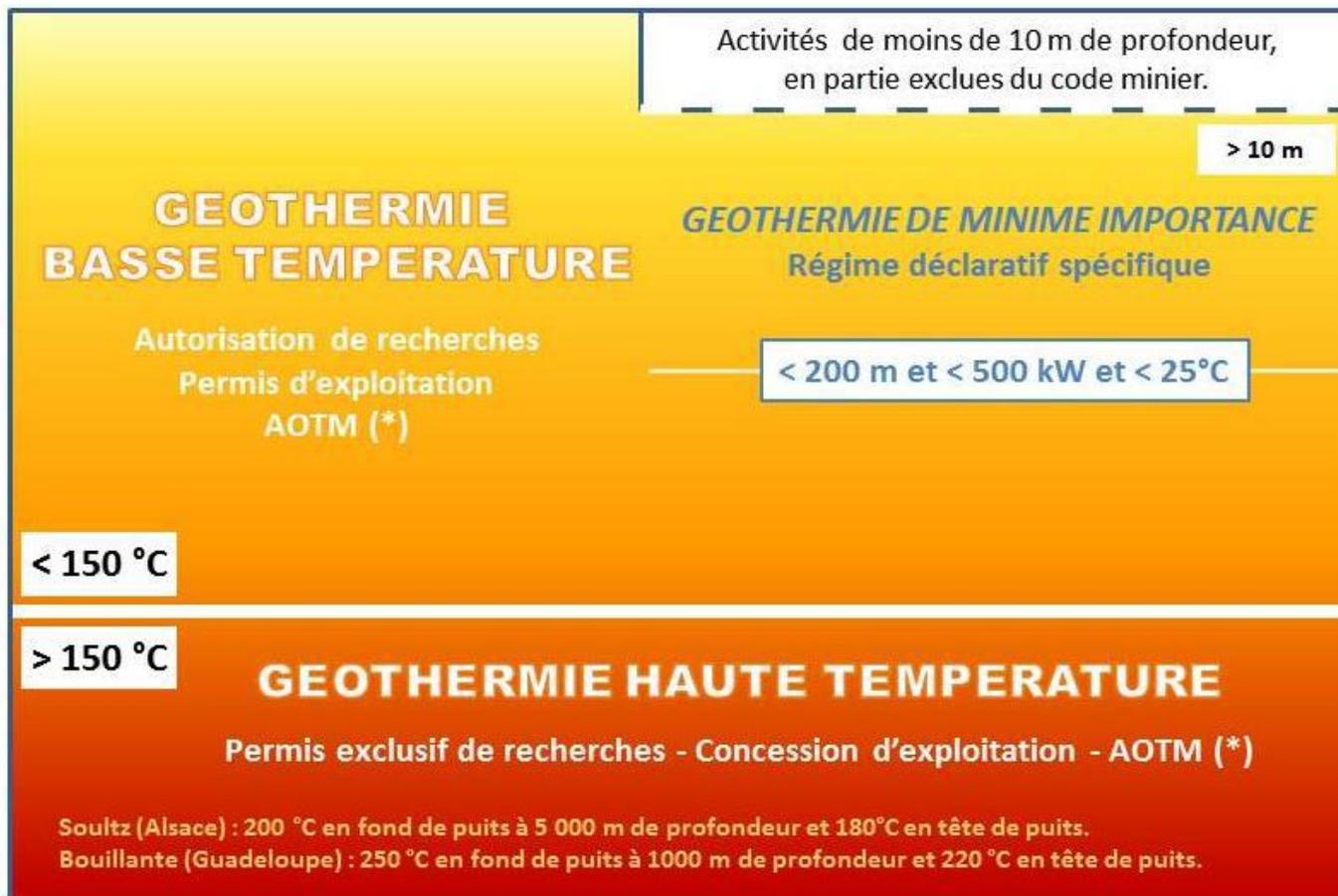
VERMILLON :

• 1^{er} eco quartier
 Chauffé à partir des eaux produites (Pyla, Gironde, 450 logements, Itteville, Essone, 800 logements)

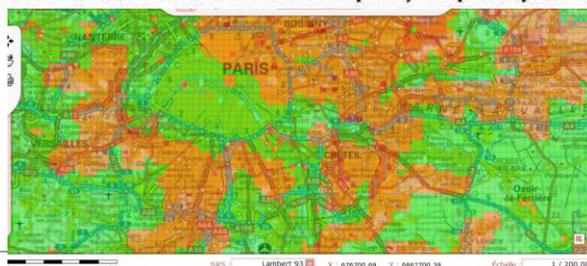
• 25 ha de serres (Tom d'Aqui) alimentés à Parentis depuis 2008

Rem : Engagements des Pays Bas à substituer le gaz par la géothermie pour toutes ses serres, pour 2050





(*) Autorisation d'ouverture de travaux minier : étude d'impact, enquête publique

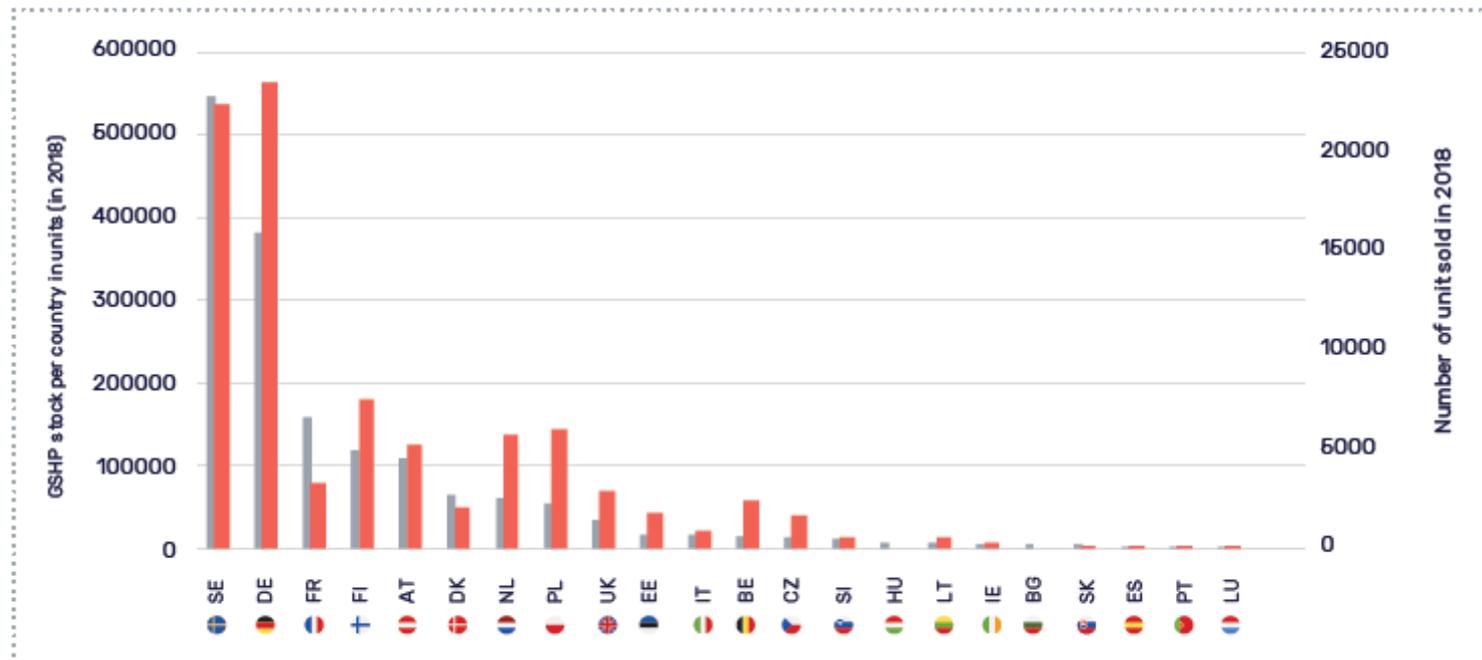


Zonage : risque hydrogéologique / projets « minime importance »

Bilan en Europe, 2018 (source EGEC, juin 2019, « Key Findings »)

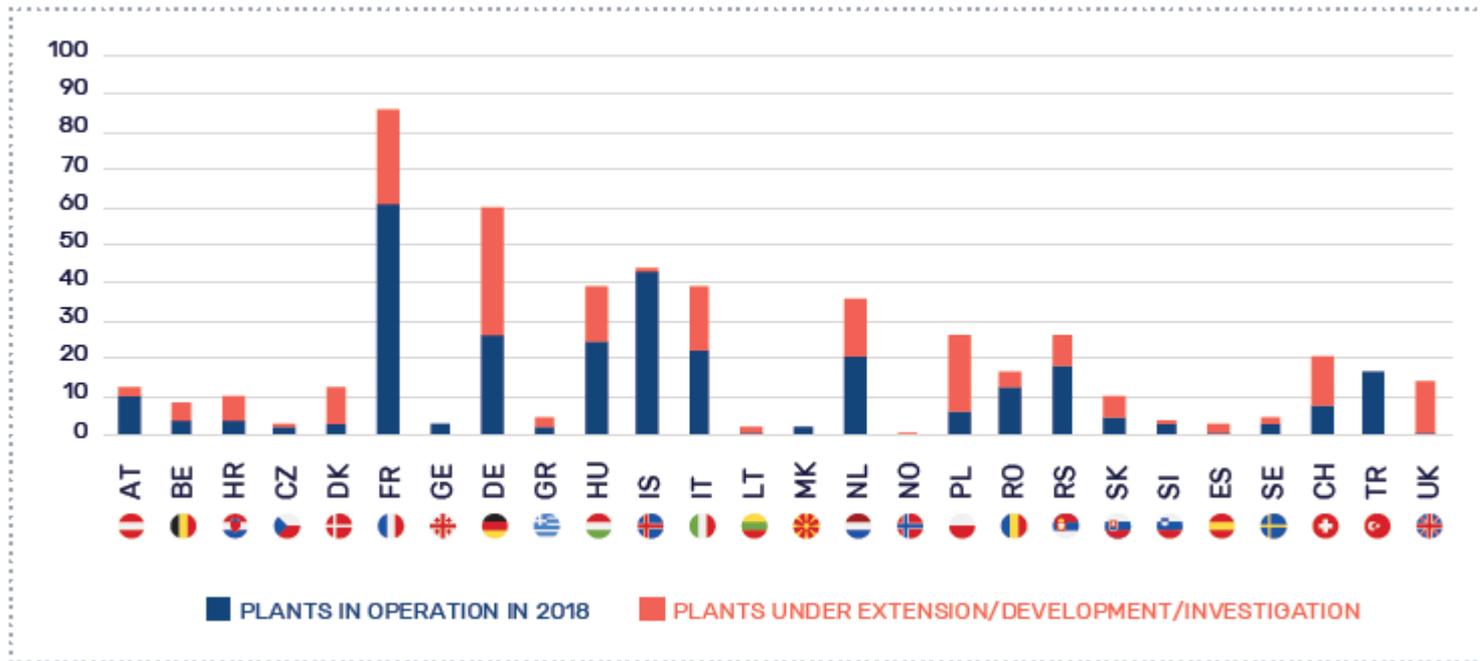
- SHALLOW GEOTHERMAL HEATING AND COOLING (GHSP = Ground Source Heat Pump) 23000 MWth installés, (1.9 million GSHP à fin 2108)

Fig. 10 | Stock of GSHP per country, highlighting 2018



Bilan en Europe, 2018 (source EGEC, juin 2019, « Key Findings »)

- DEEP GEOTHERMAL HEATING AND COOLING Number of geothermal heating plants in Europe: installed, planned, in development in 2018



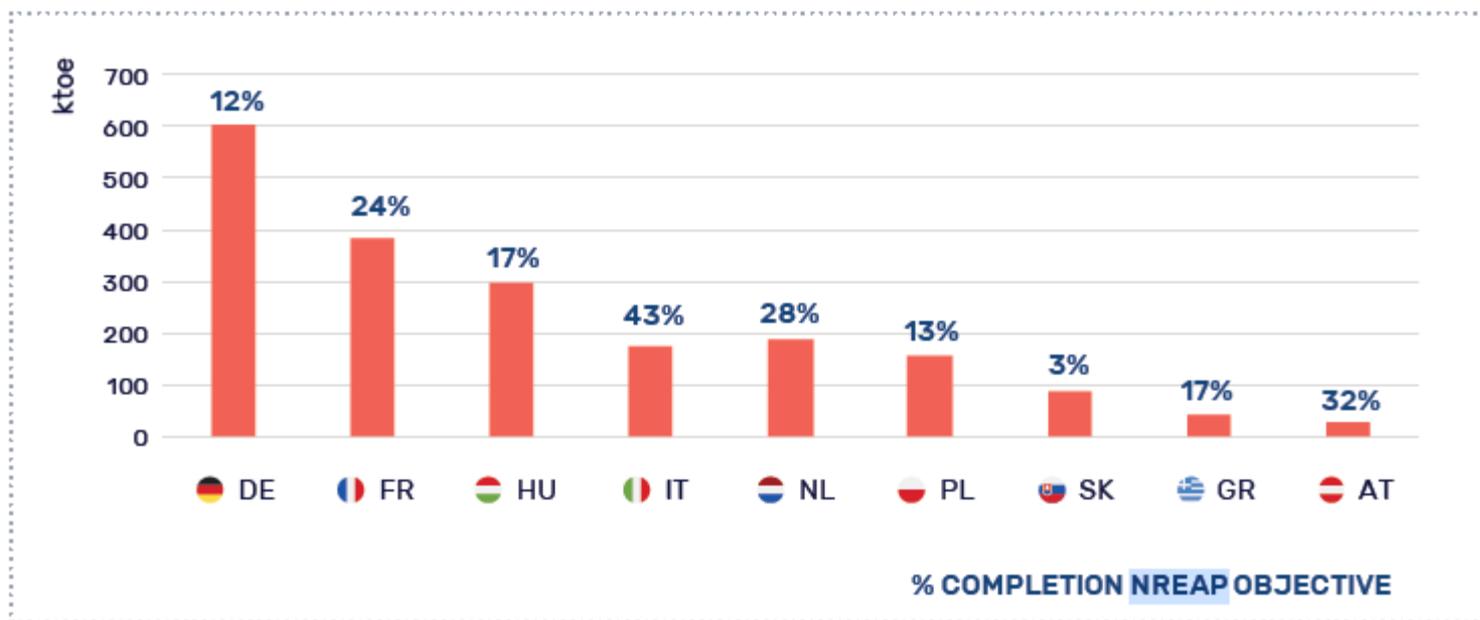
Bilan en Europe, 2018 (source EGEC, juin 2019, « Key Findings »)

○ Puissance installée MWth en réseaux de chauffage collectif et avancement /objectif

National Renewable Energy Action Plan (NREAP).

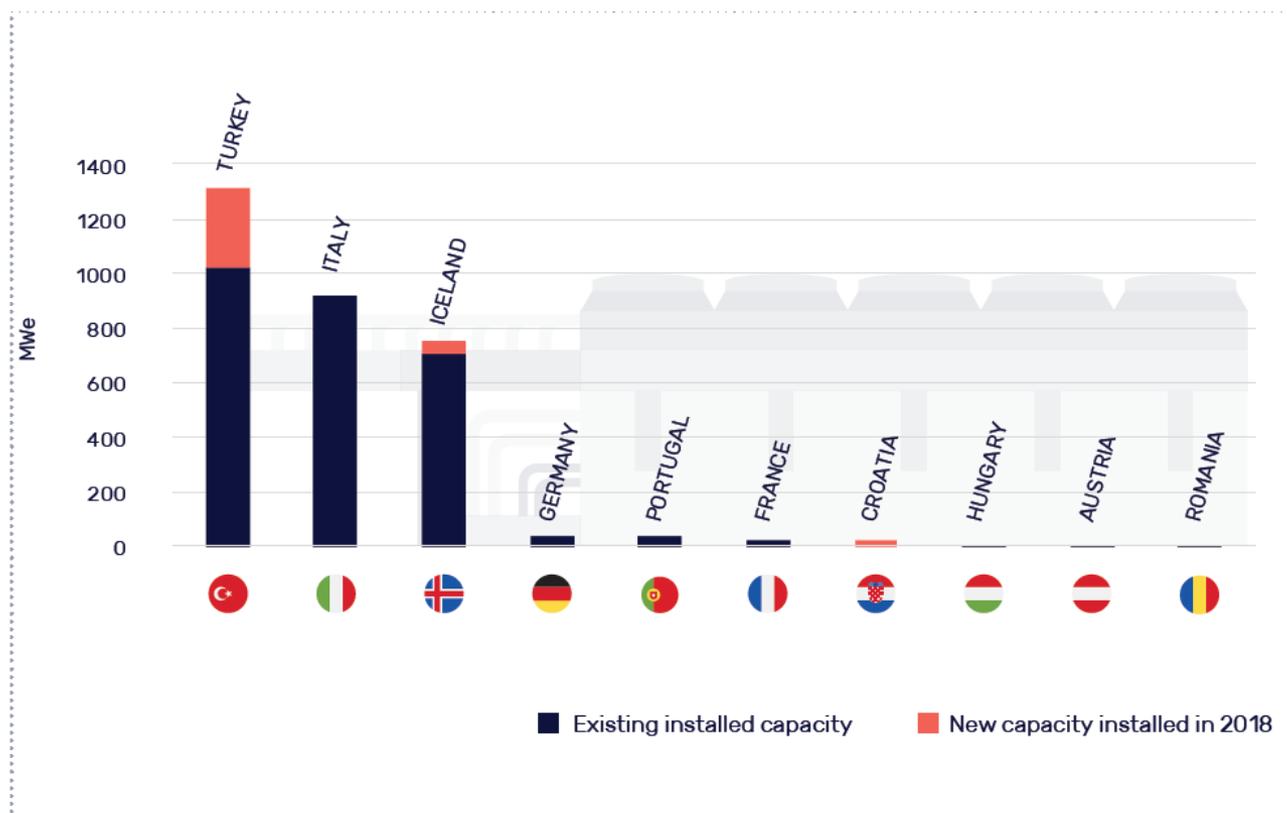
Pour la France, atteindre 38% de 'renouvelable' dans la production de chaleur en 2028, dont remplacement de ~1000000 chaudières au fioul

Fig. 9 | Installed geothermal district heating capacity per country

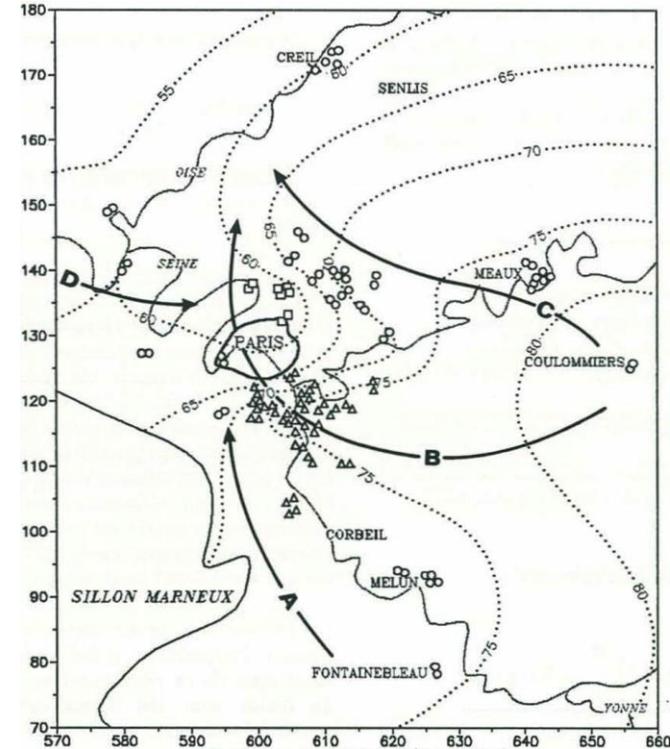
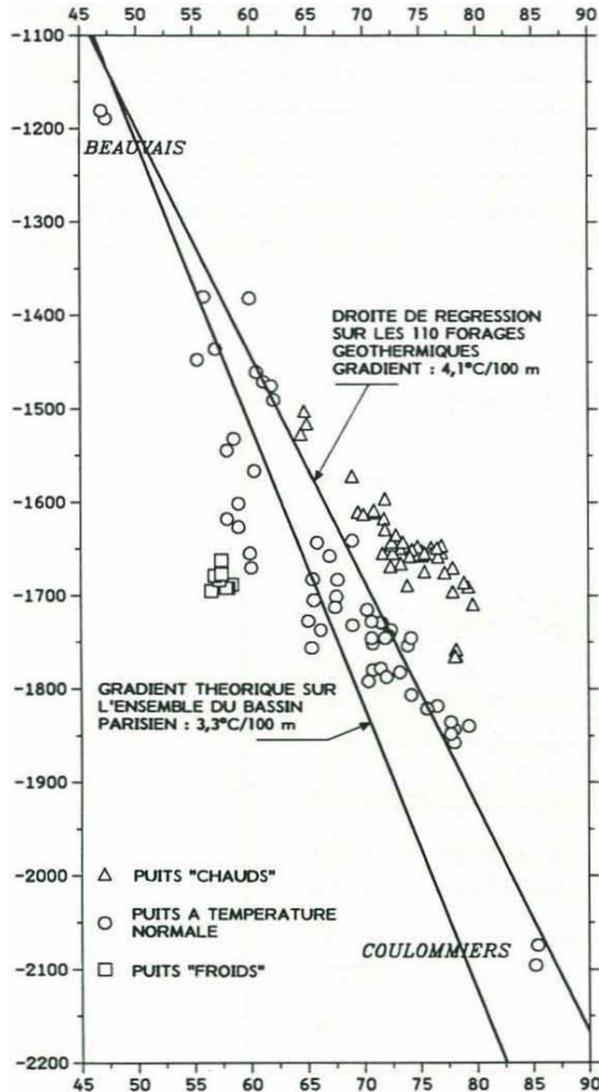


Bilan en Europe, 2018 (source EGEN, juin 2019, « Key Findings »)

- Puissance installée MWe en production d'électricité et avancement /objectif
- Objectif NECPs : National Energy Climate Plan 2030, pour la France 60 MWe, avec tarif de rachat incitatif valorisant la cogénération)



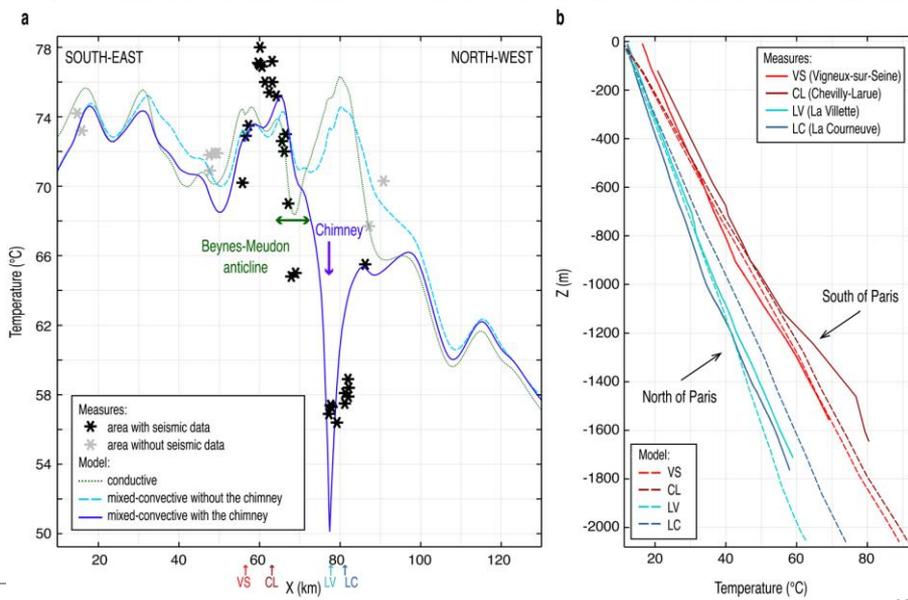
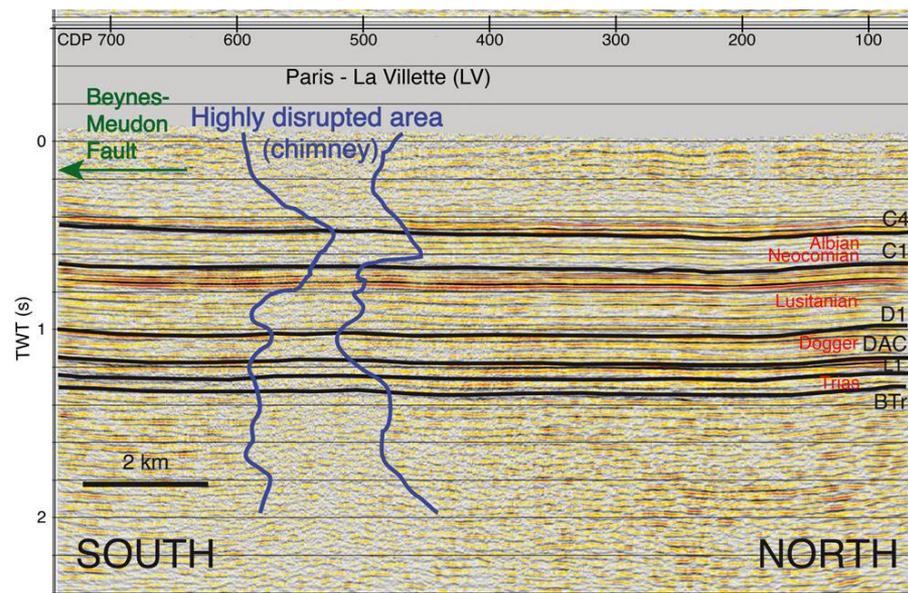
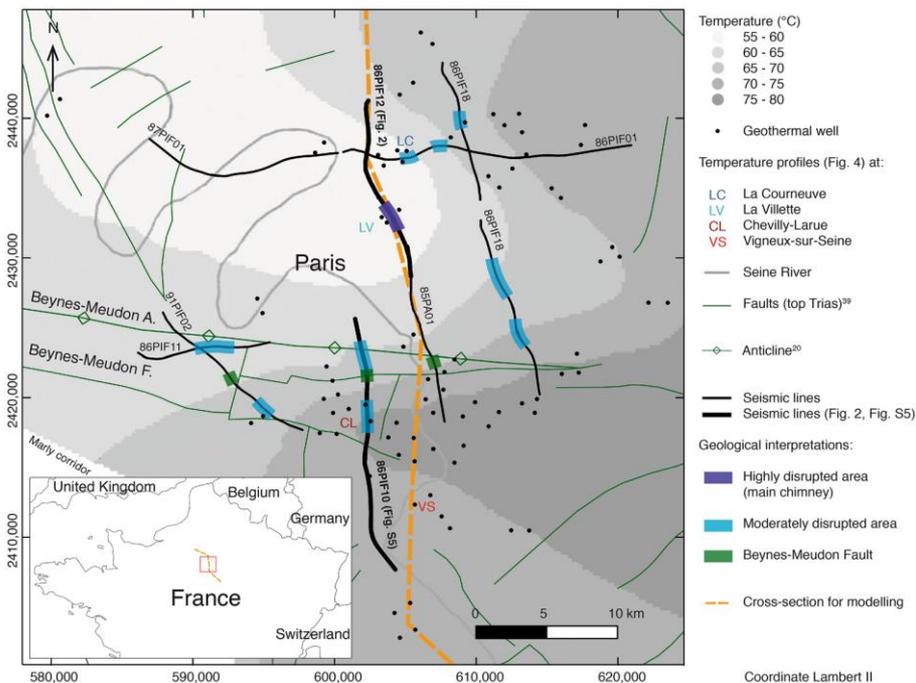
[1] Travaux de recherche récents sur le fonctionnement hydro-thermique du BP (J Dentzer, 2017)



Rojas et al. 1989

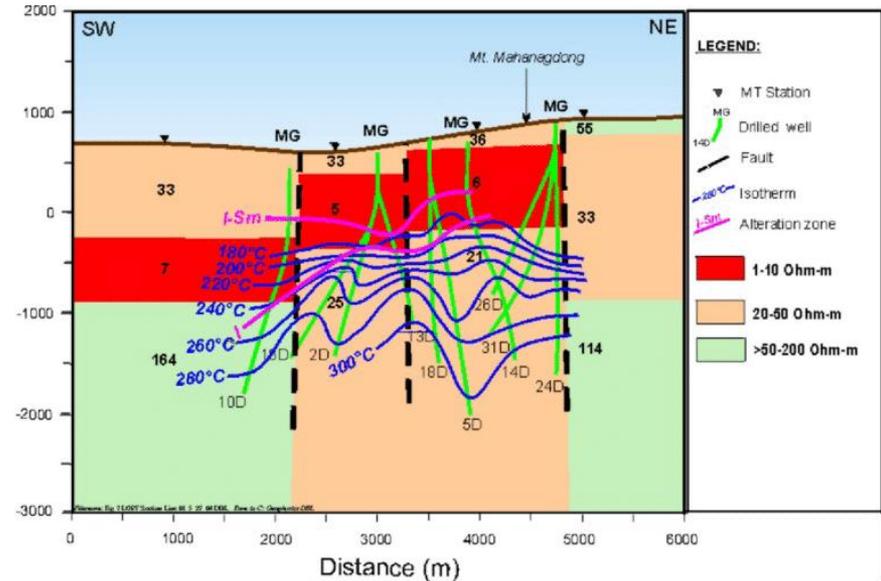
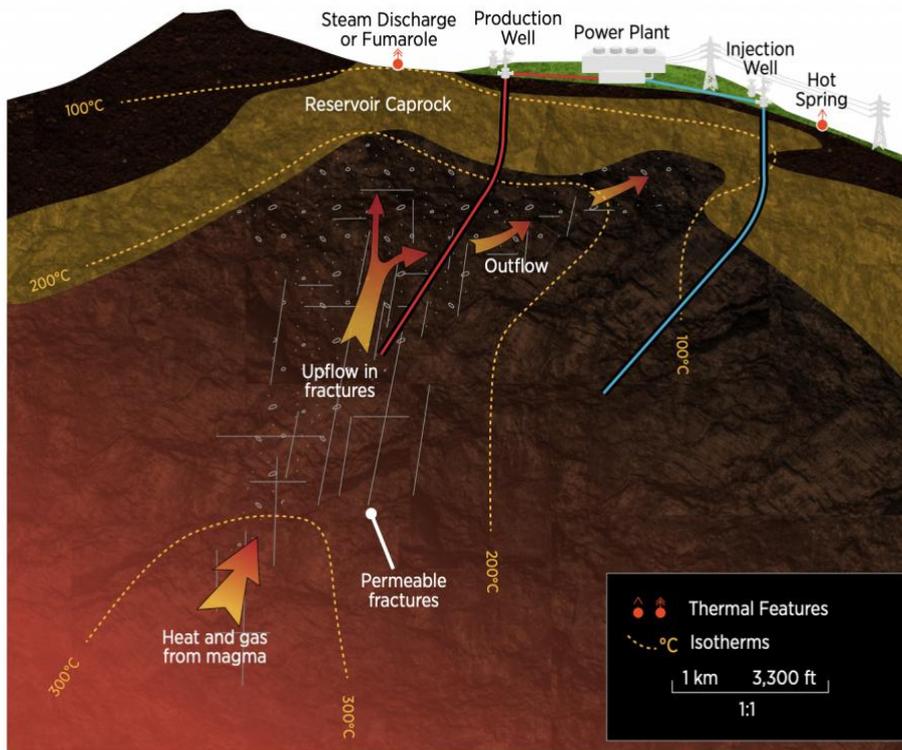
- Analyse fine des profils de température
- Expliquer la différence de ~25C entre le nord et le sud de Paris à la profondeur de 1700 m
- Rediscuter l'hypothèse du rgime conductif dans le bassin

Travaux de recherche récents sur le fonctionnement hydro-thermique du BP (J Dentzer, thèse R2DS)



Dentzer et al. 2018, ScientificReport

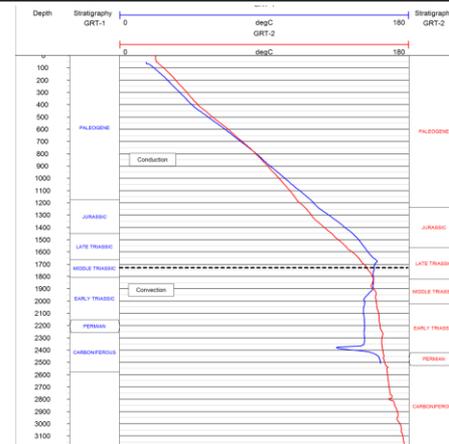
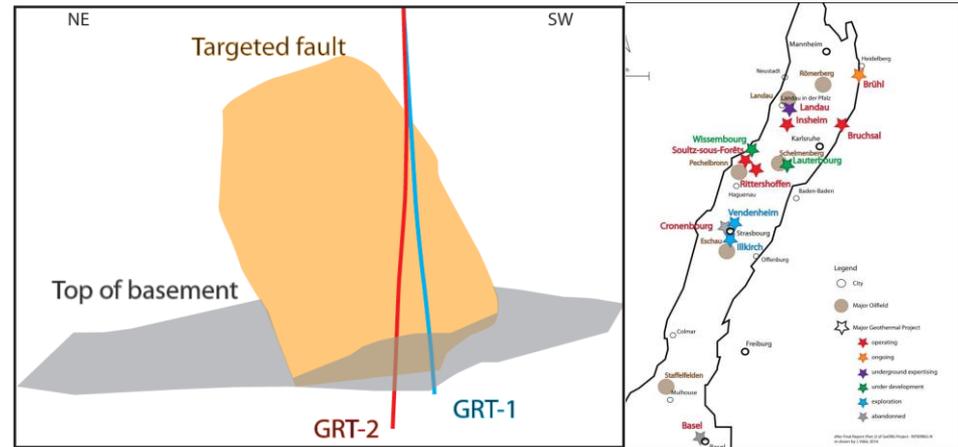
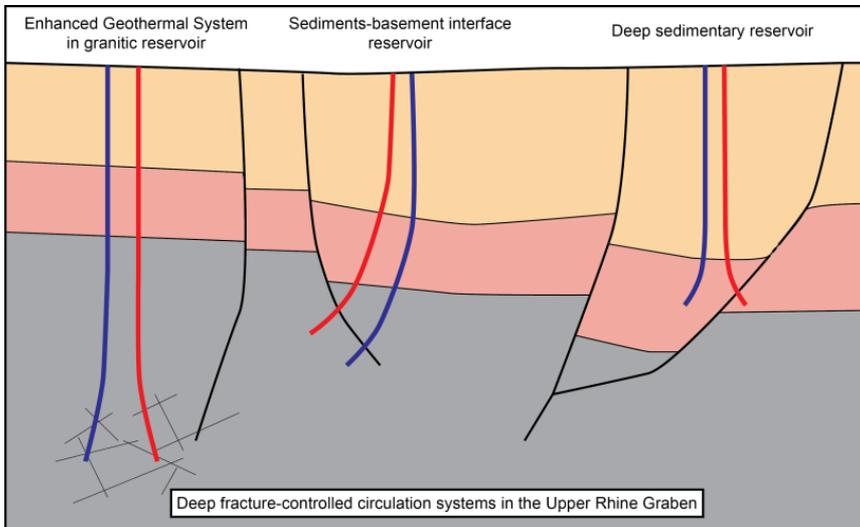
[2] Travaux de recherche récents sur les systèmes a dominante convective. Aide à la prospection. Les propriétés électriques des argiles (Thèse L. Levy, 2018)



- En contexte volcanique (Islande, Philippines, Guadeloupe..) faire le lien entre propriétés électriques des altérations, carte de résistivité par prospection MT : rechercher le contraste 'base cap rock = isotherme 200° C'

[3] Travaux de recherche en cours sur les systèmes faillés

(Thèses: A Chabani, DT Ngo, à venir, 27 juin, 1 juillet ...)



Cibles potentielles, fossé Rhénan, Vidal, 2017
 Profil T, Rittershoffen, Vidal, 2017

- Comprendre l'architecture du jeu de segments de faille et de la zone fracturée
- Comment développer les propriétés hydrauliques de ce type de réservoir, par la compréhension des mécanismes couplés THM, potentiellement générateur de micro-séismes