

géogéothermie

AUVERGNE - RHÔNE - ALPES

Webinaire 2/5 
Les fondamentaux de la
géothermie de surface

Ordre du jour


- Introduction
- La chaleur de la Terre
- Les différentes applications de la géothermie
- Comment choisir sa géothermie ?
- Conclusion


Quelques consignes...


- Coupez votre micro et votre vidéo quand vous n'intervenez pas !
- Signalez si vous ne souhaitez pas être enregistré
- Renommez vous correctement (Prénom, Nom, Structure) en cliquant « petits points » en face de votre nom dans la liste des participants
- Posez vos questions via le chat (« discussion ») au cours des interventions
- En cas de souci technique, me le signaler en discussion privée



QUIZZ: Qu'avez-vous retenu ?

-  Question 1 : Qu'est il interdit de faire dans le cadre de la géothermie de surface (GMI) ?

-  Question 2 : Quel est le trio gagnant d'un projet de géothermie réussi ?

-  Question 3 : Est-ce que la géothermie est économiquement rentable ?

Chapitre 1 : La géothermie, la chaleur de la Terre...



Pierre DURST, Expert géothermie du BRGM

Température du globe

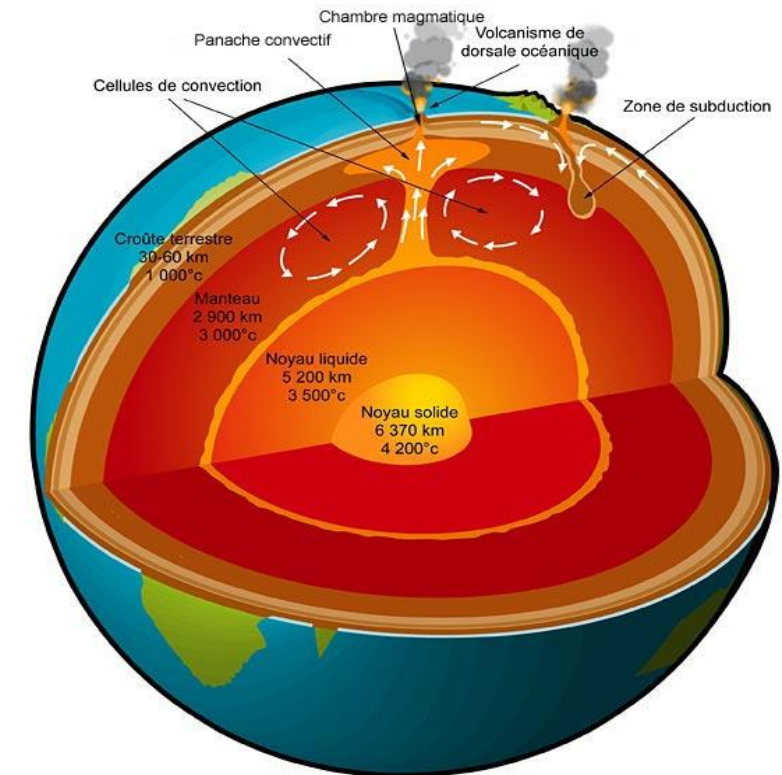
ORIGINE DE LA CHALEUR

Deux origines

- Chaleur primitive lors de la formation de la planète (impact météorites, accrétion)
- Désintégration d'éléments radioactifs

Conséquences

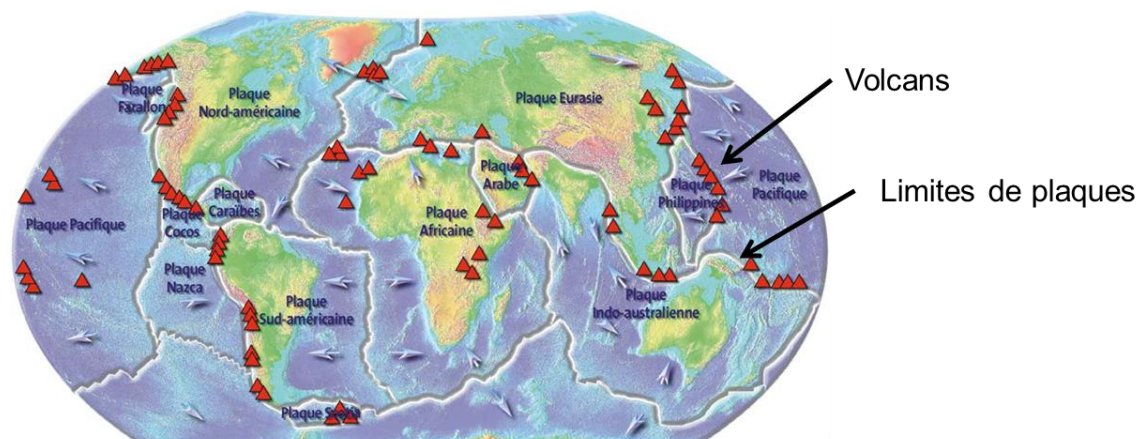
- Température au centre $\pm 6000^{\circ}\text{C}$
- Evacuation très lente de cette chaleur (en milliards d'années)
- Gradient de température de la surface vers le centre



99%
de la masse de la terre
> 1000°C

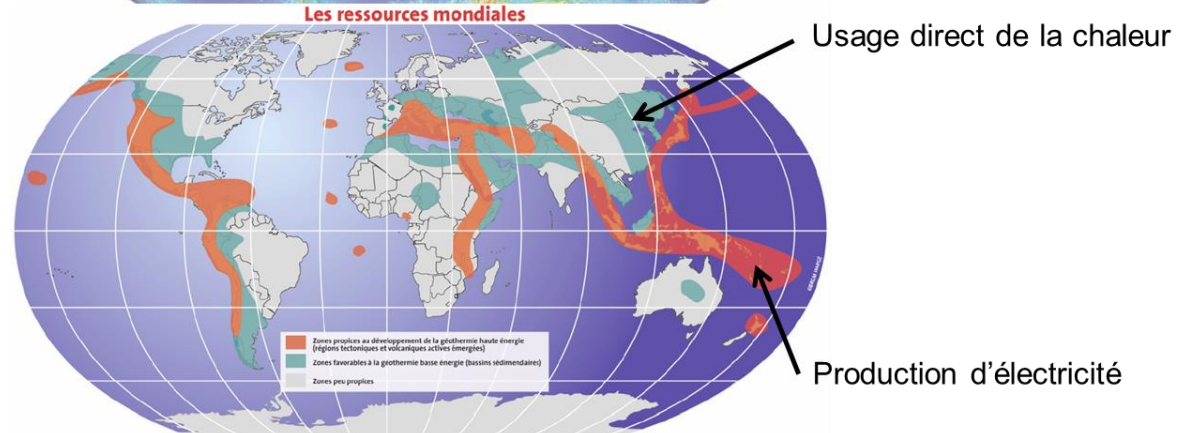
La ressource géothermique

Grande variabilité selon la localisation



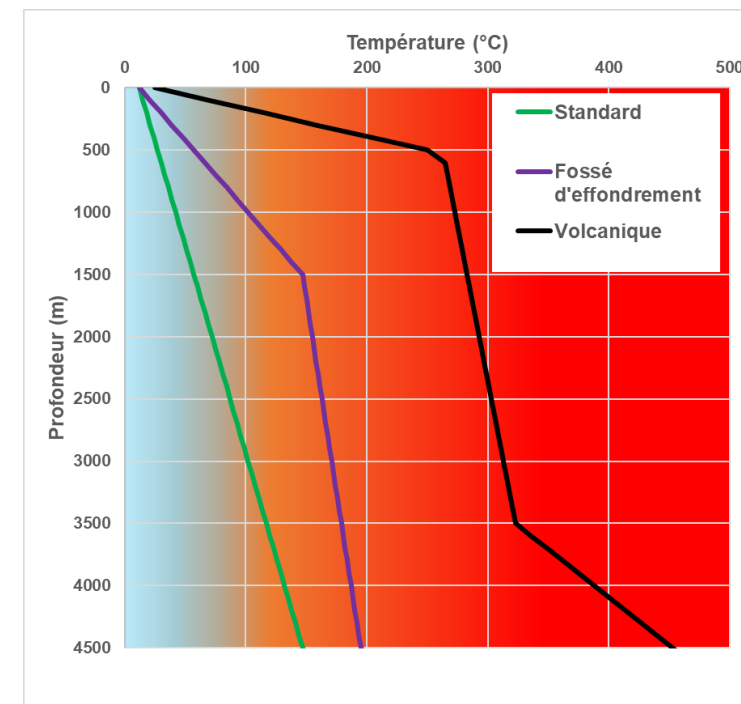
Volcans

Limites de plaques



Usage direct de la chaleur

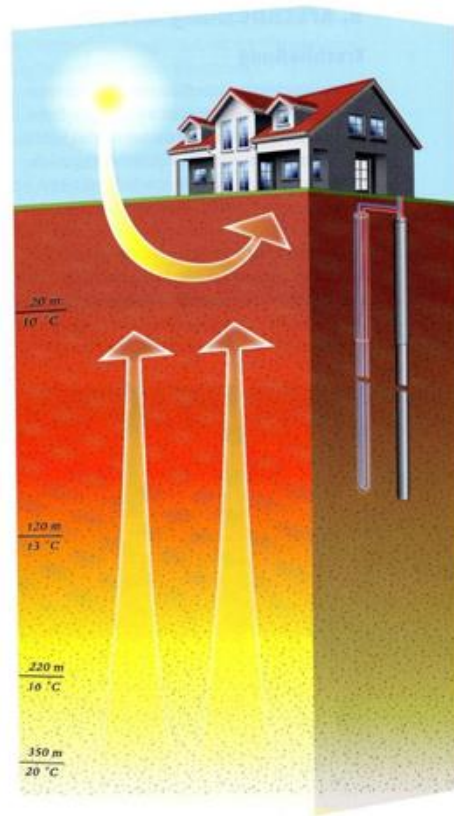
Production d'électricité



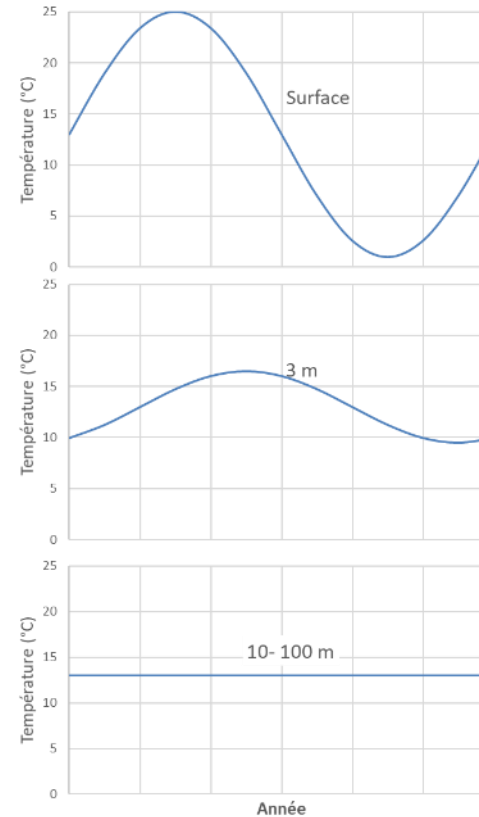
La ressource géothermique

En proche surface – Partout sur terre

Equilibre avec le rayonnement solaire



Flux de chaleur moyen 60 mW/m²



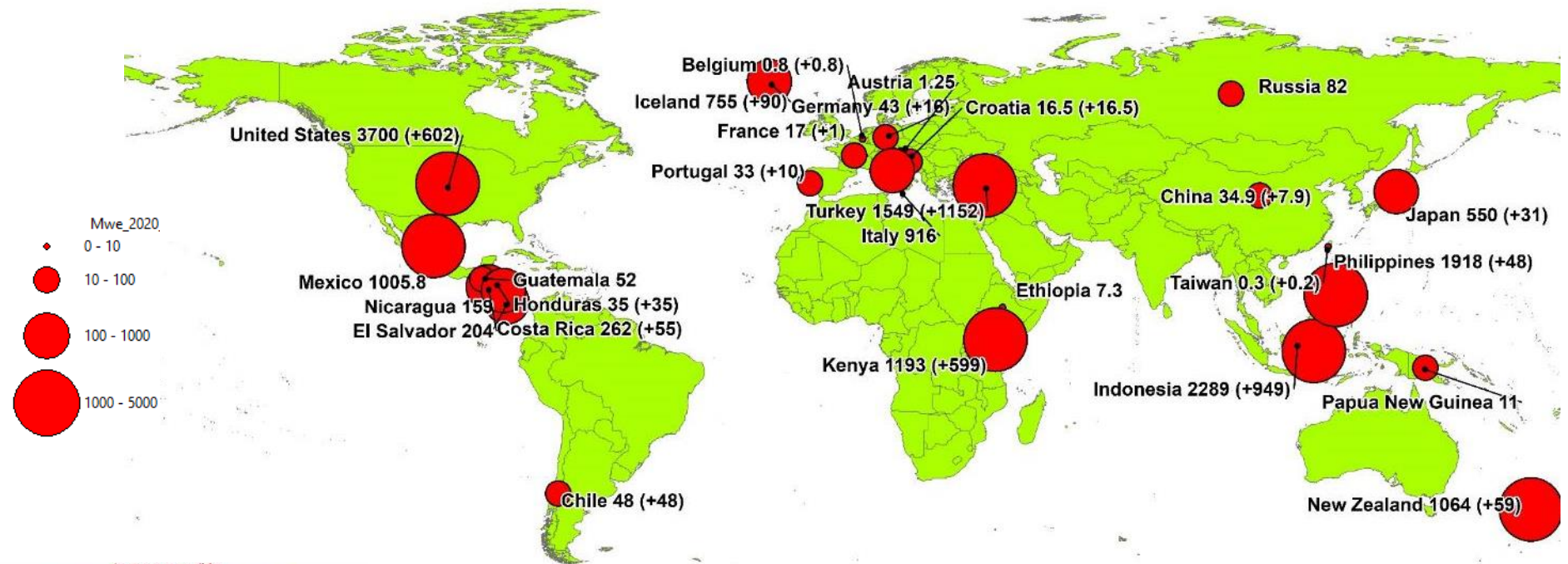
Température moyenne annuelle en surface

Les variations saisonnières sont amorties sur le 10 premiers mètres

Ressources géothermiques

La production d'électricité dans le monde

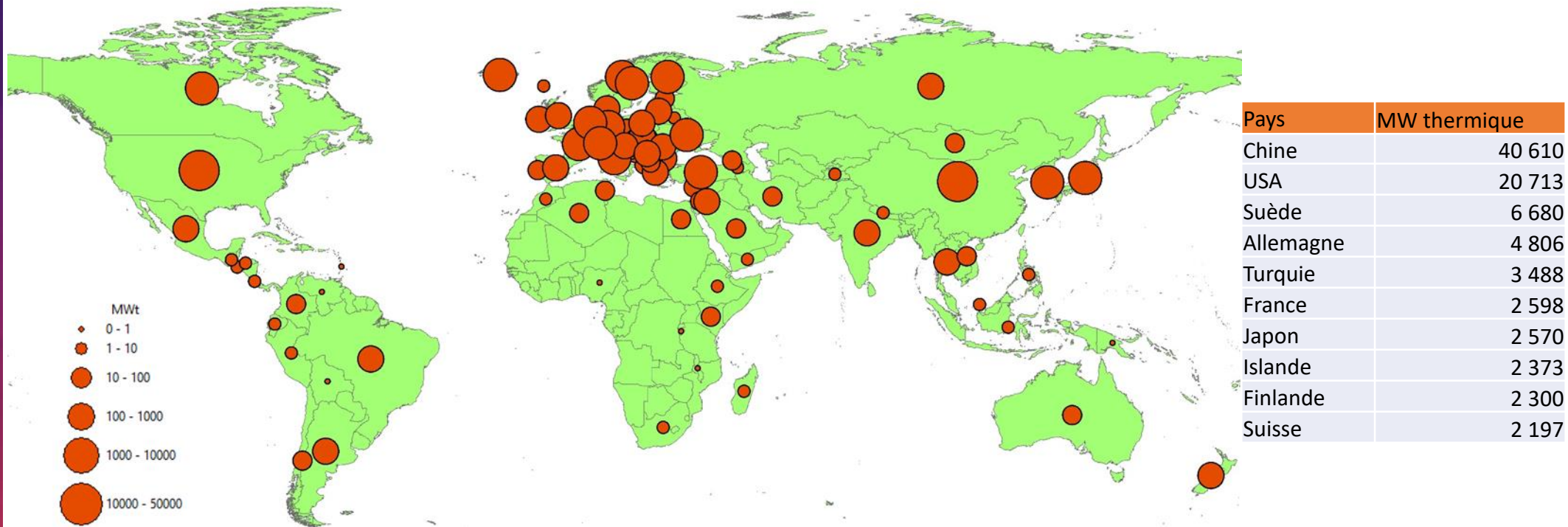
Capacité installée en MW électrique en 2020 (+ depuis 2015)
(source: Uttrer, 2020)



La production est localisée dans les zones où de une **ressource** à haute température est accessible

La production de chaleur dans le monde

Capacité installée en MWthermique en 2020
(source: Lund and Toth, 2021)



La production est localisée dans les zones où les **besoins** sont important

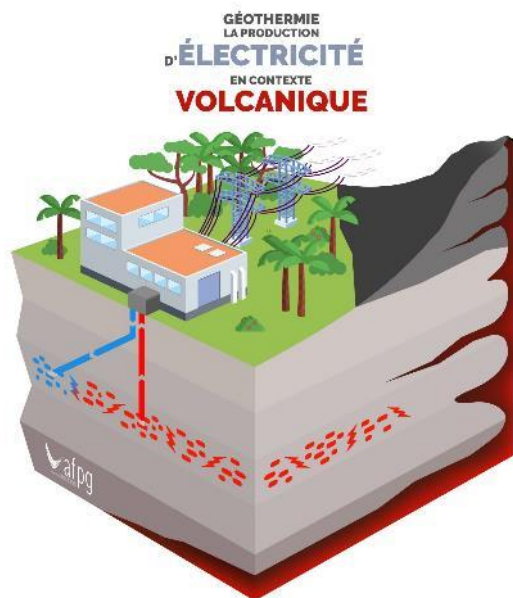
Questions ?

Chapitre 2 : Les différentes applications de la géothermie

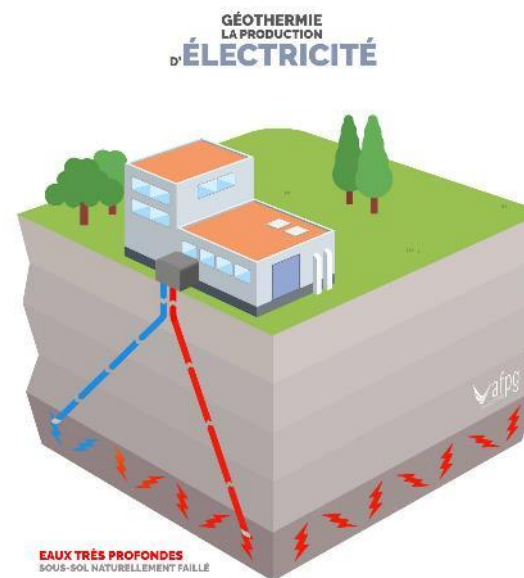


Xavier Moch, Animateur régional Centre Val de Loire de l'AFPG

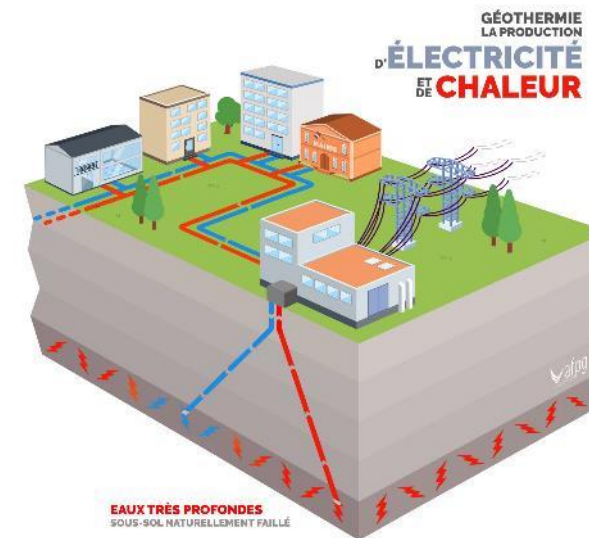
Différents usages de la géothermie : produire de la **chaleur** et de l'**électricité**



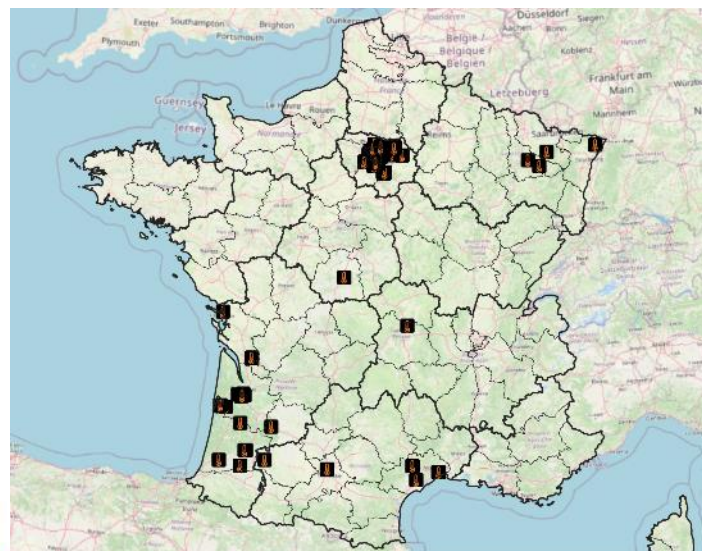
Exemple de l'outre-mer
(Bouillante en Guadeloupe)



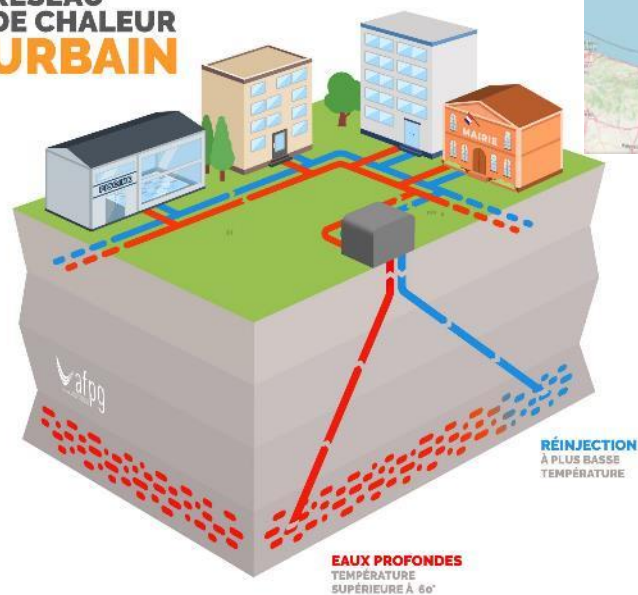
Exemples du fossé Rhénan essentiellement
(Soultz-sous-Forêt en Alsace)



Différents usages de la géothermie : produire de la **chaleur** (sans électricité)

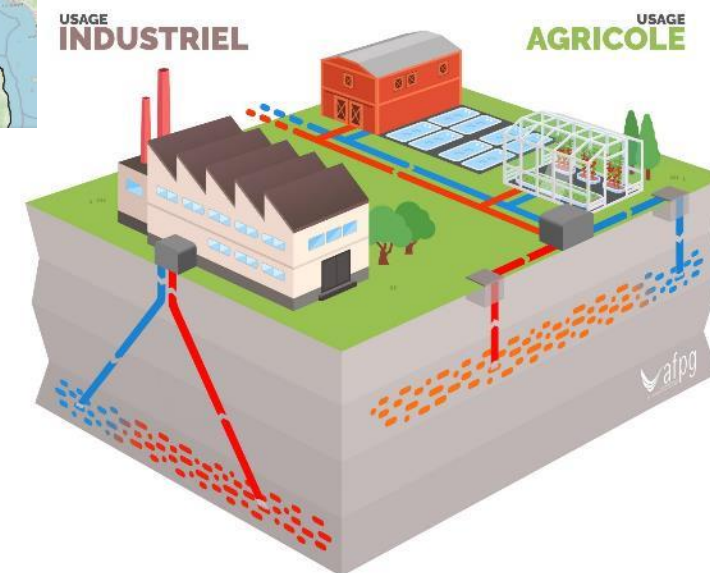


GÉOTHERMIE RÉSEAU DE CHALEUR URBAIN



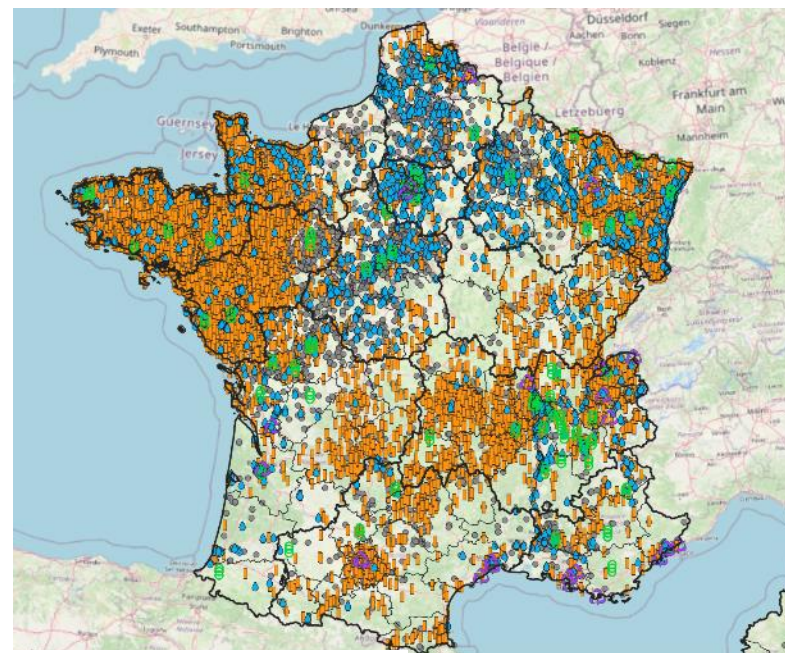
Exemples franciliens essentiellement
(nappe du Dogger)

GÉOTHERMIE LA PRODUCTION DE CHALEUR

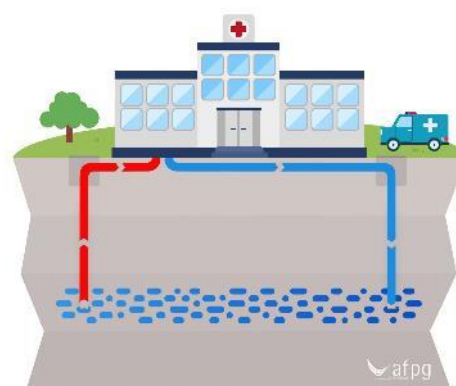


Exemple d'une amidonnerie
(Usine Roquette en Alsace)

Différents usages de la géothermie : produire de la **chaleur** et/ou du **froid**



avec des
sondes verticales

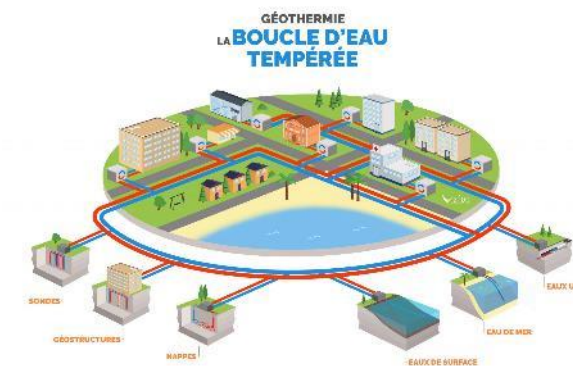


à partir de
nappes souterraines

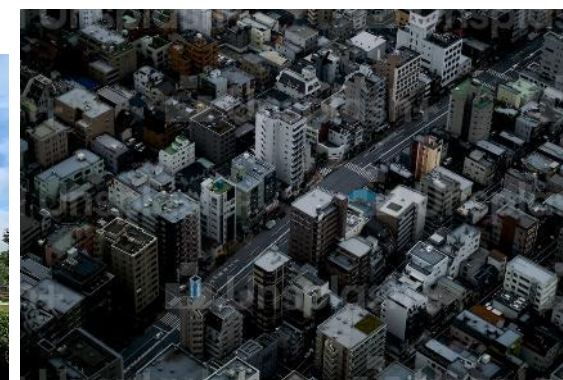


avec des
échangeurs compacts

Différents usages de la géothermie : produire de la **chaleur** et/ou du **froid**



Différents usages de la géothermie : en synthèse



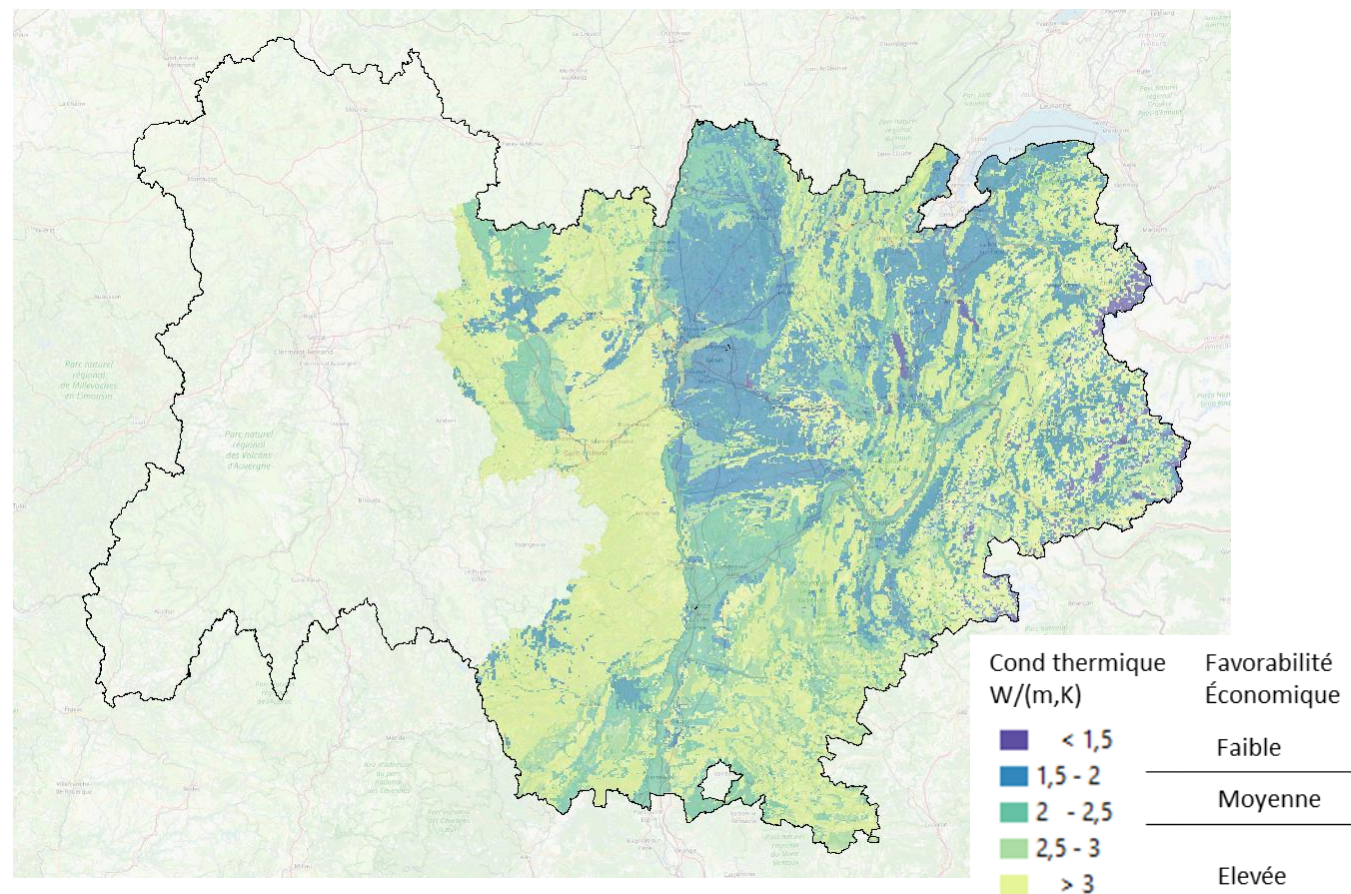
Questions ?

Chapitre 3 : Comment bien choisir sa géothermie ?

1. La ressource en Auvergne–Rhône–Alpes
Pierre DURST, Expert géothermie au BRGM
2. L'adéquation entre ressource et besoins
Romain Genet, Chargé d'étude à Inddigo

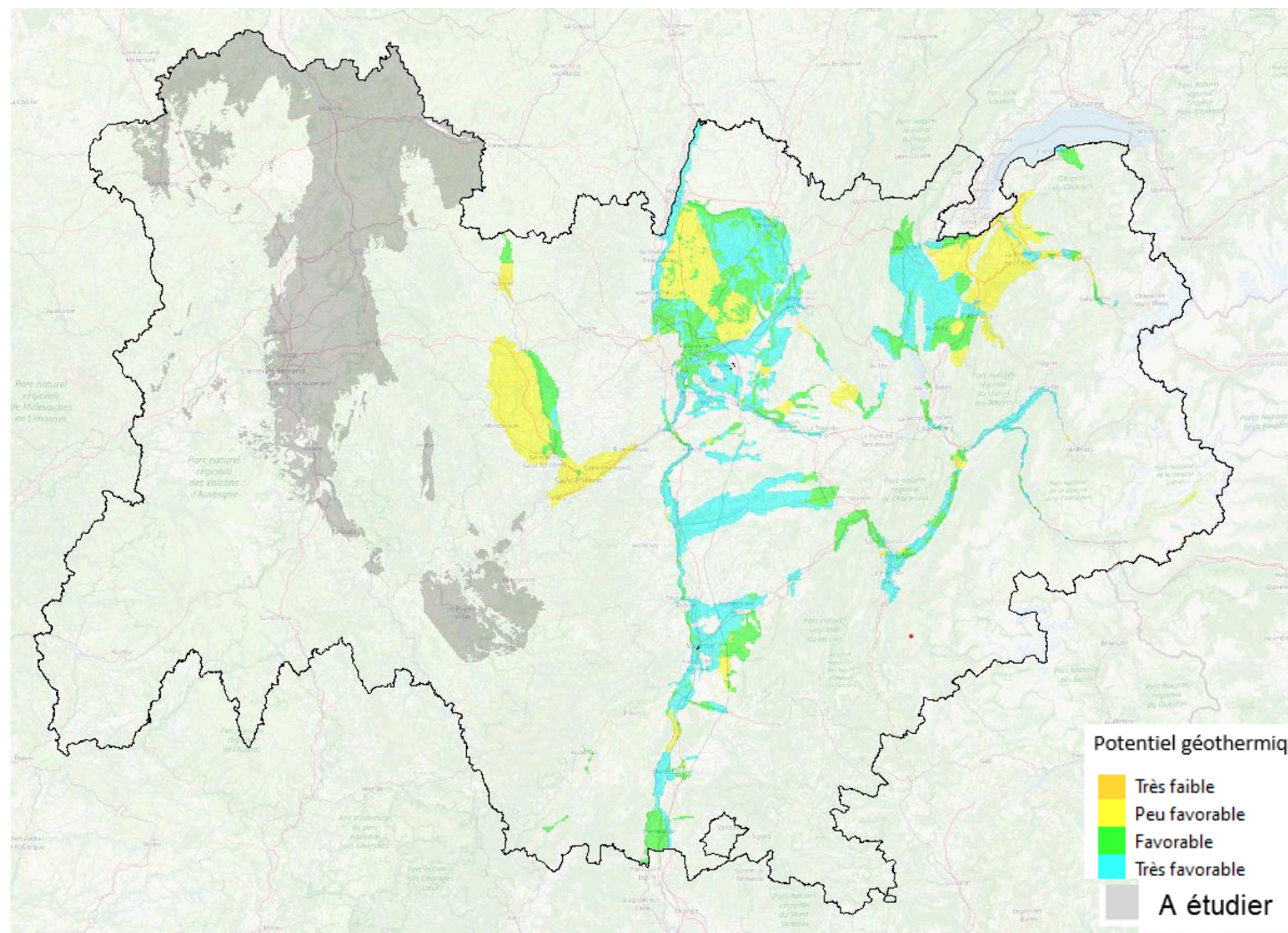
La ressource géothermique en Auvergne-Rhône-Alpes

Sur sondes géothermiques verticales



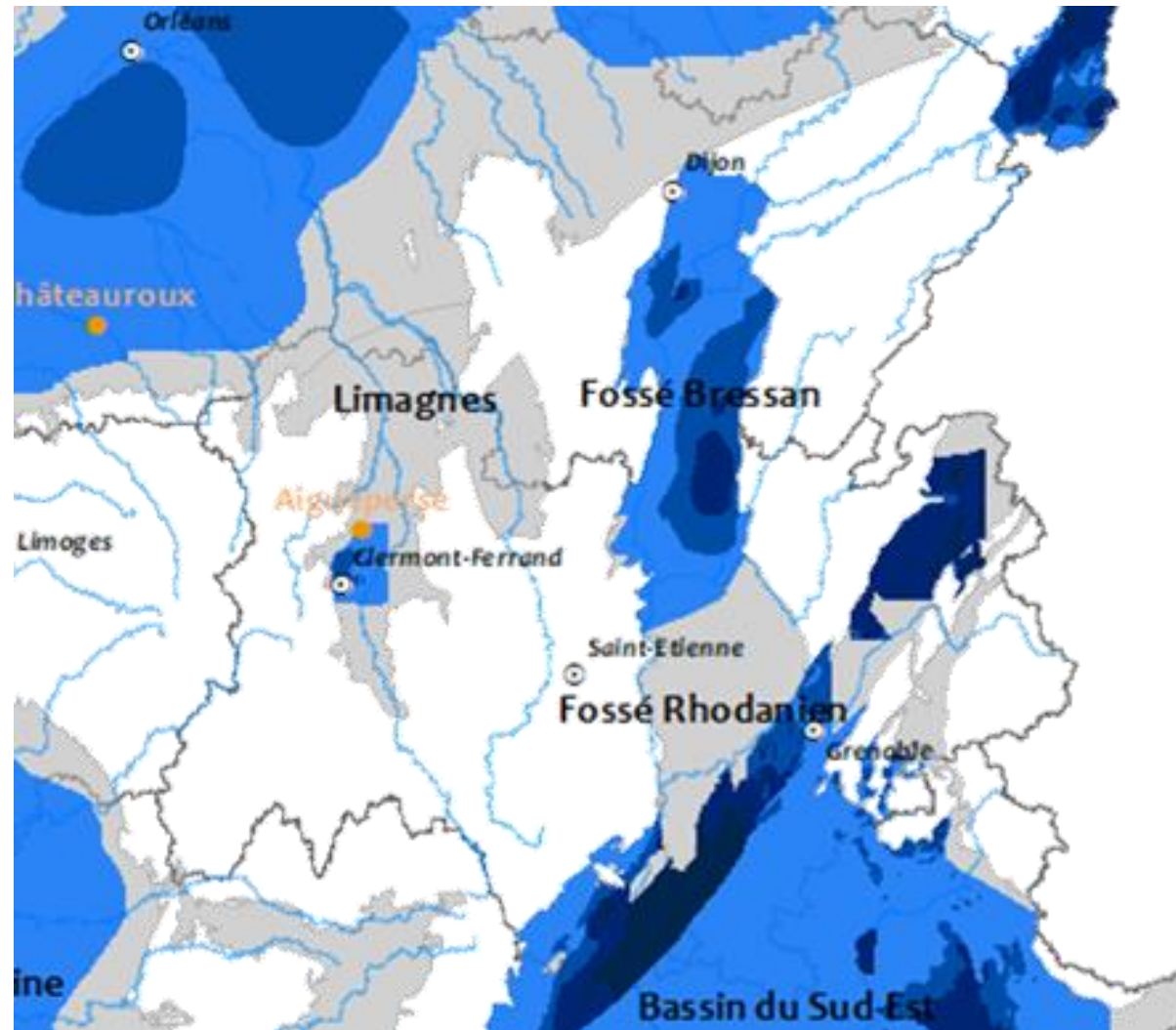
La ressource géothermique en Auvergne-Rhône-Alpes

Sur nappe peu profonde



La ressource géothermique en Auvergne-Rhône-Alpes

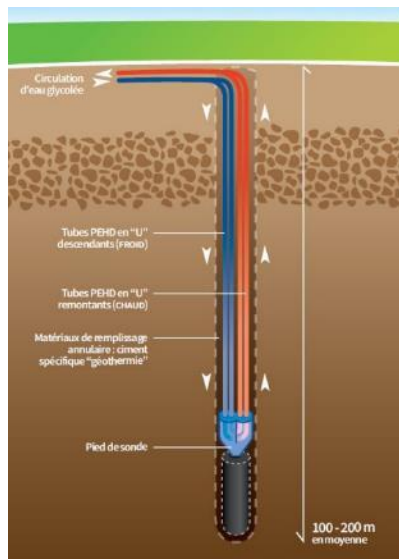
Ressources profondes



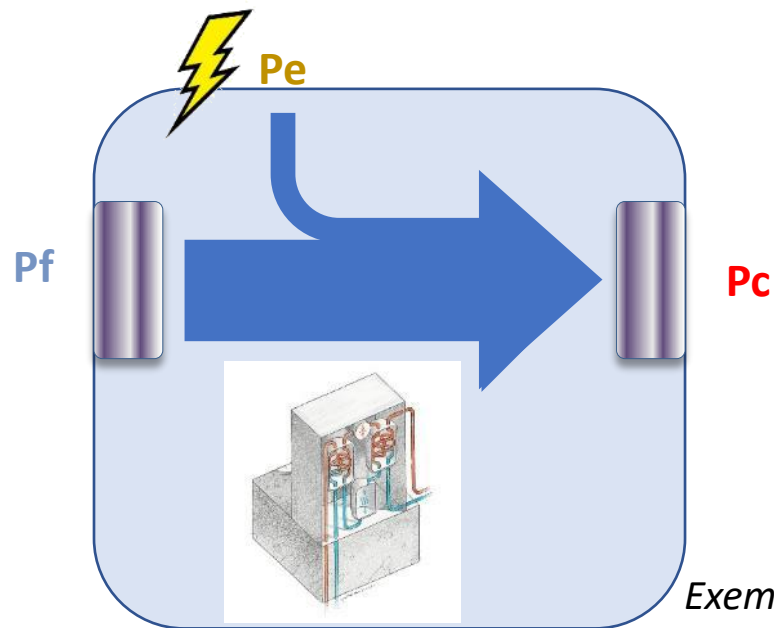
Questions ?

Adéquation entre ressource et besoin
=
Transformer un besoin en sollicitation de ressource

CAPTAGE



POMPE A CHALEUR



USAGE



Rappel Thermo :

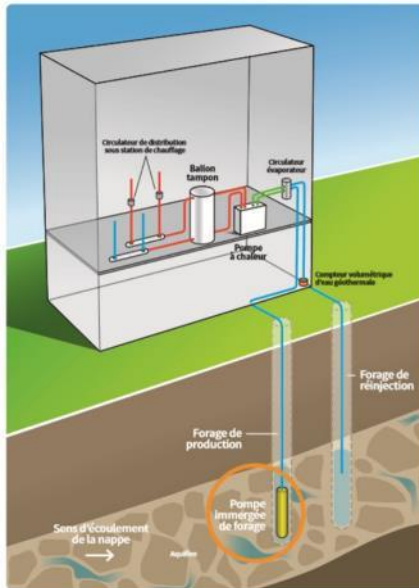
$$P_c = P_f + P_e$$

$$COP = P_c / P_e$$

Le COP baisse avec l'augmentation de l'écart entre les sources **captage** / **usage**

➤ +1°C d'eau chaude => +3% de conso électrique

Caractérisation de la ressource



- Débit possible
- Température de la nappe
- Profondeur de forage
- Niveau d'eau



Impacts sur les besoins

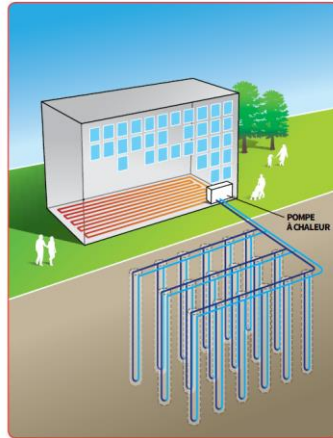
Définit la puissance de ressource :
 $P [kW] = \text{Débit [m}^3/h] \times DT (\sim 5^\circ\text{C}) * 1,163$

Impacte le COP de la PAC (source froide)

Impacte le cout d'accès à la ressource
➤ *impacte l'investissement*

Impacte l'énergie nécessaire pour pomper l'eau (les consommations auxiliaires)
➤ *Impacte le COP global*

En géothermie sur sondes verticales



Caractérisation de la ressource

- Propriétés thermiques du sol (λ , C_v , T° initiale) + Foncier disponible



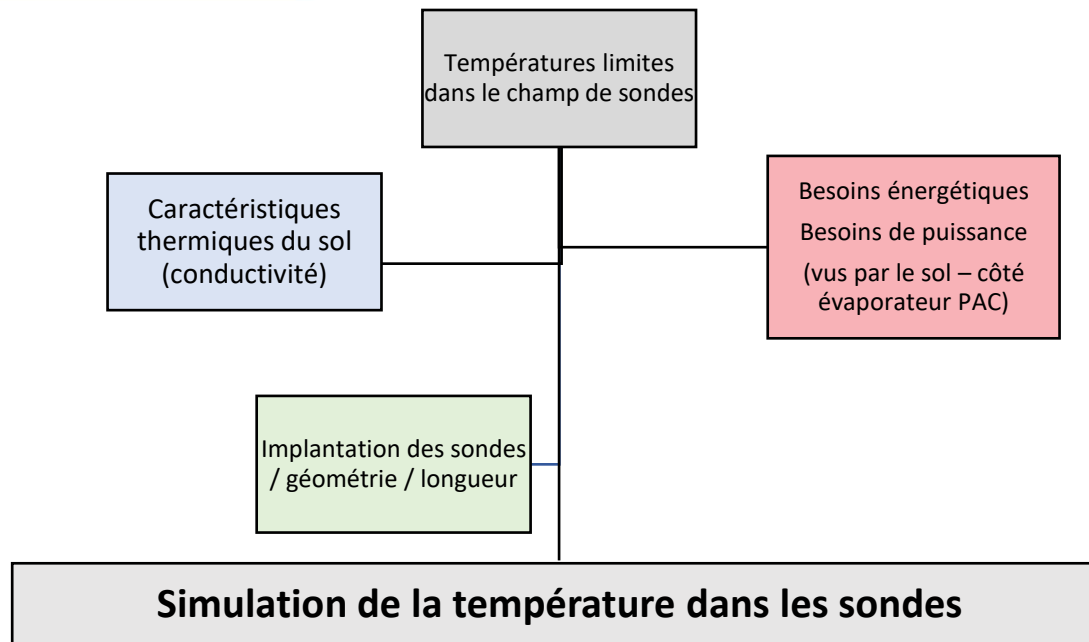
Impacts sur les besoins

Le dimensionnement du champ de sondes dépend de :

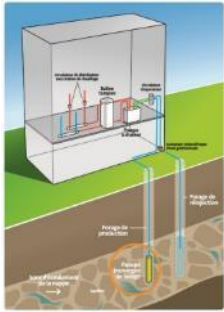
- La **puissance** souhaitée
- La **quantité d'énergie** à échanger avec le sol

Un champ de sondes est limité à une puissance ET à une quantité d'énergie.

- *Nécessité de modéliser l'installation*
- *Utilisation de ratios possible en opportunité (pour sol moyen : ~50 W/mL ET ~90 kWh/mL.an)*



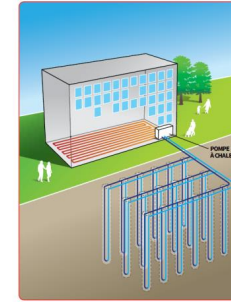
Quel type de géothermie de surface est adapté à mon projet ?



Nappe



- Investissement non proportionnel au besoin
- Potentiel lié à la capacité de la ressource (débit)
- *Effet d'échelle important*



Sondes



- Investissement proportionnel à la puissance/énergie
- *Peu d'effet d'échelle*

Projet



Puissance

~5 kW

~50 kW

~200 kW

> MW

Nappe

Opportunité pour ressource « facile »

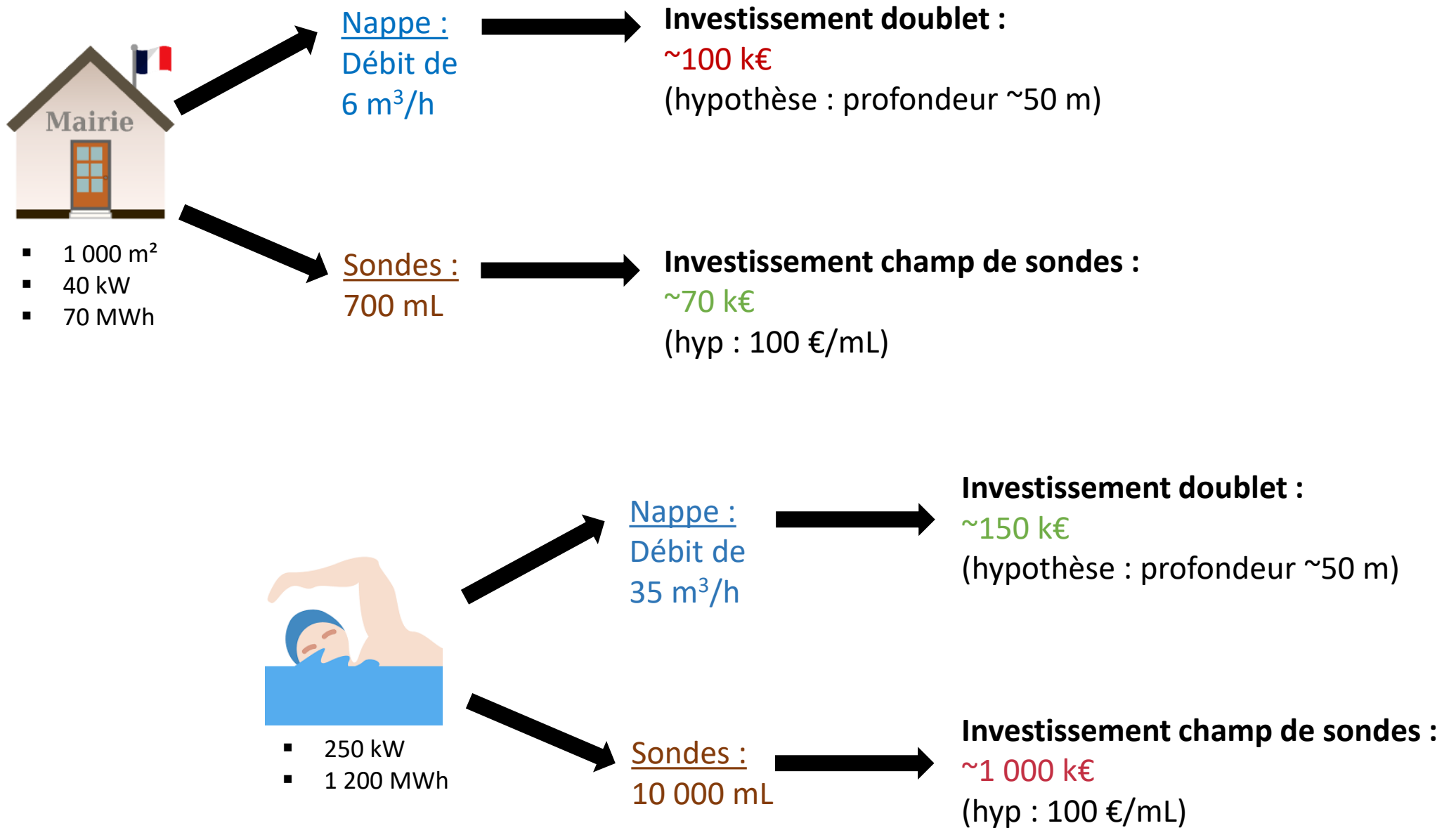
Maximum selon la ressource disponible

Sondes

Intérêt si couplage chaud/froid ou stockage inter-saisonnier

Longueur des sondes proportionnelle aux besoins (P, NRJ), dans la mesure du foncier disponible

Exemples



Questions ?

Merci de votre attention !

Contacts AURA-EE

Nicolas PICOU, chargé de mission ENR thermiques
06 99 92 94 33 / nicolas.picou@auvergnerhonealpes-ee.fr

Noémie ZAMBEAUX, chargé de mission ENR et Bâtiment
06 11 79 47 82 / noemie.zambeaux@auvergnerhonealpes-ee.fr

Contact TENERRDIS

Géraldine CARPENTIER, chargé d'innovation
06 88 25 04 49 / geraldine.carpentier@tenerrdis.fr

