

Forum ENRs Pays Vallée du Loir

Géothermie

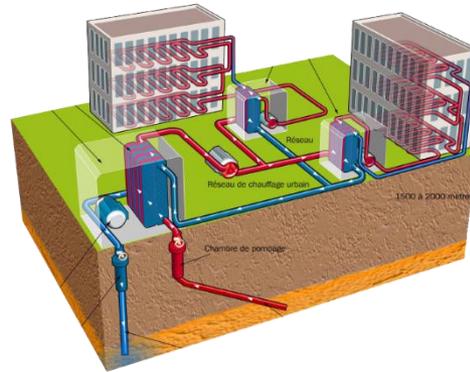
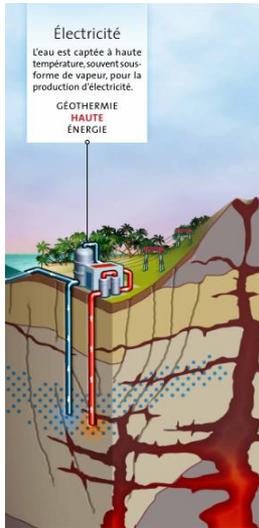
Hélène Galia (AFPG) - Pierre Durst (BRGM)



11 février 2020

Les différentes formes de géothermie

En fonction des ressources et des usages



En contexte volcanique

- Forages à 500 – 2000 m
- Eau/vapeur à 200 – 300°C
- Production d'électricité

Bassins sédimentaires

- Forages à 1000 – 3000 m
- Eau à 50 – 100°C
- Production de chaleur

Partout

- Forages à 10 – 200 m
- Eau à 12°C
 - Production de chaud et/ou de froid avec une PAC
- Production de frais

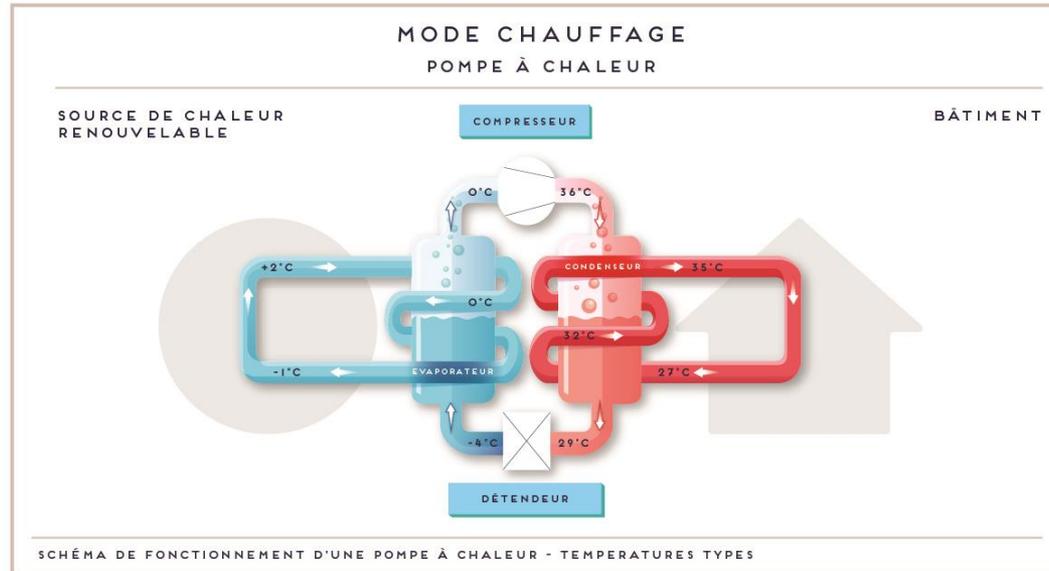
Principes de la géothermie de surface

La pompe à chaleur

On prélève 3 kWh
dans le sol

On ajoute 1 kWh
d'électricité

On injecte 4 kWh
dans le bâtiment

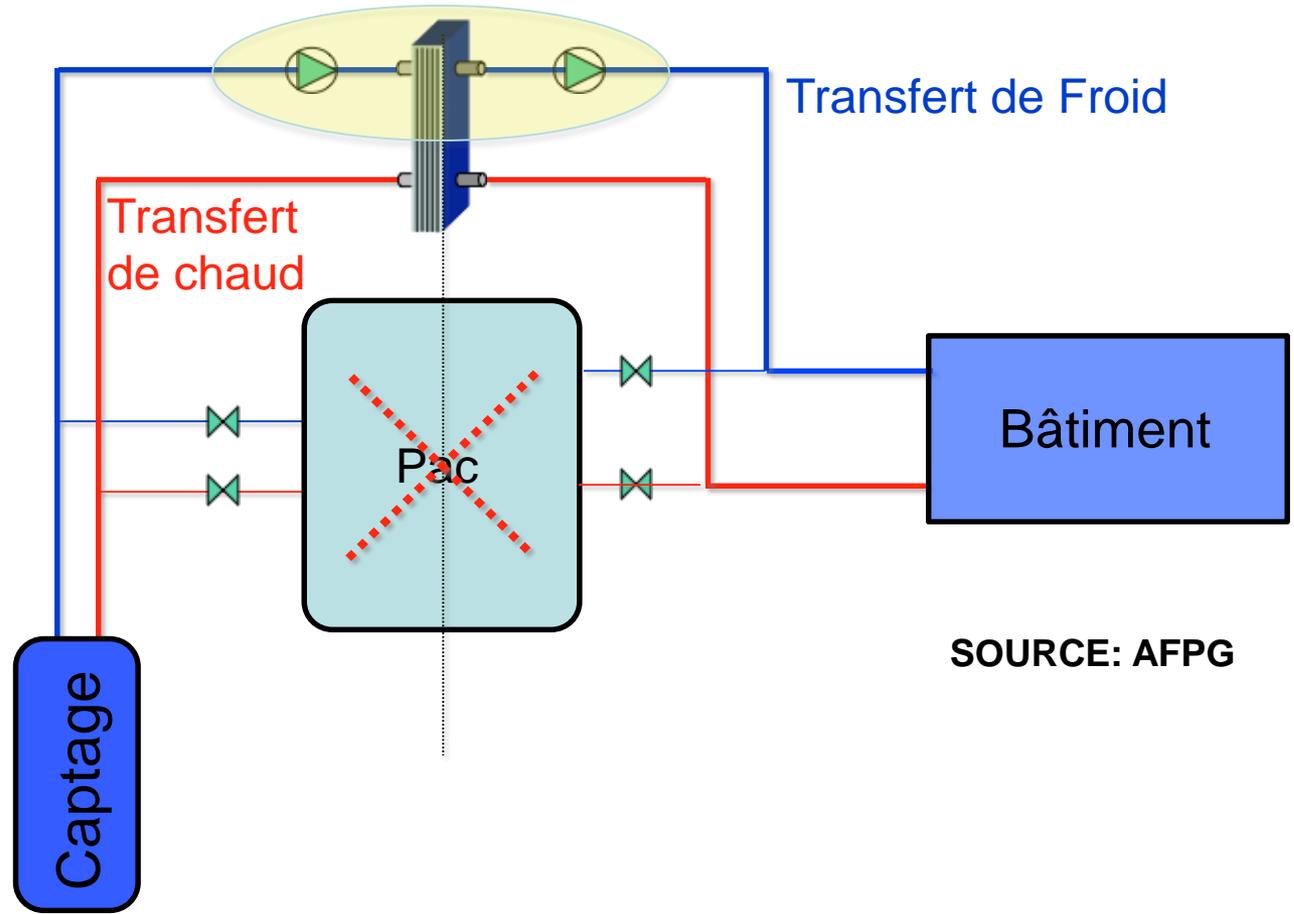


4 kWh de chaud pour 1 kWh d'électricité
Le coefficient de performance (COP) est de 4
Rendement 400%

Principes de la géothermie de surface

Free-cooling ou Froid passif

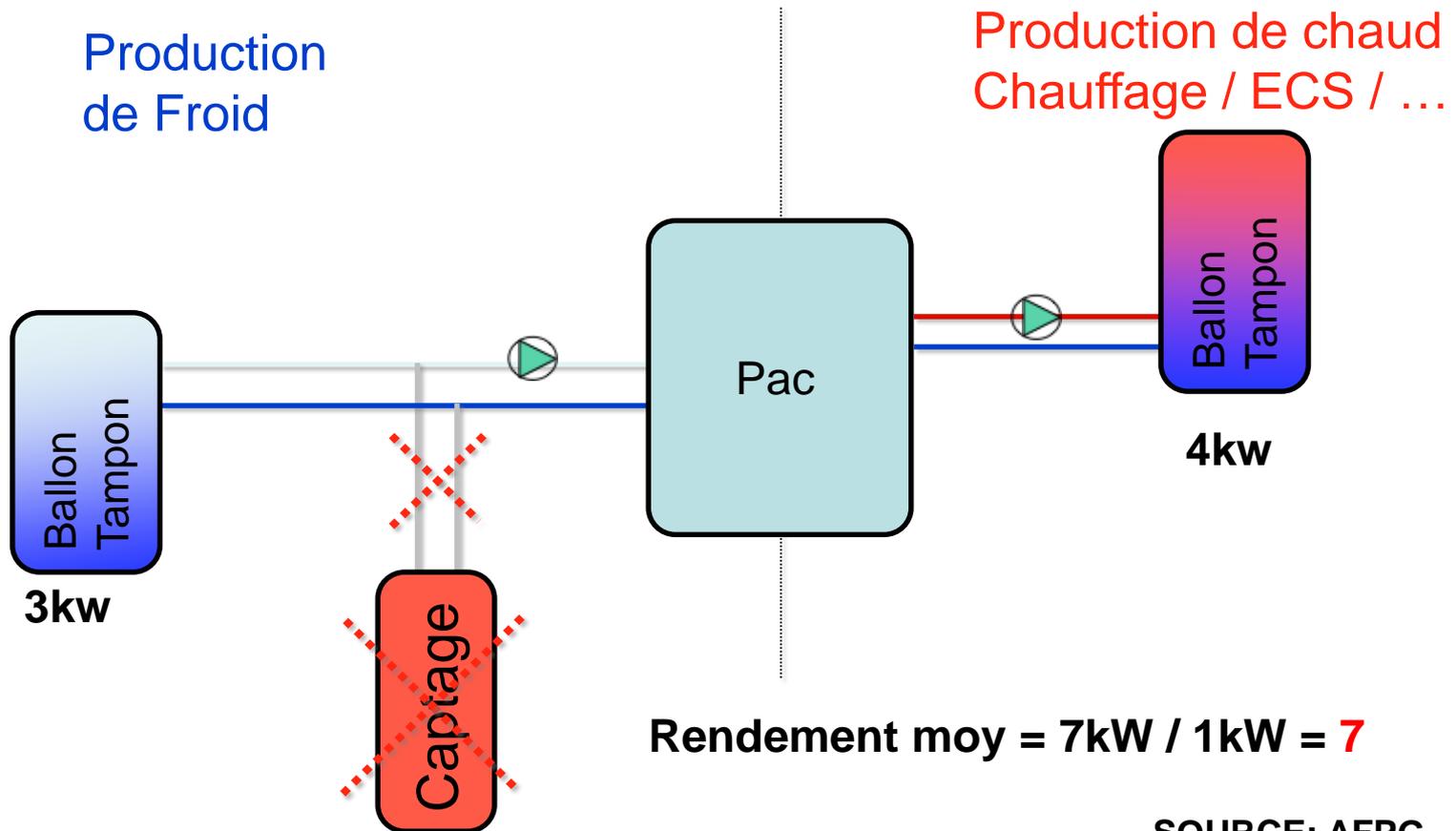
Rendement EER de 30 à 70



SOURCE: AFPG

Principes de la géothermie de surface

Systeme Thermo Frigo Pompe



SOURCE: AFGP

Principes de la géothermie de surface

Différents usages

- PAC avec un plancher chauffant, des radiateurs et/ou ventilo-convecteurs
 - Le COP est d'autant meilleur que l'on travaille à basse température
- PAC pour produire de l'eau chaude sanitaire (ECS)
- PAC pour chauffer déshumidifier une piscine,
- Le free-cooling (froid passif)
- PAC réversible (froid actif)
- Système mixte chaud et froid en même temps

Technologies pour capter la ressource

... servent à évacuer le chaud ou le froid excédentaire.

On peut classer en deux grandes catégories :

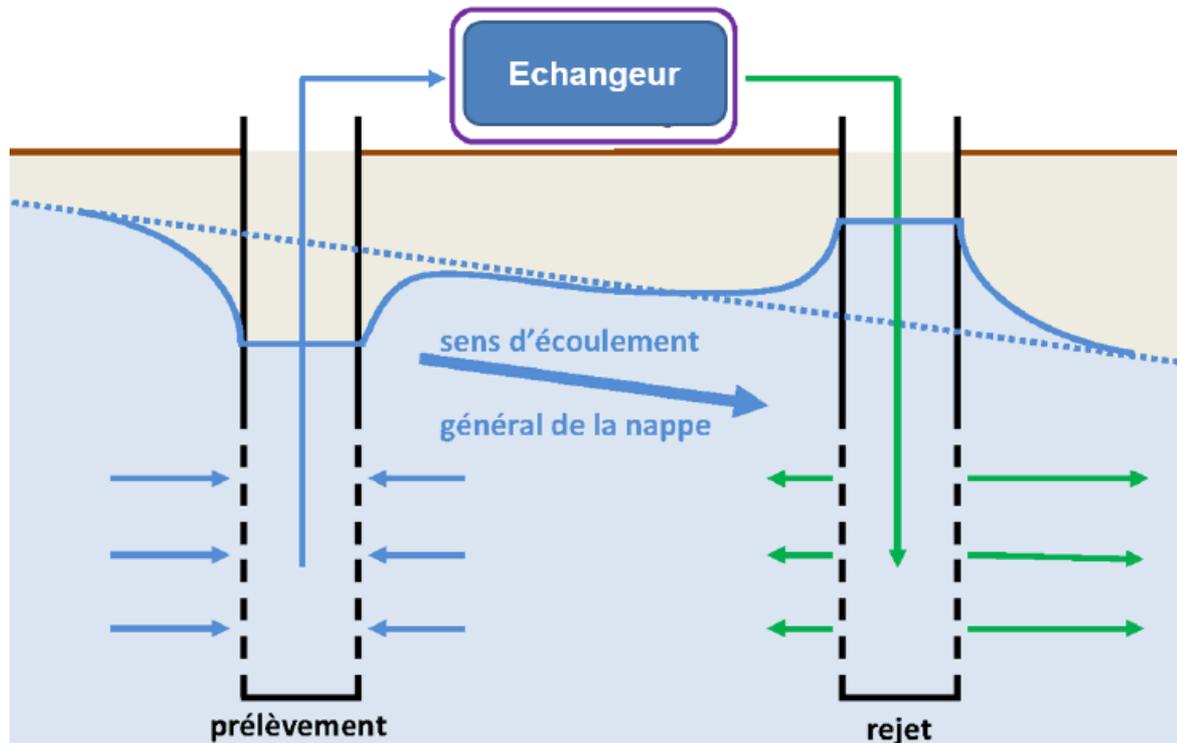
- Boucle ouverte : prélèvement d'une ressource et réinjection à température (un peu) différente. Ce qui nécessite la présence d'une nappe.
- Boucle fermée : un fluide caloporteur sert de vecteur des calories/frigories vers le sous-sol. Ce qui peut se faire n'importe où.

Technologies pour capter la ressource

Boucle ouverte : doublet sur nappe

Le principe

- Pompage sur un forage de production (prélèvement)
- Récupération ou évacuation de calories (échangeur et/ou PAC)
- Réinjection dans la même nappe dans un forage de réinjection



Technologies pour capter la ressource

Boucle ouverte : doublet sur nappe

A la conception, il faut en particulier :

- Estimer le débit nécessaire (en lien avec la puissance installée et la variation de température de l'eau souterraine).

Le débit est dimensionnant.

 *attention à bien dimensionner les forages : surdimensionner aura un impact financier sur le projet ; sous dimensionner aura un impact technique*

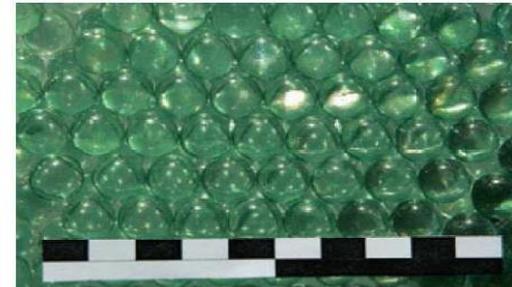
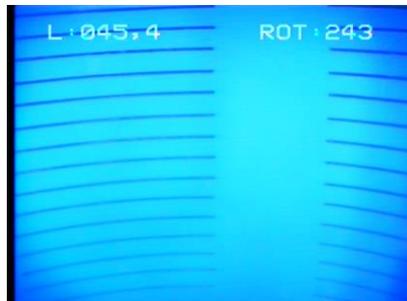
Technologies pour capter la ressource

Boucle ouverte : doublet sur nappe

- Vérifier que la qualité de l'eau permet un usage géothermique : il faudra parfois adapter l'échangeur thermique selon les risques de précipitation des composants dissous.

Par ailleurs

- Le choix des diamètres, des matériaux, du mode d'exécution est fonction du débit et des terrains (*je rappelle que c'est le terrain qui impose la méthode de foration et pas les moyens de l'entreprise de forage; c'est valable aussi pour les sondes que nous allons voir après*)



Technologies pour capter la ressource

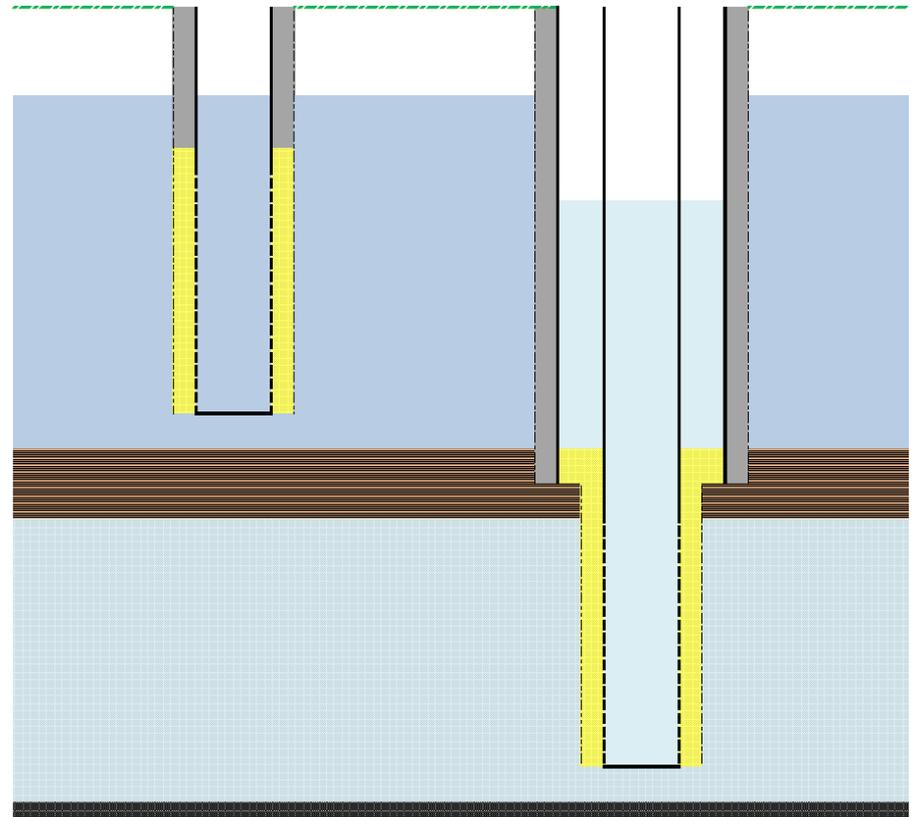
Echangeurs ouvert : doublet sur nappe



Technologies pour capter la ressource

Echangeurs ouvert : doublet sur nappe

- Ouvrages monolithiques à faible profondeur et sans enjeux d'isolement de plusieurs nappes (cimentation)
- Ouvrages télescopés pour profondeur plus importante ou aux enjeux forts d'isolement de plusieurs nappes (cimentation)

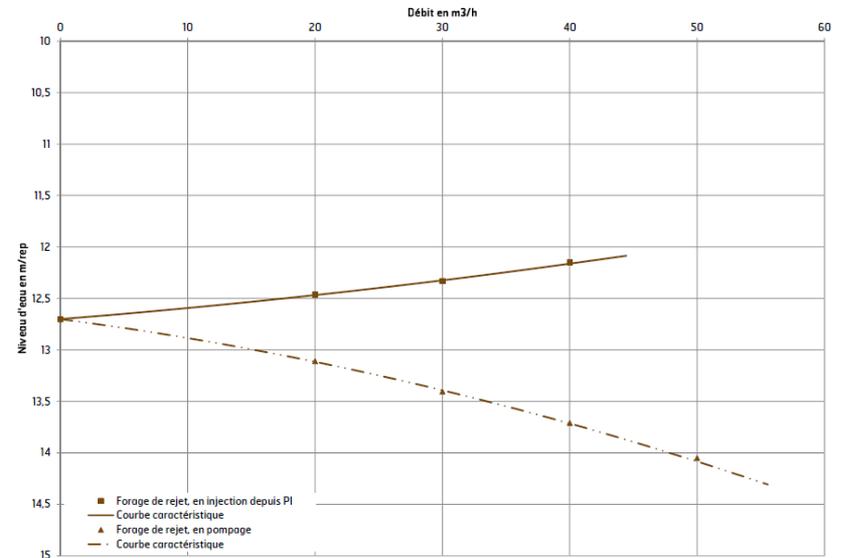


Technologies pour capter la ressource

Echangeurs ouvert : doublet sur nappe

Lors de la réalisation (norme NF X 10-999):

- Essais de pompage par paliers et continu
- Essais d'injection par paliers et continu (capacité en injection)
- Diagraphies : arrivées d'eau..
- Analyses d'eau pour vérifier la compatibilité de la qualité avec l'usage géothermie

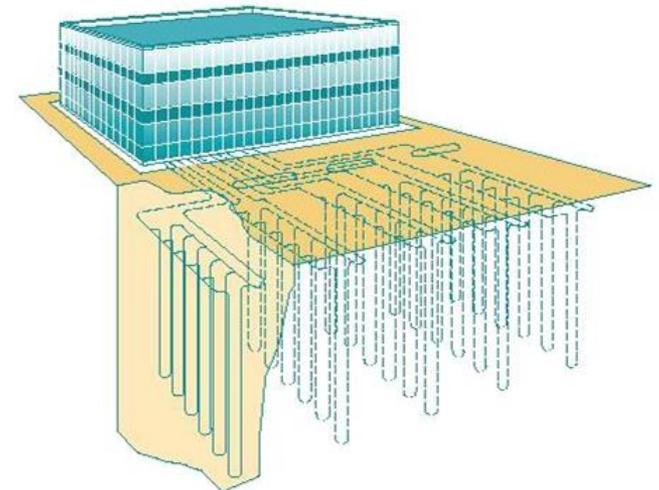
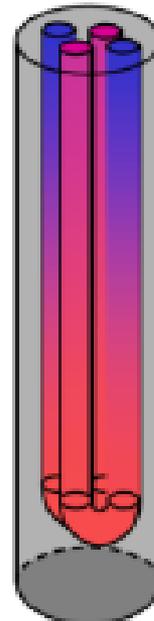
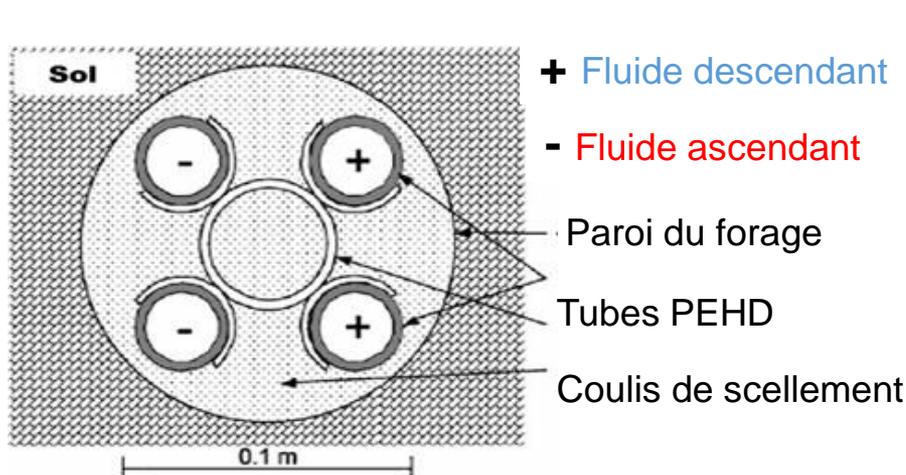


Technologies pour capter la ressource

Boucle fermée : SGV

Le principe

- Création d'un nombre de sondes proportionnel aux besoins thermiques du bâtiment.
- Le fluide caloporteur tiédi entre dans la pompe à chaleur (ou l'échangeur pour le géocooling) pour prendre les calories ou les frigories excédentaires.
- Au contact du sol, le fluide caloporteur se tiédit et recommence son cycle.

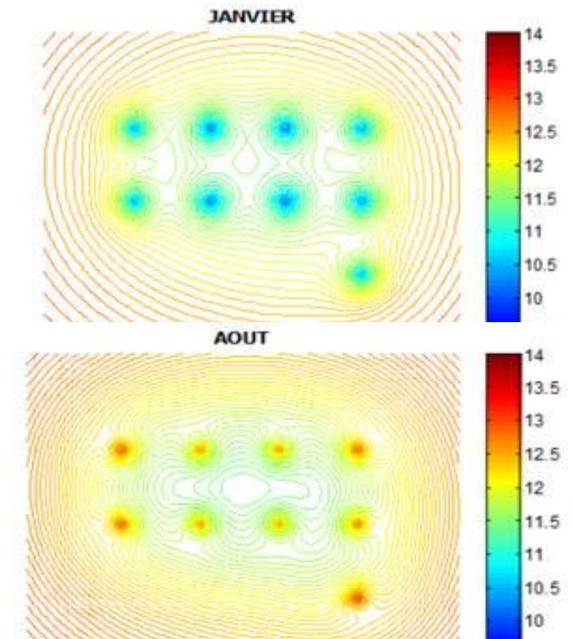


Technologies pour capter la ressource

Boucle fermée : SGV

A la conception, il faut en particulier :

- Définir précisément les besoins thermiques réels du bâtiment, essentiellement en énergie.
- Vérifier les profondeurs maximales qu'on peut atteindre pour éviter les conflits d'usage (ex. nappe réservée à l'eau potable ?)
- Espacer correctement les sondes, et prévoir une solution pour équilibrer les débits entre chacune.

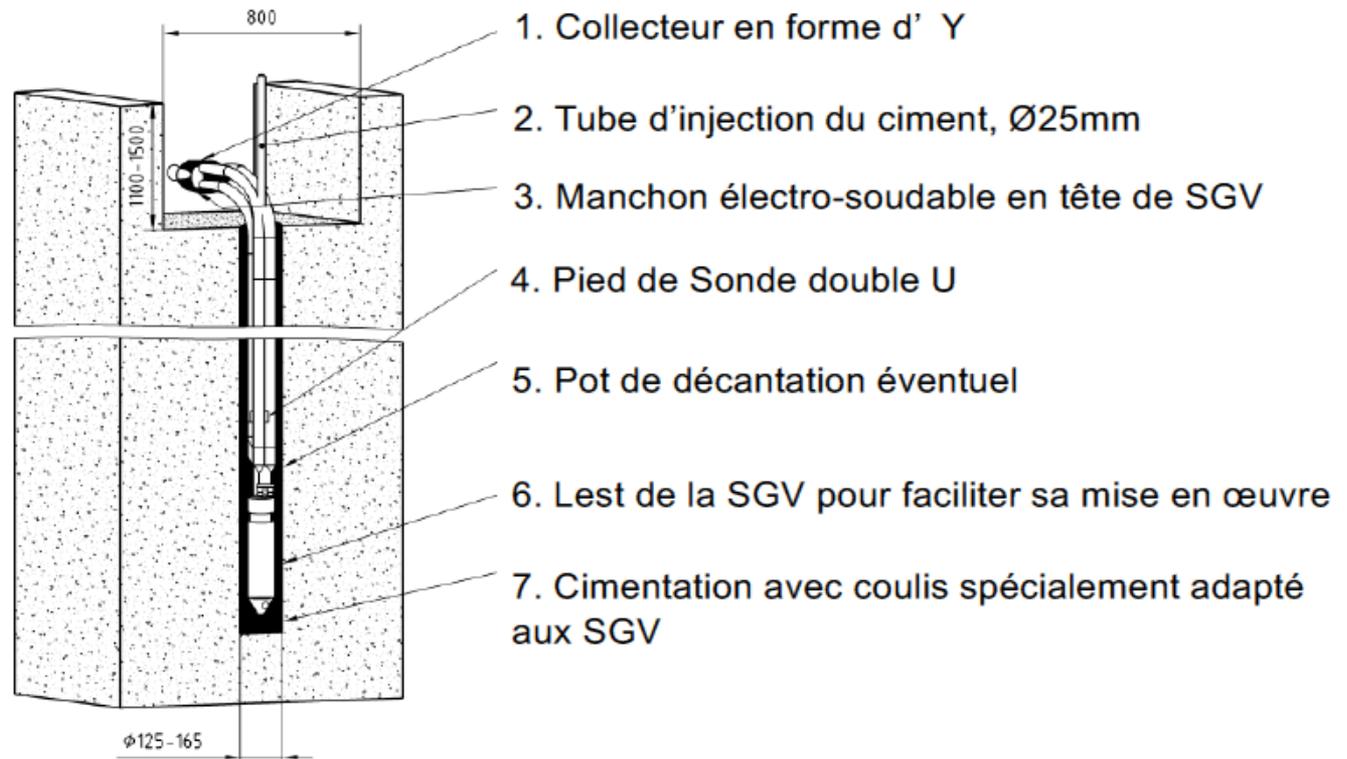


Technologies pour capter la ressource

Boucle fermée : SGV

Lors de la réalisation (norme NF X 10-970) :

- Test de pression des tubes avant descente, cimentation..
- Cimentation sur la totalité de la profondeur



Technologies pour capter la ressource

Boucle fermée : SGV



Technologies pour capter la ressource

Autres



Les capteurs horizontaux
(de 0,5m à 1,5m de profondeur)



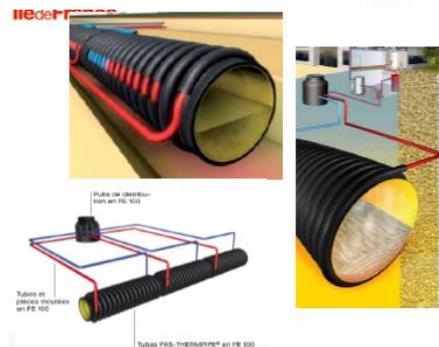
Les boucles géothermiques immergées



Les corbeilles

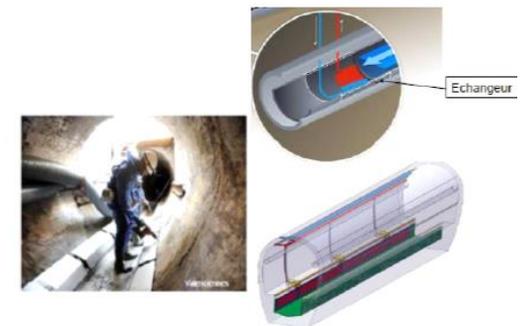


Pieux énergétiques



Sondes Géothermiques enroulées autour d'un collecteur d'E.U
(Récupération de la chaleur des effluents et du terrain)

Solution pour des réseaux d'EU de Ø300 à Ø 2000



Echangeurs à plaque disposés dans la cunette d'écoulement des EU
(Récupération de la chaleur des effluents)

Solution pour ovoïdes ou gros collecteur > Ø 1500

Déroulement d'un projet de géothermie

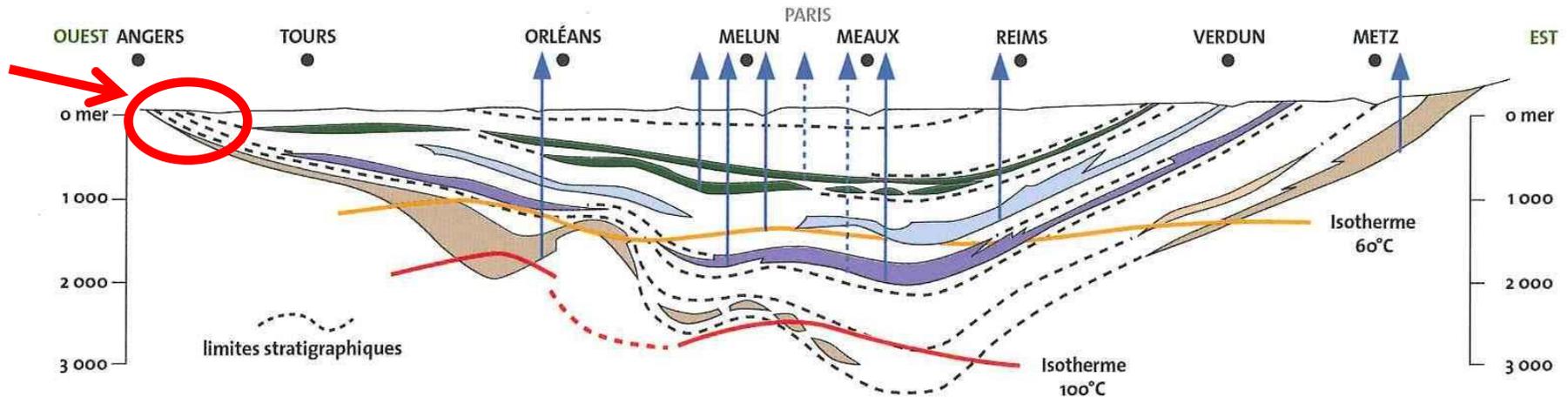
- 1) Demande de subvention « aide à la décision », auprès de la ADEME et de ses partenaires : région, COT, PETR....
- 2) Etude de faisabilité
 - a. Etude thermique
 - b. Etude hydrogéologique bibliographique
 - c. Retour au BE thermique qui valide le taux de couverture, la possibilité de mix énergétique et estime le retour sur investissement
 - d. Validation par le client
 - e. Pour les projets importants (> 50 kW) :
 - réalisation du forage d'essai et tests
 - pour la solution nappe : forage d'essai avec essais de pompage, essais d'injection, analyse d'eau
 - pour la solution SGV : sonde test et Test de Réponse Thermique TRT
 - modélisation du système
 - f. Validation par le client
- 3) Demande de subvention « aide à l'investissement »
- 4) Réalisation du dispositif d'exploitation
 - a. Réalisation du champ de sondes ou des ouvrages sur nappe complémentaire
 - b. Raccordement hydraulique et électrique de la ressource à la PAC

+ démarche administrative GMI ou demande d'exploration et d'exploitation d'un gite géothermique

Intervenants RGE : bureau d'études thermique, sous-sol, foreur, installateur

Aquifères en bordure des grands bassins sédimentaires

- Bordure Bassin parisien : Sarthe, Est du Maine et Loire



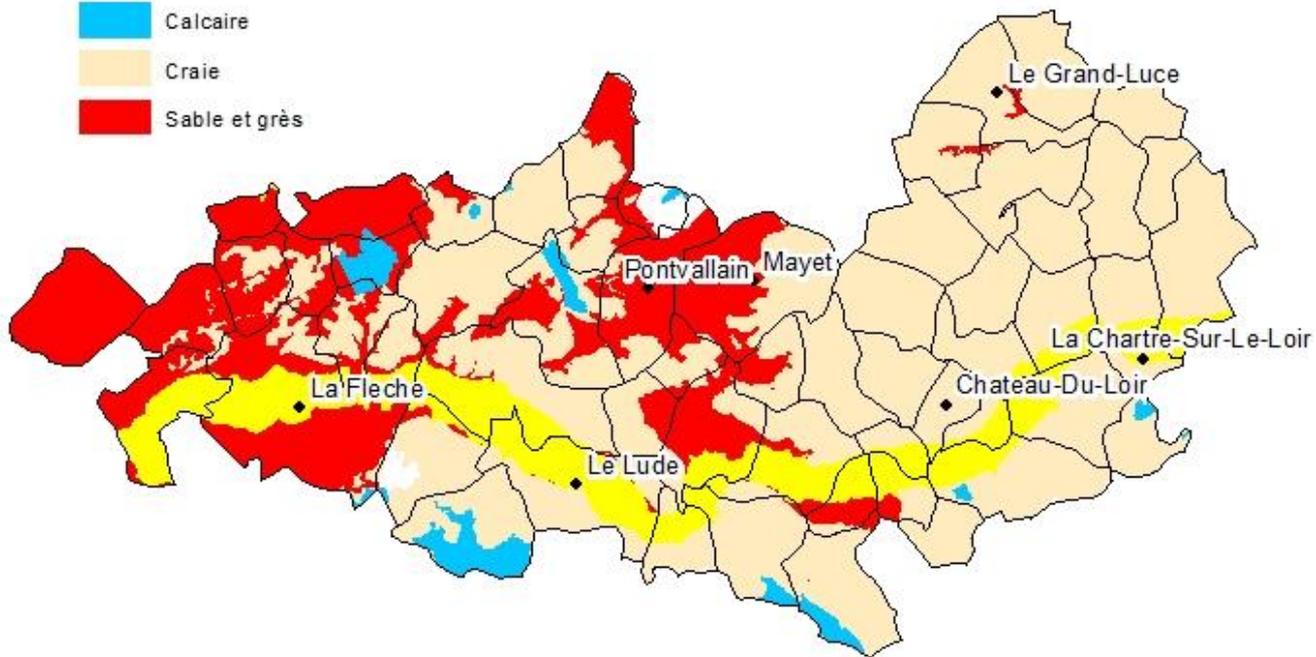
- Bordure Bassin aquitain : sud Vendée

=> Pas d'aquifère sédimentaire profond en Pays de la Loire

Ressources sur nappe aquifère

Premier aquifère

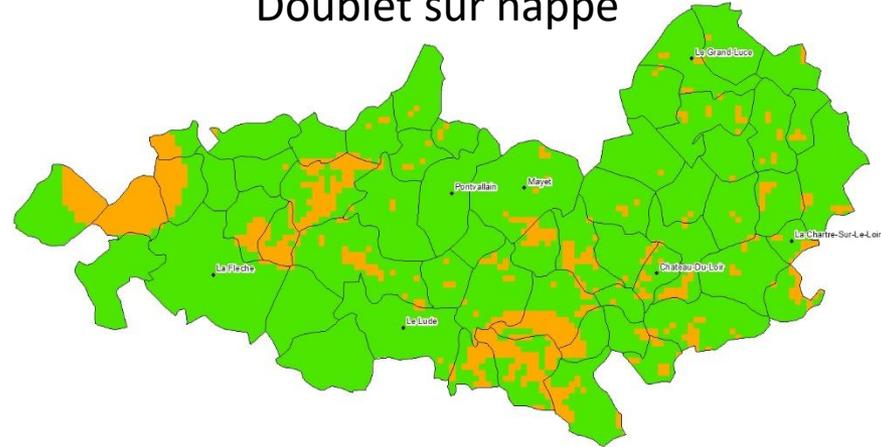
- Alluvions
- Calcaire
- Craie
- Sable et grès



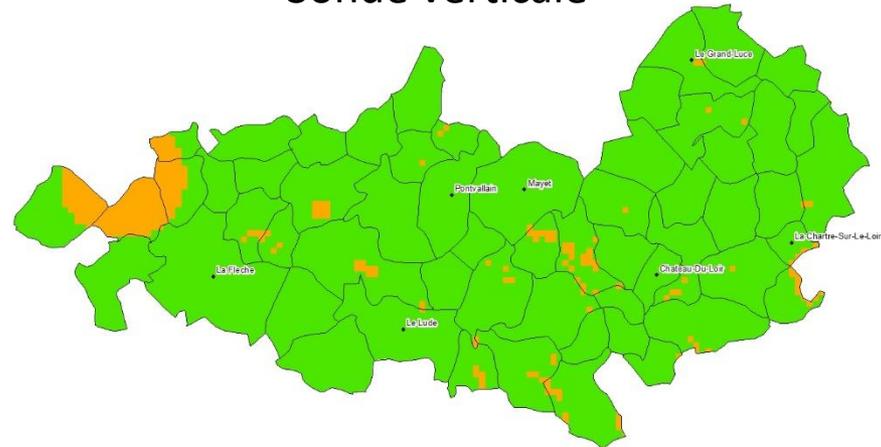
Code minier

- >200m ou >500kW ou zone rouge:
Demande d'autorisation (6 à 18 mois)
- <200 et <500kW:
Foreur agréé
 - Zone verte:
télé-déclaration
 - Zone orange:
télé-déclaration + avis d'expert

Doublet sur nappe



Sonde verticale



- ✓ **Potentiel important**
- ✓ **Energie renouvelable locale**
 - Source d'emploi locale
 - Indépendante de la volatilité du prix des énergies traditionnelles
 - Coûts de fonctionnement réduits, stables
- ✓ **Indépendante des variations climatiques**
 - Disponible 24 /24 h, 365 jours/an
- ✓ **Impacts limités**
 - Faible occupation foncière
 - 4 à 7 fois moins de CO₂ émis
 - Pas d'impact visuel
- ✓ **Maturité technique**

Possibilités de financement: Fonds chaleur
de garantie : AQUAPAC

L'AFPG : <http://www.afpg.asso.fr/>

Association Française des Professionnels de la Géothermie

L'AFPAC : <http://www.afpac-org>

Association Française des Pompes à Chaleur

Le SFEG : <http://www.sfeg-forages.fr/>

Syndicat des Foreurs d'Eau et de géothermie

L'ADEME : <http://www.ademe.fr>

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

Le BRGM : <http://www.brgm.fr>

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Le site  **GEOTHERMIES** : <http://www.geothermies.fr>