



Energies renouvelables, Halte aux idées reçues!

La géothermie



Atelier de la Transition, le 18/04/2018



Ordre du jour

Accueil et introduction : contexte, attentes de la salle

1^{ère} partie : Idées reçues sur la technique

2^{ème} partie : présentation de l'installation au pôle socio-culturel de Noues de Sienne et visite





INTRODUCTION





Chiffres clés en France

14,9% d'énergie renouvelable (EnR) dans la consommation d'énergie finale en 2015

ENR 2015 tout confondu (elec, chaleur, carburant) :

| | |
|-------------------------------|---|
| 46% biomasse (bois + déchets) | 8% éolien |
| 20% hydroélectricité | 3% solaire photovoltaïque |
| 11% biocarburants | 2% biogaz |
| 8% pompe à chaleur | 2 % Autres (EMR + solaire thermique + géothermie) |

| Géothermie* (source : AFPG) | MWth installé 2015 | obj 2023 |
|--------------------------------|-----------------------|----------|
| particuliers | 1780 | 2260 |
| Collectif et réseau | 877 | 1885 |
| TOTAL | 2657 | 4145 |

Objectifs :

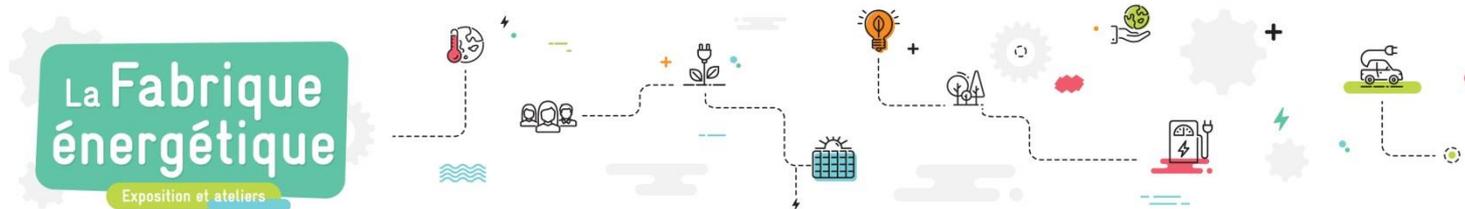
2030 : 32% d'EnR

→ dont 5,2% de géothermie



+56%

* Très basse énergie et basse énergie



1^{ère} partie : la technologie géothermique



M. LEREVEREND



M. BREBANT





PRODUCTION



PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT



FIABILITÉ, QUALIFICATION



ECONOMIE DES PROJETS





PRODUCTION

**LA GÉOTHERMIE N'EST POSSIBLE QUE
DANS LES ZONES VOLCANIQUES OU LES
PAYS CHAUDS**

IDEE RECUE

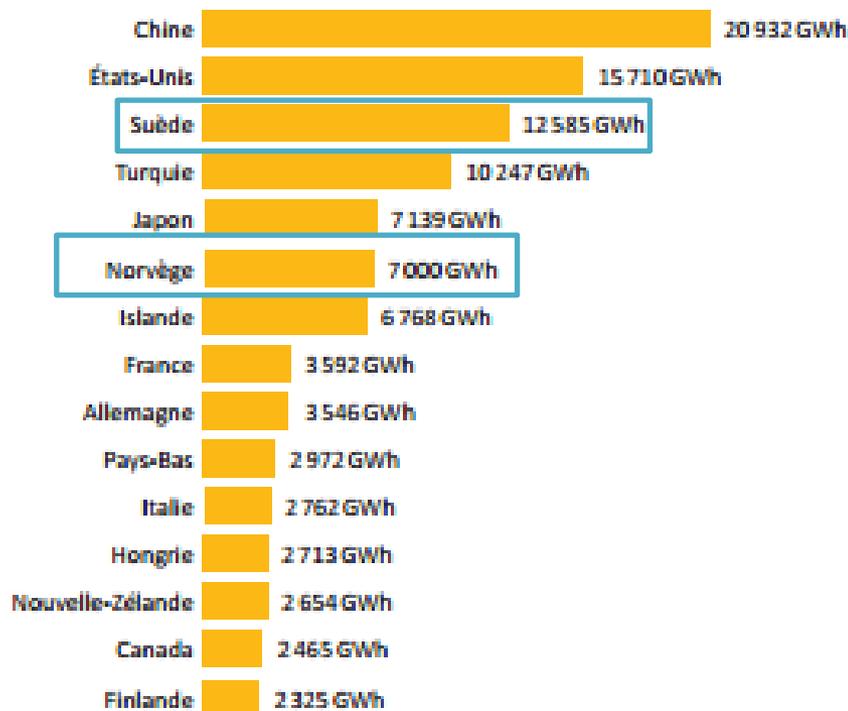




La géothermie dans le monde

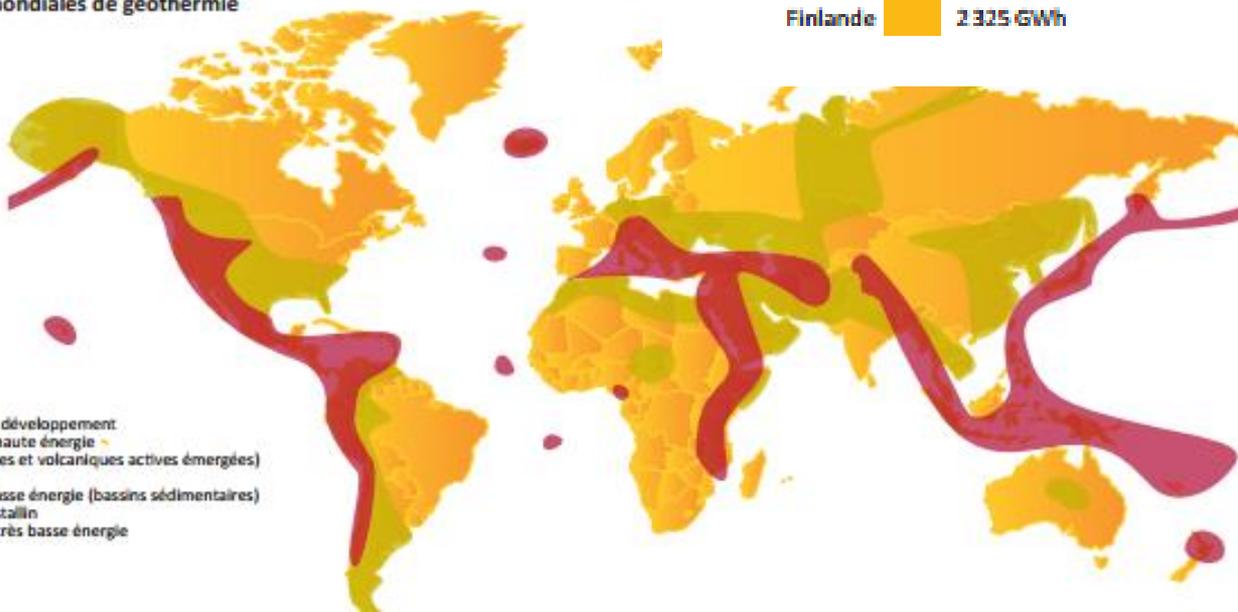
Production de chaleur géothermique des 15 principaux pays en 2009

source : AIE



Les ressources mondiales de géothermie

source : BRGM



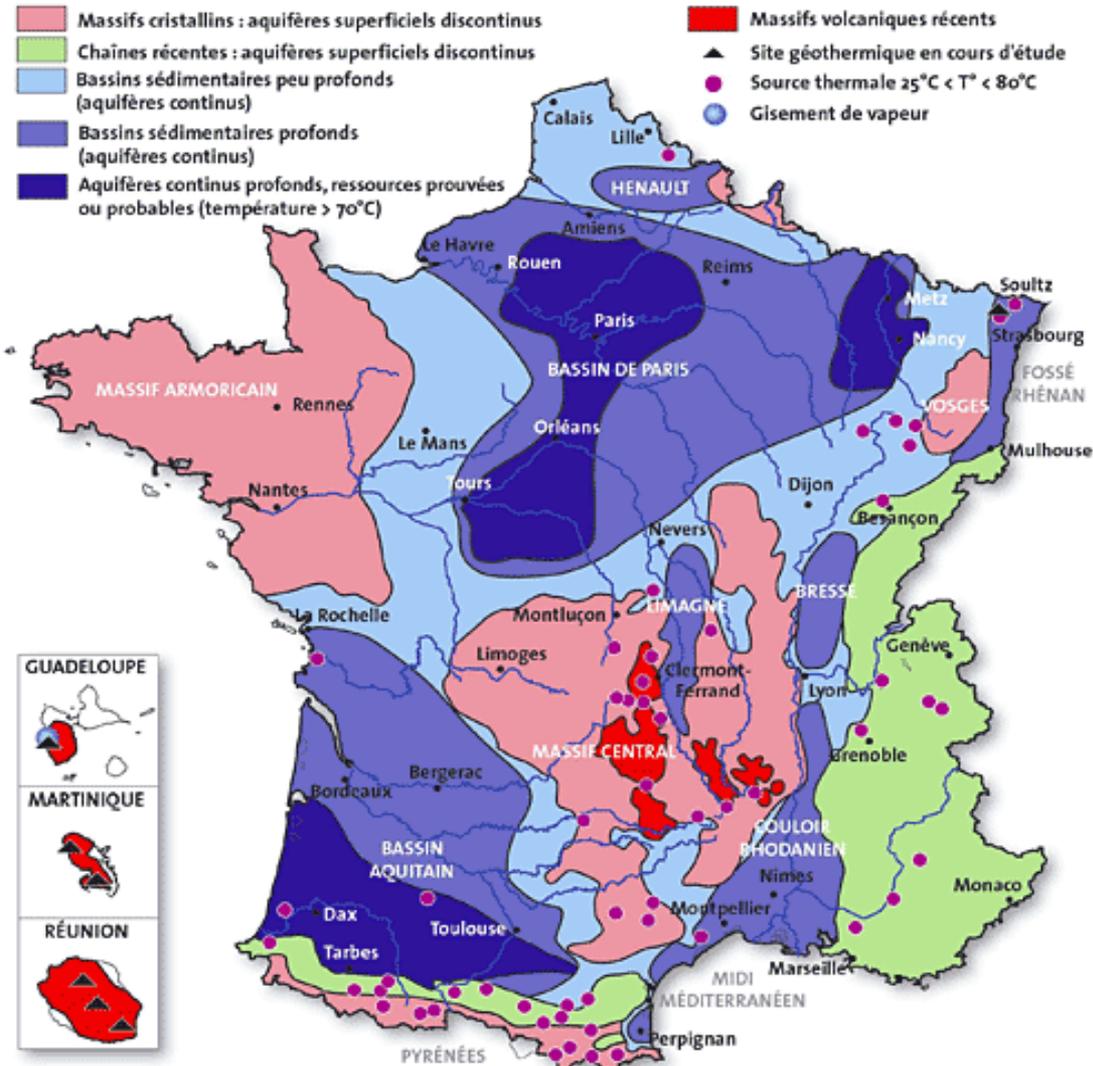
- Zones propices au développement de la géothermie haute énergie (régions tectoniques et volcaniques actives émergées)
- Zones favorables à la géothermie basse énergie (bassins sédimentaires)
- Zones de socle cristallin réservées pour la très basse énergie

La géothermie en France



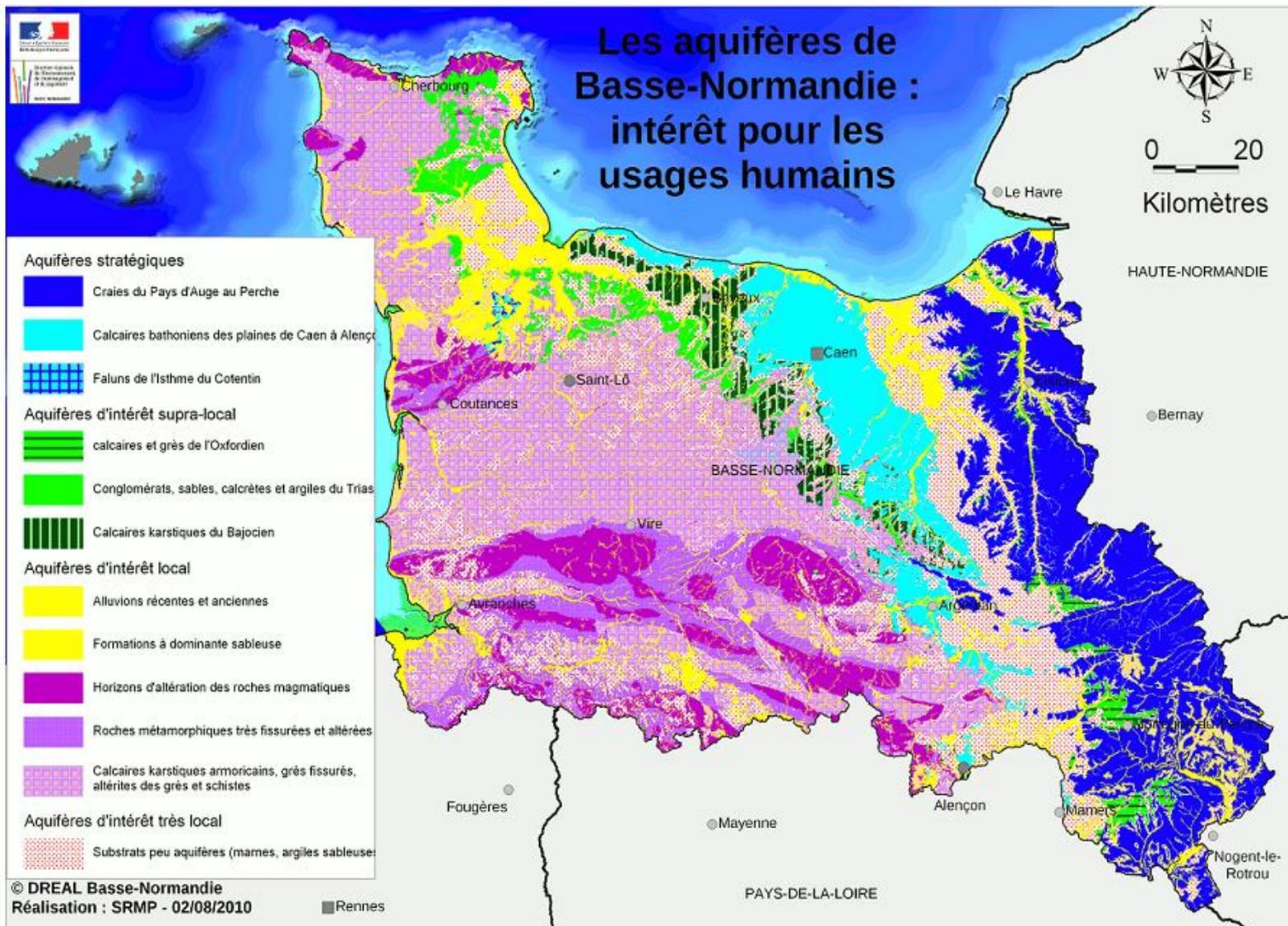
Cartographie géologique de la France (source : BRGM).

Les principales zones géothermiques en France sont les bassins parisien et aquitain, et les espaces montagneux (Massif Central, Pyrénées et Alpes).





En Basse-Normandie





PRODUCTION

LA GÉOTHERMIE NE PRODUIT QUE DU CHAUFFAGE

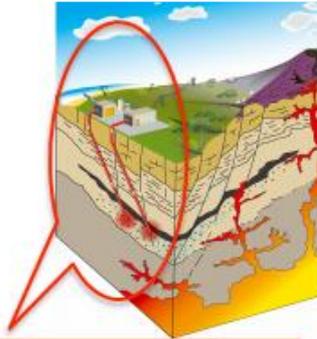
IDEE RECUE



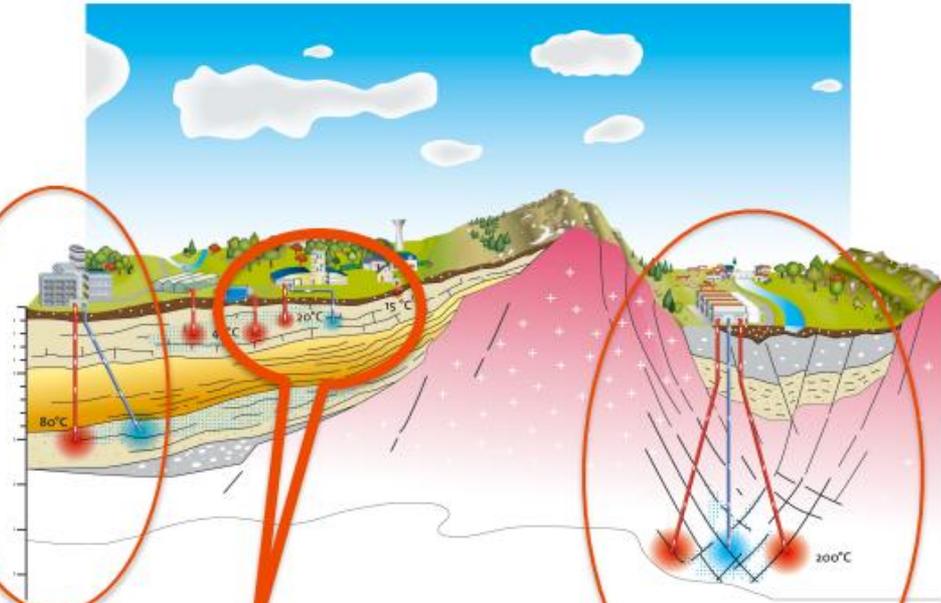
Les typologies usuelles de géothermie



Chaleur
Électricité
Rafrachissement



Géothermie Haute Energie
Production d'électricité
Champs naturels de vapeur



Géothermie Basse Energie
Chauffage direct
Aquifères profonds

Géothermie Très Basse Energie
Chauffage et/ou rafraichissement
Pompes à chaleur
Sous-sol ou eau souterraine

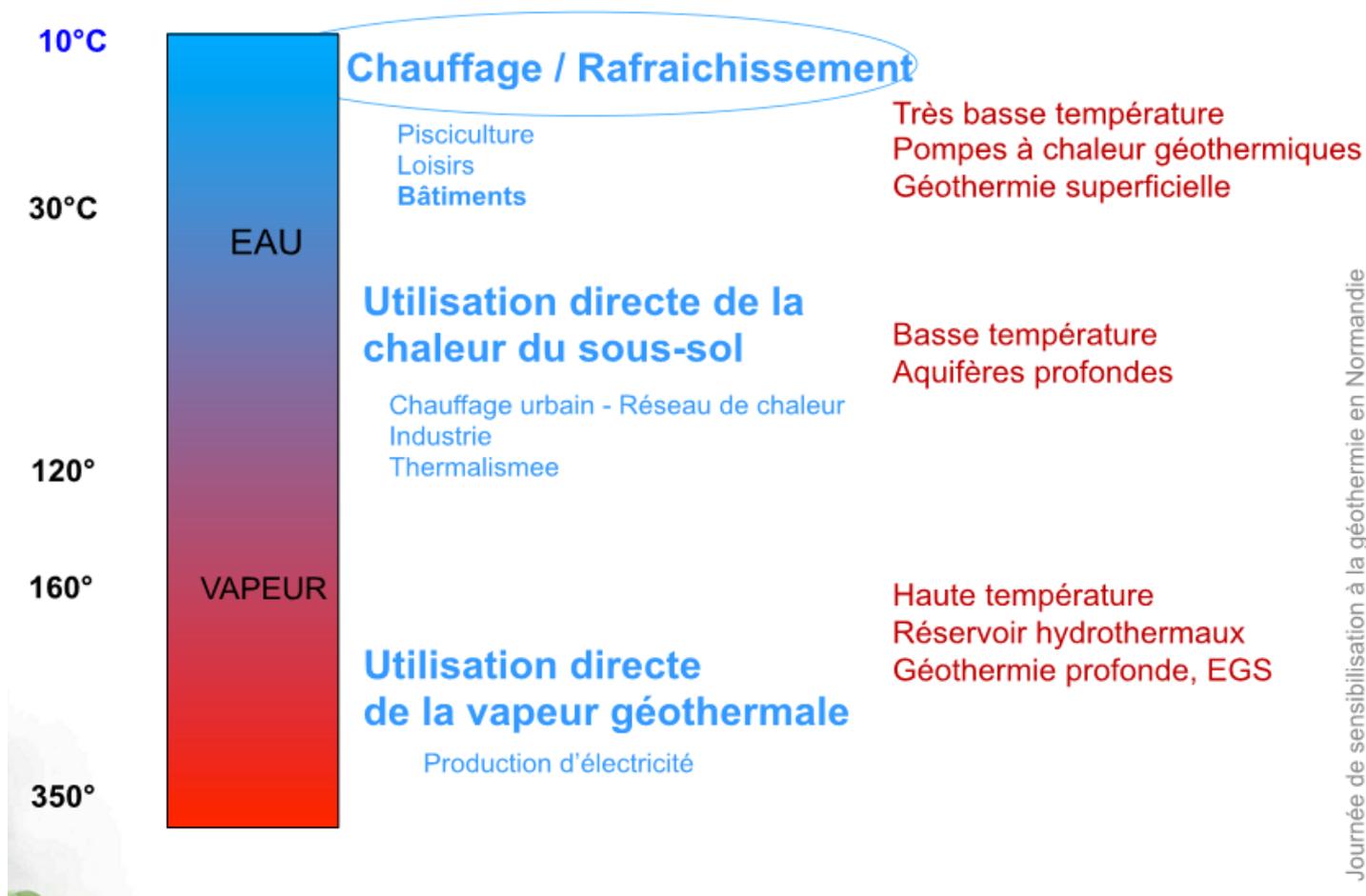
Géothermie profonde - EGS
Socles ou bassins sédimentaires
+/- fracturés et +/- « secs »
Electricité - Chauffage

Journée de sensibilisation à la géothermie en Normandie

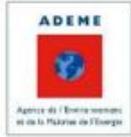
EGS: systèmes géothermiques stimulés



Chaleur de la Terre température de la ressource



Les usages multiples de la géothermie basse énergie



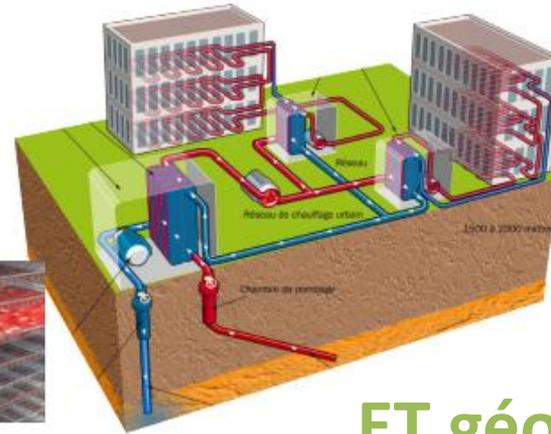
Géothermie Basse Énergie

Utilisation directe de la chaleur des nappes profondes

Aquifères profonds des bassins sédimentaires



Des usages multiples



ET géothermie très basse énergie





PRODUCTION

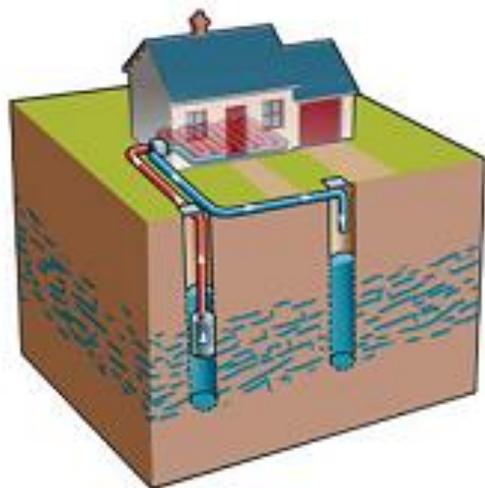
IL FAUT OBLIGATOIREMENT UNE SOURCE D'EAU SOUTERRAINE

IDEE RECUE





Avec eau souterraine : Pompe à chaleur sur nappe ou aquifère



- 2 forages, éloignés de 15 à 20 m minimum (« doublets géothermiques »)
- La dimension dépend de la profondeur de la nappe (de quelques mètres à une centaine de mètres)
- Circuit ouvert

Image BRGM



Sans eau souterraine : Capteurs horizontaux

Image BRGM



- Capteurs enterrés entre 0,6 et 1,2 m de profondeur
- Eau glycolée ou fluide caloporteur
- Dimensionnement : 1,5 à 2 fois la surface à chauffer
→ entre 225 et 300 m² de jardin pour une maison d'habitation de 100m²

Sans eau souterraine : Sondes verticales

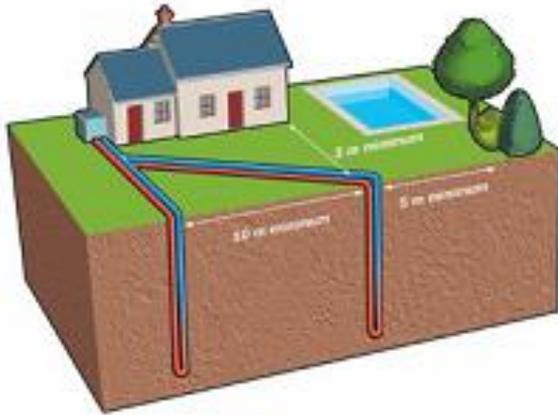
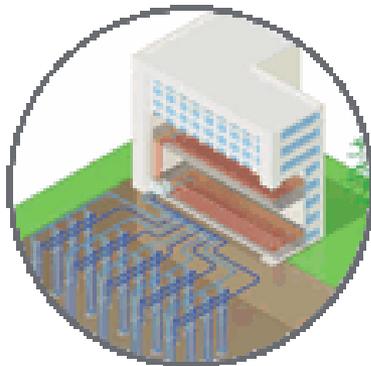


Image BRGM

- Sonde dans un forage profond scellé par du ciment (éloignement minimal : 10 m entre chaque sonde)
- Le nombre de sonde dépend du sous-sol et de la surface à chauffer (« champs de sonde » pour les grands bâtiments tertiaires)
- Circuit fermé d'eau glycolée
- Dimensionnement : une sonde de 100m de profondeur pour une maison d'habitation de 120m²





Sans eau souterraine : Géostructure

❑ Utilisation des pieux des fondations équipés de tubes polyéthylène qui servent de capteurs géothermiques (fondations thermoactives)



❑ Installation de capteurs dans les murs et planchers des parking souterrains



Sans eau souterraine : la thalassothermie (en mer, retenues d'eau, sur eau usées)

Exemple de la CODAH pour
le centre des congrès et les
Bains des Docks

Installation d'un local technique « PAC » dans le bâtiment centre des congrès du côté Bassin Vatine.

Réalisation de point de pompage et rejet d'eau de mer dans le bassin Vatine.

Création d'un réseaux de distribution de chaleur et de froid vers la piscine.





PRODUCTION

IL FAUT UN GRAND TERRAIN

IDEE RECUE



DES TECHNIQUES COMPACTES



« capteur
corbeille »



Pompe à chaleur sur échangeurs compacts

Avantage : pas de cout de forage, emprise au sol de quelques mètres carrés, production possible de chauffage, eau chaude sanitaire et rafraîchissement; adapté à la rénovation

Inconvénient : technologie émergente

Pompe à chaleur sur eaux usées ou grises

Avantage : pas de cout de forage, parfaitement adapté au contexte urbain.

Inconvénient : nécessite des canalisations permettant l'intégration d'échangeurs, situées à proximité avec un diamètre suffisant pour l'exploitation et un débit permanent suffisant.



Pompe à chaleur sur échangeurs verticaux, également appelés sondes géothermiques

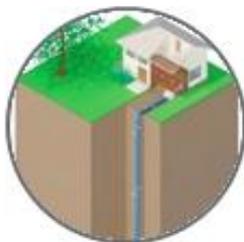
Avantage : emprise au sol de quelques dizaines de centimètres carrés, système le plus performant, parfaitement adapté à la rénovation et aux bâtiments classés ou similaires

Inconvénient : coût de forage, soumis au code minier.

Pompe à chaleur sur fondations thermoactives, également appelées pieux géothermiques

Avantage : investissement limité car intégration complète aux fondations du bâtiment

Inconvénient : rendement énergétique limité





PROTECTION DE
L'ENVIRONNEMENT

**EXPLOITER LA GÉOTHERMIE VA FAIRE
REFROIDIR LA TERRE
LA GÉOTHERMIE N'EST PAS UNE
ÉNERGIE RENOUVELABLE**

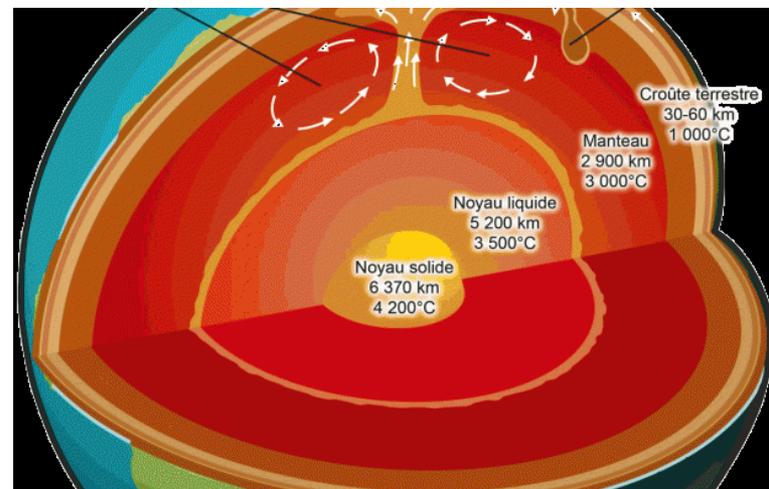
IDEE RECUE





La chaleur provient de la désintégration des éléments radioactifs du noyau

- Plus de 50% de l'énergie dissipée provient de la fission nucléaire
- La chaleur est transmise partout à la surface par conduction
 - phénomène qui est lent.
 - (+ par convection aux frontières des plaques lithosphériques)



- Bien dimensionner les systèmes de capteurs horizontaux aux besoins de l'habitat pour ne pas dépendre des événements climatiques pour la recharge thermique des terrains



le gradient géothermique

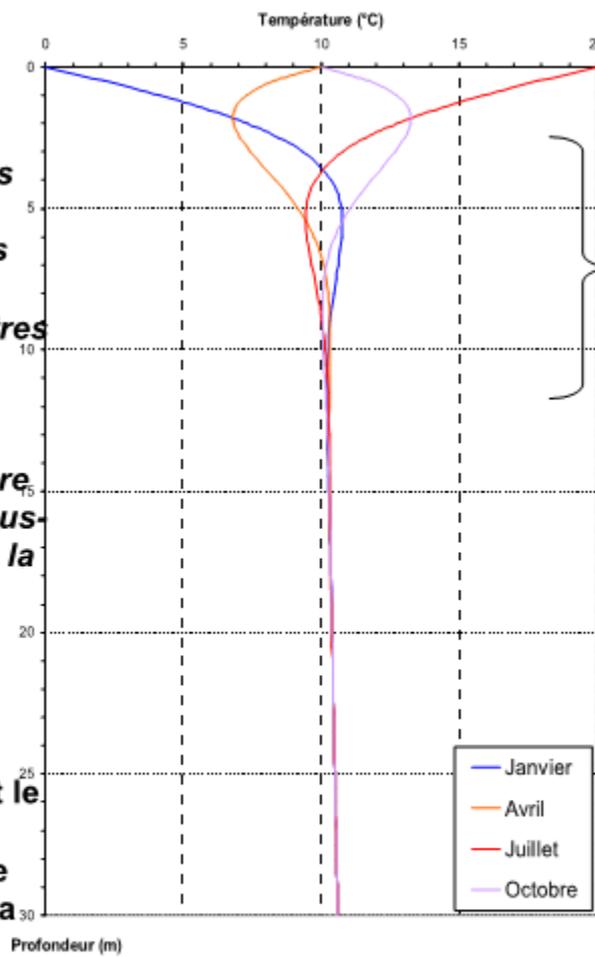
Gradient géothermique
= variation de température par
100 m de profondeur. En
France métropolitaine, il est
en moyenne de

+3°C par 100m

*Les variations
saisonnnières
sont amorties
sur les 10
premiers mètres*

*La température
du proche sous-
sol est égal à la
température
annuelle
moyenne*

*Ensuite, c'est le
gradient
géothermique
qui contrôle la
température*



*La température
sur les 10
premiers mètres
est contrôlée par
les échanges
avec
l'atmosphère*

*En profondeur, le flux
géothermique est le
seul apport*





PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

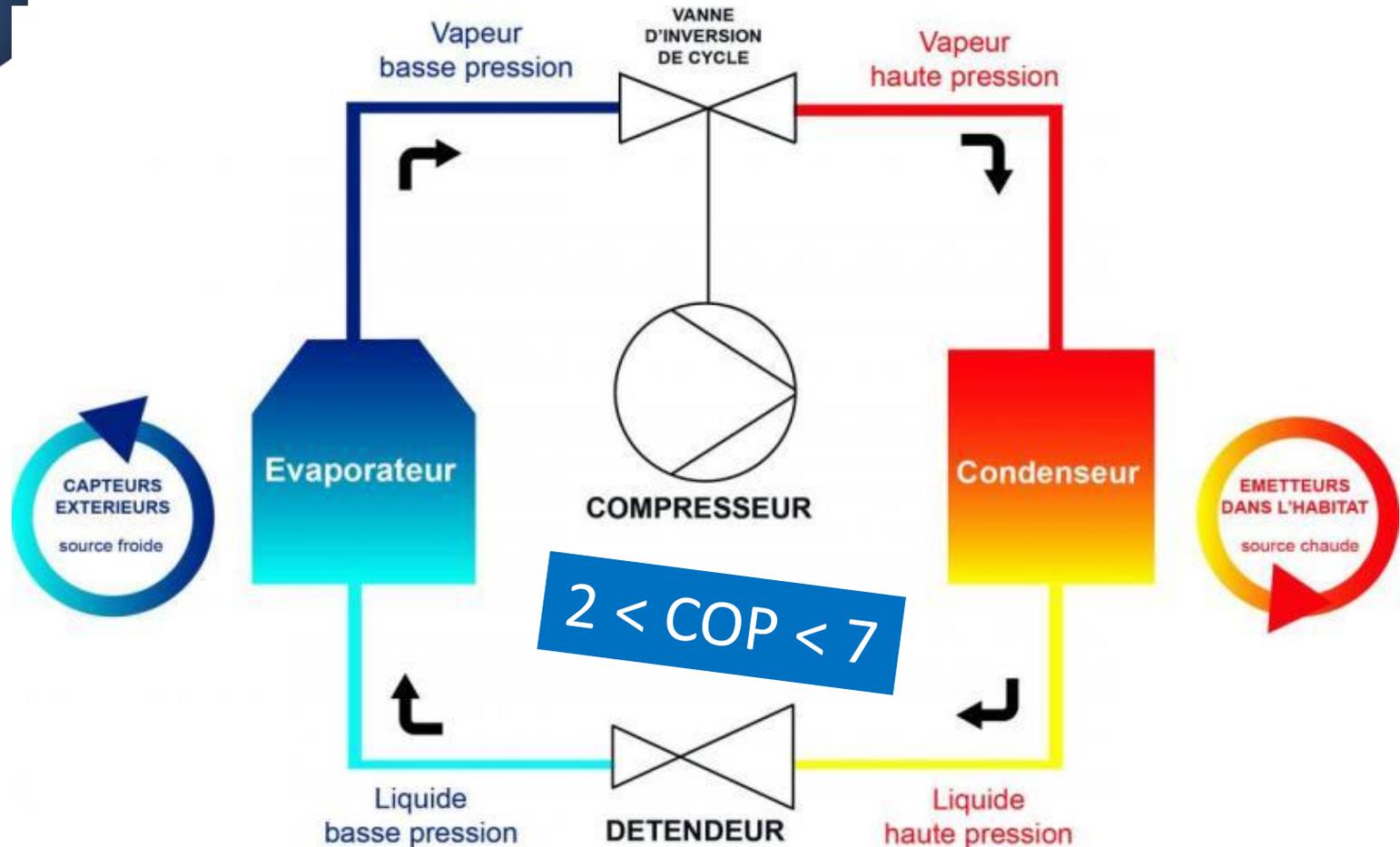
**IL FAUT BEAUCOUP D'ÉLECTRICITÉ
(CONSOMMATION, APPELS DE PUISSANCE)**

IDEE RECUE

(partiellement)



La pompe à chaleur : divise par 2 à 7 les consommations d'électricité...



COP (coefficient de performance) : Le rapport entre la quantité de chaleur produite et l'énergie électrique consommée (par le compresseur).
Performance variable selon les températures d'entrée et de sortie





Prendre certaines précautions ...

- choisir des bons COP
- Appel de puissance : vérifier la capacité du réseaux
- Installer des démarreurs progressifs



PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

IL Y A DES RISQUES DE POLLUTION

IDEE RECUE

(partiellement)





Fluides frigorigènes : Prendre certaines précautions!

- Les fluides frigorigènes sont à haut pouvoir de réchauffement global (mini 1300x fois le PRG du CO2). Mais en cycle normal, ils sont en circuit fermé.
- **Entretien et recyclage par des professionnels qualifiés**



Concernant les nappes souterraines

- Forage en boucle ouverte (puits source et puits rejet) : C'est renouvelable **si l'installation ne vide pas son réservoir** au fur et à mesure de son utilisation
→ **Réinjecter** au sein de la même nappe (**obligation réglementaire depuis 2015**)



Risque de pollution verticale entre nappes à des horizons différents





FIABILITÉ, QUALIFICATION

**IL Y A BEAUCOUP DE
DISFONCTIONNEMENTS ET D'ARNAQUES**

IDEE RECUE





Choisir des professionnels de confiance

- Qualification « RGE »
- Sociétés de forage qualifiées « qualiforage »
- Sociétés forage adhérentes à la SFEG (charte de qualité)
- Faire appel à un bureau d'étude



→ C'est désormais une obligation réglementaire





ECONOMIE DES PROJETS

LA GÉOTHERMIE EST CHÈRE

IDEE RECUE





Raisonner en coût global

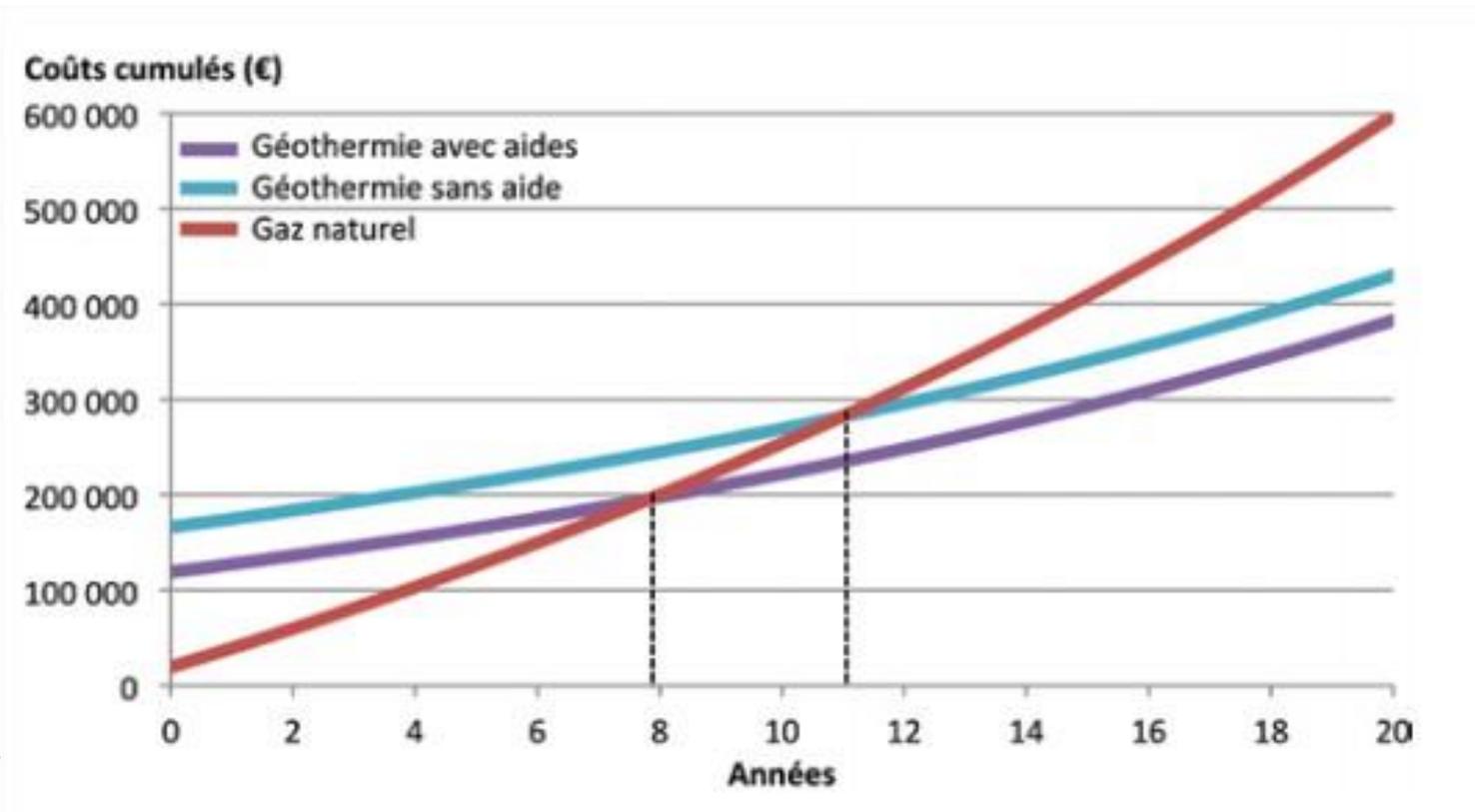
- Rempli les objectifs futurs de production d'EnR de la future RT 2020
- Rentabilité « environnementale » : action concrète d'engagement dans la transition énergétique
- Aides :
 - ADEME (fonds chaleur)
 - Région (IDEE ACTION)
- Système économe moins vulnérable aux fluctuations des coûts de l'énergie





Exemple d'un bilan économique en remplacement d'un système au gaz

Pour un habitat collectif, en remplacement d'un système au gaz déjà en place.
Puissance nécessaire : 120 kW





Coûts moyens de maintenance et d'investissement

| Puissance (kW) | Investissement (€) | Maintenance (€/an) |
|----------------|--------------------|--------------------|
| 8 | 7 500 | 250 |
| 120 | 30 000 | 1 000 |
| 300 | 75 000 | 1 000 |
| 1 000 | 300 000 | 2 500 |
| 1 200 | 360 000 | 2 500 |

Source AFPG

Maintenance et fonctionnement



- Les dépenses annuelles sont calculées pour une maison individuelle de 130 m² avec une PAC de 8 kW. Les éléments économiques sont détaillés dans le tableau suivant.

| Géothermie | |
|-------------------------|------------|
| Investissement capteurs | 3 500 € |
| Investissement PAC | 7 500 € |
| Investissement total | 11 000 € |
| Maintenance | 625 €/an |
| Fonctionnement | 470 €/an |
| Gaz naturel | |
| Investissement | 3 000 € |
| Maintenance | 685 €/an |
| Fonctionnement | 1 000 €/an |
| Gaz propane | |
| Investissement | 3 000 € |
| Maintenance | 500 €/an |
| Fonctionnement | 2 295 €/an |

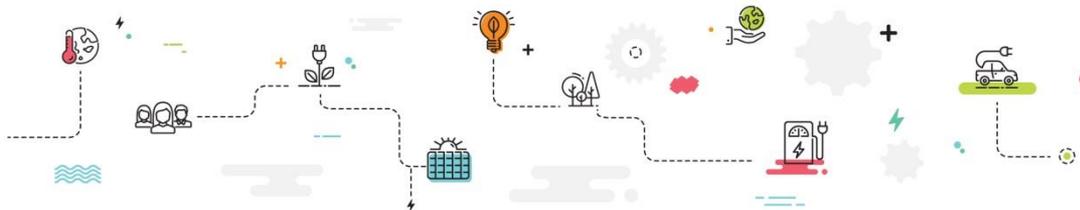
NB : Les coûts de maintenance incluent la provision pour le remplacement du système de chauffe à 20 ans.

Source AFGP



La Fabrique
énergétique

Exposition et ateliers



2^{ème} partie : cas concret : l'installation du pôle socio- culturel de Noues-de-Sienne





Installation sur le pôle socio-culturel de Noues de Sienne

Bâtiment multi-activité de **performance BBC**

Année de mise en service : 2015

Surface chauffée : 1200m²

2 pompes à chaleur sur champs de 10 sondes géothermiques verticales de 90 m de profondeur

- 1 PAC T118 pour une puissance fournie de 33.45kW et un COP 3.90 à 35°C

- 1 PAC T130 pour une puissance fournie de 41.72kW et un COP 4.00 à 35°C

--> **23 kW de puissance en fonctionnement en moyenne par an**



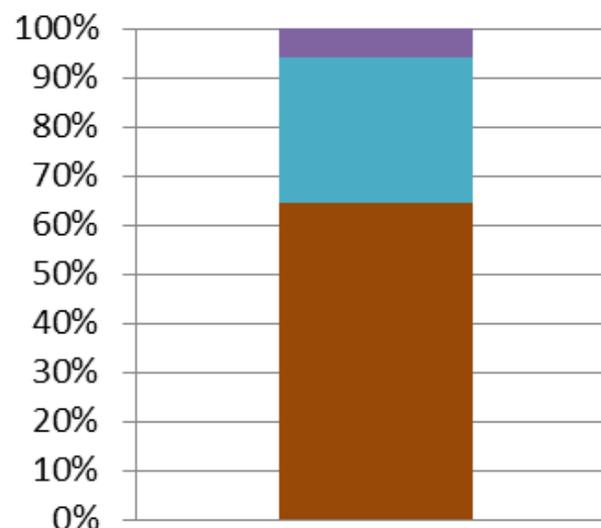


Données économiques

Investissements : 81 182 € HT

- 52 442.13 € HT pour le captage (forage, sondes, tubes, raccords glycol...)
- 23 987.42 € HT pour les pompes chaleur
- 4 752.80€ HT Equipements capta sondes géothermie verticales (circulateur, vase d'expansion, vannes...)

Répartition des coûts d'investissements par poste



- autres équipements
- Pompes à chaleur
- captage / forage





Données économiques

Maintenance :

- 1 000,00 € HT maximum/an pour l'entretien de la chaufferie. (contrôles températures, vérif HP-BP, nettoyage dépoussiérage, nettoyage filtre, complément glycol...)

Consommations :

- 38 650 kWh/an, soit ~**230€** par mois Hors TVA, abonnement et CTA (coût moyen : 0,0713 €/kWh) pour la production de chauffage (\Leftrightarrow 373 € TTC avec l'abonnement)





La Fabrique
énergétique

Exposition et ateliers



MERCI DE VOTRE ATTENTION

<http://www.geothermie-perspectives.fr>

<http://www.afpg.asso.fr/>

