


# La Géothermie proche surface et le RGF Bassin parisien

**P. Monnot**  
Chargé de mission géothermie BRGM  
Géologue - hydrogéologue



# Sommaire

- 1. Présentation de la géothermie proche surface et de la GMI ;**
- 2. Thématiques impactées par le RGF et données disponibles :**
  - **Cartes des zones règlementaires relatives à la GMI : données en liaison avec 9 couches de risques ;**
  - **Atlas régionaux des ressources géothermiques : données relatives au dimensionnement des installations sur sondes et forages d'eau ;**
  - **Etudes du potentiel géothermique (adéquation ressource – besoins en surface ; aspect économique) ;**



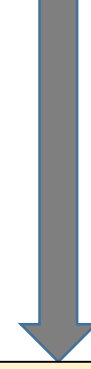
# **Présentation de la géothermie proche surface et de la GMI**

**Géothermie proche surface**  
**Géothermie très basse énergie**

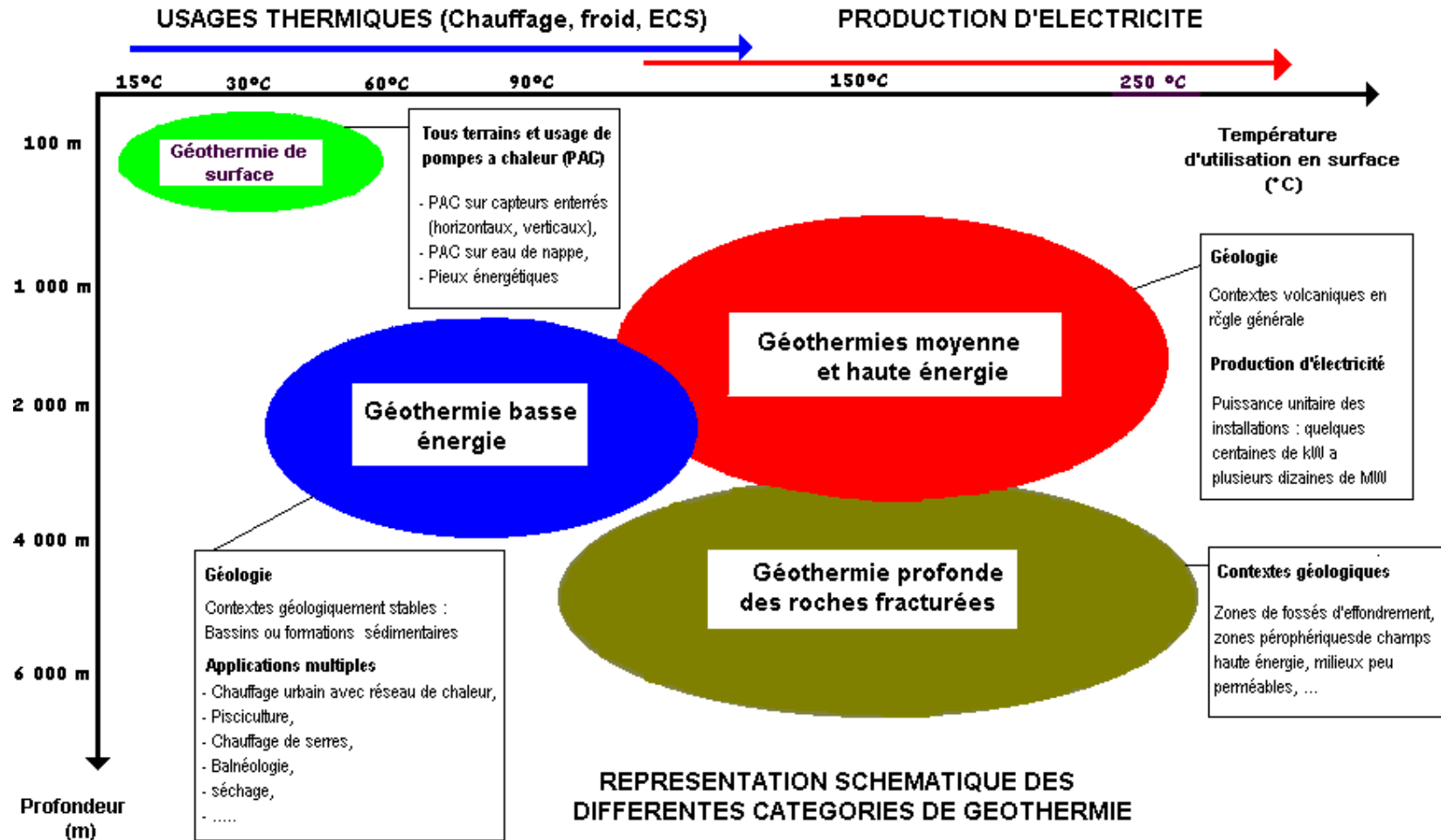


**CADRE  
TECHNICO-ECONOMIQUE**

**GMI**  
**Géothermie de minime importance**



**CADRE  
REGLEMENTAIRE**



Activités de moins de 10 m de profondeur,  
en partie exclues du Code minier

## GÉOTHERMIE BASSE TEMPERATURE

Autorisation de recherches  
Permis d'exploitation  
AOTM (\*)

Données utilisées en géothermie :  
**Instruction préfectorale**

> 10 m



< 200 m

## GMI

Géothermie de minime importance

Régime déclaratif

**Téledéclaration**

< 200 m et < 500 kW et < 25 °C / 32°C < 80 m<sup>3</sup>/h en  
zones vertes ou orange

< 110 °C

## GÉOTHERMIE HAUTE TEMPERATURE

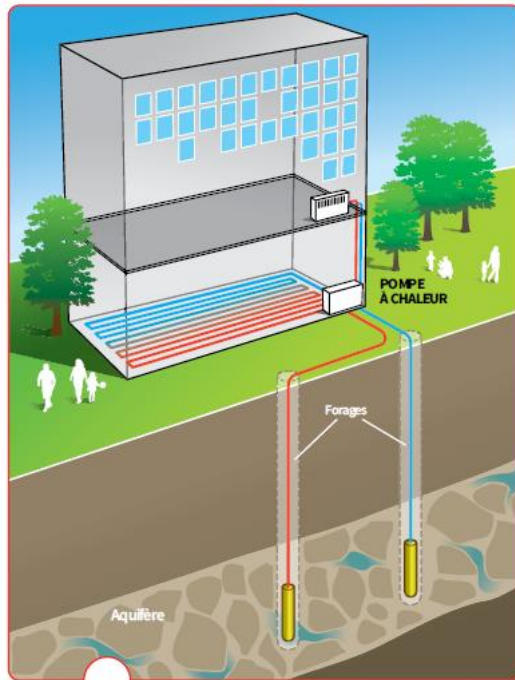
Permis exclusif de recherches  
Concession d'exploitation - AOTM (\*)  
**Instruction ministérielle** - Décret en conseil d'Etat

Rittershoffen (Alsace) - ÉCOGI : 170 °C à 2 500 m  
Soultz (Alsace) : 200 °C à 5 000 m de profondeur  
Bouillante (Guadeloupe) : 250 °C à 1000 m de profondeur

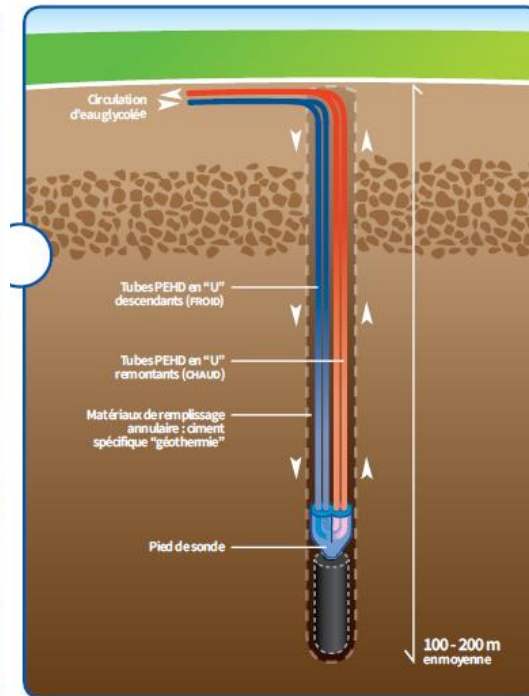
(\*) Autorisation d'ouverture de travaux minier : étude d'impact, enquête publique



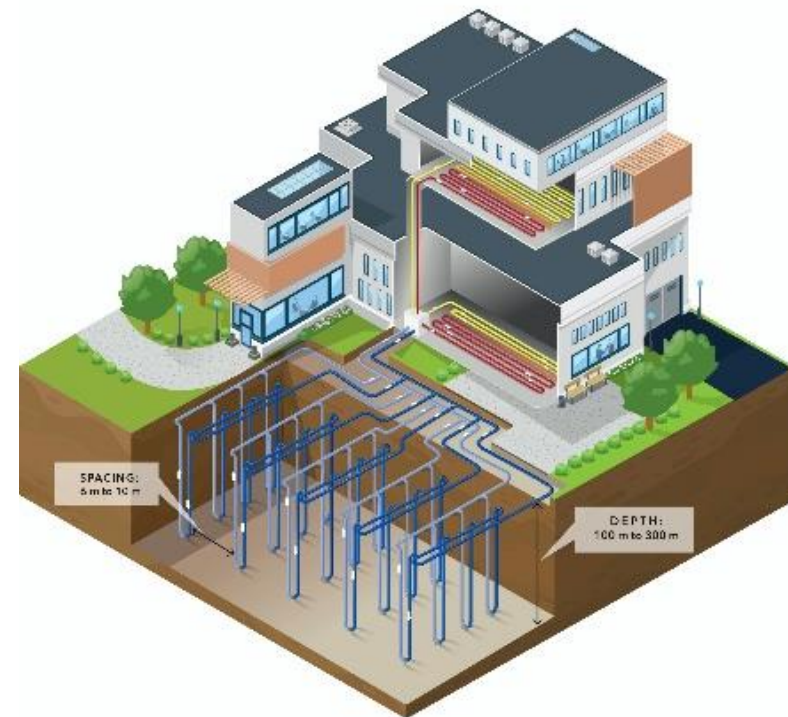
## Forage d'eau (doublet, multiplets)



## Sonde géothermique



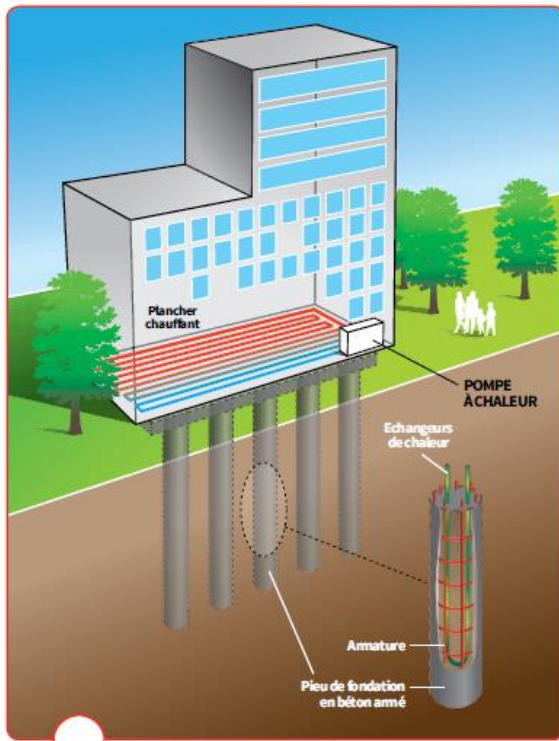
## Champ de sondes



# Autres types d'échangeurs

Aucun référentiel normatif  
Hors GMI

Pieux énergétiques



Capteurs horizontaux



Corbeilles géothermiques







# **Thématiques impactées par le RGF et données disponibles**

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

Médiathèque Espace cartographique

**GÉOTHERMIE Perspectives**

Rechercher

ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

ACTUALITÉS ▾ GÉOTHERMIE 360 ▾ MA GÉOTHERMIE ▾ EN RÉGION SE FORMER ▾ DÉCLARER

Accueil  
 Espace cartographique

Aide à l'utilisation

Choix des couches

- ▼ Catalogue
  - Fonds de carte
    - Fond cartographique scans IGN
    - Fond cartographique monde
  - Cartes de zonages réglementaires GMI
    - Zonage réglementaire échangeur ouvert
    - Zonage réglementaire échangeur fermé

Résultats de l'interrogation

▼ Zonage réglementaire échangeur fermé

Zonage réglementaire échangeur fermé | Flux GML

Numéro de maille	Niveau d'aléa	Evaporite	Mouvement de terrain	Cavité minière	Cavité autre	Pollution avérée	Artésianisme	Communication aquifère	Remontée de nappe	Biseau salé	Administration	Note maille
176665600	Orange	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	42

► Couches externes

# 1. Carte réglementaires révisées relative à la GMI



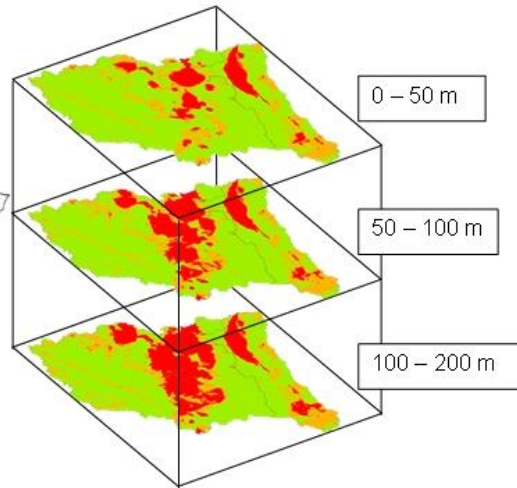
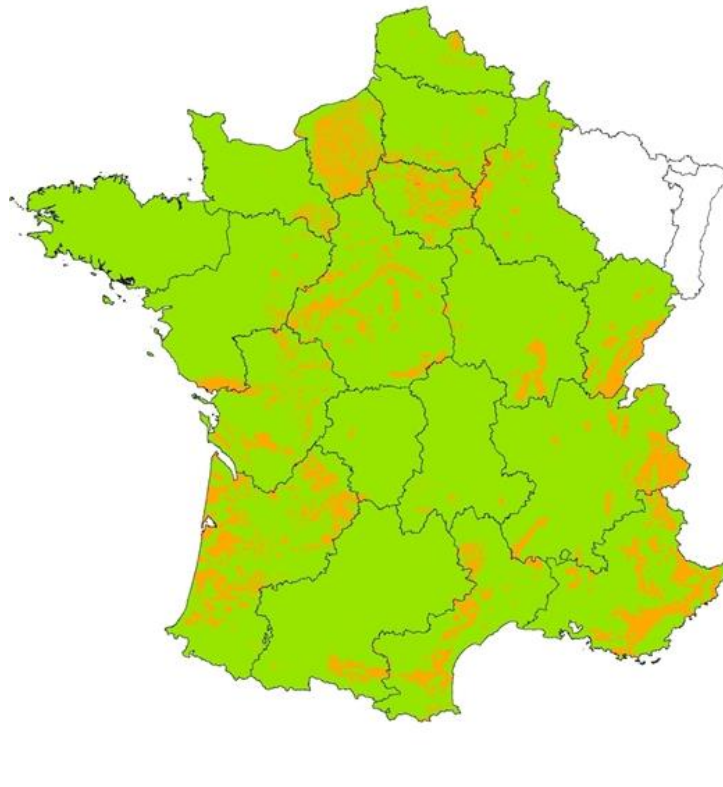
Echelle de territoire :  
Région, département,  
territoire (bassin minier...)

En application du décret de Géothermie de Minime Importance (GMI) du 8 janvier 2015

Echelle nationale

Echelle régionale

Alsace et Lorraine :  
régions « tests » en  
2013-2014



Trois gammes de profondeur

Deux types d'échangeurs :  
ouverts ou fermés

Mailles :  
500 m x 500 m (national)  
250 x 250 (révisé)

**3 couleurs :**

**zones vertes :**

Simple déclaration (aucuns risques, dangers et inconvénients graves)

**zones orange**

Besoin de l'attestation de l'expert agréé

**zones rouges**

Interdiction de réaliser des ouvrages dans le cadre de la GMI (dangers et inconvénients graves) : besoin d'une autorisation

	Phénomènes redoutés	Niveaux aléa/ susceptibilité du phénomène	Facteur aggravant (doublet sur nappe)	Facteur aggravant (SGV)	Niveau final (doublet sur nappe)	Niveau final (SGV)
1.	Affaissement/surrection liés aux niveaux évaporitiques	0/1/5/7	6	10	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
2.	Affaissement/ effondrement lié aux cavités (hors mines)	0/1/2/3/5/7	2	2	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
3.	Affaissement/ effondrement lié aux cavités minières	0/1/3/5/7	2	2	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
4.	Mouvements de terrain (ou glissement de terrain)	0/1/2/3/5/7	2	2	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
5.	Pollution des sols et/ou des nappes souterraines	0/1/4/6/10	3	3	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
6.	Artésianisme	0/3/7	2	4	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
7.	Mise en communication d'aquifères	0/1/4	4	4	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
8.	Remontée de nappe	0/1	2	0	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
9.	Biseau salé	0/1/4	4	0	niveau*facteur aggravant	niveau*facteur aggravant
				<b>Niveau final</b>	<b>Somme</b>	<b>Somme</b>
	<b>Classement en zone verte, orange ou rouge</b>	<b>Vert : [0 – 13]</b>		<b>Orange : [14 – 41]</b>		<b>Rouge : &gt;41</b>

Référent méthodologie :  
Pierre Durst (DGR/REG)



# Localisation des données :

## Exemple pour les cartes GMI en Alsace et Lorraine

Phénomènes redoutés	Données utilisées	Sites ou services consultés
<b>Affaissement/surrection lié aux niveaux évaporitiques.</b>	Carte géologique harmonisée au 1/50 000 <sup>ème</sup> (données vectorisées). Base de données du LOGISO et les logs vérifiés de la BSS pour connaître les niveaux évaporitiques. Données géologiques du Référentiel Géologique Français (RGF) Alsace Retour d'expérience	BRGM
<b>Affaissement/effondrement liés aux cavités (hors mines).</b>	cartes d'aléas (pas de cartes en Alsace et Lorraine). Base de données BD cavités. Carte géologique harmonisée au 1/50 000 <sup>ème</sup> (données vectorisées).	BRGM CEREMA DDT, DREAL BD cavité ( <a href="http://www.bdcavite.net">www.bdcavite.net</a> )
<b>Affaissement/effondrement liés aux cavités minières.</b>	Cartographies d'aléas. Base de données « Mines et exploitations ».	BRGM CEREMA DDT, DREAL GEODERIS SIG MINES FRANCE ( <a href="http://www.sigminesfrance.brqm.fr">www.sigminesfrance.brqm.fr</a> )
<b>Mouvements de terrain (glissement de terrain).</b>	Cartes d'aléas mouvement de terrain. Base de données BD MVT.	BRGM CEREMA DDT, DREAL Géorisque ( <a href="http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/mouvements-de-terrain">www.georisques.gouv.fr/dossiers/mouvements-de-terrain</a> )

		BDMVT ( <a href="http://www.bdmvt.net">www.bdmvt.net</a> )
<b>Pollution des sols et des nappes</b>	Recensement des sites ou nappes pollués : base de données BASOL Référentiel hydrogéologique (BD-LISA), Atlas des potentiels géothermiques superficiels, uniquement en Lorraine Modèles géologiques et hydrogéologiques locaux. Les logs vérifiés de la BSS. Panaches de pollution cartographiées : pollution de la nappe aux COHV, Langues salées et friches industrielles de Pechelbronn, uniquement en Alsace.	BASOL ( <a href="http://www.basol.developpement-durable.gouv.fr">www.basol.developpement-durable.gouv.fr</a> ) GEODERIS ONAP (Observatoire de la nappe d'Alsace) en Alsace DREAL ; DDT BRGM CEREMA Atlas des potentiels géothermiques ( <a href="http://www.geothermie-perspectives.fr">www.geothermie-perspectives.fr</a> ). BD-LISA : Sandre ( <a href="http://www.sandre.eaufrance.fr">www.sandre.eaufrance.fr</a> ), Ades ( <a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a> ) ou eaufrance ( <a href="http://www.eaufrance.fr">www.eaufrance.fr</a> ).
<b>Phénomène artésianisme</b>	Atlas des potentiels géothermiques superficiels, Modèles géologiques et hydrogéologiques locaux. Les niveaux piézométriques et les niveaux du sol recensés dans la BSS. Carte géologique harmonisée au 1/50 000 <sup>ème</sup> (données vectorisées). Les cartes piézométriques locales. Retour d'expérience.	DREAL ; DDT BRGM CEREMA Atlas des potentiels géothermiques ( <a href="http://www.geothermie-perspectives.fr">www.geothermie-perspectives.fr</a> ). BD-LISA : Sandre ( <a href="http://www.sandre.eaufrance.fr">www.sandre.eaufrance.fr</a> ), Ades ( <a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a> ) ou eaufrance ( <a href="http://www.eaufrance.fr">www.eaufrance.fr</a> ).



# Localisation des données :

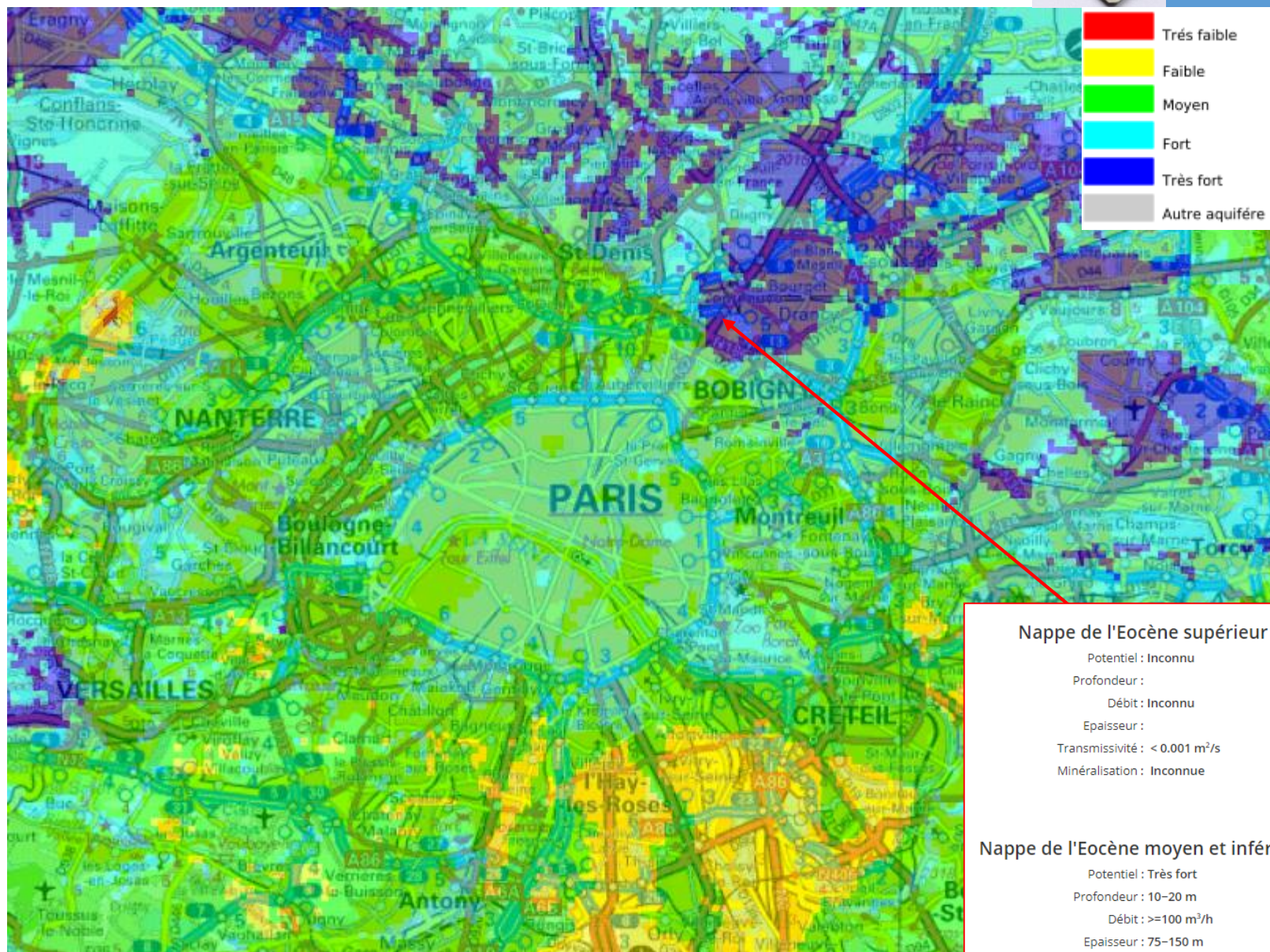
## Exemple pour les cartes GMI en Alsace et Lorraine

Mise en communication d'aquifère	<p>Référentiel hydrogéologique (BD-LISA),</p> <p>Atlas des potentiels géothermiques superficiels,</p> <p>Modèles géologiques et hydrogéologiques locaux.</p> <p>Les logs vérifiés de la BSS.</p> <p>Zonage des NAEP et ressources stratégiques</p>	<p>BRGM</p> <p>CEREMA</p> <p>Atlas des potentiels géothermiques (<a href="http://www.geothermie-perspectives.fr">www.geothermie-perspectives.fr</a>).</p> <p>BD-LISA : Sandre (<a href="http://www.sandre.eaufrance.fr">www.sandre.eaufrance.fr</a>), Ades (<a href="http://www.ades.eaufrance.fr">www.ades.eaufrance.fr</a>) ou eaufrance (<a href="http://www.eaufrance.fr">www.eaufrance.fr</a>).</p> <p>Agences de l'eau</p>
Remontée de nappe	Cartographies remontées de nappe	<p>Remontées de nappes : <a href="http://www.inondationsnappes.fr">http://www.inondationsnappes.fr</a></p>

# 2. ATLAS DES RESSOURCES GEOTHERMIQUES



Echelle de territoire :  
Département



## 2. ATLAS DES RESSOURCES GEOTHERMIQUES

### Données utilisées en géothermie :

#### Forages d'eau :

- Géologie :
  - Nature lithologique : technique de forage, équipement du forage
  - Profondeur du toit – mur des formations aquifères (m)
- Hydrogéologie :
  - Débit ( $m^3/h$ )
  - Perméabilité (m/s), transmissivité ( $m^2/s$ )
  - Niveau piézométrique (m)
  - Température de l'eau souterraine
  - Minéralisation de l'eau souterraine

#### Sondes géothermiques :

- Géologie :
  - Nature lithologique : détermination par abaque ou en laboratoire de la **conductivité thermique** des roches (W/mk), impact sur la **technique de forage** (MFT, rotary)
  - Profondeur du toit – mur des formations géologiques (épaisseurs)
- Hydrogéologie :
  - Saturation des roches en eau (influence la conductivité thermique)
  - Température de l'eau souterraine (influence la performance de l'échangeur)
  - Vitesse d'écoulement de l'eau souterraine (influence le stockage d'énergie en chaud ou froid)
- Conductivité thermique mesurée par TRT (W/mk)

## 2. ATLAS DES RESSOURCES GEOTHERMIQUES

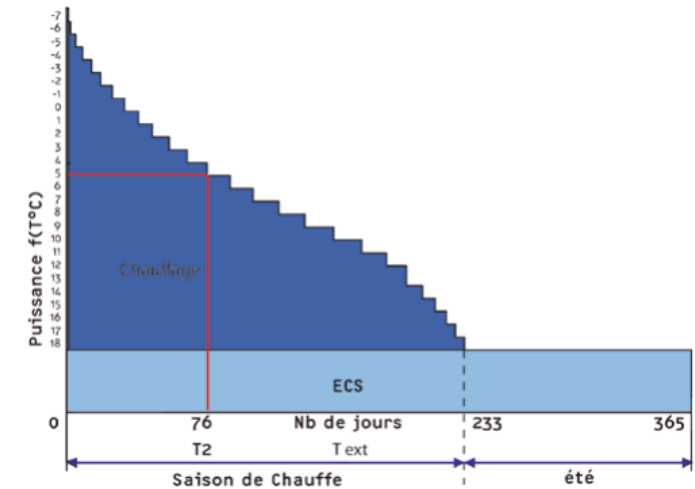
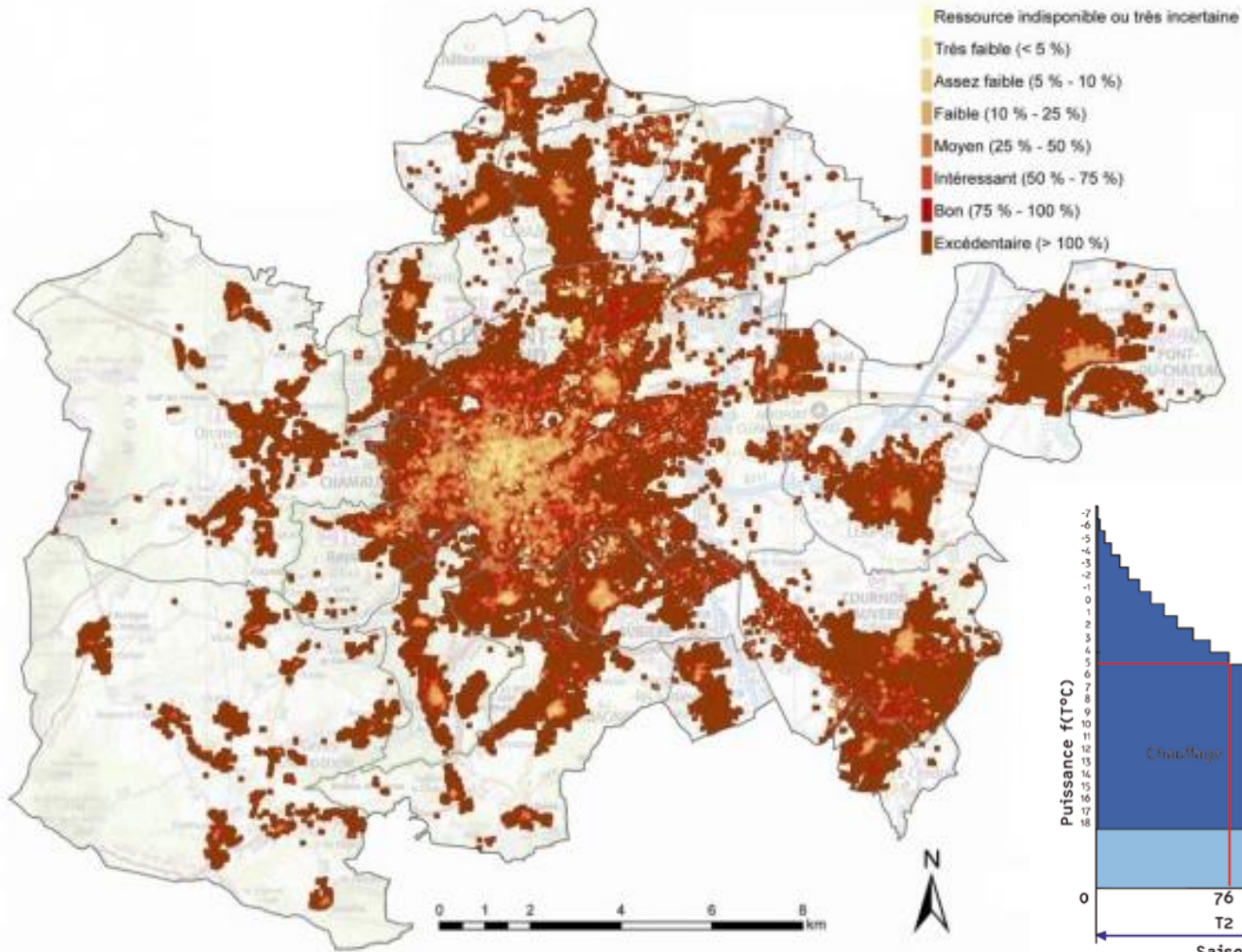
### APPORT RGF :

- **Verrous scientifiques :**
  1. **Connaissances sur les propriétés hydrogéologiques**
  2. **Connaissances sur les propriétés thermiques**
  3. **Harmonisation des données géologiques**
  - Densité de données
  - Incertitudes
  - Robustesse des données
- **Apport :**
  - **Consolidation des interpolations**
    - Cartographie des ressources à la maille 250m\*250m
    - Cartes de fiabilité de la donnée
  - **Pertinence/fiabilité des études (modélisation, atlas du potentiel ou de la ressource, etc.)**



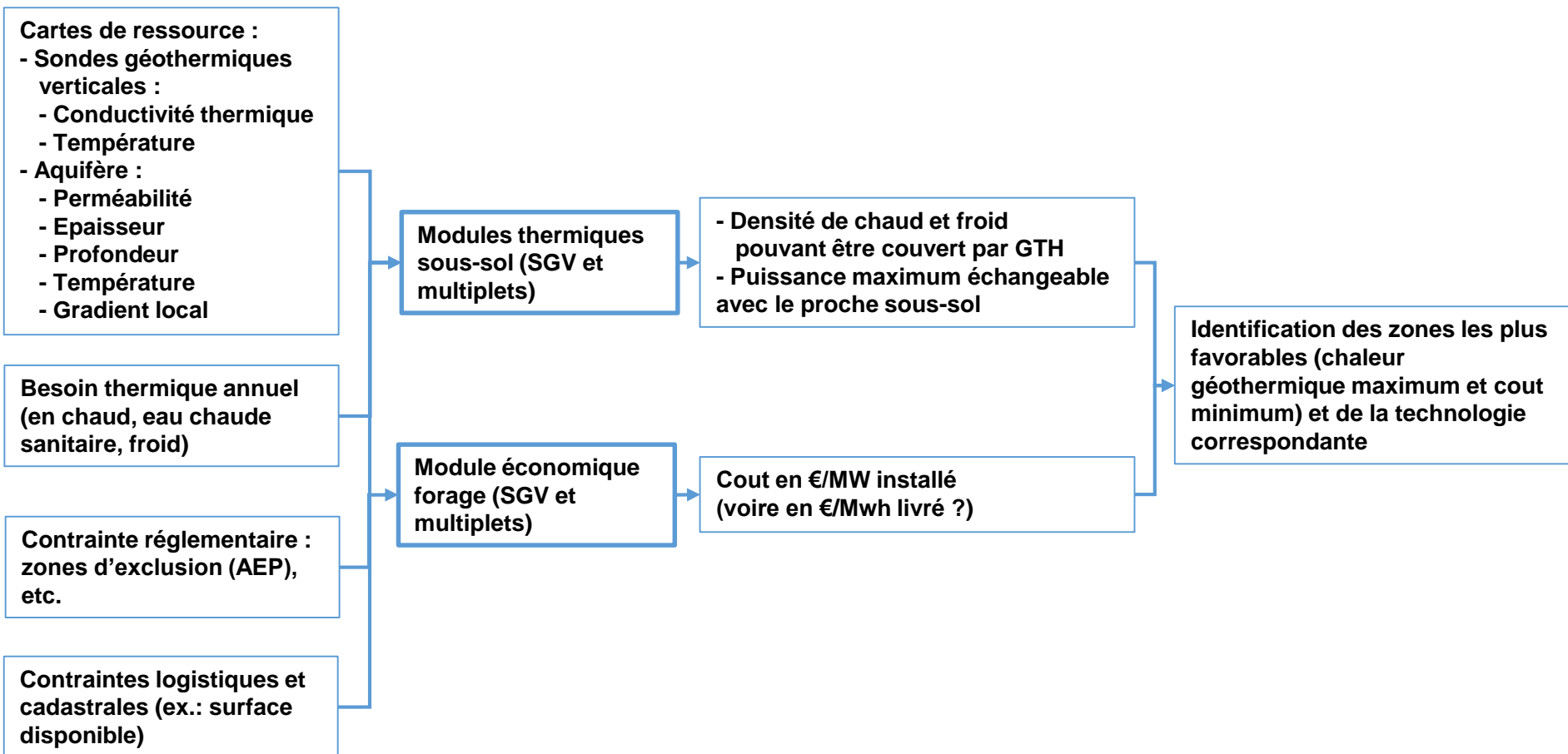
# Etudes du potentiel géothermique

## Définition du taux de couverture par la géothermie (exemple : Clermont-Ferrand)



Courbe monotone de charge (Chauffage et ECS) avec une  $T_{\text{eb}} = -7^{\circ}\text{C}$



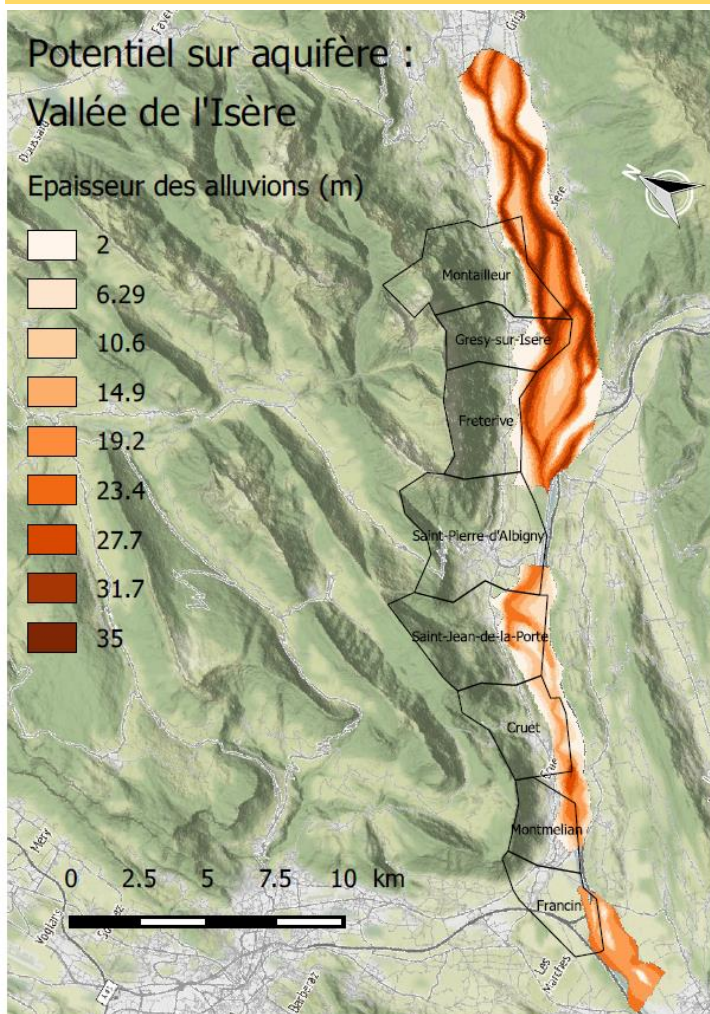




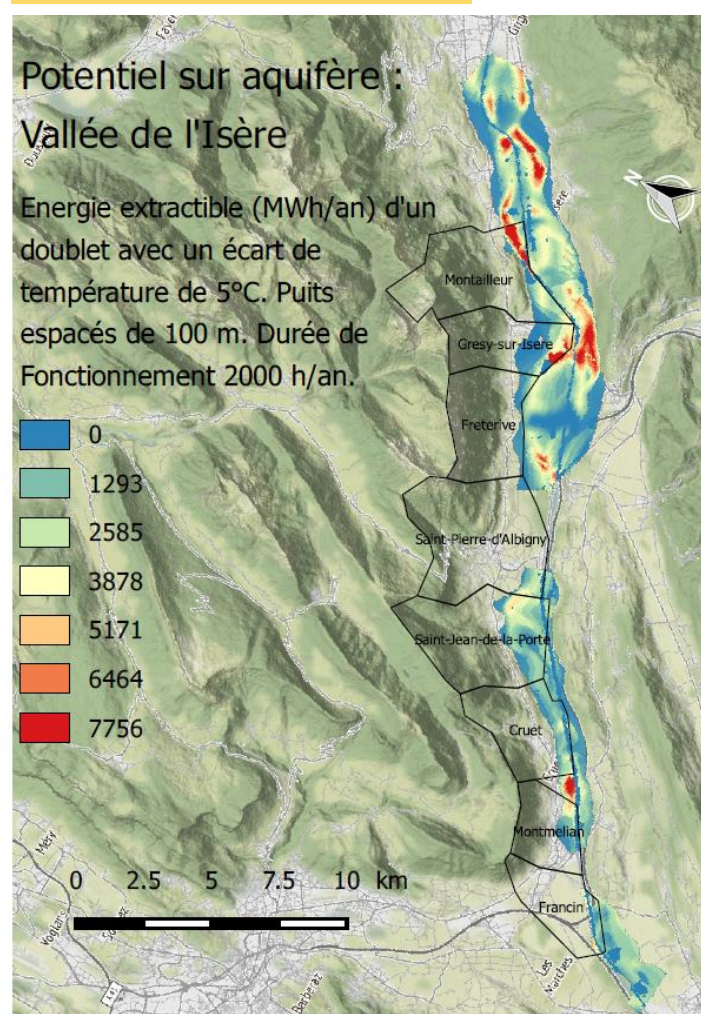
Echelle de territoire :  
Com Com, commune,  
zone urbaine, bâtiments

# Technologie : forages sur aquifères

## Définition de la ressources (raffinement sur zone cible)



## Définition de l'énergie extractible



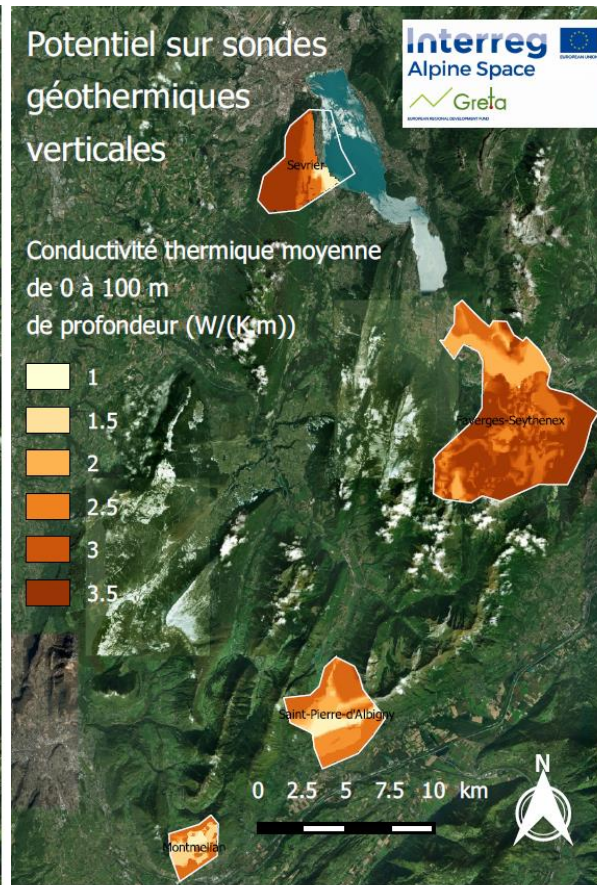
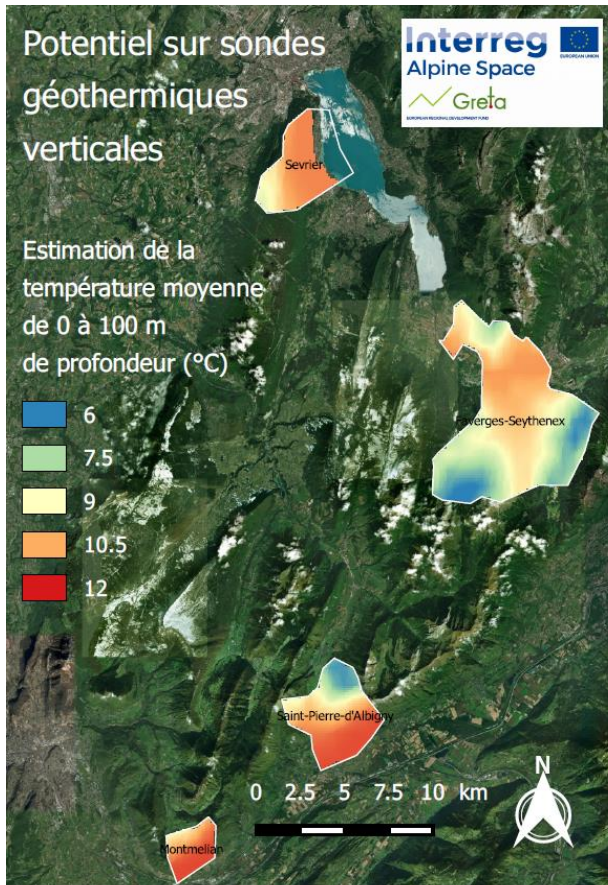




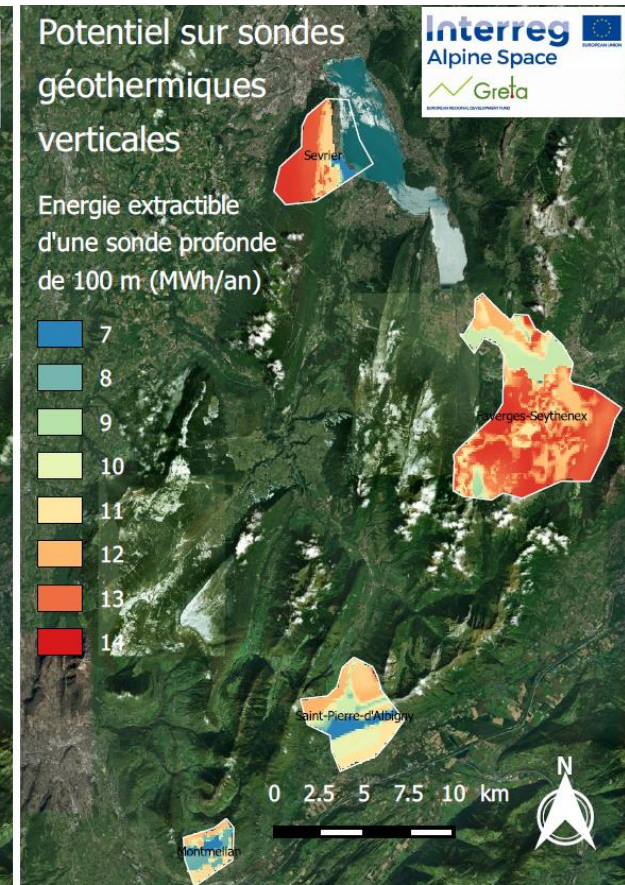
Echelle de territoire :  
Com Com, commune,  
zone urbaine, bâtiments

# Technologie : forages sur sondes géothermiques

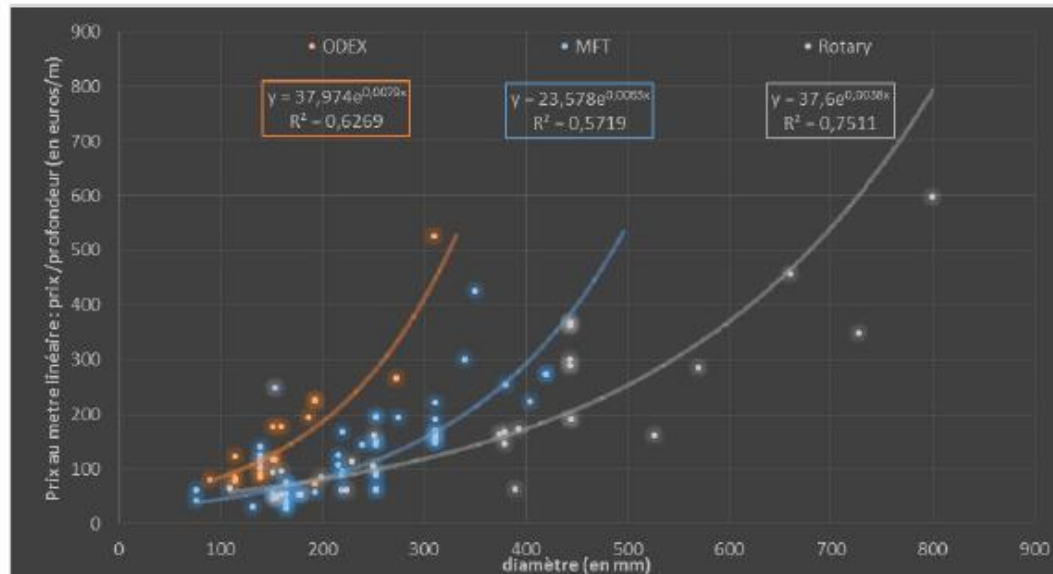
## Définition de la ressources (raffinement sur zone cible)



## Définition de l'énergie extractible



## Coût de foration en fonction du diamètre et de la méthode de forage



### IMPACT RGF :

- La nature lithologique (technique de forage, type d'échangeur)
- Débit, température, chimie (problèmes colmatages)





**Merci pour votre attention**