

# FORMATION À L'OUTIL EN LIGNE DE DIMENSIONNEMENT DE CHAMPS DE SONDES GÉOTHERMIQUES

## Introduction : contexte géothermique régional du Grand Est (GRE)

15 mars 2022

Damien SALQUEBRE - Direction régionale Grand Est – site de Strasbourg  
Directeur régional délégué (DAT/CNE/GRE/STB)

Avec le soutien de

**climaxion**  
anticiper • économiser • valoriser

  
**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**ADEME**  
  
AGENCE DE LA  
TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

**Grand Est**  
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE  
*L'Europe s'invente chez nous*

  
**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
GRAND EST**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction régionale  
de l'environnement,  
de l'aménagement  
et du logement



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



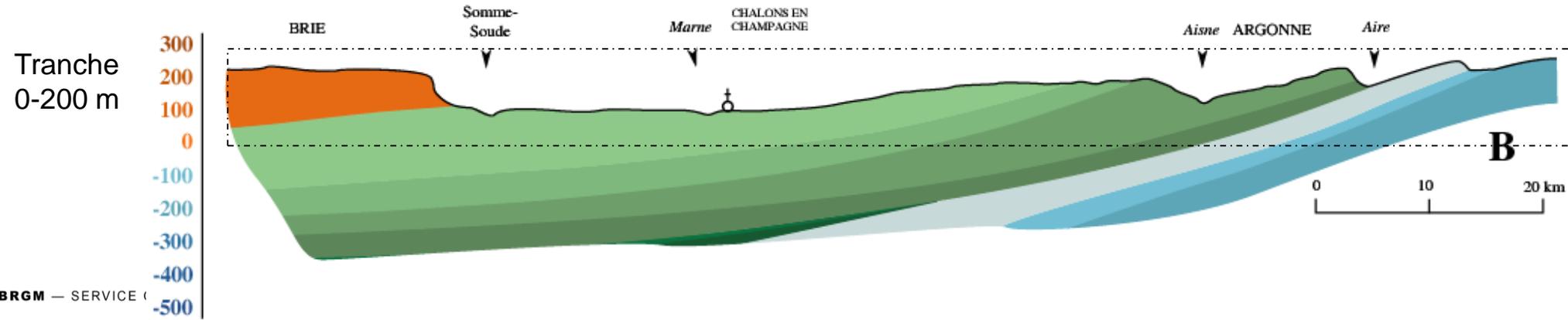
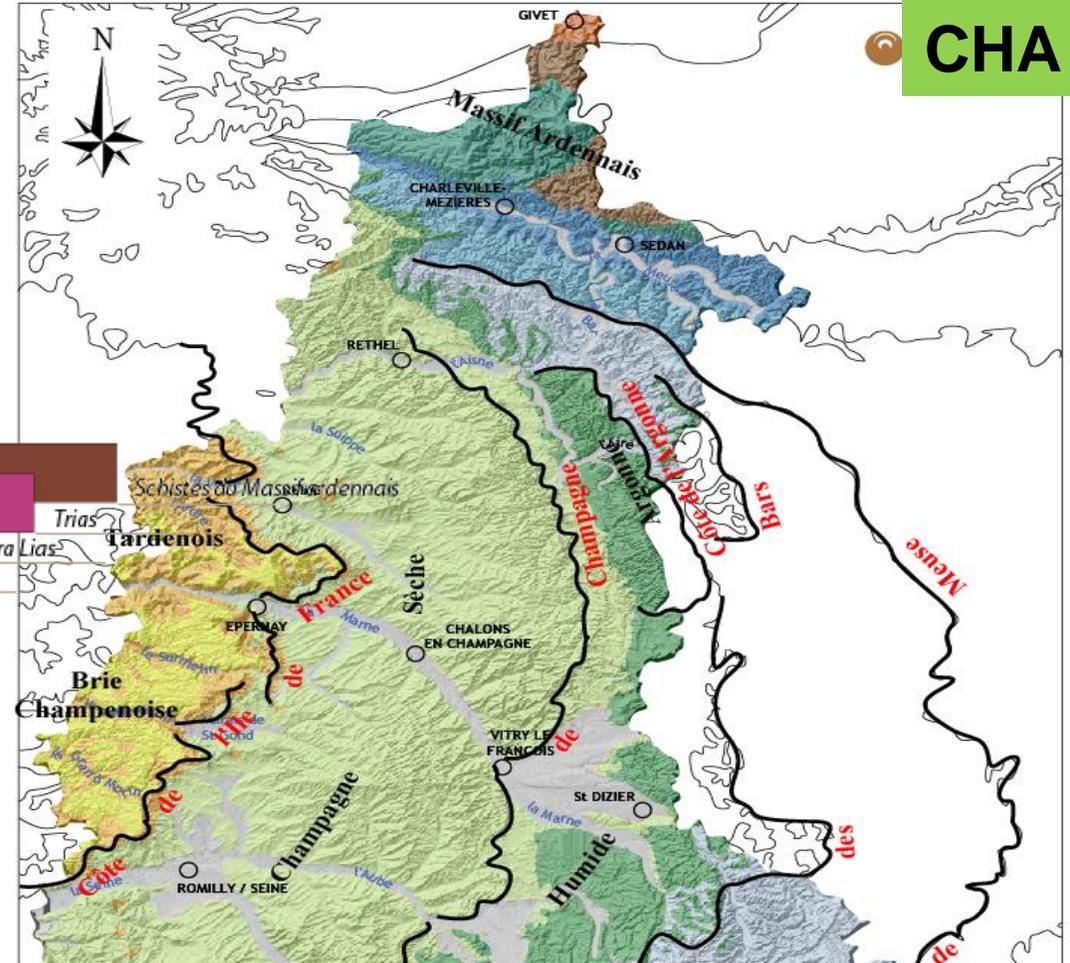
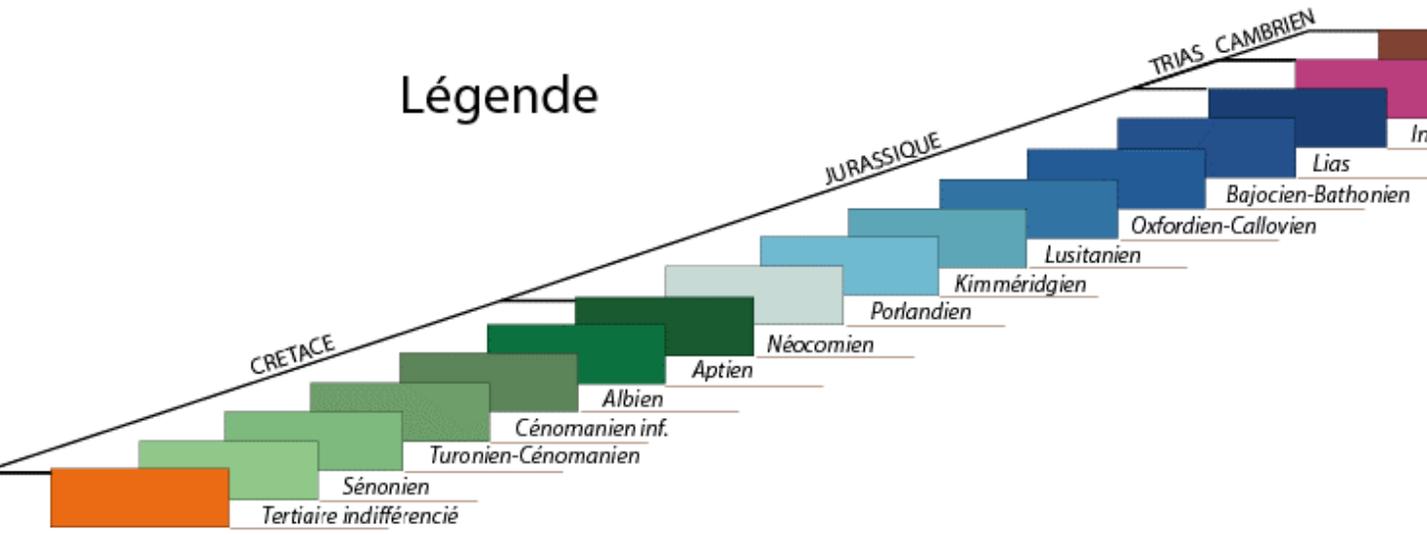
## Plan de la présentation

1. Contexte géologique régional, par territoire
2. Éléments d'hydrogéologie régionale
3. Atlas des potentialités géothermiques sur nappe
4. Géothermie de Minime Importance et télé-déclaration
5. Accès aux données et informations utiles

# 1. Contexte géologique

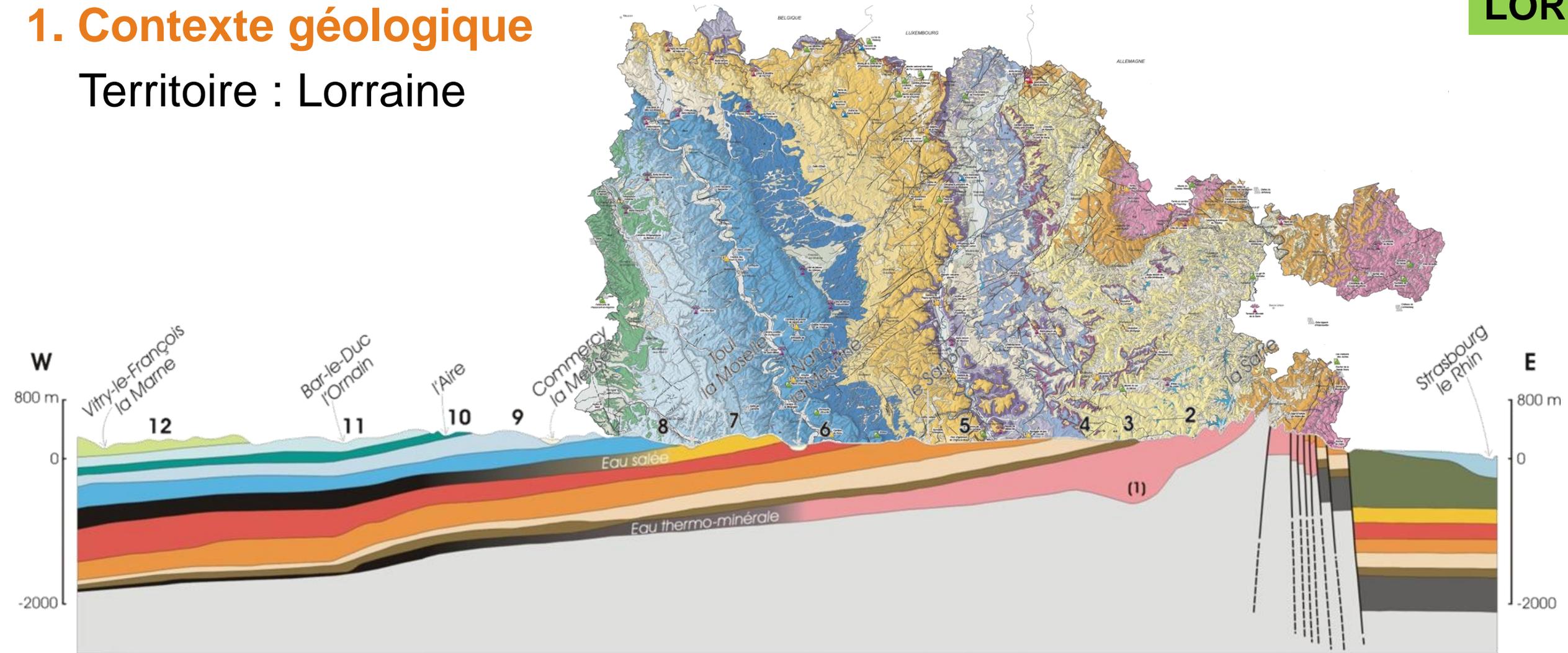
Territoire : Champagne-Ardenne

Légende



# 1. Contexte géologique

Territoire : Lorraine



12 : Crétacé

9 : Oxfordien

6 : Lias

3 : Muschelkalk imperméable

11 : Tithonien

8 : Callovien

5 : Keuper

2 : Trias inférieur

10 : Kimméridgien

7 : Dogger

4 : Muschelkalk aquifère

(1) : Permien

# 1. Contexte géologique

Territoire : Alsace

Alsace bossue,  
champs de fractures :  
formations variées

Massif des  
Vosges : granites,  
gneiss, etc.

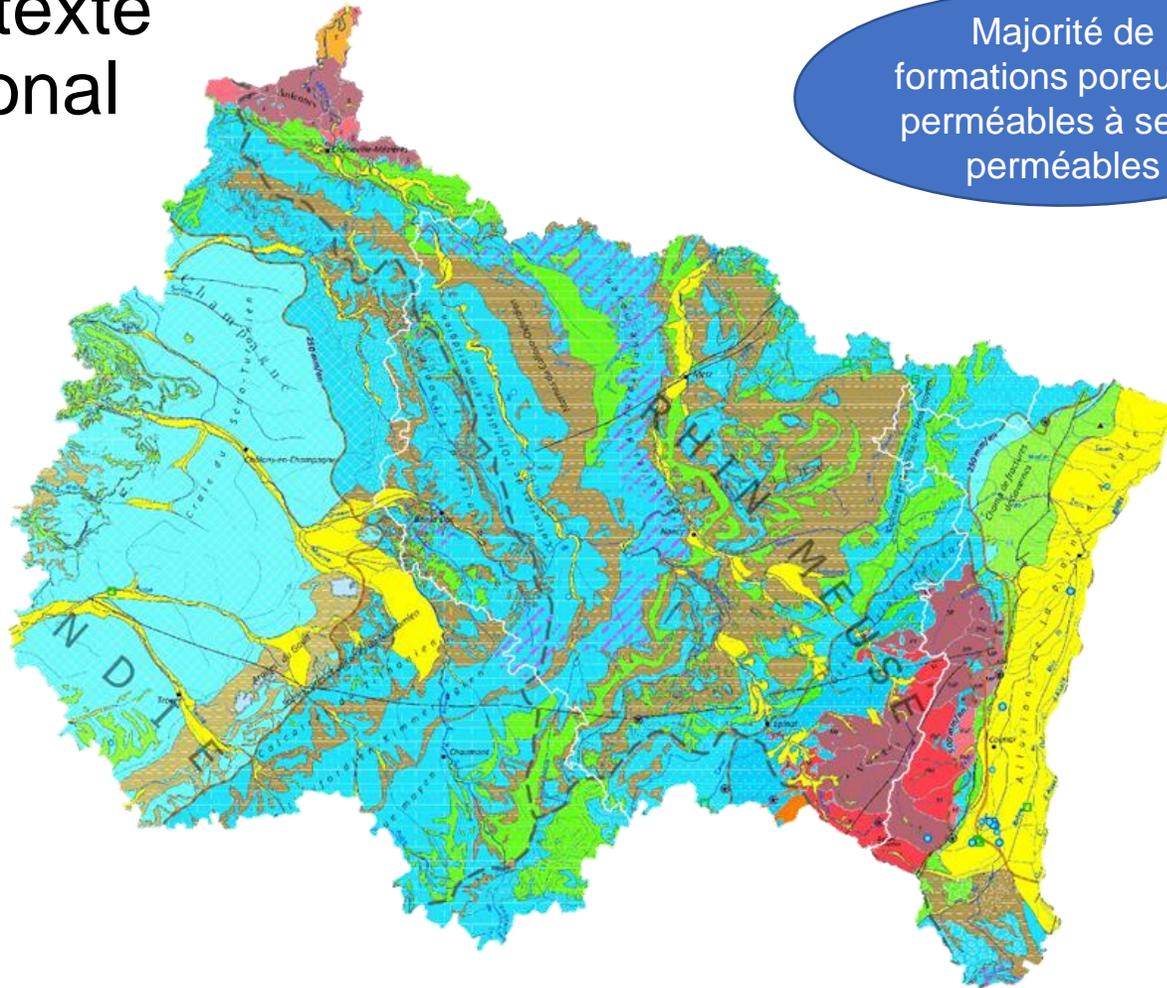
Vallée alluviale du  
Rhin : plaine  
d'Alsace

Sundgau : formations  
carbonatées et  
cailloutis



# 2. Eléments d'hydrogéologie

## Contexte régional



Majorité de formations poreuses perméables à semi-perméables

- Couleurs ⇔ perméabilité des formations et écoulements souterrains
- Intensité (dégradé) ⇔ zone climatique notamment recharge par les précipitations

**LÉGENDE**

Cette carte hydrogéologique combine trois couches d'informations :

- Le type de formations géologiques affleurantes : le sédimentaire avec différenciation du karst et de l'alluvial, le socle, l'intensément plissé de montagnes, le volcanisme.
- Le degré de perméabilité de chaque formation : perméable, semi-perméable, très peu perméable. Une formation géologique caractérisée par sa perméabilité est appelée entité hydrogéologique.
- Les zones de pluie efficace établies d'après les moyennes annuelles calculées sur la période 1981-2010 (données fournies par Météo-France).

L'objectif de la carte n'est pas de quantifier les ressources en eau du territoire (ce qui relève d'une carte des ressources en eau) mais de révéler les potentialités aquifères des différents types de structures géologiques affleurantes. En l'absence d'une cartographie nationale de l'alimentation des aquifères (l'infiltration des pluies rechargeant les nappes), les pluies efficaces (infiltration plus ruissellement) fournissent une indication sur l'alimentation des hydrosystèmes (aquifères et cours d'eau associés).

**ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES PERMÉABLES (AQUIFÈRES)**

Les nuances de couleurs caractérisant les différentes formations représentent les trois classes de précipitations efficaces dans lesquelles elles se situent, à savoir inférieur à 250 mm/an, entre 250 et 500 mm/an et supérieur à 500 mm/an.

MILIEUX CONTINUS	MILIEUX DISCONTINUS
Il s'agit de milieux poreux (Sables, Grès, Alluvions gravelouses, Tufs, Lapilli) ou poreux et fissurés (Crâie, Dolomie, Calcaires). Les perméabilités sont comprises entre $10^{-2}$ m/s et $10^{-1}$ m/s. Avec des perméabilités importantes, les débits peuvent dépasser 150 m <sup>3</sup> /l.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieux fissurés/fracturés, constitués de roches plutoniques (Granites, Granitoïdes...), métamorphiques (Gneiss, Schistes, Micaschistes...), volcaniques (Basalte) ou de roches sédimentaires anciennes (Calcaires et Grès du Dévonien par exemple). Les perméabilités y sont très variables (<math>10^{-5}</math> m/s à <math>10^{-2}</math> m/s), fonction de la densité et de la connexion des fissures et fractures. Les débits dépassent rarement 20 m<sup>3</sup>/l.</li> <li>• Milieux karstiques, caractérisés par le développement de réseaux, de drains souterrains, voire de rivières. Pour les sources les plus importantes les débits moyens peuvent être élevés, de quelques m<sup>3</sup>/s à 20 m<sup>3</sup>/s (Fontaine de Vaucluse par exemple dont les débits maxima peuvent être supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/s).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations sédimentaires hors karst et alluvions</li> <li>Formations alluviales pas de discrimination par zone climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations sédimentaires karstiques karst bien développé et fonctionnel</li> <li>Intensément plissé de montagnes localement karstique</li> <li>Formations de socle et sédimentaire ancien</li> <li>Volcanisme</li> <li>K Formations karstiques sous recouvrement</li> </ul>

**ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES SEMI-PERMÉABLES**

MILIEUX CONTINUS	MILIEUX DISCONTINUS
Sables argileux, Calcaires argileux ou marneux, Craies mameuses, Molasses... Les perméabilités sont comprises entre $10^{-3}$ m/s et $10^{-2}$ m/s.	Les roches sont les mêmes que celles des milieux discontinus perméables, mais la densité des fissures et fractures y est moindre.
<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations sédimentaires hors karst et alluvions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations de socle et sédimentaire ancien</li> <li>Intensément plissé de montagnes</li> <li>Volcanisme pas de discrimination par zone climatique</li> </ul>

**ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES TRÈS PEU PERMÉABLES À IMPERMÉABLES**

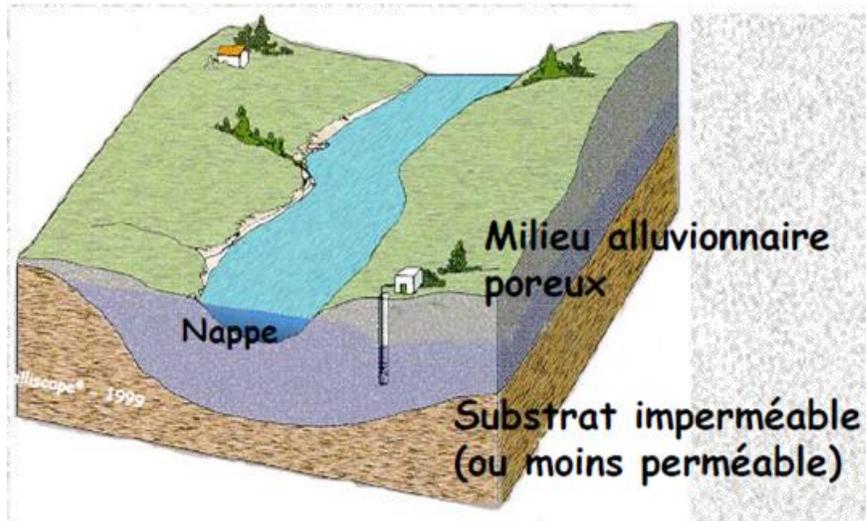
MILIEUX CONTINUS	MILIEUX DISCONTINUS
Argiles, Argillites, Marnes. Globalement, les perméabilités sont comprises entre $10^{-8}$ m/s (peu perméable) et $10^{-12}$ m/s (impérmeable : argillites du Callovo-Oxfordien par exemple). Les molasses du Bassin Aquitain ont été rangées dans cette catégorie. Elles peuvent néanmoins renfermer quelques petits aquifères exploités.	Les roches sont les mêmes que celles des milieux discontinus perméables. Les fissures et fractures sont très peu nombreuses, voire inexistantes.
<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations sédimentaires hors karst et alluvions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>250 500 Précipitations efficaces (mm/an)</li> <li>Formations de socle et sédimentaire ancien</li> <li>Intensément plissé de montagnes</li> </ul>

Zones de socle moins productives avec des écoulements souterrains de type discontinu (fissures)

## 2. Eléments d'hydrogéologie

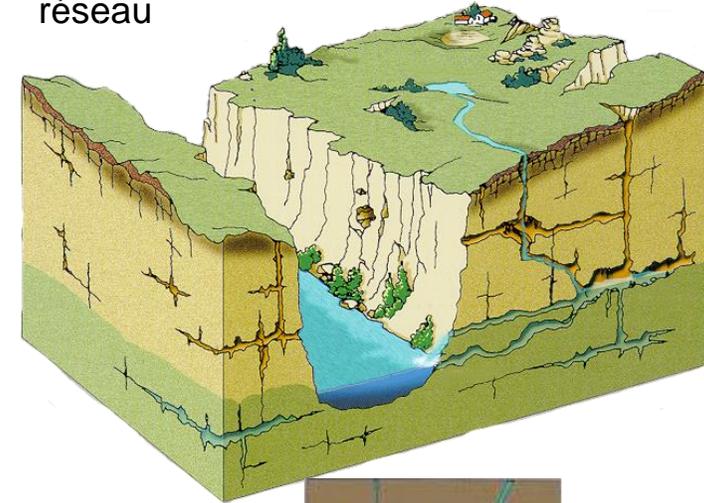
### Milieu poreux (continu) / Milieu karstique (discontinu)

- Des roches variées comme sables, graviers, grès, schistes, craie, certains calcaires...
  - L'eau est contenue dans les pores ou les fissures des roches, saturées par les eaux infiltrées

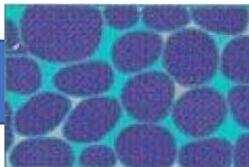


Milieu fissuré : roches altérées y compris granite, gneiss...

- Roches crayeuses ou calcaires en particulier où
  - L'action de l'eau est très intense → phénomènes de dissolution
  - Les circulations des eaux sont à la fois lentes et rapides
  - Le relief est très caractéristique
    - Canyon, grotte, aven, doline, source karstique, lapiaz, réseau



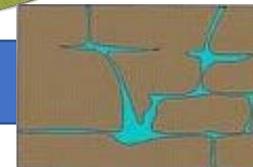
Vitesse d'écoulement



lente à



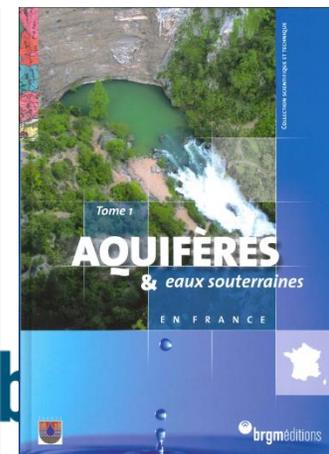
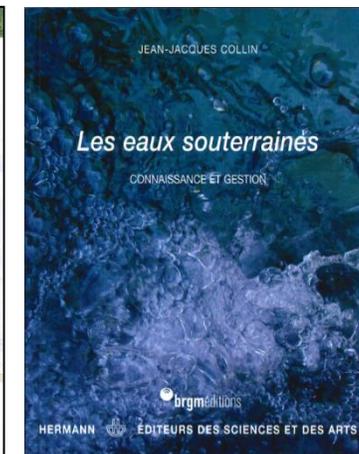
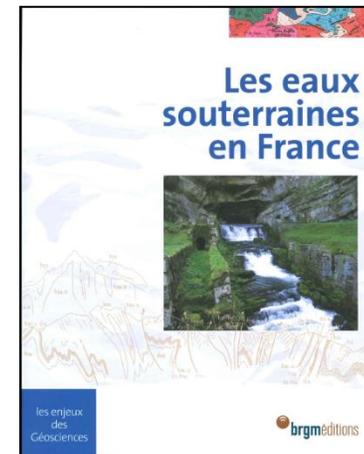
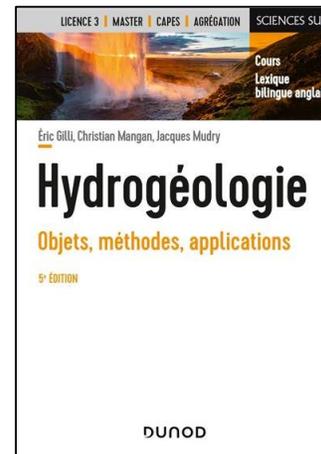
rapide



## 2. Eléments d'hydrogéologie

### Pour aller plus loin

- <http://sigesrm.brgm.fr/>
- <http://sigessn.brgm.fr/>
- <https://ades.eaufrance.fr/>
- <https://www.eaufrance.fr/>
- <https://infoterre.brgm.fr/>
- <https://bdlisa.eaufrance.fr/>
- <https://www.aprona.net/>
- <https://www.brgm.fr/fr>
- ...



### 3. Atlas des potentialités géothermiques sur nappe

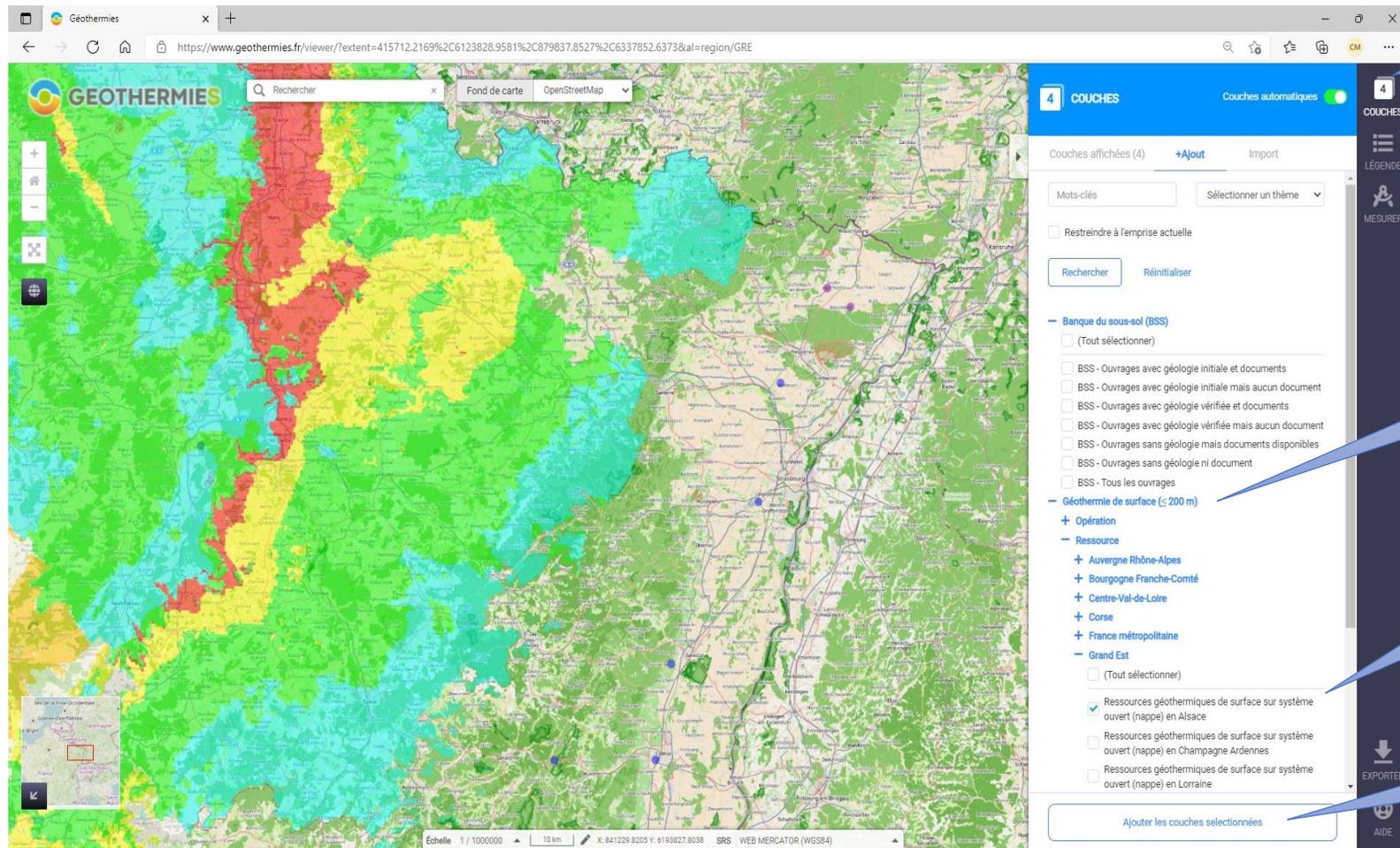
- 3 territoires très différents mais en continuité ⇔ 3 atlas
  - **Champagne-Ardenne** ⇒ rapport BRGM/RP-54987-FR de 2006
  - **Lorraine** ⇒ rapport BRGM/RP-60024-FR de 2012
  - **Alsace** ⇒ rapport BRGM/RP-70908-FR de 2021
  
- Plusieurs éléments sur le potentiel d'exploitabilité de la ressource pour une valorisation géothermique sur nappe mis à disposition sur le site <https://www.geothermies.fr/>
  
- Manque d'harmonisation des 3 atlas
  - Contraintes liées à la méthodologie employée pour chacun des territoires, la date de mise en œuvre, le niveau d'information au moment de sa réalisation
  - Propositions d'harmonisation et/ou actualisation régionale à envisager en parallèle à l'étude « Alsace » → recommandations
  
- Pas d'atlas des potentialités sur sondes
  - **Sondes géothermiques** à privilégier dans le cas de potentiels géothermiques très faibles
  - Nouvelle méthodologie rapport BRGM/RP-68858-FR de 2019

# 3. Atlas des potentialités géothermiques sur nappe

☐ En région Grand Est, l'espace carto. du site <https://www.geothermies.fr/> permet de :

- visualiser les cartes de ressources géothermiques de surface sur nappe
- connaître les principales caractéristiques de la ressource locale du sous-sol

➔ territoires CHA et LOR couverts par un atlas depuis respectivement 2006 et 2012 + ajout atlas alsacien fin 2021

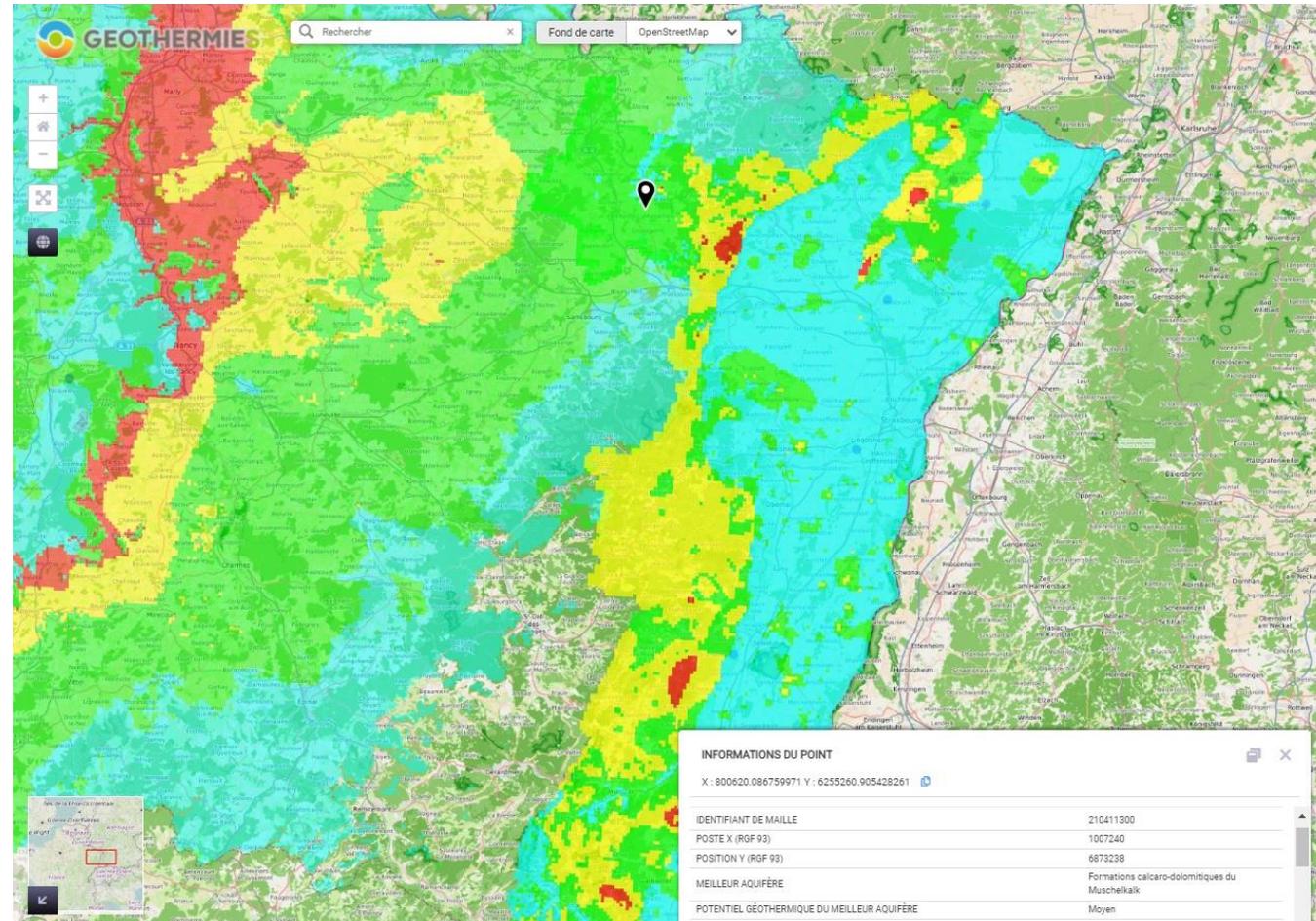


# 3. Atlas des potentialités géothermiques sur nappe

□ En région Grand Est, l'espace carto. du site <https://www.geothermies.fr/> permet de :

- visualiser les cartes de ressources géothermiques de surface sur nappe
- connaître les principales caractéristiques de la ressource locale du sous-sol

→ territoires CHA et LOR couverts par un atlas depuis respectivement 2006 et 2012 + ajout atlas alsacien fin 2021



## 4. Géothermie de Minime Importance (GMI) et télédéclaration

□ Décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 : définit et encadre, à titre principal la réglementation des **activités géothermiques dite « de minime importance »** ; article L. 112-3 du Code Minier :

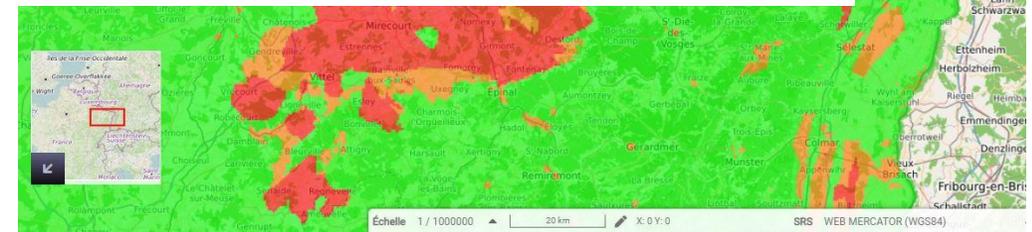
- échangeurs géothermiques fermés : prof. forage < 200 m, puissance max. < 500 kW
- échangeurs géothermiques ouverts : T°C eau prélevée < 25°C, prof. forage < 200 m, puissance max. < 500 kW, réinjection eau dans le même aquifère, débits (prélevés/injectés) < au seuil d'autorisation au titre du Code de l'Environnement

□ Décret 2006-649 du 2 juin 2006 modifié-> **4 arrêtés du 25/06/15** qui encadrent les pratiques et la reconnaissance d'une compétence en matière de forage géothermique :

- Prescriptions générales
- Qualification des entreprises de forage
- Carte des zones réglementaires
- Agrément d'experts

Phénomènes redoutés retenus pour l'établissement des cartes des zones réglementaires relatives à la Géothermie de minime importance sont les suivants :

- 1 - Affaissement/surrection lié aux niveaux évaporitiques ;
- 2 - Affaissement/effondrement lié aux cavités (hors mines) ;
- 3 - Affaissement/effondrement liés aux cavités minières ;
- 4 - Mouvements de terrain (ou glissements de terrain) ;
- 5 - Pollution des sols et des nappes d'eau souterraines ;
- 6 - Phénomène d'artésianisme ;
- 7 - Mise en communication d'aquifères ;
- 8 - Remontée de nappe ;
- 9 - Biseau salé (uniquement pour les cartographies régionales).



# 4. Géothermie de Minime Importance (GMI) et télédéclaration



Télédéclaration des installations pour la géothermie de minime importance



Mon espace

CONNEXION



## Téleservice de la géothermie de minime importance

- ▶ Vous avez choisi de chauffer votre maison ou vos bâtiments commerciaux/tertiaire grâce à une pompe à chaleur géothermique ;
- ▶ Vous avez opté pour une PAC géothermique à capteurs enterrés verticaux ou pour une PAC sur eau de nappe, avec un ou plusieurs forages d'une profondeur supérieure à 10 m ;
- ▶ Vous connaissez les caractéristiques de votre installation géothermique et vous avez sélectionné les professionnels qui réaliseront sa mise en place ;
- ▶ Vous souhaitez maintenant réaliser la démarche administrative de déclaration de votre installation géothermique...

Ce service vous permet en quelques clics de mener vos déclarations administratives dès lors que votre projet de géothermie de minime importance est finalisé.

Il est nécessaire préalablement de vous inscrire sur ce téleservice pour disposer d'un compte personnel.

Créez votre compte

dès maintenant

INSCRIPTION

## Aller plus loin

- ▶ Vos démarches
- ▶ Les enjeux du sous-sol
- ▶ Foreurs qualifiés et experts agréés
- ▶ Faq
- ▶ Glossaire
- ▶ Guide d'élaboration des cartes réglementaires
- ▶ Vidéos
  - ▶ Tutoriel pour la télédéclaration des installations
  - ▶ Tutoriel pour le dépôt des rapports de fin de travaux
- ▶ Nous contacter

❑ Pour qu'une installation soit considérée comme "géothermie de minime importance" (GMI), des conditions d'implantations et des prescriptions doivent être respectées, notamment de préservation de la ressource et d'enjeux sanitaires (cf. [site géothermies](#))

❑ Pour faciliter les démarches, un téleservice a été mis en place pour la déclaration des ouvrages géothermiques de minime importance (cf. [site du MTEs](#))

❑ Les projets situés en zone orange nécessitent en outre l'avis d'un expert. S'ils sont en zone rouge, les risques géologiques identifiés par la carte des zones réglementaires excluent le bénéfice du régime administratif de la minime importance (demande d'autorisation - Code minier).

## 5. Accès aux données et informations utiles

❑ Animation régionale avec trois objectifs principaux : sensibiliser, animer et être un centre de ressources sur le sujet de la géothermie

❑ L'animateur géothermie en Grand Est est disponible pour les collectivités, le secteur tertiaire, les industries ainsi que les acteurs du territoire en lien avec la géothermie.

❑ Mission d'animation cofinancée par l'ADEME, la Région Grand Est, l'AFPG et la société Arverne Géothermal

Espace régional sur :



<https://www.geothermies.fr/regions/grand-est>

### EXEMPLES D'OPÉRATIONS DANS VOTRE RÉGION

- 📍 Le groupe scolaire de Tressange (Moselle)
- 📍 Le pôle de santé d'Estissac (Aube)
- 📍 Les serres municipales de la ville de Reims (Marne)

[LA PAGE DES EXEMPLES D'OPÉRATIONS DANS VOTRE RÉGION >](#)

### SPÉCIFICITÉS RÉGIONALES

- 📍 Atlas des ressources géothermiques de surface sur nappe du territoire Alsacien / BRGM
- 📍 Atlas du potentiel géothermique des aquifères lorrains / BRGM
- 📍 Atlas du potentiel très basse énergie des aquifères de la Champagne-Ardenne / BRGM

[LA PAGE DES SPÉCIFICITÉS RÉGIONALES >](#)



La carte régionale & ses données >



Les acteurs dans votre région >

### DISPOSITIFS DE SOUTIEN EN RÉGION

- 📍 Dispositif Climaxion : Soutien à la géothermie de surface
- 📍 Contrat de développement territorial ou patrimonial des énergies renouvelables thermiques
- 📍 Aide au financement d'installations de boucles d'eau tempérée géothermiques de production de chaleur et de froid

[LA PAGE DES DISPOSITIFS DE SOUTIEN EN RÉGION >](#)

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

# DES QUESTIONS ?



Avec le soutien de

**climaxion**  
anticiper • économiser • valoriser

  
**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**ADEME**  
  
AGENCE DE LA  
TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

**Grand Est**  
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE  
*L'Europe s'invente chez nous*

  
*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

  
Direction régionale  
de l'Environnement,  
de l'Aménagement  
et du Logement  
**GRAND EST**



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**