

Géothermie de Minime Importance

Modèle de rapport de fin de forage

Ce document a été créé dans le but d'aider les foreurs qualifiés Qualiforage dans la rédaction de leur rapport de fin de forage en géothermie.

Ce document, une fois renseigné, doit être déposé (avec les pièces jointes) sur le site www.geothermie.developpement-durable.gouv.fr dans un délai de 2 mois maximum après la fin des travaux pour clôturer la télédéclaration des installations de géothermie de minime importance.

Le modèle reprend les principales prescriptions de l'arrêté ministériel du 25 juin 2015 et les exigences de la norme NF X 10-999.

1 – Renseignements sur le demandeur et le foreur

2 – Description sommaire du projet

3 – Localisation des installations

4 – Conditions relatives à l'implantation des forages

Zonage réglementaire

Données hydrogéologiques

Risques et zones naturels sensibles à protéger

Dispositions spécifiques d'implantation de l'arrêté du 25 juin 2015

5 – Données techniques des forages

Déroulement général du chantier

Coupe géologique

Synthèse technique

Procès verbal de cimentation

Essais

6 – Annexes



Sous-sol



PRÉFET
DE LA RÉGION
NOUVELLE-AQUITAINE

Rapport de fin de forage

1 – Renseignements sur le demandeur et le foreur

Maître d'ouvrage / exploitant :

- Nom (ou raison sociale) : _____
- Prénom : _____
- Adresse : _____
- Code Postal / Ville : _____
- Mel : _____
- Tel : _____
- Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale : _____

Entreprise de forage :

- Nom (ou raison sociale) : _____
- Prénom : _____
- Adresse : _____
- Code Postal / Ville : _____
- Mel : _____
- Tel : _____
- Qualification Qualiforage : module sonde
 module nappe.

Référence : _____

Bureau d'étude :

- Nom (ou raison sociale) : _____
- Prénom : _____
- Adresse : _____
- Code Postal / Ville : _____
- Mel : _____
- Tel : _____

Maître d'œuvre : _____

N° télédéclaration : _____

2 – Description sommaire du projet

Le projet consiste à la réalisation :

- d'un échangeur fermé (corbeilles, verticaux ou sondes...);
- d'un échangeur ouvert (sur aquifère).

et entre dans le champ de la géothermie de minime importance¹.

¹ : Soit un échangeur fermé (corbeilles, verticaux ou sondes...) ayant :

- une profondeur d'installation supérieure à 10 m et jusqu'à 200 m
- une puissance soutirée du sous-sol inférieure à 500 kW
- une localisation en zone verte ou orange sur les cartes des zones d'aléas du sous-sol

Soit un échangeur ouvert (sur aquifère) : ayant, en plus des critères précédents :

- une température de l'eau puisée en sous-sol inférieure à 25 °C
- un prélèvement et une réinjection dans le même aquifère
- aucun volume prélevé pour un usage autre (arrosage, consommation, agriculture, industrie...)
- un débit pompé inférieur à 80m³/h.

Si le système que vous souhaitez installer ne répond pas à toutes ces conditions, vous devez contacter votre direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) en charge de la géothermie pour connaître la marche à suivre.

Description du projet :

Usage de l'ouvrage : _____
(production chaud/froid, maison individuelle, logment collectif, ...)

Date de réalisation du chantier : _____

Puissance thermique soutirée en pointe (inférieur à 500 KW) : _____

Profondeur de l'installation (entre 10 et 200 m) : Forage1 : _____ / Forage 2 _____ / (préciser le rôle de chaque ouvrage : prélèvement / injection)

Cas d'un échangeur fermé :
Remplissage de la sonde avec _____ (préciser le ou les produits utilisés et leurs quantités)

Cas d'un échangeur ouvert :
Température prélevée (inférieure à 25 °C) : _____
Débit maximum de prélèvement et de réinjection (inférieur à 80 m³/h) : _____

Remarque : Vous pouvez éventuellement joindre en annexe le devis technique ou l'étude de faisabilité du projet.

3 – Localisation du projet

Adresse du projet : _____

Coordonnées GPS, WGS 84, de chaque forage : _____

Code BSS, de chaque forage (<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>) : _____

Côte de la tête de chaque forage par référencement au nivellement général de la France : _____

Joindre au rapport :

- Carte Géoportail ou IGN (1/1000) avec intégration des forages : <https://www.geoportail.gouv.fr/>
- Plan cadastral : <https://cadastre.gouv.fr/scpc/accueil.do>

Exemple de la cité administrative à Bordeaux :

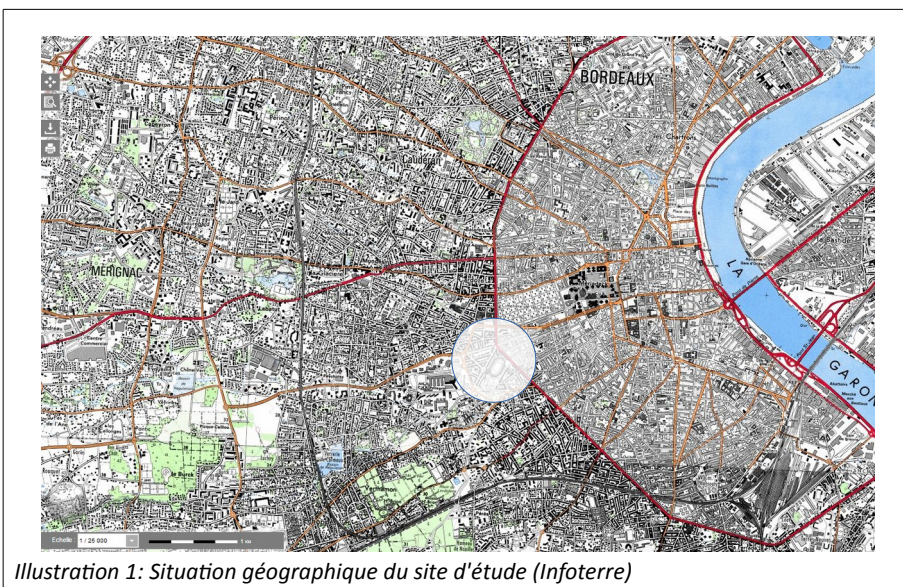
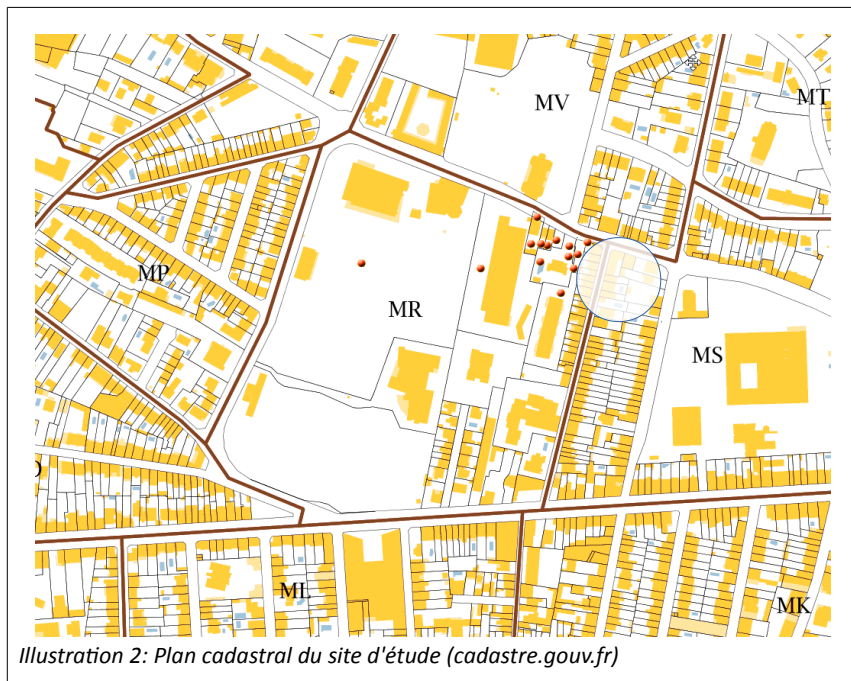


Illustration 1: Situation géographique du site d'étude (Infoterre)

Exemple d'un plan cadastral :



4 – Conditions relatives à l'implantation des forages

Zonage réglementaire

- verte
- orange (joindre l'avis d'expert dans la télédéclaration)

Dispositions prises suite à l'avis de l'expert :

Zones à risque vis-à-vis des aquifères

| Zones sensibles au regard des aquifères | Projet concerné | | Si oui, précautions mises en place |
|--|-----------------|-----|------------------------------------|
| Zones en amont hydraulique des ouvrages de prélèvement d'eau destiné à l'alimentation en eau potable (contacter l'Agence Régionale de Santé de votre département pour obtenir ces informations) | Oui | Non | |
| Zones de nappes stratégiques identifiées par les SDAGE ou SAGE | Oui | Non | |

Indiquer la nappe ciblée : _____

Indiquer les aquifères éventuellement traversés : _____

Préciser les usages connus de ces horizons : _____

Risques naturels et zones naturelles sensibles à protéger

| Risques naturels | Projet concerné | | Si oui, précautions mises en place |
|----------------------------|-----------------|-----|------------------------------------|
| | Oui | Non | |
| Zone à risque d'inondation | | | |

| Zones naturels sensibles (https://www.sigena.fr/accueil) | Projet concerné | | Si oui, précautions mises en place |
|---|-----------------|-----|------------------------------------|
| | Oui | Non | |
| Sites Natura 2000 : SIC/pSIC (Site d'intérêt Communautaire / proposition de site d'intérêt communautaire), ZPS (Zone de Protection Spéciale) : imprimé à remplir | | | |
| (ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) | | | |
| ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux) | | | |
| ZPPAUP (Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager) | | | |
| Réserve Naturelle | | | |

Dispositions spécifiques d'implantation de l'arrêté du 25 juin 2015

| Préciser la distance du lieu d'implantation de l'échangeur géothermique par rapport à... | Minimum réglementaire | Distance prévue (indiquez « néant » si aucune installation) |
|---|---|---|
| Un périmètre de protection immédiate et rapprochée des captages d'eau destinée à la consommation humaine | Périmètre de protection spécifique, à préciser : | |
| Un ouvrage souterrain de prélèvement d'eau destinée à la consommation, des stockages hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autre produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines, des bâtiments d'élevages et leurs annexes, des ouvrages de traitement des eaux usées collectifs ou non collectifs ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines | 35 m | |
| Une installation de stockage de déchets relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées | 200 m | |
| Préciser la distance du lieu d'implantation de l'échangeur géothermique fermés par rapport à... | | |
| La limite de propriété la plus proche à défaut d'un accord écrit du propriétaire | 5 m | |
| Des conduites , collectives ou non collectives (DICT), d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ² | 5 m | |
| Et la distance du lieu d'implantation de l'échangeur géothermique ouverts par rapport à... | | |
| Un périmètre de protection géothermique institué en application de l'article L. 124-5 du code minier ni dans un volume d'exploitation d'activités géothermiques défini en application de l'article L. 134-6 du code minier | Périmètre de protection spécifique, à préciser : | |
| Des conduites d'assainissement individuelles ou collectives d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines, lorsque qu'une étanchéité entre les conduites d'assainissement et les horizons géologiques exploités existe ou est mise en place. | 5 m ou 35 m : en l'absence d'une telle étanchéité naturelle ou artificielle | |

² Il est obligatoire de réaliser en amont du chantier une **déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)** pour prévenir les risques liés aux canalisations / réseaux souterrains. Il peut être indiqué, dans le rapport de fin de forage, les conclusions de la DICT

4 – Données techniques des forages

Déroulement général du chantier

| Date | Phase du chantier / Opération |
|------|--------------------------------------|
| | <i>Reconnaissance / implantation</i> |
| | <i>Forage</i> |
| | <i>Cimentation, etc</i> |
| | |
| | |

Précisez les éventuelles **difficultés** et **anomalies** rencontrées :

Réalisation du forage et équipements (à renseigner par forage réalisé)**Exemple**

| Côte début | Côte fin | Diamètre du forage (mm) | Mode de forage | Fluide du forage |
|-------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|
| <i>0 m</i> | <i>20 m</i> | <i>305 mm</i> | <i>Rotary / Marteau fond de trou</i> | <i>boue</i> |
| <i>20 m</i> | <i>40 m</i> | <i>216 mm</i> | <i>Rotary / Marteau fond de trou</i> | <i>eau</i> |
| | | | | |
| | | | | |

| Côte début | Côte fin | Diamètre du tube (mm) | Tubage | Épaisseur (mm) | Nature cimentation, massif de gravier et volume des matériaux mis en place |
|-------------|-------------|-----------------------|--|----------------|--|
| <i>0 m</i> | <i>20 m</i> | <i>244 mm</i> | <i>Tube acier</i> | <i>5 mm</i> | <i>Cimentation sous pression</i> |
| <i>20 m</i> | <i>40 m</i> | <i>152 mm</i> | <i>PVC forage crépiné de 24 à 36 m</i> | <i>9 mm</i> | <i>Massif de gravier / vide</i> |
| | | | | | |
| | | | | | |

Autres précisions techniques du chantier

Mise en place de centreurs : OUI / NON
 si oui, préciser les modalités de mise en œuvre : _____

Développement / Acidification : OUI / NON
 si oui, préciser les produits utilisés, les quantités et les modalités de mise en œuvre : _____

Coupes géologiques

Réalisez une coupe géologique claire où apparaissent les informations suivantes :

- les différents **horizons géologiques** en fonction des profondeurs ;
- les différents niveaux de **nappes** traversées et les dispositions prises pour assurer la protection des aquifères.

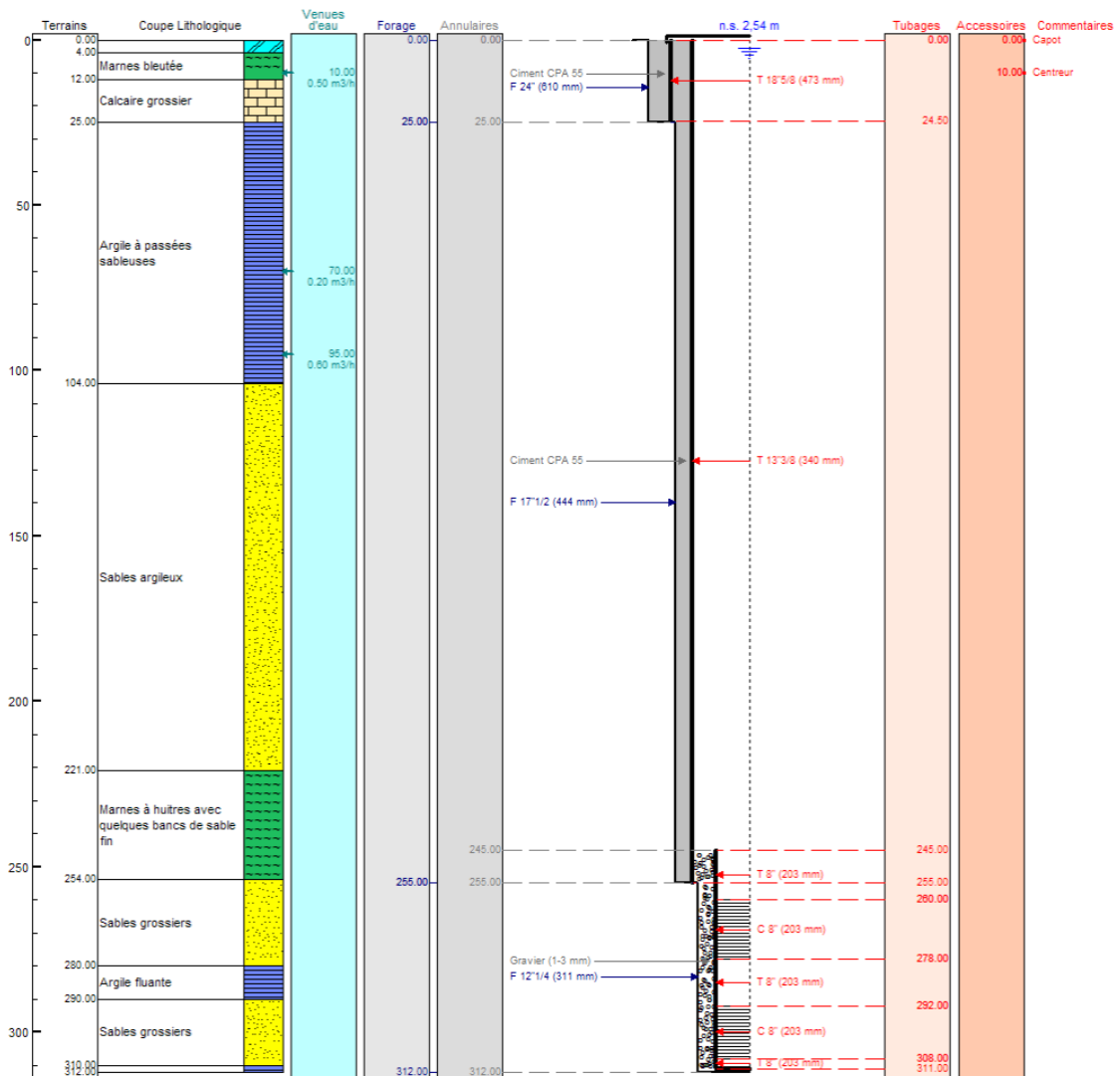


Illustration 3: Exemple d'une coupe géologique

À noter qu'il existe des logiciels de dépouillement gratuit ou payant pour réaliser ce genre de profil géologique. Notamment le logiciel GesFor³ du BRGM distribué gratuitement.

3 Ce logiciel aujourd'hui obsolète va être remplacé par DUPLOS (Déclaration Unifiée Pour les Ouvrages Souterrains).

Procès verbal de cimentation

Remarque : L'arrêté du 25 juin 2015, version consolidé du 27 juin 2018, précise que lors de la cimentation il est nécessaire de prélever un échantillon du coulis durant l'injection ainsi que des échantillons de coulis de ciment. Il est également nécessaire d'avoir en sa possession les résultats des essais de caractérisation ainsi que les méthodes mises en œuvre lors de la cimentation dans le cas d'une audit de renouvellement de qualification.

Vous devez joindre au rapport de fin de forage le procès-verbal de contrôle de la cimentation attestant de la bonne cimentation. Il mentionne à minima :

Profondeur de cimentation :

Quantité de coulis géothermique utilisé :

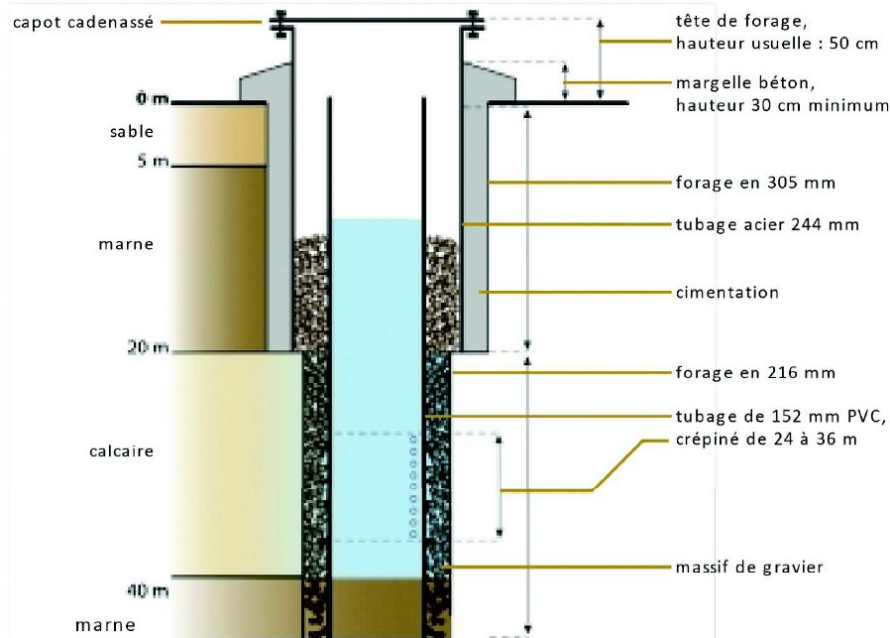
Type de coulis géothermique utilisé :

Protections et équipements de la tête de forage

Rappel de la réglementation : Une margelle bétonnée doit être réalisée de manière à éloigner les eaux de la tête de forage. Cette margelle est de 3 m² au minimum autour de la tête et 0,30 m de hauteur au-dessus du niveau du terrain naturel. Cette margelle n'est pas obligatoire lorsque la tête de l'ouvrage débouche dans un local. La tête de forage s'élève au moins à 0,5 m au-dessus du sol. Un capot de fermeture ou tout autre dispositif approprié de fermeture est installé sur la tête de forage. Il doit permettre un parfait isolement des inondations et de toute pollution par les eaux superficielles. En dehors des périodes d'exploitation, l'accès à l'intérieur du forage est interdit par un dispositif de sécurité. Les conditions de réalisation et d'équipement du forage doivent permettre au minimum de relever le niveau statique de la nappe par sonde électrique (prévoit le cas échéant un tube guide sonde). Le forage doit être équipé d'une plaque mentionnant le numéro de récépissé de déclaration.

Schéma du dispositif de protection de la tête de forage : (à joindre au rapport)

Exemple :



Essais

- Échangeur fermé : tests de réponse thermique s'ils existent ;
- Échangeur ouvert : essais de pompage

Synthèse du test de réponse thermique ou des essais de pompage (les exigences réglementaires sont reprises à l'annexe 2) :

Fait à _____, le _____

Signature :

Pièces à joindre :

- PV cimentation ;
- plan de situation au 1/1000 avec indication précise de l'emplacement de l'installation et des ouvrages voisins ;
- extrait de plan cadastral des parcelles concernées portant implantation de l'installation ;
- coupe technique de forage avec toutes les informations réglementaires ;
- tous documents utiles à la compréhension du chantier.

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
Nouvelle-Aquitaine**

Directrice de publication : Alice-Anne MÉDARD

Rédacteur : HARLE Peggy
Division Mine et Après-Mine
Département sol sous-sol

[Page internet liée au thème](#)

Courriel : de3s.sei.dreal-na@developpement-durable.gouv.fr

ISSN : en cours

6- Annexes

Annexe 1 : Où trouver les données sur la géologie, l'hydrogéologie ainsi les zones à risque dans le périmètre du forage ?

Annexe 2 : Rappel réglementaire des exigences sur les essais de pompage.

Annexe 1 : Où trouver les données sur la géologie, l'hydrogéologie ainsi que les risques en phase forage ?

Les cartes réglementaires GMI prennent en compte via le zonage vert, orange et rouge les zones à risque pour la réalisation de forage. Toutefois, vous pouvez être amené à rechercher ces infos en amont du projet

Données Géologiques

Remarque : Il vous est recommandé de faire une copie d'écran de la carte géologique du BRGM au 1/50 000 avec une conclusion sur la géologie du site : <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

Exemple :



Illustration 4: Données géologiques du site d'étude (Infoterre)

- Couche grise (Fxb2g) : formations fluviatiles, sables argileux, graviers et galets du système de la Garonne ;
- Couche grise 2 (Fyb-bt) : formations fluviatiles, argiles des « mattes » et Tourbes et argiles tourbeuses ;
- Couche jaune (Fxb1G) : formations fluviatiles, sables peu argileux, graviers et galets du système de la Garonne, etc.

Recommandations : Il peut être recherché la présence d'autres forages à proximité du projet sur le site Infoterre afin de capitaliser des informations sur la géologie et de l'hydrogéologie du sous-sol.

Données hydrologiques / hydrogéologiques

Remarque : Il vous est recommandé de faire une copie d'écran du site du BRGM « Infoterre » avec les filtres adaptés : <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

Exemple :

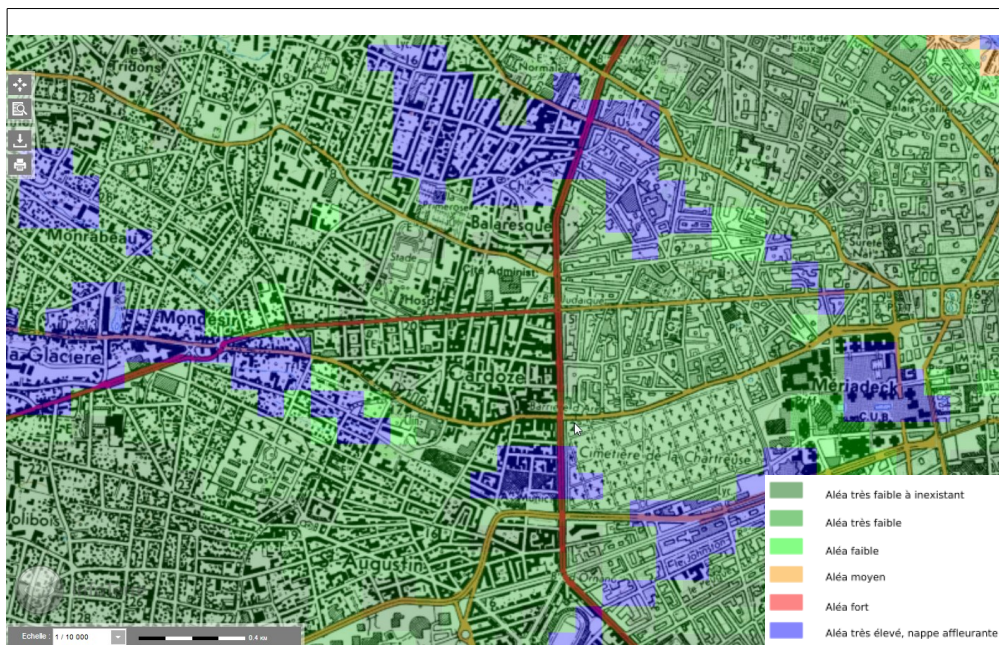


Illustration 5: Données hydrogéologique du site d'étude (Infoterre)

Exemple risques de retrait / gonflement des argiles :

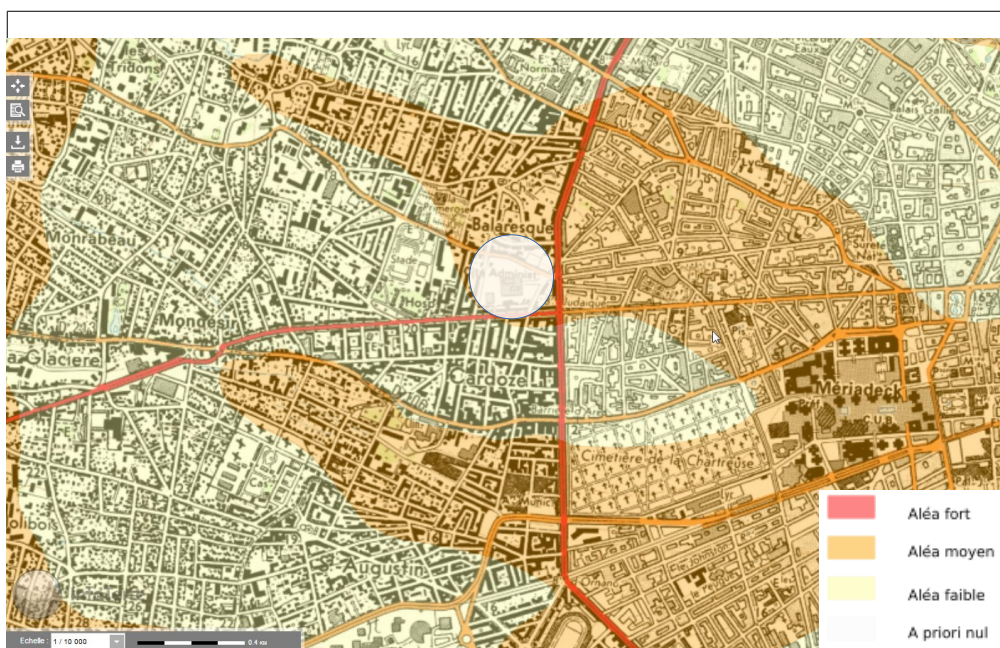


Illustration 6: Retrait/gonflement des argiles sur le site d'étude (Infoterre)

Annexe 2 : Rappel réglementaire des exigences sur les essais de pompage

Essai de pompage :

Rappel de la réglementation : Dans le cas d'un doublet géothermique, le demandeur doit s'assurer des capacités de production de l'ouvrage par l'exécution de pompages d'essais et garantir la qualité des eaux rejetés. Les pompages d'essai doivent également permettre de préciser l'influence du prélèvement sur les ouvrages voisins situés dans un rayon de 500 mètres par un suivi de l'influence des essais de pompage dans les forages voisins.

Il est également nécessaire d'informer les températures d'eau au droit du forage.

Arrêté du 25 juin 2015 : « Les essais suivants seront réalisés, dans des forages soigneusement nettoyés et développés selon les règles de l'art.

A minima, un pompage d'essai, d'une durée minimum vingt-quatre heures, en boucle à débit constant avec des mesures du niveau d'eau dans tous les ouvrages et une mesure des niveaux d'eau sont réalisés. La température et le pH de l'eau sont mesurés. Lorsqu'au moins un aquifère est traversé, une diagraphie de contrôle de cimentation de type CBL (Cement Bond Log) ou un test d'étanchéité ou toutes autres méthodes équivalentes est mise en œuvre.

Pour des installations de plus de 8m³/h, les essais complémentaires suivants seront réalisés :

- *une mesure du niveau statique de la nappe dans chaque ouvrage. Au préalable, le nivellement relatif et, si possible, absolu de chaque ouvrage, d'une précision d'un centimètre, est mis en œuvre ;*
- *un pompage d'essai par paliers avec a minima 4 paliers d'une heure dans les ouvrages de production et de réinjection ;*
- *un pompage d'essai de longue durée, a minima de huit heures, à débit constant dans le ou les ouvrage de production avec le suivi du niveau d'eau dans tous les ouvrages de réinjection ;*
- *un essai d'injection par paliers avec a minima 4 paliers d'une heure dans le ou les ouvrages de réinjection ;*
- *Un prélèvement d'eau lors du pompage d'essai de longue durée afin d'analyser les paramètres suivants : in situ : pH, potentiel redox, conductivité, température, oxygène dissous ;*
- *en laboratoire : titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet, titre hydrotimétrique, calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, cuivre, zinc, manganèse, aluminium, chlorures, sulfates, nitrates, nitrites, phosphates, équilibre calco-carbonique, bactéries ferrugineuses et bactéries sulfatoréductrices.*

Lorsqu'une présomption de pollution existe, les polluants suivants sont notamment recherchés : les hydrocarbures totaux, composés organohalogénés volatils, BTEX.

Les interprétations des essais et mesures sont à la charge du responsable du dimensionnement des forages. Ils permettent d'interpréter les essais par paliers et fournir la courbe caractéristique des ouvrages de production et de réinjection de sorte de définir un débit maximal exploitable dans de bonnes conditions pour la pérennité des forages, de déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (transmissivité et si possible emmagasinement, relation entre aquifère et relations avec des limites).

Ils permettent de donner un avis sur la qualité globale de l'eau et sur la sensibilité de l'aquifère au colmatage et les risques de dégradation des échangeurs géothermiques, de faire les préconisations correspondantes en termes de suivi et de maintenance. Ils permettent également de déterminer les gradients d'écoulement naturel et en fonctionnement et comparaison aux données bibliographiques locales si existantes (cartes hydrogéologiques par exemple). Enfin, ils fournissent les paramètres nécessaires pour évaluer le recyclage hydraulique entre le pompage et la réinjection suivant le régime d'exploitation envisagé (méthode analytique ou numérique) et de donner un avis sur l'impact éventuel sur le fonctionnement de la pompe à chaleur si une dérive thermique est possible. Ils permettent aussi d'adapter le régime d'exploitation des échangeurs géothermiques si besoin. Une synthèse définissant le régime d'exploitation optimal des forages en termes de débit maximal et de débit moyen, de différentiels de température acceptables, de volumes globaux exploités par saison, de conditions de suivi et de maintenance doit être fournie à l'issue des essais de réception. »