

# Décrets, arrêtés, circulaires

## TEXTES GÉNÉRAUX

### MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DE L'INDUSTRIE ET DU NUMÉRIQUE

#### Arrêté du 25 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance

NOR : EINL1400635A

**Publics :** exploitants d'activités géothermiques de minime importance, maîtres d'ouvrage, bureaux d'études en géothermie, entreprises de forage géothermique, entreprises concevant et posant les pompes à chaleur géothermiques de minime importance, organismes de qualification des entreprises de forage, organismes d'experts agréés, organismes d'accréditation.

**Objet :** prescriptions techniques relatives aux activités géothermiques de minime importance telles que définies à l'article 1-2 du décret 78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie.,

**Entrée en vigueur :** le présent texte entre en vigueur le lendemain de sa publication. Des dispositions transitoires sont prévues, vis-à-vis des dispositions prévues au point 5.2 de l'annexe, pour les installations géothermiques de minime importance existantes avant le lendemain de sa publication, dans un délai de cinq ans.

**Notice :** le présent arrêté définit les prescriptions techniques générales applicables à un gîte géothermique de minime importance. Le texte proposé précise, outre les conditions relatives à l'implantation d'une installation géothermique de minime importance, les mesures à mettre en œuvre lors de la réalisation de l'ouvrage géothermique et sa cessation d'exploitation ainsi que les modalités de surveillance et d'entretien de l'installation. Les dispositions envisagées visent à disposer d'installations géothermiques mises en œuvre selon les règles de l'art et à prendre en considération la zone d'implantation de l'ouvrage lors de leur réalisation afin de garantir la pérennité des installations et de prévenir les risques sur l'environnement notamment vis-à-vis de la préservation de la qualité de la ressource en eau.

**Références :** L'arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

La ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et le ministre de l'économie, de l'industrie et du numérique,

Vu le code minier, notamment ses articles L. 112-1 à L. 112-3, L. 161-1, L. 161-2 et L. 411-1 ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 214-2, L. 214-3 et L. 554-1 ;

Vu le code de la santé publique, notamment son article L. 1321-2 ;

Vu le décret n° 1186 du 22 mai 1944 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 22 mai 1944 rendant obligatoire la déclaration des levés de mesures géophysiques et celle de certains travaux comportant exploration du sous-sol ;

Vu le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie modifié ;

Vu le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains modifié ;

Vu l'arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forages, créations de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié ;

Vu l'arrêté du 17 juillet 2009 modifié relatif aux mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines ;

Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau en date du 13 juin 2014 ;

Vu l'avis de la commission consultative d'évaluation des normes en date du 24 juin 2014 ;

Vu l'avis du commissaire à la simplification en date du 6 mai 2015 ;

Vu les observations formulées lors de la consultation publique réalisée du 24 mai 2014 au 19 juin 2014, en application de l'article L. 120-1 du code de l'environnement,

Vu la notification n° 2014/359/F au titre de la directive 98/34/CE du 22 juin 1998 en date du le 22 juillet 2014,

Arrêtent :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – Sans préjudice aux autres législations en vigueur, les activités relevant du régime de la géothermie de minime importance telles que définies à l'article 1-2 du décret du décret n°78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie modifié sont soumises aux prescriptions du présent arrêté et de son annexe.

**Art. 2.** – Le présent arrêté entre en vigueur le lendemain de sa publication. Les dispositions prévues au point 5.2 de l'annexe du présent arrêté sont applicables aux installations existantes avant le lendemain de la publication du présent arrêté, dans un délai de cinq ans.

**Art. 3.** – La directrice générale de la prévention des risques et le directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 25 juin 2015.

*Le ministre de l'économie,  
de l'industrie et du numérique,  
Pour le ministre et par délégation :  
Le directeur général de l'aménagement,  
du logement et de la nature,  
P. DELDUC*

*La ministre de l'écologie,  
du développement durable  
et de l'énergie,*

Pour la ministre et par délégation :

*La directrice générale  
de la prévention des risques,  
P. BLANC*

## A N N E X E

### PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES APPLICABLES AUX ACTIVITÉS GÉOTHERMIQUES DE MINIME IMPORTANCE

#### 1. Conventions, définitions

En application de l'article 1-3 du décret n° 78-498 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie modifié, la puissance thermique maximale prélevée d'un échangeur géothermique fermé vertical, mentionnée à l'article 1-2 du même décret est calculée en multipliant la profondeur de l'ouvrage, en mètre, par un coefficient de 50 W par mètre.

On entend au sens de la présente annexe :

**Exploitant :** conformément à l'article 26 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006, est réputée exploitant la personne qui entreprend les travaux ou utilise les installations de géothermie de minime importance. Lors de la phase d'ouverture des travaux visant à la réalisation du gîte géothermique, l'exploitant est en règle générale le maître d'ouvrage.

**Entreprise de forage qualifiée :** entreprise de forage qui réalise les forages du gîte géothermique, l'installation de l'échangeur géothermique et qui dispose de la qualification prévue par l'article 22-7 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains modifié.

**Entreprise intervenante :** entreprise qui intervient sur une installation géothermique de minime importance à la demande de l'exploitant pour toute opération.

**Entité responsable du dimensionnement :** organisme qui assiste le maître d'ouvrage dans le dimensionnement de l'installation géothermique en lien avec les besoins énergétiques de la construction.

**Installateur :** entreprise qui réalise les travaux de raccordements des ouvrages géothermiques avec les échangeurs thermiques (pompes à chaleur ou échangeurs à plaque) pour permettre l'utilisation de la chaleur échangée avec le sous-sol.

**Maître d'ouvrage :** entreprise, collectivité ou particulier porteur du besoin qui définit l'objectif du projet, son calendrier et son budget. Le résultat attendu du projet est la réalisation d'une installation géothermique. Le maître d'ouvrage est en règle générale l'exploitant.

**Installation géothermique de minime importance :** elle est constituée de l'ensemble des équipements permettant d'exploiter un gîte géothermique de minime importance : un échangeur géothermique (ouvert ou fermé), les circuits primaires et secondaires ainsi que l'échangeur thermique intermédiaire.

**Echangeur géothermique :** échangeur qui se définit comme l'ouvrage façonné par l'entreprise de forage qualifiée et contenue entre le pied et la tête de forage équipée.

**Echangeur géothermique ouvert :** échangeur géothermique dont le fluide caloporteur circule en circuit ouvert avec les aquifères du sous-sol.

**Echangeur géothermique fermé :** échangeur géothermique horizontal, vertical ou hybride fonctionnant en circuit fermé. Un fluide caloporteur circule à l'intérieur des tubes, pour prélever ou restituer l'énergie du sous-sol par conduction.

**Circuit primaire :** il s'agit du réseau de conduites et d'équipements associés pour acheminer, par un fluide caloporteur, la chaleur entre le sous-sol et la pompe à chaleur (ou un autre échangeur thermique de l'installation).

**Circuit secondaire :** il s'agit du réseau de conduites et d'équipements associés pour acheminer, par un fluide caloporteur, l'énergie (chaleur ou froid) de la pompe à chaleur (ou un autre échangeur thermique) jusqu'au lieu d'utilisation.

**Echangeur thermique intermédiaire :** il s'agit de l'échangeur entre le circuit primaire et le circuit secondaire, par exemple une pompe à chaleur ou un échangeur thermique à plaques.

**Activité géothermique :** elle consiste en l'extraction d'énergie du sous-sol sous forme thermique comme définie à l'article L. 112-1 du code minier.

**Ouverture des travaux :** il s'agit de la phase de travaux préliminaire à l'exploitation de l'installation géothermique de minime importance. L'ouverture des travaux d'exploitation d'un gîte géothermique comprend notamment la déclaration administrative de l'activité, les travaux de réalisation des ouvrages de géothermie et leur raccordement à l'échangeur thermique (pompes à chaleur, échangeurs à plaques...).

**Exploitation :** il s'agit de la phase d'activité de l'installation géothermique de minime importance visant à utiliser l'énergie échangée avec le sous-sol.

**Arrêt des travaux :** il s'agit de la phase visant à cesser l'exploitation de l'installation géothermique de minime importance. Elle s'accompagne de travaux permettant de protéger les intérêts mentionnés à l'article L. 161-1 du code minier.

**Gélif :** qui peut se fendre ou s'effriter par l'effet du gel.

## 2. Conditions relatives à l'implantation des échangeurs géothermiques

Le site d'implantation ainsi que les techniques de forage, de terrassement de l'échangeur géothermique doivent permettre de répondre aux exigences qui visent à prévenir les risques liés à une déstabilisation géologique des terrains traversés et les risques de pollution des eaux souterraines par migration des pollutions de surface ou souterraines ou par mélange des différents niveaux aquifères ainsi qu'à permettre à l'exploitant une gestion pérenne du gîte géothermique de minime importance.

Les distances énumérées aux 2.1 et 2.2 se comprennent comme la distance minimale entre tout point de la projection verticale en surface du ou des forages et la limite du périmètre défini par les entités citées ci-dessus.

### 2.1 Règles d'implantation des échangeurs géothermiques

Lors de leur réalisation, les échangeurs géothermiques destinés à l'exploitation d'un gîte géothermique de minime importance ne peuvent pas être implantés :

- dans les périmètres de protection immédiate et rapprochée des captages d'eau destinée à la consommation humaine et des sources des eaux minérales naturelles conditionnées ;
- à moins de 35 mètres ;
- d'un ouvrage souterrain de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ;
- des stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ;
- des bâtiments d'élevage et leurs annexes relevant des rubriques 2101, 2102, 2110, 2111, 2112, 2113, 2120 de la nomenclature des installations classées ainsi que des zones de stockage des déchets de l'exploitation d'élevage ;
- des ouvrages de traitement des eaux usées collectifs ou non collectifs ;
- à moins de 200 mètres d'une installation de stockage de déchets relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.

#### 2.1.1. Distances spécifiques aux échangeurs géothermiques fermés :

Outre les règles d'implantations précisées au 2.1, lors de leur réalisation les échangeurs géothermiques fermés ne doivent pas être implantés à moins de 5 m :

- de la limite de propriété la plus proche, à défaut d'un accord écrit préalable des propriétaires voisins autorisant la réalisation de l'échangeur géothermique de minime importance ;
- de conduites, collectives ou non collectives, d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines.

### 2.1.2. Distances spécifiques aux échangeurs géothermiques ouverts :

Outre les règles d'implantations précisées au 2.1, lors de leur réalisation, les échangeurs géothermiques ouverts ne peuvent pas être implantés :

- dans 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 ;
- à moins de 5 mètres de 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. En l'absence d'une telle étanchéité naturelle ou artificielle, cette distance minimale est portée à 35 m.

2.1.3. Lorsque l'implantation envisagée d'un échangeur géothermique est localisée à une distance inférieure à 200 mètres autour d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine qui ne dispose pas des périmètres de protection prévus à l'article L. 1321-2 du code de la santé publique, l'exploitant joint à la déclaration prévue par l'article 22-2 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié l'attestation de compatibilité prévue au 6° du même article.

## 2.2. Prise en compte du contexte local

2.2.1. L'exploitant prend toutes les précautions nécessaires lors de la réalisation de l'échangeur géothermique :

a) Pour prévenir les risques de déstabilisation géologique, pour assurer l'étanchéité entre les différents horizons géologiques traversés par échangeurs géothermiques et pour protéger l'environnement de pollution des eaux souterraines par migration des pollutions de surface ou souterraines ou par mélange des différents niveaux aquifères :

- dans les zones karstiques ou présentant des vides souterrains qui rendent difficiles la cimentation des ouvrages sans précautions supplémentaires ;
- dans les zones dont le sous-sol comporte des roches évaporitiques solubles ou gonflantes (sels, gypse,...) susceptibles d'être atteintes par les forages envisagés ;
- en bordure du littoral marin ou à proximité des eaux salées ;
- dans les anciennes carrières ou mines à ciel ouvert remblayées ou dans les zones donnant lieu à des servitudes d'utilité publique en rapport avec d'anciennes installations de carrières ou de mines ;
- dans les zones à risques de mouvement de terrain, les zones à risques sismiques et dans les zones volcaniques à proximité des circulations d'eau ou de gaz exceptionnellement chauds ou chargés en éléments ;
- dans des situations géologiques spécifiques telles que la traversée d'une nappe artésienne, de nappes avec un différentiel piézométrique significatif ou de nappes ayant un niveau piézométrique proche de la surface (cas des doublets sur nappe) ;

b) Pour préserver la ressource en eau potable et les enjeux sanitaires :

- dans les zones en amont hydraulique des ouvrages de prélèvement d'eau destiné à l'alimentation en eau potable ;
- dans les zones de nappes stratégiques identifiées par les SDAGE ou SAGE.

Les précautions portent *a minima* sur le mode de réalisation, la technique de forage, la profondeur des échangeurs ainsi que leur régime d'exploitation. Les techniques de forage, la profondeur des échangeurs géothermiques sont adaptées pour ne pas atteindre ou pour limiter l'accès aux zones à enjeux identifiés et pour prendre en compte le contexte géologique ainsi que les propriétés chimiques des milieux traversés. L'exploitant met en œuvre les mesures particulières prévues au 4.1.5 ou des mesures de surveillance adéquates dans les contextes mentionnés ci-dessus.

2.2.2. L'exploitant d'un gîte géothermique de minime importance respecte :

- les objectifs et les dispositions des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux ;
- les règlements des schémas d'aménagement et de gestion des eaux ;
- les plans de prévention des risques naturels ;
- les règlements des périmètres de protection des points de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ;
- les règlements des périmètres de protection des stockages souterrains de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques institués dans le cadre du livre II du code minier ;
- les servitudes d'utilité publique ou toutes autres restrictions d'usage en lien avec des pollutions des sols susceptibles d'impacter les aquifères ;
- les dispositions du règlement sanitaire départemental au regard des prélèvements d'eau destinée à la consommation humaine.

### 3. Exigences relatives aux entreprises intervenantes

Les clauses de décharge de responsabilité entre l'exploitant, le maître d'ouvrage et l'entreprise de forage qualifiée sont clairement indiquées dans les contrats liant chaque partie prenante. L'objet et la nature des travaux ou des services y sont précisés et doivent être proportionnés aux compétences et métier de chaque partie prenante.

#### 3.1. L'exploitant

Conformément au décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié, l'exploitant est tenu de déclarer, ou de faire déclarer à son nom par tout sous-traitant impliqué qu'il mandate à cet effet, l'ouverture, l'arrêt des travaux d'exploitation d'un gîte géothermique et le changement d'exploitant.

L'exploitant d'un gîte géothermique de minime importance qui utilise les installations est tenu de consigner les éléments de suivi de son exploitation dans le dossier de l'installation qui peut être informatisé. Il est tenu à la disposition des agents de l'Etat en charge du contrôle des installations de géothermie de minime importance et est conservé jusqu'à un an après la déclaration d'arrêt des travaux d'exploitation de l'activité géothermique. Il contient en particulier les pièces suivantes :

- les copies des déclarations relatives à la géothermie de minime importance et requises par le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié. Il figure à ce titre, dans le dossier de l'installation, la déclaration d'ouverture des travaux d'exploitation, les différentes déclarations de changement d'exploitant et, s'il y a lieu, la déclaration d'arrêt des travaux d'exploitation ;
- les données relatives au dimensionnement de l'installation à savoir la puissance maximale et théorique, les modes et les conditions limites et optimales d'exploitation en particulier les températures et les volumes de fluide caloporteur en circulation ;
- un plan reprenant la localisation de l'ensemble des éléments constitutifs de l'installation ;
- les certificats de conformité et caractéristiques des matériaux utilisés ;
- le procès-verbal de réception de l'installation ;
- les rapports de fin de forage et de fin de travaux prévus aux 5.1.3 et 4.3.3 ;
- les procès-verbaux d'entretien et de contrôle ;
- les résultats des opérations de surveillance réalisées en application du 5 ;
- les incidents survenus au cours de l'exploitation du gîte géothermique.

#### 3.2. L'entreprise de forage qualifiée

Avant de réaliser un forage géothermique de minime importance, l'entreprise de forage qualifiée communique à l'exploitant les coupes prévisionnelles géologiques et techniques des échangeurs géothermiques et les modalités techniques de forage envisagées.

Avant de démarrer les travaux, il s'assure que les conditions suivantes sont satisfaites :

- la déclaration d'ouverture des travaux d'exploitation de l'activité géothermique correspondant aux travaux envisagés a été réalisée conformément au décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié ;
- la déclaration de travaux (DT) prévue par l'article R. 554-21 du code de l'environnement a été réalisée par le maître d'ouvrage. L'entreprise de forage qualifiée réalise elle-même la déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) prévue par l'article R. 554-25 du code de l'environnement ;
- les modalités de forage sont en rapport avec la nature des terrains, le contexte local et la présence éventuelle d'une ou de plusieurs nappes d'eau dans la zone du forage. Les techniques de forage sont adaptées afin d'assurer la tenue des terrains à traverser et garantir le diamètre et la profondeur à forer ainsi que la bonne cimentation des échangeurs géothermiques ;
- l'existence d'un dimensionnement des ouvrages mis en œuvre conformément aux besoins thermiques exprimés par le maître d'ouvrage ;
- les conditions du 2 de la présente annexe sont respectées.

Pour réaliser des ouvrages de géothermie, l'entreprise de forage qualifiée doit disposer de compétences techniques nécessaires, notamment par la présence d'au minimum un référent technique par établissement ainsi que des moyens techniques adaptés au regard de l'ampleur des travaux envisagés et des enjeux identifiés mentionnés aux articles L. 161-1 du code minier. Elle doit notamment disposer pour chacun de ses chantiers d'un bac mélangeur et d'une pompe à injection de coulis ou de ciment adaptés aux travaux de forage réalisés.

Lors des travaux de forage des échangeurs géothermiques fermés, l'entreprise avertit et conseille en tant que de besoin l'exploitant afin d'ajuster la longueur des échangeurs, notamment si le terrain est meuble et sec, au regard du dimensionnement envisagé.

Après la réalisation du forage, l'entreprise de forage qualifiée communique les coupes géologique et technique de l'échangeur à l'entité responsable du dimensionnement de l'installation afin que les hypothèses au dimensionnement puissent être vérifiées. Elle réalise le rapport de fin de forage mentionné au 5.1.3, joint les documents attendus, remplit et signe le procès-verbal de réception qui seront annexés au dossier de l'installation. L'entreprise dépose le rapport de fin de forage sur le site du téléservice dédié à l'accomplissement des procédures relatives à la géothermie de minime importance.

### 3.3. L'installateur

Avant de finaliser l'installation et de proposer la réception de l'installation, les entreprises réalisant le raccordement de l'échangeur géothermique avec l'échangeur thermique intermédiaire et l'échangeur secondaire doivent :

- vérifier l'adéquation entre le dimensionnement de l'échangeur thermique intermédiaire et l'échangeur géothermique (ouvert ou fermé) ainsi que son mode d'exploitation envisagé ;
- garantir des conditions d'exploitation en accord avec la réglementation, les procédures effectuées et le présent arrêté.

## 4. Dispositions générales

### 4.1. Lors de la réalisation d'une installation géothermique de minime importance

#### 4.1.1. Conduite du chantier :

Le chantier doit être clôturé ou balisé pour en interdire l'accès aux personnes non autorisées. Les consignes de sécurité et les règles d'hygiène et de sécurité applicables sont mises en œuvre lors du chantier. L'entreprise de forage qualifiée met notamment en place :

- des moyens de clôture efficaces de la zone en chantier ou, à défaut, une signalétique de chantier doivent prévenir l'accès de personnes étrangères au chantier ;
- des dispositifs de stockage, de protection et de collecte des éventuelles fuites d'hydrocarbures et autres produits potentiellement polluants, en rapport avec l'importance du projet ;
- des moyens d'évacuation des déblais, des fluides de forage, des eaux issues du forage et de tous les déchets produits ;
- des moyens et matériels de prévention et des moyens d'appel des secours (téléphone, liste téléphoniques d'appels d'urgence).

Le matériel, conforme aux réglementations en vigueur, est utilisé, entretenu et vérifié périodiquement. Un cahier de chantier doit être ouvert pour consigner les événements et/ou incidents survenus pendant la durée des travaux. Les livraisons des matériaux et du matériel doivent être conformes aux besoins du chantier et selon les prescriptions du présent arrêté. Les conditions de stockage du matériel, de l'équipement et des matériaux doivent permettre d'éviter toute dégradation (pollution, dommage par engin, etc.). Les bons de livraison des équipements et des matériaux doivent être conformes aux bons de commande. Il s'agit en particulier de s'assurer du respect des dimensions et des quantités.

#### 4.1.2. Matériaux, matériel, équipement :

Le matériel, les matériaux, les produits et équipements entrant dans la composition de l'échangeur géothermique et de l'installation géothermique sont mis en œuvre selon les règles de l'art. Les caractéristiques des matériels et matériaux mis en œuvre (épaisseur, résistance à la pression, aux variations thermiques, à la corrosion) doivent être adaptés à l'échangeur thermique, à son exploitation et aux milieux traversés afin de garantir de façon durable la qualité de l'ouvrage. Ils doivent également être adaptés aux conditions de température et de vitesse de circulation des fluides susceptibles d'intervenir. Le délai avant la mise en route de l'installation doit être stipulé à l'exploitant sur le procès-verbal de réception des ouvrages. Chaque partie prenante du projet doit vérifier, en fonction de son domaine de compétence, la bonne adéquation entre l'installation, les échangeurs, leur dimensionnement et les conditions d'exploitation.

La pompe à chaleur ou l'échangeur intermédiaire installé doit être équipé d'un dispositif d'alerte et d'arrêt automatique, paramétré pour répondre aux conditions de fonctionnement prévues au 4.2 et détecter une perte du fluide caloporteur dans l'échangeur géothermique. Le dispositif permet de suivre les paramètres mentionnés au 5.2.

Les caractéristiques des matériaux, du matériel, des équipements ainsi que les conditions limites d'exploitation sont mentionnées dans le dossier de l'installation.

Pour les échangeurs géothermiques fermés, la pression nominale de fonctionnement doit être adaptée à la longueur et la profondeur de l'échangeur. Excepté pour le raccordement de la boucle à l'installation (liaison au premier raccord ou au premier collecteur), aucune soudure et aucun raccord mécanique ne seront réalisés sur le chantier pour assembler les tubes et/ou le pied de sonde.

Pour les échangeurs géothermiques ouverts, les crépines mises en place sont résistantes à la corrosion, à la pression, d'une longévité maximale et leur ouverture est adaptée aux sols en place.

#### 4.1.3. Forage :

L'entreprise de forage qualifiée tient à disposition de l'exploitant une documentation sur les procédures associées aux aléas, notamment hydrogéologiques, prévisibles au regard du contexte local.

L'entreprise de forage qualifiée doit adapter le matériel et les techniques de forage à la nature des terrains traversés. Si des fluides de forage sont utilisés, ils doivent être adaptés à la méthode de forage utilisée, aux terrains rencontrés et ils ne doivent avoir aucune incidence sur les caractéristiques mécaniques des terrains ainsi que sur la qualité des nappes éventuellement rencontrées.

Les diamètres et les méthodes de forages doivent permettre une cimentation complète de l'espace annulaire sur l'intégralité de la hauteur de l'échangeur. Pour prévenir toute pollution du ou des milieux récepteurs, l'entreprise

de forage qualifiée prévoit des dispositifs de traitement, par décantation, neutralisation ou par toute autre méthode appropriée, des déblais de forage, des boues et des eaux extraites du forage pendant le chantier. Les dispositifs de traitement sont adaptés en fonction de la sensibilité des milieux récepteurs.

Pour la réalisation des échangeurs géothermiques fermés, le diamètre du trou nu est d'au minimum de 125 mm et les diamètres extérieurs des tubes de la boucle de sonde sont d'au minimum 32 mm et leurs diamètres intérieurs d'au minimum de 25 mm. Les diamètres du trou nu et des tubages de sondes sont choisis selon les règles de l'art. Les rayons de courbure maximum des tubages préconisés par les fabricants doivent être respectés. Des possibilités d'accès aux collecteurs de ces échangeurs ou en tout autre lieu adapté doivent permettre de tester a posteriori l'étanchéité de l'installation au moyen d'essais en pression.

Pour la réalisation des échangeurs géothermiques ouverts, des centreurs sont installés lors de la mise en place des tubages en prévoyant un centreur par longueur de tubage avec un minimum de 1 centreur tous les 10 m.

#### 4.1.4. Cimentation :

L'entreprise de forage qualifiée doit réaliser une cimentation propre à assurer un remplissage homogène sur toute la hauteur du forage exception faite des zones de prélèvement et de réinjection pour les échangeurs géothermiques ouverts. Cette cimentation doit permettre :

- de préserver la qualité des eaux souterraines en prévenant l'infiltration superficielle de pollutions ou la mise en connexion des nappes ;
- de préserver la longévité de l'installation.

Le coulis est adapté à la nature des aquifères souterrains présents et à la qualité des terrains, notamment en cas de présence de roches évaporitiques. Les coulis de comblement utilisés sont sélectionnés et mis en place selon les règles de l'art.

Les mélanges doivent être réalisés conformément aux spécifications des fabricants. Le coulis devra être adapté aux conditions physico-chimiques naturelles ou imposées par l'exploitation. Il est non gélif, inerte et sans effet sur l'environnement. Dans ses conditions d'utilisation et à l'issue de l'arrêt des travaux, il ne doit pas relarguer de substances nocives pour l'environnement et en particulier celles de l'annexe I de l'arrêté du 17 juillet 2009 relatif aux mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines. Il doit permettre de garantir une imperméabilité verticale du site au moins identique à celle du terrain naturel, même après l'arrêt des travaux miniers.

La nature, les quantités, les résultats des essais de caractérisation et la méthode de mise en œuvre du ciment ou coulis injecté sont reportés dans le rapport de fin de forage mentionné au 5.1.3.

Lorsque la réalisation de la cimentation présente des difficultés, l'entreprise de forage qualifiée doit informer l'exploitant des problèmes rencontrés et présenter les solutions techniques adéquates pour atteindre ses objectifs de cimentation.

Lorsque les conditions de réalisation du forage sont très défavorables, lorsque la mise en place de la sonde ou lorsque la cimentation de l'espace annulaire ne sont pas conformes à la présente annexe, l'exploitant met en œuvre l'arrêt des travaux d'exploitation du gîte géothermique selon les mesures prévues au 4.3. Lorsqu'une attestation d'un organisme d'experts agréé a été jointe à la déclaration d'ouverture des travaux d'exploitation, l'entreprise de forage qualifiée informe l'organisme d'experts agréé de cette situation.

Pour les échangeurs géothermiques fermés, la cimentation de l'échangeur géothermique fermé doit être réalisée sur toute sa hauteur et aussitôt la sonde géothermique posée. La cimentation doit permettre les échanges thermiques homogènes par conduction thermique, entre la boucle et le terrain. Les ciments ou les coulis utilisés pour assurer la cimentation de la sonde et l'étanchéité des différents horizons géologiques doivent avoir une conductivité thermique d'au minimum 2 W/(m.K). La mise en place du coulis de comblement doit être réalisée sous pression, sans vide d'air, au moyen d'une pompe d'injection adaptée, par méthode ascendante à l'aide d'un tube plongeur, par injection du coulis de remplissage depuis la base du forage jusqu'à la cote de 1 m en dessous du niveau du terrain naturel, pour faciliter la réalisation de la tranchée de liaison entre les échangeurs et le local technique. Cette cote peut être abaissée si nécessaire pour respecter le rayon de courbure minimal des tubages utilisés et pour faciliter la réalisation de la tranchée de liaison entre les échangeurs et le local technique de l'exploitant.

Pour les échangeurs géothermiques ouverts, la cimentation doit être réalisée sur la totalité de la hauteur du forage, exception faite de la zone de prélèvement, et aussitôt les tubages définitifs mis en place selon les règles de l'art. La cimentation doit permettre d'assurer la stabilité du forage par le scellement du tubage au terrain. L'entreprise de forage qualifiée utilise un laitier de densité supérieure ou égale à 1,7. Le ciment utilisé n'est pas à prise rapide. Son temps de prise est d'au minimum vingt-quatre heures. La cimentation entre le tubage de l'ouvrage et le trou nu doit avoir une épaisseur minimale de 4 cm.

#### 4.1.5. Mesures particulières à mettre en œuvre selon le contexte local :

Pour assurer l'isolement de chaque nappe d'eau, les échangeurs géothermiques sont cimentés conformément au 4.1.4.

Lorsque des horizons géologiques contiennent des roches évaporitiques de type gypse ou sel, l'entreprise de forage qualifiée, au droit de ces horizons, adapte la qualité physico-chimique des boues de forage et les caractéristiques du ciment à la nature des roches afin d'isoler cette zone sur toute sa hauteur. La mise en place d'un géotextile de type « chaussettes » ou d'un double tubage avec une double cimentation peut être envisagée selon le contexte local rencontré.

Lorsque des horizons géologiques présentent des vides souterrains, naturels ou artificiels, qui sont susceptibles de remettre en cause une bonne cimentation ou causer des pertes importantes de ciment, l'entreprise de forage qualifiée met en place, au droit de ces zones, d'un géotextile de type « chaussettes » ou met en œuvre un double tubage avec une double cimentation.

Lorsque les horizons géologiques présentent une nappe artésienne, l'entreprise de forage qualifiée installe sur la tête de puits un obturateur et adapte, par l'utilisation de matériaux adéquats, la qualité physico-chimique des boues de forage et les caractéristiques du coulis de ciment utilisé afin d'augmenter leur densité.

Les mesures mises en œuvre pour garantir l'isolement des différents horizons géologiques et des aquifères souterrains, sont adaptées au regard de l'importance des phénomènes géologiques et de leurs caractéristiques propres. Tous autres moyens équivalents qui garantissent une bonne cimentation de l'échangeur géothermique sur toute sa hauteur peuvent être mis en place.

#### 4.1.6. Fluide caloporteur :

Pour les échangeurs géothermiques fermés, le fluide caloporteur contenu dans le circuit primaire de l'échangeur et les éventuels métabolites de sa dégradation ou de sa biodégradation ne doivent avoir aucune répercussion sur l'environnement en cas de fuite. Il doit être biodégradable, de qualité alimentaire. Le fluide caloporteur contenu dans le circuit primaire de l'échangeur ne contient pas de substance réglementée par le règlement CE n° 1005/2009 qu'elle se présente, isolément ou dans un mélange, un gaz à effet de serre fluoré réglementé par le règlement CE n° 842/2006 susvisé. La composition et le volume du fluide caloporteur doivent être mentionnés dans le rapport de fin de forage.

Pour les échangeurs géothermiques ouverts, aucune substance chimique n'est additionnée à l'eau de la nappe prélevée ou rejetée dans les ouvrages de production et de réinjection lors de l'exploitation du gîte géothermique.

#### 4.1.7. Terrassements :

Outre les coordonnées relevées dans le système de coordonnées prévu dans la déclaration de l'ouvrage, la localisation des échangeurs, canalisations souterrains réalisés ainsi que de leurs accessoires annexes (collecteurs dans le cas des échangeurs fermés) est conservée et annotée dans le dossier de l'installation sur un plan cadastral ou un fond cartographique au 1/1000. Les ouvrages sont signalés par un grillage avertisseur disposé dans les tranchées.

Pour un nombre supérieur à 10 sondes, les échangeurs et les canalisations souterrains ouvragés ainsi que de leurs accessoires annexes (collecteurs dans le cas des échangeurs fermés) sont localisés sur un plan réalisé par un géomètre expert qui repère l'emplacement des ouvrages.

#### 4.1.8. Tête de forage d'un échangeur géothermique ouvert :

La tête de forage doit être réalisée selon les règles de l'art. Elle est dans tous les cas, conçue de manière à éloigner les eaux de ruissellement ou à les drainer et les éloigner de la tête du forage de sorte d'empêcher toute intrusion ou arrivée d'eau ou de produits polluants vers l'ouvrage. La tête du forage dispose d'un repérage visible et approprié.

#### 4.1.9. Nettoyage et développement d'un échangeur géothermique ouvert :

Les opérations visant au nettoyage et développement du forage de production ou de réinjection se font de manière à ne pas introduire de produits chimiques induisant un risque pour la ressource en eau et ses usages potentiels. Les substances utilisées sont exclusivement des acides et des polyphosphates. Les opérations menées, les méthodes, les matériaux, les substances et volumes employés sont mentionnés au dossier de l'installation. L'entreprise de forage qualifiée doit disposer des fiches de sécurité correspondant aux produits qu'elle utilise.

### 4.2. *En phase d'exploitation d'une installation géothermique de minime importance*

Pour les échangeurs géothermiques fermés, la température du fluide caloporteur qui retourne vers les échangeurs géothermiques fermés doit être comprise entre  $-3\text{ °C}$  et  $+40\text{ °C}$ .

Pour les échangeurs géothermiques ouverts, l'exploitant d'un échangeur géothermique ouvert prend en considération les ouvrages de prélèvement d'eau voisins, déclarés ou autorisés, et susceptibles d'être influencés par son activité. Il établit une distance minimale afin de ne pas les influencer de façon significative. Son activité ne doit pas causer une variation de température de la nappe d'eau exploitée de plus de  $4\text{ °C}$  à 200 m des échangeurs géothermiques de production ou de réinjection. La température maximale de réinjection ne doit pas dépasser  $32\text{ °C}$ . Aucune substance chimique n'est additionnée, dans les ouvrages de production et de réinjection, à l'eau de la nappe prélevée ou rejetée. Les opérations visant au nettoyage du forage de production ou de réinjection se font de manière à ne pas introduire de produits chimiques induisant un risque pour la ressource en eau et ses usages potentiels. Les substances utilisées sont exclusivement des acides et des polyphosphates. Les opérations menées, les méthodes, les matériaux, les substances et volumes employés sont mentionnés au dossier de l'installation.

### 4.3. *Lors de l'arrêt des travaux d'exploitation*

Conformément au décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié, lorsque l'exploitant cesse définitivement l'exploitation d'un gîte géothermique de minime importance, il en fait la déclaration au plus tard au moment de la cessation d'exploitation, sur le téléservice dédié à l'accomplissement des procédures relatives à la géothermie de minime importance. La déclaration peut être faite au nom de l'exploitant par tout sous-traitant impliqué dans l'arrêt

des travaux. La qualité du déclarant est mentionnée et la preuve de mandat est apportée lors de la déclaration. L'exploitant consigne dans le dossier de l'installation la déclaration d'arrêt des travaux d'exploitation et le rapport de fin de travaux prévus au 4.3.3.

L'exploitant fait réaliser par une entreprise de forage qualifiée les travaux de cessation d'exploitation du gîte géothermique. Ils visent à placer l'échangeur géothermique dans un état tel qu'il ne puisse porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 161-1 du code minier. S'il y a lieu, l'exploitant réalise les opérations de surveillance mentionnées au 5.3.

Ces travaux consistent notamment à combler l'échangeur géothermique par des techniques appropriées dont l'efficacité n'est pas remise en cause avec le temps et qui permettent de garantir l'absence de circulation d'eau et de transfert de pollution à travers l'ouvrage comblé. Le comblement vise à pérenniser l'étanchéité initiale entre les différents aquifères traversés ainsi qu'à prévenir toute pollution de ces aquifères à partir de la surface.

Préalablement aux travaux de comblement, une vérification de la qualité de la cimentation annulaire initiale par diagraphie ou toute autre méthode équivalente est mise en œuvre :

- pour tous les échangeurs géothermiques réalisés postérieurement à l'entrée en vigueur du présent arrêté ;
- pour les échangeurs géothermiques ou les ouvrages souterrains ayant été utilisés comme échangeur géothermique, réalisés avant l'entrée en vigueur du présent arrêté :
  - lorsque l'ouvrage se situe en zone « orange » ou « rouge » telles que définies à l'article 22-6 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié ;
  - lorsque des présomptions des dégradations de l'ouvrage existent laissant penser qu'un comblement traditionnel ne permet pas de pérenniser l'étanchéité initiale entre les différents aquifères traversés ou de prévenir toute pollution de ces aquifères à partir de la surface.

Cette vérification vise à écarter des présomptions relatives à d'éventuelles dégradations que l'échangeur géothermique aurait pu subir notamment sur le coulis ou sur le ciment d'étanchéité. Cette vérification permet d'établir les caractéristiques d'un comblement définitif adapté.

#### 4.3.1. Pour les échangeurs en circuits fermés :

Les mesures suivantes sont notamment mises en œuvre lors de l'arrêt des travaux :

- la vérification de l'intégrité de l'espace annulaire en cas de présomptions de dégradations de l'échangeur ou d'anomalie constatée, et le comblement de ce dernier en cas d'absence de cimentation ;
- la purge du liquide caloporteur chassé sous pression et évacué du site vers une filière de prise en charge appropriée à la qualité du liquide ;
- le comblement de la sonde sur toute sa hauteur par un ciment adapté ;
- la conservation de la localisation de l'échangeur comblé par un repérage approprié ;
- le recouvrement de la tête de forage par des matériaux inertes imperméables de type argiles.

#### 4.3.2. Pour les échangeurs en circuits ouverts :

Les mesures suivantes sont notamment mises en œuvre lors de l'arrêt des travaux :

- une vérification de l'intégrité de la cimentation de l'espace annulaire en cas de doute et le comblement de ce dernier en cas d'absence de cimentation ;
- l'échangeur doit être comblé par un ciment adapté hormis dans sa partie captante où des matériaux grossiers propres sont mis en place ;
- l'obturation de l'échangeur par un bouchon imperméable d'argiles gonflantes et de ciment ;
- la conservation de la localisation de l'échangeur comblé par un repérage approprié.

#### 4.3.3. Rapport de fin de travaux :

Dans un délai de deux mois maximum suivant la fin des travaux, l'entreprise de forage qualifiée remet à l'exploitant et dépose également, sur le téléservice dédié à l'accomplissement des procédures relatives à la géothermie de minime importance, le rapport de fin des travaux comprenant :

- le nom de l'exploitant, la date d'arrêt d'exploitation de chaque échangeur géothermique ;
- le nombre des sondages comblés, le code national BSS (Banque du sous-sol) associés à chaque échangeur géothermique et leurs coordonnées dans le référentiel WGS 84 ;
- la description des travaux réalisés avec le procès verbal de contrôle de la cimentation le cas échéant ;
- s'il y a lieu, les mesures de surveillance des effets de l'échangeur géothermique sur son environnement, qui sont maintenues à l'issue de l'arrêt des travaux.

## 5. Contrôles et surveillances

### 5.1. Lors de l'ouverture des travaux

L'entreprise de forage qualifiée réalise un suivi d'avancement et des contrôles lors :

- de la réalisation du forage afin de disposer, pour chaque échangeur géothermique, de la coupe géologique, de la coupe technique de l'échangeur géothermique et de la localisation précise de l'ouvrage. Les informations suivantes sont renseignées : le ou les niveaux des nappes rencontrées, les caractéristiques des équipements mis

en place, les conditions de réalisation (méthode et matériaux utilisés lors de la foration, volume théorique des cimentations et volume injectés, profondeurs atteintes, zones de pertes rencontrées et résultats des tests de mise en pression des sondes ;

- de la cimentation par des opérations de suivi des volumes injectés, d'éventuels essais diagraphiques de vérification de la cimentation ainsi que des essais de caractérisation des coulis ou ciments injectés. L'entreprise de forage qualifiée dresse un procès-verbal de contrôle de la cimentation qui atteste de la profondeur de l'ouvrage, de la qualité et le type de ciment utilisé.

L'entreprise de forage qualifiée suit et consigne les informations et données nécessaires pour établir le rapport de fin de forage prévu par le 5.1.3.

Si lors des travaux de réalisation de l'installation géothermique, il s'avère que l'ouvrage géothermique présente des risques graves pour la préservation des intérêts mentionnés à l'article L. 161-1 du code minier ou que l'installation géothermique est défaillante et ne permet pas l'exploitation de la ressource, l'exploitant met en œuvre les mesures prévues au 4.3.

#### 5.1.1. Essais de réception des échangeurs géothermiques fermés :

A l'issue de l'installation de l'échangeur, l'entreprise de forage qualifiée réalise les essais ou épreuves de mise en pression et de perte de charge selon les règles de l'art afin de contrôler l'étanchéité de la sonde, principalement au niveau des soudures du pied de sonde.

Si le contexte hydrogéologique et la méthode de forage ne permettent pas une bonne tenue des parois du forage les tests de mise en pression seront réalisés après la phase de cimentation.

#### 5.1.2. Essais de réception des échangeurs géothermiques ouverts :

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 8m<sup>3</sup>/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 ouvrages 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.

### 5.1.3. Rapport de fin de forage :

Dans un délai de deux mois maximum suivant la fin des travaux, l'entreprise de forage qualifiée remet à l'exploitant et dépose également sur le téléservice dédié à l'accomplissement des procédures relatives à la géothermie de minime importance le rapport de fin de forage comprenant :

- le déroulement général du chantier : dates des différentes opérations et difficultés et anomalies éventuellement rencontrées ainsi que les procès-verbaux et documents demandés dans les articles précédents en particulier le procès-verbal de contrôle de la cimentation ;
- le nombre de forages effectivement réalisés, le nombre de forage exploités et, pour chaque forage, sa localisation et celle des équipements connexes sur un fond de carte IGN au 1/1000, les coordonnées dans le référentiel WGS 84, les références cadastrales de la ou les parcelles d'implantation, la cote de la tête par référence au nivellement général de la France et le code de la Banque du sous-sol (BSS) ;
- pour chaque forage :
  - la coupe géologique avec indication du ou des niveaux des nappes rencontrées ;
  - la coupe technique de l'échangeur précisant les caractéristiques des équipements installés, les volumes de matériaux mis en place dans le cadre de la réalisation des ouvrages (gravier, ciment) et leurs modalités de mise en œuvre ;
  - les diamètres et la nature des cuvelages ou tubages, accompagnée des conditions de réalisation (méthode et matériaux utilisés lors de la foration, volume des cimentations, profondeurs atteintes, développement effectués ...)
  - le procès-verbal de contrôle de la cimentation qui atteste de la bonne cimentation et mentionne a minima la profondeur, la quantité et le type de ciment utilisé.
- pour les échangeurs géothermiques fermés : les tests de réponse thermique, lorsqu'ils existent ;
- pour les échangeurs géothermiques ouverts :
  - le résultat des pompages d'essai prescrits au 5.1.2 et leur interprétation ;
  - les températures d'eau ;
  - le cas échéant, le résultat d'une diagraphie de contrôle de cimentation de type CBL (Cement Bond Log) ou d'un test d'étanchéité ;
  - le cas échéant, les résultats des analyses d'eau.

## 5.2. Lors de l'exploitation

### 5.2.1. Opérations annuelles de surveillance et d'entretien :

L'exploitant surveille ou fait surveiller annuellement les échangeurs géothermiques de minime importance de manière à garantir le respect des intérêts mentionnés à l'article L. 161-1 du code minier. En cas de défaut avéré et irréparable, l'exploitant met en œuvre l'arrêt des travaux d'exploitation du gîte géothermique selon les mesures prévues au 5.3.

Concernant les échangeurs géothermiques fermés, l'exploitant fait figurer annuellement dans le dossier de installation le suivi des paramètres suivants : la pression du circuit primaire, le nombre d'heures de fonctionnement de la pompe à chaleur, les températures en entrée et sortie de la pompe à chaleur, lorsque cette dernière est en fonctionnement nominal ainsi que le relevé de la température minimale en sortie de l'échangeur géothermique. L'exploitant de l'installation géothermique est tenu de contrôler son étanchéité et de prévenir la survenue de fuites éventuelles du liquide caloporteur de l'échangeur géothermique. Lorsqu'une fuite est détectée, l'exploitant met en œuvre les mesures adéquates visant à supprimer la fuite.

Concernant les échangeurs géothermiques ouverts, l'exploitant fait figurer annuellement dans le dossier de installation le suivi des paramètres suivants : le nombre d'heures de fonctionnement de la pompe à chaleur, les températures en entrée et sortie de la pompe à chaleur, lorsque cette dernière est en fonctionnement nominal ainsi que le relevé de la température maximale sortie de l'échangeur géothermique, les volumes prélevés et rejetés annuellement ainsi que le relevé de l'index du compteur volumétrique (sans remise à zéro). L'exploitant de l'installation est tenu de vérifier le bon fonctionnement du puits de réinjection, de s'assurer de l'étanchéité du réseau primaire et que les volumes des eaux prélevées et réinjectées est nulle.

### 5.2.2. Opérations décennales de surveillance et d'entretien :

L'exploitant met en œuvre une surveillance décennale des échangeurs géothermiques, par une entreprise intervenante compétente.

Concernant les échangeurs géothermiques fermés, en complément de l'opération annuelle de surveillance et d'entretien, la surveillance décennale comporte la vérification du fonctionnement des sécurités de l'échangeur thermique intermédiaire, du dispositif automatique de surveillance de fuites et de son alarme. La composition et les caractéristiques du fluide caloporteur sont ajustées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant reporte le procès verbal de la surveillance décennale au dossier de l'installation notamment le résultat des mesures des paramètres mentionnés au 5.2.1.

Concernant les échangeurs géothermiques ouverts, en complément de l'opération annuelle de surveillance et d'entretien, la surveillance décennale comporte une inspection par vidéo ou toutes autres méthodes équivalentes pour apprécier l'état général des ouvrages de production et de réinjection. Cette surveillance est réalisée par une entreprise de forage qualifiée. L'exploitant reporte le procès verbal de la surveillance décennale au dossier de

l'installation en particulier le résultat de l'inspection de la cimentation et le résultat des mesures des paramètres mentionnés au 5.2.1.

### 5.3. *A l'issue de l'arrêt des travaux*

Conformément au décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié, s'il est constaté des dangers et inconvénients graves au regard des intérêts mentionnés aux articles L. 161-1 du code minier, l'exploitant met en œuvre les mesures de surveillance des effets de l'installation sur son environnement. Il mentionne dans la déclaration d'arrêt des travaux les mesures de surveillance qui sont maintenues à l'issue de la cessation de l'exploitation de l'activité géothermique de minime importance et le temps de maintien de la surveillance.