



# CENTRE HOSPITALIER D'AUBUSSON

## CONSTRUCTION ET RESTRUCTURATION DU CENTRE HOSPITALIER SUR LE SITE DU MONT

### Dossier de Consultation des Entreprises CCTP LOT 23. Géothermie



MOA

**Centre Hospitalier d'Aubusson**

50 rue Henri Dunant

23200 AUBUSSON



Bureau d'Etudes Acoustique

**ITAC**

5 rue Menou

44000 NANTES



AMO

**ACOBA – Agence Centre-Est**

1 chemin de la Mendillonne

69650 Saint-Germain au Mont d'or



Bureau d'Etudes Cuisines professionnelles

**CUISINORME**

21 rue Chanzy

33110 LE BOUSCAT



MOE

**TLR architecture & associés**

13 rue Roger Mirassou

33800 BORDEAUX



OPC

**CO.PILOT**

30 boulevard Paul Painlevé

19100 BRIVE



Bureau d'Etudes Economie

**AEC Ingénierie**

64 rue Roger Mirassou

33800 BORDEAUX



Bureau d'Etudes Techniques

**EGIS BATIMENTS CENTRE-OUEST**

60 rue Blaise Pascal CS24305

37043 TOURS Cedex 1



# Sommaire

|          |                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>OBJET DE L'OPERATION ET DISPOSITIONS GENERALES .....</b>        | <b>4</b>  |
| 1.1      | OBJET DE L'OPERATION .....                                         | 4         |
| 1.2      | CONTEXTE GENERAL ET ENJEUX DU PROJET .....                         | 4         |
| 1.3      | DESCRIPTION DU SITE EXISTANT .....                                 | 4         |
| 1.4      | DESCRIPTION DU PROJET .....                                        | 6         |
| 1.5      | INTERVENTIONS SUR L'EXISTANT ET PROGRAMME GENERAL DE TRAVAUX ..... | 8         |
| 1.6      | PHASAGE DE L'OPERATION .....                                       | 8         |
| 1.7      | INTERVENANTS .....                                                 | 11        |
| 1.8      | DIVISION EN CORPS D'ETATS DE TRAVAUX .....                         | 11        |
| 1.9      | DEMARCHES ENVIRONNEMENTALES.....                                   | 12        |
| 1.10     | DEMARCHES BIM ET DOE NUMERIQUE.....                                | 12        |
| 1.11     | DIVISION DES TRAVAUX EN TRANCHES .....                             | 12        |
| <b>2</b> | <b>GENERALITES.....</b>                                            | <b>13</b> |
| 2.1      | OBJET DU MARCHE .....                                              | 13        |
| 2.2      | NATURE DES TRAVAUX ET PRESTATIONS .....                            | 13        |
| 2.3      | PLANNING PREVISIONNEL .....                                        | 13        |
| 2.4      | INTERVENANTS DU PROJET .....                                       | 13        |
| 2.4.1    | Maître d'œuvre bâtiment .....                                      | 13        |
| 2.4.2    | Maîtrise d'œuvre géothermie .....                                  | 14        |
| 2.5      | NATURE ET COMPOSITION DES PRIX .....                               | 14        |
| <b>3</b> | <b>CONTEXTE DU PROJET .....</b>                                    | <b>15</b> |
| 3.1      | LOCALISATION DU PROJET ET DES SONDES .....                         | 15        |
| 3.2      | CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....                       | 16        |
| 3.3      | ZONAGE REGLEMENTAIRE ET ALEA GEOLOGIQUE .....                      | 16        |
| <b>4</b> | <b>PRESCRIPTIONS GENERALES .....</b>                               | <b>18</b> |
| 4.1      | NORMES APPLICABLES .....                                           | 18        |
| 4.2      | OBLIGATION DE L'ENTREPRISE TITULAIRE VIS-A-VIS DE LA SECURITE..... | 18        |
| 4.3      | COMPETENCE DE L'ENTREPRISE TITULAIRE.....                          | 18        |
| 4.4      | ASSURANCE ET GARANTIE .....                                        | 18        |
| 4.4.1    | Garantie de parfait achèvement d'un an.....                        | 19        |
| 4.4.2    | Garantie décennale.....                                            | 19        |
| <b>5</b> | <b>DEROULEMENT DU CHANTIER .....</b>                               | <b>20</b> |

|                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1 DOCUMENTS PREALABLES AU DEBUT DES TRAVAUX – ETUDES D’EXECUTION .....                                                                                  | 20        |
| 5.2 PREPARATION ET INSTALLATION DU CHANTIER .....                                                                                                         | 20        |
| 5.3 DEROULEMENT DES TRAVAUX .....                                                                                                                         | 21        |
| 5.4 COORDINATION AVEC LES AUTRES ENTREPRISES .....                                                                                                        | 22        |
| 5.5 QUALITE DES MATERIAUX ET MATERIELS .....                                                                                                              | 22        |
| 5.6 REPLI DU CHANTIER .....                                                                                                                               | 23        |
| <b>6 DESCRIPTION DES TRAVAUX ET DES PRESTATIONS A REALISER .....</b>                                                                                      | <b>24</b> |
| 6.1 IMPLANTATION DES SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES (SGV).....                                                                                           | 24        |
| 6.2 REALISATION DES SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES .....                                                                                                 | 24        |
| 6.2.1 Foration de la sonde .....                                                                                                                          | 24        |
| 6.2.2 Equipement du forage.....                                                                                                                           | 24        |
| 6.2.3 Scellement de la sonde.....                                                                                                                         | 25        |
| 6.3 ESSAIS DE CONTROLE .....                                                                                                                              | 26        |
| 6.3.1 Essais de mise en pression.....                                                                                                                     | 26        |
| 6.3.2 Essai de pertes de charge et essai de circulation.....                                                                                              | 27        |
| 6.4 RACCORDEMENT DES SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES .....                                                                                                | 27        |
| 6.4.1 Tête de sonde .....                                                                                                                                 | 27        |
| 6.4.2 Raccordement tête de sonde au collecteur et tranchées .....                                                                                         | 28        |
| 6.4.3 Collecteur.....                                                                                                                                     | 29        |
| 6.4.4 Raccordement collecteur / local pompe à chaleur .....                                                                                               | 30        |
| 6.5 ESSAIS DE RECEPTION ET MISE EN SERVICE – REMPLISSAGE DU RESEAU GEOTHERMIQUE .....                                                                     | 30        |
| 6.5.1 Essais de réception.....                                                                                                                            | 30        |
| 6.5.2 Remplissage du réseau géothermique et mise en service.....                                                                                          | 31        |
| <b>7 LIVRABLE – DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES .....</b>                                                                                                   | <b>32</b> |
| <b>8 ANNEXE : LOCALISATIONS PREVISIONNELLES DES SONDES<br/>GEOTHERMIQUES ET DES CANALISATIONS JUSQU’AU LOCAL PAC (OPTION<br/>1 : 1 COLLECTEUR).....</b>   | <b>33</b> |
| <b>9 ANNEXE : LOCALISATIONS PREVISIONNELLES DES SONDES<br/>GEOTHERMIQUES ET DES CANALISATIONS JUSQU’AU LOCAL PAC (OPTION<br/>2 : 2 COLLECTEURS) .....</b> | <b>34</b> |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 - Localisation du projet sur fond orthophotographique Google Satellites .....        | 15 |
| Figure 2 - Implantations prévisionnelles des sondes géothermiques verticales .....            | 16 |
| Figure 3 - Localisation du projet sur la carte géologique BRGM au 50 000 <sup>ème</sup> ..... | 17 |
| Figure 4 - Zonage réglementaire GMI (geothermies.fr).....                                     | 17 |
| Figure 5 - Exemple de raccordement d'une tête de sonde .....                                  | 28 |
| Figure 6 - Exemple de disposition des canalisations de raccordement .....                     | 29 |

# 1 OBJET DE L'OPERATION ET DISPOSITIONS GENERALES

## 1.1 OBJET DE L'OPÉRATION

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) concerne le projet d'extension et de restructuration du Centre Hospitalier d'Aubusson (23).

## 1.2 CONTEXTE GENERAL ET ENJEUX DU PROJET

Le Centre Hospitalier d'Aubusson est actuellement organisé en quatre structures implantées sur autant de sites différents. Pour répondre à ses objectifs de réorganisation fonctionnelle et d'amélioration de la prise en charge des résidents et des patients, l'établissement a fait le choix ambitieux de regrouper sur le même site les services en provenance des sites du Mont, Saint Jean et Croix Blanche.

Le projet de transformation du Centre Hospitalier présente en réalité un double enjeu :

- **Le renouvellement et l'extension du secteur hospitalier** avec l'intégration des activités d'urgences, d'imagerie, de consultations et de médecine, d'une part,
- La **construction d'un secteur médico-social** (EHPAD) à l'identité propre offrant un lieu de vie accueillant et tourné vers la ville d'autre part.

Ces deux fonctionnalités et identités co-existent et partagent un important socle de fonctions communes.

Par ailleurs, le Centre Hospitalier du Mont profite d'un site remarquable avec une nature omniprésente, des vues dégagées sur le grand paysage, et un parc boisé généreux qui est préservé dans le projet.

## 1.3 DESCRIPTION DU SITE EXISTANT

Le Centre Hospitalier du Mont est situé rue Henri Dunant à Aubusson (23200). Il est situé en périphérie Est de la ville, sur les hauteurs. Son environnement pavillonnaire est calme et verdoyant.

L'emprise foncière du projet regroupe 3 parcelles (085, 357, 413) et totalise une surface de 45 605 m².



Le terrain présente une déclivité avec des variations de niveau entre 530 et 540m NGF. L'accès au parking principal actuel s'effectue à 540m NGF.

Le bâtiment actuel a été construit dans les années 1976-1977. Il comprend 4 ailes principales, une zone centrale desservant chacune des ailes et se développe sur 4 niveaux

- Sous-sol pour les ailes Nord, Est, Ouest et vide sanitaire pour l'aile Sud – Accessible depuis la cour logistique arrière
- Rez de chaussée, accessible depuis les parkings personnels et visiteurs
- R+1 – Etages de chambres
- R+2
- Toiture terrasse plate



**PHOTOS DU CHANTIER DE CONSTRUCTION EN JUIN 1976 – SOURCE IGN / GEOPORTAIL**

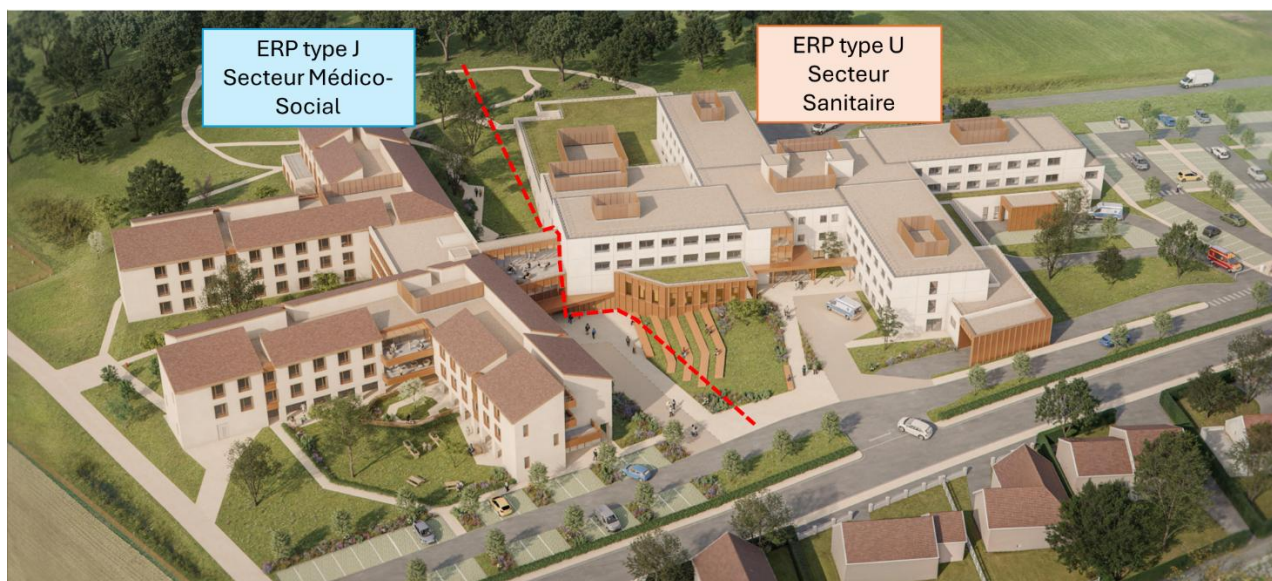


**VUE FAÇADE SUD-EST - ENTREE PRINCIPALE ACTUELLE - MARS 2025**



**VUE ARRIERE DE LA COUR LOGISTIQUE – MARS 2025**

## 1.4 DESCRIPTION DU PROJET



**VUE 3D DE SYNTHESE – STADE PC – TLR ARCHITECTES**

Le nouvel établissement se structure donc autour de deux niveaux de référence :

- Le RDC Bas à 536 NGF constitue le niveau d'entrée du Secteur Médico-social : en continuité de niveau avec le sous-sol existant.
- Le RDC Haut établi à 539.12 NGF constitue le niveau d'entrée du Secteur Sanitaire.
- Le classement ERP des établissements est prévu comme suit :
- ERP de 3<sup>ème</sup> catégorie type J pour le bâtiment médico-social (compris salle polyvalente)
- ERP de 3<sup>ème</sup> catégorie type U pour le secteur sanitaire



**VUE DE L'ENTREE PRINCIPALE DES 2 SECTEURS – STADE PC – TLR ARCHITECTES**

#### **ACCES ET PARKINGS :**

Il est prévu un accès commun aux parkings personnel et visiteurs.

A l'intérieur du site une voie interne parallèle à la rue Henri Dunant permet de relier les différentes zones de stationnement entre elles :

- A l'Est, une aire de stationnement de 164 places :
  - 40 places personnel de l'EHPAD
  - 70 places personnel du Centre Hospitalier
  - 14 places SSIAD
  - 40 places visiteurs du Centre Hospitalier Le parking visiteurs 110 places mutualisé pour les 2 secteurs
- A l'ouest : 40 places de stationnement public pour le du secteur médico-social
- Au niveau de la cour logistique : 6 emplacements pour les véhicules de service

Une large allée piétonne est aménagée pour guider les visiteurs depuis les parkings jusqu'aux entrées principales des deux secteurs.

L'allée piétonne longe la voie interne jusqu'à la place centrale où elles se prolongent sous forme de parvis piétonnier.

Les flux logistiques sont déportés en périphérie du site pour ne pas interférer sur les autres flux.

Ils disposent d'un accès spécifique sécurisé à l'extrémité Est et d'une voie dédiée qui contourne le site jusqu'à la cour de service.

La cour de service existante au niveau RDC Bas est adaptée et agrandie pour desservir les accès existants ainsi que la nouvelle plateforme logistique qui se développe à l'arrière.

Une hélicoptère est reliée au service des urgences par une voie interne comprenant l'éclairage nocturne nécessaire. L'implantation choisie permet d'envisager une possible mutualisation de l'hélicoptère avec la gendarmerie située de l'autre côté de la rue.

## 1.5 INTERVENTIONS SUR L'EXISTANT ET PROGRAMME GENERAL DE TRAVAUX

Le projet de restructuration lourde et d'extension prévoit les interventions suivantes sur les bâtiments existants :

- Modification des destinations des locaux pour adapter les espaces aux nouveaux usages.
- Création d'ouvertures afin d'assurer la liaison entre les différentes parties du bâtiment existant.
- Rebouchage d'ouvertures existantes devenues inutiles suite aux modifications d'aménagement.
- Réalisation de trémies et de réservations diverses pour le passage des gaines techniques (CVC, plomberie, électricité, etc.).
- Renforcement des structures existantes (planchers, poutres, poteaux) en cas de surcharge due aux nouvelles configurations.
- Mise aux normes de l'accessibilité PMR avec des sanitaires adaptés.
- Travaux d'isolation thermique et acoustique pour améliorer le confort des usagers.
- Réfection des revêtements de sols, murs et plafonds selon les nouveaux usages des locaux.
- Remplacement des menuiseries intérieures et extérieures
- Remise à neuf des installations techniques et énergétiques CVC, Fluides médicaux, Plomberie, Courants forts et faibles en lien avec les contraintes de phasage et les objectifs d'amélioration énergétique.
- Travaux de VRD (dévoisement des réseaux, refonte des voiries et espaces extérieurs)

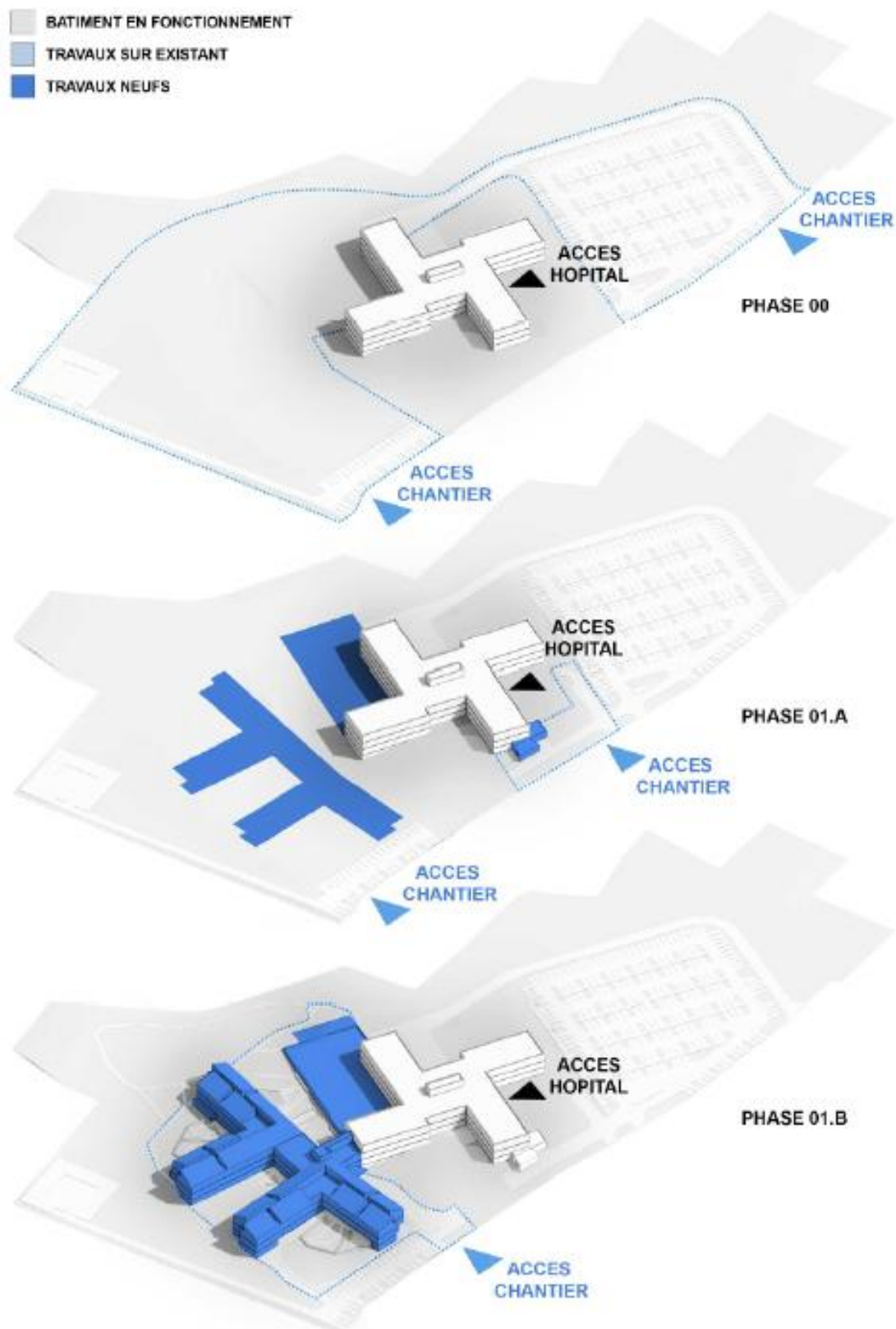
## 1.6 PHASAGE DE L'OPÉRATION

La réalisation des travaux est prévue **en site occupé** avec les objectifs de :

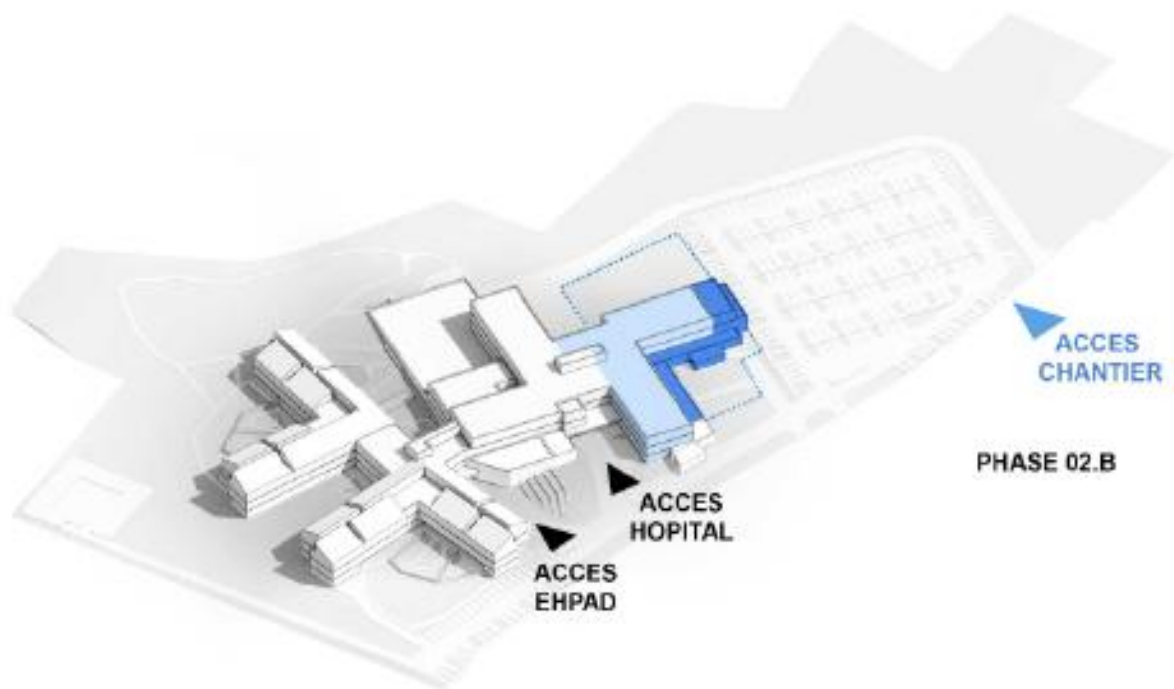
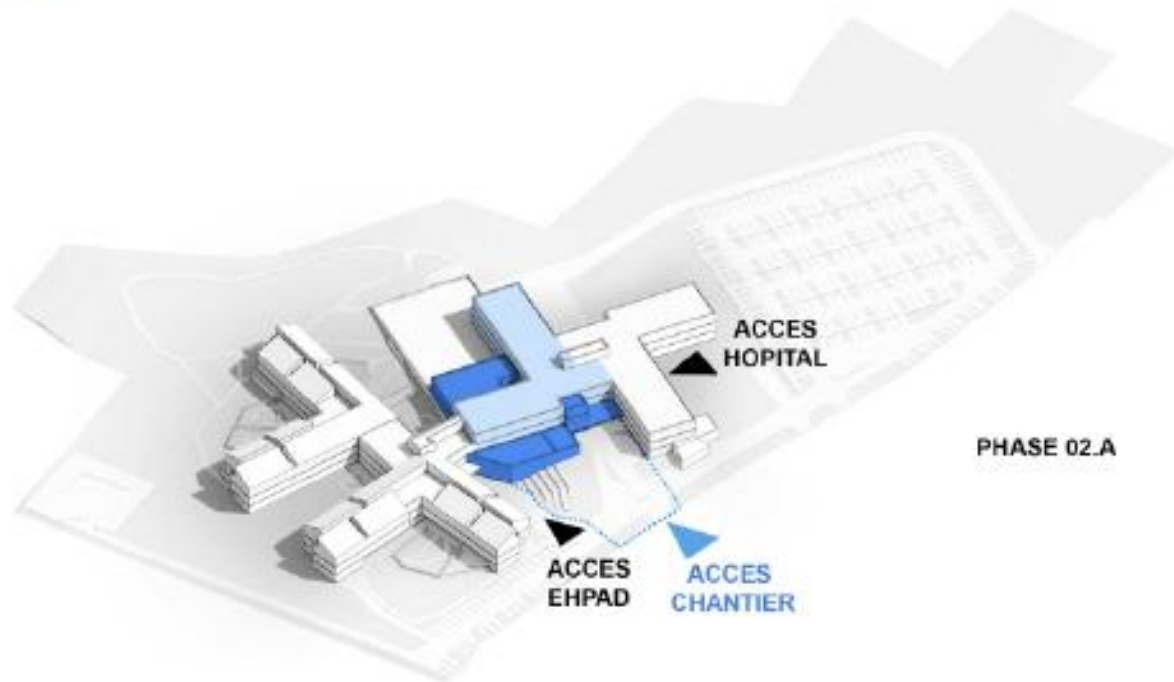
- Maintenir l'activité actuelle de l'établissement pendant toute la durée des travaux
- Respecter la qualité de vie des résidents, patients et personnels pendant le chantier

Le phasage détaillé est décrit dans la notice de phasage et le calendrier des travaux.

Les grandes étapes du phasage sont résumées ci-après :



- BATIMENT EN FONCTIONNEMENT
- TRAVAUX SUR EXISTANT
- TRAVAUX NEUFS



## 1.7 INTERVENANTS

|                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MAITRE D'OUVRAGE</b>                                                               |
| <b>CENTRE HOSPITALIER d'AUBUSSON</b><br>50 Rue Henri Dunant, 23200 Aubusson           |
| <b>ASSISTANCE A LA MAITRISE D'OUVRAGE</b>                                             |
| <b>ACOBIA – AMO</b><br>1 chemin de la Mendilonne, 69650 Saint Germain au Mont d'Or    |
| <b>APAVE - Contrôle technique</b><br>Agence de Domérat – Rue du Hibou – 03410 DOMERAT |
| <b>SOCOTEC - CSPS</b><br>Agence d'Yzeure – 25 Rue de la Baigneuse – 03400 Yzeure      |

|                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MAITRISE D'ŒUVRE</b>                                                                                                                                                                      |
| <b>TLR architecture et associés – Architecte Mandataire MOE</b><br>13 Rue Roger Mirassou, 33800 Bordeaux<br>TEL : 05 57 59 04 70                                                             |
| <b>AEC Ingénierie – Economiste de la construction</b><br>13 Rue Roger Mirassou, 33800 Bordeaux<br>TEL : 05 56 33 95 00                                                                       |
| <b>EGIS Bâtiments Centre Ouest - Bureau d'études techniques (Amiante/plomb, Structure, CVC, PLB, FM, Electricité, VRD, SSI)</b><br>60 Rue Blaise Pascal, 37000 Tours<br>TEL : 02 47 31 04 80 |
| <b>CO.PILOT – OPC</b><br>30 Boulevard Paul Painlevé, 19100 Brive La Gaillarde<br>Tél : 05 55 87 24 54                                                                                        |
| <b>CUISINORME – BET Cuisine et blanchisserie</b><br>21 Rue Chanzy, 33110 Le Bouscat<br>Tél : 05 56 50 27 64                                                                                  |
| <b>ITAC – BET Acoustique</b><br>5 Rue Menou, 44000 Nantes<br>Tél : 02 40 14 01 95                                                                                                            |

## 1.8 DIVISION EN CORPS D'ETATS DE TRAVAUX

Les travaux de l'opération en objet seront réalisés en corps d'état séparés. L'ensemble des corps d'état de travaux sont désignés comme suit :

- Lot 01 : Curage - Désamiantage
- Lot 02 : Gros-Oeuvre
- Lot 03 : Charpente-Couverture
- Lot 04 : Etanchéité

- Lot 05 : Façades
- Lot 06 : Menuiseries extérieures
- Lot 07 : Serrurerie
- Lot 08 : Cloisons – Doublages – Plafonds plâtre
- Lot 09 : Menuiseries intérieures - Agencement
- Lot 10 : Faux plafonds démontables
- Lot 11 : Carrelage – Faïence
- Lot 12 : Revêtements de sols souples
- Lot 13 : Peinture et revêtements muraux
- Lot 14 : Ascenseurs
- Lot 15 : Chauffage Ventilation Climatisation Désenfumage
- Lot 16 : Plomberie sanitaire
- Lot 17 : Electricité CFO/CFA
- Lot 18 : Fluides médicaux
- Lot 19 : Equipements frigorifiques / cloisonnement isotherme
- Lot 20 : Rails lève-personnes
- Lot 21 : Signalétique
- Lot 22 : Voiries et Réseaux Divers – Aménagements paysagers
- Lot 23 : Sondes géothermie

## **1.9 DÉMARCHE ENVIRONNEMENTALE**

L'opération en objet est soumise à une démarche environnementale volontariste. Cette démarche est précisée dans le Cahier des Clauses Techniques Communes (CCTC).

Une charte chantier à faibles nuisances s'applique également à l'ensemble des entreprises.

## **1.10 DÉMARCHE BIM ET DOE NUMÉRIQUE**

Sans objet.

## **1.11 DIVISION DES TRAVAUX EN TRANCHES**

Les travaux seront réalisés en une seule tranche suivant le planning prévisionnel joint au présent dossier.

## 2 GENERALITES

### 2.1 OBJET DU MARCHÉ

Dans le cadre d'un projet de rénovation du centre hospitalier d'Aubusson et de la création d'une extension principale à destination d'EHPAD, le maître d'ouvrage souhaite mettre en place une solution de géothermie sur sondes géothermiques verticales (SGV) pour la couverture d'une partie de ses besoins.

Conformément aux prescriptions de l'ADEME, un test de réponse thermiques (TRT) a été préalablement réalisé en septembre 2025 sur une sonde pilote de 150 m de profondeur pour apprécier les caractéristiques thermiques du sous-sol. Les résultats de ce test ont été utilisés pour les études de dimensionnement du champ de sondes et ont permis de relever la géologie du terrain au droit du site.

Cette sonde test sera intégrée au futur champ de sondes.

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) fixe les prescriptions et les conditions d'exécution des sondes géothermiques verticales de 150 m de profondeur composant le champ de sondes, ainsi que les réseaux de raccordement jusqu'au local de la pompe à chaleur. Il se réfère au lot Géothermie. La limite entre les lots Géothermie et CVC est située en amont de l'échangeur à plaques, côté forages, en entrée de local technique PAC (hors pompes de circulation du fluide dans les sondes).

### 2.2 NATURE DES TRAVAUX ET PRESTATIONS

Les travaux et prestations à réaliser comprennent :

- La réalisation des dossiers administratifs et réglementaires notamment ceux nécessaires à la mise en œuvre de sondes verticales de 152 m de profondeur (déclaration de forage GMI, DICT, Mairie, ...) ;
- L'aménagement des installations de chantiers, des accès et de la mise en sécurité du chantier ;
- La fourniture et le transport sur site de tous les matériaux et matériels nécessaires à la bonne exécution des travaux ;
- L'installation et la mise en place de l'atelier de forage ;
- **La réalisation de 23 forages jusqu'à 150 m de profondeur maximum par rapport au terrain naturel**, soit linéaire total de 3450 m supplémentaires à la sonde pilote de 150 m/Terrain naturel (TN) actuel, **et l'équipement en sonde géothermique** (fourniture et pose de la sonde et du ciment thermique) ;
- La mise en place de bennes pour récupération et traitement des boues de forages ;
- **L'exécution des tranchées et le raccordement de l'ensemble des sondes** composant le système jusqu'aux collecteurs et jusqu'au local de la pompe à chaleur ;
- **Les essais de contrôles et de mise en service ;**
- L'évacuation des déblais ;
- Le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).

### 2.3 PLANNING PRÉVISIONNEL

Pour le planning, l'Entrepreneur se référera au planning DCE.

### 2.4 INTERVENANTS DU PROJET

Pour plus de détails, se référer au paragraphe 1.7.

#### 2.4.1 MAITRE D'ŒUVRE BATIMENT

Nom : EGIS Bâtiment Centre-Ouest

Adresse : 60, rue Blaise Pascal, CS 24305 ? 37043 Tours cedex 1

Référent technique : Fabien VERGNE

Coordonnées : [fabien.vergne@egis-group.com](mailto:fabien.vergne@egis-group.com) / 07 88 22 85 76

## **2.4.2 MAITRISE D'ŒUVRE GEOTHERMIE**

Nom : EGIS Structures et Environnement

Adresse : 170 avenue Thiers, 69006 Lyon

Référent technique : Matthieu CHICOUÈNE

Coordonnées : [matthieu.chicouene@egis-group.com](mailto:matthieu.chicouene@egis-group.com) / 06 09 86 28 60

## **2.5 NATURE ET COMPOSITION DES PRIX**

Le marché est traité à prix global et forfaitaire.

Les prix remis par l'Entrepreneur lors de sa proposition seront établis en tenant compte de toutes les sujétions, accessoires et prestations complémentaires nécessaires au parfait achèvement des travaux suivant les règles de l'art, le présent descriptif n'étant pas limitatif. Sont notamment inclus :

- L'installation de chantier spécifique à l'entreprise ;
- La fourniture et le transport à pied d'œuvre des matériaux et matériels, les chargements et les déchargements, montages et pose à toutes hauteurs ;
- Les frais de location, d'entretien, de réparation, d'assurance de ce matériel ;
- La main-d'œuvre ;
- Les dépenses d'énergie et de matières consommables ;
- La fourniture de tous les produits consommables nécessaires à l'exécution des travaux y compris lignes et conduits provisoires avec compteurs et protections conformes à la législation en vigueur ;
- Les protections nécessaires à la sécurité de ses employés et ouvriers conformément à la législation en vigueur au moment de l'exécution des travaux ;
- Les frais d'essais des matériaux et matériels ;
- Les frais de brevets, de marques ou modèles déposés ;
- Les taxes et les charges découlant de la législation en vigueur ainsi que les charges découlant de la loi du 4 janvier 1978 sur l'assurance construction ;
- Les frais de nettoyage de chantier : nettoyage régulier et le nettoyage de fin chantier avant la réception ;
- Les frais de panneaux de chantier ;
- Les Dossiers d'Ouvrages Exécutés + notices.
- Parmi ces sujétions figurent également :
  - Toutes installations et dispositions provisoires de la compétence du marché ;
  - Les sujétions de travaux discontinus ou à certaines heures de façon à limiter les nuisances ;
  - Toutes dispositions nécessaires à la réduction des nuisances (notamment poussières et bruits) ;
  - Toutes dispositions nécessaires à garantir la sécurité et la santé des personnes.

Le lot géothermie sera inclus dans le compte prorata pour ses consommations en eau et en électricité, ainsi que l'utilisation de la base vie le cas échéant.

### 3 CONTEXTE DU PROJET

#### 3.1 LOCALISATION DU PROJET ET DES SONDES

Ce projet de rénovation du centre hospitalier d'Aubusson est situé à Aubusson, dans la Creuse ([Figure 1](#)).

L'implantation des sondes géothermiques du futur champ de sondes est prévue comme décrit [Figure 2](#). Les sondes seront espacées au minimum de 8 m.

La sonde pilote est à raccorder au champ de sondes. Son implantation sera à vérifier.

L'emprise du chantier et l'implantation des forages seront clairement délimitées par l'Entreprise avec appui d'un géomètre et validées par le Maître d'œuvre préalablement au démarrage du chantier. Les distances minimales suivantes sont à respecter : 5 m des limites de propriété et des arbres, 1,5 m des réseaux enterrés non hydrauliques et 2 à 3 m des fondations, puits, fosses septiques et évacuations.

Une attention particulière sera apportée à la **présence d'une ligne haute tension** aérienne traversant le champ de sondes. Aucune sonde ne sera implantée dans une zone tampon de 5 m autour de cette ligne.

Pour pallier d'éventuels aléas localisés, des implantations de sondes supplémentaires sont possibles ([Figure 2](#)).

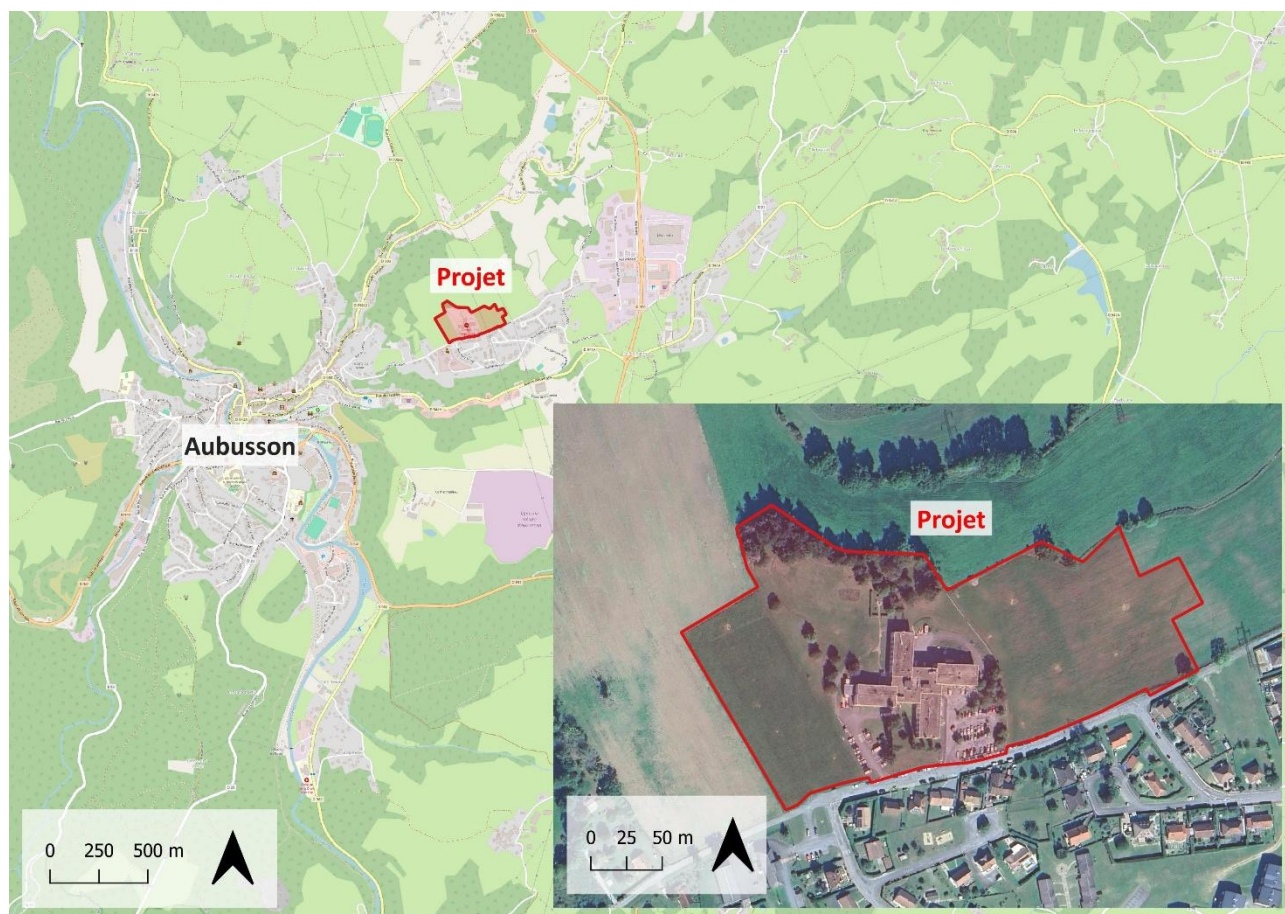


FIGURE 1 - LOCALISATION DU PROJET SUR FOND ORTHOPHOTOGRAPHIQUE GOOGLE SATELLITES



**FIGURE 2 - IMPLANTATIONS PREVISIONNELLES DES SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES**

### 3.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50000<sup>ème</sup> d'Aubusson ([Figure 3](#)), la Banque du Sous-Sol (BSS) et le relevé de la coupe de forage pour la sonde pilote, le site d'étude repose sur les lithologies suivantes :

- De 0 à 5 m/TN : arène granitique, potentiellement recouverts par des remblais ;
- De 5 à 40 m/TN : gneiss pouvant être altérés et fissurés ;
- De 40 à 150 m/TN : granite.

L'entité hydrogéologique locale est la nappe libre du socle métamorphique et plutonique dans le bassin versant de la Creuse de la Rozeille au Rau de Tranloup (unités anatectiques du Plateau de Millevaches). Les formations métamorphiques sont généralement peu perméables. La circulation des eaux se fait majoritairement dans les zones d'altération à faible profondeur puis de fractures dans le socle sain. Le manque de données et le faible potentiel de la ressource ont conduit à écarter la possibilité d'une géothermie sur nappe. La conductivité thermique du type de roches rencontrées au droit du site est par ailleurs propice à la mise en place d'une solution de géothermie sur sondes verticales.

### 3.3 ZONAGE RÉGLEMENTAIRE ET ALÉA GÉOLOGIQUE

Selon la cartographie du zonage réglementaire de la Géothermie de Minime importance (GMI) sur échangeur fermé (géothermie sur sondes), le périmètre du projet est situé en zone verte, donc éligible à la GMI sans restriction et sans avis d'expert jusqu'à 200 m de profondeur ([Figure 4](#)). Ce statut signifie notamment qu'aucun aléa géologique ou géotechnique (mouvement de terrain, cavité naturelle ou minière, horizons évaporitiques, artésianisme, ...) n'y est identifié.

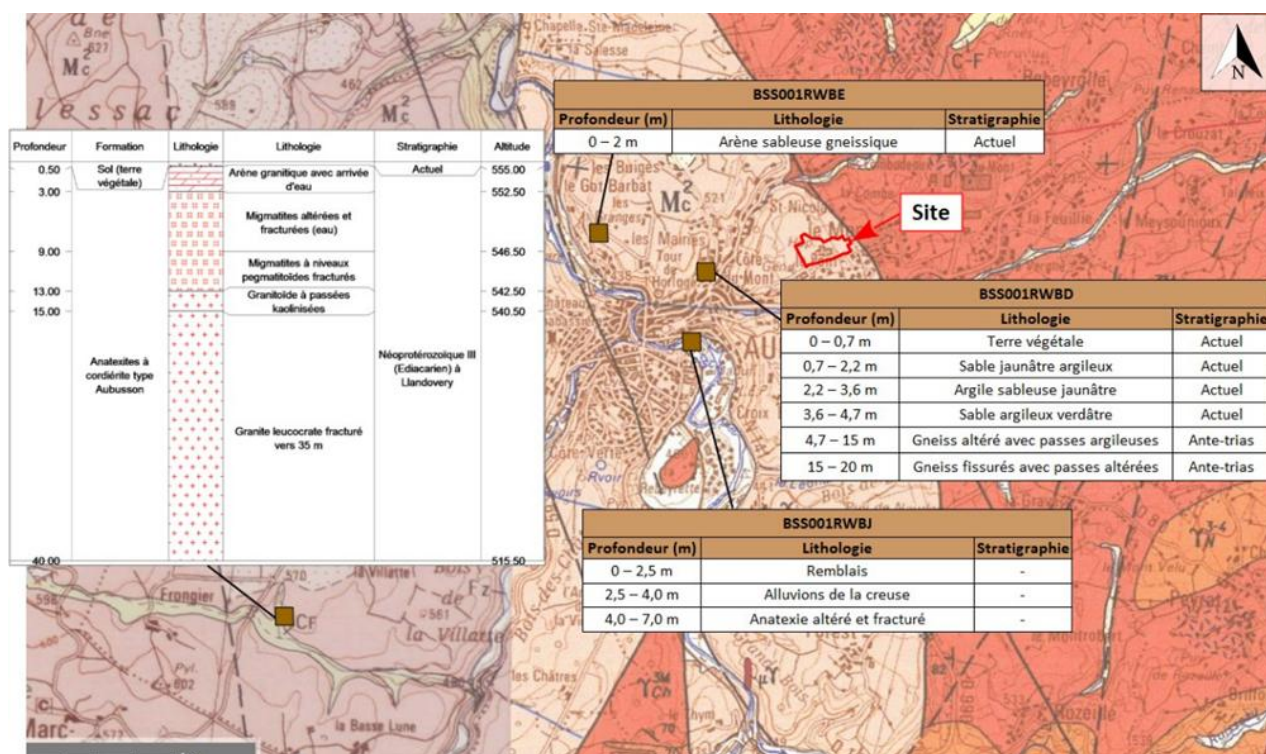


FIGURE 3 - LOCALISATION DU PROJET SUR LA CARTE GÉOLOGIQUE BRGM AU 50 000<sup>EME</sup>

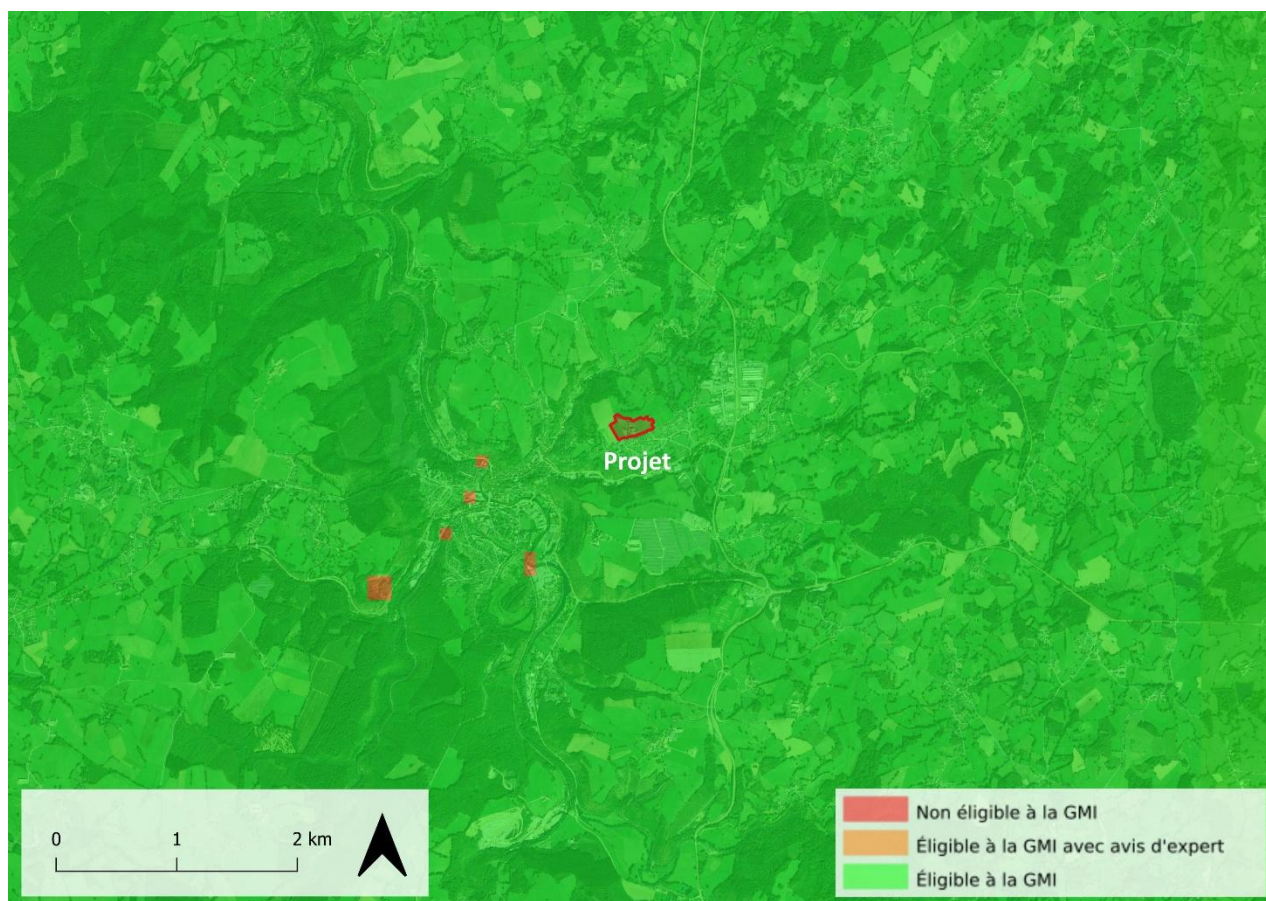


FIGURE 4 - ZONAGE REGLEMENTAIRE GMI (GEOTHERMIES.FR)

## 4 PRESCRIPTIONS GENERALES

Le CCTP a pour objet de faire connaître le programme général de l'opération et de définir les travaux et leur mode d'exécution. Il n'a aucun caractère limitatif. En conséquence, il demeure contractuellement convenu que, moyennant le prix porté sur l'acte d'engagement ou servant de base au marché, l'Entrepreneur devra l'intégralité des travaux nécessaires au complet et parfait achèvement des ouvrages, en conformité avec les plans et avec la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

### 4.1 NORMES APPLICABLES

- [1] Code Minier (modifié par le décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015).
- [2] Code de la Santé Publique.
- [3] Norme NF X10-970. Forage d'eau et de géothermie. Sonde géothermique verticale (échangeur géothermique vertical en U avec liquide caloporteur en circuit fermé). Réalisation, mise en œuvre, entretien, abandon.
- [4] Norme NF X 10-999, Forage d'eau et de géothermie. Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages.
- [5] Norme NF X 10-960, Forage d'eau et de géothermie. Systèmes caloporteurs pour eau glycolée et tubes de type polymère (boucles de sonde). Exigences.
- [6] Norme XP X 10-950, Forage d'eau et de géothermie. Ciment pour géothermie. Exigences.
- [7] DTU 65.9 relatif aux installations de transport de chaleur ou de froid et d'eau chaude sanitaire.
- [8] Normes DIN 8074 et DIN 8075 relative aux tubes en polyéthylène.
- [9] Norme NF EN 12613, Dispositifs avertisseurs à caractéristiques visuelles en matière plastique pour câbles et canalisations enterrés (indice de classement : T 54-080).

### 4.2 OBLIGATION DE L'ENTREPRISE TITULAIRE VIS-A-VIS DE LA SECURITE

L'Entrepreneur se conformera à tous les règlements de sécurité en vigueur comme notamment :

- Code du travail ;
- Code de la construction et de l'habitation ;
- Décret « sécurité chantier » n°94-1159 du 26 décembre 1994 ;
- Directive du Conseil des Communautés Européennes du 24 juin 1992 ;
- Décret n°92-332 du 31 mars 1992 sur l'hygiène et la sécurité des lieux de travail ;
- Loi « sécurité chantier » n°93-1418 du 31 décembre 1993 ;
- Décret du 14 novembre 1988.

L'entreprise titulaire devra mettre en place tous les dispositifs assurant la sécurité du chantier, notamment pour des travaux sur voirie privée ou publique.

### 4.3 COMPÉTENCE DE L'ENTREPRISE TITULAIRE

Comme spécifié dans le décret 2015-15 du 8 janvier 2015, les travaux de géothermie présentés dans le présent CCTP devront être réalisés par une entreprise spécialisée dans le domaine de la géothermie et ayant les qualifications requises, dont notamment la certification Certiforage module « Sondes », en cours de validité.

### 4.4 ASSURANCE ET GARANTIE

En application du décret n°2016-835 du 24 juin 2016, publié au journal officiel le 26 juin 2016, les entreprises de forage géothermique devront être couvertes par une assurance destinée à réparer tout dommage immobilier ou tout ensemble de dommages immobiliers causés à des tiers.

Aussi, l'entreprise de forage devra justifier que son contrat d'assurance respecte bien les prescriptions du présent décret notamment vis-à-vis du plafond de garanties.

L'Entrepreneur devra produire en même temps que son offre les attestations :

- de sa police de garantie professionnelle décennale et biennale ;
- de sa police de garantie en géothermie de minime importance ;
- de sa police « responsabilité civile ».

#### **4.4.1 GARANTIE DE PARFAIT ACHEVEMENT D'UN AN**

Pendant une année à dater du jour de prise d'effet de la réception des ouvrages avec ou sans réserve, l'Entrepreneur devra garantir le parfait achèvement par application de la loi du 4 janvier 1978. Lors de cette garantie, l'Entrepreneur doit la réparation de tout désordre, malfaçon, omission ou imperfection et inachèvement pouvant apparaître après la réception des travaux.

A défaut d'exécution dans le délai susvisé, le Maître d'ouvrage adressera une mise en demeure à intervenir à l'entreprise défaillante, sous un délai de 10 jours calendaires maximum. Si la mise en demeure à intervenir reste sans effet, le Maître d'ouvrage pourra alors faire exécuter les travaux aux frais de l'entreprise défaillante dans le cadre de l'assurance dommage ouvrage.

#### **4.4.2 GARANTIE DECENNALE**

La garantie décennale couvre les travaux, les fournitures et les prestations visés aux articles 1792, 1792.2 et 2270 du Code Civil.

## 5 DEROULEMENT DU CHANTIER

L'Entrepreneur aura pris connaissance de tous les éléments décrits dans le présent dossier et devra se faire sa propre idée du contexte géologique et hydrogéologique. Il ne pourra pas réclamer de supplément si des dispositions autres que celles qu'il aura prévues s'avéraient nécessaires à la bonne réalisation des travaux.

### 5.1 DOCUMENTS PREALABLES AU DEBUT DES TRAVAUX – ETUDES D'EXECUTION

Avant le début des travaux, l'entreprise de forage titulaire devra à minima fournir les études d'exécution suivantes qui devront être validées par la Maîtrise d'œuvre :

- Un descriptif technique des matériels et matériaux utilisés pour l'ensemble des prestations ;
- Des plans détaillés d'exécution, avec validation d'implantation par géomètre ;
- Un descriptif technique des protocoles d'essais de contrôle à réaliser (pertes de charge et mise en pression) et de la méthodologie pour la cimentation des forages, ainsi que les protocoles d'auto-contrôle, la fréquence et le format de transmission de ces informations ;
- Un planning d'intervention pour l'ensemble des prestations ;

**L'Entrepreneur aura à sa charge toute étude complémentaire justifiant une modification du dispositif proposé au marché.**

L'Entrepreneur remettra au Maître d'œuvre avant tout démarrage des travaux un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) recensant toutes les mesures courantes et exceptionnelles qu'il compte mettre en œuvre sur le chantier afin d'assurer la sécurité des travailleurs et des personnes intervenant sur le chantier, mais aussi de toutes les personnes pouvant accéder aux parties non protégées du chantier.

### 5.2 PRÉPARATION ET INSTALLATION DU CHANTIER

L'Entrepreneur pourra se rendre sur place pour juger des éventuelles difficultés d'installation et d'exécution, de telle sorte que les difficultés liées au site et qui n'auraient pas été détaillées de manière exhaustive, lui sont réputées connues. Si l'Entrepreneur souhaite faire une visite de site en amont du chantier, il devra s'adresser à au Maître d'ouvrage copie Maître d'œuvre afin de prévoir une date de visite.

Tous les aménagements que l'Entrepreneur jugera utile pour accéder au site et mettre en place sa machine seront à sa charge. Il prévoira dans son offre les aménagements nécessaires à une bonne circulation vers l'emplacement des forages à réaliser et la réalisation des aménagements nécessaires à l'implantation de l'appareil de forage et du matériel annexe, en évitant toute dégradation et en prenant toute précaution pour assurer la sécurité des personnes fréquentant les lieux.

Un approvisionnement en eau et en électricité sera disponible sur site. L'Entrepreneur devra prévoir ses moyens pour s'y raccorder. L'Entrepreneur assumera toutes les dépenses afférentes (consommation et équipement).

Avant toute installation de matériel de chantier, l'Entrepreneur devra réaliser :

- La déclaration d'ouverture des travaux d'exploitation de l'activité géothermique correspondant aux travaux envisagés conformément à la réglementation en vigueur (télédéclaration sur le portail GMI) ;
- Les déclarations d'intention de commencement de travaux (DICT) ;
- Les demandes de voiries si elles s'avéraient nécessaires ;

L'Entrepreneur justifiera que ces démarches ont bien été réalisées en amont du chantier.

L'Entrepreneur est tenu de prendre toutes mesures propres à assurer l'identification et la préservation des réseaux enterrés existants ou qui pourraient être rencontrées dans les fouilles au cours des travaux, quelle que soit la nature de ces réseaux : eau, gaz, électricité, télécommunications ou autres. La réparation des dommages causés à de telles conduites lors de l'exécution des travaux qui font l'objet du présent marché est à la charge de l'Entrepreneur, ainsi que celle du préjudice qui pourrait résulter de ces dommages pour les tiers quels qu'ils soient.

L'Entrepreneur ne sera pas admis à présenter une réclamation du fait que, lors de l'exécution des ouvrages, elle se trouverait dans l'obligation de prendre des dispositions de nature à éviter l'endommagement des réseaux existants, dans l'emprise ou au voisinage des ouvrages à construire. Elle supportera sans pouvoir prétendre à indemnité, les frais entraînés par de telles dispositions, ainsi que la gêne qui résulterait de la présence de ces réseaux.

De plus, afin d'inclure à son offre les mesures, équipements et moyens nécessaires au respect des contraintes de qualité, d'environnement et de sécurité, l'Entrepreneur devra s'assurer de disposer :

- De toutes les signalisations à destination des ouvriers, des visiteurs et des occupants des lieux, qui devront communiquer de manière précise et claire les conditions de tenue du chantier vis-à-vis de la sécurité, de l'environnement, de la qualité et de l'hygiène ;
- Des protections de chantier nécessaires pour éviter toutes pollutions accidentelles (eau, air, sol) : dispositifs de stockage des produits potentiellement polluants, moyens d'évacuation des déchets et fluides de forage, moyens et matériels de prévention ;
- Des mesures nécessaires vis-à-vis des premiers secours (personnel et équipements) ;
- Des certificats de formations nécessaires à l'exécution des travaux.

### 5.3 DÉROULEMENT DES TRAVAUX

L'Entrepreneur devra s'assurer du respect des distances de sécurité réglementaires indiquées dans l'arrêté d'application de la GMI. Les ouvrages devront notamment être situés à plus de 5 m des conduites d'assainissement d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines (distance portée à 35 m sans étanchéité entre les conduites et les horizons géologiques).

**Les positions X, Y et Z exactes de l'ouvrage seront implantés avant intervention par l'Entrepreneur par l'intermédiaire d'un géomètre, en accord avec le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre, après vérification de l'implantation des réseaux du projet.**

**Lors du passage du géomètre, les coordonnées de la sonde pilote seront à nouveau relevées.**

L'Entrepreneur devra affecter un personnel suffisant et suffisamment qualifié pour effectuer tous les travaux demandés dans le présent CCTP. L'équipe devra comprendre notamment un chef de chantier, un responsable Chantier Propre et au moins un ouvrier, qui seront équipés chacun et à tout moment des dispositifs de sécurité réglementaires. Le chantier sera impérativement doté d'une liaison téléphonique pour permettre des compte-rendu régulièrement.

Le suivi de chantier sera réalisé par la Maîtrise d'œuvre géothermie. Tous travaux non conformes aux directives du Maître d'œuvre géothermie seront refusés. Les travaux seront particulièrement contrôlés lors des visites prévues ou inopinées. Il ne sera toléré aucune négligence.

**L'Entrepreneur s'engage à informer le Maître d'œuvre géothermie avant toute modification des prestations, lors de tout aléa ou incident perturbant le déroulement du chantier, ou dès la connaissance d'éléments nouveaux pouvant abonder les connaissances géologiques.**

Le chef de chantier tiendra à jour, et à la disposition du Maître d'œuvre géothermie, un carnet mentionnant quotidiennement toutes les phases d'avancement des travaux et tous les incidents de chantier (date et heure des observations) :

- Les profondeurs atteintes à partir d'un repère fixe, le mode de foration, les diamètres, la nature et l'épaisseur de la lithologie rencontrée ;
- Les volumes et la composition des boues de circulation et le suivi des paramètres les caractérisant, ainsi que les zones de perte ;
- Les cotes et diamètres des tubages, leur nature et épaisseur, mode et profondeur des fixations ;
- Le mode de préparation et la composition du laitier de cimentation, le mode d'injection et le suivi des paramètres, les volumes injectés ;
- La méthodologie et les résultats des essais de contrôle (carnet des essais de contrôle) ;

- Les incidents au cours des travaux
- Les fiches de non-conformité ;
- Les attestations d'achat et de livraison du ciment thermique.

Lors de la foration, un échantillon de terrain traversé devra être prélevé tous les 5 mètres et à chaque changement de faciès, et mis à l'abri dans des sacs numérotés et indiquant la profondeur du prélèvement. La fourniture des sacs est à la charge de l'Entrepreneur.

Les échantillons pour l'établissement des coupes lithologiques des forages seront conservés pour au moins cinq forages.

L'évacuation des terres et des boues de forage sera faite par l'Entrepreneur et à ses frais. Il est interdit de déverser des produits dans les bouches d'évacuations d'eau, les lavabos ni sur les sols externes ou internes sans l'autorisation du Maître d'ouvrage. Les déblais des travaux de forage seront en fin de chantier évacués hors du site dans une décharge appropriée (de catégorie correspondant à leur nature), et les bordaux d'enlèvement et d'élimination en centre agréé seront à transmettre au Maître d'œuvre. Aucune accumulation d'eau en surface ne sera tolérée.

Un nettoyage journalier de la zone de chantier et des abords (particulièrement des zones de passage des occupants du site) devra être réalisé avant le démarrage et à l'arrêt des travaux. A l'arrêt des travaux, une attention toute particulière sera portée à la mise en sécurité du chantier et de ses abords.

## 5.4 COORDINATION AVEC LES AUTRES ENTREPRISES

L'Entrepreneur devra assurer sa propre coordination avec les entreprises travaillant au sein de son marché en sous-traitance ou en cotraitance ainsi qu'avec les entreprises des autres lots (notamment VRD et OPC).

Une réunion préparatoire de chantier, pour définir les emplacements précis des ouvrages (forages et canalisations) devra se tenir avec le Maître d'ouvrage, le Maître d'œuvre et l'Entrepreneur. Des réunions de chantier régulières sont à prévoir (fréquence hebdomadaire). L'entrepreneur sera aussi tenu de participer aux réunions de synthèse avec les autres entreprises et les autres corps d'état, autant de fois que demandé dans les convocations de la cellule de synthèse.

## 5.5 QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET MATÉRIELS

Le stockage d'hydrocarbures sur le chantier est interdit en dehors des réservoirs qui équipent et sont destinés à assurer le fonctionnement des engins de chantier. Le stockage de tout autre produit susceptible de polluer les eaux souterraines ne sera toléré que pour de très petites quantités strictement nécessaires à la réalisation journalière des travaux. Les lubrifiants et graisses utilisés ainsi que toutes les huiles hydrauliques des engins de chantier seront biodégradables, sans danger pour la santé et l'environnement.

Pour limiter les risques de contamination, les matériels et les équipements désinfectés ne seront pas posés à même le sol, mais sur une bâche plastique. Le graissage des filetages des tiges et des câbles des treuils sera réduit au maximum et uniquement avec une graisse de qualité alimentaire. Le personnel portera des gants propres, changés régulièrement, pour la manutention de tout matériel descendant dans les forages.

L'Entrepreneur s'attachera à utiliser un matériel en bon état de marche, entretenu et vérifié périodiquement et conforme aux normes de sécurité et aux réglementations en vigueur en matière de sécurité, d'environnement, de pollution et de bruit. Dans le cas de fuites d'huiles ou d'hydrocarbures, l'évacuation des terres souillées en accord avec la réglementation en vigueur sera à sa charge.

En cas de non-respect de ces points, le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre géothermie pourront arrêter le chantier le temps de la mise en conformité. De même, le choix du matériel se fera en adéquation avec les travaux envisagés décrits dans le présent CCTP.

Les matériaux, matériels et leurs revêtements éventuels doivent être en adéquation avec les travaux de géothermie sur sondes verticales. Ils ne doivent pas être susceptibles d'altérer les qualités physiques, chimiques ou organoleptiques des eaux souterraines. Un mauvais choix engagera la responsabilité de l'Entrepreneur et le changement de matériel demeurera à sa charge. Tous les arrêts ou travaux supplémentaires résultants de négligences seront à la charge de l'Entrepreneur.

Si l'Entrepreneur, au cours du forage, rencontre des infiltrations de produits suspects, elle devra en référer immédiatement au Maître d'œuvre et prendre les mesures nécessaires pour éviter toute intoxication du personnel ou tout incendie ou explosion.

Dans tous les cas, une fiche mentionnant les caractéristiques techniques et la composition chimique devra être fournie dans le mémoire du candidat. L'Entrepreneur proposera des matériaux neufs, récents et de construction soignée, offrant le maximum de garanties contre les risques de corrosion, de rupture et d'écrasement des tubes. Il indiquera dans ce but dans son mémoire le type de raccord, les caractéristiques physiques (résistance à l'écrasement et à la traction, poids) et dimensionnelles (diamètres intérieurs et extérieurs) des tubes et qu'il compte employer. Le ciment utilisé devra être conforme à la réglementation en vigueur et permettre de ne pas altérer le milieu naturel et aquatique.

**Le ciment utilisé sera de type thermique, permettant d'obtenir une conductivité thermique après mélange supérieure à la conductivité thermique des terrains mesurée ou supposée et au minimum à une valeur égale à  $2,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .**

## 5.6 REPLI DU CHANTIER

L'Entrepreneur aura à charge le repli des matériels constituant le chantier selon les mêmes dispositions que celles prévues pour l'amenée du matériel.

Après le repli des équipements de chantier, toutes les mesures à mettre en œuvre pour la remise en état des lieux à l'identique du site et en parfait état de propreté seront à la charge de l'Entrepreneur (équipements éventuellement déplacés, voiries et espaces verts dégradés, enlèvement des résidus, etc.).

Dans le cas où un ouvrage de forage devrait ne pas être conservé en phase d'exploitation, à la suite de difficultés techniques liées à un aléa géologique ne permettant pas d'atteindre la profondeur envisagée, celui-ci devra être abandonné selon la norme NF X 10-999 d'août 2014 « Forage d'eau et de géothermie – Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages ». Cette éventualité est à prévoir à titre d'option et devra être dûment justifiée le cas échéant.

Dans le cas où une sonde (forage équipé) devrait être abandonnée, à la suite de difficultés techniques ou dégradations indépendant de l'Entrepreneur, celle-ci devra être abandonnée selon la norme NF X 10-970 de janvier 2011 « Forage d'eau et de géothermie – Sonde géothermique verticale – Réalisation, mise en œuvre, entretien, abandon ». Cette éventualité est à prévoir à titre d'option et devra être dûment justifiée le cas échéant.

## 6 DESCRIPTION DES TRAVAUX ET DES PRESTATIONS A REALISER

### 6.1 IMPLANTATION DES SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES (SGV)

Il est rappelé que la sonde pilote sera intégrée au champ de sondes définitif du projet. A ce titre, les dispositions des normes visées au §4.1 du présent CCTP devront être appliquées sans restriction.

Les forages seront implantés suivants les contraintes d'emprise du projet tels que prévu au §3.1.

Avant tout commencement de travaux, l'Entrepreneur a à sa charge l'implantation des forages.

Les **distances minimales** suivantes sont à respecter :

- Une distance de 8 m entre chaque sonde du futur champ de sondes ;
- Une distance de 5 m avec les limites de propriétés et les arbres ;
- Une distance de 5 m avec la ligne haute tension aérienne traversant le site ;
- Une distance d'environ 2 à 3 m des fondations géotechniques actuelles ou futures ;
- Une distance d'environ 1,5 m des réseaux enterrés.

### 6.2 RÉALISATION DES SONDES GÉOTHERMIQUES VERTICALES

#### 6.2.1 FORATION DE LA SONDE

L'Entrepreneur devra mettre en œuvre une méthodologie et utiliser du matériel adapté aux travaux de géothermie, à la profondeur de l'ouvrage et à la nature du sol. Il devra également s'assurer du bon placement de la machine de forage et de sa verticalité. En tout état cause, l'Entrepreneur devra prévoir de pouvoir descendre un tubage provisoire sur toute la hauteur de la sonde géothermique si besoin.

Les caractéristiques du forage sont :

- Diamètre du forage : 140 mm (5 1/2") environ ;
- Profondeur à atteindre : 152 m/TN, pour permettre la pose de 150 m de longueur effective de sonde PEHD double U, DN32. Si un lest est attaché en pied de sonde la longueur forée devra donc être supérieure à 150 m.

L'erreur acceptable sur le linéaire de la sonde devra être inférieure à + ou -5% par rapport à la profondeur de référence. L'erreur sur le linéaire total cumulé du champ de sondes devra être inférieure à 1%.

La gestion des fluides de forage (boue ou air et cuttings) sera à la charge de l'Entrepreneur. Entre autres, les boues de forages seront stockées dans une benne hors sol étanche.

L'Entrepreneur tiendra à disposition du Maître d'œuvre ou de son assistant un échantillon des terrains traversés tous les 5 mètres et à chaque changement de faciès, placé dans un sac numéroté à l'abri des conditions météorologiques.

L'Entrepreneur ne devra laisser sous aucun prétexte un tubage acier ou PVC dans le forage au moment du scellement de celui-ci.

#### 6.2.2 EQUIPEMENT DU FORAGE

Les caractéristiques de la sonde géothermique seront les suivantes :

- Type : double U ;
- Nature : PEHD PE 100 (à minima SDR 11, PN 16 bars) ;
- Diamètre extérieur : DN 32 mm minimum ;
- Epaisseur : 3 mm minimum ;
- Longueur : 150 m à partir du sol avec graduation tous les mètres.

La sonde sera livrée sur des tourets en longueur complète (pour permettre sa descente dans le forage) et équipées d'un pied de sonde de décantation électro soudé et testé en usine.

**Aucune électro-soudure au niveau de la sonde en elle-même ne devra être réalisée sur le site (partie verticale).**

L'Entrepreneur doit également prévoir les équipements suivants :

- Un lest à accrocher sous le pied de sonde géothermique afin de faciliter la descente celle-ci dans le puits de forage tout en assurant une tension sur la sonde pendant la pose. Le lest peut être approvisionné chez le fabricant des sondes, ou réalisé à façon. Il ne devra en aucun cas constituer un risque d'endommagement de la tuyauterie : notamment l'installation d'un poids dans l'espace libre entre les 4 tuyaux en PEHD au-dessus du pied de sonde, est proscrit.
- Des écarteurs placés tous les deux à trois mètres pour maintenir un écartement suffisant entre les 4 tubes (de l'ordre de 80 mm à l'entraxe), et ce sur toute la hauteur de la sonde géothermique. La pose des écarteurs peut être réalisée au fur et à mesure de la descente de la sonde dans le puits de forage.
- Un tuyau d'injection perdu de ciment descendu entre les écarteurs jusqu'au pied de la sonde, de diamètre suffisant pour permettre la mise en œuvre d'une cimentation sous pression par le fond (DN 25 minimum). Le tuyau d'injection est disposé dans l'espace libre entre les 4 tuyaux en PEHD, au travers des écarteurs, et sera installé jusqu'au pied de sonde. La sonde géothermique et le tuyau d'injection seront descendus ensemble dans le forage. Le tuyau d'injection ne sera pas remonté parallèlement au niveau du coulis de remplissage mais restera « perdu » au fond du forage.

L'Entrepreneur procédera à la descente de la sonde géothermique et du tuyau d'injection dans le forage avec précaution et il ne devra en aucun cas pousser la sonde dans le forage. Afin de faciliter la descente de la sonde géothermique, l'Entrepreneur pourra procéder à son remplissage en eau. L'installation d'un lest et le remplissage de la sonde doivent suffire pour permettre la descente par gravité de la sonde géothermique. Dans le cas de l'utilisation de tubage de forage pour pousser la sonde, la tête devra être protégée afin de ne pas endommager pas les tuyaux PEHD.

**Jusqu'à validation par le Maître d'œuvre ou son assistant, l'Entrepreneur recépérera les sondes en laissant dépasser une longueur d'environ 1,5 m au-dessus du terrain fini du sous-sol et en mettant en évidence la dernière graduation visible sur le tube PEHD. L'Entrepreneur devra présenter un certificat de durabilité à minima de 50 ans de sa sonde géothermique utilisée (tube + pied).**

### 6.2.3 SCCELLEMENT DE LA SONDE

Après la mise en place de la sonde géothermique dans le forage et de la réalisation des essais de contrôle, l'Entrepreneur procédera au scellement de la sonde géothermique par une cimentation sous pression de bas en haut à partir du tuyau d'injection prévu à cet effet (tube « perdu »), sur toute sa hauteur et jusqu'à la profondeur correspondant au raccordement de la tête de sonde (1,5 m environ). L'injection sous pression via ce tube plongé continuellement sous le niveau du coulis, permettra de garantir un bon remplissage des vides et d'assurer la meilleure transmission thermique possible du coulis thermique.

L'injection de la préparation sera effectuée par une pompe spécifique et réalisée après la mise en place de la sonde et la réalisation des essais de contrôle. L'Entrepreneur ne devra pas descendre la sonde s'il n'est pas en mesure de réaliser la totalité de la cimentation le même jour.

L'Entrepreneur notera dans son carnet de chantier, le type, la densité et la quantité de ciment injectée. **Dans le cas où le ciment injecté ne parviendrait pas à la surface, l'Entrepreneur procédera à un complément par injection gravitaire et ce à ses frais et sans pouvoir porter réclamation.**

Les caractéristiques du laitier de ciment sont les suivantes :

- Marque : Thermocem ou équivalent ;
- Respect des normes NF X10-970 et XP X10-950 ;
- Conductivité thermique  $\lambda$  : à minima supérieure ou égale à  $2,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;
- Ratio ciment/eau (en poids) du coulis : entre 2,0 et 2,4, conforme aux prescriptions du fabricant.

Deux éprouvettes témoin de 1 Litre chacun seront réalisées lors de la phase de coulage sur indication de maître d'œuvre. Ces échantillons de coulis seront remis au Maître d'ouvrage pour conservation et éventuelles vérifications ultérieures. Ils seront identifiés (sonde, profondeur, date).

En aucun cas les boues de forages ne devront servir au remplissage des forages.

En cas d'abandon d'un ouvrage, celui-ci devra être colmaté selon les règles de l'art [3] [4] .

**L'entreprise titulaire devra remettre une note de calcul indiquant le volume théorique de cimentation et devra justifier de ces volumes par présentation des bons de livraison.**

### **6.3 ESSAIS DE CONTRÔLE**

L'Entrepreneur devra réaliser à ses frais tous les essais de contrôles demandés par le Maître d'œuvre ou son assistant et selon les règles de l'art [3] , à savoir :

- Essais de mise en pression ;
- Essai de circulation avec mesure des pertes de charge.

Préalablement, un test de pression pour chaque sonde géothermique sera réalisé en usine : le fournisseur doit transmettre les PV d'essai pour chaque sonde.

Un carnet reprenant tous les résultats des essais de contrôle sera tenu à jour et mis à disposition du Maître d'œuvre et de son assistant lors des visites de chantier. L'Entrepreneur devra également transmettre un rapport hebdomadaire en fin de semaine.

Si les résultats des essais ne donnaient pas satisfaction, l'Entrepreneur devrait procéder dans les plus brefs délais à la mise en conformité des installations à ses frais.

En plus du carnet des essais de contrôle, l'entreprise de forage tiendra à jour un carnet de suivi de chantier en mentionnant quotidiennement :

- L'avancement des travaux ;
- Les coupes géologique et technique de la sonde géothermique ;
- Le mode de préparation et le volume du laitier de cimentation injecté ;
- La méthodologie et les résultats des essais de contrôle ;
- Les incidents au cours des travaux ;
- Les fiches de non-conformité ;
- Les attestations d'achat et de livraison du ciment thermique.

Dans le cas où le Maître d'ouvrage ou le Maître d'œuvre constateraient une non-conformité lors de la réalisation des travaux de forages ou d'équipement de la sonde, ceux-ci peuvent demander à l'entreprise titulaire de démontrer la bonne réalisation et la bonne performance de celle-ci à partir de tests dont l'exécution restera à sa charge.

#### **6.3.1 ESSAIS DE MISE EN PRESSION**

L'objectif des essais de mise en pression est de contrôler l'étanchéité de chaque sonde individuellement. Les essais de mise en pression sont obligatoires. A minima, l'Entrepreneur devra réaliser les essais suivants :

- Un test de pression réalisé après la descente de la sonde géothermique et avant la cimentation ;
- Un test de pression réalisé après la cimentation de la sonde géothermique ;
- Un test de pression réalisé après raccordement de la sonde géothermique jusqu'au collecteur enterré (raccord en Y et tuyauterie de raccordement).

Le premier test doit être réalisé à une pression minimale de 3 bars pendant une durée minimale de 30 min. Il sera jugé concluant si la pression ne chute pas de plus de 0,6 bar après la phase d'équilibrage. Si un défaut est identifié, un changement de la sonde double U devra être effectué à la charge de l'Entrepreneur.

Les deux derniers tests doivent être réalisés conformément aux prescriptions du guide de pose et d'utilisation des canalisations en polyéthylène édité par le STR-PE, à une pression minimale de 6 bars pendant une durée minimale de 30 min. Ils seront jugés concluant si la pression ne chute pas de plus de 1 bar après la phase d'équilibrage. Si un défaut est identifié, la réalisation d'une nouvelle sonde géothermique verticales devra être effectuée à la charge de l'Entrepreneur.

### 6.3.2 ESSAI DE PERTES DE CHARGE ET ESSAI DE CIRCULATION

L'objectif des essais de circulation avec mesures des pertes de charge est de contrôler l'absence de poinçonnement sur les tubes et canalisations en PEHD. L'essai de circulation avec mesure des pertes de charge à l'aide d'un manomètre différentiel est obligatoire et devra être réalisé à minima une fois avant la cimentation.

Ce test doit être réalisé à un débit constant et connu, et les pressions d'entrée et de sortie doivent être mesurées. La différence de pression mesurée entre l'entrée et la sortie de sonde pour un débit donné doit être comparée aux abaques théoriques de perte de charge (voir STR-PE ou fabricant de sonde). L'incohérence entre la mesure et la valeur théorique issue des abaques témoigne d'une anomalie. L'essai sera jugé concluant si l'écart de pression mesuré (entrée/sortie) de la sonde est similaire à plus ou moins 20% de l'écart de pression théorique calculé selon les abaques du constructeur.

En parallèle, l'essai de circulation sera réalisé à l'eau claire (eau de qualité comparable ou assimilable à de l'eau potable) afin de mesurer, à l'aide d'un compteur volumétrique, le débit de chaque boucle de sonde et de vérifier la cohérence avec le résultat de l'essai de perte de charge.

## 6.4 RACCORDEMENT DES SONDES GÉOTHERMIQUES VERTICALES

### 6.4.1 TÊTE DE SONDE

L'Entrepreneur raccordera les 24 sondes prévues au champ de sondes (incluant la sonde pilote).

Tous les raccordements effectués sur site doivent être exécutés selon la technique de l'électro-soudure, avec du matériel normalisé : manchons normalisés à code barre en PEHD, poste d'électro-soudage à lecteur de code barre. Des raccordements effectués sur site par thermo-soudure ne sont pas acceptés.

Avant de réaliser la soudure de deux canalisations en PEHD par l'intermédiaire d'un manchon électro-soudable, il est procédé aux opérations suivantes sur chacune des deux canalisations :

- Nettoyage de la partie qui sera insérée dans le manchon ;
- Enlèvement de la couche superficielle de PEHD, susceptible d'être oxydée, à l'aide d'un grattoir.

Sur site, chaque sonde géothermique sera raccordée à un ensemble collecteur/distributeur enterré, accessible dans le local technique, par l'intermédiaire des éléments suivants :

- Quatre manchons DN32-DN32 en PEHD électro-soudables (DN40-DN40 pour la sonde pilote) ;
- Deux pièces en Y 2xDN32-1xDN40 installés sur la tête de sonde (2xDN40-1xDN50 pour la sonde pilote), permettant de joindre les deux entrées et les deux sorties des tuyauteries en U ;
- Deux manchons coudés à 45° DN40-DN40 en PEHD électro-soudables (DN50-DN50 pour la sonde pilote) ;
- Deux conduites DN40 en PEHD, non isolées, de même diamètre que la canalisation de la pièce en Y (côté tuyauterie enterrée). Ces canalisations sont disposées en tranchée, et sont de longueur suffisante pour permettre le raccordement sans manchons intermédiaires de la tête de sonde jusqu'aux collecteurs enterrés ou en l'absence de ces derniers jusqu'au local technique.

Au-dessus de la cimentation, le forage doit être rebouché avec du sable jusqu'à recouvrir totalement la tête de sonde, puis rebouché avec un matériau de remblayage jusqu'au niveau de base du radier du bâtiment.

Un schéma de raccordement de la tête de sonde est proposé [Figure 5](#). Des variantes à ce schéma de raccordement peuvent être proposées par l'Entrepreneur. Elles devront être approuvées par le Maître d'œuvre avant exécution des travaux.

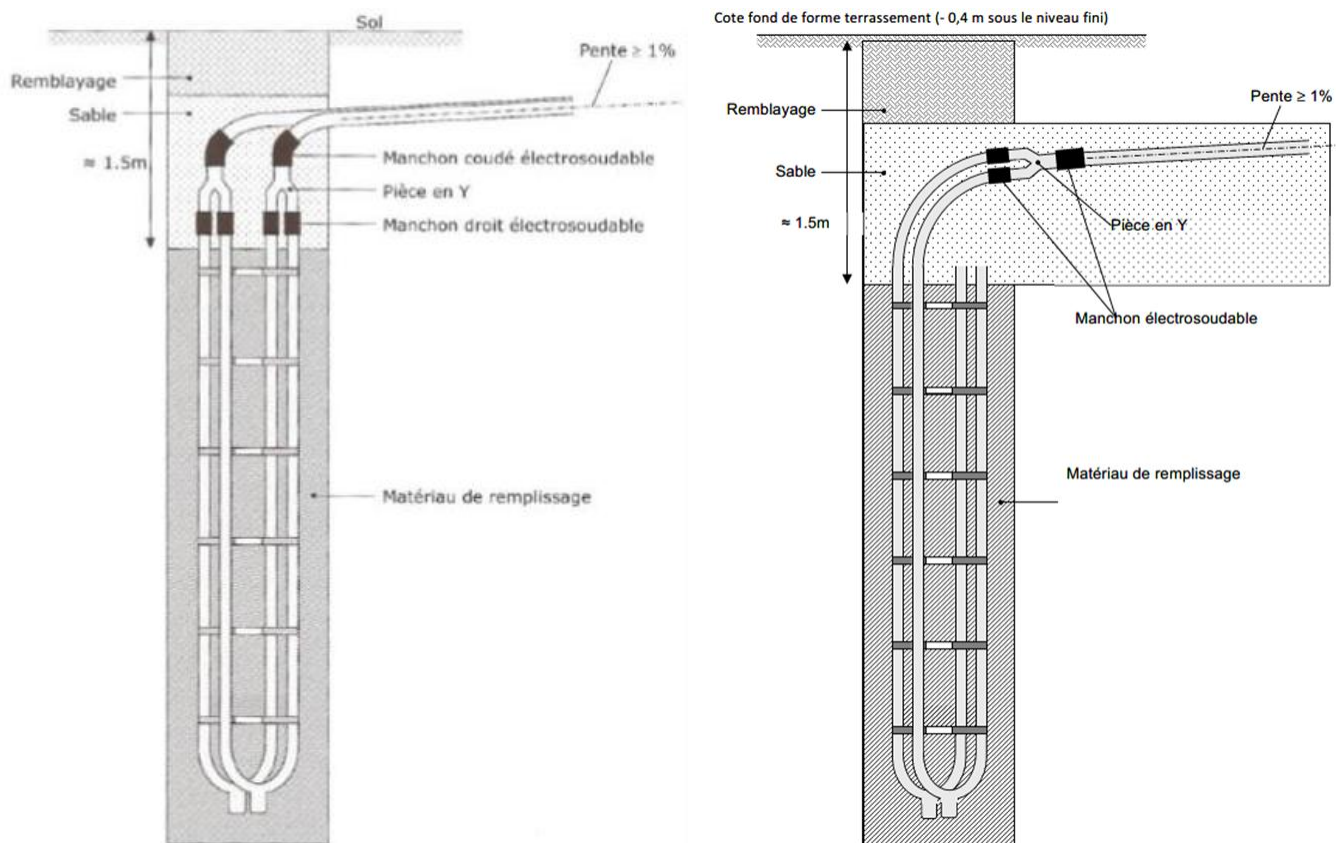


FIGURE 5 - EXEMPLE DE RACCORDEMENT D'UNE TÊTE DE SONDE

#### 6.4.2 RACCORDEMENT TÊTE DE SONDE AU COLLECTEUR ET TRANCHÉES

L'Entrepreneur interviendra à l'issue des travaux de remblaiement.

Les sondes seront raccordées directement jusqu'au collecteur enterré. Les canalisations seront disposées en tranchée, et seront de longueur suffisante pour permettre le raccordement sans manchons intermédiaires de la tête de sonde jusqu'au collecteur.

L'Entrepreneur aura à sa charge la réalisation des tranchées pour le raccordement des sondes, ainsi que l'évacuation et la mise en décharge des déblais de terrassement et de décapage tout au long du chantier.

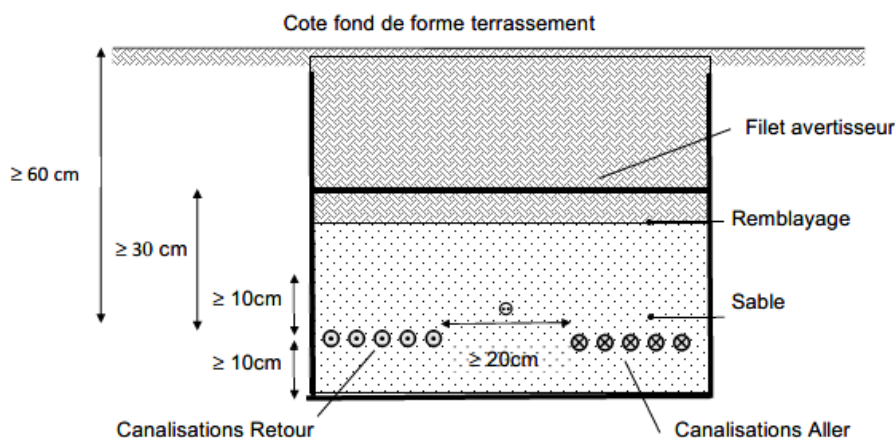
Le cheminement prévisionnel des canalisations horizontales de raccordement est reporté sur le plan en Annexe (2 propositions selon si 1 ou 2 collecteurs enterrés). Il est fonction des obstacles, des fondations et autres réseaux enterrés. Les allers et retours de chaque sonde seront regroupés en Y32/32/40 électro soudable en PE100 SDR11-16, canalisations 40 mm jusqu'au collecteur. Pour la sonde pilote, les canalisations seront en Y40/40/50 puis 50 mm jusqu'au collecteur.

Le circuit incluant la sonde géothermique, les raccords et les canalisations jusqu'à l'ensemble collecteur/distributeur mural, ne doit comporter aucun point haut. Ces canalisations doivent être disposées dans une tranchée à une profondeur de l'ordre de 0,8 m maximum sous la dalle du radier, en respectant une pente minimale de 1% ascensionnelle entre la tête de sonde et le collecteur (aucun point haut), à une profondeur minimum de 1 m (assurant leur protection contre le gel). Elles doivent être disposées sur un lit de sable de 10 cm minimum, puis recouvertes de sable (jusqu'à 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure des tubes), avant remblayage des tranchées. La présence du réseau doit être signalée par un filet avertisseur disposé au minimum 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure des tubes (grillage avertisseur violet).

Les canalisations aller et les canalisations retour doivent être séparées par une distance d'au moins 20 cm. Si le plan masse des tranchées est tel que des chevauchements de tuyaux sont nécessaires afin de séparer les canalisations aller et retour, seules les canalisations de retour peuvent chevaucher d'autres canalisations. Une canalisation réalisant un chevauchement doit être disposée de telle sorte qu'elle reprenne progressivement la pente sans créer de point haut.

Le rayon de courbure minimal prescrit par le fabricant de la tuyauterie devra être respecté.

Le matériau de remblayage doit être exempt de cendres, de déchets, de roches de plus de 150 mm (ou 40 mm) ou tout autre matériau susceptible d'endommager la tuyauterie. Il doit être tenu compte du tassement de la zone excavée.



**FIGURE 6 - EXEMPLE DE DISPOSITION DES CANALISATIONS DE RACCORDEMENT**

L'Entrepreneur prévoira, le remblaiement et le compactage des tranchées en vue de réceptionner le remblaiement.

La réalisation des tranchées et leur remblaiement devront suivre les normes en vigueur (NF P 98-331, NF P 98-332 et XP P 98-333).

Afin d'éviter leur écrasement, toutes les canalisations entre sondes et collecteur/distributeur seront mises sous pression avant remblaiement des tranchées.

### 6.4.3 COLLECTEUR

Le collecteur ou les collecteurs seront installés dans un regard accessible et muni d'un couvercle, permettant d'intervenir sur l'ensemble des organes de réglage et d'isolement. Ils seront placés préférentiellement sous voirie ou pour certains en terre végétale, et le remplissage-finition des tampons regards sera identique au revêtement du sol à proximité.

L'Entrepreneur aura à sa charge la réalisation des fosses complémentaires pour la pause des collecteurs.

L'ensemble collecteur/distributeur enterré doit être composé au minimum de :

- Un distributeur en matériau PEHD (= collecteur aller), de diamètre adéquat, muni des éléments suivants :
  - Une canalisation d'arrivée principale en PEHD (depuis le local technique) munie d'une vanne d'isolement et d'un manomètre ;
  - Un ensemble de canalisations secondaires en PEHD de départ vers les sondes géothermiques, chacune munie d'une vanne de réglage et d'un manomètre, destinée à l'équilibrage de l'installation (vanne placée sur le départ de chaque circuit individuel) ;
  - Une vanne de purge placée sur le point haut du distributeur.
- Un collecteur en matériau PEHD (= collecteur retour), de diamètre adéquat, muni des éléments suivants :
  - Une canalisation de départ principale en PEHD (vers le local technique) munie d'une vanne d'isolement et d'un manomètre ;
  - Un ensemble de canalisations secondaires en PEHD de retour des sondes géothermiques, chacune munie d'une vanne d'isolement et d'un manomètre (vanne placée sur le retour de chaque circuit individuel) ;

- Une vanne de purge d'air placée sur le point haut du collecteur.

Les raccordements des canalisations individuelles des sondes géothermiques effectués sur site au niveau du collecteur doivent être exécutés selon la technique de l'électro-soudure, avec du matériel normalisé. Des raccordements effectués sur site par thermo-soudure ne sont pas acceptés.

Les liaisons des sondes vers les collecteurs seront en PE100 diamètre 40 mm (50 mm pour la sonde pilote).

Les collecteurs doivent être conçus pour les régimes suivants :

- Pression de service max : 6 bars ;
- Température maxi : 40°C ;
- Température mini : -10°C ;

Le dimensionnement de l'ensemble collecteur-distributeur sera effectué par l'Entrepreneur en tenant compte du principe de raccordement, en fonction du diamètre des sondes et du matériau proposé par l'Entrepreneur pour les canalisations principales.

#### **6.4.4 RACCORDEMENT COLLECTEUR / LOCAL POMPE A CHALEUR**

Lors de la pénétration de la tuyauterie dans le local technique, toutes les mesures devront être prises afin de rétablir l'isolation thermique et l'étanchéité.

Les séquences suivantes seront effectuées :

- Des manchons de diamètre permettant la libre dilatation des tuyauteries sont posés dans les réservations des murs et dépasseront de part et d'autre des parois du mur ;
- Les manchons seront scellés avec du mortier de part et d'autre du mur, l'isolation thermique et l'étanchéité seront établies avec des matériaux adaptés. Le vide entre tuyauterie et manchon sera rempli avec un matériau élastique incombustible.

Toutes les précautions seront prises afin que les tuyauteries ne puissent s'endommager en cas de tassement du bâtiment.

Les conduites disposées entre le collecteur et le bâtiment doivent être installées en un seul tenant, sans raccord intermédiaire. Le passage de la tuyauterie dans le mur se fera à l'aide d'un équipement de passage de mur du même fabricant que la conduite. La tuyauterie dans le sous-sol devra se terminer par des brides en PEHD, réalisant l'interface avec le lot génie climatique.

La fourniture et l'installation de ces brides sont comprises dans ce lot. Le DN des liaisons entre les collecteurs et le local technique sera déterminé par l'Entrepreneur, celui-ci fournira une note de calcul pour valider son choix. Le dimensionnement doit permettre de ne pas dépasser 15 mm/m de perte de charge linéique.

Le bâtiment accueillant le local technique sera réalisé ultérieurement à la réalisation du champ de sondes et au raccordement des sondes au collecteur. Par conséquent, le raccordement du collecteur au bâtiment interviendra dans une seconde opération.

La limite de prestation de la conduite de raccordement sera de 1 m dans le bâtiment. Le raccordement à la PAC sera à la charge du lot CVC.

## **6.5 ESSAIS DE RECEPTION ET MISE EN SERVICE – REMPLISSAGE DU RESEAU GEOTHERMIQUE**

### **6.5.1 ESSAIS DE RECEPTION**

Le titulaire du présent marché aura à sa charge tous les essais nécessaires au fonctionnement nominal des installations (cf. §6.3).

En complément, un test de pression sera réalisé pour un circuit complet comprenant tous les circuits géothermiques individuels raccordés à un ensemble collecteur/distributeur enterré, les vannes de réglage et d'isolement associées à chaque circuit géothermique individuel, l'ensemble collecteur/distributeur enterré, et la tuyauterie de raccordement entre l'ensemble collecteur/distributeur et le local technique. Ce test est réalisé

à 6 bars, pendant 30 min minimum. Ce test est réalisé avant le raccordement définitif du circuit en local technique, et avant remblayage des tranchées. Pour que l'essai soit concluant, la pression ne doit pas chuter de plus de 1 bar après 30 min.

Un relevé de tous les essais, débits, pressions, etc... sera établi et fourni par le titulaire du lot avant la réception des travaux.

Tous les essais peuvent être différés tant qu'une partie quelconque des fournitures ou de leur mise en œuvre n'est pas acceptée.

Au cas où les essais donneraient des résultats insuffisants, l'Entrepreneur devra procéder à la mise en conformité des installations à ses frais, et ce jusqu'à l'obtention de résultats favorables sanctionnés par un procès-verbal d'autocontrôle.

Ces essais seront réalisés par l'Entrepreneur, en présence du Maître d'œuvre. En cours des travaux, le Maître d'œuvre peut demander des essais et faire des contrôles inopinés.

Tous ces travaux d'essais et contrôle ont lieu avant le remblayage des tranchées.

L'Entrepreneur prévoira tout le matériel, la fourniture et les prestations nécessaires à la réalisation de ces essais. **Ces essais seront consignés sur un procès-verbal qui sera joint au D.O.E.**

## **6.5.2 REMPLISSAGE DU RESEAU GEOTHERMIQUE ET MISE EN SERVICE**

Avant d'effectuer l'opération d'équilibrage hydraulique du circuit géothermique, l'ensemble du circuit est rempli avec le liquide caloporteur prévu pour le projet.

Le remplissage du réseau géothermique en eau glycolée se fera dans le réseau par pompe sous pression, par le biais d'un fût et de solution prémélangée.

L'équilibrage est obligatoire. La procédure et la méthode d'équilibrage sont soumises à l'approbation du Maître d'œuvre. L'équilibrage est vérifié contradictoirement avant la visite en vue de la réception des installations. La précision (écart maximal entre le débit souhaité et le débit obtenu) demandée est de 5 %. La position des organes de réglage doit être verrouillée.

Tous les organes d'équilibrage d'une même opération sont de la même marque et utilisables avec le même appareil de lecture de pression différentielle et de débit.

Sur la base des schémas hydrauliques de principe, l'Entrepreneur établit les schémas d'équilibrage. Ces schémas indiquent notamment la position, le type, la valeur de réglage, le débit souhaité, le débit obtenu et la perte de charge de chaque organe d'équilibrage.

Un essai de mise en exploitation de l'installation géothermique permettant de contrôler le bon fonctionnement des matériels devra être réalisé avant la réception de l'installation, en étroite concertation avec le lot CVC.

Le remplissage du réseau par le fluide caloporteur sera à la charge du lot CVC.

La présence de l'Entrepreneur est requise pendant la phase de remplissage.

## 7 LIVRABLE – DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

La réception de l'installation est une étape importante car elle transfère la propriété de l'installation au Maître d'ouvrage. Il convient donc de s'assurer de la conformité des travaux au cahier des charges et de disposer de l'ensemble des éléments en fin de chantier.

L'Entrepreneur pourra prétendre à la réception de ses travaux dès :

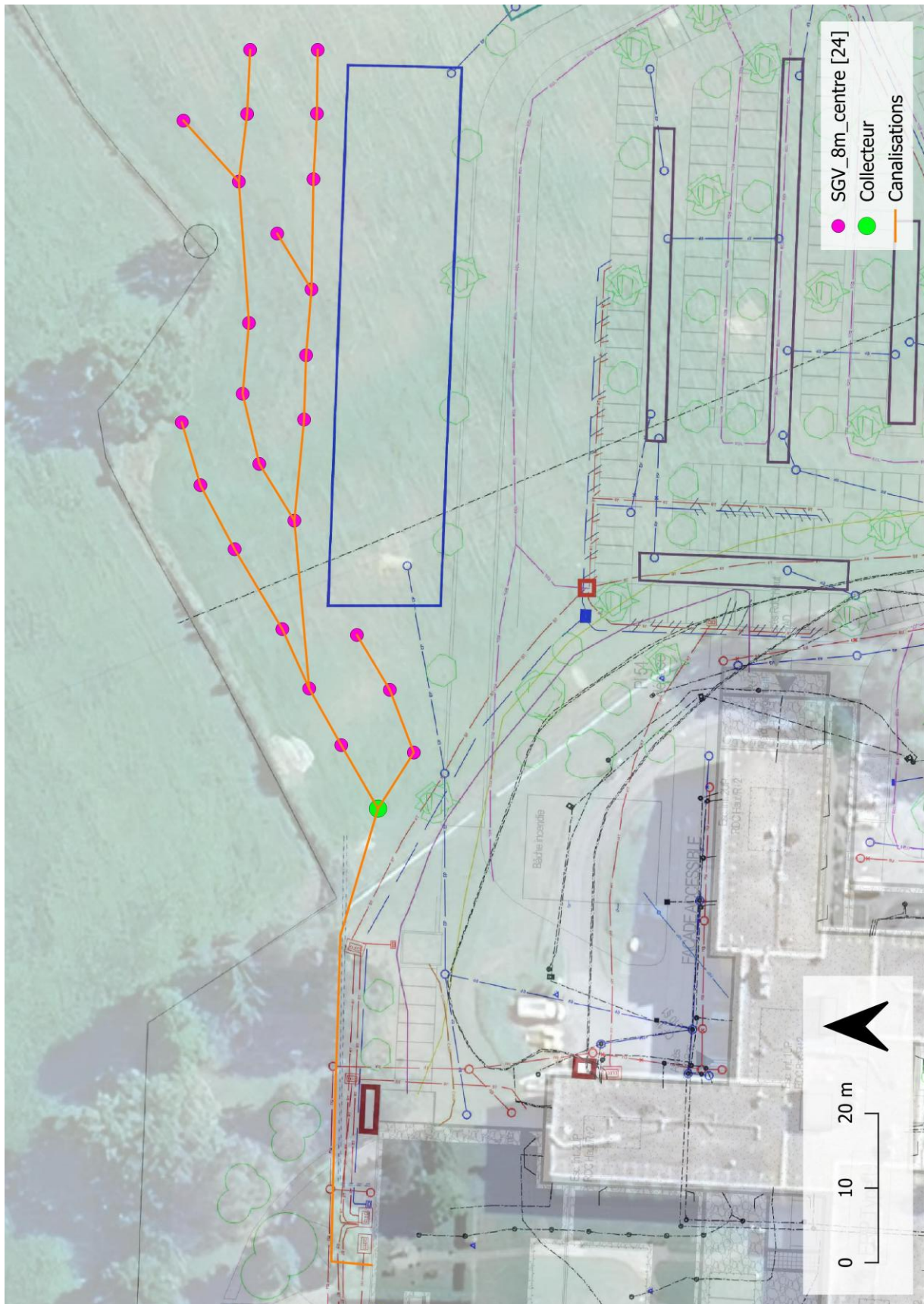
- La remise en état du site ;
- La rédaction d'un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE), comprenant :
  - Le déroulement général des travaux (chronologie des opérations, difficultés, anomalies éventuellement rencontrées) ;
  - Le plan d'implantation et références cadastrales, comprenant le recollement des forages (géoréférencement X-Y en Lambert 93 et nivellement rattaché au NGF IGN69 de chaque sonde), des collecteurs et du tracé des canalisations ;
  - Un dossier d'archive des caractéristiques géologiques et techniques de la sonde géothermique (coupe géologique, niveau d'eau, diamètres de forage et des équipements, profondeur, caractéristiques des équipements et matériaux mis en œuvre, etc.), accompagné de photographies de la sonde dans son environnement et faisant apparaître la graduation métrique en tête de sonde ;
  - Compte-rendu global de fin de chantier, planning des travaux et opérations effectués : cimentation (méthode, nature et quantité du ciment mis en œuvre), manipulations diverses avec les périodes de ces différentes opérations, incidents divers, difficultés ou autres singularités ;
  - Un dossier des matériels installés (marque, modèle, documentation technique, certificat de conformité, PV d'essais, etc.), avec spécifications techniques des fournisseurs des principaux équipements (sonde, ciment, collecteur, canalisations, etc.) ;
  - Un carnet de consignation de tous les essais de contrôle ;
  - Un cahier des réglages des organes de contrôle et d'équilibrage ;
  - Une note de calcul évaluant les pertes de charges du circuit sondes + raccordement réalisé, pour un débit unitaire de 1,8 m<sup>3</sup>/h par sonde ;
  - Le récépissé de déclaration au titre de la GMI ;
  - La déclaration de fin de forage ;
  - La certification Certiforage, module sonde.

D'une manière générale, les documents constituant le DOE. seront préparés au fur et à mesure du chantier. L'Entrepreneur devra transmettre le DOE à l'issue de la réalisation du champ de sondes par mail au Maître d'œuvre ou son assistant pour validation avant d'expédier des versions définitives au Maître d'ouvrage et à son Maître d'œuvre.

L'Entrepreneur devra également fournir au Maître d'ouvrage les éléments techniques suivants :

- Un rapport d'essai de mise en fonctionnement de l'installation géothermique, élaboré en lien avec le lot CVC ;
- Un descriptif de l'instrumentation mise en place ;
- Les recommandations d'utilisation et de maintenance de l'installation.

## 8 ANNEXE : LOCALISATIONS PREVISIONNELLES DES SONDES GEOTHERMIQUES ET DES CANALISATIONS JUSQU'AU LOCAL PAC (OPTION 1 : 1 COLLECTEUR)



## 9 ANNEXE : LOCALISATIONS PREVISIONNELLES DES SONDES GEOTHERMIQUES ET DES CANALISATIONS JUSQU'AU LOCAL PAC (OPTION 2 : 2 COLLECTEURS)

