



ECIE

Bureau d'études techniques - Energéticien

CCTP – Lot 13 : Forage géothermique

Extension et réhabilitation des locaux de la mairie et création d'une médiathèque à Lalleu (35)

août 2025 – DCE



DONNEES ADMINISTRATIVES

Opération	
Nom	Extension et réhabilitation des locaux de la mairie et création d'une médiathèque à Lalleu (35)
Adresse	6, rue des Hortensias 35320 LALLEU

Maître d'ouvrage	
	Commune de LALLEU
	6 rue des Hortensias 35320 LALLEU
	02 99 43 12 32

Architecte	
	CELESTE Gwenaël MASSOT architecte
	6, rue des trente 35000 RENNES
	02 23 44 16 54 - gwenael.massot@celeste-architecture.com

Bureau d'étude économie	
	Mathieu LAMOUR
	2C Allée Jacques Frimot 35000 RENNES
	02 99 51 49 08 – contact@tce-ingenierie.fr

Bureau d'étude thermique	
	Fabien BELAIR (Chargé d'affaire)
	3, rue Augustin Beauverger 35300 Fougères
	02 99 94 92 12 - fabien.belair@ecie.fr

TABLE DES MATIERES

DONNEES ADMINISTRATIVES	1
1 GENERALITES	4
1.1 Etendue des ouvrages	4
1.2 Etude technique et honoraires	4
1.3 Propositions de l'entrepreneur	4
1.4 Connaissance du dossier d'appel d'offres	5
1.5 Documentation graphique et technique à fournir	5
A l'appel d'offres	5
Durant les travaux	6
En fin de travaux	6
Conditions minimales à respecter	6
1.6 Coordination	7
Coordination avec les autres Entrepreneurs	7
Coordination en matière de Sécurité et Protection Santé	7
Démarche et rapports avec l'administration	8
Matériels réglementaires	8
Prestations annexes dues au présent	8
1.7 D.I.C.T.	9
1.8 Contrôle, essais, réception et mise en service	9
Contrôle des installations	9
Essais et réception	9
Mise en service	9
Garantie contractuelle	10
Garantie du matériel	10
1.9 Travaux à la charge des autres corps d'état	10
Lot Gros œuvre / VRD :	10
Lot plomberie :	10
Lot électricité :	10
2 FORAGE GEOTHERMIQUE	11
2.1 Essais et réception	11
2.2 forage	11
2.3 écartement	12
2.4 sonde géothermique	12

2.5	mise en œuvre de la sonde	12
2.6	cimentation	12
2.7	raccordement	13
2.8	chambre collectrice	14
2.9	remplissage	14
2.10	essais et réception	14
2.11	implantation des forages	16
2.12	dimensionnement	17
3	FRAIS ANNEXES	18
4	OPTION	19
4.1	forage	19

1 GENERALITES

1.1 ETENDUE DES OUVRAGES

Les travaux à réaliser comprennent la fourniture et la pose de l'ensemble des installations suivantes :

- Démarches administratives : déclaration de forage, DICT et mairie
- Installation et mise en place de l'atelier de forage
- Forages géothermiques
- Mise en place de bennes pour récupération et traitement des boues de forage
- Mise en place de sondes géothermique
- Cimentation des forages
- Tranchée de liaison entre les forages et chambres collectrices
- Rallonges de sondes
- Remplissage en glycol

1.2 ETUDE TECHNIQUE ET HONORAIRES

Mission du bureau d'études.

La mission du bureau d'études qui comprend :

Les études de conception et d'avant-projet en liaison avec le maître d'ouvrage et maître d'œuvre.

Le cahier des prescriptions techniques particulières et les plans de principes généraux.

Les entreprises auront à leur charge :

- Les plans de détails d'exécution des ouvrages,
- Les plans de percements,
- L'établissement des notes de calcul définitives,
- Les démarches et accords du bureau de contrôle.

1.3 PROPOSITIONS DE L'ENTREPRENEUR

Les propositions se rapportant à l'exécution des travaux d'installations décrits précédemment, remises par l'Entrepreneur doivent être établies en conformité avec les normes et règlements en vigueur, étant entendu que l'Entrepreneur s'est informé de l'ensemble des travaux, de leur importance, de leur nature et qu'il a suppléé par ses connaissances techniques et professionnelles aux détails qui pourraient être omis sur les plans et devis descriptif. Bien entendu, la main d'œuvre est incluse dans les différentes prestations demandées.

L'Entrepreneur s'engage à mettre à la disposition du chantier la main d'œuvre qualifiée et tout l'outillage nécessaire à la réalisation de ses travaux dans les délais prescrits au planning général.

L'Entrepreneur est tenu d'établir sa proposition conformément au présent dossier d'appel d'offres. En cas de contradiction entre le descriptif et les plans, la prestation la plus complète sera retenue.

D'une façon générale, l'Entrepreneur ne pourra invoquer une omission non signalée, ni une mauvaise interprétation des documents pour refuser de fournir ou de monter un dispositif mettant en cause le bon fonctionnement de l'installation. Toute anomalie constatée devra être aussitôt signalée au Maître d'œuvre. La présente entreprise doit consulter le cahier des charges des autres corps d'état.

Commentaire

Il est rappelé que les quantités éventuelles d'ouvrages précisées dans le présent CCTP ne sont données qu'à titre indicatif pour mieux fixer l'importance des travaux, mais ne sont pas limitatives.

Les entreprises devront obligatoirement en vérifier l'exactitude et si nécessaire les rectifier, afin de fournir un bordereau quantitatif estimatif forfaitaire.

Afin de permettre son analyse, le devis quantitatif devra être détaillé par articles et par postes.

La présente entreprise pourra répondre à partir de son logiciel de calcul de devis, tout en respectant la trame du présent quantitatif.

Voir exposé général de l'opération et pièces écrites de l'architecte.

1.4 CONNAISSANCE DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

L'entrepreneur doit prendre connaissance de l'ensemble des pièces composant le dossier d'appel d'offres :

- Pièces administratives,
- Dossier descriptif,
- Descriptif tous corps d'état et technique,
- Options diverses du projet,
- Visite des lieux.

La maîtrise d'œuvre informe les entreprises que dans un souci d'accompagner et d'orienter le projet au mieux jusqu'à sa phase finale, elle se réserve le droit de conseiller au maître d'ouvrage tout changement qui lui semblerait être positif pour le projet, à quelque moment que ce soit en concertation avec les entreprises concernées, sans pénalités pour le maître d'ouvrage.

1.5 DOCUMENTATION GRAPHIQUE ET TECHNIQUE A FOURNIR

A l'appel d'offres

Les documents cités ci-après seront obligatoirement envoyés en 1 exemplaire :

- Un devis quantitatif détaillé, complété et chiffré,
- Une documentation technique, avec photocopies, détaillant toutes les caractéristiques des matériels présentés par l'Entrepreneur,
- La non fourniture de la documentation technique avec le devis sera pris en compte dans l'analyse des offres.

Durant les travaux

Pièces administratives contractuelles :

L'entreprise adjudicataire du présent lot doit, fournir dans le délai imposé d'un mois au plus, avant le début de l'exécution des travaux, pour accord, au Maître d'œuvre, le dossier d'exécution en trois exemplaires. Un exemplaire lui sera retourné avec l'accord ou avec les modifications éventuelles. Le dossier sera mis à jour en tenant compte des observations et délivré au Maître d'œuvre, en trois exemplaires.

Ce dossier sera composé des pièces suivantes :

- Les plans indiquant :
 - L'implantation du matériel et de l'appareillage, VMC, chauffage, etc,
 - Le parcours des canalisations avec caractéristiques et dimensionnement,
 - Les détails de mise en œuvre cotés suivant la réalisation,
 - Les plans de réservation et toutes informations nécessaires aux autres corps d'état,
 - Les plans et calculs de mise en œuvre de la ventilation mécanique.
- Les schémas comportant :
 - Les plans du coffret armoire électrique chaufferie,
 - Le tracé unifilaire des circuits de protection,
 - Le tracé multifilaire des circuits de commande,
 - Les plans de borniers,
 - Les caractéristiques des appareils de protection (calibre, PdC, etc.).
- Les documents suivants :
 - Les références, caractéristiques, etc., de tout l'appareillage,
 - Les notices du matériel utilisé en VMC,
 - Les calculs thermiques et VMC.

En fin de travaux

L'entreprise doit fournir, le jour de la réception des travaux :

- Les plans et schémas des installations réalisées, mis à jour en 1 exemplaire dont 1 reproductible,
- Le procès-verbal d'essais selon documents COPREC 1 et 2,
- Le dossier de maintenance (lorsque les normes applicables l'exigent).

La réception ne pourra être prononcée qu'à cette condition.

Conditions minimales à respecter

L'entrepreneur du présent lot s'engage à réaliser l'installation conformément aux règles énoncées dans les normes et DTU et conformément aux règles de l'art et en particulier aux documents suivants :

- Réglementation thermique de 2012,
- N.R.A. Réglementation acoustique en vigueur,
- DTU N° 65 Cahier des charges provisoires des installations de chauffage concernant le bâtiment,
- DTU 68.2 Exécution des installations de ventilation mécanique,
- DTU 68.1 Installation de ventilation mécanique contrôlée,

- DTU 65.11 Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment,
- DTU 65.16 Installations de pompes à chaleur
- DTU 65.20 Isolation des circuits, appareils et accessoires,
- DTU 70.1 Installations électriques,
- NF C 15-100 éditée par l'U.T.E. (12 Place des États-Unis, 75783 Paris Cedex 16 - Tél. : 01.47.23.72.57), concernant les installations électriques à Basse Tension, homologuée en décembre 2002,
- À la norme NFC 03.001 installation chantier,
- Aux normes de plomberie sanitaire NF P 41.101 et 102. 41 201 ET 202,
- À la norme NF x 08.100 : Identification des fluides par couleur conventionnelle,
- Au D.T.U. 65.9 : installation de transport de chaleur et d'eau chaude sanitaire,
- Au règlement sanitaire départemental,
- Les équipements devront notamment satisfaire aux exigences des règlements de construction, en ce qui concerne les niveaux acoustiques.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que le respect de ces normes l'oblige également à suivre toutes les normes et publications référencées dans ces ouvrages.

L'installation désignée dans le présent document doit également satisfaire :

- Au décret du 14 novembre 1988 relatif à la protection des travailleurs,
- Aux dispositions générales du Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les Établissements Recevant du Public (Arrêté du 25 juin 1980) et autres réglementations concernant les établissements de 5e catégorie, type W administration, bureaux et type S médiathèque sans que cette liste ne soit limitative et suivant classement définitif du bureau de contrôle,
- Aux prescriptions E.D.F. selon les directives éventuelles du centre de distribution local,
- Au code du travail.

1.6 COORDINATION

Coordination avec les autres Entrepreneurs

L'ensemble des lots de travaux constituant un document unique, même s'il en est matériellement dissocié, chacun de ceux-ci n'a de valeur qu'associé au devis des autres corps d'état.

Dans cette éventualité, la responsabilité appartenant au lot électricité, courants faibles, le titulaire de ce lot qui n'aurait pas averti le Maître d'œuvre en temps utile serait seul responsable et les modifications éventuelles seraient entièrement à sa charge.

L'Entrepreneur du présent lot devra indiquer aux autres corps d'état, dans les délais imposés par le planning, les ouvrages dont il a besoin (tels que socles, massifs, réservations, percements, tranchées, etc. ..) Faute de quoi il se trouverait dans l'obligation de les exécuter à ses frais.

Coordination en matière de Sécurité et Protection Santé

Conformément à la loi du 31 décembre 1993 (décret d'application du 26 décembre 1994), l'Entrepreneur devra se conformer aux exigences du coordonnateur S.P.S.

(Sécurité et Protection de la Santé) et tenir compte de ses demandes, sans supplément de prix.

L'Entrepreneur devra inclure dans son offre les coûts des dispositions nécessaires au respect de la législation dans ce domaine.

Démarche et rapports avec l'administration

L'Entrepreneur du présent lot devra faire toutes les démarches nécessaires, avant l'exécution de ses travaux, auprès des services Techniques intéressés. Il devra tenir le Maître d'œuvre au courant de ses demandes d'agréments et lui remettre une copie des accords obtenus

A défaut, ne pouvant justifier de ses démarches, il supportera les frais de modifications éventuelles demandées par les Services Officiels (E.D.F, Bureau de Contrôle, les services Commerciaux et techniques de FRANCE TELECOM, etc. ..).

L'Entrepreneur du présent lot assistera aux vérifications avant la mise en service et exécutera, à ses frais, les modifications éventuelles qui seraient nécessaires pour rendre ses installations conformes aux normes, aux règlements en vigueur et au présent C.C.T.P.

Matériels réglementaires

L'Entrepreneur sera tenu de fournir, pour l'exécution de ses travaux, du matériel de première qualité portant la marque nationale de conformité aux normes NF. En l'absence de marques citées au présent descriptif, la qualité du matériel proposé doit être garantie par la présentation d'un certificat de conformité, délivré par un organisme habilité à cet effet.

Prestations annexes dues au présent

L'Entreprise devra :

- Le montage et le démontage de tous engins et échafaudages nécessaires à la réalisation des ouvrages du présent lot.
- Tous les percements, saignées, branchements, tamponnages et scellements nécessaires à la réalisation des ouvrages du présent lot à l'exemption des percements en B.A. dont les réservations pourront être demandées au maçon.
- La protection anti-oxydation sur toutes les parties métalliques de canalisations ou appareils du présent lot, ainsi que la peinture définitive. L'Entrepreneur reste responsable des conséquences que peuvent avoir ses travaux sur la solidité des constructions et des traces ou fissures qui pourraient apparaître par la suite.
- Tous les supports anti-vibratiles des tuyauteries, gaines et appareils, étudiés de façon à limiter au maximum les productions et transmissions de bruits (bagues élastiques pour colliers, colliers de type clips)
- Les raccords divers résultant de la fixation des appareils et des tuyauteries, le rebouchage soigné des saignées et percements divers, en matériaux identiques à la paroi traversée.
- Le nettoyage des locaux salis par les travaux et l'enlèvement des gravats.

- La peinture à une couche antirouille et de toute tuyauterie ou partie en acier (collier, supports), non accessibles au peintre ou en local non peint.
- La main d'œuvre nécessaire aux essais, réglages et mises au point.
- La main-d'œuvre pour l'instruction du personnel d'entretien et de surveillance et de toute démonstration de fonctionnement et réglage, avant remise des installations au maître d'ouvrage.
- Il est précisé que les spécifications et conditions indiquées au présent document ne sont pas limitatives et qu'il appartient au titulaire du présent lot de prévoir éventuellement tout le matériel nécessaire à la bonne marche des installations, à leur conduite et à leur sécurité, même si ce matériel n'est pas explicitement décrit dans ce document.
- L'entrepreneur présentera au maître d'œuvre tout l'appareillage et le matériel qu'il se propose d'installer et devra obtenir son accord avant toute mise en œuvre.
- Il remettra au maître d'ouvrage, en fin de chantier, l'ensemble des documents COPREC, suivant les prescriptions du CCAP, ainsi que les plans de recollement des installations, en quatre exemplaires dont un reproductible.
- Les frais d'un organisme de contrôle, lorsqu'une société n'est pas mandatée par le maître d'ouvrage.

1.7 D.I.C.T.

Les entreprises auront à leur charge, suivant la nature des travaux à réaliser, les demandes « D.R. » et de « DICT » avant le commencement des travaux. Les copies des différentes demandes ainsi que des réponses seront à transmettre à la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre.

1.8 CONTROLE, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE

Contrôle des installations

A la réception, une minutieuse inspection de la pose des appareillages et canalisations sera effectuée. Tout ouvrage qui serait négligé ou dont la fixation serait insuffisante sera systématiquement refusé.

Essais et réception

Ils seront réalisés conformément aux normes et règles en vigueur. L'Entrepreneur doit, à cet effet, le personnel et le matériel pour procéder à ces essais. Il assistera aux vérifications faites par l'Organisme de Contrôle. Toutes déficiences constatées seront immédiatement réparées par l'Entrepreneur.

Les résultats des vérifications feront l'objet d'un rapport détaillé qui sera signé par le Maître d'œuvre et l'Entrepreneur.

Mise en service

L'Entrepreneur du présent lot doit être présent lors de la mise en service effective des installations, il assistera le service entretien pour donner toutes les indications nécessaires à la bonne marche de l'installation.

Garantie contractuelle

La période de garantie est de 1 année, à compter de la date de réception.

Garantie du matériel

Le matériel installé devra donner le maximum de fiabilité pour un service permanent.

Cette garantie portera sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous vices de construction ou de conception et sur le bon fonctionnement de l'installation, tant dans l'ensemble que dans les détails. Toute pièce ou élément reconnu défectueux sera remplacé.

En cas de défectuosité d'un appareil, la période de garantie sera prolongée d'une durée égale à celle de l'indisponibilité. Aucun remplacement partiel ne sera admis.

1.9 TRAVAUX A LA CHARGE DES AUTRES CORPS D'ETAT

Lot Gros œuvre / VRD :

- La mise à disposition d'une plateforme stable sur toute la zone de forage, permettant la circulation de l'atelier de forage (foreuse 16 à 22T, camion 26T...)
 - Zone de forage de 4x10m avec une pente inférieure à 5%

Lot plomberie :

- Alimentation eau de chantier.

Lot électricité :

- Alimentation électrique de chantier.
- Coordination pour le dimensionnement et l'emplacement du collecteur de sonde

2 FORAGE GEOTHERMIQUE

Le chauffage des locaux sera assuré par une PAC géothermique Eau glycolée/Eau.

Le candidat devra également justifier de son numéro de qualification RGE QUALIFORAGE / CERTIFORAGE (à partir du 1^{er} juillet 2025). Il devra respecter les prescriptions des normes et réglementations en vigueur lors de la consultation, à savoir :

- Code minier article L411.1 (ex article 131)
- Norme NF X10-970

Il devra également être en mesure de justifier de références équivalentes dans les 12 derniers mois

Tout le matériel mis en œuvre par le titulaire du présent lot sera neuf, de 1^{er} choix et sera conforme au CCTP. Les fiches techniques devront être jointes à l'offre

2.1 ESSAIS ET RECEPTION

Les essais et contrôles, vérifications, mesures, etc. seront effectués à l'initiative du Maître d'œuvre en présence de l'entrepreneur de chauffage qui assurera toute fourniture et main d'œuvre nécessaire.

Les travaux, ouvrages ou équipements présentant des défauts d'exécution ou non conformes aux règles de l'art, de la profession ou ne respectant pas les prescriptions du cahier des charges seront refaits par l'entreprise à ses frais et dans les plus brefs délais.

La réception ne pourra être prononcée que si les installations et les équipements présentent toutes les garanties de sécurité et de fonctionnement nécessaire et après que les divers essais et contrôles prévus aient donné entière satisfaction.

2.2 FORAGE

L'entreprise de forage devra être en mesure d'adapter la méthode de forage à la géologie rencontrée.

Les foreuses utiliseront la méthode du tubage à l'avancement, celles-ci devront permettre la récupération des boues de forages générées lors de la foration et permettre leur évacuation directe dans des bennes prévues à cet effet.

De plus les foreuses devront être en mesure d'utiliser l'ensemble des techniques de forages ci-dessous :

- Marteau fond de trou (MFT)
- Tri-lames
- Marteau excentré
- Rotary
- Forage à la boue

Les tubages utilisés auront un diamètre compris entre 151mm et 185mm.

La profondeur du forage sera de 140 m environ (1 seul forage de prévu), profondeur repréciser en fonction du modèle définitif de PAC et sa puissance à l'évaporateur (se coordonner avec le chauffagiste)

2.3 ECARTEMENT

L'implantation des forages devra se faire en fonction de la présence des autres réseaux enterrés.

Prévoir une distance de 5m minimum par rapport :

- A la limite de propriété
- Aux réseaux EU ou transportant des matières à risque pour les eaux souterraines
- Aux arbres ou autres végétations à racines profondes

En présence d'un champ de sondes, prévoir de les espacer d'au moins 10m les unes par rapport aux autres.

2.4 SONDE GEOTHERMIQUE

Les sondes seront du type double U en Polyéthylène Haute densité « Resistant Cracking » **PE100-RC** d'une pression nominale de 16bars. Pour les sondes < 150m de profondeur, chaque tube aura un diamètre de 32mm et une épaisseur de 2,9mm de type SDR11. Pour les sondes > 150m de profondeur, chaque tube aura un diamètre de 40 mm et une épaisseur de 3,7mm de type SDR11 Celle-ci sera fabriquée en respect des normes en vigueur, selon les caractéristiques suivantes :

- PE 100 RC : matériau extrêmement résistant aux poinçonnements
- Identification de chaque sonde par un numéro de série
- Distinction des boucles aller/retour par des traits noirs
- Marquage de la longueur tous les mètres (0 étant au niveau du pied de sonde)
- Lestage de la sonde par un poids en acier 12 ou 25Kg
- Durée de vie de 100 ans dans les conditions normales d'utilisation

Le fabricant devra justifier de **la certification SKZ** et d'une **garantie de 30ans minimum** sur la sonde.

2.5 MISE EN ŒUVRE DE LA SONDE

Avant la descente de la sonde, celle-ci sera lestée par un poids de 12 ou 25Kg et remplie en eau afin d'éviter tout risque d'écrasement. La mise en place dans le forage sera réalisée à l'aide d'un touret.

Il sera également mis en œuvre des écarteurs sur toute la longueur de la sonde afin de permettre d'avoir un bon écartement et d'obtenir une cimentation correcte.

Un test de pression sera réalisé avant et après la mise en place de la sonde dans le forage.

2.6 CIMENTATION

Une cimentation efficace sera réalisée sur toute la hauteur du forage afin de prévenir tout risque de pollution accidentelle des eaux souterraines mais également de permettre un échange thermique entre la sonde et le terrain. La

méthode du 5eme tube sera mise en œuvre pour cette opération. Ce tube en PE de diamètre 32mm sera mis en place sur toute la longueur de la sonde. Le coulis de remplissage y sera injecté, permettant ainsi un remplissage du bas vers le haut. Le double tubage sera retiré lors de ce remplissage.

Le coulis respectera les caractéristiques suivantes :

- **Respect de la norme NF X10-970**
- **Très haute conductivité thermique $\geq 2,0 \text{ W/mK}$**
- Rendement (= kg par m³) 820 kg / m³ de cavité (=31 litres de suspension par sac de 25 kg)
- Dosage de l'eau de gâchage Env. 700 litres pour 820 kg de liant spécial
- Rapport eau/matières solides **Env. 0,8 et plus** en fonction de la qualité de dispersion
- Densité du mélange liquide : env. 1,55 kg / litre (selon préconisation fabricant)
- Temps de Marsh pour 1000 ml : env. 55 secondes
- Sédimentation au bout de 2 heures : $\leq 2\%$
- Résistance unidimensionnelle (28 jours) Env. 1,5 N/mm² (selon DIN 18136 en éprouvette)
- Coefficient de traction triaxial (28jours) $\leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$
- Autres paramètres Densité en vrac env. 1,0 à 1,3 kg / dm³

L'injection de la préparation sera effectuée par une pompe spécifique et réalisée immédiatement après la mise en place de la sonde.

Deux échantillons de 1 Litre chacun seront remis et conservés par la Maîtrise d'ouvrage

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.

De plus 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.

2.7 RACCORDEMENT

Le cheminement des liaisons horizontales se fera en fonction des obstacles, fondations et autres réseaux enterrés.

Les sondes seront raccordées sur une chambre collectrice extérieure. Les allers et retours de chaque sonde seront regroupés en Y32/32/40 (pour SGV < 150m) ou Y40/40/50 (pour SGV > 150m) électro soudable en PE100 SDR11-16 ou à sertir en cuivre certifié DVGW. Afin de réduire le nombre de soudures et donc les risques de fuites. **Le Y32/32/40 ou 40/40/50 sera composé d'un seul ensemble.**

Les liaisons horizontales seront donc composées d'un aller et d'un retour par forage en tube **PE100-RC 16Bars diamètre 40mm** (pour SGV < 150m) **ou 50mm** (pour SGV > 150m). Ces tubes seront disposés dans une tranchée avec une pente 0-1% et une profondeur minimum de 1m, le point haut étant le local technique, celle-ci sera à la charge du présent lot. La tranchée sera réalisée de manière à respecter la courbure naturelle des rallonges de sondes.

Un grillage avertisseur sera mis en place au-dessus des rallonges.

2.8 CHAMBRE COLLECTRICE

Il est prévu la mise en place d'une chambre collectrice enterrée extérieure à la charge du lot forage. La chambre collectrice sera équipée de :

- Un collecteur aller disposant sur chaque départ d'un robinet à boisseau sphérique et d'une vanne principale
- Un collecteur retour disposant sur chaque départ d'une vanne d'équilibrage **AV 23 SETTER Inline** DN20 plage de **lecture 10-40 l/min** et d'une vanne principale
- Une vanne de remplissage 1" sur chaque collecteur
- Une trappe de visite et couvercle permettant le passage de véhicule
- Liaisons sondes en attentes en PE100 diamètre 40mm (SGV < 150m) ou 50mm (SGV >150m de profondeur)
- Liaisons Local technique en attente en PE100 (*diamètre fonction du nombre de sonde*)

La chambre collectrice sera fabriquée en PEBD et pré-équipée de ses collecteurs en usine.

A la charge du lot chauffage, la liaison et raccordement sur le collecteur extérieur.

2.9 REMPLISSAGE

Le foreur devra le remplissage et la purge de l'ensemble du circuit extérieur en glycol. Le glycol respectera les caractéristiques ci-dessous :

- Fluide caloporteur mono propylène glycol
- **Qualité Alimentaire/sanitaire**
- Viscosité à 20°C :62 mPa s
- Masse volumique 20°C :1.045 g/m³

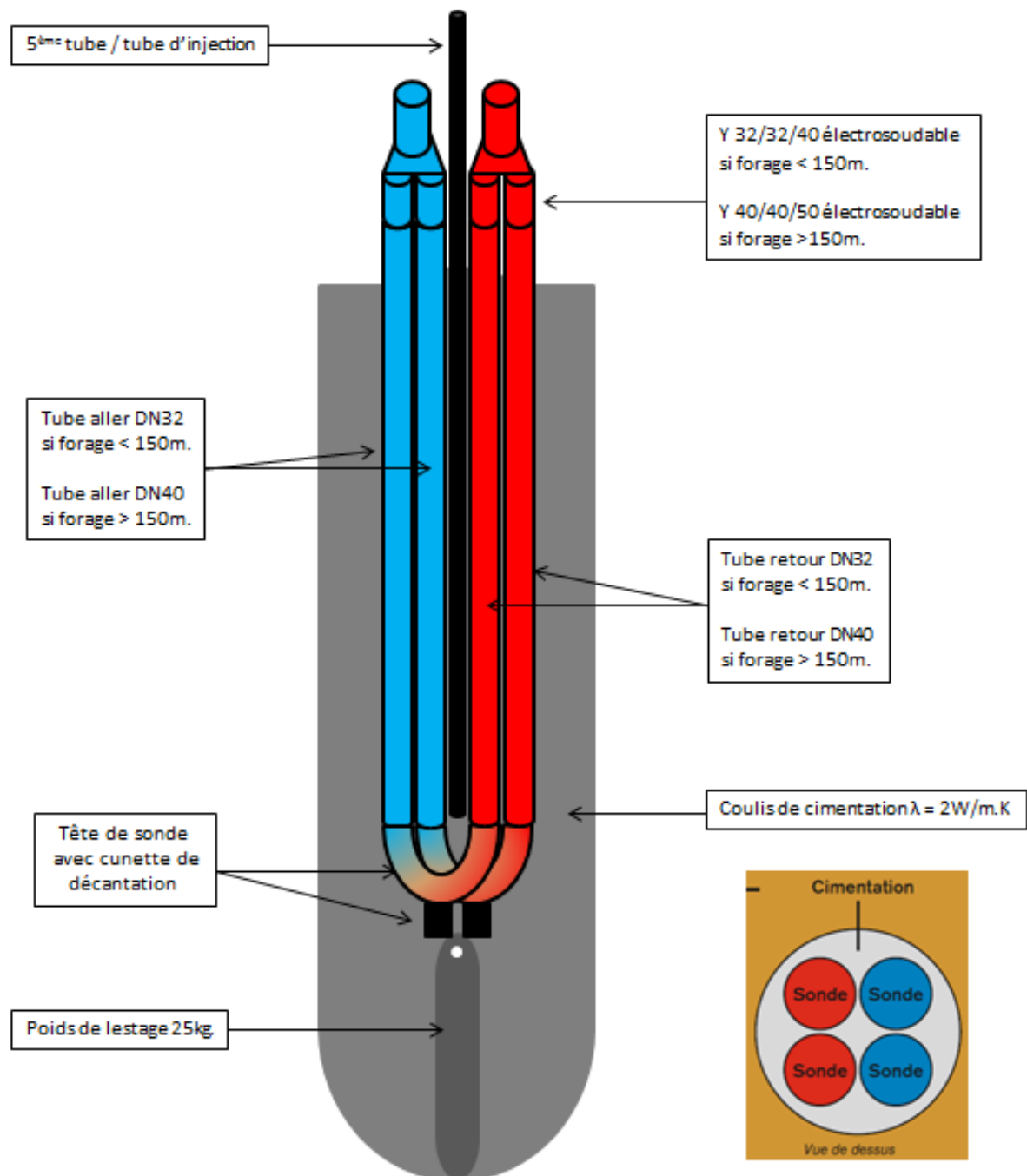
Le glycol sera dilué pour une **protection à -15°C et injecté à l'aide d'une pompe spécialement prévue à cet effet**. Débit 1.2-4.4m³/h Pression max 10 bars, permettant une purge optimale des circuits.

Le réglage des débits sera réalisé lors du remplissage.

2.10 ESSAIS ET RECEPTION

Le titulaire du marché aura à sa charge les tests de pression et de débit sur ses réseaux. Une copie des fiches de contrôle sera remise avec le DOE.

Exemple de mise en œuvre d'une sonde géothermique :



2.11 IMPLANTATION DES FORAGES

La distance minimale entre chaque sonde de 10 m. Si cette distance ne peut être respectée du fait de la géométrie du terrain sur lequel doivent être implantées les sondes, il conviendra d'augmenter la profondeur initiale de chaque sonde de 5 % pour toute diminution de la distance entre les sondes de 50 cm, et cela jusqu'à une distance minimale entre sondes de 5 m. Le Maître d'Ouvrage doit donner son accord écrit une fois tous ces éléments produits pour permettre une implantation à une distance inférieure à 10 m. En tout état de cause, deux sondes ne pourront pas être implantées à moins de 5 m de distance l'une de l'autre.

Concernant l'implantation des sondes en limite de propriété, il est recommandé de respecter la distance minimale de 5 m entre l'axe de chaque forage et la limite de propriété la plus proche, afin de prévenir les conflits d'usage. Si la géométrie du terrain ne permet pas de respecter cette distance de 5 m, la distance entre les sondes et la limite de propriété la plus proche pourra être réduite jusqu'à une distance incompressible de 2,50 m, à condition d'approfondir la profondeur initiale de chaque sonde de 5 % pour toute diminution de la distance avec la limite de propriété de 50 cm. Le Maître d'Ouvrage doit donner son accord écrit une fois tous ces éléments produits pour permettre une implantation à une distance inférieure à 5 m d'une limite de propriété. En tout état de cause, les sondes ne pourront pas être implantées à moins de 2,50 m de la limite de propriété.

Diamètre et profondeur des sondes géothermiques :

Le foreur déterminera, en concertation avec l'installateur du lot chauffage, les diamètres des tubes de sonde afin de limiter les pertes de charge, et d'optimiser la pompe de circulation. On pourra se référer aux prescriptions de la norme prNF X 10-960.

Diamètre du tube (mm) DN	SDR	PN	Dext (mm)	e min (mm)	Tolérance (mm)	e max (mm)	Profondeur unitaire maximum de forage (m)
25	11	16	$25 \begin{smallmatrix} - 0 \\ + 0,3 \end{smallmatrix}$	2,3	+ 0,4	2,7	70
32	11	16	$32 \begin{smallmatrix} - 0 \\ + 0,3 \end{smallmatrix}$	2,9	+ 0,5	3,4	150
40	11	16	$40 \begin{smallmatrix} - 0 \\ + 0,4 \end{smallmatrix}$	3,7	+ 0,5	4,2	250
40	9	20	$40 \begin{smallmatrix} - 0 \\ + 0,4 \end{smallmatrix}$	4,5	+ 0,6	5,1	350

En cours de forage, le foreur a l'obligation, sous la responsabilité du Maître d'Ouvrage, de réajuster la longueur des sondes, si les terrains ne permettent pas de fournir la puissance demandée. Dans ce cas, il interviendra auprès du Bureau d'études techniques et/ou du Maître d'Ouvrage pour augmenter la longueur des échangeurs. Ainsi, en aucun cas le réajustement ne sera prévu à la baisse.

2.12 DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement doit être déterminé de façon rigoureuse, car un sous-dimensionnement entraînera un appauvrissement du sol et une dégradation des performances.

Dimensionnement pour installation < 50kW :

Type de terrain	Puissance spécifique extraite	
	pour 1 800 h/an (W/m)	pour 2 400 h/an (W/m)
Valeurs générales indicatives		
— sous-sols pauvres (sédiments secs)	25	20
— sous-sols normalement rocheux, sédiments saturés en eau	60	50
— roches consolidées à conductivité thermique élevée	84	70
Roches spécifiques		
— graviers et sables secs	< 25	< 20
— graviers et sables saturés en eau	65 à 80	55 à 65
— argile humide	35 à 50	30 à 40
— calcaire massif	55 à 70	45 à 60
— grès	65 à 80	55 à 65
— granite	65 à 85	55 à 70
— basalte	40 à 65	35 à 55
— gneiss	70 à 85	60 à 70

Le dimensionnement sera réalisé par le bureau d'étude sur la base du tableau ci-dessus, le ratio utilisé usuellement est de 50W/m (suivant article 1-3 du décret n°78-498). Toutefois il est important de noter que la géologie et le nombre d'heures de fonctionnement de l'installation influent directement sur la puissance pouvant être extraite des forages. Une marge de sécurité doit être appliquée sur ce type de dimensionnement.

Le dimensionnement devra également être validé par le fabricant de la pompe à chaleur afin de garantir la pérennité de l'installation.

En cas d'absence de connaissance du sous-sol, le DTU 65.16 préconise de se limiter à une puissance extractible maximale de 35W/m.

3 FRAIS ANNEXES

La présente entreprise devra :

- La fourniture et la transmission :
 - Des plans de réservations
 - Des plans de synthèse avec autres lots
 - Des plans d'exécution
 - Notes de calcul chauffage, ventilation, plomberie sanitaire
- La mise en service, essais, de l'ensemble des équipements fournis et posés
 - Fiche d'auto-contrôle à remettre dans les DOE comprenant
 - Toutes les consignes et valeur demandées au CCTP et/ou par le maître d'ouvrage
 - Tous les paramètres de réglage
 - Toutes les valeurs des mesures effectuées
 - Les commentaires éventuels à soumettre aux utilisateurs des locaux
- La formation du personnel sur la conduite des équipements
- Programmation et réglages des consignes d'installation
- Opération d'entretien courant (remplacement des consommables, nettoyage des équipements)
- La fourniture et remise DOE et DIUO
 - À prévoir en 1 exemplaire + 1 version numérique (sur clé usb, fichier format PDF et DWG pour les plans)
- La fourniture des assurances spécifiques prises auprès des fabricants de matériels de chauffage. Notamment les certificats de garantie d'assurance garantissant pendant 2 ans l'utilisation de matériel. Que ce soit en n'importe quelle marque. Il en sera de même pour la fourniture des certificats de garantie de tous les matériels mis en œuvre.
- À ses frais, les dossiers des organismes de contrôle (Consuel, Bureau de contrôle)

4 OPTION

4.1 FORAGE

L'entreprise de forage devra être en mesure d'adapter la méthode de forage à la géologie rencontrée.

Les foreuses utiliseront la méthode du tubage à l'avancement, celles-ci devront permettre la récupération des boues de forages générées lors de la foration et permettre leur évacuation directe dans des bennes prévues à cet effet.

De plus les foreuses devront être en mesure d'utiliser l'ensemble des techniques de forages ci-dessous :

- Marteau fond de trou (MFT)
- Tri-lames
- Marteau excentré
- Rotary
- Forage à la boue

Les tubages utilisés auront un diamètre compris entre 151mm et 185mm.

La profondeur du forage sera de 280 m environ (2 sondes de 140m de prévus), profondeur repréciser en fonction du modèle définitif de PAC et sa puissance à l'évaporateur (se coordonner avec le chauffagiste)