



STRATEGEO
STRATEGIE ET GESTION DE L'EAU

APHP

CCTP - Géothermie sur nappe - Phase de reconnaissance

Construction de l'Hôpital Universitaire du Grand Paris Nord « HUGPN »

23 Avenue du Capitaine Glarner - Saint-Ouen (93)

Rapport n°A23157 V4 – 28/01/2025







APHP

Construction de l'Hôpital Universitaire du Grand Paris Nord « HUGPN »

23 Avenue du Capitaine Glarner - Saint-Ouen (93)

Dossier n° A23157 - CCTP - Géothermie sur nappe - Phase de reconnaissance

N° d'affaire	Date	Chargé d'affaire	Visa	Contrôlé par	Visa	Validé par	Visa	Contenu	Version
A23157	29/11/2024	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V1
A23157	20/12/2024	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V2
A23157	08/01/2025	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V3
A23157	10/01/2025	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V4
A23157	23/01/2025	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V5
A23157	28/01/2025	B. HILDEBRAND		C. MALEUVRE		JL. LACROIX		40 pages	V6

Conditions contractuelles :

- 🔹 Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager StratéGéo Conseil.
- 🔹 Les résultats du rapport sont valides pour une définition d'ouvrage, un site et une zone d'influence hydrogéologique spécifiques définis au moment de notre prestation.
- 🔹 A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le contenu du rapport et de le diffuser dans la limite des conditions contractuelles du contrat.







Construction de l'Hôpital Universitaire du Grand Paris Nord « HUGPN »

23 Avenue du Capitaine Glarner - Saint-Ouen (93)

Cahier des Clauses Techniques Particulières – Forage test

CCTP - Géothermie sur nappe - Phase de reconnaissance



Maitre d'Ouvrage	BET TECHNIQUE	BET CVC	BET Géothermie
APHP	INGEROP	OTEIS	StratéGéO Conseil
			
<p>AP-HP siège 55 boulevard Diderot, CS 22305, 75610 Paris cedex 12</p>	<p>18 rue des Deux Gares – CS 70081, 92563 Rueil- Malmaison Cedex Tél : +33(0)1 49 04 68 84</p>	<p>15-17 rue Raoul Nordling, 92270 Bois-Colombes Tél : + 33 (0)1 56 69 19 40</p>	<p>26 rue des Carriers Italiens, 91 350, Grigny Tél : +33 (0)1 75 30 25 20</p>



SOMMAIRE

1	GENERALITES.....	6
2	OBJET DU PRESENT MARCHE ET INTERVENANTS	8
2.1	OBJET DU MARCHE	8
2.2	INTERVENANTS DU PROJET.....	9
2.2.1	La Maîtrise d'Ouvrage.....	9
2.2.2	Le Maitre d'œuvre d'Exécution	9
2.2.3	Le Maitre d'œuvre thermique	9
2.2.4	Le Maitre d'Œuvre géothermie.....	9
2.3	PLANNING DES TRAVAUX.....	10
2.4	DOSSIER TECHNIQUE DE REPOSE DE L'ENTREPRISE.....	10
3	LIMITES DE PRESTATION DE L'ENTREPRISE	11
3.1	PRESTATIONS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE.....	11
3.2	PRESTATIONS NON COMPRISES	12
4	CONTEXTE DU PROJET	13
4.1	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	13
4.2	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	14
4.3	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	15
4.4	POLLUTION DU SITE	16
4.5	CONTEXTE DES TRAVAUX.....	18
5	PRESCRIPTIONS GENERALES	21
5.1	NORMES ET REGLEMENTS EN VIGUEUR	21
5.2	RESPONSABILITE DE L'EXECUTION DES PRESTATIONS.....	21
5.3	OBLIGATIONS DU TITULAIRE VIS-A-VIS DE LA SECURITE	22
5.4	COMPETENCE DU TITULAIRE.....	22
5.5	MODIFICATION DES TRAVAUX	23
6	ETUDES D'EXECUTION ET DEROULEMENT DU CHANTIER	24
6.1	ETUDES D'EXECUTION.....	24
6.2	PREPARATION ET INSTALLATION DU CHANTIER.....	25
6.3	IMPLANTATION DU FORAGE.....	25
6.4	DEROULEMENT DU CHANTIER ET LIVRAISON	26
6.5	REPLI DU CHANTIER.....	27
7	SPECIFICATIONS DES MATERIAUX ET MATERIELS	28
8	PRESCRIPTIONS DES TRAVAUX.....	29
8.1	PHASE DE FORAGE	29



8.2	PHASE DE CIMENTATION SOUS PRESSION.....	30
8.3	PHASE DE TUBAGE.....	31
8.4	PHASE DE GRAVILLONNAGE.....	31
8.5	PHASE DE NETTOYAGE ET DE DEVELOPPEMENT DU FORAGE.....	31
8.6	PHASE D'ESSAI DANS LE FORAGE.....	32
8.6.1	Pompage par paliers	33
8.6.2	Pompage de longue durée.....	33
8.6.3	Injection par paliers	33
8.6.4	Injection de longue durée.....	33
8.7	CONTROLES SUR LES FORAGES.....	33
8.8	DESINFECTION ET FERMETURE DU FORAGE	35
8.9	REBOUCHAGE EN CAS D'ECHEC	35
8.10	OPTION : EQUIPEMENT DU FORAGE	35
9	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES	36
10	RECEPTION DE L'INSTALLATION	37
ANNEXE 1 : DIAGNOSTIC POLLUTION (GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE ILE DE FRANCE)		
ANNEXE 2 : IMPLANTATION PREVISIONNELLE DE L'OUVRAGE		
ANNEXE 3 : COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE PREVISIONNELLE A PARTIR DU FOND DE FOUILLE ACTUELLE		



1 Généralités

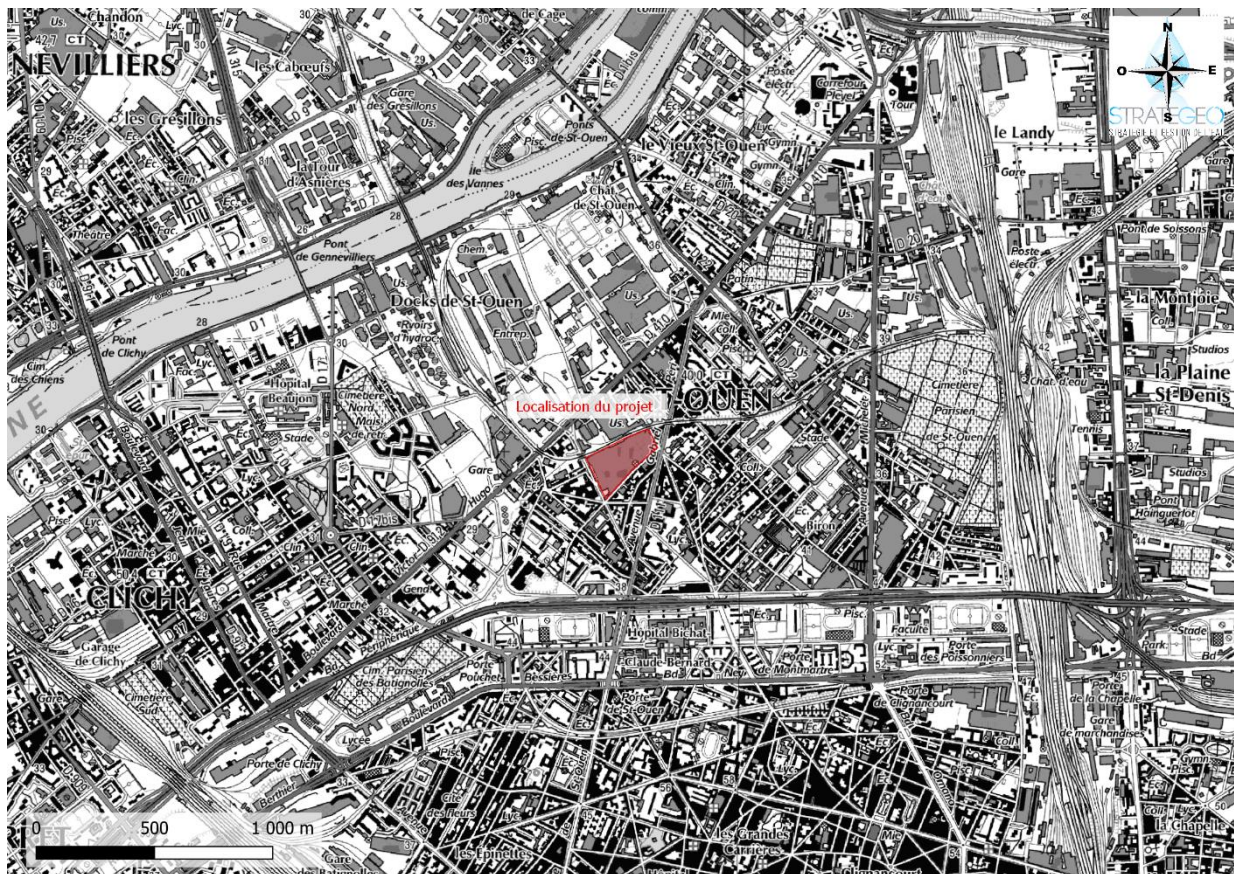
Client : APHP

Projet : Construction de l'Hôpital Universitaire du Grand Paris Nord « HUGPN »

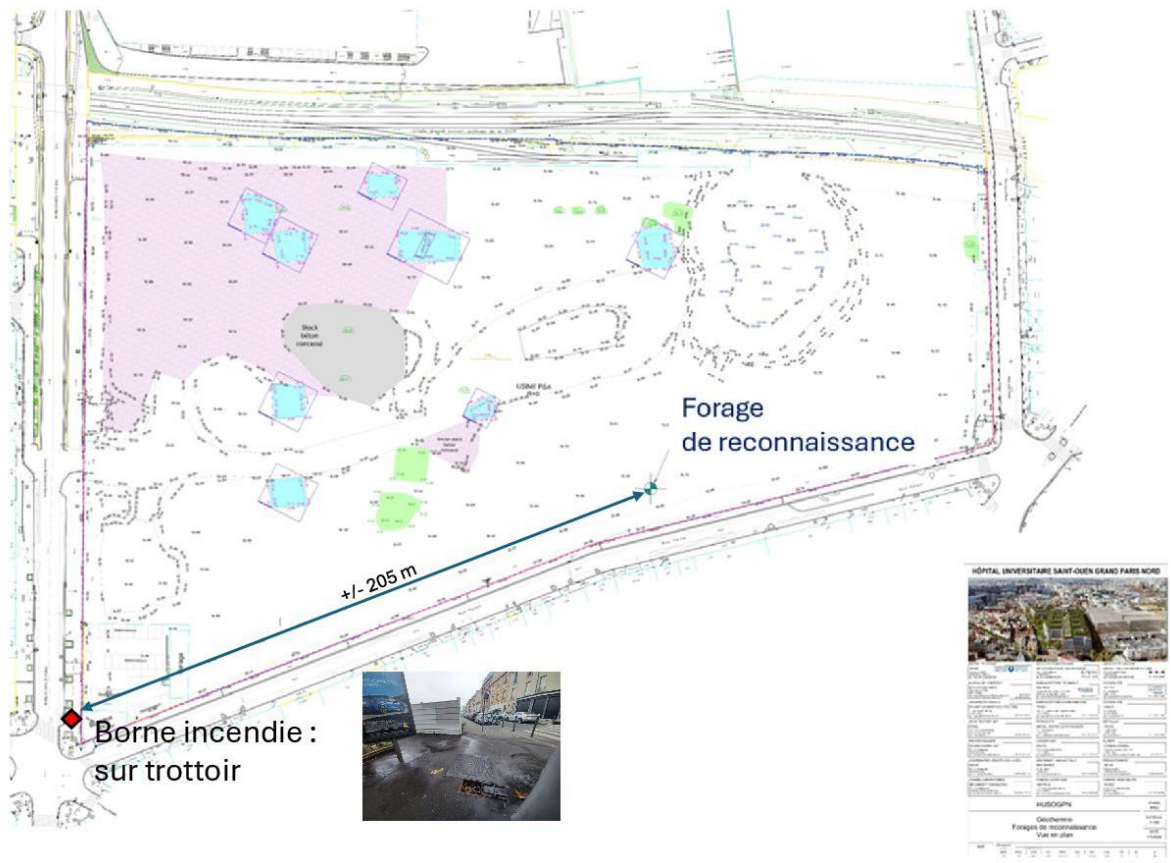
Adresse du chantier : 23 Avenue du Capitaine Glarner - Saint-Ouen (93)

Le projet de construction du nouvel Hôpital Universitaire du Grand Paris est situé au 23 Avenue du Capitaine Glarner à Saint-Ouen (93). La parcelle du projet était historiquement occupée par les usines PSA.

Les bâtiments sont actuellement démolis et la zone est libre d'accès.



(1) Localisation du projet sur fond de carte topographique (IGN)



(2) Plan topographique actuel et implantation prévisionnelle du forage (d'après plan INGEROP)
















(3) Zone de forage après démolition des bâtiments existants

2 Objet du présent marché et intervenants

2.1 Objet du marché

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) fixe les prescriptions et les conditions d'exécution d'un forage de reconnaissance géothermique sur la nappe du Lutétien dans le cadre du projet de construction du nouvel Hôpital Universitaire du Grand Paris à Saint-Ouen (93). Le débit d'exploitation géothermique recherché est de 65 m³/h.

Les travaux comprennent :

-  *Les démarches administratives pour la réalisation d'un forage géothermique y compris les demandes de voirie ;*
-  *L'implantation par un géomètre du point de forage, selon les coordonnées transmises ;*
-  *La réalisation d'une fouille manuelle pour la reconnaissance des réseaux si nécessaire et les travaux préparatoires pour l'accès et la mise en sécurité du site y compris plateforme de travail si nécessaire ;*
-  *L'amenée et repli du matériel de chantier ;*
-  *La réalisation d'un forage géothermique de reconnaissance ;*
-  *Le nettoyage et développement du forages ;*
-  *Les essais de pompage et/ou d'injection dans le forage ;*
-  *Les diagraphies de contrôle sur chaque ouvrage ;*
-  *L'analyse physico-chimique de la nappe ;*
-  *La fermeture provisoire de l'ouvrage ;*
-  *Le rapport de fin de travaux et interprétation ;*
-  *La gestion des déchets inhérents au chantier ;*
-  *La remise en état du site.*

Le CCTP a pour objet de faire connaître le programme général de l'opération et de définir les travaux, leur mode d'exécution et les conditions de réalisation. 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, les règles de l'Art, la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

2.2 Intervenants du projet

Maitre d'Ouvrage	BET TECHNIQUE	BET CVC	BET Géothermie
APHP	INGEROP	OTEIS	StratéGéo Conseil
			
AP-HP siège 55 boulevard Diderot, CS 22305, 75610 Paris cedex 12	18 rue des Deux Gares – CS 70081, 92563 Rueil- Malmaison Cedex Tél : +33(0)1 49 04 68 84	15-17 rue Raoul Nordling, 92270 Bois-Colombes Tél : + 33 (0)1 56 69 19 40	26 rue des Carriers Italiens, 91 350, Grigny Tél : +33 (0)1 75 30 25 20

2.2.1 La Maîtrise d'Ouvrage

(4) Coordonnées de la Maîtrise d'Ouvrage

Maitre d'Ouvrage	Adresse	Référent technique	Coordonnées
APHP	55 boulevard Diderot, CS 22305, 75610 Paris cedex 12	M. Julien CAILLET	06 46 53 19 67 julien.caillet@aphp.fr

2.2.2 Le Maître d'œuvre d'Exécution

(5) Coordonnées du BET Technique

Assistant Maitre d'Ouvrage	Adresse	Référent technique	Coordonnées
INGEROP	18 rue des Deux Gares – CS 70081, 92563 Rueil- Malmaison Cedex	Mme Sophie BOISSELON	06 13 17 82 27 sophie.boisselon@ingerop.com

2.2.3 Le Maître d'œuvre thermique

(6) Coordonnées du Maître d'Œuvre thermique

Maitre d'Œuvre	Adresse	Référent technique	Coordonnées
OTEIS	15-17 rue Raoul Nordling, 92270 Bois-Colombes	-	01 56 69 19 40 contact@oteis.fr

2.2.4 Le Maître d'Œuvre géothermie

(7) Coordonnées du Maître d'Œuvre géothermie



Maitre d'Œuvre	Adresse	Référent technique	Coordonnées
StratéGéo Conseil	26, rue des Carriers Italiens 91 350 Grigny	M. Brice HILDEBRAND	06 51 93 91 55 b.hildebrand@strategeo- conseil.fr




2.3 Planning des travaux

Compte-tenu du planning de l'opération, le Maitre d'Ouvrage souhaiterait réaliser le forage de reconnaissance dès que possible **en début d'année 2025** pour valider la productivité de la nappe.

Il est demandé à l'entreprise de proposer un planning optimisé en tenant compte de cette contrainte.

2.4 Dossier technique de réponse de l'entreprise

Dans le cadre de sa réponse, il est demandé à l'entreprise de fournir :

-  Une présentation de l'entreprise y compris moyens matériels et humains ;
-  Un programme détaillé des travaux ;
-  Un planning prévisionnel des travaux.



3 Limites de prestation de l'entreprise

Les limites de prestation figurant dans les paragraphes ci-après sont données à titre indicatif, afin de signifier à l'entreprise ou au groupement d'entreprise les principes de leurs limites d'intervention.

3.1 Prestations à la charge de l'entreprise





De manière générale, les prestations comprennent :

- 💧 *Les démarches administratives pour réaliser ce type d'installation (demande de voiries, DICT, déclaration GMI, etc.) ;*
- 💧 *La rédaction d'un PPSPS et d'une visite commune (le cas échéant) ;*
- 💧 *L'implantation sur site par un géomètre du point de forage selon les plans transmis ;*
- 💧 *L'aménagement des installations de chantier (barrière, clôture, base vie mobile, ...) ;*
- 💧 *La fourniture et le transport sur site de tous les matériaux et matériels nécessaires à la bonne exécution des travaux ;*
- 💧 *Un **approvisionnement autonome en électricité** nécessaire aux travaux (prestation à sa charge). Le choix du groupe électrogène devra respecter les normes en vigueur pour limiter les nuisances sonores et les risques de pollutions accidentelles ;*
- 💧 *La **fourniture en eau sera à la charge de l'entreprise**, y compris demande de puisage. Une BI a été identifiée sur le trottoir à l'angle de avenue du Capitaine Glarner et de la rue Farcot (Figure 2) ;*
- 💧 *La mise en sécurité du chantier ;*
- 💧 *La réalisation d'une fouille manuelle pour la reconnaissance des réseaux si nécessaire ;*
- 💧 *L'implantation, la réalisation et l'équipement du forage de reconnaissance ;*
- 💧 *Le nettoyage et développement du forage ;*
- 💧 *Les essais de pompage et d'injection selon la future utilisation du forage ;*
- 💧 *Les diagraphies de contrôle sur le forage et l'analyse physico-chimique de la nappe ;*
- 💧 *La fermeture provisoire du forage ;*
- 💧 *La gestion des déchets inhérents au chantier ;*
- 💧 *La remise en état du site ;*
- 💧 *La réalisation du Dossier de Ouvrages Exécutés.*



3.2 Prestations non comprises

Les prestations ne comprennent pas :

-  *Le choix de l'implantation du forage ;*
-  *Le choix des cotes d'arrêt de forage et d'équipement ;*
-  *Le choix des débits de pompage et d'injection pour les essais par paliers et de longue durée.*
-  *Les conditions d'arrêt des essais.*

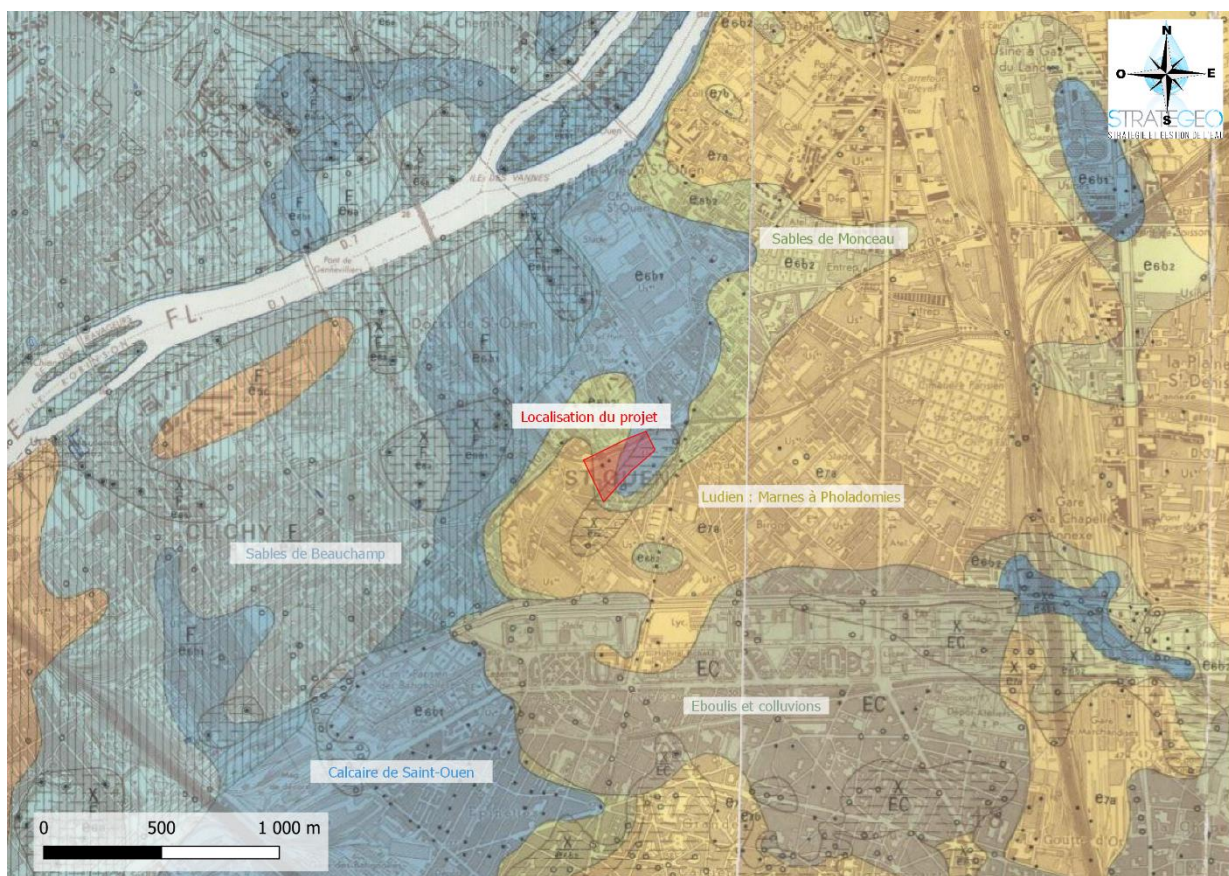


4 Contexte du projet

4.1 Contexte géologique

Le site d'étude se trouve au cœur du Bassin de Paris, vaste ensemble sédimentaire disposé en couches de terrains calcaires, argileux, sableux datant des ères secondaire et tertiaire (dépôts allant du Trias jusqu'au Quaternaire).

Localement, le projet est situé sur la plaine du Nord de Paris, dans une zone recouverte par des Marnes ludiennes, des Sables de Monceau et des Calcaire de Saint-Ouen.



(8) *Localisation du site sur fond de carte géologique au 1/25 000 (BRGM)*

D'après les données bibliographiques disponibles dans le secteur d'étude, il est possible de définir la coupe géologique prévisionnelle suivante au droit du site :

(9) *Succession lithologique au droit du site*

Age	Formation	Lithologie	Cote du toit (m NGF)	Profondeur du toit (m/sol)	Epaisseur (m)
-	Remblais et éboulis	Limons, sables marneux et Marnes	+34	0	~1 m
Bartonien	Sables de Monceau	Sables plus ou moins argileux	+33	1	3 m
Bartonien	Calcaire de Saint-Ouen	Marne crayeuse blanche devenant calcaire finement cristallin à sa base	+30	4	12 m
Auversien	Sables de Beauchamp	Sable fin à ciment argileux gris verdâtre	+18	16	10 m
Lutétien	Marnes et Caillasses	Alternance de marnes et calcaires avec passées de sables et de gypse en filon	+8	26	17 m
	Calcaire Grossier	Calcaire marin sublithographique gréseux à sa base et glauconieux	-9	43	22 m
Yprésien	Sables de Cuise	Sable gris	-31	65	23 m
	Argile de l'Yprésien	Argiles bigarrées	-54	88	23 m
	Marnes du Montien	Marnes sableuses	-77	111	5 m
Campanien	Craie blanche de Meudon	Craie blanche	-82	113	> 100 m

D'après le relevé topographique, le fond de fouille actuel s'établi vers +31,60 m NGF dans la zone de forage.

Par ailleurs, il est à souligner la potentielle présence de gypse au sein des Marnes et Caillasses dans cette zone. La dissolution de gypse peut provoquer la formation de cavités plus ou moins importantes dans le sous-sol pouvant générer des fontis.

Dans le secteur proche, certains sondages ont montré des anomalies de décompression. Cette spécificité devra être prise en compte par l'entreprise de forage notamment pour la gestion des volumes de cimentation.

4.2 Contexte hydrogéologique

L'analyse du contexte géologique et hydrologique proposé aux paragraphes précédents permet d'identifier différentes nappes au droit du projet :



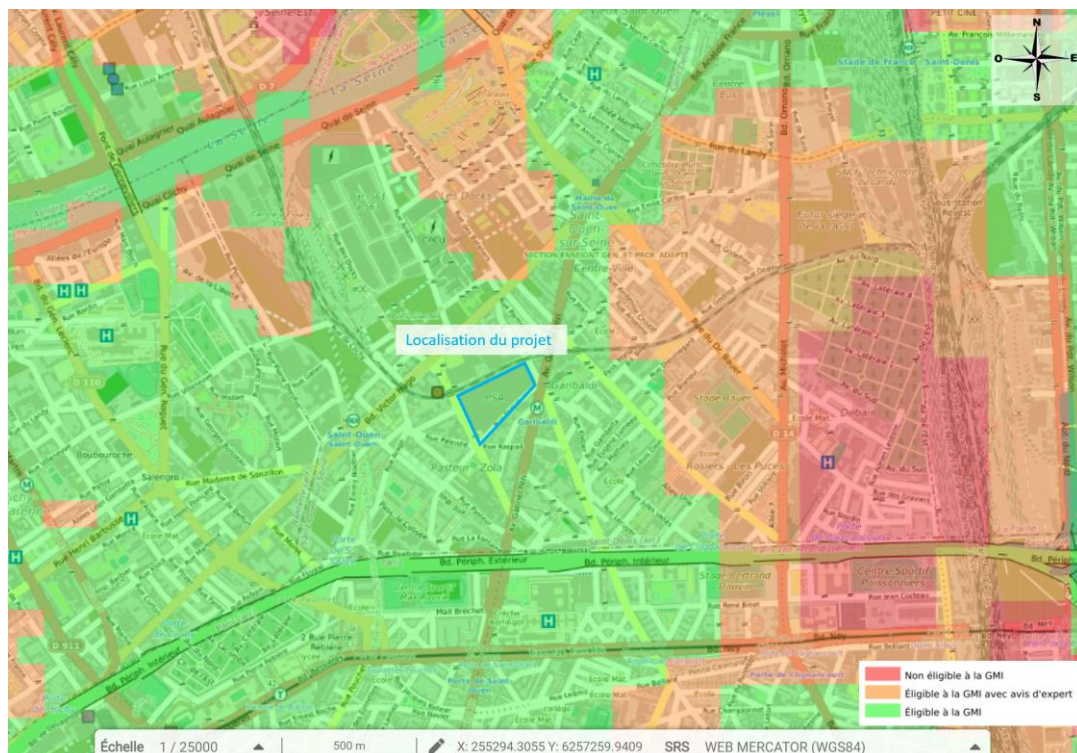
- **La nappe superficielle** contenue dans les Alluvions de la Seine et circulant dans les Calcaires de Saint-Ouen ainsi que dans les niveaux médians peu perméable des Sables de Beauchamp ;
- **La nappe du Lutétien**, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier, et dont la base est constituée par les Argiles de Laon lorsqu'elles sont présentes ;
- **La nappe de l'Yprésien**, contenue dans les Sables du Soissonais, et dont la base est constituée par l'Argile plastique.

Compte-tenu de la profondeur de la nappe de l'Yprésien, c'est la nappe du Lutétien qui sera recherchée dans le cadre de ce projet. A ce stade du projet, il est supposé :

- Un sens d'écoulement dirigé vers le Sud-Ouest avec un gradient de 2 ‰ ;
- Un niveau piézométrique entre +25 et + 27 m NGF selon la période de l'année.

4.3 Contexte réglementaire

Le projet se situe en zone verte et est donc soumis à déclaration au titre de la Minime Importance (« Eligible à la GMI ») :



(10) *Extrait de la cartographie de la GMI -- Boucle ouverte*

L'entreprise devra réaliser à sa charge la télédéclaration du forage au titre de la Géothermie de Minime Importance (GMI).

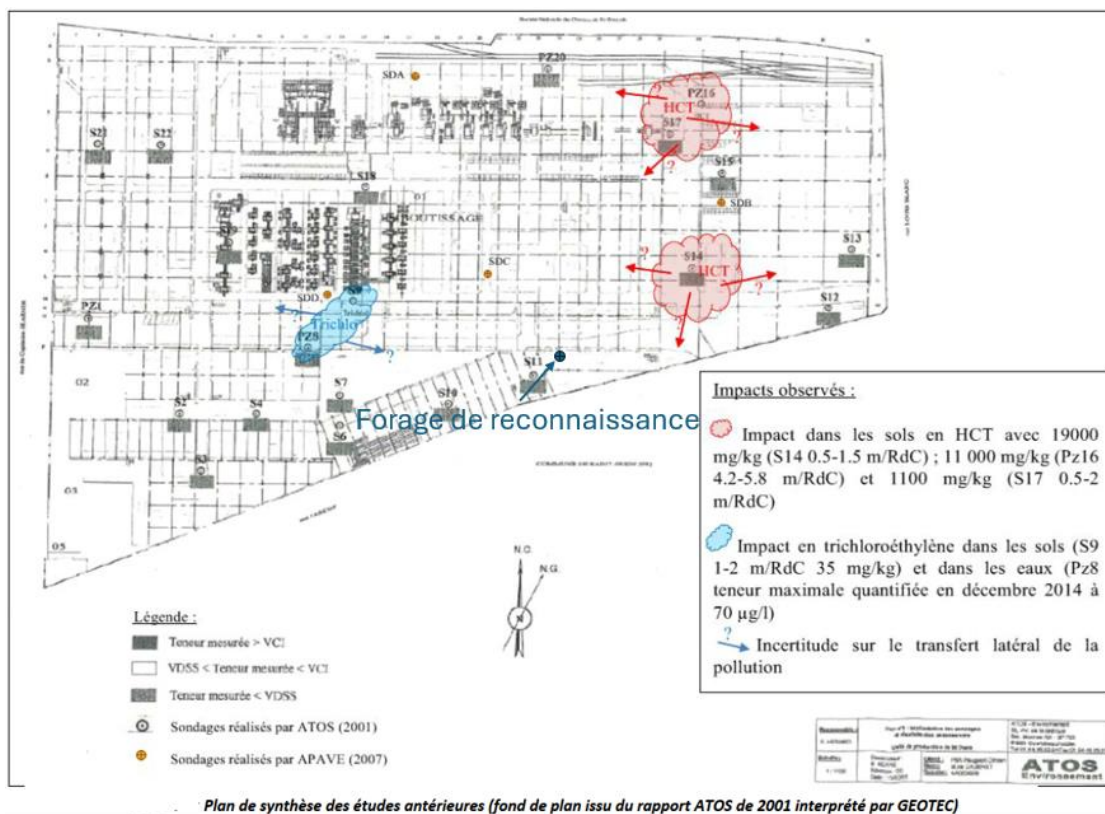


4.4 Pollution du site

Le diagnostic pollution de l'entreprise Géotechnique appliquée Ile de France de 2019 a pu mettre en évidence dans les sols :

- une pollution concentrée en hydrocarbures au droit de certains sondages notamment localisés au nord de la parcelle ;
- des teneurs en HAP jugées comme étant anormales ;
- L'absence de teneurs en pollution concentrée pour le tétrachloroéthylène et présence de 2 teneurs jugées comme anormales pour le trichloroéthylène.

Concernant la nappe souterraine, un impact en solvant a pu être identifié au droit du piézomètre PZ8 et un impact en HCT au droit de PZ16 (voir Figure 11).



(11) Localisation des pollutions (Source : Géotechnique appliquée Ile de France)

Au droit du forage M6-10 réalisé par Géotechnique appliquée Ile de France le 26/12/2018 dans la zone du forage de reconnaissance (maille M6-10) seules des traces noires ont été observées (voir Figure 12).

**GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE
ILE DE FRANCE**
3 Avenue des chaumes
75180 Montigny le Bretonneux
Tél : 01 61 37 22 90
Fax : 01 61 37 22 91
Mail : geotechnique@geotechnique-ill.fr

Forage : M6-10

Date : 26/12/2018
Echelle : 1/45

ST Ouen (PSA)

Profondeur : 9,00 m
Machine : GTP
Angle :

Affaire : GAIDF 17399-1

Cote :
X :
Y :

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Observations Organoleptiques	Outil
0,00					
0,30		Dalle de béton		APSO	
0,90		Remblais marno-graveleux avec alternance de banc blanchâtre à noirâtre avec des débris de brique rouge et cailloux	M6-10 0,3 - 0,9 m/TA	Couleur noire, sans odeurs PID = 0 ppm	
1,50		Remblai marneux marron foncé à noirâtre avec petits cailloux calcaires blancs	M6-10 0,90 - 1,5 m/TA	Couleur noire, sans odeur PID = 0 ppm	
2,50		Sable marneux marron clair à jaunâtre à blanchâtre	M6-10 1,80 - 2,50 m/TA	APSO PID = 0 ppm	
3,00		Marne sableuse beige verdâtre avec légères traces noires	M6-10 2,5 - 3 m/TA	Traces noire, sans odeur PID = 0 ppm	
9,00		Marne beige à rose	M6-10 3 - 4 m/TA	APSO PID = 0 ppm	Ø3mm

Observations :
APSO : Aspect Propre et Sans Odeur

EXGTE 2.36

(12) Coupe du forage M6-10 (Source : Géotechnique appliquée Ile de France)

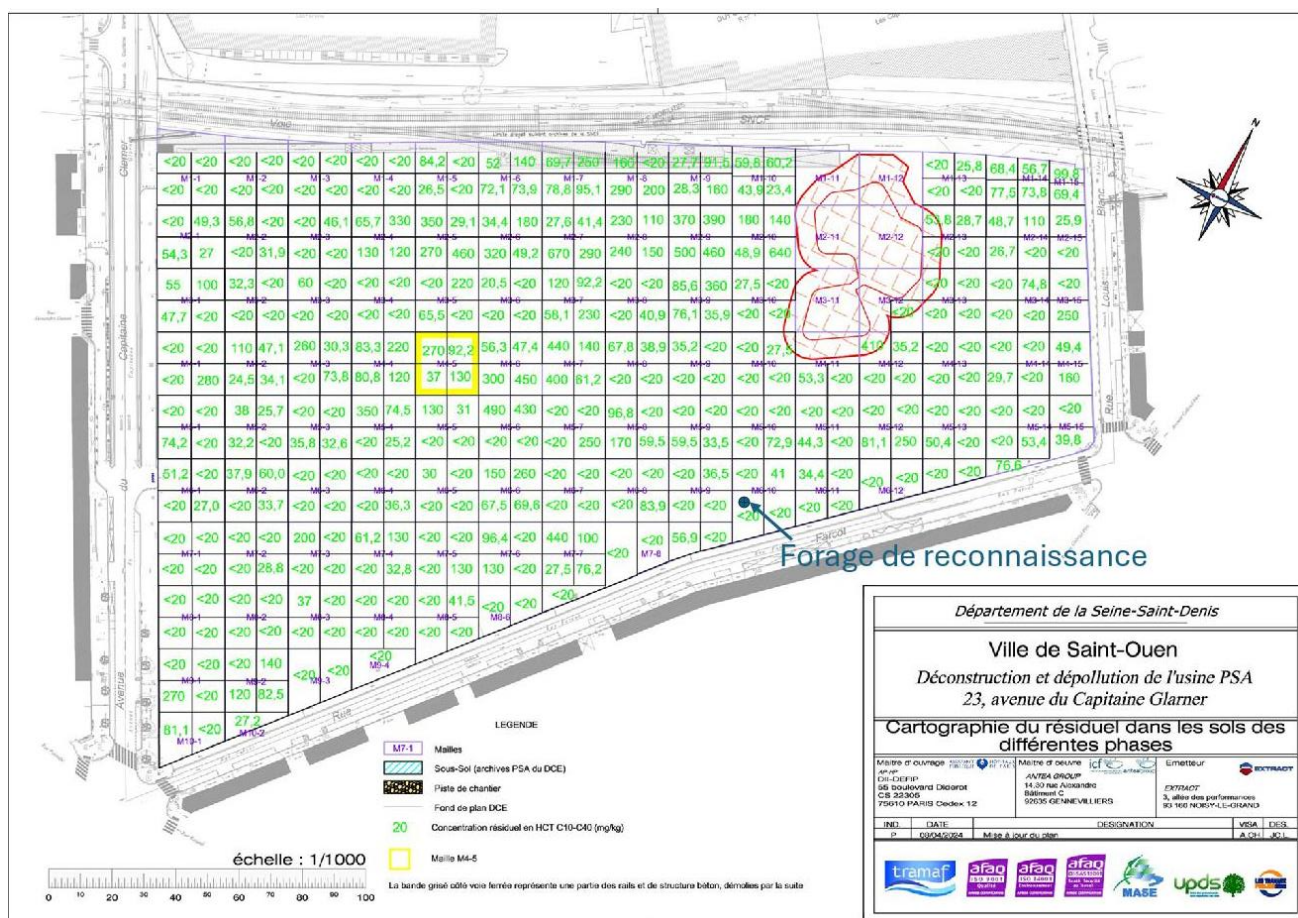
Le diagnostic pollution est présenté en Annexe 1.

Suite au diagnostic, le site a fait l'objet d'une dépollution aux HCT réalisé par l'entreprise EXTRACT/VALGO jusqu'en mars 2023.

D'après la cartographie du résiduel dans les sols présentée ci-dessous (Figure 11) , le forage de reconnaissance ne semble pas être situé dans une zone polluée (maille M6-10).

Au droit du forage de reconnaissance, les trois premiers mètres ont été excavés.





(13) Cartographie du résiduel dans les sols des différentes phases (source : Extract)

Bien que la zone du forage de reconnaissance ne semble pas impactée par la pollution, une attention particulière sera portée à la qualité des terrains excavés et des eaux d'exhaure. En cas de suspicion de pollution (présence de forte odeur), les terrains devront être transférés vers une filière de valorisation adaptée et les bons de suivi d'évacuation devront être fournis par l'entrepreneur. En l'absence de suspicion de pollution, les terres pourront être évacuées vers une Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI).

4.5 Contexte des travaux

Le forage de reconnaissance sera réalisé **depuis le fond de fouille existant établi à +31,70 m NGF environ** (soit 2,3 m de décaissement par rapport au terrain naturel initial). La zone sera par la suite remblayée jusqu'à la côte +34 m NGF en zone de pleine terre au droit des forages injecteurs.

La parcelle est dépourvue de branchement eau et en électricité.

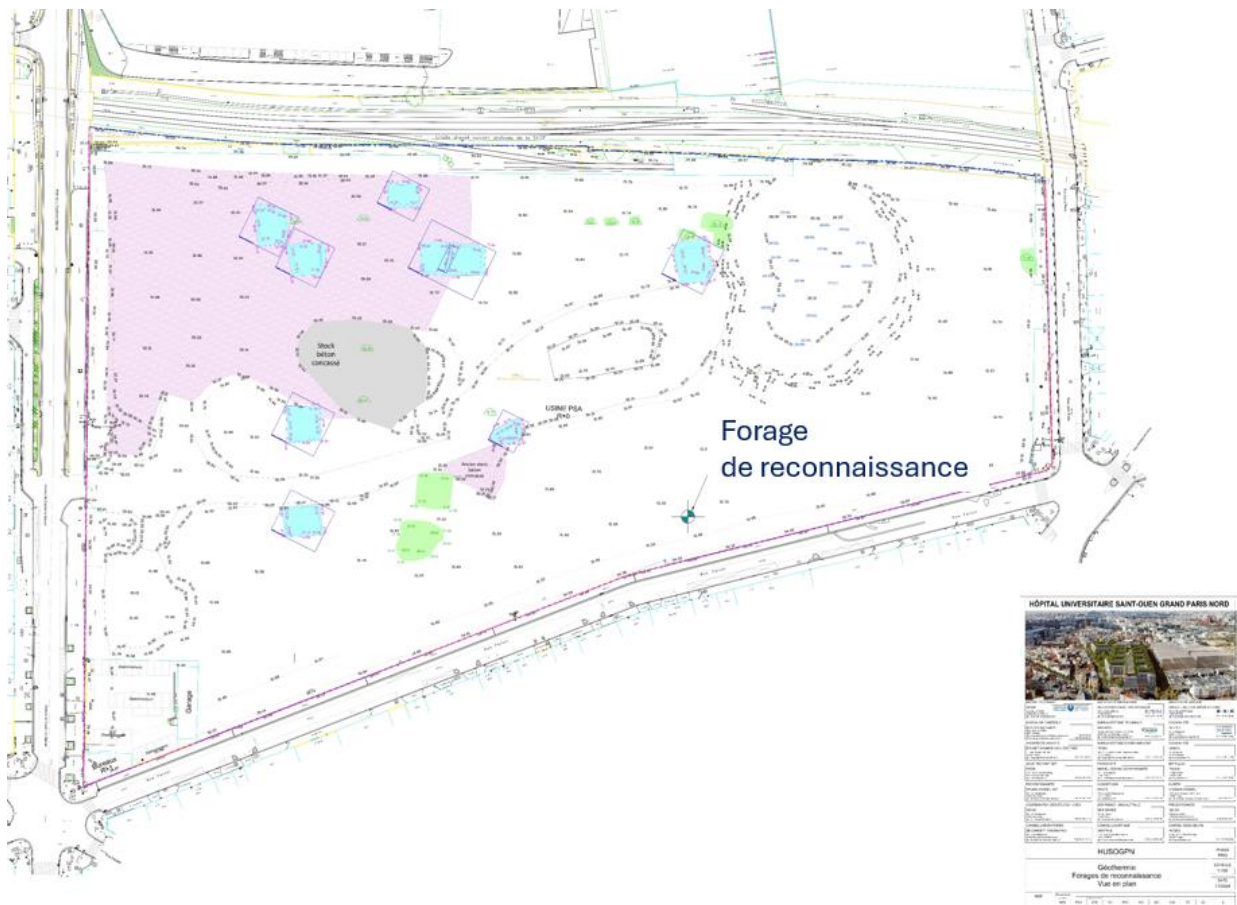
L'entreprise devra prévoir :



- Un **approvisionnement autonome en électricité** nécessaire aux travaux (prestation à sa charge). Le choix du groupe électrogène devra respecter les normes en vigueur pour limiter les nuisances sonores et les risques de pollutions accidentelles ;
- La **fourniture en eau sera à la charge de l'entreprise** (y compris demande de puisage) ;

Le forage de reconnaissance sera réalisé au droit d'un des deux forages de réinjection.

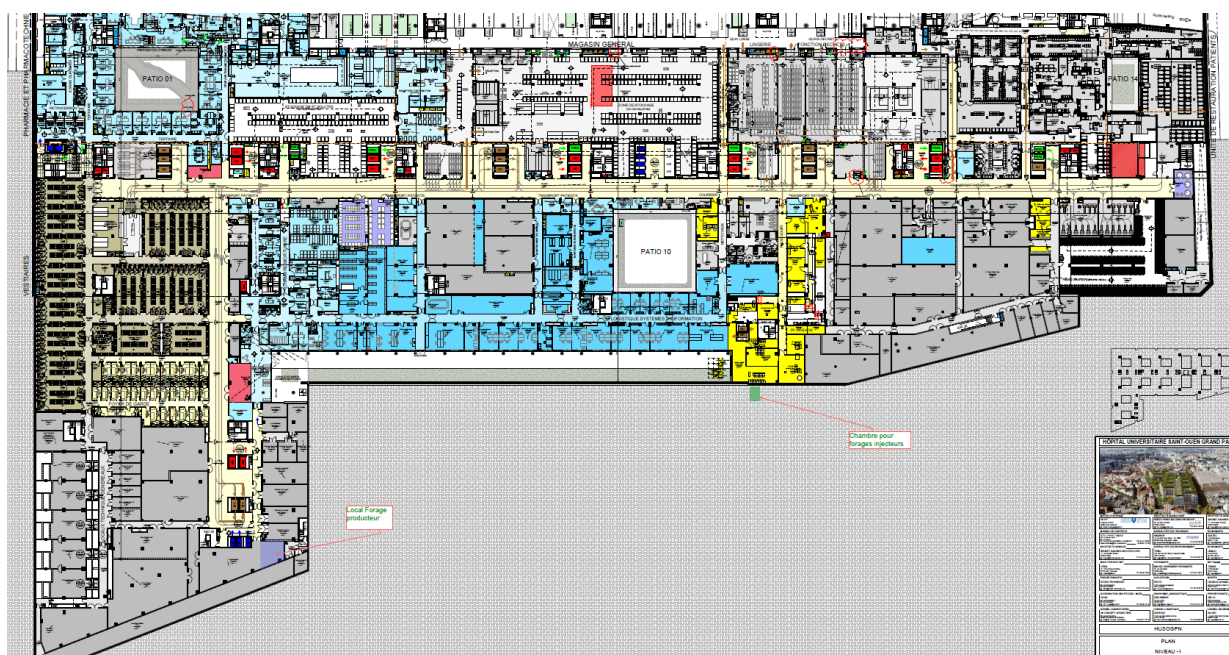
L'implantation prévisionnelle du forage de reconnaissance est présentée en figure suivante et en **Annexe 2**.



(14) Implantation prévisionnelle du forage sur plan topographique actuel (d'après plan INGEROP))

A titre informatif, le projet prévoit à terme un forage de pompage et deux forages de réinjection. L'implantation prévisionnelle des trois forages est présentée en figures 12 et 13.

Le forage de reconnaissance sera conservé en phase définitive et utilisé comme forage de réinjection.



(15) *Implantation prévisionnelle des forages sur plan du sous-sol R-1 (Ingérop)*


5 Prescriptions générales

5.1 Normes et règlements en vigueur


Les travaux de géothermie seront exécutés suivant les règles de l'Art et conformément aux normes et documents techniques en vigueur comme notamment :

 *Code Minier, dont :*

- Le décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015 modifiant le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 modifié relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie, le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains, l'annexe de l'article R. 122-2 et l'article R. 414-27 du code de l'environnement ;
- L'arrêté du 25 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance ;
- L'arrêté du 25 juin 2015 relatif à la qualification des entreprises de forage intervenant en matière de géothermie de minime importance ;

 *Code de l'Environnement*, notamment l'Article R122-2 qui définit les conditions dans lesquelles certaines installations, ouvrages, travaux ou activités sont soumis à un examen au cas par cas pour déterminer la nécessité d'une évaluation environnementale.


 *Code de la Santé Publique ;*

 *Norme NF X10-999 relative au « Forage d'eau et de géothermie - Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages » (août 2014).*

5.2 Responsabilité de l'exécution des prestations

Le titulaire est seul responsable des dommages que l'exécution des travaux peut causer directement ou indirectement :

 *A son personnel ou à des tiers ;*

 *A ses biens, aux biens appartenant au Maître d'Ouvrage ou à un tiers.*

Le titulaire livrera des ouvrages finis et complets en ordre d'usage et de marche, y compris la fourniture, le transport, la mise en place, l'alimentation, le raccordement ainsi que le réglage de tous les appareils et organes nécessaires au bon fonctionnement de l'installation livrée.

Si au cours des travaux, le titulaire se trouvait dans l'impossibilité de continuer le forage commencé (matériel bloqué, trou dévié ou effondré, équipement déformé, etc.), il devra en aviser aussitôt le Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre qui se réservent le droit de faire exécuter un trou de remplacement à proximité du forage abandonné. **Le forage abandonné sera comblé dans les règles de l'Art et conformément à la réglementation, et ce à la charge du titulaire.**

Le titulaire s'engage à mettre en sécurité son chantier et à affecter du personnel possédant les qualifications requises pour effectuer tous les travaux demandés.

Le titulaire doit informer le maître d'ouvrage de toute anomalie susceptible d'empêcher le bon déroulement des travaux ou de l'exploitation de l'installation.

Le titulaire doit laisser les lieux propres pendant et après l'exécution de ses prestations.

5.3 Obligations du titulaire vis-à-vis de la sécurité

L'entrepreneur se conformera à tous les règlements de sécurité en vigueur dont notamment :

- 💧 *Code du travail ;*
- 💧 *Décret « sécurité chantier » n°94-1159 du 26 décembre 1994 ;*
- 💧 *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.*

L'entreprise titulaire devra mettre en place tous les dispositifs assurant la sécurité du chantier, notamment pour des travaux sur voiries privées ou publiques : moyens de clôture ou signalétique de chantier, moyens d'appel de secours (téléphone, liste téléphonique d'appel d'urgence).

Remarque :




En cas d'utilisation de produit chimique dangereux (comme notamment de l'acide chlorhydrique ou sulfamique), l'entreprise de forage devra mettre en œuvre une protection spécifique sur le chantier pour le public et pour ses équipes, notamment des détecteurs 4 gaz. En cas de manquement, le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité d'arrêter le chantier sur le champ jusqu'à la mise aux normes de l'entreprise.

5.4 Compétence du titulaire

L'entrepreneur signataire du marché devra disposer d'au minimum un référent technique ainsi que des moyens techniques adaptés au regard de l'ampleur des travaux envisagés et des enjeux identifiés, mentionnés aux articles L. 161-1 du code minier. Il doit notamment disposer pour chacun de ses chantiers d'un bac mélangeur et d'une pompe à injection de coulis ou de ciment adaptés aux travaux de forage réalisés.



Il garantira la bonne exécution des travaux conformément :

-  Aux spécifications du cahier des charges ;
-  Aux règles de l'Art en vigueur dans la profession, notamment à la Charte de qualité des entreprises de forage géothermique (SFEG) dont il doit être adhérent ;
-  A la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

5.5 Modification des travaux

Le Maître d'œuvre géothermie se réserve expressément toute liberté de modifier le plan d'exécution des travaux pendant les phases de chantier, en fonction des conditions rencontrées durant le chantier, en restant dans le cadre du bordereau des prix.

Les caractéristiques techniques (profondeur, diamètre, équipement), ainsi que toutes les autres prestations et quantités portées au devis, ne sont données qu'à titre indicatif.

Ces données ne pourront être fixées définitivement qu'au cours des travaux, en tenant compte des observations qui auront été faites, tant au sujet de la nature des terrains que de la qualité et de la quantité des eaux rencontrées. **Ainsi, l'entreprise devra pouvoir adapter la coupe technique du forage et notamment les linéaires de tubage en adéquation à la lithologie et ce sans nécessiter un arrêt du chantier. Il devra anticiper ces contraintes dans la livraison de ses matériaux.**

Par ailleurs, il pourra, dans les mêmes conditions, réduire la durée des pompages ou d'essais ou demander des essais complémentaires.

Toute modification substantielle non prévue au marché et nécessitant un ajustement technique ou financier significatif, sera encadrée par une clause de réexamen. Cette clause s'appliquera en cas de modification des caractéristiques techniques initiales due à des contraintes imprévues (nature du sous-sol, présence de cavité).

Dans ce cas, un avenant au marché sera établi, précisant les nouvelles modalités techniques et financières, en accord avec le Maître d'Ouvrage.

Toute modification des travaux devra faire l'objet d'une validation écrite préalable par le Maître d'Ouvrage, après avis du Maître d'Œuvre.

6 Etudes d'exécution et déroulement du chantier

6.1 Etudes d'exécution

Dans le cadre de ses prestations **et ce avant le démarrage des travaux**, l'entrepreneur devra transmettre à la Maîtrise d'œuvre géothermie un dossier d'exécution présentant l'ensemble des techniques et matériels qui seront utilisés dans le cadre de ses prestations. On y retrouvera notamment :

- 💧 *Un planning d'intervention y compris délais des études d'exécution ;*
- 💧 *Les démarches administratives pour réaliser ce type d'installation (demande de voiries, DICT, etc.) ;*
- 💧 *La rédaction d'un PPSPS avec une visite d'inspection commune (le cas échéant) ;*
- 💧 *Les plans d'installation de chantier pour chaque phase (y compris la phase d'acidification) :*
 - *Matériel et balisage ;*
 - *Circulation ;*
 - *Evacuation.*
- 💧 *Le plan d'implantation du forage ;*
- 💧 *Les coupes prévisionnelles géologiques et techniques ;*
- 💧 *La procédure d'exécution des travaux envisagées ;*
- 💧 *Les caractéristiques techniques des têtes de forages ;*
- 💧 *Les caractéristiques et fiches techniques de l'équipement du forage et des substances utilisées avec leur fiche FDS (tubage acier, tubage PVC, massif filtrant, ciment, acide...) ;*

Ces documents d'exécution compléteront les éléments du mémoire technique comprenant notamment :

- 💧 *Les intervenants et l'organigramme ;*
- 💧 *L'ensemble des certificats de formation du personnel intervenant sur le chantier ;*
- 💧 *Les caractéristiques des moyens techniques mis en œuvre (poids et taille des engins, etc.) ;*
- 💧 *Un document sur les procédures associées aux aléas, notamment hydrogéologiques, prévisibles au regard du contexte local.*

6.2 Préparation et installation du chantier

L'entrepreneur devra 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. Tous les aménagements qu'il jugera utile pour accéder au site et la mise en place de sa machine seront à sa charge.

Avant toute installation de matériel de chantier, l'entrepreneur aura réalisé à sa charge l'ensemble des prestations suivantes :

- 💧 *réalisé les déclarations de travaux (DT) et d'intention de commencement de travaux (DICT) ont été réalisées de manière conjointe par ses propres soins ;*
- 💧 *réalisé la télédéclaration de la Géothermie de Minime Importance (GMI) ;*
- 💧 *réalisé les demandes pour occuper les voiries ;*
- 💧 *repéré point de rejet des eaux pompées et un accès à l'eau suffisant pour la réalisation des travaux (y compris pour les essais d'injection). L'autorisation de rejet des eaux de nettoyage et de pompage devra être obtenue par l'entrepreneur auprès de la commune et de l'exploitant du réseau ;*
- 💧 *prévu un **approvisionnement autonome en électricité** nécessaire aux travaux (prestation à sa charge). Le choix du groupe électrogène devra respecter les normes en vigueur pour limiter les nuisances sonores et les risques de pollutions accidentelles ;*
- 💧 *prévu la **fourniture en eau sera à la charge de l'entreprise** (y compris demande de puisage) ;*
- 💧 *anticipé l'aménagement du site pour l'installation chantier.*

Le groupe électrogène sera insonorisé. L'entrepreneur informera les riverains des phases du chantier les plus bruyantes et des raisons pour lesquelles elles le sont avec un affichage (A4) sur les palissades du chantier indiquant la date des essais, les horaires et les coordonnées du responsable.

Si les conditions d'occupation et de circulation du site le nécessitent, à la demande du Maître d'Ouvrage, l'amenée et le repli du matériel pourront être réalisés lorsque le site est inoccupé ou en fonctionnement réduit (nuit et/ou weekend). L'entrepreneur prendra à sa charge l'immobilisation de la machine le cas échéant.

6.3 Implantation du forage

L'implantation prévisionnelle du forage est proposée en **Annexe 2**. 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 2 m des conduites d'assainissement d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines et à plus de 5 m des ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité (distances portées à 35 m sans étanchéité entre les



conduites et les horizons géologiques). **La position X, Y et Z exacte de l'ouvrage devra être piquetée par un géomètre à la charge de l'entreprise.**

L'entreprise réalisera un avant trou au droit des points de forages, en cas de doute sur les réseaux souterrains.

6.4 Déroulement du chantier et livraison

L'entreprise devra affecter un personnel suffisant et 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 d'un dispositif de sécurité réglementaire.





Le **responsable de Chantier Propre** sera garant de la propreté du chantier y compris de la zone de cantonnement et veillera à la bonne mise en place des moyens limitant les pollutions et nuisances et veillera à la bonne gestion des déchets. Il assurera également la sensibilisation du personnel sur la bonne tenue du chantier.

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'entreprise 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 hydrogéologiques.

L'entreprise s'engage à informer le Maître d'œuvre géothermie de l'avancement du chantier à chaque fin de demi-journée. L'absence d'information régulière sur l'avancement du chantier par le chef sondeur sur place peut être un motif d'arrêt de chantier sans dédommagement pour l'entreprise.

Le chef de chantier tiendra à jour, et à la disposition du Maître d'œuvre géothermie, un carnet mentionnant quotidiennement (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, les zones de perte ;*
-  *Les cotes et diamètres des tubages, leur nature et épaisseur, mode et profondeur des fixations, profondeur des centreurs ;*
-  *Le mode de préparation et la composition du laitier de cimentation, le mode d'injection et le suivi des paramètres, les volumes injectés ;*



- *La nature, la granulométrie, les volumes injectés du massif de gravier, la méthode de pose, les cotes sommitales et basales ;*
- *Le mode de développement et le matériel utilisé, les quantités de réactif, les durées de réaction et de l'opération, les résultats obtenus, le nettoyage mis en œuvre ;*
- *Les incidents au cours des travaux.*

Lors de la foration, un échantillon de terrain traversé devra être prélevé tous les mètres 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.

L'évacuation des terres et des boues de forage sera faite par l'Entrepreneur et à ses frais vers une Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI). Il est interdit de déverser des produits dans les bouches d'évacuation 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.

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.

Les opérations d'acidification ou autres opérations non compatibles avec l'occupation du site (sales, bruyantes, etc.) pourront être réalisées lorsque le site est inoccupé ou en fonctionnement réduit (nuit et/ou weekend).

Enfin, en cas de livraison de produit potentiel dangereux, comme notamment des produits chimiques pour stimuler le réservoir aquifère, l'entreprise devra se conformer à la réglementation en vigueur et présenter les bons de livraison avec les autorisations de conduite de l'entreprise ayant livrée les produits chimiques. En cas de manquement, le Maître d'Œuvre se laisse la possibilité de faire retourner le produit livré aux frais de l'entreprise et d'arrêter le chantier sans dédommagement jusqu'à sa mise aux normes.

6.5 Repli du chantier

Après le repli des équipements de chantier, toutes les mesures à mettre en œuvre pour la remise en état du site sera à la charge de l'entrepreneur (équipements éventuellement déplacés, voiries et espaces verts dégradés, etc.). Si les conditions d'occupation et de circulation du site le nécessitent, et à la demande du Maître d'Ouvrage, seuls les transports exceptionnels seront autorisés à être réalisés de nuit.



7 Spécifications des matériaux et matériels

L'entreprise 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. 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 aquifères. 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.

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 offrant le maximum de garanties contre les risques de corrosion, de rupture et d'écrasement des tubes et des crépines. 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, extérieurs, slots, % des vides) des tubes et crépines qu'il compte employer. Néanmoins, les tubages cimentés seront en acier et les équipements en INOX.

Le ciment utilisé devra être de type CEM III conforme à la norme NF EN 197-1 dont la nature et les proportions des constituants secondaires devront être indiquées dans le dossier technique d'exécution. En cas de forage au rotary, l'entreprise joindra à son offre la documentation concernant tous les produits dont elle fera usage ainsi que les contraintes de mise en œuvre.

Enfin, le massif filtrant sera constitué de gravier de nature siliceuse, naturel, propre, roulé et dont la granulométrie devra en être déterminée.



8 Prescriptions des travaux

Avant le démarrage des travaux, l'entreprise devra prévoir une chloration de son matériel par aspersion d'eau chlorée ou par bain chloré afin d'éviter toute contamination de l'aquifère.

L'**Annexe 3** présente la coupe lithologique et technique prévisionnelle de l'ouvrage à réaliser. Un contrôle du fond de trou de chaque ouvrage sera régulièrement effectué durant toute la foration.

Toutes les variantes ou autres dispositions techniques que l'entrepreneur jugerait plus appropriées seront prises en compte. Cependant, dans tous les cas, l'entreprise devra répondre à la solution de base décrite.









Si au cours des travaux l'Entrepreneur se trouvait dans l'impossibilité de continuer les forages commencés (matériel bloqué, trou dévié ou effondré, équipement déformé, etc.), il devra en aviser aussitôt le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre qui se réservent le droit de faire exécuter un trou de remplacement à proximité du ou des forages abandonnés. **Les forages abandonnés seront comblés dans les règles de l'Art et conformément à la réglementation, et ce à la charge de l'Entrepreneur.**

Ainsi, l'entreprise devra pouvoir adapter la coupe technique du forage et notamment les linéaires de tubage en adéquation à la lithologie et ce sans nécessiter un arrêt du chantier. Il devra anticiper ces contraintes dans la livraison de ses matériaux.

8.1 Phase de forage

Les forages seront réalisés selon la méthodologie suivante.

Les profondeurs sont données par rapport au fond de fouille actuel établi vers une cote de +31,70 m NGF.

-  Foration en Ø 609 mm de 0 à 10 m de profondeur par la méthode du rotary boue
-  Mise en place d'un tube acier Ø 508 mm et cimentation des terrains de 0 à 10 m ;
-  Foration en Ø 444 mm de 10 à 40,5 m de profondeur par la méthode du rotary boue ;
-  Mise en place d'un tube acier Ø 323 mm et cimentation des terrains de 0 à 40,5 m ;
-  Foration en Ø 311 mm de 39 à 62,5 m de profondeur par la méthode du rotary boue ;
-  Pose d'un tube INOX Ø 219 mm de 36 à 39 m pour réserve à graviers ;
-  Une colonne captante en INOX fil enroulé (slot 2 mm) de diamètre Ø 219 mm de 39 à 61,5 m/sol avec centreurs ;
-  Un tube de décantation en INOX de diamètre Ø 219 mm de 61,5 à 62,5 m/sol avec bouchon de fond ;



- *Mise en place de massif filtrant de type gravier siliceux de 37 à 62,5 m/sol par circulation d'eau au travers d'une canne d'injection.*

La colonne captante (tube plein, crépine et fond de décantation) sera en INOX 316.

Les caractéristiques des boues seront soigneusement suivies en continu à l'aide d'un dispositif adapté (densitomètre, viscosimètre, filtre-presse, teneur en sable et pH), et tout mauvais résultat fera immédiatement l'objet d'un traitement correctif adapté.

L'entreprise mesurera le niveau statique de la nappe avant le démarrage de la foration de l'aquifère. La décision d'arrêt de la foration sera prise par le Maître d'Œuvre Géothermie.

L'entrepreneur procédera à une mesure du top gravier à chaque grande phase (après la pose, après les phases de nettoyage et de développement...).

8.2 Phase de cimentation sous pression

Les espaces annulaires à l'extrados des tubes acier seront cimentés. Cette opération sera réalisée par injection de ciment par l'intérieur des tubages, sous pression et sous obturateur avec une canne d'injection descendue à la base du tube.

En cas de présence de vides lors de la phase de foration, l'entreprise devra prévoir une cimentation intermédiaire adaptée de son forage avant la pose des tubages aciers afin de s'affranchir des zones de vides lors de leur cimentation.

L'entreprise de forage qualifiée doit réaliser une cimentation propre et assurer un remplissage homogène sur toute la hauteur du tube acier. Cette cimentation doit permettre :

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

Selon l'arrêté du 25 juin 2015, le coulis est adapté à la nature des aquifères souterrains présents et à la qualité des terrains, notamment en cas de présence de roches évaporitiques. Les coulis de comblement utilisés sont sélectionnés et mis en place selon les règles de l'Art. Ils devront être adaptés aux conditions physico-chimiques naturelles ou imposées par l'exploitation.

Le coulis devra être non gélif, inerte et sans effet sur l'environnement. Dans ses conditions d'utilisation et à l'issue de l'arrêt des travaux, il ne doit pas relarguer de substances nocives pour l'environnement et en particulier celles de l'Annexe I de l'arrêté du 17 juillet 2009 relatif aux mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines.



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

Le programme technique devra être validé par le Maître d'Œuvre géothermie, il indiquera les modalités de mise en œuvre, les volumes prévus du laitier, sa densité (supérieure ou égale à 1,8) et sa classe. Ces paramètres devront aussi être contrôlés lors de la réalisation de cette phase.

Le temps de séchage de la phase de cimentation devra être de 48 h. La cimentation entre le tubage de l'ouvrage et le trou nu doit avoir une épaisseur minimale de 5 cm.

Remarque :

Dans le cas où la phase de cimentation mènerait à une différence notable entre le volume théorique et le volume réellement injecté, une diagraphie CBL pourra être demandée afin de contrôler la bonne cimentation du tubage.

8.3 Phase de tubage

La crépine devra être équipée de centreurs sur chaque section de tube pour assurer une répartition correcte du massif filtrant. Ces centreurs seront installés lors de la mise en place des tubages en prévoyant un centreur par longueur de tubage avec un minimum de 1 centreur tous les 10 m.

8.4 Phase de gravillonnage

Un massif de gravier adapté sera mis en place dans l'espace annulaire entre le fond de l'ouvrage et jusqu'à 2 m au-dessus du sommet de la crépine. Il sera mis en place par circulation d'eau au travers d'une canne d'injection.

Il est prévu un massif en graviers siliceux, roulés (interdiction de mettre en place du matériau concassé), lavés, et calibrés.

L'entrepreneur procédera à une mesure du top gravier à chaque grande phase (après la pose, après les phases de nettoyage et de développement...).

8.5 Phase de nettoyage et de développement du forage

D'après l'arrêté du 25 juin 2015, les opérations visant au nettoyage et développement du forage de production (ou de réinjection) se font de manière à ne pas introduire de produits chimiques induisant un risque pour la ressource en eau et ses usages potentiels. Les substances utilisées sont exclusivement des acides et des polyphosphates. Les opérations menées, les méthodes, les matériaux, les substances



et volumes employés sont mentionnés au dossier de l'installation. L'entreprise de forage qualifiée doit disposer des fiches de sécurité correspondant aux produits qu'elle utilise.

Le développement des forages sera réalisé de la manière suivante :

- Air-lift (à double colonne) de 8 h avec contrôle du fond de trou, mesure du niveau dynamique et du rabattement en fonction du temps ;
- Après une diaggraphie au micro-moulinet, injection en 2 passes de 1T et 2T d'acide chlorhydrique à l'aide d'une canne d'injection, attente de réaction pendant 2h et nettoyage à l'air-lift pendant 4h entre chaque passe ;

Remarque :

*Il est demandé à l'entreprise de faire réaliser une diaggraphie au micromoulinet en continu **avant** la phase de développement chimique afin de pouvoir identifier les arrivées d'eau.*

En cas de débit insuffisant pour le bon déroulement de l'air-lift double colonne, l'entreprise devra prévoir la mise en place d'une pompe immergée pour permettre le bon nettoyage de l'ouvrage.

- Pompage de développement pendant 8 h à un débit progressif jusqu'au débit minimum de 65 m³/h (sous réserve d'une productivité suffisante), puis pompage en marche/arrêt, avec contrôle du fond de trou, mesure du niveau dynamique et du rabattement en fonction du temps, puis à l'issue du pompage, consignation de la côte du massif filtrant.

8.6 Phase d'essai dans le forage

La prise et l'évacuation des eaux sera faite par l'entrepreneur et à ses frais. Il fera son affaire des demandes d'autorisation.

Les niveaux d'eau statiques et dynamiques, ainsi que les heures de démarrage et d'arrêt seront suivis et consignés dans le cahier de chantier lors de chaque opération de pompage dans le forage.

Les mesures de débit seront réalisées à l'aide d'un compteur volumétrique ou d'un débitmètre étalonné. **Les mesures de niveau seront réalisées à l'aide d'une sonde électrique manuelle, couplée à des capteurs automatiques de niveau.** Tous les pompages seront chronométrés. Par mesure de sécurité, l'entrepreneur devra prévoir un dispositif de mesure de secours.

Les durées données ci-dessous sont définies à titre indicatif et pourront, en accord avec le Maître d'œuvre géothermie, être réduite ou augmentée en fonction de l'évolution du niveau dynamique.

Le frais de gardiennage éventuel et de prise d'eau et de courant sont à la charge de l'entreprise.

Dans le cas où des piézomètres sont encore présents sur site, l'entrepreneur y installera des sondes automatiques pour enregistrer les variations du niveau d'eau au cours des essais.



8.6.1 *Pompage par paliers*

Un pompage par paliers de débits enchainés sera réalisé (soit 4 paliers d'une heure sans remontée intermédiaire). Le dernier palier sera effectué au débit minimum de 65 m³/h (sous réserve d'une productivité suffisante).

8.6.2 *Pompage de longue durée*

Dès que le niveau est stabilisé au niveau initial, l'entreprise réalisera un essai de pompage à débit constant de longue durée (24 h) au débit au moins égal à 65 m³/h (sous réserve d'une productivité suffisante). La remontée sera ensuite suivie durant 8 heures.

8.6.3 *Injection par paliers*




Un essai d'injection par paliers de débits enchainés sera réalisé (soit 4 paliers d'une heure sans redescente intermédiaire). Le dernier palier sera effectué au débit minimum de 65 m³/h (sous réserve d'une capacité d'injection suffisante).

8.6.4 *Injection de longue durée*


Dès que le niveau est stabilisé au niveau initial, l'entreprise réalisera un essai d'injection à débit constant de longue durée (12 h) au débit au moins égal à 65 m³/h (sous réserve d'une productivité suffisante). La descente sera ensuite suivie durant 4 heures.

8.7 *Contrôles sur les forages*

Dans le cadre de son marché, il est demandé à l'entrepreneur de réaliser les contrôles suivants sur chacun des forages :

-  Une diagraphie au micromoulinet en continu sera à réaliser avant la phase de développement chimique afin d'identifier les arrivées d'eau au droit de l'ouvrage ;
-  Une inspection par caméra vidéo immergée, sur toute la hauteur de l'ouvrage. Cette inspection permet de vérifier le bon état intérieur des équipements et du massif filtrant.
-  Un contrôle de la cimentation de type CBL (Cement Bond Log) ;

L'inspection sera obligatoirement réalisée par une entreprise spécialisée indépendante de l'entreprise de forage.

-  Une analyse physico-chimique et bactériologique de la nappe de type « SEQ eau Géothermie » selon les paramètres suivants :
 - In situ : pH, potentiel redox, conductivité, température, oxygène dissous ;



- En laboratoire : titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet, titre hydrotimétrique, calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, cuivre, zinc, manganèse, aluminium, chlorures, sulfates, nitrates, nitrites, phosphates, équilibre calco-carbonique, bactéries ferrugineuses et bactéries sulfatoréductrices, pH à saturation, CO₂ dissous, sulfures, salinité, bicarbonates, Cations, Anions.
- 💧 Une analyse physico-chimique selon les paramètres du gestionnaire d'assainissement pour le rejet des eaux d'exhaure, portant à minima sur les paramètres suivants :

PARAMETRES
Demande Chimique en Oxygène
Demande Biologique en Oxygène
Matières en Suspension
Azote global
Phosphore total
Métaux totaux
Fer + Aluminium
Cadmium
Mercure
Cuivre
Chrome total
Nickel
Plomb et composés
Zinc
Manganèse
Benzène
Toluène
Ethylbenzène
Xylène
Indice phénols
Hydrocarbures totaux
Détergents anioniques
Fluorures
Sulfates
Chlorures
COHV
HAP
PCB
Composés organiques halogénés
AOX ou EOX
Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Exemple de paramètres à analyser pour le rejet au réseaux (Source : DEA93)

Remarque :

Le prélèvement d'eau sera réalisé à la fin du pompage de longue durée. Lors du prélèvement d'eau, l'entreprise s'assurera de la non-contamination de l'échantillon (désinfection des organes de réception, tuyauterie...). De plus, l'entreprise s'assurera auprès de son laboratoire agréé qu'il est possible de faire une contre analyse sur les paramètres Fer et Ferro bactérie sans que cela soit imputé au Maître d'Ouvrage.



8.8 Désinfection et fermeture du forage

Dès la fin des essais, l'entreprise procédera à une désinfection de son ouvrage avec un dosage suffisant et prévoira un pompage de nettoyage suffisant (jusqu'à disparition de l'odeur).

L'entreprise aura à sa charge la fourniture et la mise en place d'un tube acier en Ø323 mm de 3 m de long. Le tube acier sera soudé au tube de soutènement cimenté dans le forage afin de permettre le remblaiement dans la zone autour du forage de reconnaissance. La bride sera soudée et boulonnée à l'extrémité du tube afin de garantir l'étanchéité du forage.

Le tube dépassant du sol sera peinturluré et le forage mis en sécurité.

8.9 Rebouchage en cas d'échec

En cas d'échec, le forage d'eau sera rebouché selon les règles en vigueur avec un matériaux inerte (sablon) au droit de la zone aquifère puis par une cimentation (prévoir une amenée repli dédiée). Un rapport de rebouchage sera alors transmis au service de la Police de l'Eau.

Le rebouchage n'est pas prévu en base dans l'offre de l'entreprise. dans le cas où celui-ci s'avèrerait nécessaire, indépendamment du fait de l'entreprise, IL pourra faire l'objet de travaux supplémentaires.

8.10 VARIANTE 1 : Tubes de soutènement INOX

L'entreprise chiffrera une offre variante correspondant à l'offre de base avec le remplacement des tubes de soutènement du forage prévu en acier en inox.

Cette variante comprend ainsi la fourniture et la mise en place d'un tube INOX 316 en diamètre 323 mm de 40,50 de profondeur et un tube INOX 316 en diamètre 508 mm de 10 m de profondeur en lieu et place des tubes en acier.

Cette variante comprend également la fourniture et la mise en place d'un tube INOX 316 en diamètre 508 mm de 3 m de hauteur par rapport au sol.



9 Dossier des Ouvrages Exécutés

Dans un délai maximum d'un mois suivant la fin des travaux, l'entreprise de forage qualifiée remet **après validation par le Maître d'œuvre géothermie**, au Maître d'ouvrage, et dépose également sur le téléservice dédié à l'accomplissement des procédures relatives à la géothermie de minime importance, le rapport de fin de forage comprenant :

- *Le déroulement général des travaux (chronologie des opérations, difficultés, anomalies éventuellement rencontrées) ;*
- *Plan d'implantation du forage, coordonnées X, Y et Z (en m NGF) et références cadastrales ;*
- *Code de la Banque du sous-sol (BSS) ;*
- *Les coupes géologique et technique du forage ;*
- *Les méthodes de foration et les zones de pertes ;*
- *Le ou les niveaux des nappes rencontrées ;*
- *Les certificats de conformité et caractéristiques des matériaux utilisés ;*
- *Les volumes de matériaux mis en place (gravier, ciment) et leurs modalités de mise en œuvre ;*
- *Liste des développements effectués ;*
- *Un carnet de consignation de tous les essais de contrôle (procès-verbaux des essais de pompage, de la cimentation, etc.) ;*
- *Une analyse des essais réalisés ;*
- *Les températures d'eau et résultats des analyses d'eau ;*
- *Les résultats de diagraphie micromoulinet, et CBL le cas échéant ;*
- *Le rapport d'inspection et la vidéo sur support numérique réalisée lors des contrôles par caméra vidéo ;*
- *Le rapport de comblement du forage le cas échéant.*

L'entreprise devra transmettre le DOE par mail au Maître d'œuvre géothermie pour validation avant d'expédier des versions papiers au Maître d'Ouvrage et à son Maître d'œuvre géothermie.



10 Réception de l'installation

La réception des forages pourra être programmée dès que les différentes étapes mentionnées ci-dessous auront été réalisées :

Contrôles

L'entrepreneur devra réaliser l'ensemble des contrôles demandés dans le présent CCTP et ceux permettant de s'assurer du bon état de l'ouvrage.

Remise en état du site

Les abords du chantier seront nettoyés avec soin et tous les résidus de chantier évacués dans une décharge appropriée. Le site devra être rendu dans un état irréprochable, c'est-à-dire tel qu'il a été trouvé avant le démarrage de l'opération. Toute dégradation constatée à l'occasion des réunions de chantier fera l'objet de réparations à la charge de l'entrepreneur.

Rapport de fin des travaux

L'entrepreneur remettra au Maître d'œuvre ou à son assistant un rapport de chantier de type charte qualité ou équivalent et incluant de plus les relevés des pompages, les bons de chantiers, les certificats d'origine des matériaux utilisés ou mis en œuvre.

Cette réception fera l'objet d'un Procès-Verbal écrit et signé par l'ensemble des intervenants. En cas d'identification de réserves, ceux-ci devront apparaître sur l'annexe du PV et l'entreprise s'engagera à réaliser les travaux nécessaires à la levée de ces réserves dans les plus brefs délais.

L'entreprise s'engage à respecter le présent cahier des charges et à adapter son chiffrage afin de respecter l'ensemble des règles et normes en vigueur.

Fait à,

Le,

L'entreprise
(signature)



ANNEXE 1 : DIAGNOSTIC POLLUTION (GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE ILE DE FRANCE)

Document joint au DCE



ANNEXE 3 : COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE PREVISIONNELLE A PARTIR DU FOND DE FOUILLE ACTUELLE

