Bureau d'études spécialisé en forages dirigés et travaux sans tranchées

TRAVAUX DE FRANCHISSEMENT DE COURS D'EAU
COMMUNE DE LA FERTE-SOUS-JOUARRE (77)
MISSION G2AVP - ETUDE DE CONCEPTION
PHASE AVANT - PROJET

Date	Indice	Rédacteur	Vérificateur	Contact	Signature	Nb pages
26/02/2025	0	Innocent DIOMANDE	Franck KOUADIO	kli.diomande@cpmat.fr Tél : 07.57.02.65.57	CP MAT SAS 703 rue Boucher de la Rupelle 73100 - GRESY-SUR-AIX 04.79.35.95.97-06.86.51.86.04 SIRET : 504 557 141 00026-APE 7112B	48

Réf : LA_FERTE_SOUS_JOUARRE_77183_GSL_24_1157_CDE_LA_MARNE_G2AVP_Ind0

SOMMAIRE

1 MISSION 4
1.1 Intervenant 4
1.2 Documents de référence mis à disposition par le client 4
1.3 Cadre contractuel 4
1.4 Référentiels 5
1.5 Validité des conclusions de l'étude 5
2 DESCRIPTIF GENERAL 6
2.1 Localisation 6
2.2 Description du projet 7
2.3 Contraintes de sites 8
2.4 Contexte géologique 8
2.5 Banque de données du sous-sol (BRGM) 9
2.6 Contexte hydrogéologique 11
2.7 Risques naturels et anthropiques 12
3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU 20
3.1 Investigations mises en œuvre 20
3.2 Nivellement des points de sondages 20
3.3 Résultats des sondages pressiométriques 20
3.3.1 Nature des terrains 20
3.3.2 Compacité des terrains 20
3.3.3 Venues d'eau 21
3.4 Résultats des essais en laboratoire 21
3.5 Perméabilité des terrains 21
3.6 Liquéfaction des sols 21
4 APPLICATION AU PROJET 22
4.1 Descriptions générales du projet 22
4.2 Rappels des contraintes de site 22
4.3 Synthèse géotechnique 22
4.4 Principes généraux de conception des ouvrages sans tranchée 22
4.5 Solution recommandée 24
4.6 Ebauche dimensionnelle de la solution recommandée 24
4.6.1 Critère de classification des terrains selon GRDF et FSTT 24
4.7 Classification des terrains du projet 25
4.8 Dimensionnement des fourreaux 25
4.8.1 Choix des outils 26

© 02/2025 CP MAT

4.8.2 Caractéristiques techniques 27
4.9 Dispositions constructives et recommandations 28
4.9.1 Dispositions particulières 28
4.9.2 Préparation de chantier 28
4.9.3 Installation des machines de forage 28
4.9.4 Réalisation du forage dirigé et pose du réseau 29
4.9.5 Fin de chantier 29
5 ACCOMPAGNEMENT GEOTECHNIQUE DANS LA POURSUITE DU PROJET 30
5.1 Phase PRO – Mission G2 30

ANNEXES

ANNEXE 1 : Classification des missions géotechniques 31
ANNEXE 2 : Plan d'implantation des sondages 35
ANNEXE 3 : Coupes des sondages pressiométriques SP1, SC1, SC2 et SP2 37
ANNEXE 3 : Résultats des éssais laboratoires 46

1 MISSION

Dans le cadre d'un projet GRDF de pose d'un réseau gaz, CP MAT a été missionné afin de réaliser une série d'études géotechniques concernant le franchissement d'obstacles naturels ou artificiels sur les communes de la Ferté-sous-Jouarre (77).

Le présent rapport concerne la phase de conception en avant-projet (G2AVP) pour le franchissement d'un cours d'eau « la Marne », sur la commune de la Ferté-sous-Jouarre (77).

L'objectif est de définir et comparer les solutions recommandées pour le projet.

1.1 Intervenant

- Maitrise d'ouvrage et Maitrise d'œuvre

Monsieur Nicolas Le PRAËL
166 rue de l'industrie, 77542 SAVIGNY LE TEMPLE
Tel : 06.66.12.97.71
Mail : nicolas.le-prael@grdf.fr

1.2 Documents de référence mis à disposition par le client

- Tracé envisagé sur vue aérienne, sans échelle.
- Rapport G1, réalisé par CPMAT en octobre 2024.
  Réf : LA_FERTE_SOUS_JOUARRE_77183_GSL_24_1157_CDE_LA_MARNE_G2AVP_Ind0

1.3 Cadre contractuel

Les missions d'ingénierie géotechnique suivent les différentes étapes d'élaboration et de réalisation du projet. Elles s'inscrivent dans le cadre de norme NFP 94-500 de novembre 2013 dont le contenu est résumé en fin de rapport.

Les prestations confiées comprennent :

- Une étude géotechnique de niveau G2 AVP objet du présent rapport.

Les objectifs fixés à ce stade sont :

- De définir le contexte géotechnique,
- De préciser les risques naturels éventuels,
- Définition des hypothèses/contraintes géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- De définir et comparer des solutions envisageables pour le projet,
- Présenter une ébauche dimensionnelle de l'ouvrage géotechnique,
- Fournir les principes et dispositions de construction générales.

Elle ne traite pas :

- De la gestion des flux liquides,
- Des volets structure, VRD et paysagers,
- De la recherche de vestiges enterrés,
- De la recherche d'une éventuelle pollution du sous-sol.

Elle constitue une note d'hypothèses géotechniques devant être validées par le client avant la réalisation des calculs et justifications des ouvrages. Elle devra être complétée par une étude géotechnique de niveau G2 PRO / G3 minimum adaptée au projet de construction.

L'entreprise de travaux devra réaliser un analyse technique préalable au chantier.

1.4 Référentiels

- NF EN 1997-1/NA JUIN 2005 - EUROCODE 7, Calcul géotechnique.
- Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique.
- NF EN ISO 22476-4 - Mai 2015, Reconnaissance et essais géotechniques, essais en place – Partie 4 : Essai au pressiomètre de Ménard.
- Recommandations Forages Dirigés – FSTT 2015
- Directives Techniques du DCA - 2015
- Guide technique pour les remblais et couches de forme – 1992

1.5 Validité des conclusions de l'étude

Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessite obligatoirement une seconde étude spécifique, adaptée au projet retenu, détaillée par un bureau d'études spécialisée.

Tous changements réalisés lors de l'établissement de ce rapport d'étude doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit. Ces modifications peuvent modifier les conclusions de notre étude.

© 02/2025 CP MAT

2 DESCRIPTIF GENERAL

2.1 Localisation

Le projet est situé sur la commune de la Ferté-sous-Jouarre (77) à une altitude comprise entre 50 et 65 m NGF environ. Il prévoit de franchir la rivière « la Marne ».

Selon Géoportail Urbanisme, le projet est inscrit dans des zones classées **N** (zone naturelle), **Uxb** (zone urbaine : activités économiques avec commerces interdits). La zone sud du projet est couverte par le Plan Local d'Urbanisme (**PLU**) de SEPT-SORTS.

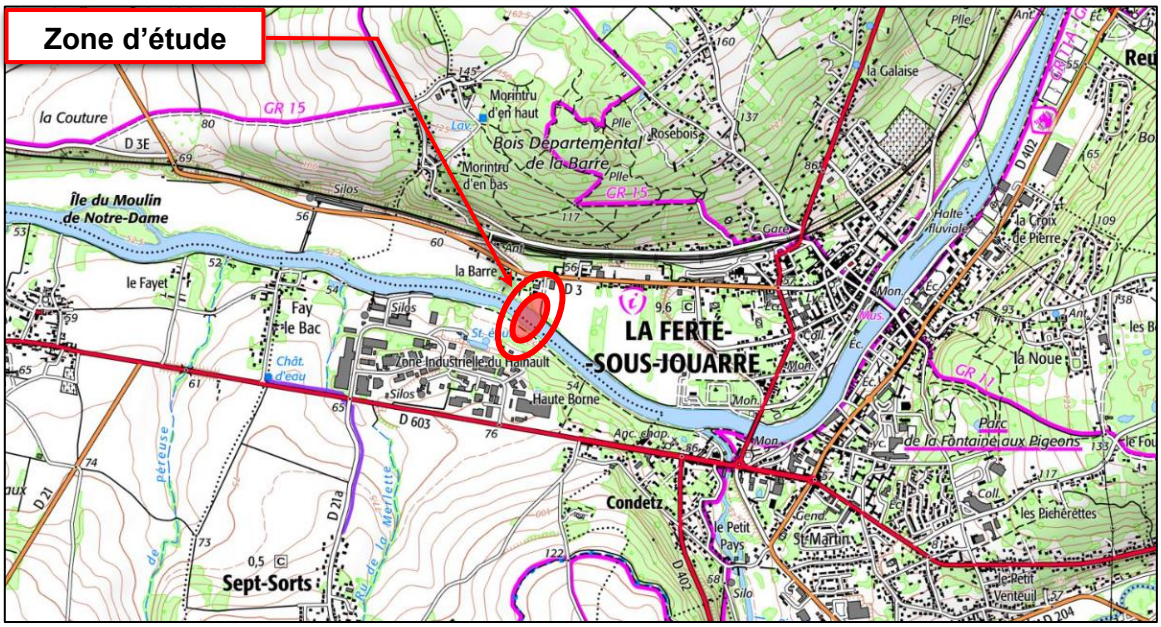


Figure 1 : Situation du projet - Extrait cartographie IGN 1/50 000 (www.geoportail.gouv.fr)

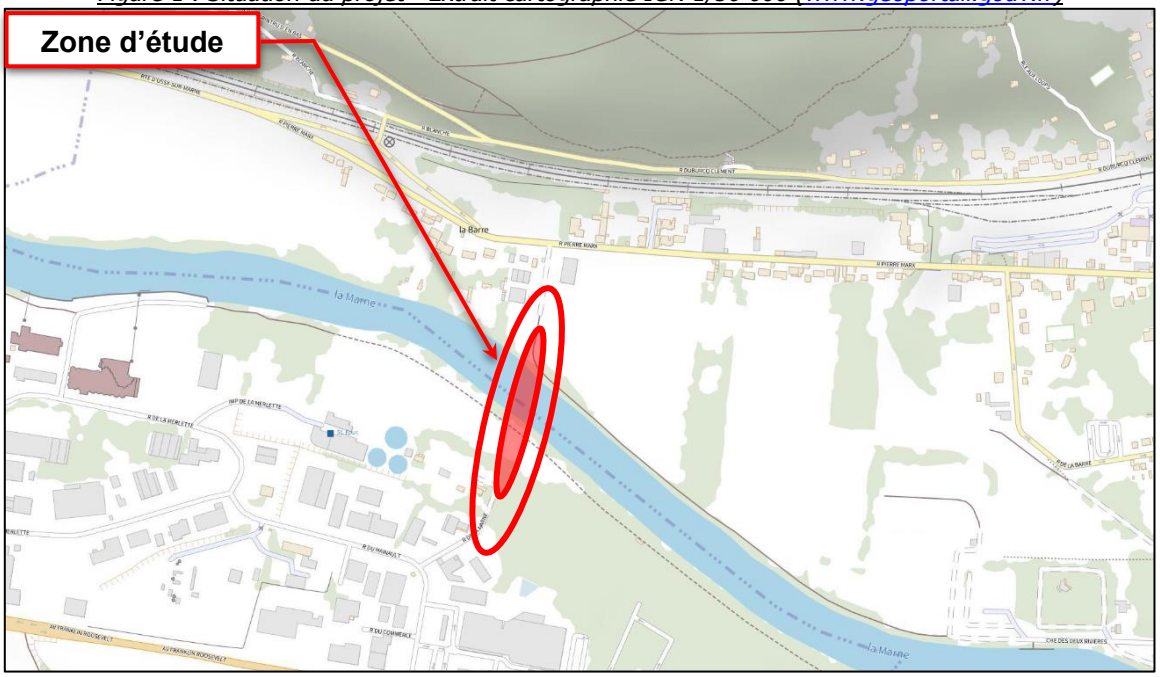


Figure 2 : Situation du projet - Extrait cartographie IGN 1/25 000(www.geoportail.gouv.fr)

2.2 Description du projet

Le projet consiste en la pose en souterrain d'un fourreau en PEHD de diamètre 315 mm, sous le cours d'eau la Marne par travaux sans tranchées sur une longueur développée de 274 m environ.

La présence du cours d'eau empêche la réalisation des travaux par technique « traditionnelle » (tranchée). Cela implique la réalisation de travaux sans tranchées.

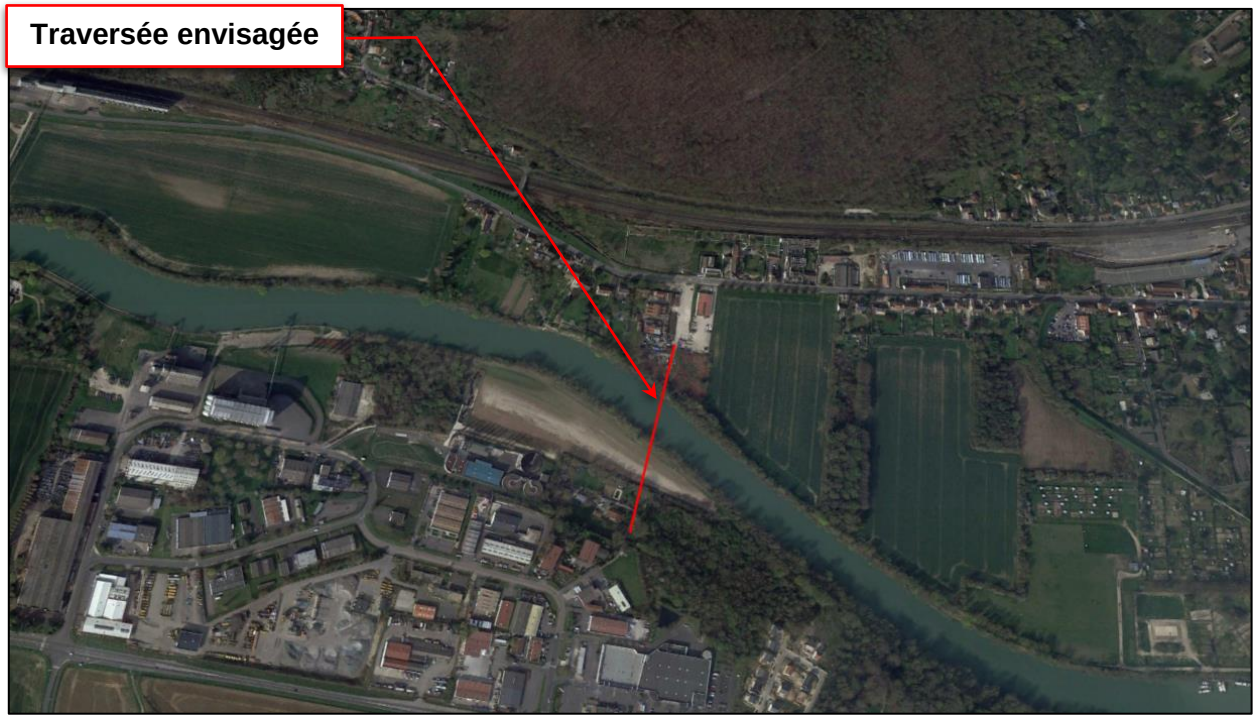


Figure 3: Vue générale du terrain. Source : Google Earth + tracé envisagé par le client

Figure 5 : Photographies supplémentaires du site (parking zone d'entrée) Source : Google Earth

2.3 Contraintes de sites

Les contraintes de site identifiées par recherches documentaires sont les suivantes :

- Traversée d'un cours d'eau (la Marne) ;
- Traversée à proximité d'habitations (*) ;
- Présence de réseaux enterrés ;
- Présence de poteaux à proximité du forage dirigé.

(*) Une attention devra être portée sur les interactions éventuelles avec sa fondation (ZIG).

2.4 Contexte géologique

D'après les cartes et les notices géologiques de COULOMMIERS au 1/50 000, le terrain susceptible d'être rencontré est le suivant :

- Fz : Alluvions récentes : Limons et limons sableux
- C : Colluvions de pente
- e6b : Bartonien moyen : Calcaires et marne
- C/Fy : Colluvions de pente sur sables et graviers
- LP/C : Limon des plateaux sur C
- RM : Argile à meulières

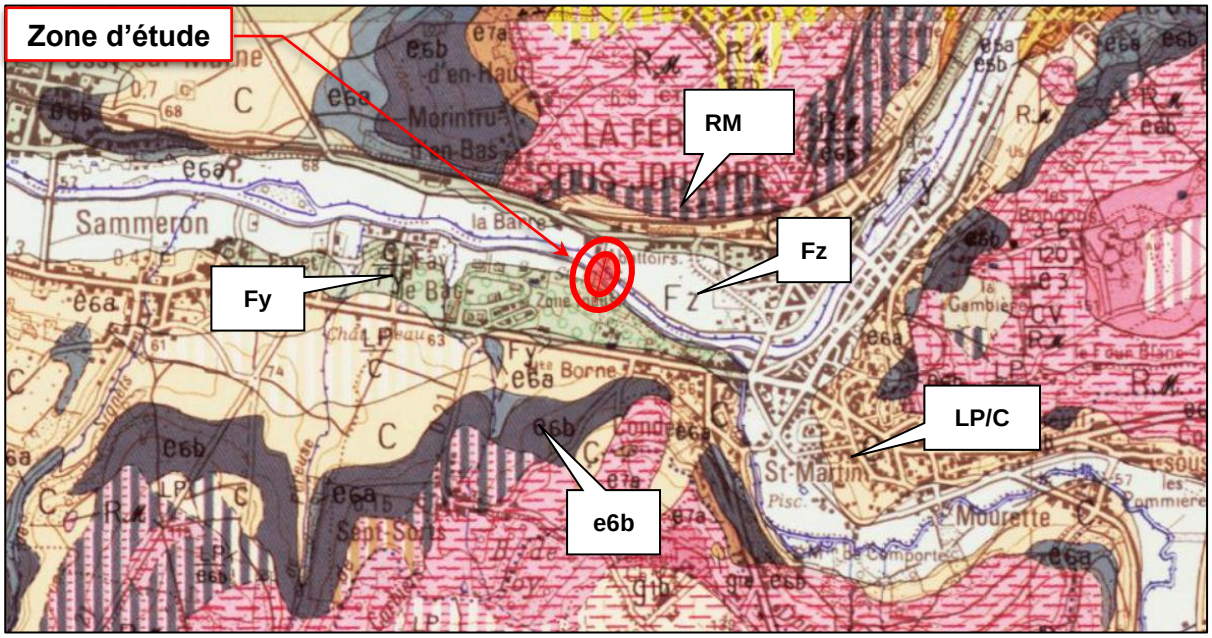
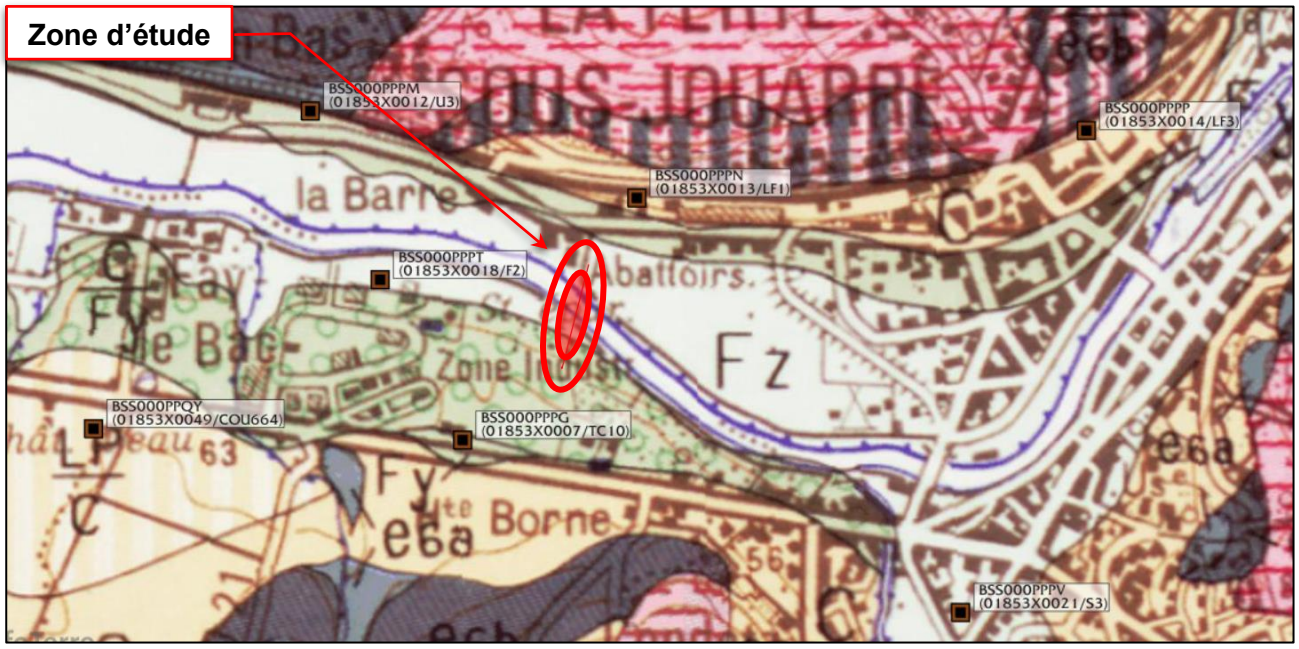


Figure 4 : Extrait de la cartographie géologique du BRGM 1/50 000 extrait de www.infoterre.fr

Les caractéristiques structurales de la zone sont les suivantes :

- Aucune faille n'a été identifiée au droit et à proximité de l'emprise du projet.

2.5 Banque de données du sous-sol (BRGM)



Autour du projet, des sondages verticaux documentés ont été réalisés par le passé et ont mis en évidence les terrains suivants :

<u>Forage BSS000PPPN, -mNGF, profondeur 5 m, date inconnue et niveau non renseigné</u>

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
	Sol (terre végétale)		Terre végétale.	Quaternaire	
1.20					65.95
	Colluvions		Argile à meulières éboulée.		
2.80					64.35
	Calcaire de Saint-Ouen		Calcaire et marne.	Marinésien	
3.90					63.25
	Sables d'Auvers-Beauchamp s.l.		Sable et grès calcaire.	Auversien	

Forage BSS000PPPG, profondeur 78,7 m, date et niveau d'eau non renseignés

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
	Colluvions		Argile sableuse limoneuse.	Holocène	
5.00					68.30
	Fy		Sable, graviers et galets de calcaires blanc, gris.	Würm	
11.50					61.80
	Marnes et caillasses lutétiennes		Calcaire sublithographique plus ou moins dolomitique gris clair à beige foncé, intercalé de lits de marne.	Lutétien supérieur	
19.00					54.30
30.50	Calcaire grossier s.l. d'Ile-de-France		Calcaire bioclastique (milioles) beige, passant à un grès calcaire gris foncé, glauconieux. Lits marneux.	Lutétien	42.80
40.00					33.30
41.00					32.30
43.00			Sable fin à grossier plus ou moins argileux.		30.30
47.00			Argile sableuse noire, ligniteuse.		26.30
			Sable argileux.		
56.50					16.80
58.50	Sables de Cuise		Argile sableuse noire, ligniteuse.	Cuisien	14.80
59.00					14.30
			Sable fin, parfois plus grossier, plus ou moins argileux gris à gris sombre. Débris ligniteux.		
73.00					0.30
			Argile sableuse.		

Forage BSS000PPPT, profondeur 10,6 m, date non renseignée et niveau d'eau 5,3m

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
0.50	Sol (terre végétale)		Limon végétal brunâtre.		54.45
			Limon brunâtre.		
2.30	Fz			Holocène	52.65
			Limon très sableux gris beige.		
4.70			Sable et graviers, avec blocs de meulière roulés.	Würm	50.25
5.10	Fy				49.85
5.20					49.75
			Calcaire fossilifère blanc grisâtre (milioles, cérithes, bivalves), et niveaux marneux.		
	Calcaire grossier à Miliolites (Calcaire grossier)		Marne sableuse grise et jaune.	Lutétien moyen	
			Calcaire dolomitique gris, en plaquettes.		
8.20					46.75
8.50			Calcaire gris blanchâtre avec lits verdâtres et jaunâtres, fossilifère (milioles, nombreuses cérithes, bivalves).		46.45
9.00					45.95

2.6 Contexte hydrogéologique

D'un point de vue hydrogéologique et d'après la banque de données de sous-sol (BRGM), le projet est situé dans une enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare.

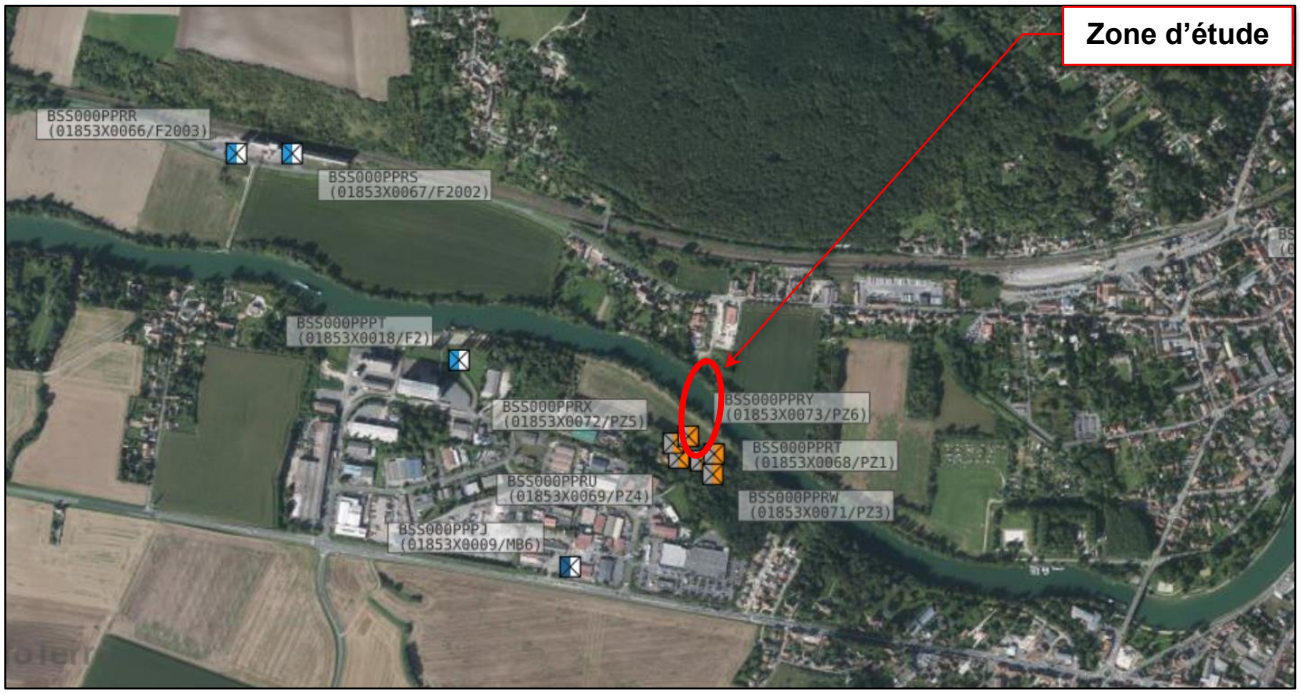
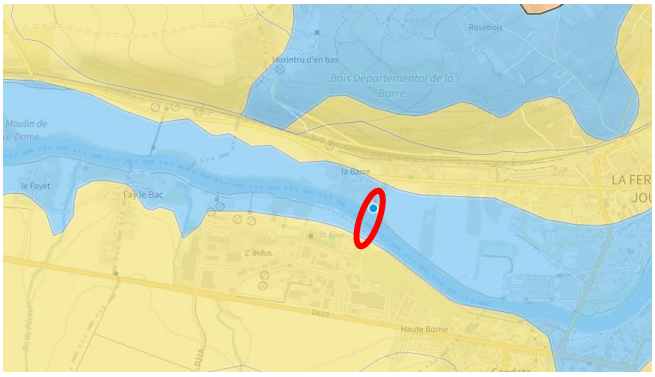


Figure 5 : Extrait de la base de données des Limites de Systèmes Aquifères (BDLISA) extrait de bdlisa.eaufrance.fr

D'après les renseignements disponibles sur la base de données des Limites de Systèmes Aquifères (BDLISA), plusieurs forages sont référencés comme « point d'eau » dans la zone sud du projet, pour lesquels les données caractéristiques de l'aquifère sont les suivantes.

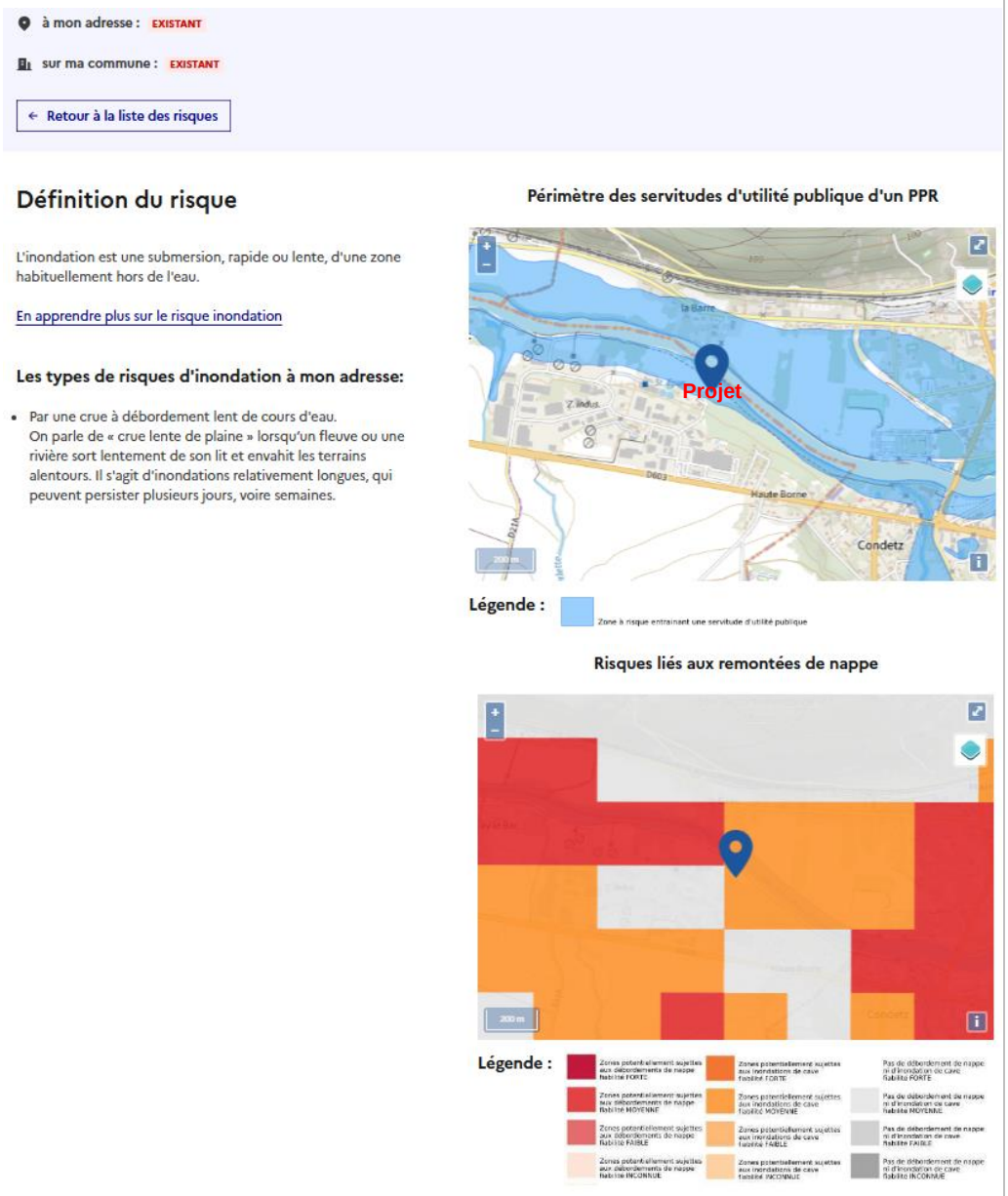


926AC01 **Alluvions actuelles à anciennes de la Marne**

Nature	5	Unité aquifère
Etat	2	Entité hydrogéologique à nappe libre
Thème	1	Alluvial
Type de milieu	1	Poreux
Origine de la construction	1	Carte géologique ou hydrogéologique

2.7 Risques naturels et anthropiques

D'après le site internet de « Géorisques » www.georisques.gouv.fr/, les risques suivants sont répertoriés sur le site du projet et aux alentours :

Risques sur la commune	Commentaires
Inondation	

REMONTÉE DE NAPPES :

Vous êtes situé dans une zone où il y a de fortes probabilités d'observer des débordements par remontée de nappe, ou au moins des inondations de cave.

- Votre niveau d'exposition est : Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave.
- L'indication de fiabilité associé à votre zone est : MOYENNE

AZI : Marne

L'atlas des zones inondables (AZI) vise à faciliter la connaissance des risques d'inondations par les collectivités territoriales, les services de l'État et le public.

PAPI : PAPI Seine et Marne Francilienne

Votre commune bénéficie d'un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) dont l'identifiant est 95DRIEE_IF20190001.

Il couvre les aléas et sous aléas :

Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau

Ce programme vise à réduire les conséquences des inondations sur les personnes et les biens. Un PAPI peut ouvrir droit à des subventions au profit des habitants et les petites entreprises, pour les aides à réaliser des travaux de réduction de la vulnérabilité de leur habitation ou de leur bâtiment.
En savoir plus sur le PAPI
En savoir plus sur les aides possibles

DDRM : DDRM77

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas:
Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Historique des CATNAT inondations dans ma commune : 10

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2119792A	Inondations et/ou Coulées de Boue	19/06/2021	02/07/2021
INTE1804348A	Inondations et/ou Coulées de Boue	15/01/2018	15/02/2018
IOCE0924271A	Inondations et/ou Coulées de Boue	13/05/2009	21/10/2009
INTE9900627A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	30/12/1999
INTE9500070A	Inondations et/ou Coulées de Boue	17/01/1995	08/02/1995
INTE9400171A	Inondations et/ou Coulées de Boue	19/12/1993	29/04/1994
INTE8800166A	Inondations et/ou Coulées de Boue	08/05/1988	13/08/1988
NOR19830720	Inondations et/ou Coulées de Boue	30/05/1983	26/07/1983
NOR19830516	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/04/1983	18/05/1983
NOR19830111	Inondations et/ou Coulées de Boue	08/12/1982	13/01/1983

Séisme

à mon adresse : FAIBLE

sur ma commune : FAIBLE

← Retour à la liste des risques

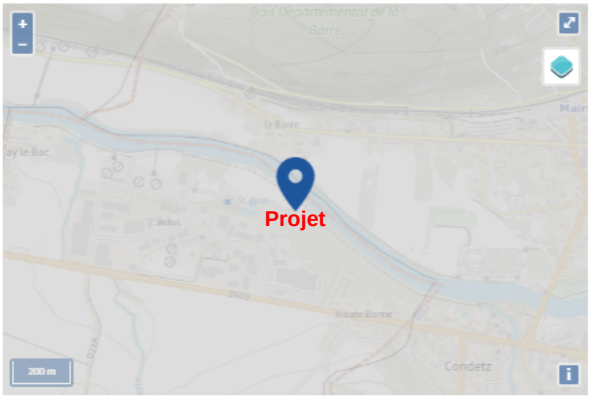
Définition du risque

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. Généralement engendrés par la reprise d'un mouvement tectonique le long d'une faille, ils peuvent avoir pour conséquence d'autres phénomènes : mouvements de terrain, raz de marée, liquéfaction des sols (perte de portance), effet hydrologique.

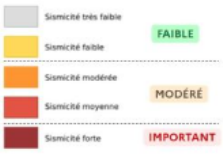
Certains sites, en fonction de leur relief et de la nature du sol, peuvent amplifier les mouvements créés par le séisme. On parle alors d'effet de site. On caractérise un séisme par sa magnitude (énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).

En savoir plus sur le risque séisme

Carte de l'aléa sismique en France



Légende :



Informations détaillées:

SÉISME : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque sismique est de **1/5**.
Pour votre sécurité, à partir d'un risque de niveau **2**, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir votre risque sismique. Vous pouvez les consulter sur cette fiche.

Mouvements de terrain	à mon adresse : INCONNU sur ma commune : EXISTANT ← Retour à la liste des risques **Définition du risque** Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol. Les volumes en jeu peuvent aller de quelques mètres cubes à plusieurs millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) à très rapides (quelques centaines de mètres par jour). Généralement, les mouvements de terrain mobilisant un volume important sont peu rapides. Ces phénomènes sont souvent très destructeurs, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles. En apprendre plus sur le risque mouvements de terrain **Type de risque à mon adresse :** • Tassements différentiels. **Périmètre des servitudes d'utilité publique et localisation des cavités et indices de mouvements de terrain** **Légende :** **Informations détaillées:** **DDRM : DDRM77** La préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas suivant: Mouvement de terrain Tassements différentiels Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. L'Etat recense et décide de l'attribution de l'état de Catastrophe Naturelle depuis 1982. **Historique des CATNAT mouvements de terrain dans ma commune : 2** – Libellé / Début le / Sur le journal officiel du Mouvement de Terrain / 25/12/1999 / 30/12/1999 Glissement de Terrain / 30/05/1983 / 26/07/1983

Retrait,
Gonflement des argiles

à mon adresse : MODÉRÉ

sur ma commune : IMPORTANT

← Retour à la liste des risques

Définition du risque

Les sols qui qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche.

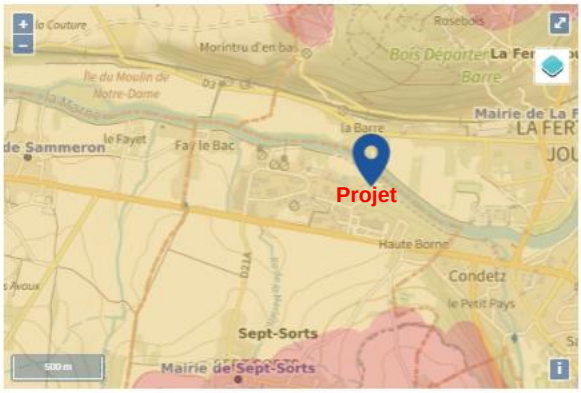
Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration).

Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées.

C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel.

Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.

Carte de l'exposition au retrait-gonflement des argiles en France



Légende :

- Faible
- Modéré
- Important

Informations détaillées:

RGA : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque de gonflement des argiles est de **2/3**.
Pour votre sécurité, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prevenir le risque.

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Historique des sécheresses dans ma commune : 1

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2118485A	Sécheresse	01/07/2020	09/07/2021

Radon

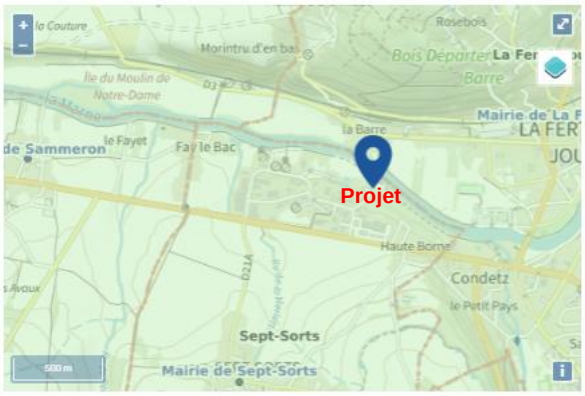
← Retour à la liste des risques

Définition du risque

Le radon est un gaz radioactif naturel. Il est présent dans le sol, l'air et l'eau. Il présente principalement un risque sanitaire pour l'homme lorsqu'il s'accumule dans les bâtiments.

En apprendre plus sur le risque radon

Carte du potentiel radon par commune



Légende :

- Faible
- Modéré
- Important

Informations détaillées:

RADON : Potentiel radon élevé: recommandations et obligations associées

Pollution des sols

à mon adresse : CONCERNÉ

sur ma commune : CONCERNÉ

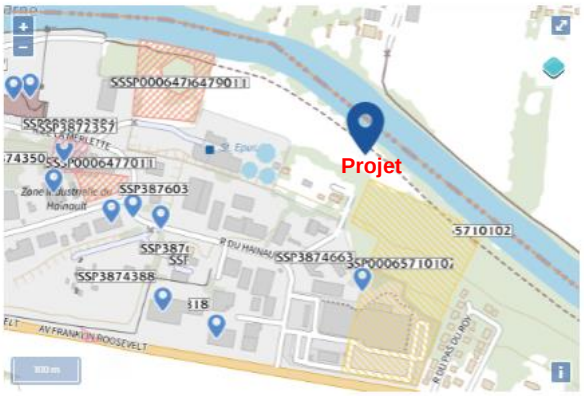
← Retour à la liste des risques

Définition du risque

Un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Les types de Pollution des sols à mon adresse:

- 9 anciens sites industriels ou activités de service à moins de 500 m.
  La carte des anciens sites industriels et activités de services recense les anciennes activités susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des sols. Il peut s'agir d'anciennes activités industrielles ou encore d'anciennes activités de services potentiellement polluantes.



Légende :

- Zones des servitudes d'utilité publique
- Zones des secteurs d'information sur les sols
- Localisations des sites industriels
- Zones des sites industriels
- Localisation des anciens sites industriels et activités de service
- Zones des anciens sites industriels et activités de service

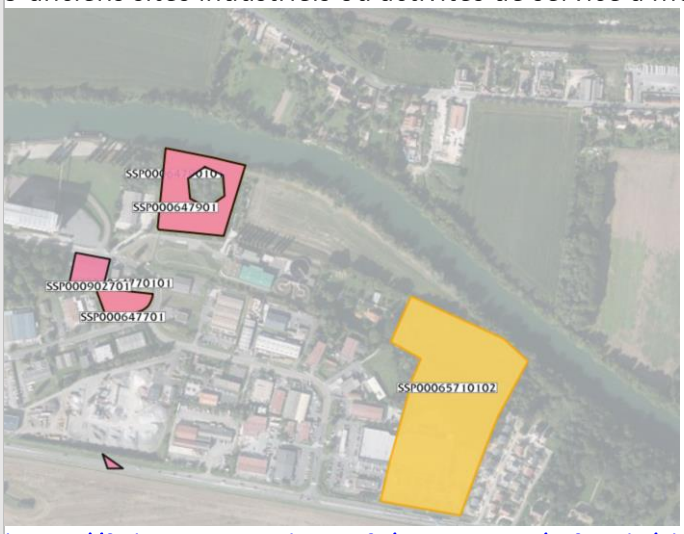
Informations détaillées:

Les tableaux ci-dessous répertorient les sites pollués ou potentiellement pollués ainsi que les anciens sites industriels ou activités de service (base de données CASIAS) sur votre commune. Cliquer sur les liens de la colonne Identifiant pour accéder à la fiche d'information détaillée.

9 anciens sites industriels ou activités de service à moins de 500 m –

Identifiant	Nom établissement	État	Activité principale
SSP3876670	Traitement de surfaces	En arrêt	
SSP3876269	Mécanique générale	En arrêt	
SSP3876033	Entreprise de menuiserie	Indéterminé	
SSP3874818	Construction de menuiserie métallique	Indéterminé	
SSP3874663	Fabrique de meubles métalliques	En arrêt	
SSP3874388	Atelier de réparation et entretien	Indéterminé	
SSP3874350	Fabrication d'outillage de presse	Indéterminé	
SSP3874276		En arrêt	
SSP3873949	Tôlerie - Serrurerie	Indéterminé	

9 anciens sites industriels ou activités de service à moins de 500 m autour du projet



https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/infosols/classification/SSP00065710102

Différentes activités ont été exercées sur le site depuis 1932, dont des activités de dépôt d'hydrocarbures, de fabrication de brosses, de fabrication de matériel hydraulique jusqu'en 1993. Depuis 1995, aucune activité n'est exercée sur le site.
Dans le cadre de la cessation d'activité, un diagnostic de l'état des sols été réalisé en 2001.

L'ensemble du site comportant l'ancienne usine Chabas et Besson est implanté sur une surface de 38 000 m².

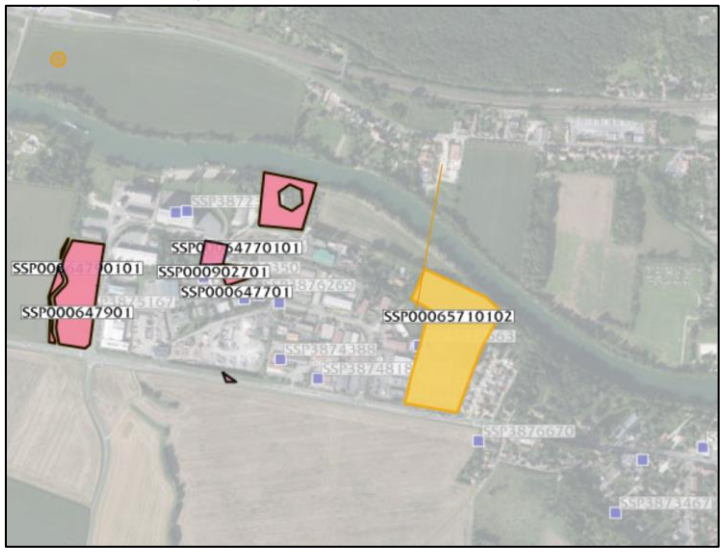
Les produits chimiques utilisés sur le site et les sources potentielles de pollutions sont : une solution d'acide chromique, du solvant de dégraissage (tri-chloro-ethane 111), des hydrocarbures (du fuel de chauffe) ainsi que la présence d'un transformateur faisant craindre la présence de pyralène (PCB).

Les résultats d'analyses ont mis en évidence :
- une concentration maximale de 4700 mg/kg de chrome total, le bureau d'études attribue cette pollution aux ventilateurs rejetant les vapeurs de chrome des ateliers. Cela a contribué à diffuser la pollution autour de l'usine, ainsi ces vapeurs de chrome, lorsqu'elles sont retombées, ont donc pollué des zones où les valeurs sont supérieures au bruit de fond géochimique,
- 7500 mg/kg d'hydrocarbures, le bureau d'études conclut à une pollution pour ce paramètre au droit de la zone. Cette pollution importante jusqu'à 5 m de profondeur a été identifiée comme provenant d'un fuel domestique de chauffage,
- 135,1 mg/kg de cuivre, cette valeur est supérieure au bruit de fond géochimique,
- des traces de PCB en limite du transformateur.

Le chrome hexavalent a été retenu comme pollution du site.
Observations: Afin de permettre la reconversion du site en une extension d'un centre commercial avec parking, des travaux de dépollution ont été effectués en 2006.
20,06 tonnes de bétons pollués ont été évacués en fin de chantier dans un centre de traitement agréé.
Des analyses de fond de fouilles ont été ensuite réalisés afin de contrôler l'efficacité des travaux de dépollution.
Le bureau d'études en charge des travaux de dépollution conclut qu'il reste moins de 200 kg de chrome à la suite des travaux de dépollution contre 1000 kg au départ. Il précise également qu'il est probable que les solutions d'hydrosulfites injectées pour dépolluer le sol continuent à réduire petit à petit une fraction du chrome résiduelle.

Espaces protégés	Le projet ne recoupe aucune zone protégée
Captage d'eau potable	Il n'y a pas de captage d'eau potable dans la zone du projet ni de périmètre de protection concerné

❖ Point essentiel concernant la pollution au chrome constatée sur le site du projet :



Le projet se situe sur une zone de pollution de chrome avec les commentaires suivant :

Différentes activités ont été exercées sur le site depuis 1932, dont des activités de dépôt d'hydrocarbures, de fabrication de brosses, de fabrication de matériel hydraulique jusqu'en 1993. Depuis 1995, aucune activité n'est exercée sur le site.
Dans le cadre de la cessation d'activité, un diagnostic de l'état des sols été réalisé en 2001.

L'ensemble du site comportant l'ancienne usine Chabas et Besson est implanté sur une surface de 38 000 m².

Les produits chimiques utilisés sur le site et les sources potentielles de pollutions sont : une solution d'acide chromique, du solvant de dégraissage (tri-chloro-ethane 111), des hydrocarbures (du fuel de chauffe) ainsi que la présence d'un transformateur faisant craindre la présence de pyralène (PCB).

Les résultats d'analyses ont mis en évidence :
- une concentration maximale de 4700 mg/kg de chrome total, le bureau d'études attribue cette pollution aux ventilateurs rejetant les vapeurs de chrome des ateliers. Cela a contribué à diffuser la pollution autour de l'usine, ainsi ces vapeurs de chrome, lorsqu'elles sont retombées, ont donc pollué des zones où les valeurs sont supérieures au bruit de fond géochimique,
- 7500 mg/kg d'hydrocarbures, le bureau d'études conclut à une pollution pour ce paramètre au droit de la zone. Cette pollution importante jusqu'à 5 m de profondeur a été identifiée comme provenant d'un fuel domestique de chauffage,
- 135,1 mg/kg de cuivre, cette valeur est supérieure au bruit de fond géochimique,
- des traces de PCB en limite du transformateur.

Le chrome hexavalent a été retenu comme pollution du site.
Observations: Afin de permettre la reconversion du site en une extension d'un centre commercial avec parking, des travaux de dépollution ont été effectués en 2006.
20,06 tonnes de bétons pollués ont été évacués en fin de chantier dans un centre de traitement agréé.
Des analyses de fond de fouilles ont été ensuite réalisés afin de contrôler l'efficacité des travaux de dépollution.
Le bureau d'études en charge des travaux de dépollution conclut qu'il reste moins de 200 kg de chrome à la suite des travaux de dépollution contre 1000 kg au départ. Il précise également qu'il est probable que les solutions d'hydrosulfites injectées pour dépolluer le sol continuent à réduire petit à petit une fraction du chrome résiduelle.

Nous préconisons de :

- Contacter un bureau d'études environnementales pour une évaluation approfondie des risques. L'historique de pollution par des produits chimiques (chrome, hydrocarbures, PCB) pourrait poser un risque pour les travaux, les employés, et l'environnement environnant ;

- Effectuer des prélèvements supplémentaires et des analyses du sol et de la nappe phréatique si nécessaire, pour déterminer précisément la répartition et la concentration des polluants encore présents ;

- En fonction des résultats des analyses, modifiez le plan de forage pour éviter de perturber les zones les plus contaminées. Il peut être nécessaire de choisir un tracé qui limite l'impact sur les zones polluées.

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU

Ces données restent informatives à cause de la ponctualité des sondages, l'épaisseur, la compacité des couches et les conditions hydrogéologiques étant susceptibles de varier sur l'emprise du projet. Afin de connaitre le niveau des plus hautes eaux (NPHE), il sera nécessaire de réaliser un relevé périodique du niveau d'eau dans le temps.

3.1 Investigations mises en œuvre

En février 2025, Envetudes a réalisé :

- 2 sondages carottés (SC1 et SC2) descendus à 20 m de profondeur.
- 2 sondages destructifs (SP1 et SP2) descendus à 20 m de profondeur.
- A l'avancement de chaque sondage : 1 essai de chargement pressiométrique tous les mètres par suivant la norme NFP 94-110-1.

Sont reportés en annexes au présent rapport :

- 2 analyses GTR
- Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 3 : Coupes des sondages pressiométriques et carottés SP1, SP2 et SC1, SC2

3.2 Nivellement des points de sondages

Le nivellement spécifique des points de sondage a été réalisé par nos soins à partir de la carte d'implantation, suite à la réalisation des sondages.

	SP1	SP2	SC1	SC2
Cote (m NGF)	53,23	53,23	53,32	53,38

3.3 Résultats des sondages pressiométriques

3.3.1 Nature des terrains

Les sondages mettent en évidence la succession lithologique suivante :

Couches		SP1 et SC1	SP2 et SC2
		Profondeur de la base des couches m/TN	
Terrains anthropiques	Terre végétale + remblai marron noirâtre	0,30 m/TN	-
	Remblai	-	0,70 m/TN
Argile sablo-marneuse	Argile sablo marneuse marron	0,80 m/TN	10,80 m/TN
Marne argilo-graveleuse à meulière	Marne graveleuse marron	-	> 20,00 m/TN
	Marne argileuse avec meulières marron clair grisâtre	> 20,00 m/TN	-

Les 4 sondages ont été réalisés, à proximité de l'axe du projet.

3.3.2 Compacité des terrains

Les compacités mesurées au pressiomètre sont les suivantes :

Couches	Pression limite pl* (MPa)	Module pressiométrique E_m (MPa)	E_m/pl*	Compacité des terrains
Terrains anthropiques	-	-	-	-
Argile sablo marneuse	0,94 - 1,43	7,00 – 22,20	5,20 – 17,80	Sol lâche à très serré
Marne argilo-graveleuse à meulière	0,67- 2,15	5,50 – 73,80	4,80 – 46,30	Sol lâche à très serré

3.3.3 Venues d'eau

Les sondages réalisés en février 2025 n'ont pas mis en évidence de venue d'eau.

3.4 Résultats des essais en laboratoire

Les résultats des essais réalisés en laboratoire sur l'échantillon prélevé dans les sondages SC1 et SC2 sont récapitulés ci-après et en annexe 4 :

Sondage	Profondeurs en m/TN	Nature des matériaux	Teneur en eau Wn (%)	Dmax	VBS	Classification GTR
SC1	7 à 9	Sable limoneux gris humide	60,2%	5 mm	0,82	**B5**
SC2	8 à 10	Marne argileuse beige ferme	24,0%	0.08 mm	0,83	**A1**

Les matériaux prélevés sont classés A1, « Limons peu plastique, lœss, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastique » et B5 « sables et graves très silteux… ». Il s'agit des sols dont la portance peut chuter dépendamment des conditions météorologiques.

Selon Géorisques, le projet est sur un site avec un risque de retrait gonflement d'argile moyen. De plus le retour des essais de laboratoire met en évidence la présence d'argiles peu plastiques à la profondeur du forage. En tenir compte dans le dosage du fluide de forage afin d'inhiber l'argile potentiellement gonflante.

3.5 Perméabilité des terrains

Aucune mesure de perméabilité n'a été réalisée sur site.

Au vu de la nature des terrains rencontrés, il est possible d'envisager les perméabilités suivantes :

- Remblais : perméabilité de porosité de l'ordre de 10^{-5} à 1 cm/s
- Formation alluvionnaire : 10^{-4} à 10^{-2} cm/s
- Formations argilo-marneuses : 10^{-6} à 10^{-4} cm/s

3.6 Liquéfaction des sols

Lors d'un forage et selon la méthode employée, le sol peut être soumis à une vibration importante. Cette vibration peut entraîner une liquéfaction des sols, c'est-à-dire une perte de toute résistance au cisaillement si les conditions suivantes sont réunies :

- Sols soumis à une accélération (vibration)
- Sol saturé
- Sol de faible compacité

La liquéfaction des sols entraîne une réorganisation des volumes des sols et donc conduire à des tassements différentiels.

Dans le cas du projet, les terrains rencontrés ne sont pas potentiellement liquéfiables sous l'effet des vibrations du forage. Une attention particulière devra être portée sur ce point lors de la réalisation des travaux.

4 APPLICATION AU PROJET

4.1 Descriptions générales du projet

Les informations du projet transmises par le client sont les suivantes :

- Le projet consiste en la pose en souterrain d'un fourreau en PEHD de diamètre 315 mm, sous le cours d'eau la « Marne » ;
- Technique sans tranchées à appliquer pour la réalisation des travaux ;
- Longueur développée : 274 ml

4.2 Rappels des contraintes de site

- Traversée d'un cours d'eau (la marne) ;
- Traversée à proximité d'habitations (*) ;
- Présence de réseaux enterrés ;
- Présence de poteaux à proximité du forage dirigé.

(*) Une attention devra être portée sur les interactions éventuelles avec sa fondation (ZIG).

4.3 Synthèse géotechnique

Les données obtenues lors des investigations in-situ :

Lithologies	Profondeur de la base des couches	Module de Ménard Em (MPa)	Compacité Em/Pl*	Abrasivité	Dureté	Porosité estimée
Terrains anthropiques	0,3 à 0,70 m/TN	-	-	-	-	-
Argile sablo-marneuse	0,80 à 10,8 m/TN	7,00 – 22,20	5,20 – 17,80 Sol lâche à très serré	Sols non abrasif	Dureté moyenne	30-35%
Marne argilo-graveleuse à meulière	> 20,00 m/TN	5,50 – 73,80	4,80 – 46,30 Sol lâche à très serré	Sols non abrasif	Dureté moyenne à élevé	25-30%

4.4 Principes généraux de conception des ouvrages sans tranchée

D'après les résultats des investigations et les informations dont nous disposons, 2 solutions dont les caractéristiques sont présentées ci-après peuvent être envisagées *(Cf : tableau comparatif détaillé en page suivante) :*

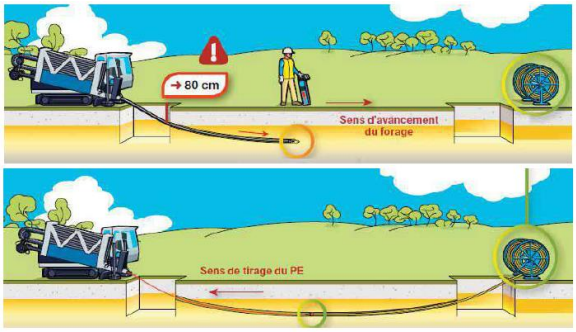


Figure 6 : Principe d'un forage dirigé

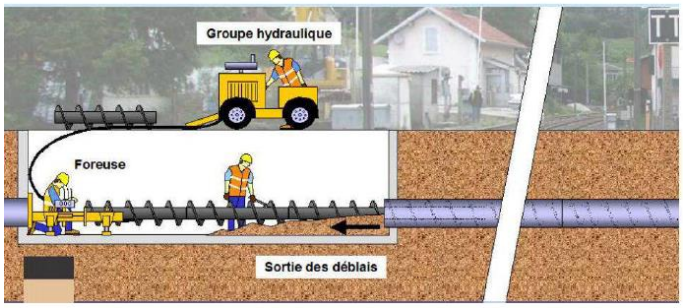


Figure 7 : Principe d'un forage à la tarière

Tableau 1: Comparaison des solutions proposées pour la réalisation des travaux sans tranchées.

Les informations fournies dans le tableau ci-dessus ont été obtenues des Directives Techniques du DCA, 4ème édition, 2015 et de la Guide Technique de la FSTT v2011.

	Forage horizontal dirigé	Fonçage à la tarière
Installation de chantier Fosse minimale d'installation d'entrée et de sortie	Faible encombrement 2m de longueur x 2m de largeur x 1,50 m de profondeur. Peut-être superficielle. Suffisante pour pouvoir stocker le linéaire de tuyau soudé à mettre en place.	Encombrement moyen 10m de longueur x 4m de largeur x 4 m de profondeur/ 3m de longueur x 3m de largeur x 4 m de profondeur
Type de tirs	Non rectilignes 2 courbes et 1 partie plane	Rectilignes
Profondeur de passage minimum recommandée	$10 * \phi_{fourreau}$ (La profondeur de passage devra être adaptée à la géologie)	$1{,}5 * \phi_{fourreau}$ (La profondeur de passage devra être adaptée à la géologie)
Diamètre de conduite	De 60 mm à 1 200 mm (couramment inférieur à 500 mm)	De 50 à 1 500 mm
Distance de forage	Couramment une centaine de mètres, mais peut aller de 15 à 3900 m	80 m en DN900
Type de sol	• Adaptée à tout type de terrains de préférence homogènes, faiblement à moyennement compacts : limon, argile, sable, mais avec un minimum de portance • Besoin d'adaptations techniques si terrains grossiers et sans cohésion (ex Bentonite + adjuvants).	• Procédé peu indiqué pour les terrains instables et les terrains rocheux • Adaptée au terrains cohésifs et terrains meubles à blocs sous conditions : $\phi_{max\ blocs} < \frac{1}{3} * \phi_{tarière}$
Présence d'une nappe phréatique	Envisageable	Envisageable sous conditions. Besoin de rabattement de la nappe. Si faible venue d'eau, étude d'hydrologique est nécessaire.
Maintien de terres pendant le chantier	Non	Oui, mais soumis à conditions d'installation.
Risques potentiels	• Contraintes provoquées par la réaction du sol lors du passage du forage (risque limité). • L'infiltration du fluide de forage sous pression dans des discontinuités du sol → Résurgences de fluide de forage. • Création de fontis si : $Q_{débit\ d'extraction} \gg Vitesse_{\ avancement}$ → Déformation de la géométrie de la voie franchie. • Modification de la trajectoire par augmentation des rayons de courbure, si alésage trop rapide ou par cisaillement du terrain (sol mou). • Effondrement du front de taille.	• Création de fontis par excavation excessive. • Déviations de la trajectoire selon les caractéristiques du terrain. • Contraintes faibles sur le terrain et les ouvrages à proximité.
Avantages	• Respect de l'environnement extérieur • Mise en œuvre aisée • Précision remarquable (1 à 2 cm)	• Principe de fonctionnement simple • Impact sur l'environnement limité aux seules fouilles d'entrée et de sortie
Inconvénients	• Nécessité d'une connaissance approfondie de l'encombrement du sous-sol. • Pas valable en terrains caillouteux ou rocheux. • Encombrement du dispositif : recul de 6 à 8 mètres nécessaire. • Limitation du diamètre et de la longueur. La longueur diminue si le diamètre augmente (efforts).	• Nécessité d'une connaissance détaillée de l'encombrement du sous-sol. • Nécessité d'une bonne connaissance géologique du sous-sol. • Nécessité d'une fouille de départ d'une longueur supérieure à la longueur de la machine et à la profondeur adéquate au passage de l'ouvrage.

© 02/2025 CP MAT

4.5 Solution recommandée

Sur la base des spécifications techniques du DCA et de la FSTT, nous recommandons la réalisation des travaux sans tranchées par la technique la plus adapté aux terrains, à la longueur et au diamètre du réseau à mettre en place.

Nous préconisons la ***technique du forage dirigé*** dont l'ébauche dimensionnelle en phase G2AVP est présentée ci-après.

4.6 Ebauche dimensionnelle de la solution recommandée

4.6.1 Critère de classification des terrains selon GRDF et FSTT

Tableau de classification des terrains selon la FSTT-2015 :

Classe de terrain FSTT	Classification normalisée
FSTT - A	Sols fins : limons et argiles
FSTT - B	Sols sableux et graveleux avec fines : sables à graves plus ou moins argileux
FSTT - C	Sols comportant des fines et des gros éléments : argiles ou cries à silex, meulière, éboulis, moraines
FSTT - D	Sols insensibles à l'eau : sables à graves propres
FSTT - R	Roches : carbonatées, argileuses, siliceuses, salines, magmatiques et métamorphiques
Matériaux particuliers	Matériaux particuliers : sols organiques, sous-produits industriels

Tableau de classification des terrains, réalisé par GRDF :

Classe de terrain	Type de sol rencontré lors des travaux souterrains. Exemple	Dureté du sol, E_m (MPa)
A	Sol sableux, argileux.	Em ≤ 20 MPa
B	Sols sableux et graveleux avec fines : sables a graves plus ou mieux argileux.	20 MPa < Em ≤ 40 MPa
C	Sols comportant des fines et des gros éléments : argiles ou craies à silex, meulière.	40 MPa < Em ≤ 120 MPa
D	Terrain hétérogène comprenant moraines, éboulis, alluvions grossiers ou sol insensible à l'eau.	-
R	Roches : carbonatées, argileuses, siliceuses, salines, magmatique et métamorphiques	Em < 120 MPa

4.7 Classification des terrains du projet

La classification des terrains potentiellement traversés par le projet de forage dirigé est la suivante :

Descriptions des couches			Classe de sol selon FSTT	Classe de sol selon GRDF
Formations		Lithologie		
Terrains anthropiques	De 0,3 à 0,70 m/TN	Terre végétale + remblai	–	–
Argile sablo-marneuse	De 0,80 à 10,8 m/TN	Argile sablo marneuse marron	FSTT – A-R	GRDF – A-R
Marne argilo-graveleuse à meulière	> 20,00 m/TN	Marne graveleuse marron	FSTT –B-R	GRDF – B-R
	> 20,00 m/TN	Marne argileuse avec meulières marron clair grisâtre	FSTT – R	GRDF – R

Donc, le terrain doit être considéré au plus défavorable en classe « FSST - R et GRDF - R ».

NB : selon les informations des sondages et de la carte géologique de COULOMMIERS, il est fort probable de rencontrer lors du forage, des Sables, graviers et argiles à meulière capables d'user l'outil de forage et d'augmenter la résistance au passage de la tête de forage. En tenir compte dans le choix de la machine de forage.

4.8 Dimensionnement des fourreaux

Suivant les spécifications Générales pour la pose de réseaux de gaz sans tranchée, les normes en vigueur et compte-tenu du réseau client, il est préconisé de poser 1 conduite PEHD de Ø 315 mm. Compte-tenu de ces paramètres et la longueur du fourreau à mettre en place, nous préconisons la pose de fourreau type :

Matériaux	Qualité de la matière	Diamètre extérieur	SDR	Epaisseur	Diamètre intérieur
PEHD	PE100	315 mm	11	28,6 mm	257,8 mm

4.8.1 Choix des outils

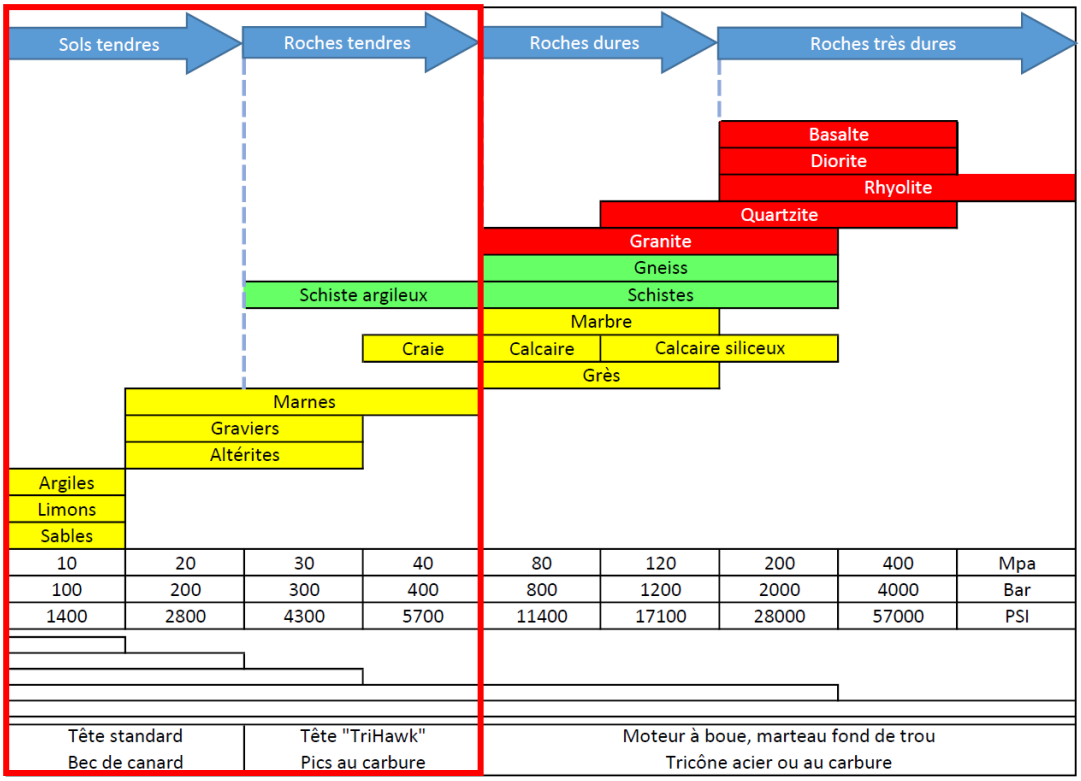


Figure 8 : Dureté des terrains et ensemble de tête adaptée. Source Recommandations du forage dirigé, FSTT 2002

Le choix de la machine de forage et des outils devra être réalisé en prenant en compte la classe de terrain à traverser et les paramètres suivants :

- Abrasivité,
- Déviations
- Effondrement
- Suivi de coincement.

4.8.2 Caractéristiques techniques

Nous préconisons les caractéristiques suivantes pour la technique du forage dirigé :

Méthodologie d'exécution préconisée	Forage dirigé
Obstacle à franchir	Cours d'eau « La Marne »
Réseau client	Gaz MPC
Longueur développée du forage	Environ 274 ml
Diamètre intérieur min du fourreau	257,8 mm
Type de fourreau préconisé	PEHD 315 mm (diamètre ext.)
Rayon de courbure vertical	350 m
Rayon combiné	250 m
Diamètre d'alésage du forage préconisé ($\mathbf{1,5 * \phi_{fourreau}}$)	470 mm maximum
Hauteur de couverture minimale recommandée par rapport à l'obstacle (FSTT : H $> \mathbf{10 * \phi_{fourreau}}$)	> 4,12 m minimum (Du fond du cours d'eau au nu extérieur du fourreau)
Nature des terrains attendus à la profondeur à atteindre	Marne argileuse à meulière à argile marne à meulière
Classe GRDF de terrain envisagée	Classe A à R
Niveau de nappe (*)	-

Les données ci-dessus devront être soumis à validation dans un étude G2 PRO ou G3 EXE.

(*) Le niveau de la nappe pouvant varier dans le temps, il sera nécessaire d'effectuer un relevé du niveau de la nappe au moment de l'exécution des travaux

Attention ! *L'ovalisation doit rester inférieure à 4 %.*

4.9 Dispositions constructives et recommandations

Au regard des éléments décrits ci-avant, les travaux du forage dirigé nécessiteront une attention particulière et une méthodologie adaptée qui imposera de mettre en œuvre les dispositions constructives génériques non exhaustives suivantes :

4.9.1 Dispositions particulières

Le projet doit être ajusté en fonction de la nature et la profondeur des aménagements existants et futurs. En cas de modifications des différents projets, nous recommandons de vérifier les interactions éventuelles.

4.9.2 Préparation de chantier

Préalablement à l'exécution du chantier, il sera nécessaire de :

- Déclarer les travaux (DT/DICT) en amont de l'exécution du projet.
- Être en possession des relevés topographiques complets avec report des réseaux concessionnaires (intégration dans un SIG le cas échéant)
- Disposer d'un plan de forage avec une coupe longitudinale indiquant la position des obstacles et ouvrages existants et une vue en plan, conformément aux éléments communiqués par le responsable du projet
- Obtenir les autorisations administratives concernant la circulation, en rapport au droit de travail aux lois de l'environnement, autorisations légales de construire, consentement pour l'usufruit temporaire du domaine privé et autres.
- Prévoir et réaliser une signalisation de la zone d'intervention.
- Préparer les aires de travail et éventuellement des voies d'accès. Prendre en compte les matériels de levage, de fluide de forage, des allées et venues de citernes d'eau, surface de stockage des matériaux et matériels en attente (tiges de forage, produits de fluide, etc.), zone d'assemblage de fourreaux à mettre en place.
- Implanter les machines de manière à encombrer au minimum les voies et propriétés à proximité.

4.9.3 Installation des machines de forage

- Aucune fouille/niche (surtout s'il s'agit d'une tranchée étroite dont la largeur < 2/3 profondeur) ne devra être ouverte avant un week-end, avant ou pendant des intempéries et laissée sans protection ou blindage provisoire.
- Les outils de forages devront être adaptés selon le type de terrain préconisé.
- Sous réserve de validation par l'entreprise de forage, et si présence de terrains argileux au niveau de la traversée, celle-ci devra utiliser (si besoin) un fluide de forage limitant l'hydratation de la formation argileuse de façon à éviter l'activation de celle-ci.
- Des fosses doivent être réalisées par terrassement en suivant les recommandations suivantes :
  - Aucune fosse d'entrée ou de sortie ne sera nécessaire
  - Les fosses de stockage des fluides de forage seront exécutées avant le forage et sécurisées.
  - Si la hauteur des fosses dépasse 1,30 m, les parois devront être couchées à 3H/2V afin de garantir leur stabilité. En cas de parois verticales, celles-ci devront être blindées provisoirement afin de garantir la sécurité des ouvriers.
- Se prémunir des remontées de nappe phréatique par la mise en place d'une pompe en fond de fosse.

- Se prémunir des écoulements d'eau en général (eau pluviale, eau de chantier) par la réalisation de fossés drainant autour du chantier. Les eaux devront être évacués à l'aval du chantier ou dans une rivière selon autorisations environnementales.

Nous recommandons au maitre d'ouvrage, au maitre d'œuvre de faire procéder, au moment de l'ouverture de fouilles ou la réalisation des forages dirigés, à une visite de chantier par un géotechnicien dans le cadre d'une mission G3/G4 de suivi d'exécution des travaux.

4.9.4 Réalisation du forage dirigé et pose du réseau

D'une façon générale, les opérations devront être réalisées sans interruption prolongée au-delà du temps strictement nécessaire au bon déroulement du forage. Ce temps devra être défini par le conducteur de travaux en fonction des conditions de forage et de leur retour d'expérience en situation similaire.
Nous recommandons de suivre la méthodologie suivante :

- Réalisation du trou pilote.
- Surveiller en permanence et corriger si nécessaire, la trajectoire du forage depuis la surface, lors de l'exécution des travaux.
- Surveiller en permanence la pression, le débit et le retour du fluide de forage.
- Réaliser un suivi de quantités des matériaux extraits avec comparaison par rapport aux volumes théoriques.
- Réaliser un contrôle des méthodes et procédés en cours de chantier.
- Réaliser l'alésage du trou foré en 1 ou plusieurs fois selon la tenue des terrains.
- Réaliser la mise en place des PEHD envisagés par le client (Etape de tirage des fourreaux).

4.9.5 Fin de chantier

- Repli du matériel de chantier,
- Remise en état de surfaces de travail, remblayer les puits d'entrée et sortie du forage à la fin des travaux et compacter les matériaux de remblaiement conformément à l'usage prévu des plateformes.
- Réaliser un plan de récolement à la fin des travaux.

5 ACCOMPAGNEMENT GEOTECHNIQUE DANS LA POURSUITE DU PROJET

5.1 Phase PRO – Mission G2

- Fournir une synthèse des hypothèses géotechniques au stade du projet.
- Fournir des notes techniques selon la méthodologie validée.
- Afin d'évaluer les tassements engendrés par les travaux sans tranchées, nous recommandons la réalisation d'une modélisation aux éléments finis.
- Rendu d'une note de calcul de dimensionnement

Notre mission objet de votre commande se termine à la remise du présent rapport.

Nous restons à la disposition de tout intervenant pour tout renseignement complémentaire.

© 02/2025 CP MAT

ANNEXE 1 :
CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

© 02/2025 CP MAT

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE SELON LA NORME NFP 94-500 DE NOVEMBRE 2013

Pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

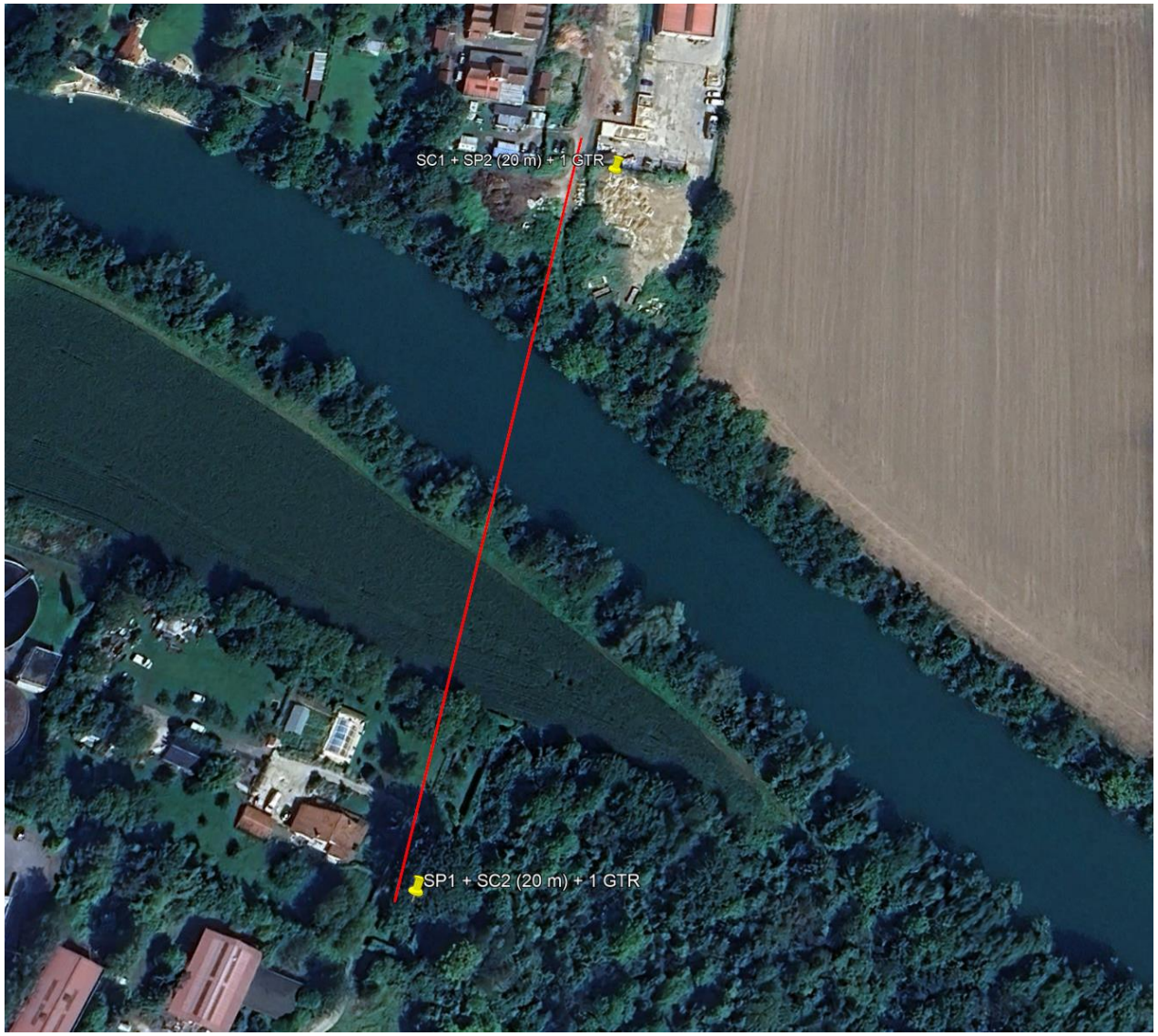
— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 :
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

© 02/2025 CP MAT


SC1 + SP2 (20 m) + 1 GTR
SP1 + SC2 (20 m) + 1 GTR

ANNEXE 3 :
COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES SP1, SC1, SC2 ET SP2

© 02/2025 CP MAT

ENVETUDES
Adresse : 2 Rue du Dr Calmette 94310 ORLY
Tél:0605511740 - contact@envetudes.com

LA FERTE SUR JOUARRE	SONDAGE A LA TARIERE
Date : 20/02/2025	SC1 N° d'affaire : CPMAT

Prof	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Outils	Niveau d'eau
0.70	Remblais	Carrotier	Néant
10.80	Argile sablo marneuse marron grisâtre		
20.00	Marne graveeuse marron		

SC2
1,3 m
1,9 m
1,1 m

SC2
1,4 m
1,5 m
1,6 m

SC2
1,1 m
1,8 m
1,6 m

1.10 m
1.11 m
1.13 m
Sc 1

1.13 m
1.14 m
1.15 m
Sc 1

ENVETUDES
Adresse : 2 Rue du Dr Calmette 94310 ORLY
Tél:0605511740 - contact@envetudes.com

LA FERTE SUR JOUARRE	SONDAGE A LA TARIERE
Date : 04/02/2025	SC2 N° d'affaire : CPMAT

Prof	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Outils	Niveau d'eau
0.30	Terre Végétale + Remblais		
0.80	Argile marneuse marron		
	Marne Argileuse avec meulières marron clair et grisâtre	Carrotier	Néant
20.00			

1.1m
1.2m
1.3m
SC2

1.4m
1.5m
1.6m
SC2

1.7m
1.8m
1.9m
SC2

10 m
11 m
12 m
S2

13 m
14 m
15 m
S2

ENVETUDES
Adresse : 2 Rue du Dr Calmette 94310 ORLY
Tél:0605511740 - contact@envetudes.com

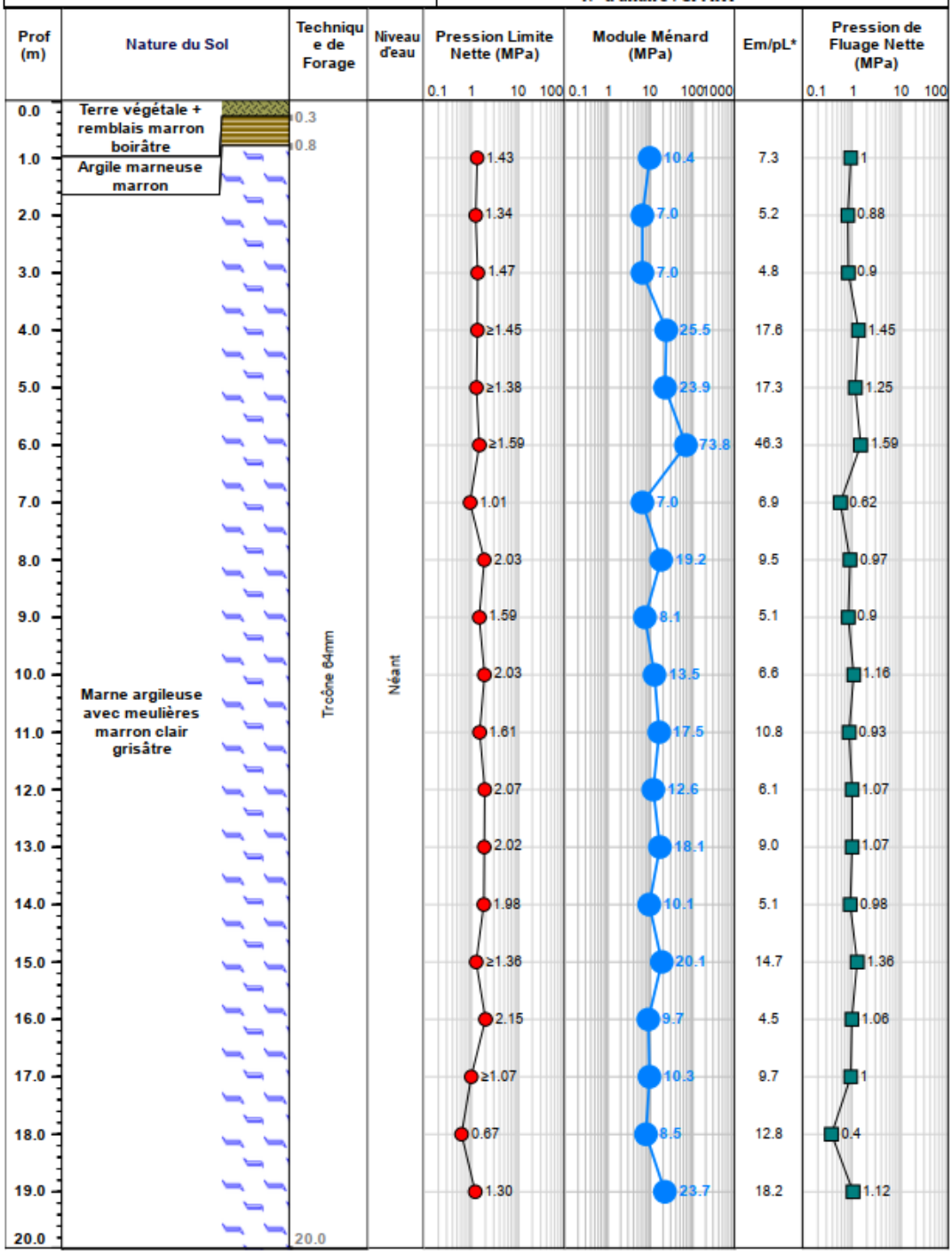
LA FERTE SUR JOUARRE

Date : 03/02/2025

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP1

N° d'affaire : CPMAT



ENVETUDES

Adresse : 2 Rue du Dr Calmette 94310 ORLY
Tél:0605511740 - contact@envetudes.com

LA FERTE SUR JOUARRE

Date : 05/02/2025

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2

N° d'affaire : CPMAT

Prof (m)	Nature du Sol	Technique de Forage	Niveau d'eau	Pression Limite Nette (MPa)	Module Ménard (MPa)	Em/pL*	Pression de Fluage Nette (MPa)
0.0	Remblais						
1.0				0.95	7.0	7.4	0.52
2.0				1.14	12.4	10.9	0.79
3.0				1.30	11.6	8.9	0.68
4.0				0.94	9.1	9.7	0.5
5.0	Argile sablo marneuse marron grisâtre			1.25	10.6	8.5	0.71
6.0				1.24	22.2	17.8	0.55
7.0				1.03	9.1	8.8	0.65
8.0				1.23	12.9	10.5	0.58
9.0				1.22	14.8	12.1	0.66
10.0		Tricône 64mm	Néant	1.42	12.7	8.9	1.04
11.0				≥1.20	12.7	10.6	0.93
12.0				≥1.39	10.5	7.6	0.82
13.0				1.37	17.9	13.1	0.67
14.0				≥1.67	11.1	6.6	0.98
15.0	Marne graveleuse marron			≥1.36	19.1	14.0	1.36
16.0				≥1.76	9.2	5.2	1.06
17.0				≥1.00	12.0	12.0	0.87
18.0				0.67	5.5	8.1	0.4
19.0				1.30	18.0	13.8	1.12
20.0							

Remblais : 0.0 – 0.7 ; Argile sablo marneuse marron grisâtre : 0.7 – 10.8 ; Marne graveleuse marron : 10.8 – 20.0

© 02/2025 CP MAT

ANNEXE 4 :
RESULTATS DES ESSAIS LABORATOIRES

GÉOSLAB

Identification GTR
selon la norme
NF P 11-300

PV	111035

Site de prélèvement	**La Ferte sous Jouarre**	**Société**	**Envetudes**
N° de Sondage	**SC2**	**Vos références dossier**	**nc**
Profondeur (m)	**nc**	**Nos références dossier**	**S25-12417**
Date du prélèvement	**nc**	**Date de réception du dossier**	**07/02/2025**
Prélèvement effectué par	**Envetudes**	**Date de réalisation de l'essai**	**12/02/2025**
Condition de conservation	**sac**	**Opérateur:**	**DES / MAG**

Description visuelle de l'échantillon :
Marne argileuse beige ferme - Réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1**

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C: **105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.
La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

W_N = 24,0%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.
Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **1,00**

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : **0,83** ***en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.***

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.
L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	100%	100%	99%	98%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procés verbal établi à Villeneuve le Roi le : *21-févr.-25*

Agathe JAKOVLJEVIC
Responsable des essais
de Classification des Sols

GEO.S.LAB Siège Social :565 rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99
labo@geoslab.fr S.A.R.L au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B

GÉOSLAB

Identification GTR
selon la norme
NF P 11-300

PV	111035

Site de prélèvement	**La Ferte sous Jouarre**	**Société**	**Envetudes**
N° de Sondage	**SC2**	**Vos références dossier**	**nc**
Profondeur (m)	**nc**	**Nos références dossier**	**S25-12417**
Date du prélèvement	**nc**	**Date de réception du dossier**	**07/02/2025**
Prélèvement effectué par	**Envetudes**	**Date de réalisation de l'essai**	**12/02/2025**
Condition de conservation	**sac**	**Opérateur:**	**DES / MAG**

Description visuelle de l'échantillon :
Marne argileuse beige ferme - Réagit au HCl

Classe GTR déterminée : **A1**

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C: **105**

Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.
La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

W_N = 24,0%

La valeur de bleu de méthylène (VBS) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.
Cette valeur est rapportée directement à la surface spécifique des particules constituant le sol, laquelle est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

La Fraction 0/5mm de sol mesurée sur la fraction 0/50mm est de : **1,00**

La VBS retenue pour la fraction 0/50mm est de : **0,83** ***en grammes de Bleu pour 100g de sol sec.***

Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.
L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.

Diamètre du Tamis en mm	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats Cumulés	100%	100%	100%	100%	99%	98%

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procés verbal établi à Villeneuve le Roi le : *21-févr.-25*

Agathe JAKOVLJEVIC
Responsable des essais
de Classification des Sols

GEO.S.LAB Siège Social :565 rue des Vœux St Georges 94290 Villeneuve le Roi - Tel : 01 49 61 11 88 - Fax : 01 49 61 11 99
labo@geoslab.fr S.A.R.L au capital de 10 000 € - SIREN 489 892 950 00028 - code A.P.E 7120 B