

**fondasol**



**DONGES (44)**

## **Mission géotechnique G2AVP**

**Rapport n° PR.44GT.22.0345– 001 – Indice A – 16/02/2023**

**RD RESSOURCES ET DEVELOPPEMENT**



**SITE DE TRANSIT ET DE REGROUPEMENT DE DECHETS**

**ZAC DES SIX CROIX – LOT N°7**

**AGENCE FONDASOL NANTES**

12 RUE LÉON GAUMONT - 44700 - ORVAULT



☎ 02 51 77 86 50

📠 02 51 78 75 15

✉ [nantes@fondasol.fr](mailto:nantes@fondasol.fr)

## SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	16/01/2023	53	1 <sup>ère</sup> diffusion	Y. PASCAL	A. ANDRÉI
A	16/02/2023	60	Résultats des analyses en laboratoire	Y. PASCAL	A. ANDRÉI
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X	X			46	X				86				
7	X				47	X				87				
8	X				48	X				88				
9	X				49	X				89				
10	X				50	X				90				
11	X				51	X				91				
12	X				52	X				92				
13	X				53	X				93				
14	X				54		X			94				
15	X				55		X			95				
16	X	X			56		X			96				
17	X				57		X			97				
18	X	X			58		X			98				
19	X				59		X			99				
20	X				60		X			100				
21	X				61		X			101				
22	X				62		X			102				
23	X				63		X			103				
24	X				64		X			104				
25	X				65		X			105				
26	X				66		X			106				
27	X				67					107				
28	X	X			68					108				
29	X				69					109				
30	X	X			70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

# SOMMAIRE

<b>A.</b>	<b>PRESENTATION DE NOTRE MISSION</b>	<b>5</b>
A.1.	Eléments du contrat	5
A.2.	Mission selon la norme NF P 94-500	5
A.3.	Prestations conjointes réalisées par FONDASOL	6
A.4.	Investigations géotechniques réalisées	6
A.5.	Documents à notre disposition pour cette étude	7
A.5.1.	Documents préalables	7
A.5.2.	Autres sources d'information	7
A.5.3.	Données manquantes	7
<b>B.</b>	<b>DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE</b>	<b>8</b>
B.1.	Description du site	8
B.2.	Topographie du site	9
B.3.	Contexte géologique	10
B.4.	Enquête documentaire	10
B.4.1.	Eléments historiques	10
B.4.2.	Inventaire des risques naturels connus	12
B.4.3.	Risque retrait/gonflement des argiles	12
B.4.4.	Risque inondation par crue	12
B.4.5.	Risque inondation par remontée de nappe	13
B.4.6.	Risque de pollution	13
B.4.7.	Risque sismique	13
B.4.8.	Risque de rayonnements ionisants	14
<b>C.</b>	<b>RESULTATS DES INVESTIGATIONS</b>	<b>15</b>
C.1.	Lithologie	15
C.2.	Aspects géomécaniques - Essais in situ	15
C.3.	Niveaux d'eau	16
C.4.	Identification GTR	17
C.5.	Analyses chimiques	17
<b>D.</b>	<b>APPLICATION AU PROJET</b>	<b>18</b>
D.1.	Description du projet	18
D.1.1.	Caractéristiques générales du projet et des ouvrages	18
D.1.2.	Catégories géotechniques et de durée d'utilisation du projet des ouvrages	19
D.1.3.	Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique	19
D.2.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	19
<b>E.</b>	<b>PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUE</b>	<b>20</b>
E.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques majeurs	20
E.2.	Données liées au risque sismique	20
E.2.1.	Classe sismique des sols	20
E.2.2.	Paramètres de calcul liés au séisme	21

E.2.3.	Evaluation du risque de liquéfaction en cas de séisme	21
E.3.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	21
E.3.1.	Conditions générales de terrassements	21
E.3.2.	Assises de chaussée	21
E.4.	Drainage de la plate-forme, épuisement des fouilles, en phase travaux	22
E.5.	Sujétions de réalisation de la fosse de visite	22
E.6.	Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables	22
E.6.1.	Fondations	22
E.6.2.	Niveau bas	23
<b>F.</b>	<b>EBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS ET DES DALLAGES</b>	<b>24</b>
F.1.	Etude de la solution de fondations superficielles	24
F.1.1.	Portance suivant l'Eurocode 7	24
F.1.2.	Tassements des fondations	25
F.2.	Sujétions de conception et d'exécution des fondations superficielles	25
F.2.1.	Règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents	25
F.2.2.	Exécution	26
F.3.	Assise de dallage sur terre-plein	26
F.3.1.	Couche de forme	27
F.3.2.	Caractéristiques des sols supports de dallage à long terme	27
F.3.3.	Contrôle	28
F.3.4.	Tassements des sols sous dallage	28
<b>G.</b>	<b>VOIRIES</b>	<b>29</b>
G.1.	Résultats des essais en laboratoire	29
G.2.	Généralités	29
G.3.	Portance et couche de forme	29
G.4.	Contrôle	30
G.5.	Structures de chaussée	30
G.6.	Vérification au gel des structures	30
<b>H.</b>	<b>CONCLUSION, ALEAS RESIDUELS, SUITE A DONNER</b>	<b>31</b>
H.1.	Conclusion	31
H.2.	Aléas résiduels (non exhaustifs), incertitudes, sujétions d'exécution	31
H.3.	Suite à donner	31
	<b>ANNEXES</b>	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>CONDITIONS GENERALES DE SERVICE</b>	<b>34</b>
<b>2.</b>	<b>ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)</b>	<b>37</b>
<b>3.</b>	<b>MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)</b>	<b>38</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>CLASSIFICATIONS SISMIQUES DES SOLS</b>	<b>52</b>
<b>6.</b>	<b>AGRESSIVITES DES SOLS ET DES EAUX</b>	<b>54</b>
<b>7.</b>	<b>RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE (GTR)</b>	<b>58</b>

# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

## A.1. Eléments du contrat

Le projet consiste en la construction d'un centre de regroupement et de transit de déchets, comprenant une base vie (bureaux, sanitaires, etc.), une zone atelier avec fosse de visite pour poids lourds, une plateforme logistique (pont à bascule, zone de bennes amovibles, cuves de stockage, radier, zone de manœuvres et de stationnement de poids lourds), sur le lot n°7 de la ZAC des Six Croix à DONGES (44).

Maître d'Ouvrage : RD RESSOURCES ET DEVELOPPEMENT

Demandeur / Prescripteur : QSE ATLANTIQUE

Devis : SQ.44GT.22.07.026.C du 04/11/2022

Commande du 09/11/2022

## A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type **G1\_PGC + G2\_AVP** au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision du 30 Novembre 2013). Les objectifs de notre rapport sont de développer les points suivants :

- L'étude préliminaire du site,
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet,
- La caractérisation de l'agressivité du sol et de la nappe vis-à-vis des bétons,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),
- Les principes d'adaptation au site,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques,
- L'ébauche dimensionnelle géotechnique des fondations / dallages.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'ébauche dimensionnelle des structures de chaussées,
- L'étude détaillée du risque de liquéfaction des sols du site sous séisme,



Remarque importante :

Nos études géotechniques ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.).

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Le cas échéant, le service Environnement de FONDASOL est disponible pour établir un devis de diagnostic environnemental.

### A.3. Prestations conjointes réalisées par FONDASOL

Les missions suivantes nous ont également été confiées, qui font l'objet de rapports spécifiques séparés :

	Prestation(s)	Pièce(s)
 <b>GEOTECHNIQUE GI+G2AVP</b>	Etude géotechnique mission G2AVP (le présent rapport)	<b>Pièce 001</b> PR.44GT.22.0345.001
 <b>ENVIRONNEMENT</b>	Diagnostic initial des sols et des eaux souterraines	<b>Pièce 002</b> PR.44GT.22.0345.002

### A.4. Investigations géotechniques réalisées

Dans le cadre de la mission d'ingénierie GI+G2AVP, la campagne de reconnaissance a consisté en la réalisation des investigations géotechniques suivantes :

- **5 sondages géologiques avec essais pressiométriques (SPI à SP5)** réalisés en diamètre 63 mm et descendus à des profondeurs de 3,0 m à 6,0 m maximum.
- **16 essais pressiométriques** réalisés selon la norme NF EN ISO 22476-4 et répartis dans les sondages géologiques précédents selon un intervalle moyen de 1,0 m à 1,5 m.
- **4 sondages destructifs (SD+PZ1 à SD+PZ3 et SD6)** en diamètre 110 mm et descendus à des profondeurs comprises entre 3,0 m et 6,0 m.
- **3 équipements piézométriques (SD+PZ1 à SD+PZ3)** en diamètre 52/60 mm, profond de 6,0 m, avec un tube PEHD lisse de 0 à 2 m et crépine de 2 à 6 m, réservoir gravillonné, bouchon annulaire argileux, bouchon PEHD et protection par capot métallique hors sol.
- **3 identifications GTR** réalisées sur des échantillons prélevés dans les sondages géologiques précédents.
- **2 analyses chimiques d'agressivité des sols** ont été réalisées sur des échantillons de sols prélevés en sondages.

Les sondages ont été implantés en fonction des contraintes d'accessibilité du site, et nivelés par nos soins.

Ils ont été réalisés au moyen d'une sondeuse hydraulique électrique de marque FONDASOL et de type CLEA. Les échantillons ont été prélevés à la tarière continue Ø63 mm.

## A.5. Documents à notre disposition pour cette étude

### A.5.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

- Extrait cadastral ;
- Plan topographique ;
- Plan de situation ;
- Plan de masse.

### A.5.2. Autres sources d'information

Nous avons également utilisé la carte IGN, les données du BRGM, la carte géologique du secteur au 1/50 000 et les vues aériennes du secteur disponibles sur [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr).

### A.5.3. Données manquantes

A ce stade du projet il ne nous a pas été fourni les descentes de charges, les tassements absolus et différentiels admissibles, ni la catégorie d'importance du projet vis-à-vis du risque sismique.

# B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

## B.1. Description du site

Le terrain, objet de l'étude, est le lot n°7 de la Zac des Six Croix à DONGES (44). Il s'agit de la parcelle YN n°540 d'environ 2 533 m<sup>2</sup>.

Il s'agit d'une ancienne parcelle agricole. Elle est bordée à l'Ouest et à l'Est par des bâtiments industriels et tertiaires, et au Nord et au Sud par des parcelles agricoles



Photographie aérienne du terrain – source Google Earth – janvier 2023.



Vue générale du site – source Fondasol – décembre 2022.

## B.2. Topographie du site



Vue générale de la borne utilisée comme référence du nivellement – source Fondasol – décembre 2022.

Le nivellement des sondages est réalisé par rapport à une borne géodésique située au Sud-Est du terrain. D'après la plan topographique qui nous a été communiqué, ce point de référence est à la cote +6,4 m suivant le référentiel de nivellement NGF.

D'après le nivellement que nous avons effectué, l'altitude du terrain actuel (TA) au droit des points de sondage est la suivante :

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SD6	SD+PZ1	SD+PZ2	SD+PZ3
Cote du TA (m NGF)	+5,59	+5,31	+6,08	+4,98	+6,31	+5,07	+5,07	+6,44	+5,69

La dénivellée du sol est d'environ 1,3 m entre les points de sondage SP4 et SP5

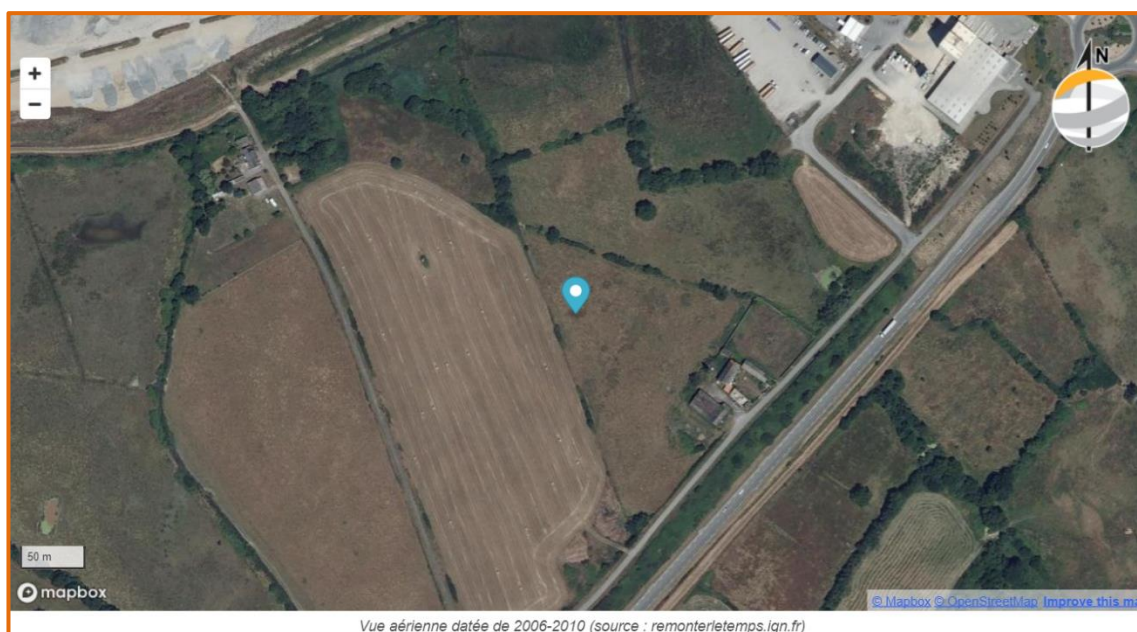
Dans la suite de notre rapport, les altitudes seront arrondies à 1 chiffre après la virgule.



L'analyse des photographies aériennes et historiques de 1950-1965 ne révèle la présence d'aucun ouvrage antérieur sur le site. Il s'agissait de parcelles agricoles.



Sur la photo aérienne datant de 2004, la carrière située au Nord du terrain est inondée.



## B.4.2. Inventaire des risques naturels connus

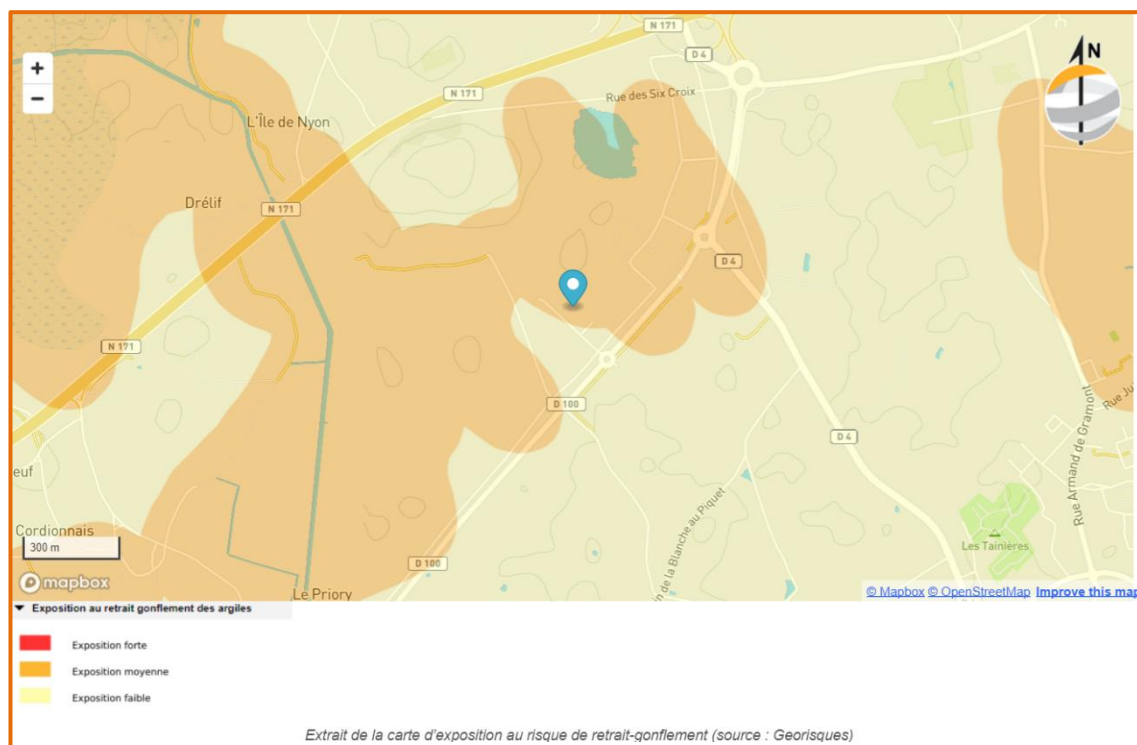
La commune a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle repris ci-après.

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
44PREF19990057	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	DONGES
44PREF20100012	28/02/2010	28/02/2010	11/03/2010	13/03/2010	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	DONGES

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas concerné par les risques non-géotechniques déjà répertoriés.

## B.4.3. Risque retrait/gonflement des argiles

D'après le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr) le risque d'aléa retrait/gonflement des argiles est **moyen** pour le site étudié.



## B.4.4. Risque inondation par crue

La commune de DONGES ne comprend pas de plan de prévention des risques PPRn Inondation et ne fait pas partie du Programme d'Action de Prévention contre les Inondations, des Territoires à Risque important d'Inondation.

D'après ces documents le site n'est pas concerné par le risque inondation par crue.

### B.4.5. Risque inondation par remontée de nappe

D'après la cartographie numérique concernant l'aléa « remontées de nappe » qui disponible sur le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), le terrain est inscrit dans une zone potentiellement sujette aux **débordements de nappe**.



Extrait de carte de l'aléa « Remontée de la nappe »

Le suivi mensuel des piézomètres installés en SD+PI à SD+PZ3 reste le meilleur moyen pour caractériser localement ce risque. Ce suivi ne nous a pas été commandé.

### B.4.6. Risque de pollution

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

Nous pouvons simplement préciser que les échantillons de sols prélevés ne présentaient pas d'odeurs suspectes. Pour plus de précisions, une étude environnementale pourrait être réalisée.

### B.4.7. Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010, deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national, et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8.

Il s'agit des documents suivants :

- décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

En vertu du décret n°2010-1255 daté du 22 octobre 2010, la commune se situe en zone de **sismicité 3** (sismicité « modérée »).

### B.4.8. Risque de rayonnements ionisants

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation naturelle de l'uranium du sous-sol. Il reste diffus dans l'air mais a tendance à se concentrer dans les milieux fermés, tels que les bâtiments par exemple.

La carte du potentiel radon établie par l'IRSN (source : irsn.fr et reprise en annexe), classe la commune du projet en **catégorie 2** (cas des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments).

L'arrêté daté du 27 juin 2018 délimite des zones à potentiel radon du territoire français, désormais à l'échelle communale.

Nous rappelons qu'il existe une obligation de mesures de concentration en radon dans le cas de certains établissements recevant du public. En fonction des résultats des mesures, des dispositions constructives pourront s'avérer nécessaires.

Ce risque n'étant pas géotechnique, il conviendra donc de se référer aux recommandations de l'IRSN pour limiter toute accumulation de ce gaz dans la construction (www.irsn.fr).

# C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

## C.1. Lithologie

*Nos sondages ont mis en évidence la lithologie suivante du haut vers le bas à partir du terrain actuel :*

- **Formation 1 : une terre végétale** : marron à brun foncé reconnue sur des épaisseurs comprises entre 30 cm et 40 cm au droit de l'ensemble de nos sondages.
- **Formation 2 : un limon silteux, un limon sableux, un limon sableux à graveleux : marron, marron grisâtre, brun clair à gris.** Cet horizon limoneux a été reconnu dans l'ensemble des sondages jusqu'à des profondeurs variant de 2,3 m (SP1), 3,8 m (SP2), 1,9 m (SP3), 2,2 m (SP4) et 3,4 m (SD6). Au droit des sondages destructifs équipés de piézomètres SD+PZ1 à SD+PZ3, la base de l'horizon limoneux a été atteinte à des profondeurs comprises entre 1,7 m et 2,3 m.

Le sondage SP5 a été arrêté dans cet horizon à une profondeur de 3,0 m sous la surface actuelle du terrain.

- **Formation 3 : un gneiss altéré à compact** : brun, marron à gris reconnu jusqu'à la base de tous les sondages, sauf SP5, à des profondeurs comprises entre 3,0 m et 6,0 m sous la surface du terrain actuel.

### **REMARQUE :**

La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...).

## C.2. Aspects géomécaniques - Essais in situ

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées à partir des essais pressiométriques et des essais au pénétromètre dynamique avec les notations suivantes :

- $p_l^*$  : pression limite nette,
- $E_M$  : module de déformation pressiométrique,

Ces essais ont pour objectif de caractériser mécaniquement les formations identifiées ci-dessus.

Au droit de nos sondages les résultats sont les suivants :

N°	Formation	Profondeur de la base (m/TA)	Classe de sol selon EC7	E <sub>M</sub> (MPa)		PI* (MPa)	
				Min	Max	Min	Max
1	Limon silteux à sableux	1,3 à 2,6	Limon ferme à raide	3,3	10,7	0,49	1,09
2	Limon sableux et arène limoneuse	2,3 à 3,8 et > 3,0	Limon raide à très raide	10,5	47,4	1,36	4,32
3	Gneiss altéré à compact	> 3,0 à > 8,0	Rocher altéré à fragmenté	53,4	424,8	4,66	4,93

### C.3. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention fin décembre 2022 à début janvier 2023, des arrivées d'eau libre sont apparues en sondages. Les niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés aux profondeurs suivantes :

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SD6	SD+PZ1	SD+PZ2	SD+PZ3
Cote du TA (m NGF)	+5,59	+5,31	+6,08	+4,98	+6,31	+5,07	+5,07	+6,44	+5,69
Profondeur de l'eau (m/TA)	2,2	3,1	2,6	2,6	Néant	3,1	Non mesuré		
Cote de l'eau (m NGF)	+3,39	+2,21	+3,48	+2,38	-	+1,97	-	-	-

Le terrain est visiblement le siège de circulation d'eau au sein de l'horizon limoneux et sableux superficiel d'origine colluvionnaire et d'arénisation qui est présent au sommet du substratum gneissique.

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques plus précises, dans la mesure où les niveaux d'eau mentionnés dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à ceux relevés à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau.

En effet, les niveaux mentionnés peuvent être influencés par la durée d'observation dans le cas de terrains peu perméables et/ou les conditions pluviométriques ayant précédé ces relevés.

Trois équipements piézométriques ont été installés au droit des sondages SD+PZ1 à SD+PZ3 jusque 6,0 m de profondeur, afin de suivre les fluctuations du niveau d'eau dans le sol (suivi non commandé dans notre mission initiale).

Pour obtenir des indications plus précises, un suivi piézométrique pourra être commandée par le maître de l'ouvrage et une étude hydrogéologique pourra nous être confiée le cas échéant.

Aucune de ces deux missions (suivi et étude hydrogéologique) ne nous a été confiée pour ce dossier.

## C.4. Identification GTR

D'après les résultats d'analyses en identification GTR, les sols en présence sont classés en A2 selon la classification GTR (norme NF P 11-300).

Forage	Prof. moyenne (m)	Nature	Wn	p	pe	pe	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	Ip	VBS	CaCO <sub>3</sub>	D <sub>max</sub>	Passant à				Proctor		Proctor+IPI		IPI	LA	MDE	FS	SE	FR	DG	Classification	
			%	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	%	%	%	(%)	mm	80 µm O/D %	2 mm O/D %	63 µm O/D %	2 µm O/D %	2 mm O/50 %	80 µm O/50 %	%	%	%									%
Remarque :			*Mn = teneur en eau sur 70° (NF P11-300)											*K ne peut être calculé uniquement si le m <sub>100</sub> < 40µm (NF P84-051)															
Normes			34-050	34-057	34-055	34-054	34-051 & 34-052				34-062	34-043	34-052					34-053				34-072	1037-1	1037-2	15-076	332-3	34-056	34-067	11-500
Nombre d'essais			3							3		3	3	3	3	3	3												
DPT1	1.20	Limon argileux marron	23.1							3.30	7	100.0	97.5	67.2	67.0		97.5												A2
SP1	1.35	Limon argilo graveleux marron	12.3							2.53	12	100.0	83.4	44.1	43.8		83.4												A2
SP2	1.00	Limon argilo graveleux marron	19.3							3.01	6	100.0	94.8	63.3	63.2		94.8												A2

Les sols de classe GTR A2 sont des argiles moyennement plastiques, sensibles à l'eau en termes de portances et sujets au matelassage. Elles sont également sensibles au retrait/gonflement par variations hydriques.

## C.5. Analyses chimiques

Les analyses de l'agressivité du sol vis-à-vis du béton ont été confiées à INOVALYS.

Nous rappelons que la norme NF EN 206/CN:2014 définit, pour les attaques chimiques, les trois classes d'exposition suivantes, correspondant à trois niveaux d'agressivité chimique :

- XA1 Environnement à faible agressivité chimique,
- XA2 Environnement d'agressivité chimique modérée,
- XA3 Environnement à forte agressivité chimique.

	Environnement	Mesures de protection	Niveau de protection
XA1	Faiblement agressif	Pas de mesure particulière. Le béton fabriqué suivant les règles de l'art doit être compact par ses qualités intrinsèques.	1
XA2	Moyennement agressif	Adaptation de la composition et de la mise en œuvre aux conditions du milieu (dosage en ciment, catégorie de ciment, E/C, cure, adjuvants)	2
XA3	Fortement agressif		

Les essais réalisés permettent de définir une classe d'agressivité chimique :

- **<XA1 pour le sol** soit un environnement non agressif vis-à-vis des bétons,

Les résultats complets figurent en annexe.

Dans le cadre de notre étude, nous nous limiterons à l'évaluation de la classe d'agressivité chimique XAi. Les autres classes d'exposition (XCi, XSi, XDi, XFi) seront à évaluer par le maître d'œuvre.

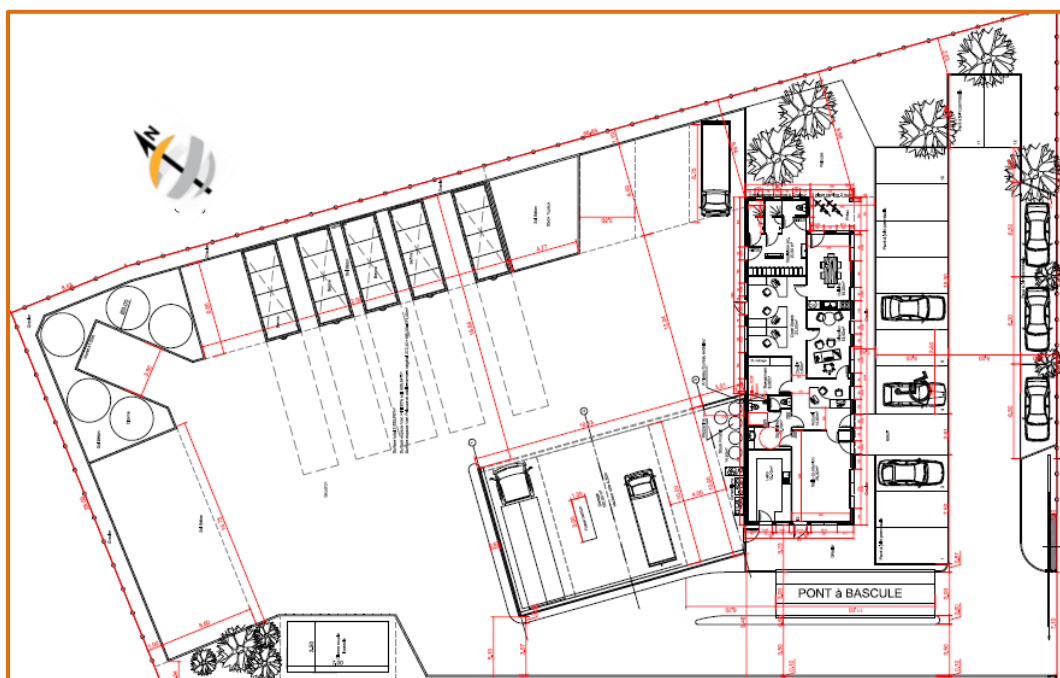
# D. APPLICATION AU PROJET

## D.I. Description du projet

### D.I.I. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

Le projet consiste en la construction d'un centre de regroupement et de transit de déchets, comprenant :

- une base vie (bureaux, sanitaires, etc.) de type RDC sans partie enterrée, d'environ 150 m<sup>2</sup> d'emprise au sol et aménagée de plain-pied ;
- une zone atelier avec fosse de visite pour poids lourds de type RDC aménagé de plain-pied et d'environ 145 m<sup>2</sup> ;
- une plateforme logistique (pont à bascule, zone de bennes amovibles, cuves de stockage, radier, zone de manœuvres et de stationnement de poids lourds).



Plan de masse de l'architecte daté du 01/09/2021 – source Atelier François Lauriol Architecte

En absence d'éléments précis, le niveau bas du projet est supposé sensiblement proche de la surface actuelle du terrain – hypothèse à confirmer par les concepteurs du projet. Nous supposons les déblais/remblais sur la parcelle inférieurs à 0,7 m, compte tenu du dénivelé entre nos sondages et le niveau fini du projet vers +5,5 m NGF.

Nous ne disposons pas d'autre information concernant ce projet au moment de la rédaction de ce rapport.

### D.1.2. Catégories géotechniques et de durée d'utilisation du projet des ouvrages

En l'absence d'indication, nous avons considéré, conformément à l'Eurocode 7, les hypothèses suivantes :

- Catégorie géotechnique du projet : 2
- Classe de conséquence des ouvrages : CC2
- Catégorie de durée d'utilisation des ouvrages définitifs : 4 (50 ans)

Ces hypothèses seront à confirmer par le Maître d'ouvrage.

### D.1.3. Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique

La catégorie d'importance d'ouvrage considérée par hypothèse dans la suite du rapport (hypothèse restant à confirmer par le maître d'ouvrage) est : II.

## D.2. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

La Zone d'Influence Géotechnique définie en première approche s'étend sur une distance horizontale de 3,0 m autour des ouvrages et aménagement projetés. Il faudra porter une attention particulière pour les travaux de terrassements (phasages, talutages, etc...) et les dispositions constructives à mettre en œuvre pour garantir la stabilité générale des existants.

Cette distance horizontale atteindra 3,0 m autour des fosses du projet.

La définition des dispositions particulières pour garantir la stabilité du projet relève de la phase PRO. Ces points impliquent notamment :

- Un levé topographique de l'intégralité de la ZIG,
- Les reconnaissances et description précises des structures et fondations des ouvrages situés dans l'emprise de la ZIG, ainsi que leur diagnostic structurel (descentes de charges, déplacements limites admissibles, sensibilité aux vibrations, ...)

La définition des dispositions particulières pour garantir la stabilité des avoisinants relève de la phase PRO. Ces points impliquent notamment :

# E. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUE

## E.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques majeurs

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence :

- Présence de limon silteux, de limon sableux et graveleux et d'arène limoneuse de faible compacité qui ont été reconnus jusqu'à des profondeurs comprises entre 1,7 m et 3,8 m au droit de nos sondages.
- Présence d'eau superficielle à des profondeurs comprises entre 2,2 m et 3,1 m lors de notre intervention fin décembre 2022 à début janvier 2023. A noter que l'exhaure de la carrière, située à plusieurs centaines de mètres au Nord, pourrait créer un cône de rabattement de la nappe aquifère superficielle et influencer les niveaux d'eau dans le sol. Un suivi piézométrique mensuel permettrait de lever cette incertitude.

## E.2. Données liées au risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- Décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Décret n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- Arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

Compte tenu de la classe de l'ouvrage que nous supposons de **catégorie II** (hypothèse à confirmer par le maître d'ouvrage) et de la zone de sismicité 3, l'effet d'un séisme **sera à considérer** pour le dimensionnement structurel des ouvrages.

### E.2.1. Classe sismique des sols

La classe de sol a été déterminée à partir des résultats des essais pressiométriques, en utilisant des corrélations entre les vitesses sismiques et les modules pressiométriques.

La classe de sol retenue est la **Classe A**.

## E.2.2. Paramètres de calcul liés au séisme

Zone de sismicité :	3	D'où l'accélération maximale au rocher : $a_{gr} =$	1.1
Catégorie d'importance du bâtiment :	II	D'où le coefficient d'importance : $\gamma_I =$	1
Classe de sol :	A	D'où le paramètre de sol : $S =$	1

D'où 
$$a_{max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S = 1.1 \text{ m/s}^2$$

### Remarques importantes :

Les éléments donnés ci-dessus suivent les hypothèses de l'EUROCODE 8, pour une zone de sismicité donnée. S'il existe des préconisations spécifiques sur le site concernant les accélérations à retenir, il appartient à l'équipe de conception d'en tenir compte.

L'hypothèse de catégorie d'importance, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le Maître d'ouvrage.

## E.2.3. Evaluation du risque de liquéfaction en cas de séisme

Compte tenu de la bonne compacité des sols d'assise des futures fondations, de la nature limoneuse et sableuse des sols de surface, il n'y a pas de risque de liquéfaction en cas de séisme.

## E.3. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

### E.3.1. Conditions générales de terrassements

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes.

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. Une amélioration de la plate-forme par cloutage et/ou la réalisation d'une couche (de forme) granulaire pourra être nécessaire à la traficabilité.

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie.

Les terrassements pourront être majoritairement réalisés à la pelle mécanique travaillant au godet rétro et en évitant de circuler sur le fond de forme.

### E.3.2. Assises de chaussée

Compte tenu de la nature des sols à dominante argilo-limoneuse, et de la présence d'une nappe aquifère superficielle, sous réserve des analyses en laboratoire en cours de réalisation, l'arasement de terrassement devrait être de qualité PST1/ARI.

Dans ce cas de PST, il convient :

- soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST2 ;
- soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anti-contaminant à l'interface PST - couche de forme).

## E.4. Drainage de la plate-forme, épaissement des fouilles, en phase travaux

Le projet ne prévoit pas de déblai notable (à confirmer au stage G2PRO) ni d'ouvrages enterrés (hormis la fosse de visite), des dispositions de drainage sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques (matelas granulaire à fonction de traficabilité, formes de pentes, fossés, ...). Quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur (exemple : loi sur l'eau).

## E.5. Sujétions de réalisation de la fosse de visite

Le projet prévoit une fosse de visite dans les ateliers que nous supposons descendue vers 1,5 m de profondeur sous le niveau 5,5 m NGF (à confirmer au stade G2\_PRO). Après talutage à 3H/2V dans les remblais et limons de surface, la fosse reposera sur un radier édifié sur un gros béton descendu au minimum à la même profondeur que les fondations existantes à l'Est.

Compte tenu des informations qui nous ont été communiquées ainsi que du niveau d'eau mesuré dans nos sondages, il faudra s'attendre à ce que la fosse de visite interagisse avec les eaux souterraines.

En phase définitive, on prévoira un cuvelage étanche (« cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation » intérieur, ou « cuvelage avec revêtement d'étanchéité » extérieur Cf. NF P 11 221-1, DTU 14.1). Par ailleurs, la fosse de visite devra être conçue pour s'opposer aux forces de soulèvement liées à poussée hydrostatique (ouvrage lesté). En l'absence de suivi piézométrique et d'étude hydrogéologique, on retiendra la poussée hydrostatique devra être calculées avec un niveau d'eau égal à la surface du terrain fini.

En phase travaux, et en fonction des conditions climatiques, des dispositions particulières pourraient s'avérer nécessaires. Le cas échéant, on prévoira au minimum :

- un système de drainage provisoire permettant de rabattre la nappe sous le niveau du fond de fouille, dimensionné pour ne pas avoir d'incidence sur la stabilité des fondations mitoyenne à la future cage d'ascenseur.
- un pompage adapté avec liaison vers un réseau d'évacuation existant ou à créer.

Dans tous les cas, nous recommandons de réaliser les travaux de terrassement en période hydrique favorable (période estivale).

## E.6. Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables

### E.6.1. Fondations

Compte-tenu du contexte géotechnique et du projet, le principe de fondation pourra se composer de **fondations superficielles du type semelles filantes ou massifs isolés**, descendues à des profondeurs minimales d'assise comprises entre 0,5 m et 1,6 m sous la surface du terrain actuel, **à une profondeur minimale d'assise de 1,0 m sous le niveau extérieur fini, et ancrées d'au moins 30 cm dans le limon silteux à sableux marron brun** en place et non remanié par les travaux de terrassements.

En faisant l'hypothèse d'un niveau bas calé sensiblement proche de la surface du terrain, vers une cote de +5,5 m NGF – hypothèse à confirmer, les profondeurs d'assise minimales au droit de nos sondages seront les suivantes :

Sondages	SPI	SP2	SP3	SP4	SP5	SD6
Cote du TA (m NGF)	+5,6	+5,3	+6,1	+5,0	+6,3	+5,1
Profondeur minimale d'assise (m/TA)	1,0	0,8	1,6	0,5	0,8	0,6
Cote minimale d'assise (m NGF)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Profondeur minimale d'assise (m/RDC à +5.5 NGF)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

On veillera à respecter cet ancrage de 30 cm dans le sol en place, ce qui pourra conduire à des approfondissements locaux en cas de surépaisseur de remblais ou de zones remaniées. On respectera les conditions de hors-gel et les règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents. Un rattrapage avec un gros béton est envisageable pour atteindre le fond de fouille.

#### **REMARQUE :**

Compte tenu du niveau actuel de la nappe (en début de période hivernale) on choisira un moment opportun pour la réalisation des travaux de fondation (en période estivale).

Sinon, on prévoira le blindage des fouilles sur toute leur hauteur et la mise en œuvre d'un système de pompage adapté (sans influence sur les avoisinants).

### **E.6.2. Niveau bas**

Un **dallage sur terre-plein** pourra être réalisé pour le niveau bas du projet, sous réserve de respecter les modalités détaillées au paragraphe F.3.

Alternativement **une solution de plancher porté par un réseau de longrines** reposant sur les fondations est également techniquement réalisable. Dans ce cas il n'y a pas de compactage de la couche de forme à prévoir.

# F. EBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS ET DES DALLAGES

## F.1. Etude de la solution de fondations superficielles

### F.1.1. Portance suivant l'Eurocode 7

Les calculs de capacité portante et de tassements des fondations superficielles dans le cadre de la présente ébauche dimensionnelle respectent les prescriptions de la norme P94-261 (EC7).

**Dans le cadre d'une G2 AVP nous nous limiterons à la reprise des charges verticale centrées** ; la stabilité au glissement et à l'excentrement des charges devra être étudiée en G2\_PRO.

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées par la méthode pressiométrique (cf. NF P94-261) à partir de la pression limite nette équivalente  $p_{le}^*$  calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance  $k_p$ .

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, il est possible de retenir :

$$\begin{aligned} p_{le}^* &= 0,49 \text{ MPa,} \\ k_p &= 0,8 \\ q_0 &= \text{négligé} \end{aligned}$$

On a alors dans ce cas, la contrainte nette évaluée à :

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta = 0,39 \text{ MPa}$$

Soient :

$$\text{Contrainte caractéristique : } q_{v;k} = \frac{q_{net}}{1.2}$$

$$\text{Contrainte de calcul à l'ELU : } q'_{ELU} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{1.4}$$

$$\text{Contrainte de calcul à l'ELS : } q'_{ELS} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{2.3}$$

A ce stade de l'étude et en absence de précisions sur la géométrie et les charges des fondations, les contraintes de calcul sont alors de :

$$q'_{ELS} = 0,14 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0,23 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

Nota : dans le cas d'une charge inclinée par rapport à la verticale, ou bien d'une fondation réalisée à proximité d'un talus, les coefficients respectivement  $i_\delta$  et  $i_\beta$  seront inférieurs à 1.

Nota : Indépendamment de la descente de charge, la largeur minimum des fondations sera de 60 cm pour une semelle isolée et 40 cm pour une semelle filante.

## F.1.2. Tassements des fondations

En l'absence d'information sur les descentes de charges apportées par le futur bâtiment industriel, nous avons estimé les tassements par la méthode pressiométrique, pour une semelle de taille variable (valeur indicative à revoir en fonction des descentes de charge réelles) ancrée de 30 cm dans le limon silteux ou sableux brun marron et soumis à une contrainte verticale centrée à l'ELS quasi-permanent de 0,14 MPa.

		CAS N°1	CAS N°2	CAS N°3	CAS N°4
		SEMELLES ISOLÉES		SEMELLES FILANTES	
CHARGE ELS		50 kN	140 kN	56 kN	84 kN
DIMENSIONS		0,6 m x 0,6 m	1 m x 1 m	0,4 m	0,6 m
	Z assise m/TN	TASSEMENT ESTIMÉ (mm)			
Selon <b>SP1</b>	1,0	2	2	2	2
Selon <b>SP2</b>	1,0	4	5	5	6
Selon <b>SP3</b>	1,0	2	2	3	3
Selon <b>SP4</b>	1,0	6	7	8	9
Selon <b>SP5</b>	1,0	2	2	2	2

Au droit du bâtiment atelier et bureaux (SP1 à SP3) et du pont à bascule (SP5), les tassements absolus prévisibles seront de l'ordre du demi-centimètre. Les tassements différentiels seront négligeables.

Au droit de la zone de collecte et de regroupement des déchets (SP4), les tassements absolus approcheront d'une amplitude centimétrique. Les tassements différentiels approcheront du demi-centimètre.

Ces tassements s'entendent pour des fonds de fouille homogènes et non remaniés.

### **REMARQUE :**

Il appartient au bureau d'étude structures de vérifier que les tassements absolus et différentiels estimés ci-dessus sont admissibles par la structure. Les valeurs des tassements devront être plus précisément évaluées en phase PRO à partir des descentes de charges réelles.

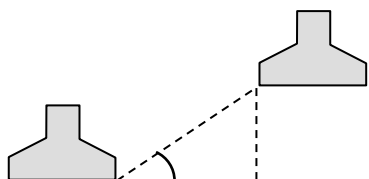
## F.2. Sujétions de conception et d'exécution des fondations superficielles

### F.2.1. Règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents

Les fondations devront posséder une largeur minimale B de 0,40 m pour des semelles filantes et de 0,60 m pour des appuis isolés. La hauteur des semelles ne doit pas être inférieure à 0,3 m.

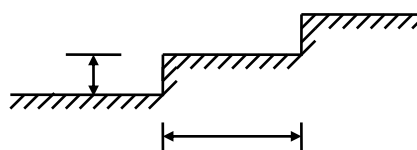
En cas de niveaux d'assise décalés entre fondations voisines, on limitera les redans ou le décalage d'assise entre fondations (par assimilation aux préconisations de la norme EN 1998-5 (Eurocode 8)) en respectant les schémas suivants :

#### MASSIFS ISOLES OU PUIITS



$$\tan\alpha = \frac{H}{L} \leq 1/3$$

#### SEMELLES FILANTES EN REDANS



$$\tan\alpha = \frac{H}{L} \leq 1/3 \text{ et}$$

### F.2.2. Exécution

Les fondations devront respecter un encastrement minimal de 30 cm dans le limon silteux à sableux brun marron en place et non remaniés et une profondeur minimale d'assise de 1,0 m sous le niveau extérieur fini.

Ce critère d'encastrement nécessitera des approfondissements du niveau d'assise des fondations dans le cas de rencontre de surépaisseurs de limon silteux décomprimés.

Les dénivellations des niveaux d'assise des fondations seront alors reprises par redans successifs en respectant la proportion  $H/L < 1/3$  et en partant du point le plus bas.

On prévoira l'utilisation d'une pompe de chantier reliée à un exutoire afin d'évacuer immédiatement toutes arrivées d'eau pouvant se produire en fond de fouille et préalable au bétonnage. Compte tenu de la nature sableuse des sols en place, ce pompage devra être modéré pour éviter tout entrainement de fines.

On bétonnera les fondations immédiatement après l'ouverture des fouilles ou sinon on coulera un béton de propreté à l'avancement.

On prévoira le talutage des fouilles ou le blindage des fouilles sur toute la hauteur des horizons instables.

Dans le cas de semelles isolées, les murs de remplissage reposeront sur des longrines en béton armé reposant sur les massifs de fondations.

Les fouilles pourront être ouvertes au moyen d'une pelle mécanique classique ou d'un tractopelle travaillant au godet rétro.

### F.3. Assise de dallage sur terre-plein

Le dallage pourra être réalisé sur terre-plein, en prévoyant la réalisation d'une couche de forme de forte épaisseur en matériaux granulaires, propres, insensibles à l'eau et de classe GTR D31 par exemple.

Pour des dallages peu à moyennement sollicités ( $\leq 20 \text{ kN/m}^2$ ), on cherchera à asseoir le dallage sur une plateforme de type PF2 ( $E_{V2} > 50 \text{ MPa}$ ) (cf. DTU 13.3). Pour ce projet, nous considérons un dallage moyennement sollicité ( $20 \text{ kN/m}^2$ ).

### F.3.1. Couche de forme

Le dallage pourra être réalisé sur terre-plein, en prévoyant :

- la purge de la terre végétale sur une épaisseur minimale de 50 cm ou des sols remaniés par les terrassements et des sols altérés par les intempéries,
- la mise en place d'un cloutage en fond de forme avec des matériaux grossiers et charpentés pour constituer une enclume permettant de compacter la couche de forme,
- la mise en place sur l'arase d'un géotextile anti-contaminant et anti-poinçonnant,
- la réalisation d'un drainage périphérique permettant d'assurer la pérennité de la portance de plate-forme,
- la mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux granulaires, propres et insensibles à l'eau (de classe GTR D31 par exemple).

Sous réserve des résultats des analyses en laboratoire en cours de réalisation, et compte tenu de la nature argilo-limoneuse des sols et de la présence d'une nappe aquifère superficielle, la partie supérieure des terrassements devrait être de qualité PST1/ARI comme par exemple au droit du sondage SP4.

Dans ces conditions, pour obtenir une plate-forme d'assise de type PF2 ( $K_w \geq 50$  MPa/m et  $EV2 \geq 50$  MPa) (Cf. DTU 13.3), il sera nécessaire de mettre en œuvre **une couche de forme d'une épaisseur minimale de 60 cm minimum sur géotextile**. Elle pourra être constituée de la manière suivante (de haut en bas) :

- 20 cm de GNT 0/31,5 mm
- 40 cm de GNT 0/60 ou 0/80 mm

Le rattrapage de niveau entre l'arase de terrassement et la base de la couche de forme sera comblé suivant nécessité par des matériaux de type 0/100 mm (granulométrie maximum) soigneusement compactés.

L'épaisseur finale de la couche de forme dépendra des épaisseurs de purges réalisées et du niveau zéro à atteindre par le dallage.

Les matériaux retenus devront être conformes à la norme NFPI1-300 et en particulier répondre aux exigences suivantes : VBS < 0,1 et MDE < 45.

### F.3.2. Caractéristiques des sols supports de dallage à long terme

Au droit du sondage SP4, le plus défavorable, on trouvera dans le tableau inséré ci-après les caractéristiques à retenir pour le dimensionnement du dallage à partir du DTU 13.3 :

Sol	Profondeur de la base / TA (m)	$E_M$ (MPa) (moyenne harmonique)	$\alpha$	$E_s$ (MPa)
Couche de forme	0,60	-	-	EV2
Limon silteux à sableux	1,7 à 3,8	3,5	0,5	7
Limon sableux et arène limoneuse	> 6,0	10	0,5	20
Gneiss altéré à compact	> 6,0	55	0,5	110

$E_M$  : module de déformation pressiométrique de la couche concernée (mesuré)

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol (estimé)

On retiendra pour le module de déformation du sol à long terme :  $E_s = k \frac{E_M}{\alpha}$

avec  $k$  coefficient facteur de la distorsion variant de 1 à 2.

A ce stade de l'étude d'avant-projet G2\_AVP, on retiendra  $k = 1$ .

### F.3.3. Contrôle

La plate-forme d'assise des dallages sera contrôlée par des essais à la plaque (prévoir au moins 3 essais pour 500 m<sup>2</sup>) pour objectif les critères de réception suivants :

- Module de 2<sup>ème</sup> cycle :  $EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$
- Indice de compactage :  $k = EV_2/EV_1 \leq 2,0$

### F.3.4. Tassements des sols sous dallage

En considérant uniquement la compressibilité des sols naturels, les tassements des sols sous dallage pour une surcharge uniformément répartie de 10 kN/m<sup>2</sup> (remblai ou charge d'exploitation) ont été calculés avec le logiciel FOXTA V4.1.2, en considérant les résultats d'essais pressiométriques les plus représentatifs.

Dans le cas présent, on obtient les tassements unitaires des sols sous dallages suivants :

Su # 0,6 cm (par t/m<sup>2</sup>).

Ces tassements s'appliqueront sous les charges réparties appliquées par les charges d'exploitations.

Pour une surcharge d'exploitation de 20 kN/m<sup>2</sup>, le tassement absolu approchera de 1,5 cm.

Il appartiendra au dallagiste / bureau d'études structure de vérifier que les tassements prévisibles sous les charges surfaciques attendues sont acceptables par la structure et les équipements qui reposeront sur le dallage.

D'autres recommandations pourront être fournies au stade G2\_PRO en fonctions des caractéristiques finales du projet (calepinage du dallage, joints de dilatation dans le dallage au niveau de la canalisation EP, etc...).

# G. VOIRIES

## G.1. Résultats des essais en laboratoire

D'après nos sondages, les sols en présence sont à dominante argilo-limoneuse et de classe GTR A2. Il s'agit de sols moyennement plastiques, sensibles à l'eau en termes de portance et sujets au matelassage.

## G.2. Généralités

La couche de terre végétale devra être décapée sur une épaisseur minimale de 50 cm pour la mise en place de la couche de forme. Les zones anormalement humides et les sols remaniés par de quelconques opérations seront également purgés.

Les plates-formes devront être réalisées en période hydrique favorable afin de ne pas risquer une perte générale et importante de portance des sols d'assises.

Dans le cas contraire, la portance et la traficabilité de la plate-forme ne permettront pas de réaliser des travaux de terrassement dans de bonnes conditions et nécessiteront immanquablement des travaux supplémentaires afin d'obtenir une portance EV2 de 50 MPa sur la plate-forme finie.

Les fonds de forme devront être refermés dès l'arrivée de la pluie et à la veille des week-ends. On prévoira une forme de pente de 2 % orientée vers une tranchée drainante raccordée à un exutoire.

Après décapage de la couche de terre végétale sur une épaisseur minimale de 50 cm et pour l'hypothèse de voiries aménagées selon un profil rasant, les arases de terrassement seront en qualité PST1/ARI.

## G.3. Portance et couche de forme

Pour une partie supérieure des terrassements en qualité PST1/ARI et pour atteindre un objectif de portance PF2, il faudra mettre en œuvre **une couche de forme d'une épaisseur minimale de 75 cm (ou de 60 cm avec géotextile intercalée à l'interface arase couche de forme)**.

Elle devra se composer d'un matériau d'apport granulaire type 0/63 mm, propre (et de classe GTR D31 par exemple), exempt d'argile ( $VBS \leq 0,1$ ), dur ( $LA$  ou  $MDE < 45$ ), bien gradué et non gélif.

Dans tous les cas, l'épaisseur de la couche de forme devra être adaptée aux conditions météorologiques. Elle sera plus importante si elle est mise en œuvre lors d'une période défavorable (pluvieuse).

La réalisation de planches d'essais validées par des essais à la plaque permettra d'optimiser l'épaisseur de cette couche de forme à mettre en œuvre au moment des travaux.

#### G.4. Contrôle

La plate-forme d'assise des voiries sera contrôlée par des essais à la plaque (prévoir au moins 3 essais pour 500 m<sup>2</sup>) avec objectif les critères de réception suivants :

- Module de 2<sup>ème</sup> cycle :  $EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$
- Indice de compactage :  $k = EV_2/EV_1 \leq 2,0$  (à confirmer suivant le type de matériaux mis effectivement en œuvre)

#### G.5. Structures de chaussée

Les structures de chaussées pourront être étudiées dans le cadre de la mission G2PRO après réception des hypothèses de trafic moyen journalier annuel et des critères de vérification au gel/dégel.

#### G.6. Vérification au gel des structures

Cette vérification sera à réaliser en phase projet ou par l'entreprise de terrassement une fois la composition précise de la structure connue (épaisseur traitée, structure mise en œuvre).

# H. CONCLUSION, ALEAS RESIDUELS, SUITE A DONNER

## H.1. Conclusion

**Le présent rapport conclut la phase AVP de la mission d'étude géotechnique de conception G2 confiée à FONDASOL.**

Nous avons indiqué dans cette étude les recommandations sur les fondations à prévoir pour les ouvrages projetés ainsi que les précautions à prendre lors de la réalisation des travaux de fondations, de terrassement et de dallages, en tenant compte des ouvrages existants (canalisation d'eau pluviale).

Rappelons que toute modification du projet (superficie, implantation, niveau, conception,...) peut rendre les conclusions de cette étude inadaptées (Cf. Conditions générales d'exploitation du rapport, figurant en annexe de ce document).

## H.2. Aléas résiduels (non exhaustifs), incertitudes, sujétions d'exécution

**A ce stade de l'étude plusieurs aléas ont été identifiés :**

- la sensibilité des limons de surface aux variations de teneur en eau. Nous recommandons la réalisation des travaux de terrassement en période favorable,
- présence d'eau à faible profondeur correspondant à une nappe aquifère superficielle. Il faudra prévoir au minimum une pompe de chantier en phase travaux (pour les fondations) et le drainage de la plateforme pour la bonne exécution des travaux de terrassement, s'ils sont réalisés à l'issue d'une période pluvieuse,
- variation de profondeur et compacité de l'horizon d'ancrage (limon sableux à silteux marron brun) entre sondages
- calage du projet lui-même (emprise au sol, calage altimétrique, plan de fondation et descente de charge, choix constructifs) pouvant nécessiter des adaptations du principe de fondation.

FONDASOL se tient à la disposition du maître d'ouvrage pour effectuer les missions complémentaires qui permettraient de réduire ces aléas.

## H.3. Suite à donner

Conformément à la norme NFP 94-500, les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport en mission G2\_AVP ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

**Selon la norme NF P 94-500, la présente mission G2\_AVP doit être suivie d'une mission d'étude géotechnique de projet G2\_PRO.**

En l'absence de géotechnicien missionné, la mission G2PRO incombe de fait à l'équipe de maîtrise d'œuvre.

Rappelons que selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500 :

- les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3
- et une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution des travaux doit être réalisée.

FONDASOL reste à la disposition du maître d'ouvrage et des autres intervenants, pour participer à toute mission d'assistance technique complémentaire pour la conception des fondations et pour contrôler la bonne adaptation des travaux mis en œuvre aux conditions géotechniques du site.

# ANNEXES



# I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

## 1. Formation du Contrat

Tout commandé par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

## 2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

## 3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice « Sondages et Forages TP 04 » pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

## 4. Obligations générales du Client

4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

4.2 Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de

nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;

Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;

Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;

Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eau souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

## 5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;

Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;

S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;

Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;

Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain décident des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

## 6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution donnés dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

## 7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférables par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'historique du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non-consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire. Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

### 8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

### 9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitement et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.

Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

### 11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations. Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e). En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

### 12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du

Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

### 13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

### 14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

### 15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

### 16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force Majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

### 17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations. Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

## 18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévu,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

## 19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

### 19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

### 19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

### 19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- (iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- (iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

### 19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

## 20. Répartition des risques, responsabilités

**20.1** Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

**20.2** Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

**20.3** Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

## 21. Assurances

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.**

Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

## 22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

## 23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

## 24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

## 25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

## 26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRESENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFEREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

## 2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

# 3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet 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.

## ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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'avoisnants 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).

## ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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, notes techniques, cahier des charges particuliers, 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

## ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 avoisnants 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.

### A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (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.

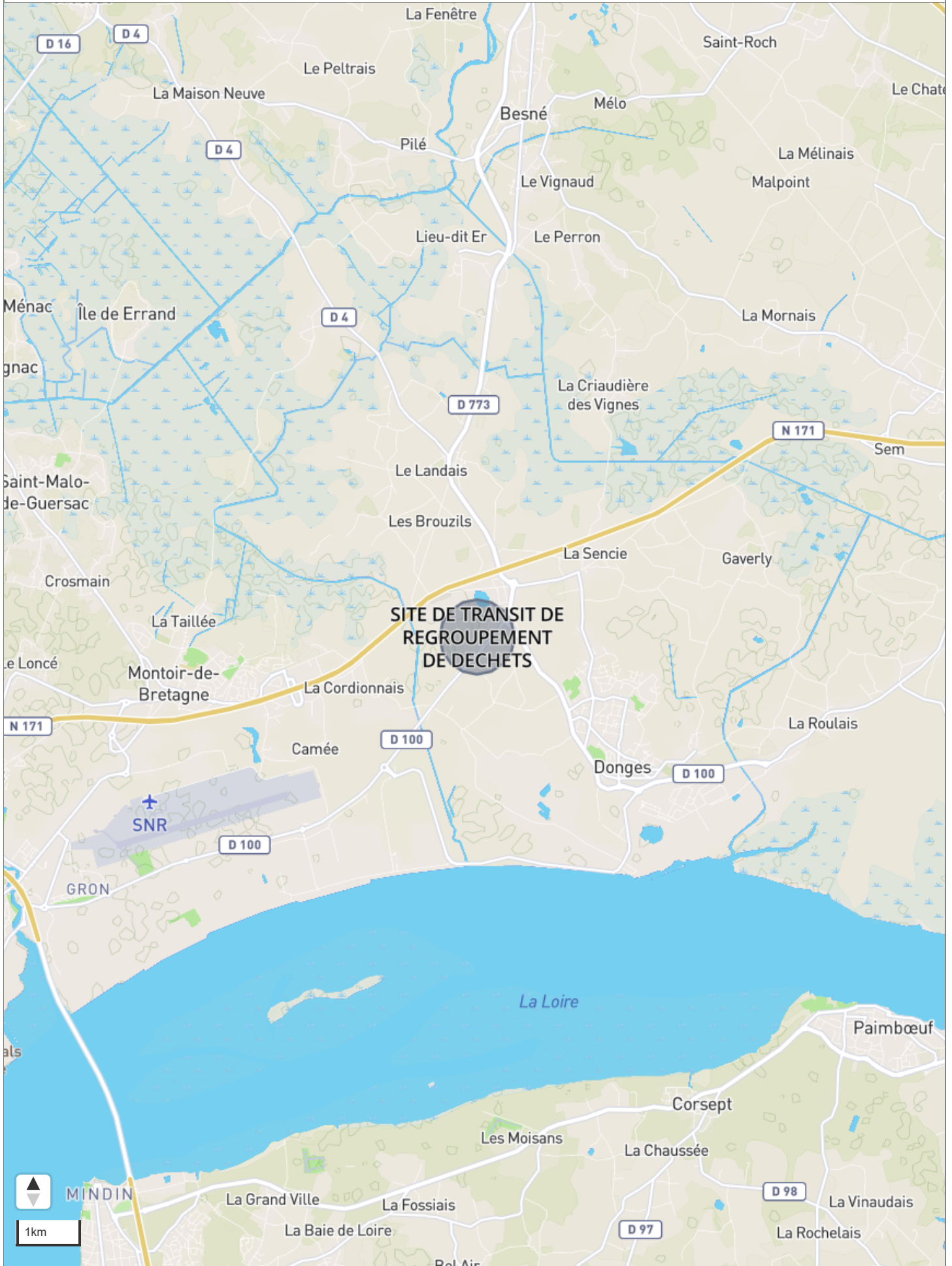
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

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).



## **4. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU**

**PLAN DE LOCALISATION**



**PLAN D'IMPLANTATION**



**PLAN D'IMPLANTATION**

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Non renseigné	Non
Système de coordonnées du projet	Nivellement
WGS 84	NGF

Nom	WGS 84		Elévation (m)
	Longitude	Latitude	
SD6	-2,100697347	47,334406966	5,07
SP1	-2,100497806	47,334202879	5,59
SP2	-2,100118126	47,334205731	5,31
SP3	-2,100264499	47,334079605	6,08
SP4	-2,100350232	47,334321937	4,98
SP5	-2,100323049	47,334032839	6,31
SD+PZ1	-2,100778898	47,334253914	5,07
SD+PZ3	-2,100130672	47,334008747	6,44
SD+PZ2	-2,09992784	47,334174554	5,69

<b>SD6</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	-2,100697347	47,334406966	WGS 84		Non renseigné	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	
	Elévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements		

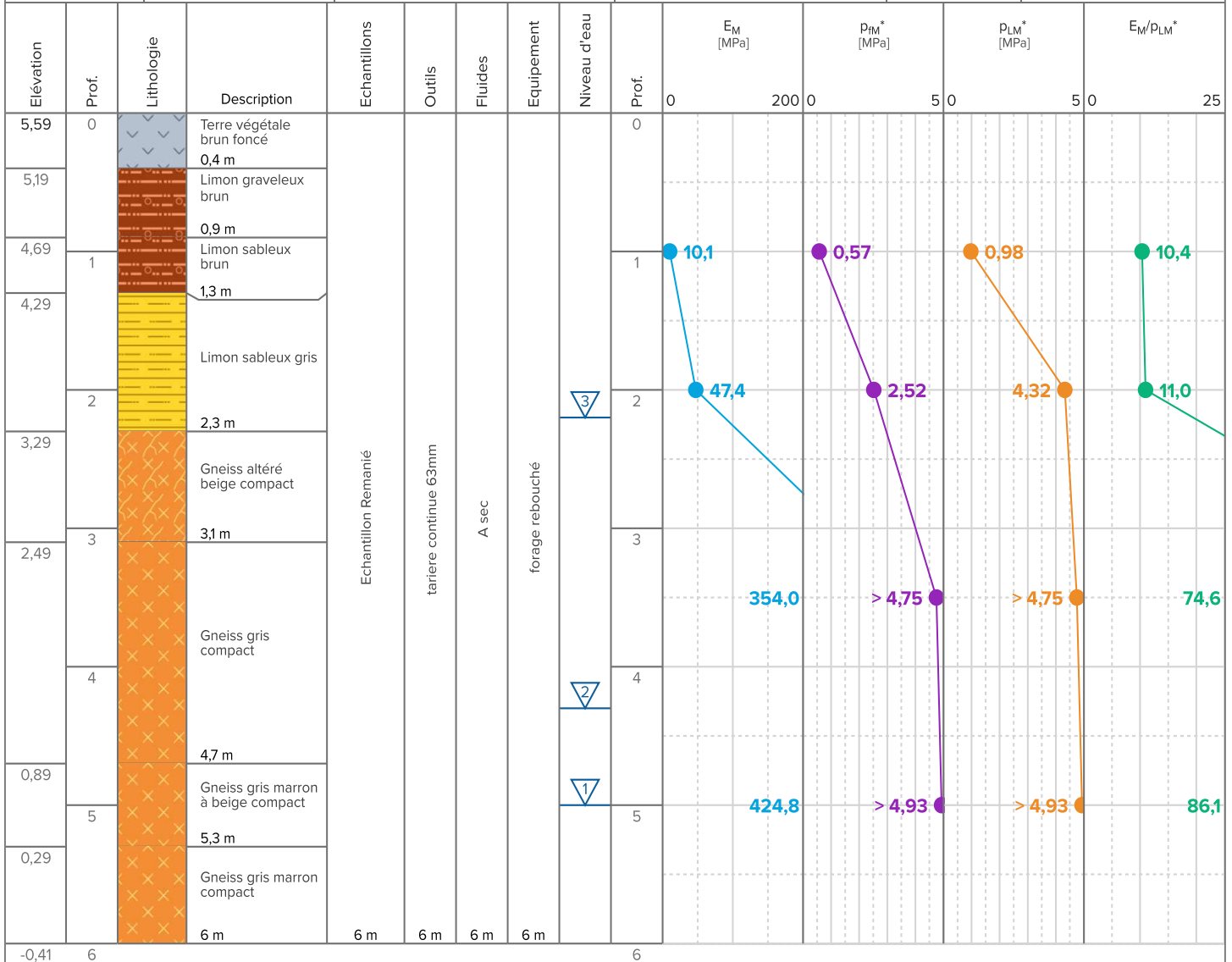
Début		Fin		Machine	Opérateur
30/12/2022 14:40		30/12/2022 11:29		CLEA	Lebert Arnaud

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Equipment	Niveau d'eau
5,07	0		Terre végétale brun foncé 0,4 m	A sec		
4,67			Limon brun 0,9 m			
4,17	1		Limon brun clair 1,5 m			
3,57	2		Limon silteux brun clair 2,3 m			
2,77	3		Limon silteux brun grisâtre 3,4 m			
1,67			Gneiss altéré à compact			
0,87	4		Gneiss brun compact 4,2 m			
0,07	5		Gneiss brun compact 5 m			

1 30/12/2022 - En cours de forage - humide 4m  
 2 30/12/2022 - En fin de forage 3,7m  
 3 03/01/2023 - En fin de chantier 3,1m

<b>SP1</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100497806	47,334202879	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte			
	+5,59 m	NGF	0,0°	6,0 m			

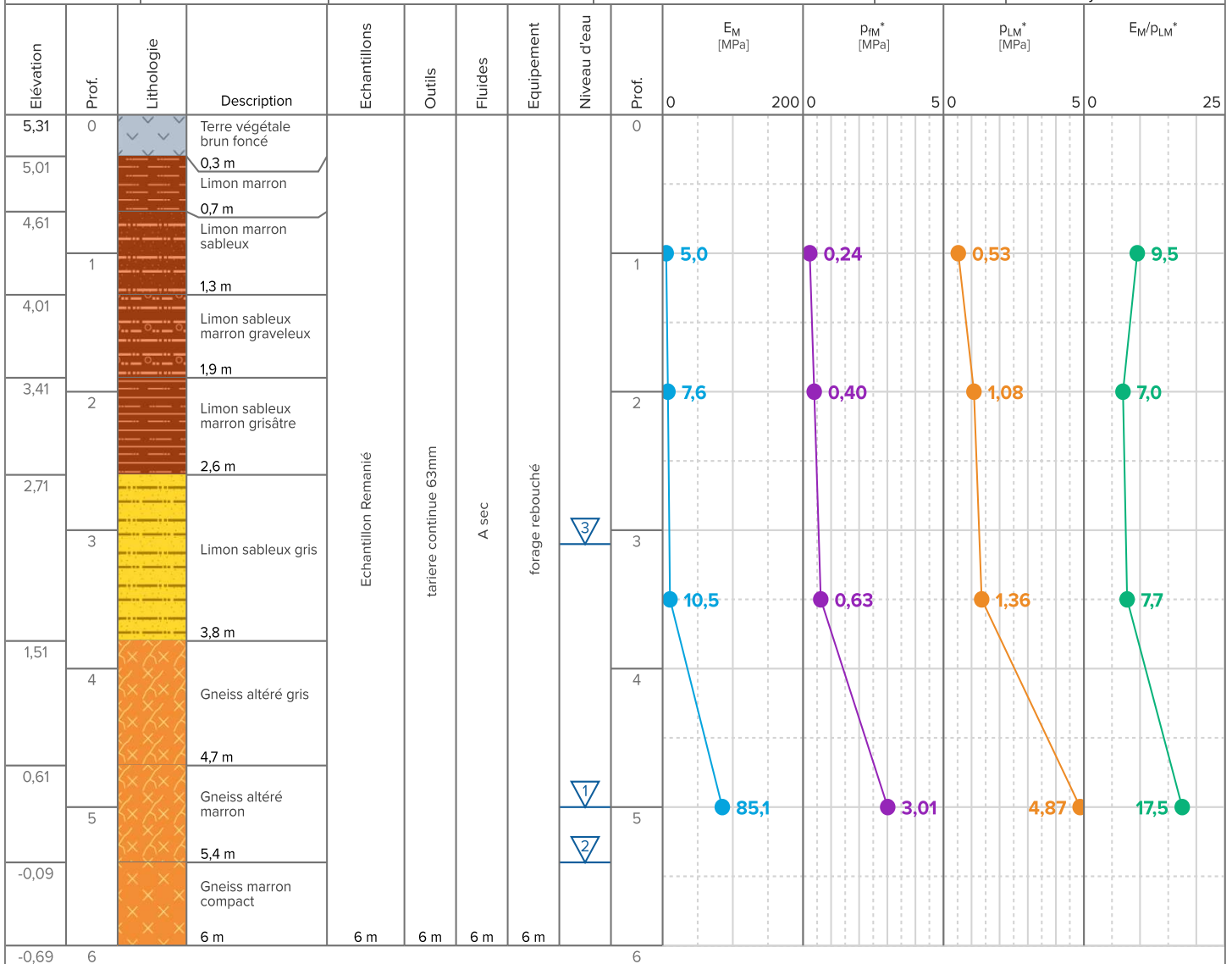
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP1	Pressiomètre	30/12/2022 10:05:18	30/12/2022 10:11:26	CLEA	Lebert Arnaud



1 30/12/2022 - En cours de forage - humide 5m  
 2 30/12/2022 - En fin de forage 4,3m  
 3 30/12/2022 - En fin de chantier 2,2m

<b>SP2</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100118126	47,334205731	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

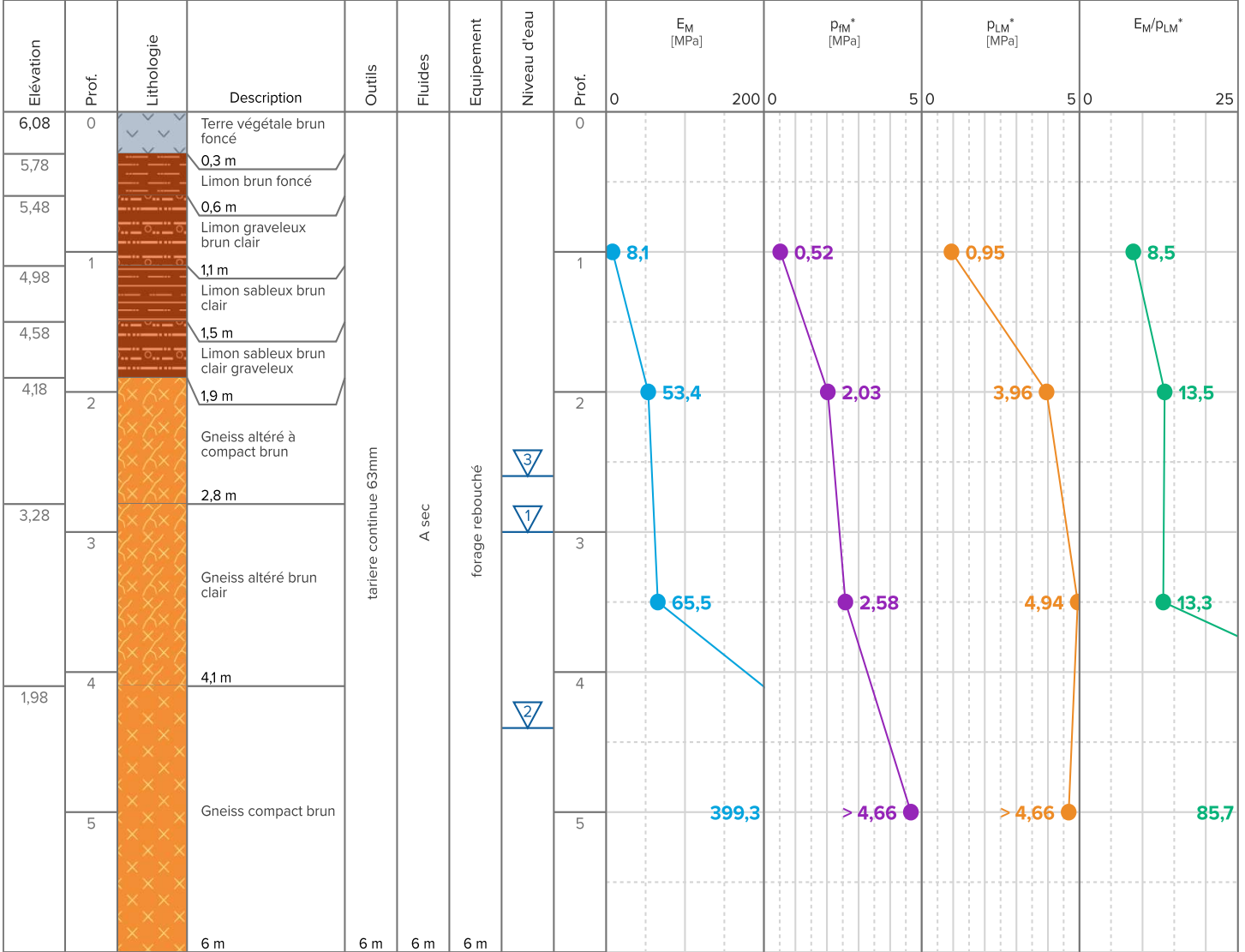
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP2	Pressiomètre	29/12/2022 15:17:15	29/12/2022 10:20:38	AC1	Chauvel Cyndie



1 29/12/2022 - Niveau d'Eau En cours de forage - humide 5m  
 2 29/12/2022 - Niveau d'Eau En fin de forage - 5,4m  
 3 30/12/2022 - Niveau d'Eau En fin de chantier - éboulement 3,1m

<b>SP3</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100264499	47,334079605	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte			
	+6,08 m	NGF	0,0°	6,0 m			

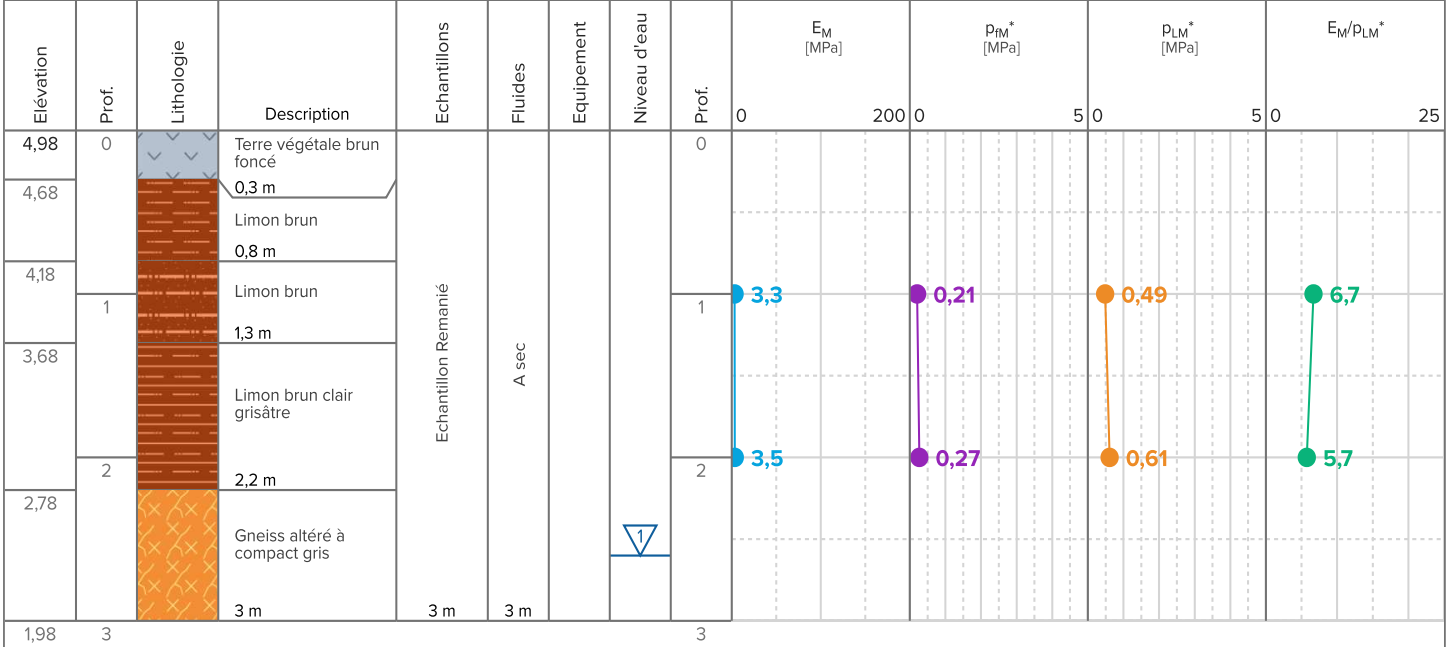
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP3	Pressiomètre	29/12/2022 11:37:25	29/12/2022 11:42:39	CLEA	Lebert Arnaud



1 29/12/2022 - En cours de forage - humide 3m  
 2 29/12/2022 - En fin de forage 4,4m  
 3 29/12/2022 - En fin de chantier 2,6m

<b>SP4</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100350232	47,334321937	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage		
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	+4,98 m	NGF	0,0°	3,0 m			

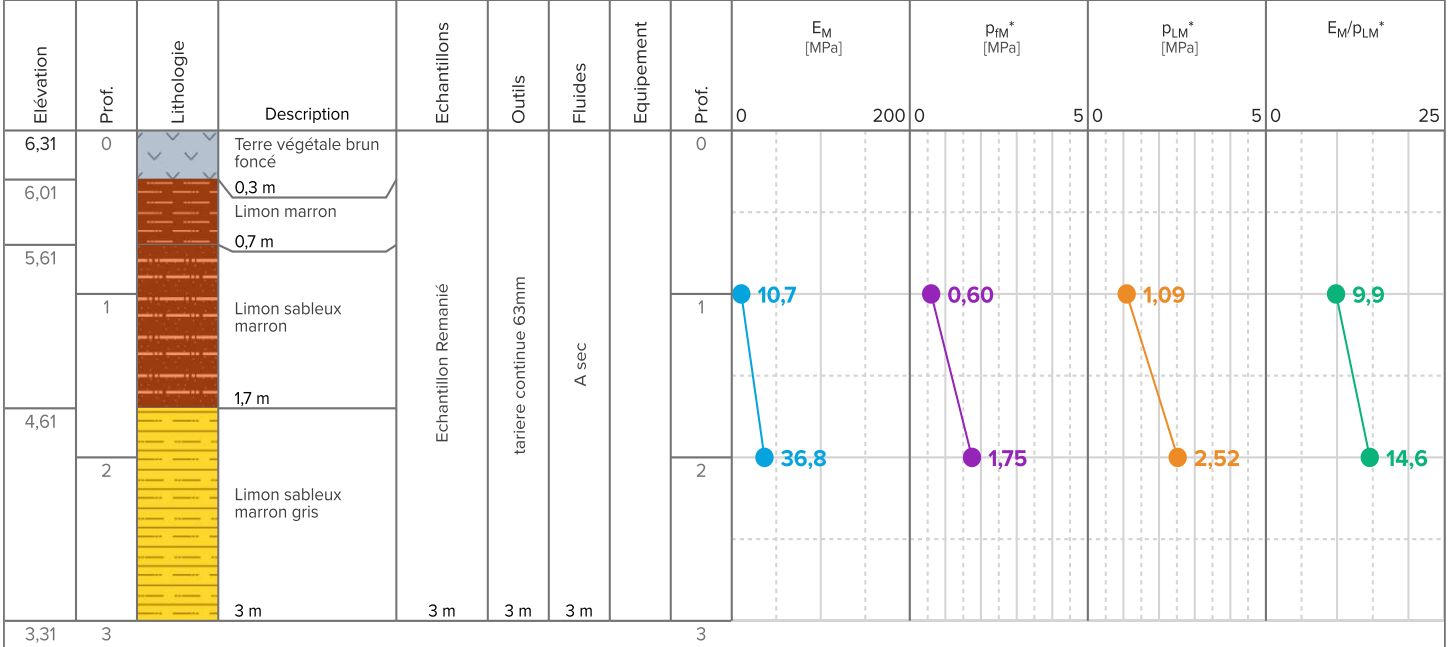
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP4	Pressiomètre	03/01/2023 11:30:35	03/01/2023 11:34:38	CLEA	Lebert Arnaud



<sup>1</sup> 03/01/2023 - En fin de chantier 2,6m

<b>SP5</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100323049	47,334032839	WGS 84		<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage		
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	+6,31 m	NGF	0,0°	3,0 m			

<b>Données</b>	<b>Type</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Machine</b>	<b>Opérateur</b>
PMT-SP5	Pressiomètre	28/12/2022 16:27:54	28/12/2022 09:25:00	CLEA	Lebert Arnaud



<b>SD+PZ1</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100778898	47,334253914	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+5,07 m	NGF	0,0°	6,0 m			
Données	Type	Début		Fin	Machine	Opérateur	
PZO-SD+PZ1	Piézomètre ouvert	03/01/2023 15:17:46		03/01/2023 15:22:23	CLEA	Lebert Arnaud	

**Sondage**

Prof.	P	6,0 m
Diamètre	D	100,0 mm

**Niveau d'eau**

En cours de forage	$H_w$	6,0 m
Après équipement	$H_w$	6,0 m

**Tube**

<input checked="" type="checkbox"/> PVC		
Diamètre intérieur	$D_t$	52,0 mm
Diamètre extérieur	$D_t$	60,0 mm
Crépines	Fente	0,5 mm
	De	2,0 à 6,0 m

Développement	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	$H_t$	0,4 m

**Mise en place**

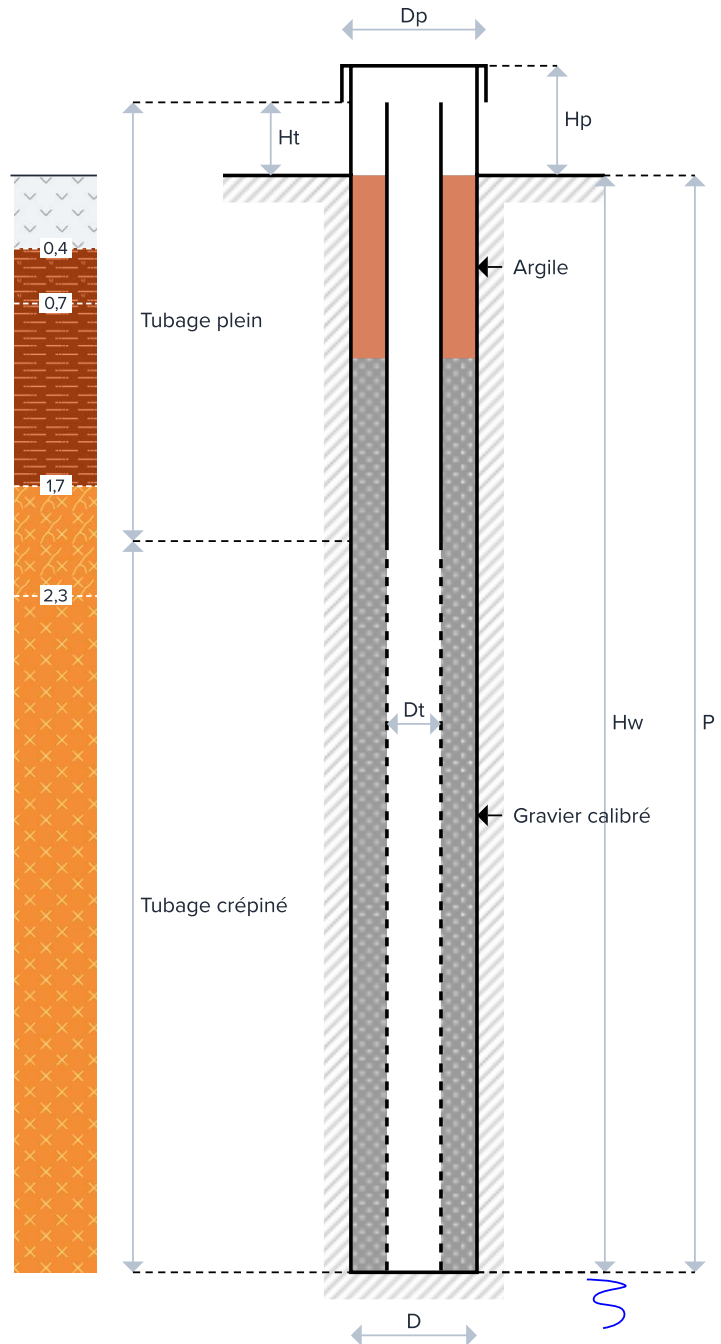
Bouchon d'argile	De	0,0 à 1,0 m
Hauteur cimentation	De	- à - m
Gravier calibré	De	1,0 à 6,0 m
- / - mm		
Chaussette	De	0,0 à 0,0 m

**Protection**

Tête métallique	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Diamètre protection	$D_p$	200,0 mm
Hauteur hors sol	$H_p$	0,7 m

**Réception Piézomètre**

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



<b>SD+PZ3</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,100130672	47,334008747	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+6,44 m	NGF	0,0°	6,0 m			
Données	Type	Début	Fin		Machine	Opérateur	
PZO-SD+PZ3	Piézomètre ouvert	28/12/2022 14:09:13	28/12/2022 10:35:37		CLEA	Lebert Arnaud	

**Sondage**

Prof.	P	6,0 m
Diamètre	D	100,0 mm

**Niveau d'eau**

En cours de forage	$H_w$	6,0 m
Après équipement	$H_w$	6,0 m

**Tube**

<input checked="" type="checkbox"/> PVC		
Diamètre intérieur	$D_t$	52,0 mm
Diamètre extérieur	$D_t$	60,0 mm
Crépines	Fente	0,5 mm
	De	2,0 à 6,0 m

Développement	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	$H_t$	0,3 m

**Mise en place**

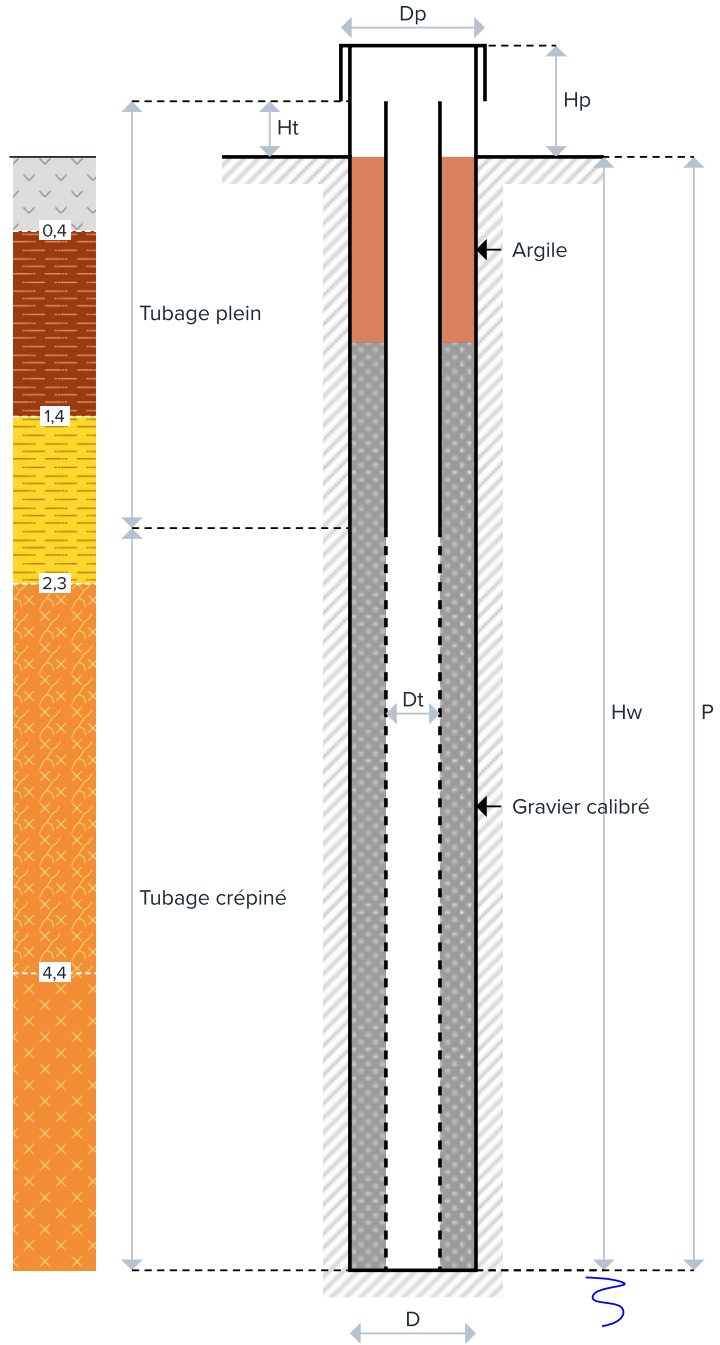
Bouchon d'argile	De	0,0 à 1,0 m
Hauteur cimentation	De	- à - m
Gravier calibré	De	1,0 à 6,0 m
- / - mm		
Chaussette	De	0,0 à 0,0 m

**Protection**

Tête métallique	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Diamètre protection	$D_p$	200,0 mm
Hauteur hors sol	$H_p$	0,6 m

**Réception Piézomètre**

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



<b>SD+PZ2</b>	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-2,099927840	47,334174554	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	Elévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte			
	+5,69 m	NGF	0,0°	6,0 m			
<b>Données</b>	<b>Type</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Machine</b>	<b>Opérateur</b>		
PZO-SD+PZ2	Piézomètre ouvert	30/12/2022 12:34:43	30/12/2022 11:44:46	CLEA	Lebert Arnaud		

**Sondage**

Prof.	P	6,0 m
Diamètre	D	200,0 mm

**Niveau d'eau**

En cours de forage	$H_w$	6,0 m
Après équipement	$H_w$	6,0 m

**Tube**

<input checked="" type="checkbox"/> Aucun(e)		
Diamètre intérieur	$D_t$	52,0 mm
Diamètre extérieur	$D_t$	60,0 mm
Crépines	Fente	0,5 mm
	De	2,0 à 6,0 m

Développement	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	$H_t$	- m

**Mise en place**

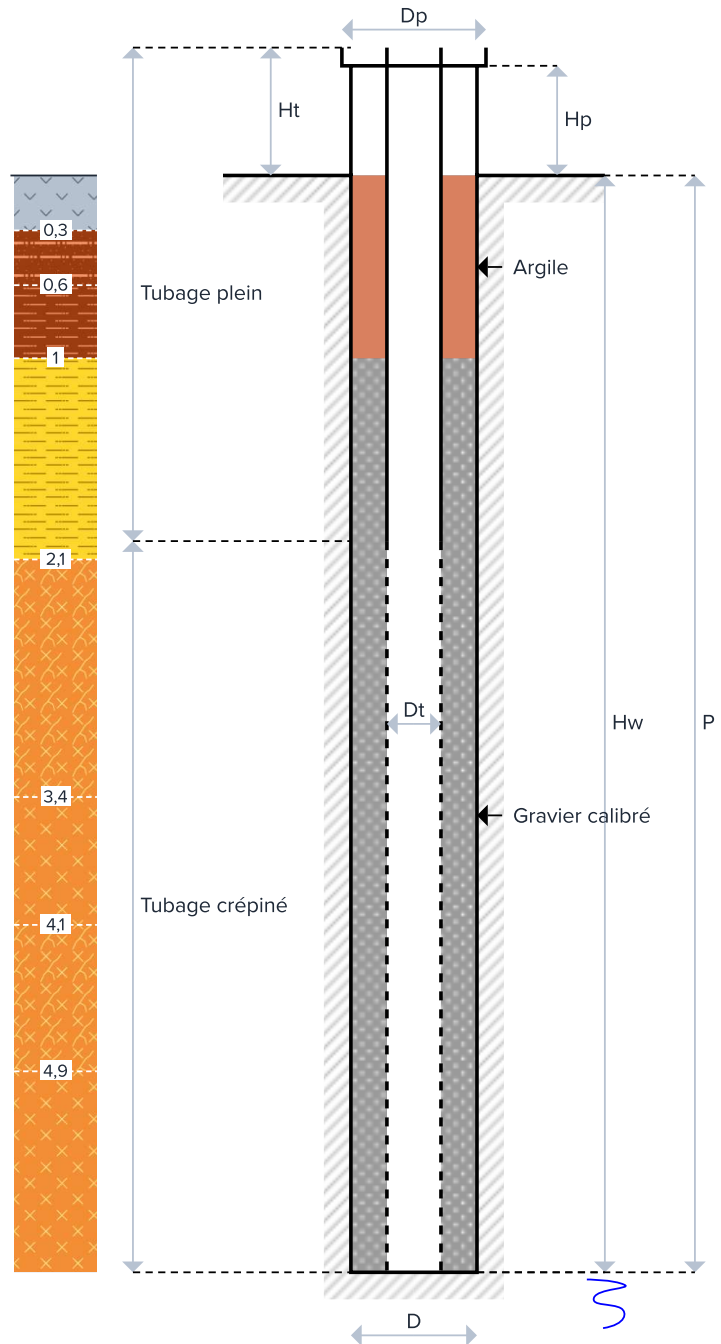
Bouchon d'argile	De	0,0 à 1,0 m
Hauteur cimentation	De	- à - m
Gravier calibré - / - mm	De	1,0 à 6,0 m
Chaussette	De	0,0 à - m

**Protection**

Tête métallique	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	$D_p$	- mm
Hauteur hors sol	$H_p$	0,7 m

**Réception Piézomètre**

Profondeur Eau - Début réception	6,0 m
Profondeur Eau - Fin réception	6,0 m
Durée réception	1,0 h





## **5. CLASSIFICATIONS SISMIQUES DES SOLS**

RÉFÉRENCE : PR.44GT.22.0345  
 NOM DU CALCUL : EC8  
 PROJET : CENTRE DE REGROUPEMENT DE DECHETS

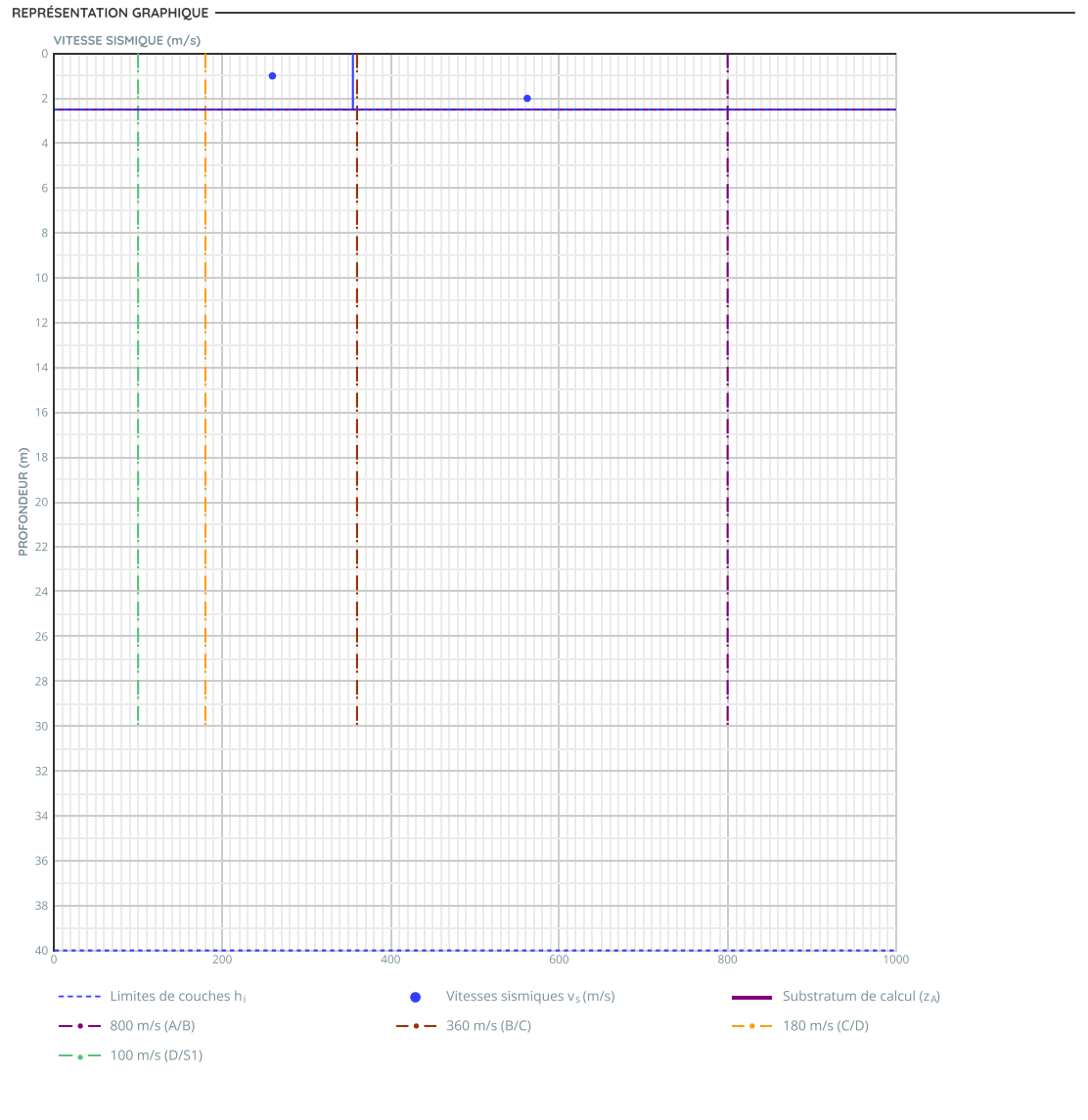
 SONDRAGE : SP1  
 OUTIL : Classe Sol Sismique EC8 v1.1

## DONNÉES

 TYPE DE PROFIL : 2 - Module pressiométrique ( $E_M$ )      PROFONDEUR DU SUBSTRATUM ( $z_A$ ) CALCULÉE :  $z_A = 2.5$  m

Couches de sol				RÉSULTATS DE 0M À 30M			
N°	COUCHE	Base $z_{inf}$ m	$\rho$ : Masse vol. t/m <sup>3</sup>	$\beta$ = $G/E_M$	Épaisseur $h_i$ m	Vitesse $v_i$ m/s	Classe
1	limon	2.50	1.8	12	2.5	355.1	C
2	gneiss	40.00	2.7	9	37.5	1193.3	A
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

PROFIL DE MESURES : $E_M$ (MPa)			
N°	z m	$E_M$ MPa	$v_s$ estimée m/s
1	1.0	10.1	259.5
2	2.0	47.4	562.1
3	3.5	354.0	1086.3
4	5.0	424.8	1190
5	20.0	450.0	1224.7
6	30.0	500.0	1291
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			



MOYENNE HARMONIQUE DES VITESSES SISMIQUES

$v_{zA} = 355$  m/s de 0 m à la profondeur  $z_A$

$v_{s30, calculée} = 997$  m/s de 0 m à 40 m

## RÉSULTAT

CLASSE DE SOL SISMIQUE

**A**

CARACTÉRISTIQUES

Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériaux moins résistants

## 6. AGRESSIVITES DES SOLS ET DES EAUX

Nous rappelons que la norme NF EN 206/CN:2014 définit, pour les attaques chimiques, les trois classes d'exposition suivantes, correspondant à trois niveaux d'agressivité chimique :

	Environnement	Mesures de protection	Niveau de protection
XA1	Faiblement agressif	Pas de mesure particulière. Le béton fabriqué suivant les règles de l'art doit être compact par ses qualités intrinsèques.	1
XA2	Moyennement agressif	Adaptation de la composition et de la mise en œuvre aux conditions du milieu (dosage en ciment, catégorie de ciment, E/C, cure, adjuvants)	2
XA3	Fortement agressif		

Le tableau des seuils pour les eaux, les sols et les gaz est donné ci-dessous.

Agents agressif	Norme d'essai	Classe d'agressivité selon NF EN 206/CN:2014		
		XA1	XA2	XA3
<b>Agressivité des eaux en fonction de leur concentration en agents agressifs et de leur pH : eaux stagnantes ou à faible courant, climat tempéré, pression normale</b>				
CO <sub>2</sub> agressif (mg/l)	NF EN 13577 <sup>a</sup>	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 <sup>b</sup> jusqu'à saturation
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NF EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000 <sup>c</sup>
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	NF EN ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 <sup>b</sup> jusqu'à saturation
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	ISO 7150-1 ou ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100 <sup>c d</sup>
pH	NF T 90-008	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	> 4,5 et ≥ 4,0 <sup>c</sup>
TAC (mé/l) <sup>e</sup>	NF EN ISO 9963-1 et NF EN ISO 9963-2	≤ 1,0 et ≥ 0,4	< 0,4 et ≥ 0,1	< 0,1 <sup>b</sup>
<b>Agressivité des sols</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/kg de sol séché à 105 °C ± 5 °C)	NF EN 196-2	≥ 2 000 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000 <sup>c</sup>
Degré d'acidité Baumann-Gully (ml/kg)	NF EN 16502	> 200	§	§
<b>Agressivité des gaz en milieu humide &gt; 75 % en présence d'oxygène</b>				
SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 14791	≥ 0,15 et ≤ 0,5	> 0,5 et ≤ 10	> 10 et ≤ 200 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> S (mg/m <sup>3</sup> )	NF EN ISO 19739	> 0,1 <sup>h</sup>	≥ 0,1 et ≤ 10 <sup>h</sup>	> 10 et ≤ 200 <sup>c h</sup>

Les environnements chimiques agressifs classés ci-dessous sont fondés sur des sols et eaux souterraines naturels à une température eau/sol comprise entre 5 °C et 25 °C et où la vitesse d'écoulement de l'eau est suffisamment faible pour être assimilée à des conditions statiques.

Le choix de la classe se fait par rapport à la caractéristique chimique conduisant à l'agression la plus élevée.

Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent à une même classe, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure, sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire.

Comme indiqué dans la norme, lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent à la même classe (ici XA1), l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure (ici XA2). Les résultats de ces analyses sont pages suivantes.

**Inovalys site de Nantes**

La Chantrerie, Rte de Gachet - BP 52703 / 44327 NANTES CEDEX 3  
 Tel : 02.51.85.44.64 / contact@inovalys.fr / www.inovalys.fr

Réf. Dossier :

Projet PR.44GT.22.0345  
 DONGES

FONDASOL ATLANTIQUE NANTES

ZAC DE LA PENTECOTE  
 12 RUE LEON GAUMONT  
 44700 ORVAULT

Enregistré le :

19/01/2023

Edité le :

13/02/2023  
 08:58

**Objet : Agressivité des sols sur les bétons - DONGES**

**RÉCAPITULATIF**

**Échantillons analysés :**

Références Inovalys des échantillons	Références client des échantillons
E230150592	SP4 / 1.1 à 1.5m Projet PR.44GT.22.0345 DONGES
E230150629	DPT2 / 0.3 à 0.8m Projet PR.44GT.22.0345 DONGES

Réf Client : SP4 / 1.1 à 1.5m

(Sols potentiellement pollués - Terres excavées (statut déchets) - SSP)

Descriptif client : Projet PR.44GT.22.0345 DONGES

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E230150592

Date de réception : 19/01/2023 12:05

Paramètres	Résultats	Unité	LQ	Spécifications	Méthode	Date analyse
<b>Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)</b>						
N Sulfates extractibles par HCl	78	mg(SO <sub>4</sub> )/kg	60		FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	30/01/23
N Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY	42,0	mL/kg	1,0		FD P18-011 Titrimétrie	30/01/23

 Approuvé le 13/02/2023 par Carole GARNIER ,  
 Responsable laboratoire Chimie Environnement



Réf Client : DPT2 / 0.3 à 0.8m

(Sols potentiellement pollués - Terres excavées (statut déchets) - SSP)

Descriptif client : Projet PR.44GT.22.0345 DONGES

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E230150629

Date de réception : 19/01/2023 12:05

Paramètres	Résultats	Unité	LQ	Spécifications	Méthode	Date analyse
<b>Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)</b>						
N Sulfates extractibles par HCl	181	mg(SO <sub>4</sub> )/kg	60		FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	30/01/23
N Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY	123,0	mL/kg	1,0		FD P18-011 Titrimétrie	30/01/23

 Approuvé le 13/02/2023 par Carole GARNIER ,  
 Responsable laboratoire Chimie Environnement





## **7. RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE (GTR)**

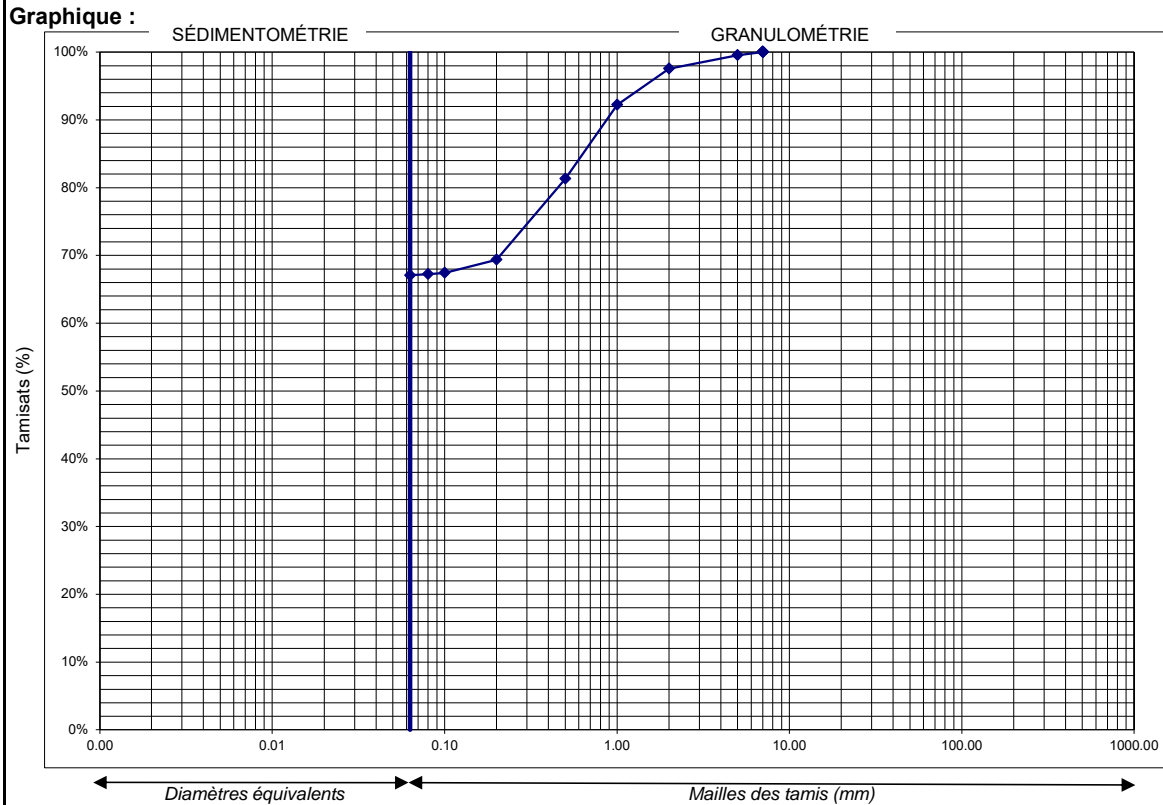


**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC  
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**  
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

**Nom de l'affaire :** DONGES centre de transit et regroupement de déchets  
**N° d'affaire :** 44GT.22.0345 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui  
Sondage : DPT1 Date d'essai de prélèvement : 28/12/2023  
Profondeur (m) 0.90 à 1.50 m Date de réception : 19/01/2023  
Cote (m) : à m Mode de prélèvement : Sondage pressiométrique  
Profondeur moyenne : 1.2 m Date d'essai : 09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
<b>Classification NF P 11-300 :</b>	A2	<b>Nature du sol selon Classification granulométrique</b>	Limon argileux marron
<b>Nature du sol :</b>	Limon argileux marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :  dm = 10 mm	Température d'étuvage : 105°C
<b>% de passant à :</b>			% estimé d'éléments > d <sub>m</sub>
50 mm = 100.00%	2 mm = 97.54%		Dmax = 7 mm
20 mm = 100.00%	80 µm = 67.22%		
5 mm = 99.55%	63 µm = 67.05%		



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)														
<b>Résultats :</b>														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.55	97.54	92.24	81.29	69.37	67.43	67.22	67.05
Refus %							0.45	2.46	7.76	18.71	30.63	32.57	32.78	32.95

**Observations :**

**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** DONGES centre de transit et regroupement de déchets  
**N° d'affaire :** 44GT.22.0345 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui  
**Sondage :** DPT1 **Date de prélèvement :** 28/12/2023  
**Profondeur (m) :** 0.90 à 1.50 **Date de réception :** 19/01/2023  
**Cote (m) :** à **Mode de prélèvement :** Sondage pressiométrique  
**Profondeur moyenne :** 1.20 m  
**Nature matériau :** Limon argileux marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

**TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)**  
**Date de l'essai :** 30/01/2023  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
**w<sub>n</sub> =** 23.1 %

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**  
**Date de l'essai :**  
**Conditions :**  
Conditions de conservations :  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau  
Température de la salle d'essai : °C  
**Observations :** **Résultats :**  
**ρ =** t/m<sup>3</sup>  
**Autres paramètres :**  
**ρ<sub>d</sub> =** t/m<sup>3</sup>  
**γ =** kN/m<sup>3</sup>  
**γ<sub>d</sub> =** kN/m<sup>3</sup>

**LIMITES D'ATTERBERG**  
**Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)**  
**Limite de liquidité W<sub>L</sub> :**

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

**Date de l'essai :**  
**Limite de plasticité W<sub>p</sub> :**

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

**Résultats :**  
**W<sub>L</sub> =** %  
**W<sub>p</sub> =** %  
**I<sub>p</sub> =**

**ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)**  
**Date de l'essai :** 07/02/2023 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
Proportion : C = 99.55  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
**VBS =** 3.30

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)**  
**Date de l'essai :**  
**Fraction testée :** fraction 0/2 mm **f =** %  
**Teneur en eau :** w = %  
**Observations :** **Résultats :**  
**SE<sub>1</sub> =** %  
**SE<sub>2</sub> =** %  
**Equivalent de sable :**  
**SE(10) =** %

**COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)**  
**Observations :** **Résultat :**  
**F<sub>s</sub> =** %



**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** DONGES centre de transit et regroupement de déchets  
**N° d'affaire :** 44GT.22.0345 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui  
**Sondage :** SP1 **Date de prélèvement :** 28/12/2023  
**Profondeur (m) :** 0.90 à 1.80 **Date de réception :** 19/01/2023  
**Cote (m) :** à **Mode de prélèvement :** Sondage pressiométrique  
**Profondeur moyenne :** 1.35 m  
**Nature matériau :** Limon argilo graveleux marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

**TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)**

**Date de l'essai :** 30/01/2023  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
**w<sub>n</sub> =** 12.3 %

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**

**Date de l'essai :**  
**Conditions :**  
Conditions de conservations :  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau  
Température de la salle d'essai : °C  
**Observations :** **Résultats :**  
**ρ =** t/m<sup>3</sup>  
**Autres paramètres :**  
**ρ<sub>d</sub> =** t/m<sup>3</sup>  
**γ =** kN/m<sup>3</sup>  
**γ<sub>d</sub> =** kN/m<sup>3</sup>

**LIMITES D'ATTERBERG**

*Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)*

**Limite de liquidité W<sub>L</sub> :**

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

**Date de l'essai :**  
**Limite de plasticité W<sub>p</sub> :**

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

**Résultats :**  
**W<sub>L</sub> =** %  
**W<sub>p</sub> =** %  
**I<sub>p</sub> =**

**ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)**

**Date de l'essai :** 07/02/2023 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
Proportion : C = **91.14**  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
**VBS =** 2.53

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)**

**Date de l'essai :**  
**Fraction testée :** fraction 0/2 mm **f =** %  
**Teneur en eau :** w = %  
**Observations :** **Résultats :**  
**SE<sub>1</sub> =** %  
**SE<sub>2</sub> =** %  
**Equivalent de sable :**  
**SE(10) =** %

**COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)**

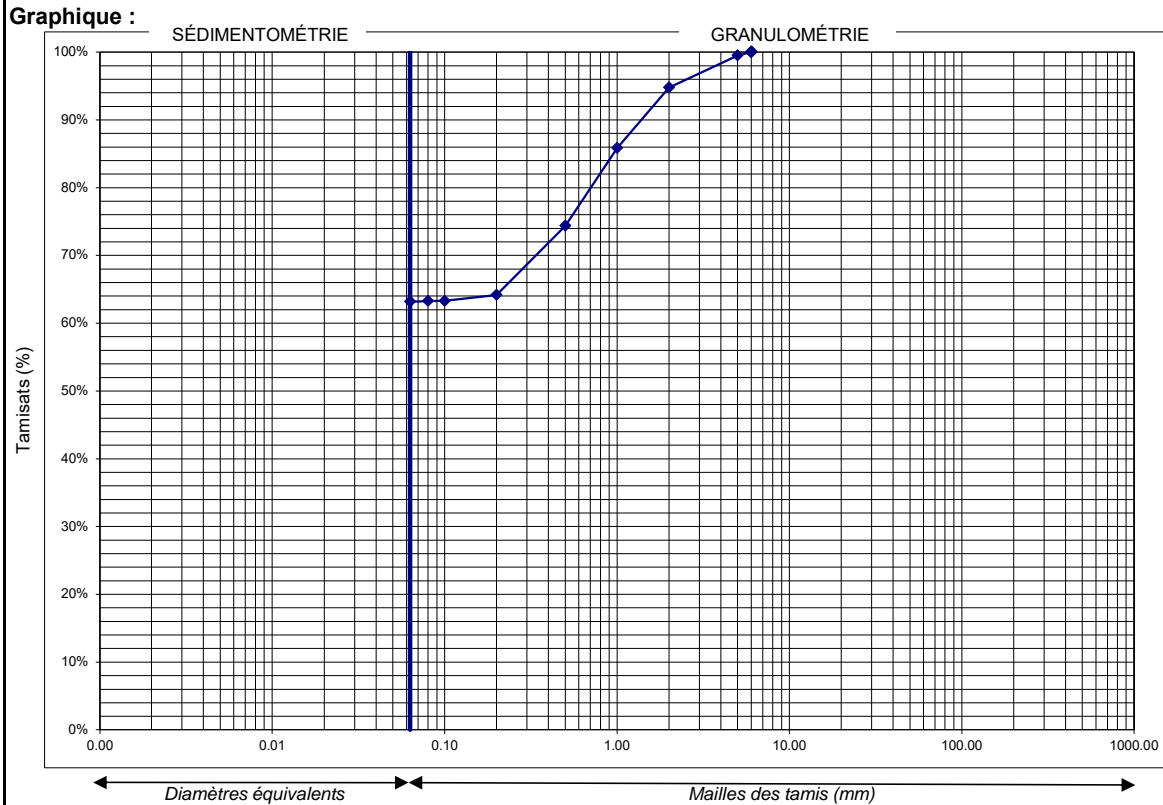
**Observations :** **Résultat :**  
**F<sub>s</sub> =** %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC  
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**  
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

**Nom de l'affaire :** DONGES centre de transit et regroupement de déchets  
**N° d'affaire :** 44GT.22.0345 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui  
Sondage : SP2 Date d'essai de prélèvement : 28/12/2023  
Profondeur (m) 0.70 à 1.30 m Date de réception : 19/01/2023  
Cote (m) : à m Mode de prélèvement : Sondage pressiométrique  
Profondeur moyenne : 1 m Date d'essai : 09/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
<b>Classification NF P 11-300 :</b>	A2	<b>Nature du sol selon Classification granulométrique</b>	Limon argilo graveleux marron
<b>Nature du sol :</b>	Limon argilo graveleux marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :  dm = 10 mm	Température d'étuvage : 105°C
<b>% de passant à :</b>			Plus gros élément Dmax = 6 mm
50 mm = 100.00%	2 mm = 94.77%		
20 mm = 100.00%	80 µm = 63.25%		
5 mm = 99.51%	63 µm = 63.17%		



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)														
<b>Résultats :</b>														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.51	94.77	85.83	74.36	64.15	63.29	63.25	63.17
Refus %							0.49	5.23	14.17	25.64	35.85	36.71	36.75	36.83

**Observations :**

**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** DONGES centre de transit et regroupement de déchets  
**N° d'affaire :** 44GT.22.0345 **Laboratoire :** TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: oui  
**Sondage :** SP2 **Date de prélèvement :** 28/12/2023  
**Profondeur (m) :** 0.70 à 1.30 **Date de réception :** 19/01/2023  
**Cote (m) :** à **Mode de prélèvement :** Sondage pressiométrique  
**Profondeur moyenne :** 1.00 m  
**Nature matériau :** Limon argilo graveleux marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

**TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)**  
**Date de l'essai :** 30/01/2023  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
**w<sub>n</sub> =** 19.3 %

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**  
**Date de l'essai :**  
**Conditions :**  
Conditions de conservations :  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau  
Température de la salle d'essai : °C  
**Observations :** **Résultats :**  
**ρ =** t/m<sup>3</sup>  
**Autres paramètres :**  
**ρ<sub>d</sub> =** t/m<sup>3</sup>  
**γ =** kN/m<sup>3</sup>  
**γ<sub>d</sub> =** kN/m<sup>3</sup>

**LIMITES D'ATTERBERG**  
**Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)**  
**Limite de liquidité W<sub>L</sub> :**

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

**Date de l'essai :**  
**Limite de plasticité W<sub>p</sub> :**

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

**Résultats :**  
**W<sub>L</sub> =** %  
**W<sub>p</sub> =** %  
**I<sub>p</sub> =**

**ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)**  
**Date de l'essai :** 07/02/2023 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
Proportion : C = 99.51  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
**VBS =** 3.91

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)**  
**Date de l'essai :**  
**Fraction testée :** fraction 0/2 mm **f =** %  
**Teneur en eau :** w = %  
**Observations :** **Résultats :**  
**SE<sub>1</sub> =** %  
**SE<sub>2</sub> =** %  
**Equivalent de sable :**  
**SE(10) =** %

**COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)**  
**Observations :** **Résultat :**  
**F<sub>s</sub> =** %



[www.groupefondasol.com](http://www.groupefondasol.com)