

**INGENIERIE en
GEOTECHNIQUE et
AUSCULTATION**

Mécanique des sols et des roches
Géologie - Hydrogéologie
Mesure et Instrumentation
Environnement

6, 8, avenue Eiffel
77220 Gretz-Armainvilliers
Tél. : 33 (0)1 64 06 47 76
Fax : 33 (0)1 64 06 47 59
E-mail : info@enomfra.fr

EN • OM • FRA S. A.S.

Fondée en 1969

**CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE
CENTRE DE TELECOMMUNICATION DE LA MARINE
77 – CESSON**

MINISTERE DES ARMEES

**ETUDE GEOTECHNIQUE
- Mission type G2 PRO -**

DOSSIER N° 9027-25 – JUIN 2025

Date	L'ingénieur chargé de l'étude	Modifications	Contrôle interne	
			Vérificateur	Approbateur
08/07/25	GUILLAUME Thibaut	1 ^{ère} émission	LAGARDE Jocelyn	
Diffusion	MINISTERE DES ARMEES – CDT JEROME POLISSARD			

SOMMAIRE

I -	BUT DE LA MISSION	4
II -	DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET	5
III -	CONTEXTE GEOLOGIQUE (RAPPEL).....	7
IV -	ALEAS GEOTECHNIQUES (RAPPEL).....	9
	A) Aléa « retrait-gonflement »	9
	B) Alea carrière et dissolution du gypse antéludien	9
	C) Aléa sismique	10
	D) Inondations par remontée de nappe ou submersion	10
V -	PROGRAMME D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES (RAPPEL).....	11
VI -	ETUDE GEOLOGIQUE (RAPPEL).....	12
	A) Géologie du site.....	12
	B) Fiches analytiques.....	12
	C) Définition des paramètres enregistrés	13
VII -	ETUDE GEOTECHNIQUE	14
	A) Résultats des essais pressiométriques	14
	B) Résultats des essais au pénétromètre dynamique	15
	C) Résultats des analyses en laboratoire	16
	D) Commentaires sur les essais géotechniques	18
VIII -	PRINCIPES CONSTRUCTIFS.....	19
	A) Rappel du projet	19
	B) Principe de fondation	20
	C) Adaptation vis-à-vis du risque de « retrait-gonflement des Argiles »	21
	D) Dallage	22
	E) Gestions des mitoyens/avoisnants	24
	F) Aléa lié aux anciens ouvrages enterrés éventuels.....	24
IX -	CALCUL D'UNE FONDATION SUPERFICIELLE SELON L'EUROCODE 7..	25
	A) Contrainte nette du terrain sous une fondation superficielle sous charge verticale centrée	25
	B) Justifications à l'état limite de service (ELS).....	25
	C) Tassements selon l'annexe 4 de la norme NF P 94-261 : cas d'un sol homogène	26
	D) Modèle géotechnique	26
	E) Descentes de charges estimées par IBSTRUCTURE	27
	F) Résultats des calculs à partir du logiciel FOXTA V4.....	28
X -	LIMITES DE L'ETUDE ET DU PRESENT RAPPORT	30

ANNEXES

- 1 - Plan de position des sondages
- 2 - Fiches analytiques des sondages pressiométriques
Fiches analytiques des sondages à la tarière
Procès-verbaux des essais au pénétromètre dynamique
- 3 - Résultats des analyses en laboratoire
- 4 - Notes de calcul Foxta
- 5 - Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique
Conditions générales d'intervention

I - BUT DE LA MISSION

A la demande de l'Unité de soutien de l'infrastructure de la défense de Montlhéry, représentée par le CDT Jérôme Pollissard, nous avons procédé une mission géotechnique complémentaire dans le cadre de la construction d'un hangar de stockage au sein du Centre de Télécommunication de la Marine situé à Cesson (77).

Notre mission est de type G2 PRO selon la classification des missions géotechniques (extrait de la Norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013 joint en **ANNEXE 5**). Elle fait suite à la mission G1 + G2 AVP effectuée en janvier 2021 et référencée sous le dossier n° 8206-21. Elle se décompose de la manière suivante :

Rappel de l'étude géotechnique G1 + G2 AVP – dossier n° 8206-21 :

- Enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et de ses alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats.
- Donner un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Etude géotechnique de conception G2 – Phase PRO :

- Analyser les éléments communiqués de la phase PRO.
- Etablir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade PRO, les principes de construction (terrassements, soutènements, fondations, assises des dallages, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), les notes de calculs des ouvrages géotechniques et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Notre étude ne comporte pas l'estimation des quantités, ni les coûts, ni les délais de réalisation des ouvrages géotechniques.

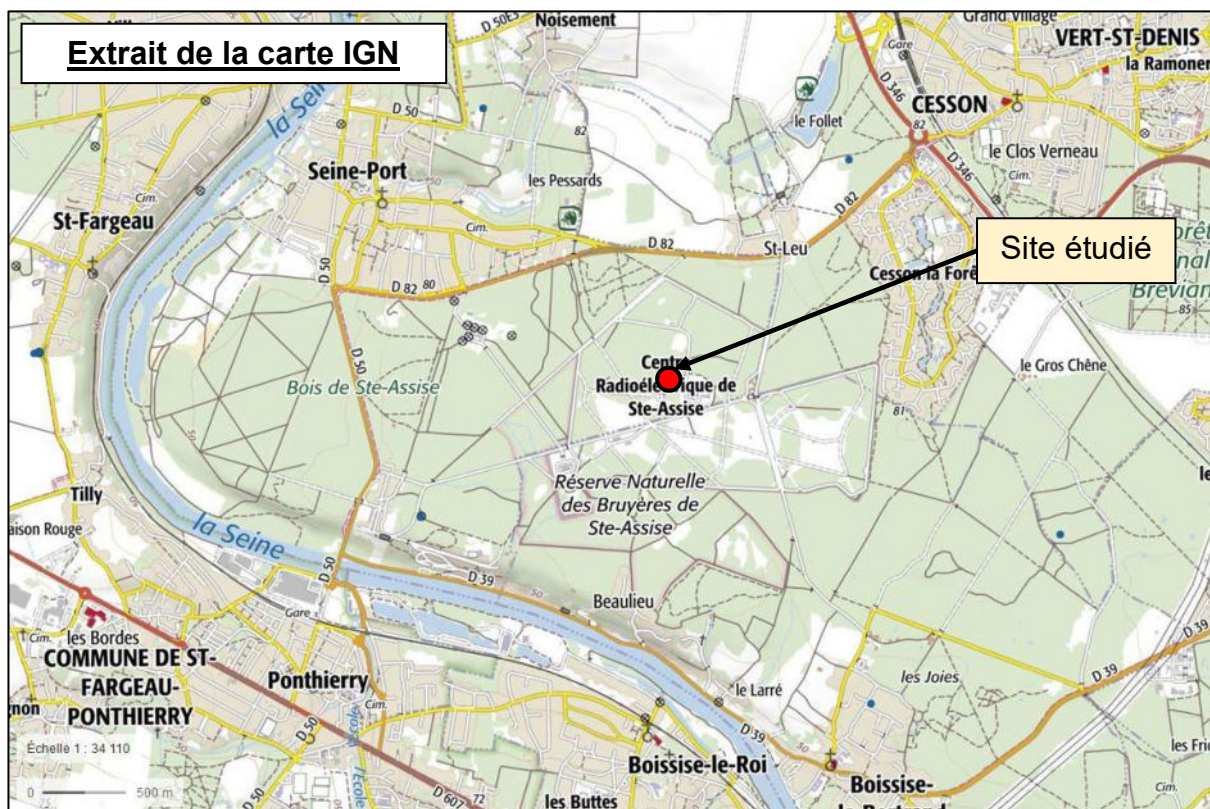
Nous précisons également qu'elle n'intègre ni le diagnostic environnemental des sols, ni l'étude hydrogéologique NPHE.

II - DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

→ Documents communiqués :

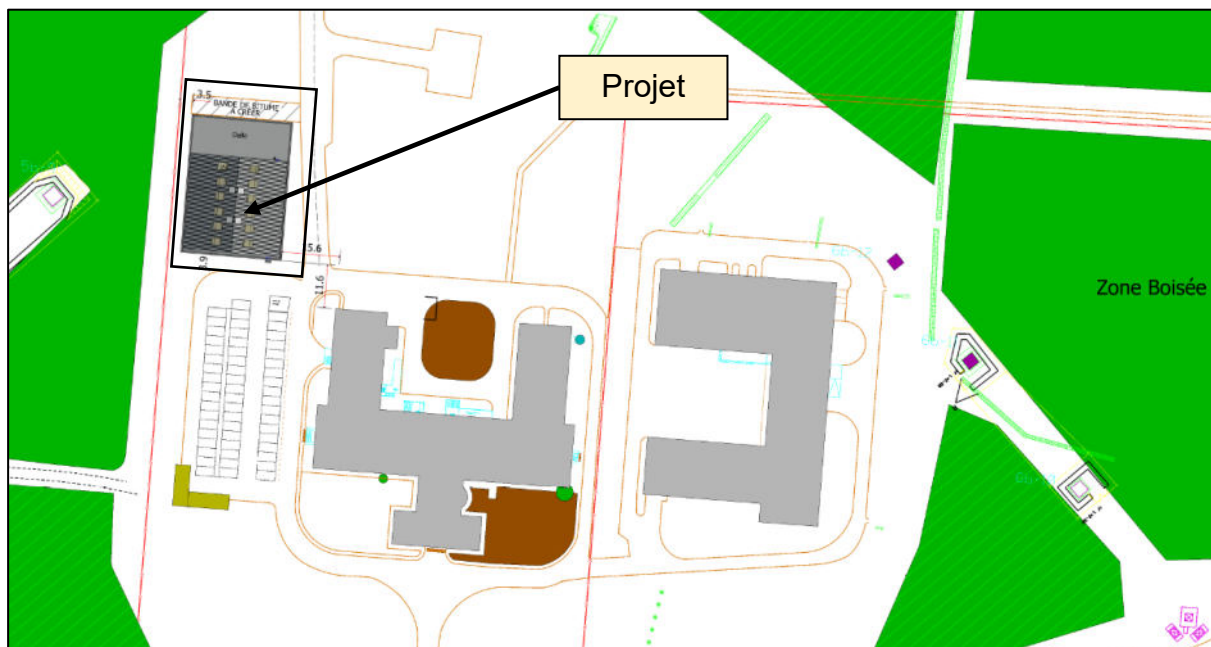
- * Une description sommaire du projet (visite du 14/10/20) ;
- * P.C.M.I.2_770447501F_0000_M_EI_PDC_PLAN DE MASSE (12/05/25) ;
- * P.C.M.I.3_770447501F_0000_C_ND_PDC_PLAN DE COUPE (24/02/25) ;
- * P.C.M.I.5_770447501F_0000_F_TO_PDC_PLAN DES FACADES ET TOITURES (24/02/25) ;
- * Le plan de fondations du 10/06/2025 ;
- * Les descentes de charge estimées par IBSTRUCTURE (19/05/2025) ;

Le projet prend place au sein du Centre de Télécommunication de la Marine de Sainte-Assise à Cesson (77). La zone est actuellement non bâtie et est aménagée en plateforme de stockage occupée par deux containers, une benne à déchets et deux tentes (observations faites en janvier 2021). Elle est située dans un contexte de plateau, à une altimétrie proche de 77 NGF et à environ 1.5 km au Nord de la Seine.

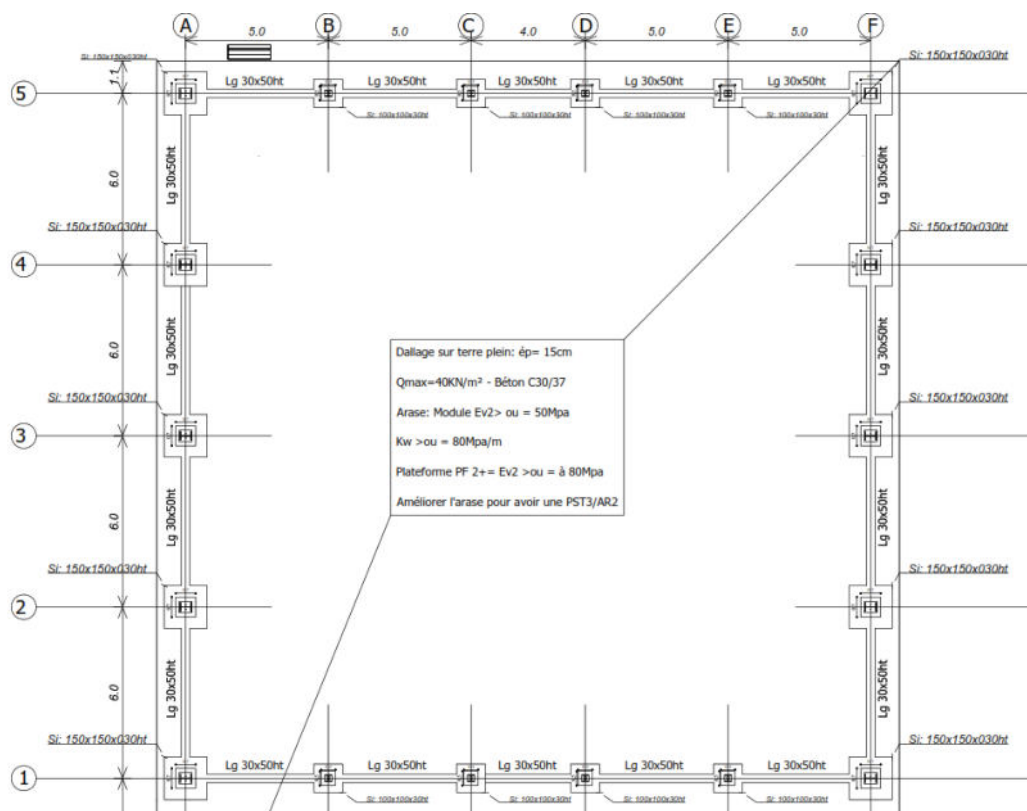


Il est prévu la construction d'une plateforme de stockage d'une superficie proche de 900 m² (≈ 25m*35m). Elle comportera un hangar de 625 m² (25m*25m) en structure métallique de 7 m de haut et un dallage débordant de 250 m² environ (10m*25 m). Cette plateforme devrait accueillir du stockage de matériel (engins agricoles), des bungalows et des containers ou des bennes à déchets.

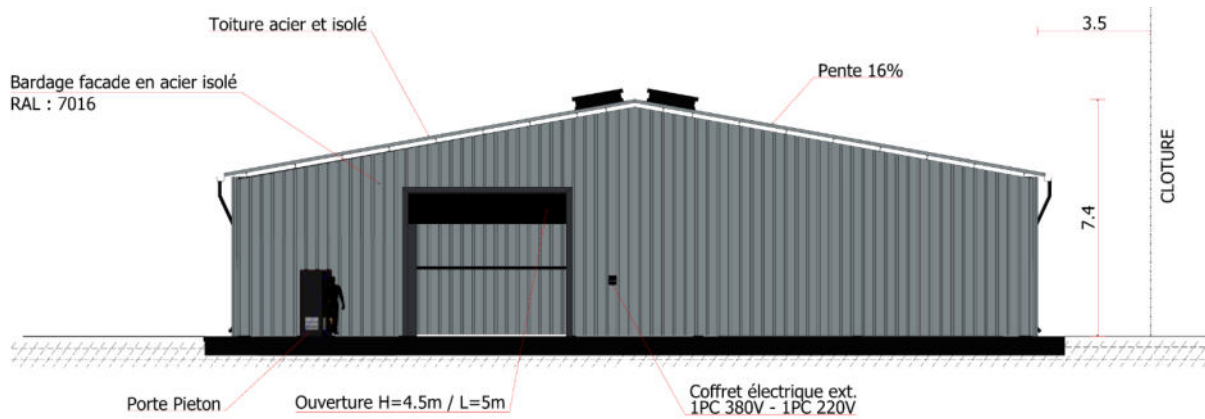
Les descentes de charges verticales estimées par IBSTRUCTURES sont comprises entre 24 et 255 kN/appuis à l'ELS et entre 82 et 360 kN/appuis à l'ELU. On précisera que ces efforts sont verticaux et que les documents transmis ne comportaient pas d'efforts horizontaux (notamment liés au vent). Ce point devra être confirmé en phase EXE.



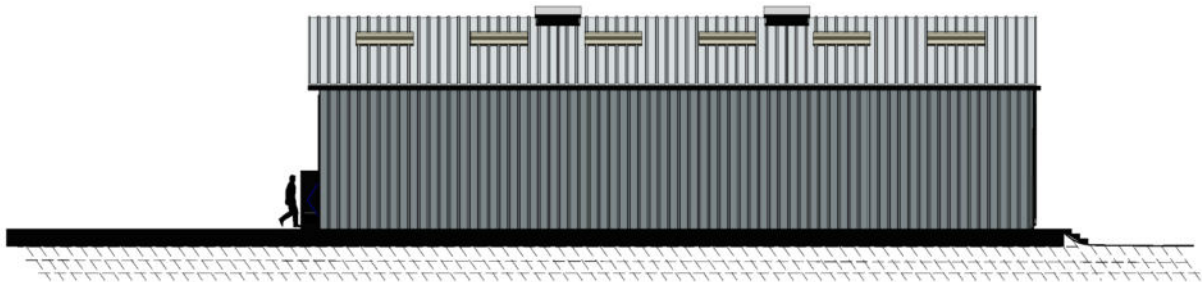
Extrait du plan masse du projet



Extrait du plan de fondations



Extrait des plans de façades (façade Nord)



Extrait des plans de façades (façade Ouest)

III - CONTEXTE GEOLOGIQUE (RAPPEL)

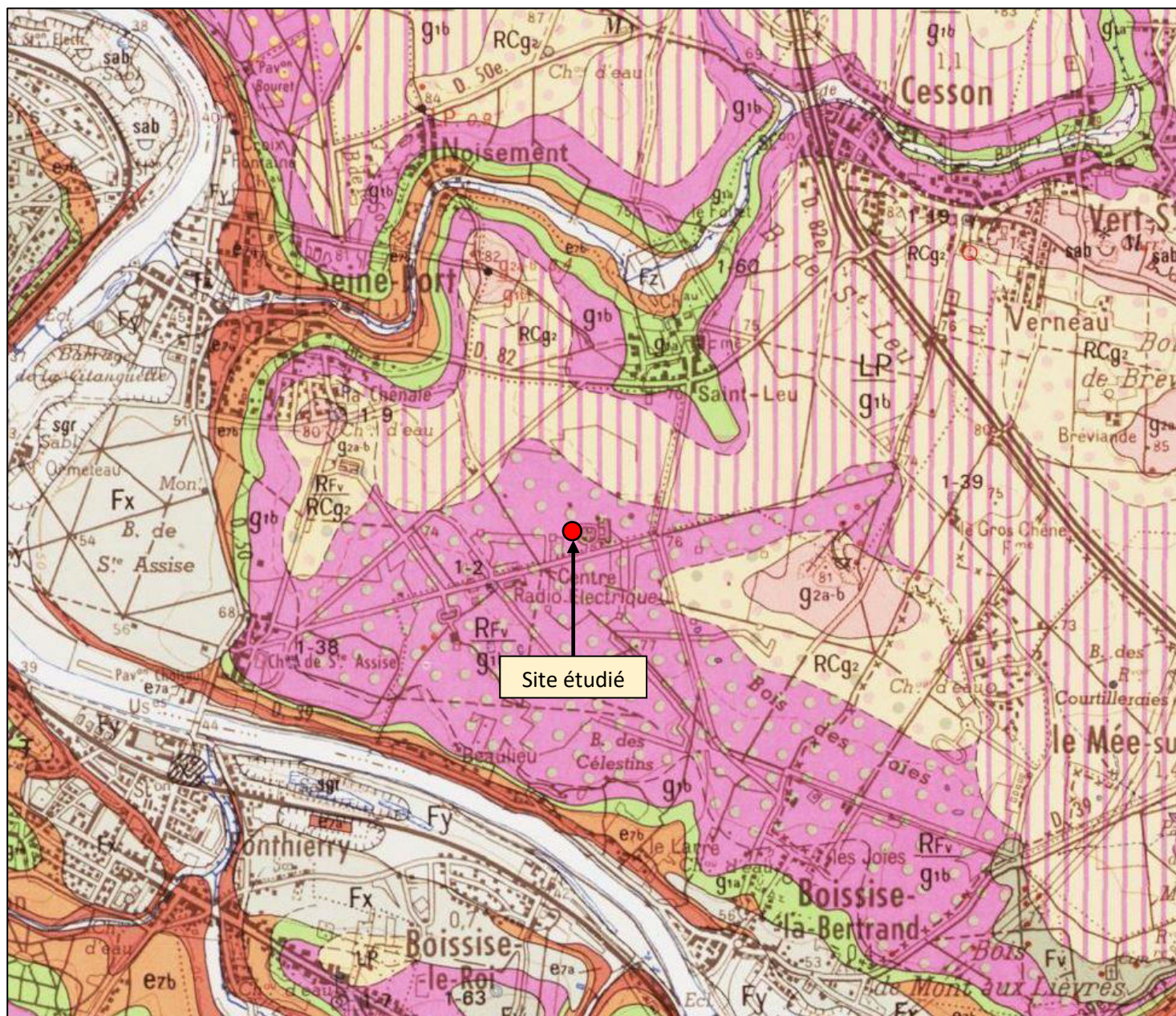
→ Documents et site consultés :

- * Nos archives géotechniques ;
- * La carte géologique de Melun au 1/50 000^{ème} ;
- * Le site Infoterre du BRGM.

Selon les différentes sources à notre disposition, la stratigraphie présumée du site devrait être la suivante :

- Des **Remblais** liés aux installations actuelles,
- Les **Limons des Plateaux** résiduels (Quaternaire),
- Les **Argiles à meulière** (Sannoisien supérieur),
- Le **Marno-Calcaire de Brie** (Sannoisien supérieur),
- Les **Argiles vertes** (Sannoisien inférieur).

Le premier niveau aquifère au droit du site correspond aux formations de Brie. Un niveau de nappe, retenue en profondeur par les Argiles vertes « imperméables », pourrait donc s'exprimer à faible profondeur au sein des Argiles à meulière et Marno-calcaire de Brie. Dans le secteur, cette nappe est susceptible d'être rencontrée entre 2.0 et 3.0 m/TN. Aussi des circulations superficielles dans les terrains de couverture ne sont pas exclues.

Extrait de la carte géologique au 1/50 000^{ème}**Légende :**

<p>LP 1 2</p> <p>Complexe limono-sableux des plateaux : limons, argiles et sables dominants. 1 - épaisseur moyenne estimée à 1,50 m ou plus 2 - épaisseur inférieure à 1,50 m avec indication du substrat</p>	<p>Fz</p> <p>Alluvions actuelles et subactuelles : limons, argiles et sables FzT - présence de tourbe</p>	<p>en coupe</p> <p>2</p> <p>en plan</p> <p>1</p>	<p>Stampien moyen et inférieur : Grès et Sables de Fontainebleau 1 - Banc de grès localisé au toit des sables. 2 - Banc de grès intermédiaire 3 - Surface de banc de grès délogé par l'érosion (plateau) 4 - Blocs de grès en chutes et rochers éboulés M - Molasse d'Étigny</p>
<p>RCg1</p> <p>Formations sableuses dérivant pour l'essentiel des "Sables de Fontainebleau"</p>	<p>Fy</p> <p>Alluvions anciennes, terrasse de 0 à 10 m : sables et graviers calcaires ou siliceux avec quelques blocs de grès.</p>	<p>g1b</p> <p>Stampien inférieur (Sannoisien) : Calcaire et Meulière de Brie</p>	
<p>RCg2</p> <p>Formations argilo-sableuses à meulière (épaisseur généralement comprise entre 1 et 2 m) avec indication du substrat</p>	<p>Fx</p> <p>Alluvions anciennes, terrasse de 10 à 20 m : sables et graviers essentiellement siliceux</p>	<p>g1a</p> <p>Stampien inférieur (Sannoisien) : Marnes vertes</p>	
<p>GPg2</p> <p>"Grèzes" : cailloutils calcaires et sables 1 - épaisseur inférieure à 1,50 m avec indication du substrat</p>	<p>Fw</p> <p>Alluvions anciennes, terrasse de 20 à 30 m : sables et graviers siliceux</p>	<p>ezb</p> <p>Bartonnien supérieur (Ludien) : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil</p>	
<p>RFv CF</p> <p>Formation alluviale résiduelle ou colluvionnée avec indication du substrat</p>	<p>Fv</p> <p>Alluvions anciennes (Cailloutils de Sénart) terrasse de 45 à 55 m : sables et graviers siliceux</p>	<p>ezc ezd</p> <p>Bartonnien supérieur (Ludien) : Calcaire de Champigny ez-c - Calcaires de St-Ouen et de Champigny indifférenciés (S-E de la feuille)</p>	
<p>CF</p> <p>Remplissage de fonds de vallées sèches : limons, sables et graviers</p>	<p>Fu</p> <p>Alluvions anciennes (terrasse de 65 m) : sables et graviers siliceux</p>		

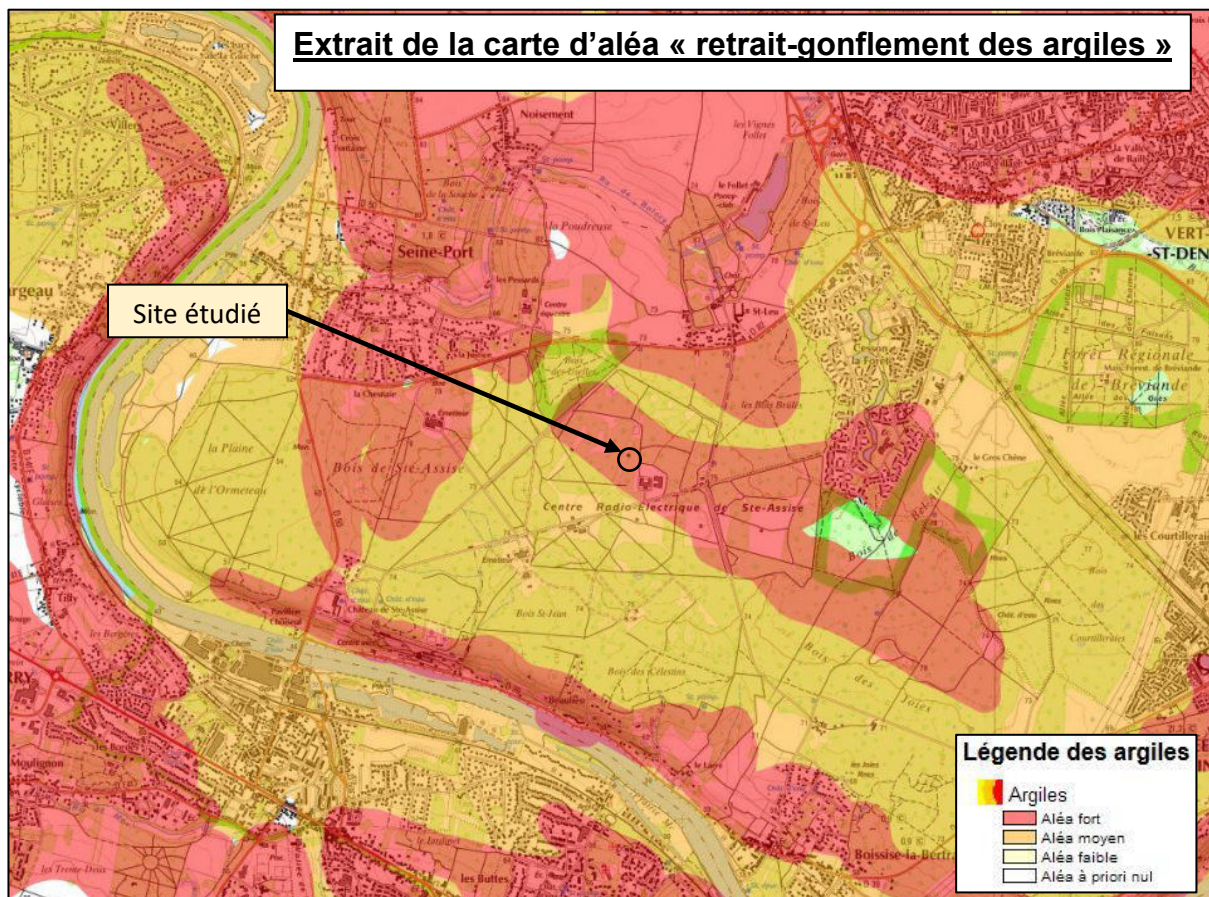
IV - ALEAS GEOTECHNIQUES (RAPPEL)

➔ Site et document consultés :

- Le site Infoterre du BRGM ;
- Le PPRi de la Seine.

A) Aléa « retrait-gonflement »

Le site se trouve en zone d'aléa **FORT** vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement des argiles. Ce niveau d'aléa correspond à la nature argileuse des terrains superficiels présumés et à la présence possible des Argiles vertes à faible profondeur. Nous rappelons que ces matériaux sont très plastiques et présentent une forte sensibilité vis-à-vis des variations hydriques.



B) Aléa carrière et dissolution du gypse antéludien

Aucune carrière souterraine ou à ciel ouvert n'est répertoriée au droit du site. De même, le site se trouve en dehors du périmètre de recherche de poches de dissolution du gypse défini par l'Arrêté Interpréfectoral.

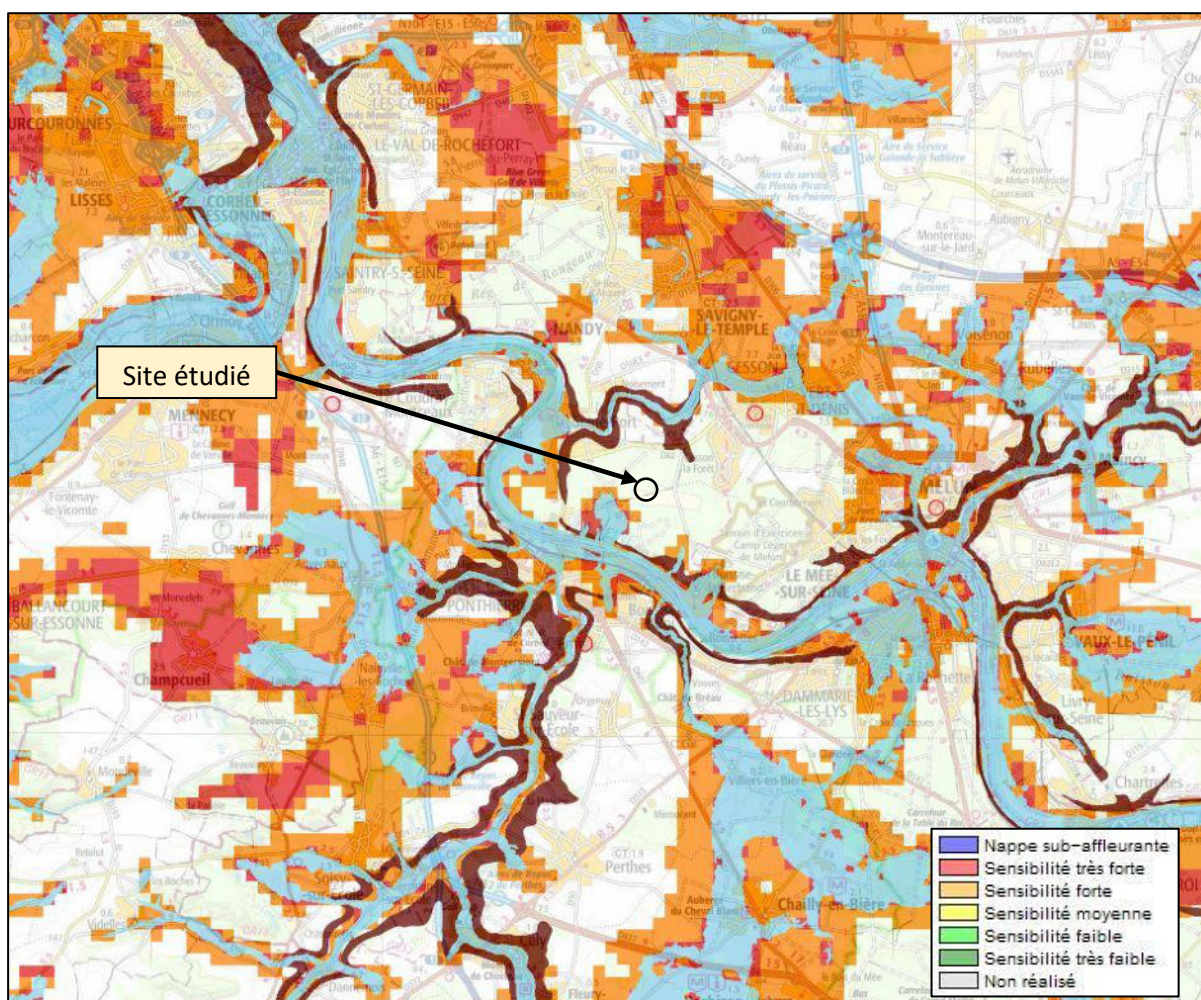
C) Aléa sismique

Le site étudié, comme l'ensemble de la région Ile-de-France est classé en zone 1 vis-à-vis du risque sismique, selon le décret du 22/10/2010 (risque très faible, analyse sismique non requise).

D) Inondations par remontée de nappe ou submersion

D'après la base de données du BRGM, l'aléa « inondation par remontée de nappe » est défini comme **NUL** au droit de la parcelle concernée par le projet.

Extrait de la carte d'aléa « inondations par remontée de nappe »



Par ailleurs, le site se trouve en dehors des zones réglementaires et d'aléa définies par le PPRi de la Seine.

V - PROGRAMME D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES (RAPPEL)

Dans le cadre du dossier n° 8206-21, nous avons mis en œuvre, à l'aide d'une sondeuse type SOCOMAFOR 35, équipée d'enregistreur graphique et numérique LUTZ, et d'un pénétromètre PAGANI TG30-20 le programme d'investigations suivant :

- **2 sondages pressiométriques à 9 m avec** des essais tous les mètres et l'enregistrement des paramètres de forage.
- **1 sondage pressiométrique à 3 m** avec des essais tous les mètres et l'enregistrement des paramètres de forage.
- **2 sondages à la tarière à 2 m** avec l'enregistrement des paramètres de forage.
- **4 essais au pénétromètre dynamique léger descendus au refus.**
- Une série d'analyses en laboratoire comprenant :
 - 2 identifications GTR ;
 - 2 limites d'Atterberg ;
 - 2 dosages en sulfates ;
 - 1 teneur en matière organique ;
 - 1 agressivité des sols vis-à-vis des bétons ;

Les sondages ont été effectués du 18 au 21 janvier 2021 par une équipe de Sondeurs-Géotechniciens, sous le contrôle d'un Ingénieur-Géotechnicien. Le plan de position est joint en **ANNEXE 1**.

Nivellement des sondages

Les sondages ont été nivelés en relatif en prenant le pied du poteau incendie située à l'angle du parking comme référence :

Sondage	Borne Incendie	SP1	SP2	SP3	T1	T2	Pd1	Pd2	Pd3	Pd4
Cote TN (m S.L.)	10.00	10.27	10.29	10.37	10.30	10.34	10.24	10.30	10.30	10.20

Nous rappelons que l'altimétrie du site est estimée proche de 77 NGF d'après le site GEOPORTAIL de l'IGN.

VI - ETUDE GEOLOGIQUE (RAPPEL)

A) Géologie du site

Nos sondages ont permis de mettre en évidence la succession de couches suivante :

- De la **Terre végétale** sur 0.3 à 0.5 m d'épaisseur environ au niveau des espaces verts (zone enherbée en bord de la plateforme existante).
- Des **Remblais sablo-graveleux** composant la plateforme existante sur une épaisseur comprise entre 0.2 et 0.5 m.
- Des **Argiles limono-sableuses brunes** relativement peu compactes rencontrées ponctuellement (SP1 et SP3) jusqu' à 1.2-1.4 m/TN.
- Les **Argiles marron ocre +/- sableuses** comportant des fragments calcaires blancs ou éléments de meulière. Il s'agit de la formation des Argiles à meulière qui peuvent présenter de nombreux blocs et des passages très sableuses. Ce niveau repose sur les Marno-calcaires de Brie comportant également des bancs indurés ou des blocs. Compte tenu du type de forage mis en œuvre, ces deux horizons sont parfois difficiles à différencier.
- Les **Argiles vertes**, sous-jacente aux formations de Brie, ont été reconnues à partir de 6.5 à 7.0 m de profondeur au droit de SP1 et SP2.

Des niveaux d'eau en cours de forage (niveau non stabilisé) ont été relevés en SP1 vers 2.7 m/TN et en SP2 vers 2.3 m/TN lors de notre intervention (janvier 2021).

B) Fiches analytiques

Les résultats des investigations géologiques et géotechniques sont présentés sur les fiches analytiques qui se trouvent en ANNEXE 2. Elles comprennent :

- Une coupe géologique descriptive
- La pression limite de rupture (PL en bars)
- Le module de déformation pressiométrique (E en bars)
- La vitesse d'avancement (m/h)
- La pression de poussée (bar)
- Le couple de rotation (bar)
- La pression d'injection (bar)
- La pression de retenue (bar)

C) Définition des paramètres enregistrés

Les résultats des investigations géologiques et géotechniques sont présentés sur les fiches analytiques qui se trouvent en **ANNEXE 2**.

Chacun de nos forages a été l'objet d'un enregistrement de paramètres graphiques et numériques suivants :

Vitesse d'avancement (Va en m/h) :

Ce paramètre mesure la vitesse instantanée d'avancement. Il est en relation directe avec les caractéristiques mécaniques des roches telles que : module d'Young, dureté, temps sonique.

Pression sur l'outil (Po en bars) :

Ce paramètre mesure la pression de poussée sur le train de tiges, il complète l'information « vitesse » en recherche de cavité, car en l'absence de réaction du terrain, dans la traversée des cavités, la poussée tombe à zéro.

Pression d'injection (Pi en bars) :

Ce paramètre mesure la pression du fluide de circulation (eau ou boue). Lorsque l'outil traverse une formation très plastique (Argiles ou Marnes), la pression (Pi) croît ; à l'inverse dans des terrains perméables à fort indice de vide la (Pi) chute fortement.

Couple de rotation (Cr en bars) :

Ce paramètre mesure le couple pris par l'outil pendant la foration ; en l'absence de réaction du terrain, dans la traversée d'une cavité, le couple chute d'une façon significative.

Pression de retenue (P4 en bars) :

Ce paramètre mesure la retenue hydraulique ; il est lié à l'action de retenue du train de tige ; il évite la chute de celui-ci en cas de présence de vides francs.

VII - ETUDE GEOTECHNIQUE

A) Résultats des essais pressiométriques

La reconnaissance de sols par sondages a été suivie de la mesure « in situ » des caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés. Cette mesure a été réalisée à l'aide d'une sonde de type BX mise en place tous les mètres dans le forage, reliée en surface à un pressiomètre de type GA.

Le tableau présenté ci-dessous récapitule les résultats de ces essais. On y trouve, pour chaque sondage et chaque profondeur, en regard de la nature du terrain testé, les paramètres suivants :

- Pf* : pression de fluage en MPa,
- Pl* : pression limite de rupture en MPa,
- Em : module de déformation en MPa,
- E/PL : état de consolidation du sol.

Remarque :

Les courbes pressiométriques corrigées selon la norme NF P 94-110 obtenues à l'aide du logiciel de traitement EXPRS sont à la disposition du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre.

Essai	Prof. (m)	Pf* (MPa)	Pl* (MPa)	Em (MPa)	E/Pl*
SP1	1,00	0,14	0,24	2,5	10,6
SP1	2,00	0,74	1,57	17,5	11,1
SP1	3,00	1,22	1,96	16,0	8,2
SP1	4,00	1,51	2,86	42,7	14,9
SP1	5,30	0,78	>0,85	9,4	11,1
SP1	6,00	0,61	1,29	7,1	5,5
SP1	7,00	0,34	0,75	12,9	17,3
SP2	0,80	0,50	0,88	9,1	10,4
SP2	1,50	0,78	1,35	13,9	10,3
SP2	2,20	0,30	0,78	6,5	8,3
SP2	2,80	0,96	1,58	13,5	8,6
SP2	3,80	1,17	1,47	14,4	9,8
SP2	5,50	0,68	1,25	10,0	8,0
SP2	6,80	0,85	1,42	19,2	13,5
SP3	0,70	0,40	0,71	8,3	11,7
SP3	1,80	0,68	1,16	11,7	10,0
SP3	2,70	0,73	>0,88	12,1	13,7

B) Résultats des essais au pénétromètre dynamique

Le pénétromètre dynamique utilisé (modèle TG 30-20) possède les caractéristiques suivantes :

- Masses passives (M') :
 - Mandrin : 0.750 kg
 - Tige de battage : 2.500 kg
 - Pointe : 0.325 kg
- Masse active (M) :
 - Mouton : 30 kg
- Constantes de l'appareil :
 - Hauteur de chute (H): 20 cm
 - Section droite de la pointe : 10 cm²

Les résistances de rupture en pointe ou résistantes dynamiques apparentes, Qd, ont été calculées tous les 20 cm (h) à partir de la formule des Hollandais donnée ci-après :

$$Qd = \frac{M^2 \times g \times H}{(M + M') \times A \times e}$$

Avec :

M = Masse du mouton

M' = Masse frappée (somme des masses du train de tige, de l'enclume et de la pointe)

G = accélération de la pesanteur

H = hauteur de frappe

A = surface de la plus grande section droite de la pointe

e = intervalle moyen d'enfoncement, soit :

$$e = \frac{h}{Nd} \text{ où } Nd \text{ est le nombre de coups nécessaires à un enfoncement } H.$$

Les procès-verbaux des essais au pénétromètre dynamique sont rassemblés en **ANNEXE 2.**

Profondeur (m/TN)	Qd (MPa)			
	Pd1	Pd2	Pd3	Pd4
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,20	1,3	6,7	7,2	2,4
0,40	2,1	8,6	7,0	7,0
0,60	5,9	5,6	5,9	9,9
0,80	8,8	2,7	4,0	12,3
1,00	16,5	1,7	11,5	29,7
1,20	17,5	1,5	23,7	64,9
1,40	23,7	1,0	13,5	Refus
1,60	24,9	1,2	9,0	
1,80	19,0	5,5	12,5	
2,00	26,1	4,2	7,9	
2,20	10,3	3,7	4,7	
2,40	6,8	4,7	3,7	
2,60	Refus	8,2	3,7	
2,80		10,0	5,8	
3,00		11,0	7,7	
3,20		13,8	7,0	
3,40		13,1	9,9	
3,60		7,7	11,0	
3,80		4,4	Refus	
4,00		7,2		
4,20		Refus		

Légende :

Formations superficielles
(Remblais et argile limono-sableuses)

Argile à meulière

C) Résultats des analyses en laboratoire

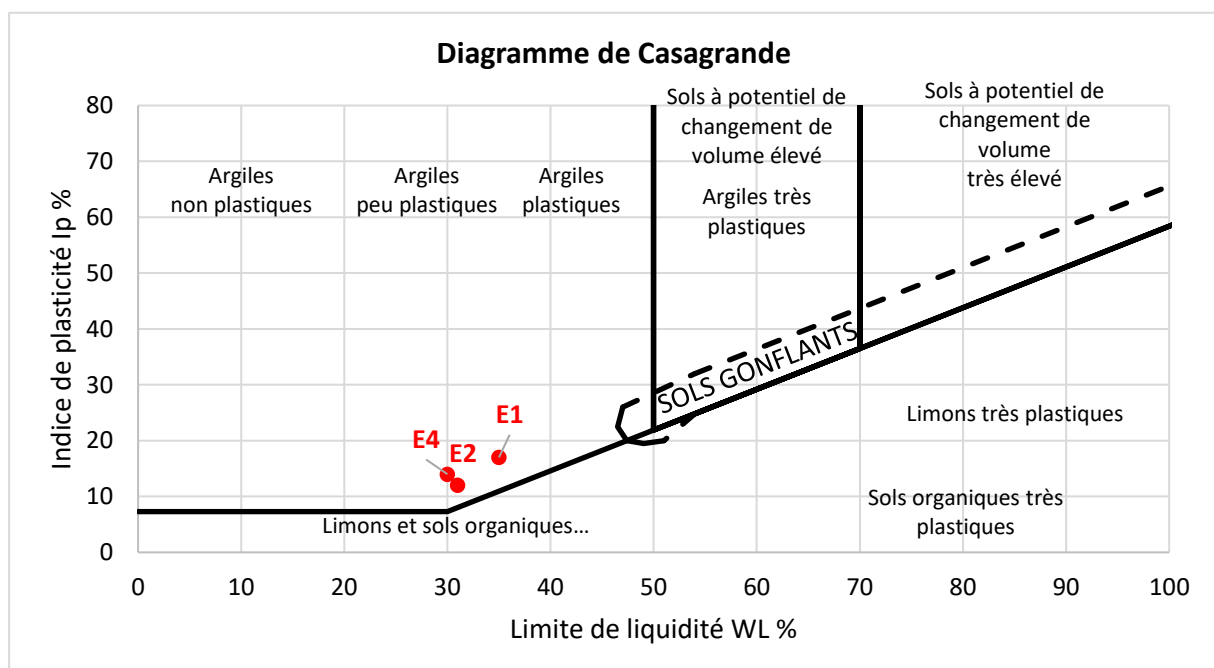
Les procès-verbaux des analyses en laboratoire figurent en **ANNEXE 3**. Les résultats sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Sondage		T1	T1	T2	T2	SP1
Profondeur		0,6-1,2 m	1,2-2,0 m	0,3-1,2 m	1,8-2,5 m	0,0-3,0 m
Echantillon		E1	E2	E3	E4	E5
Nature		Limon sablo-argileux	Argile finement sableuse	Sable grossier	Argile finement sableuse	-
Teneur en eau	W _{nat}	14,4	15,5	6,8	10,3	
Granulométrie % d'éléments passant à	50 mm	100,0		100,0		
	2 mm	97,2		89,3		
	80 µm	48,1		18,6		
Limite de liquidité	W _L	35	31		30	
Limite de plasticité	W _P	18	19		16	
Indice de plasticité	I _P	17	12		14	
Indice de consistance	I _C	1,21	1,29		1,41	
Valeur au bleu (g/100g)	VBS			1,35		
Indice de portance immédiat à W _{nat}	IPI à W _{nat}			34		
Classification GTR		A2s		B5s		
Teneur en sulfate	SO ₄ ²⁻	0,03%		0,02%		
Teneur en matière organique	MO			1,40%		
Classe d'agressivité sur les bétons	XA					< XA1

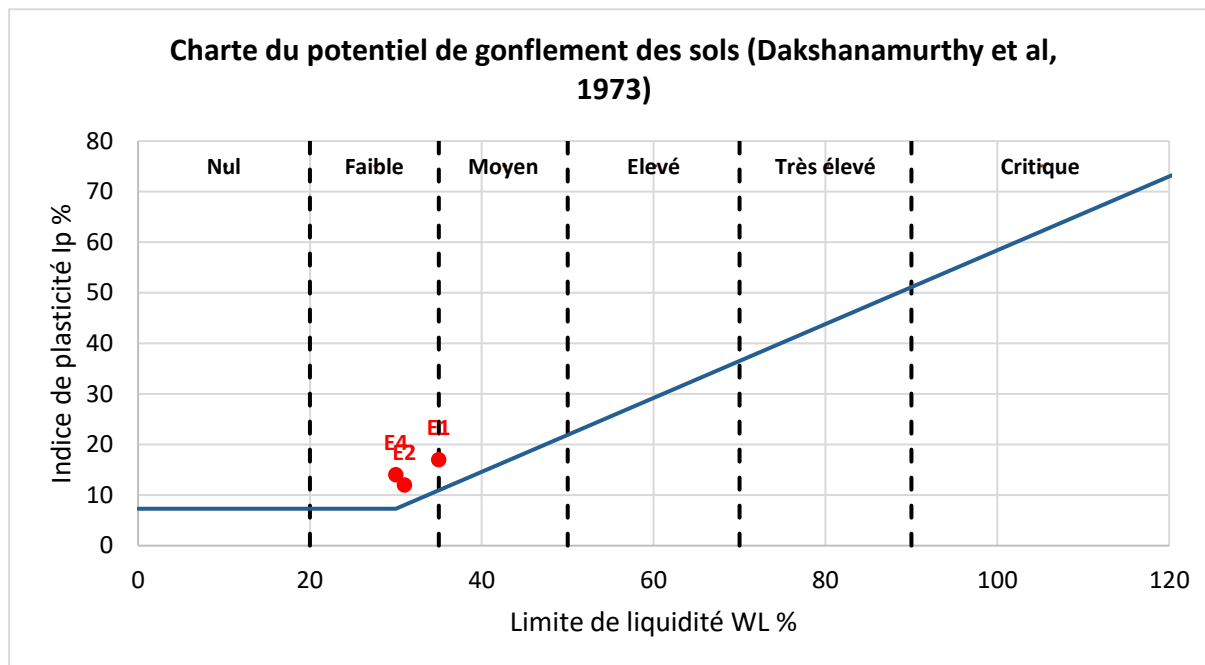
L'analyse de l'agressivité des sols sur les bétons donne des valeurs inférieures aux seuils de la classe d'agressivité XA1 pour chaque paramètre des sols testés. Compte tenu du faible nombre d'analyse, nous conseillons, par sécurité, de retenir une classe d'agressivité XA1 correspondant à un milieu de faible agressivité chimique. Le choix des ciments et les formulations de béton des structures enterrés (fondations, voiles, dallage...) devront être fait en conséquence selon les prescriptions des normes NF P 18-011 et NF EN 206-1.

La teneur en matière organique estimée sur l'échantillon n°3 (1.4%) et les teneurs en sulfates (<0.05%) sont relativement faibles.

Les identifications GTR et limites d'Atterberg mettent en évidence que les terrains superficiels sont des sols fins de nature argilo-limoneuse à sableuse et de classe GTR B5 à A2. Ce sont des matériaux peu à moyennement plastiques. Leur sensibilité vis-à-vis des phénomènes de retrait et de gonflement peut donc être considérée comme moyenne comme l'indique leur répartition dans le diagramme de Casagrande et la Charte du potentiel de gonflement ci-après. Cela confirme donc nos observations in situ qui laissaient apparaître des matériaux fins mais présentant une fraction sableuse (notamment pour la formation des Argiles à meulière). Nous rappelons cependant que le niveau d'aléa vis-à-vis du retrait-gonflement est défini comme FORT par la cartographie du BRGM.



Par ailleurs, il conviendra de préciser que ces sols fins, bien que peu à moyennement plastiques, restent sensibles aux variations hydriques. En effet, une augmentation, même faible, de la teneur en eau peut entraîner une chute de compacité importante.



D) Commentaires sur les essais géotechniques

- Les **Argiles sableuses brunes** n'ont été testées que par deux essais pressiométriques. Ces essais traduisent des caractéristiques mécaniques faibles à médiocres.

$$2.5 \leq E \leq 8.3 \text{ MPa}$$

$$0.24 \leq PI^* \leq 0.71 \text{ MPa}$$

Les essais au pénétromètre dynamique donnent des valeurs de Qd hétérogènes dans ces formations superficielles entre 0 et 1.5-1.6 m/TN avec des valeurs de Qd comprises entre 1 et 10 MPa, ce qui semble cohérent avec les valeurs pressiométriques ci-dessus.

- Les **Argiles à meulière et Marno-calcaires de Brie** comportent des valeurs de pression limite et de module pressiométrique moyennes à bonnes :

Nombre d'essais	Moyenne harmonique		Valeur minimale		Valeur maximale		Ecart type		E/PI
	PI* (MPa)	E (MPa)	PI* (MPa)	E (MPa)	PI* (MPa)	E (MPa)	PI* (MPa)	E (MPa)	
13	1.21	11.4	0.78	6.5	2.86	42.7	0.56	9.2	9.4

Les essais au pénétromètre dynamique ont rencontré des refus sur des blocs au sein de cette formation, entre 1.2 et 4.3 m/TN. La valeur de Qd est comprise entre 4 et 30 MPa.

- Les **Argiles vertes** présentent des caractéristiques mécaniques moyennes au regard des deux essais pressiométriques effectués au toit de cette formation. Nous rappelons néanmoins, qu'il s'agit de matériaux très plastiques et sensibles au phénomène de retrait et de gonflement :

$$12.9 \leq E \leq 19.2 \text{ MPa}$$

$$0.75 \leq PI^* \leq 1.42 \text{ MPa}$$

VIII - PRINCIPES CONSTRUCTIFS

A) Rappel du projet

Le projet prend place au sein du Centre de Télécommunication de la Marine de Sainte-Assise à Cesson (77). La zone est actuellement non bâtie et est aménagée en plateforme de stockage occupée par deux containers, une benne à déchets et deux tentes (observations faites en janvier 2021). Elle est située dans un contexte de plateau, à une altimétrie proche de 77 NGF et à environ 1.5 km au Nord de la Seine.

Il est prévu la construction d'une plateforme de stockage d'une superficie proche de 900 m² (≈ 25m*35m). Elle comportera un hangar de 625 m² (25m*25m) en structure métallique de 7 m de haut et un dallage débordant de 250 m² environ (10m*25 m). Cette plateforme devrait accueillir du stockage de matériel (engins agricoles), des bungalows et des containers ou des bennes à déchets.

Les descentes de charges verticales estimées par IBSTRUCTURES sont comprises entre 24 et 255 kN/appuis à l'ELS et entre 82 et 360 kN/appuis à l'ELU. On précisera que ces efforts sont verticaux et que les documents transmis ne comportaient pas d'efforts horizontaux (notamment liés au vent). Ce point devra être confirmé en phase EXE.

B) Principe de fondation

Nous proposons un système de fondation par semelles isolées ou puits, ancrées de 0.50 m minimum dans les Argiles à meulière (Argile +/- sableuses marron ocre à cailloutis calcaires ou de meulières).

Compte tenu de l'aléa FORT vis-à-vis des phénomènes de retrait et de gonflement des argiles, le niveau d'assise des fondations devra se situer à une profondeur minimale de 1.5 m/TN. D'après les résultats de nos sondages, ce niveau devra être descendu jusqu' à 1.8-2.0 m pour respecter l'ancrage de 0.50 m dans les Argiles à meulière (cas du sondage SP1 et de l'essai Pd2).

Les fondations devront être coulées « pleine fouille » immédiatement après les terrassements et lors de périodes météorologiques favorables. Toute fouille ouverte, non coulée et ayant subi des intempéries, sera recreusée sur 0.20 m afin d'éliminer la frange de sol décomprimée.

Un curage soigné des fonds de fouilles de fondations est aussi à prévoir. L'usage d'un godet sans dent est recommandé afin d'éviter tout remaniement des sols d'assise.

Des blocs de meulière pourraient être rencontrés à faible profondeur. Il conviendra donc de prévoir le matériel adapté pour les travaux de terrassements (pelle de forte puissance, B.R.H...).

Pour éviter les risques de tassement différentiel, ces blocs devront, lors de la réalisation des fondations, être purgés et remplacés par un matériau de bonne qualité compacté au refus ou par un gros béton faiblement dosé.

Des circulations d'eau superficielles dans les Remblais et/ou au toit des formations de Brie ne sont pas totalement exclues en période de précipitation. On prévoira un dispositif d'épuisement des fonds de fouille en phase travaux. Toutes les dispositions devront être prises pour éviter l'entraînement de fines et la déstabilisation des avoisinants.

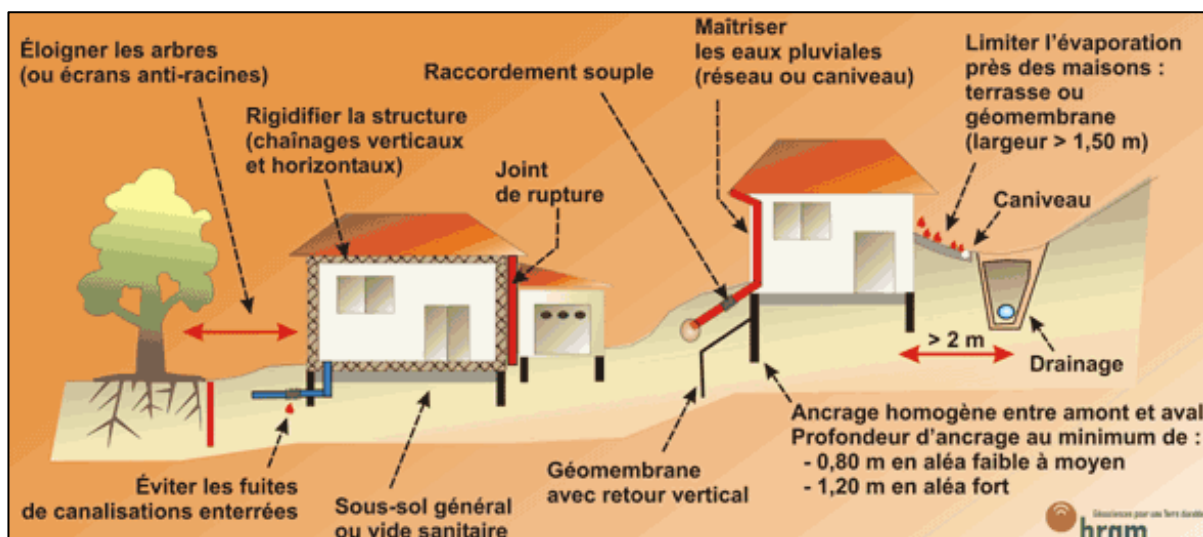
Toute fouille dont la profondeur excède 1.30 m doit être blindée pour assurer le maintien des parois.

C) Adaptation vis-à-vis du risque de « retrait-gonflement des Argiles »

Compte tenu de la classification de l'aléa vis-à-vis du « retrait-gonflement des argiles », il conviendra de respecter les dispositions générales suivantes :

- Encastrement des fondations d'au moins 1.5 m/TN extérieur fini ;
- Privilégier toute disposition constructive favorisant **la rigidité de l'ouvrage** : semelle filante à forte inertie, longrines de liaisons, chaînage horizontal (haut et bas) et vertical ;
- Coulage des fondations pleines fouilles pour éviter les infiltrations préférentielles d'eau dans les remblais des fouilles ;
- Eloignement des plantations d'arbres à une distance supérieure à 1.5 fois la hauteur de l'arbre adulte. Si cette distance ne peut pas être respectée, il conviendra de prévoir un écran anti-racinaire entre l'ouvrage et les plantations ;
- Eloignement des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales d'au moins 10 m en phase définitive (privilégier le raccordement au réseau collectif) ;
- Une attention particulière devra être portée sur la gestion des eaux pluviales, sur la collecte des eaux de ruissellement et sur l'étanchéité des réseaux EU, EP et AEP (entretien régulier et vérification de l'absence de fuite, pose de réseaux avec des joints souples si possible) ;
- Réalisation d'un trottoir ou d'une forme étanche (ou géomembrane étanche sous la terre végétale) en pourtour de la construction (1.5 m de large minimum) associé à un dispositif de collecte des eaux de ruissellement.
- Eviter les échanges thermiques dans le bâtiment et notamment dans les locaux techniques (locaux de chauffage notamment ou dalle froide). Isoler ces ouvrages ou les installations techniques concernées afin de limiter ces échanges de chaleurs avec l'extérieur. En effet, ceux-ci peuvent affecter les terrains plastiques porteurs.

Mesures préventives pour la construction en milieu argileux (source : GEORISQUES)



D) Dallage

On respectera les règles professionnelles du « D.T.U. 13.3 – dallages », Norme NF P 11-213-3.

Hypothèse : Dallage industriel « moyen » → $15 \leq q \leq 40 \text{ kN/m}^2$.

→ On visera donc un objectif de plateforme PF2+ pour la mise en œuvre du dallage.

Les dallages pourront être mis en œuvre directement sur les Argiles sableuses brunes et/ou les Argiles sableuses à meulière marron ocre en respectant les conditions de réalisation suivantes :

- Décapage des terrains supérieurs sur 0.50 m d'épaisseur environ, la Terre végétale et les éventuels Remblais devront être totalement éliminés ;
- Purges des éventuelles poches médiocres, des horizons riches en matière organique, des blocs rocheux et des sols détériorés par les engins de terrassement ;
- Après ces terrassements, la partie supérieure des terrassements sera de type PST1/AR1. Pour obtenir une plateforme de type PF2+, il conviendra d'améliorer l'arase afin d'avoir une PST3/AR2 avant la mise en œuvre de la couche de forme.
Pour cela, nous proposons :
 - Soit, le traitement des matériaux en place jusqu'à 50 cm d'épaisseur (prévoir une étude de traitement approfondie à l'ouverture du chantier afin de fixer les teneurs en chaux et liant hydraulique) ;
 - Soit, un décapage complémentaire suivi du compactage du fond de forme jusqu'à 95% de l'Optimum Proctor Normal et la mise en œuvre d'un remblai d'apport jusqu' à 50 cm d'épaisseur ;
- Contrôle de l'arase avec des essais à la plaque, le module de déformation Ev2 ne devra pas être inférieur à 50 MPa ;
- Mise en place d'un géotextile anti-contaminant ;
- Mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur de 35 cm minimum en matériaux d'apport traités à la chaux et/ou au liant hydraulique ou en GNT (type D21 ou R21). L'objectif sera d'obtenir une plateforme PF2+ = Ev2 ≥ 80 MPa ;
- Contrôle de la plate-forme à l'aide d'essais à la plaque ;
- Mise en place d'un enduit de cure gravillonné ;

- Réalisation d'un dallage calculé en fonction des surcharges, du coefficient de réaction du sol et du type d'exploitation (charges ponctuelles, roulantes...).

Les caractéristiques géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement du dallage sont les suivantes :

Couche de sol	Base (m/TN)	Em	α	Es=Em/ α
Couche de forme	(0.35 m*)	15.0 MPa	0.50	30.0 MPa
Remblais de substitution	(0.50m*)	10.0 MPa	0.50	20.0 MPa
Argile sableuse	~ 1.10 m	3.0 MPa	0.66	4.5 MPa
AM et MC de Brie	~ 6.00 m	10.0 MPa	0.50	20.0 MPa
Argile verte	> 3.00 m	10.0 MPa	0.66	15.0 MPa

* : épaisseur prévisionnelle

Em : Module pressiométrique en MPa

α : Coefficient dépendant de la nature du sol

REMARQUE :

Les travaux de dallage, du fait de l'encaissant argileux, devront obligatoirement être réalisés lors de périodes météorologiques favorables et durables.

Si la plate-forme est sollicitée par des circulations d'engins de chantier, lors des périodes pluvieuses, il faut s'attendre à une dégradation de celle-ci. Cela engendrera inévitablement des travaux supplémentaires de reprise ou de profilage, accompagnés d'un compactage.

Les matériaux superficiels appartiennent à la classe des sols fins A2 et ils demeurent difficiles à travailler pendant des périodes pluvieuses. Les conditions de terrassement seront réalisées conformément aux recommandations des guides techniques du SETRA.

Dans le cas où des blocs gréseux ou de meulières seraient présents à faible profondeur, des purges seront à prévoir.

La qualité des arases devra être vérifiée à l'ouverture du chantier. La méthodologie pourra ainsi être adaptée en fonction des résultats de ces contrôles.

L'étude de traitement devra être approfondie à l'ouverture du chantier pour fixer les teneurs optimales en chaux et ciment, en prenant en compte les conditions météorologiques du chantier et les objectifs à atteindre.

Pour éviter des apports d'eau accidentels, les descentes d'eau (EP) devront être éloignées des fondations et du dallage si celles-ci ne peuvent être raccordées directement au réseau dès leur mise en œuvre.

E) Gestions des mitoyens/avoisinants

Le projet ne comporte pas de mitoyen. Néanmoins, on veillera, le cas échéant, au respect des règles de fondations à des niveaux décalées de la norme NF P 94-261 :

- Pente maximum de 3H/2V entre arrêtes de fondations avoisinantes,
- Pente maximum de 3H/1V entre arrêtes de redans pour les fondations filantes à redans.

F) Aléa lié aux anciens ouvrages enterrés éventuels

Bien que l'emprise du projet soit actuellement libre de toute construction, on note la présence de bâtiments et d'infrastructures aux alentours. On ne peut donc pas totalement exclure la découverte d'anciennes infrastructures ou autres vestiges d'anciennes constructions au droit du projet lors des travaux de terrassement

Si de telles structures sont découvertes, elles devront être purgées et comblées jusqu'à l'arase par un matériau de type remblai technique en GNT 0/31.5, propre, bien gradué, insensible à l'eau, chimiquement inerte et correctement compacté par passe de 20 cm d'épaisseur avec un critère de compactage Q4. Les fondations projetées devront impérativement être descendues en dessous des anciennes fondations, des purges et autres sols remaniés.

Nous rappelons également que l'étude de sol n'est pas une cartographie précise du terrain mais un échantillonnage pour en donner un modèle géotechnique cohérent permettant le dimensionnement des nouvelles infrastructures liées au projet. L'étude ne peut donc donner lieu à un référencement précis de tous les vestiges enterrés ayant pu être laissés en place sur un site depuis ses premiers aménagements.

IX - CALCUL D'UNE FONDATION SUPERFICIELLE SELON L'EUROCODE 7**A) Contrainte nette du terrain sous une fondation superficielle sous charge verticale centrée**

Selon la norme NF P 94-261 et la méthode pressiométrique, la contrainte de rupture du sol nette a pour expression :

$$q_{net} = K_p \cdot P_{le}^* \cdot i_S \cdot i_B$$

(Annexes D, E et F)

Avec :

K_p : facteur de portance (annexe D - tableau D.2.3)

P_{le}^* : Pression limite nette équivalente

i_S : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement, il est égal à 1 si la charge est verticale

i_B : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus de pente B, il est égal à 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus ($d > 8B$)

B) Justifications à l'état limite de service (ELS)

Le critère de limitation de la charge transmise au terrain est à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristiques et nécessite de satisfaire les relations suivantes :

$$V_d - R_o \leq R_v ; d$$

Avec :

$$R_v ; d = \frac{R_v ; k}{\gamma R ; v}$$

$$R_v ; k = \frac{A' q_{net}}{\gamma R ; d ; v}$$

V_d : valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain

R_o : valeur du poids de volume du sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux (résultante de la contrainte initiale sous la fondation)

$R_v ; d$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

$\gamma R ; v$: facteur partiel, il est égal à 2.3 à l'ELS quasi-permanent

$\gamma R ; d$: facteur partiel, il est égal à 1.2 à l'ELS quasi-permanent

$R_v ; k$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

Q_{net} : valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous la fondation superficielle

$\gamma R ; d ; v$: coefficient de modèle lié à la méthode de calcul, il est égal à 1.2 (annexe 2) pour la méthode pressiométrique

C) Tassements selon l'annexe 4 de la norme NF P 94-261 : cas d'un sol homogène

Le tassement final d'une fondation superficielle a pour expression :

$$S_f = S_c + S_d \quad (\text{H.2.1.1.1})$$

Avec :

S_f : tassement final (tassement estimé pour une échéance de 10 ans)

S_c : tassement sphérique (dû aux déformations volumiques)

S_d : tassement déviatorique (dû aux déformations de cisaillement)

dans le cas d'un sol homogène, les tassements sphérique S_c et déviatorique S_d doivent être calculés respectivement à partir des expressions suivantes :

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_M} (q' - \sigma'_{vo}) \lambda_o B \quad (\text{H.2.1.1.2})$$

$$S_d = \frac{2}{9E_M} (q' - \sigma'_{vo}) b_o \left(\lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^\alpha \quad (\text{H.2.1.1.3})$$

Avec :

E_M : module pressiométrique Ménard

q' : contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation

σ'_{vo} : contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux

B_o : largeur de référence égale à 0.60 m

B : largeur de la fondation

α : coefficient rhéologique dépendant de la nature du terrain (tableaux H.2.1.1.1 et H.2.1.1.2)

$\lambda_c \lambda_d$: coefficients de forme, fonction du rapport L/B (tableau H.2.1.1.3)

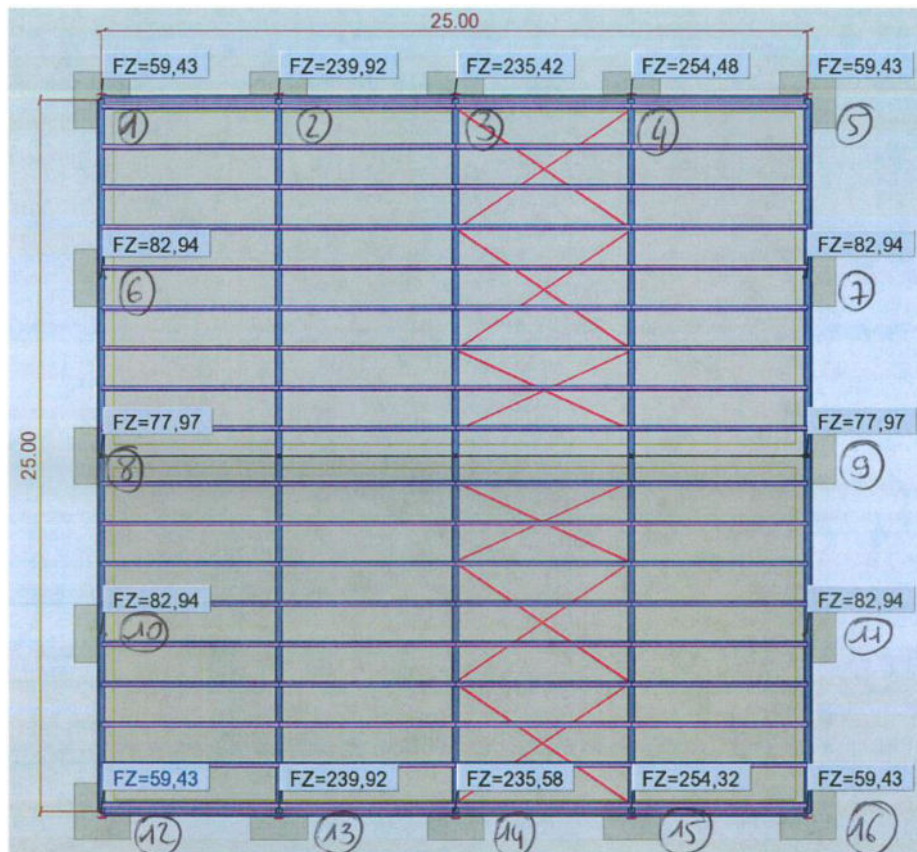
D) Modèle géotechnique

Formation géol.	PI* (MPa)	Em (MPa)	α	Profondeur de la base (m/TN)
Formations superficielles	0.30	3.0	0.66	0.5 à 1.3 m
Argiles à meulière et Calcaire de Brie	0.90*	10.0*	0.50	6.50 m
Argile verte	0.75**	10.0**	0.66	10.0 m

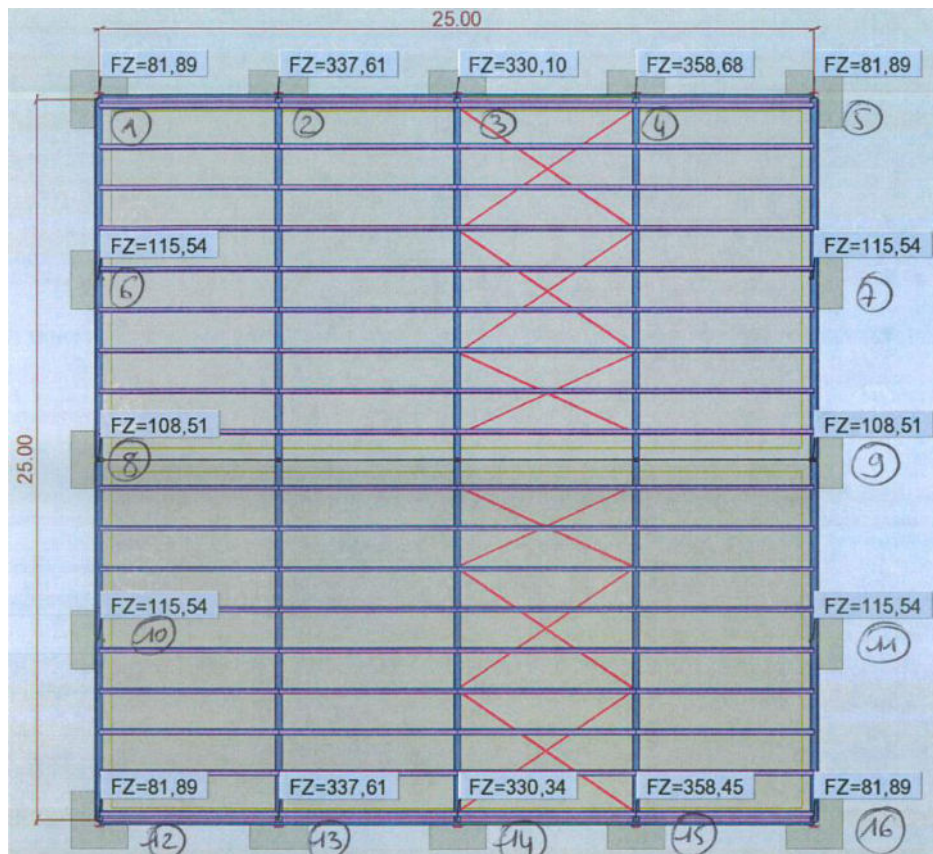
* : valeur volontairement limité compte tenu de l'hétérogénéité des formations.

** : valeur volontairement limitée compte tenu de la nature des matériaux et de la faible représentativité des valeurs obtenues

E) Descentes de charges estimées par IBSTRUCTURE



Plan des descentes de charge à l'ELS



Plan des descentes de charge à l'ELU

→ **Tableau de synthèse :**

Appuis	Fz en kN à l'ELS	Fz en kN à l'ELU
1	59,43	81,89
2	239,92	337,61
3	235,42	330,1
4	254,48	358,68
5	59,43	81,89
6	82,94	115,54
7	82,94	115,54
8	77,97	108,51
9	77,97	108,51
10	82,94	115,54
11	82,94	115,54
12	59,43	81,89
13	23,92	337,61
14	235,58	330,34
15	254,32	358,45
16	59,43	81,89

F) Résultats des calculs à partir du logiciel FOXTA V4

Les calculs ont été menés à l'aide du logiciel FOXTA V4. Les notes de calculs sont présentées en **ANNEXE 4**.

Fondation	Type d'appuis	Charge verticale à l'ELS (kN)	Charge verticale à l'ELU (kN)	Caractéristique de la fondat.					$i_{\phi\beta}$	Kp	Ple* (kPa)	q _{net} (kPa)	R _{v,d} ELS (kN/ml)	R _{v,d} ELU (kN/ml)	σ_{ELS} (kPa)	σ_{ELU} (kPa)	Wmax ELS (mm)
				Prof. d'assise (m/TN)	B (m)	L (m)	H (m)	Poids fondation (kN)									
1	isolé	59	82	1,8	0,7	0,7	0,5	6,1	1,0	1,03	416	429	76	125	155	255	≈ 5
2	isolé	240	338	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 9
3	isolé	235	330	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 8
4	isolé	254	359	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 9
5	isolé	59	82	1,8	0,7	0,7	0,5	6,1	1,0	1,03	416	429	76	125	155	255	≈ 5
6	isolé	83	116	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 6
7	isolé	83	116	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 6
8	isolé	78	109	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 5
9	isolé	78	109	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 5
10	isolé	83	116	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 6
11	isolé	83	116	1,8	0,8	0,8	0,5	8,0	1,0	1,01	424	430	99	163	156	256	≈ 6
12	isolé	59	82	1,8	0,7	0,7	0,5	6,1	1,0	1,03	416	429	76	125	155	255	≈ 5
13	isolé	240	338	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 9
14	isolé	236	330	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 8
15	isolé	254	358	1,8	1,3	1,3	0,5	21,1	1,0	0,94	465	439	269	442	159	261	≈ 9
16	isolé	59	82	1,8	0,7	0,7	0,5	6,1	1,0	1,03	416	429	76	125	155	255	≈ 5

Pour des massifs isolés, ancrés de 50 cm dans les Argiles à meulière, avec une assise à 1.8 m/TN :

- La pression limite nette équivalente des terres (P_{le}^*) est comprise entre 416 et 465 kPa ;
- La résistance nette du terrain q_{net} sera comprise entre 429 et 439 kPa pour les cas de fondation étudiés, pour une charge verticale centrée, avec un coefficient K_p compris entre 0.94 et 1.03 et un $i_{\delta\beta} = 1.00$;

NOTA : en cas de charges horizontales sur les fondations, la capacité portante du sol devra être revue en fonction de la modification du coefficient $i_{\delta\beta}$,

Les contraintes de calculs à l'ELS et à l'ELU sont estimées par correspondance avec les anciennes règles de calcul selon les termes du DTU 13,12 et du fascicule 62 titre V, avec :

<u>Les facteurs partiels à l'ELU suivant :</u>	<u>Les facteurs partiels à l'ELS suivant :</u>
- $\gamma R; d$: facteur partiel, il est égal à 1,4	- $\gamma R; d$: facteur partiel, il est égal à 2,3
- $\gamma R; d$: facteur partiel, il est égal à 1,2	- $\gamma R; d$: facteur partiel, il est égal à 1,2

Par sécurité, on limitera la contrainte admissible à 150 kPa à l'ELS et à 250 kPa à l'ELU pour des massifs ancrés d'au moins 0.50 m dans les Argiles à meulière avec une assise descendue à une profondeur de 1.8 m/TN.

Les tassements théoriques absolus sont compris entre 0.5 et 1.0 cm. Les tassements différentiels ne devraient pas excéder 0.5 cm. Il appartient au BE structure de vérifier la compatibilité de la structure projetée avec ces tassements. **Toutefois, les estimations des tassements ne sont qu'un ordre de grandeur et dépendront également du soin apporté aux travaux de terrassement et de préparation des fonds de fouille de fondation. En cas de dégradation, les tassements pourront être fortement augmentés.**

Si finalement des moments ou des efforts latéraux s'exercent sur la structure et sont retransmis aux fondations (cas des efforts liés au vent par exemple) comme c'est généralement le cas pour les bâtiments industriels de ce type (contrairement aux éléments transmis à ce jour), le dimensionnement devra être revu.

En effet, les massifs de fondations agiront alors comme des lestes pour compenser ces efforts et leurs dimensions devront probablement être adaptées pour justifier leur stabilité au glissement et au renversement.

X - LIMITES DE L'ETUDE ET DU PRESENT RAPPORT

En cohérence avec notre proposition technique et financière, cette étude est strictement limitée aux ouvrages présentés et décrits au paragraphe II (et uniquement à ceux-ci). Il est à la charge de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et du BET Structure du projet de vérifier que la définition du projet correspond bien aux attentes et le cas échéant, de revenir vers EN.OM.FRA pour le faire corriger, modifier, adapter ou compléter, si besoin.

A noter que tout complément, modification, adaptation ou correction (si elle n'est pas évidente vis-à-vis des données transmises initialement par la MO ou ses représentants techniques) sur le présent document, pourra faire l'objet d'une proposition d'honoraire supplémentaire de la part d'EN.OM.FRA et éventuellement, de sondages complémentaires.

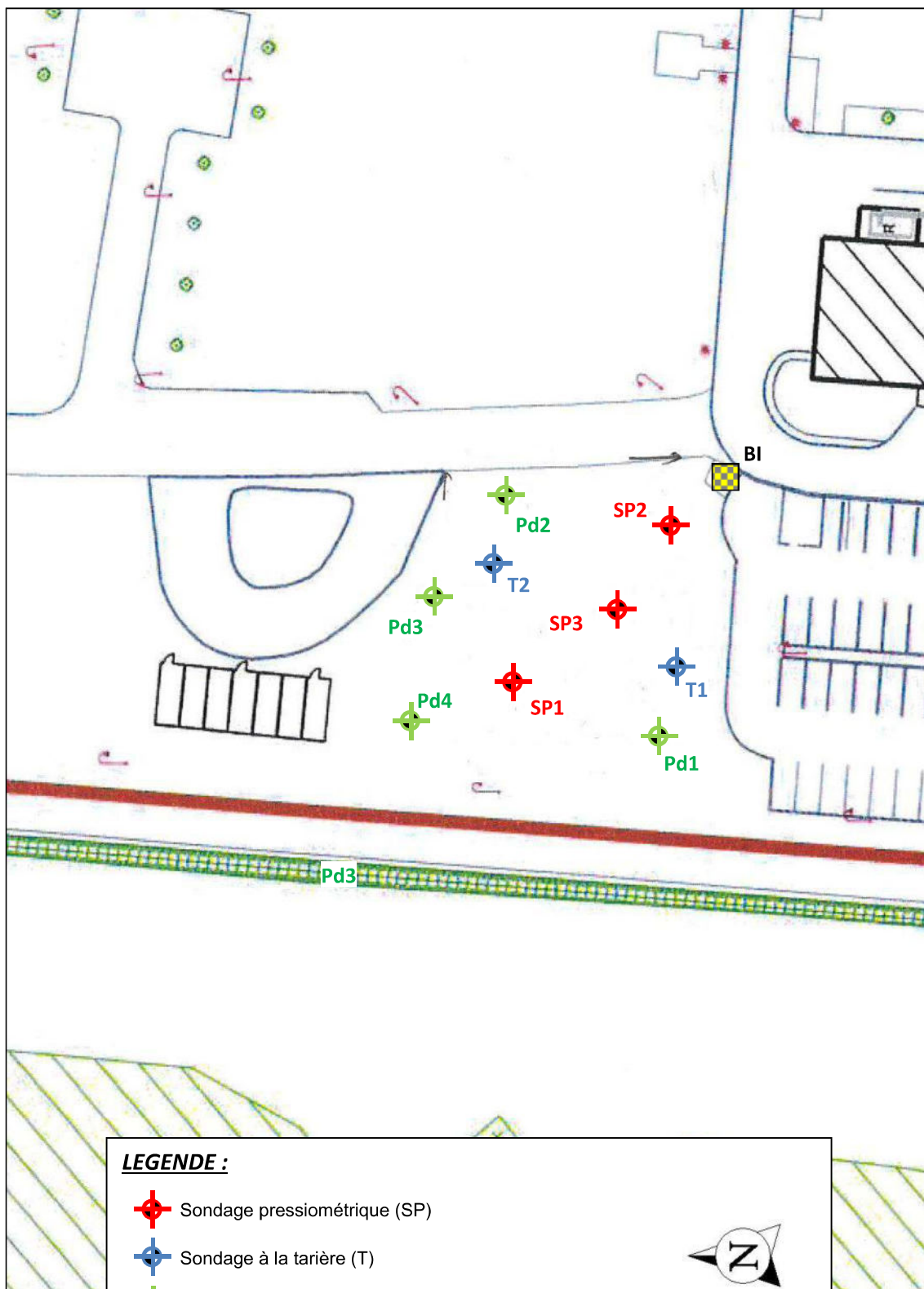
Ce rapport conclut la mission d'étude géotechnique G2 PRO qui nous a été confiée.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre pour tout renseignement concernant cette étude.





Conformément à la norme NF P94-500, l'entreprise devra procéder à une mission G3 intégrant le dimensionnement des fondations. Afin d'éliminer les aléas concernant la réalisation des ouvrages géotechniques, EN.OM.FRA peut assurer le suivi d'exécution des travaux de terrassement dans le cadre d'une mission G4.

ANNEXE 1

PLAN DE POSITION DES SONDAGES



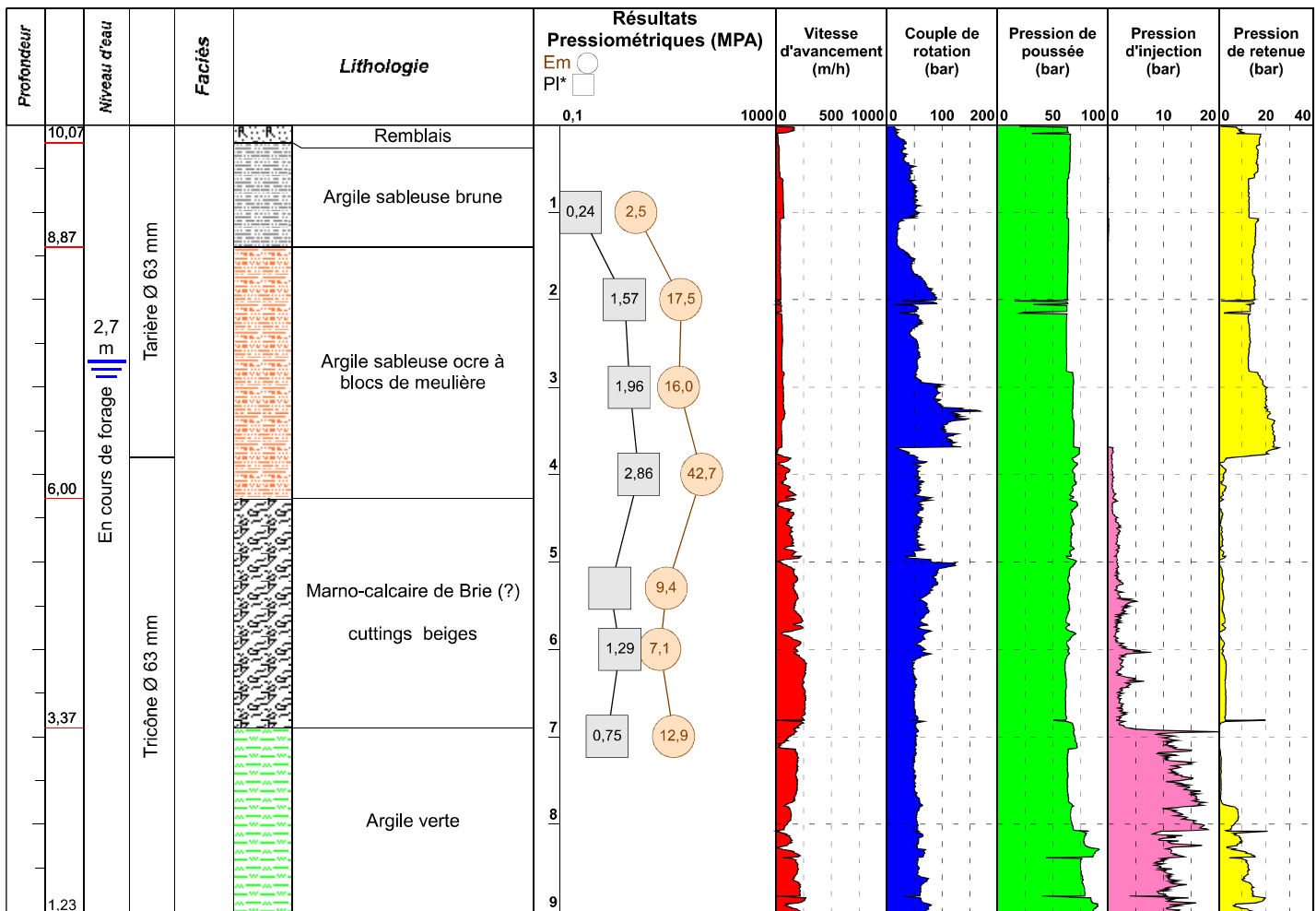
LEGENDE :

-  Sondage pressiométrique (SP)
-  Sondage à la tarière (T)
-  Essai au pénétromètre dynamique (Pd)
-  Bouche incendie (référence topographique : 10,00 m S.L.)

ANNEXE 2

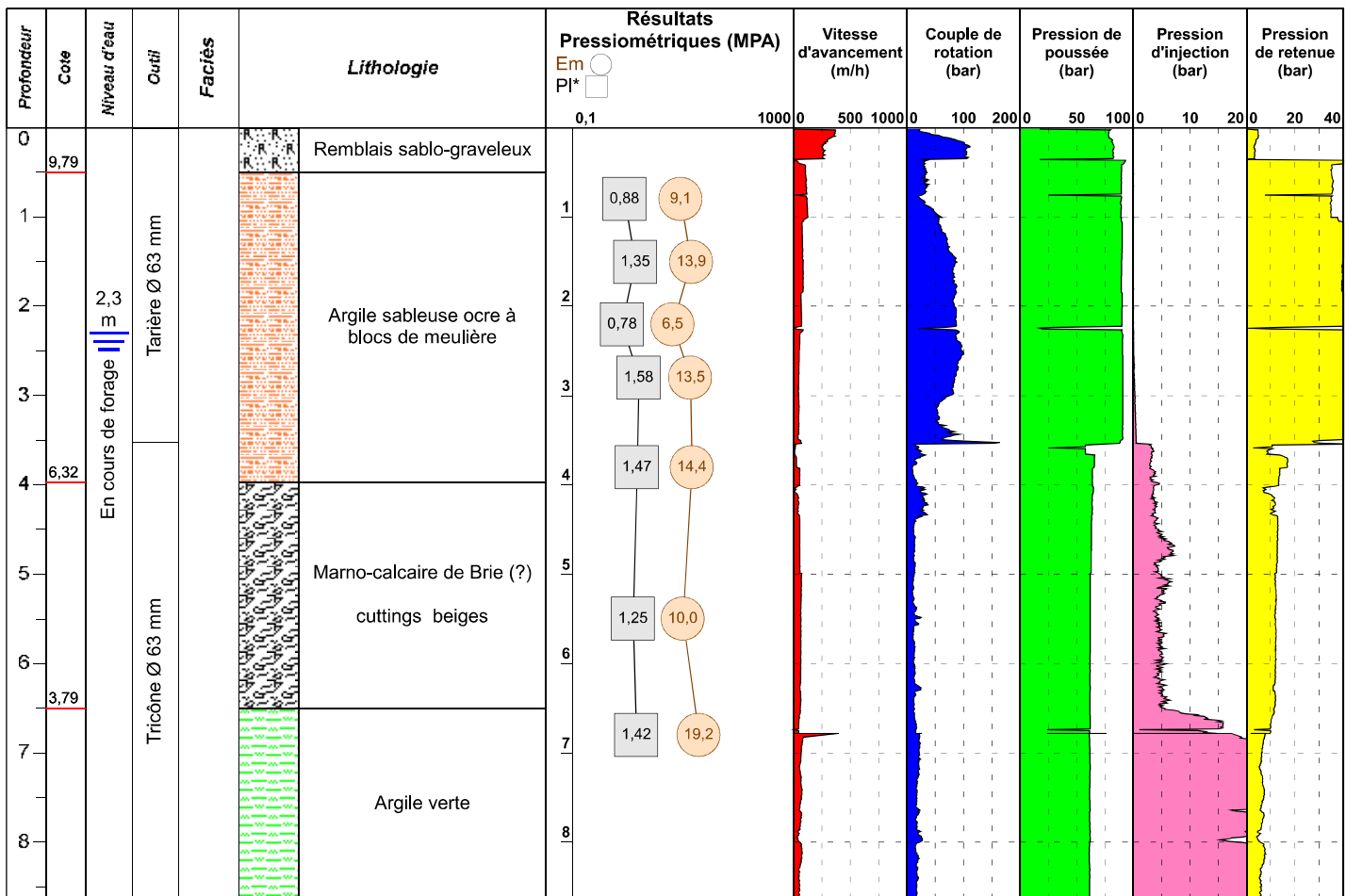
EN • OM • FRA s.a.s. 6-8 avenue Eiffel – 77220 GRETZ-ARMAINVILLIERS ☎ 33 (0)1 64 06 47 76 – 📠 33 (0)1 64 06 47 59 www.enomfra.fr – info@enomfra.fr	(Contrat 8202)	
	CTM SAINTE ASSISE - CESSON (77)	
	Date début : 18/01/2021 Cote : Machine : SOCO 35	Profondeur : 0,00 - 9,04 m

1/75 **Forage : SP1** EXGTE 3.22/LB2EPF580FR



EN • OM • FRA s.a.s. 6-8 avenue Eiffel – 77220 GRETZ-ARMAINVILLIERS ☎ 33 (0)1 64 06 47 76 – 📠 33 (0)1 64 06 47 59 www.enomfra.fr – info@enomfra.fr	(Contrat 8202)				
	CTM SAINTE ASSISE - CESSON (77)				
	Date début : 19/01/2021	Cote : 10,29	Profondeur : 0,00 - 8,64 m		
		Machine : SOCO 35			

1/75 **Forage : SP2** EXGTE 3.22/LB2EPF580FR



CTM SAINTE ASSISE - CESSON (77)

Date début : 20/01/2021

Cote :

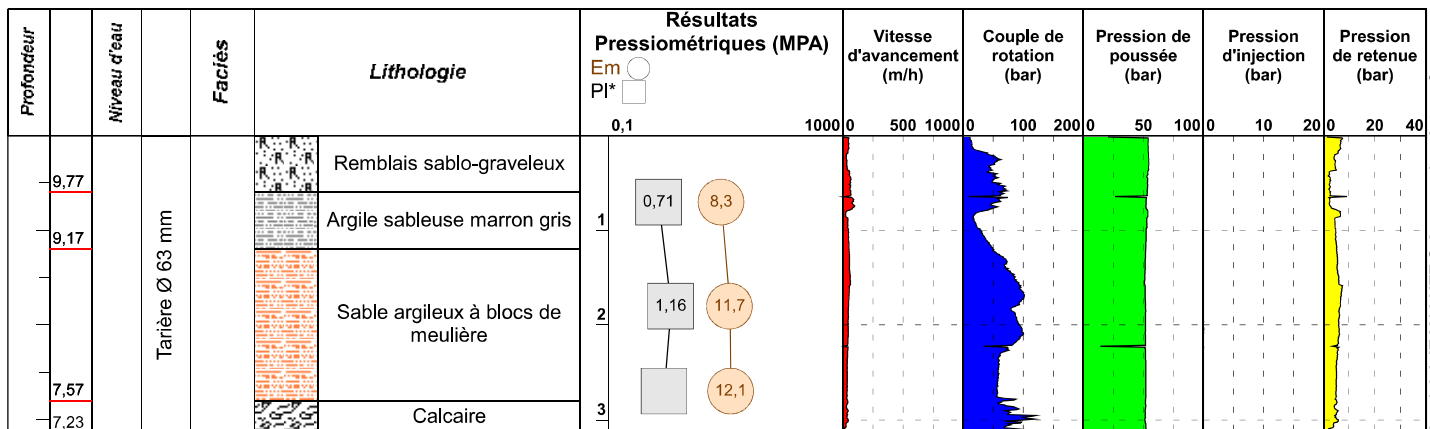
Profondeur : 0,00 - 3,14 m

Machine : SOCO 35

1/75

Forage : SP3

EXGTE 3.22/LB2EPF580FR

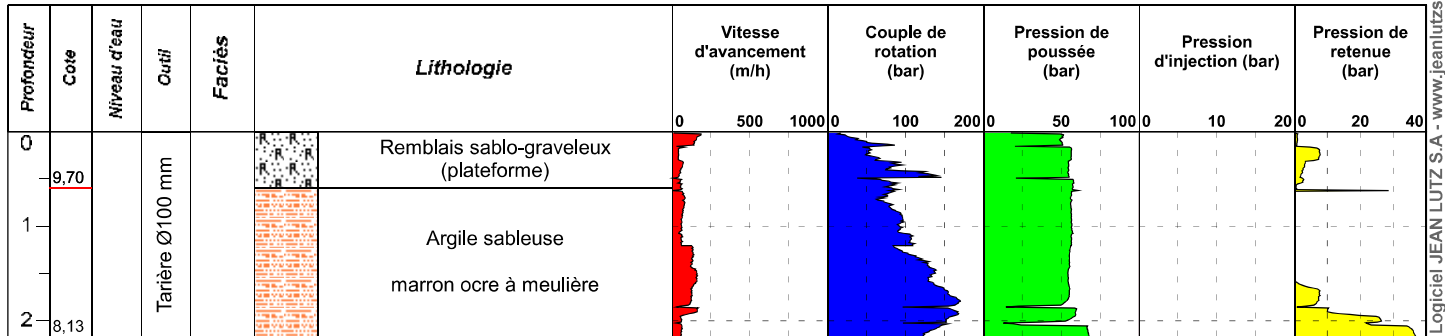


EN • OM • FRA s.a.s. 6-8 avenue Eiffel – 77220 GRETZ-ARMAINVILLIERS ☎ 33 (0)1 64 06 47 76 – 📠 33 (0)1 64 06 47 59 www.enomfra.fr – info@enomfra.fr	(Contrat 8202)				
	CTM SAINTE ASSISE - CESSON (77)				
	Date début : 20/01/2021	Cote : 10,30	Profondeur : 0,00 - 2,17 m		
		Machine : SOCO 35			

1/75

Forage : T1

EXGTE 3.22/LB2EPF580FR

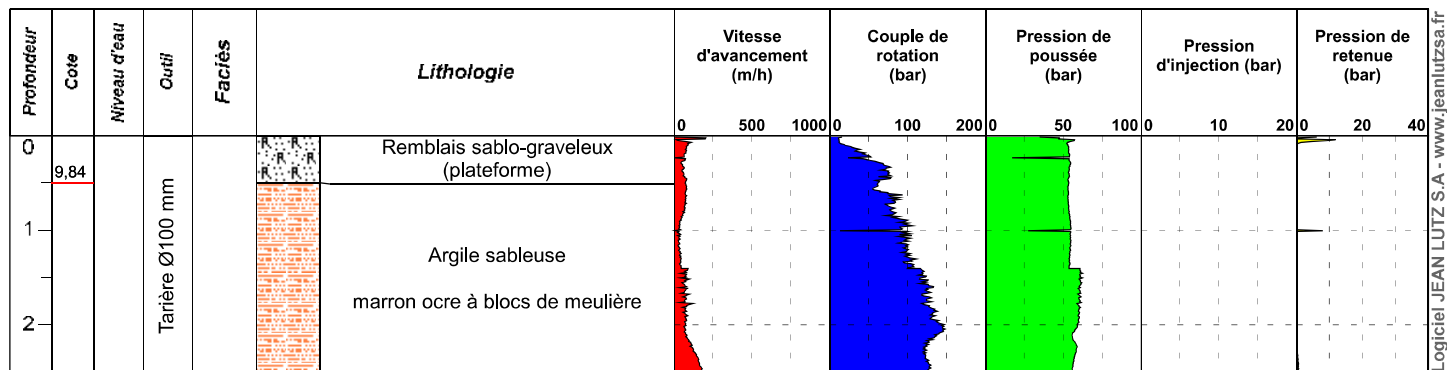


EN • OM • FRA s.a.s. 6-8 avenue Eiffel – 77220 GRETZ-ARMAINVILLIERS ☎ 33 (0)1 64 06 47 76 – 📠 33 (0)1 64 06 47 59 www.enomfra.fr – info@enomfra.fr	(Contrat 8202)			
	CTM SAINTE ASSISE - CESSON (77)			
Date début : 20/01/2021		Cote : 10,34	Profondeur : 0,00 - 2,53 m	
		Machine : SOCO 35		

1/75

Forage : T2

EXGTE 3.22/LB2EPF580FR



ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE TG30-20

(Effectué conformément à la norme NF P 94-114)

Essai : PD1

Date : 19/01/21

Cote : 10,24 NGF

**Caractéristiques du pénétromètre Dynamique TG30-20**

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Masse totale (enclume et guidage mouton) : 30 Kg | - Masse d'une tige : 2,500 Kg |
| - Hauteur de chute du mouton : 0,20 m | - Masse de la pointe : 0,325 Kg |
| - Aire de la section droite de la pointe : 10 cm ² | - Masse du porte pointe : 0,75 Kg |
| - Longueur des tiges : 1 m | |

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE TG30-20

(Effectué conformément à la norme NF P 94-114)

Essai : PD2

Date : 19/01/21

Cote : 10,3 NGF

**Caractéristiques du pénétromètre Dynamique TG30-20**

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Masse totale (enclume et guidage mouton) : 30 Kg | - Masse d'une tige : 2,500 Kg |
| - Hauteur de chute du mouton : 0,20 m | - Masse de la pointe : 0,325 Kg |
| - Aire de la section droite de la pointe : 10 cm ² | - Masse du porte pointe : 0,75 Kg |
| - Longueur des tiges : 1 m | |

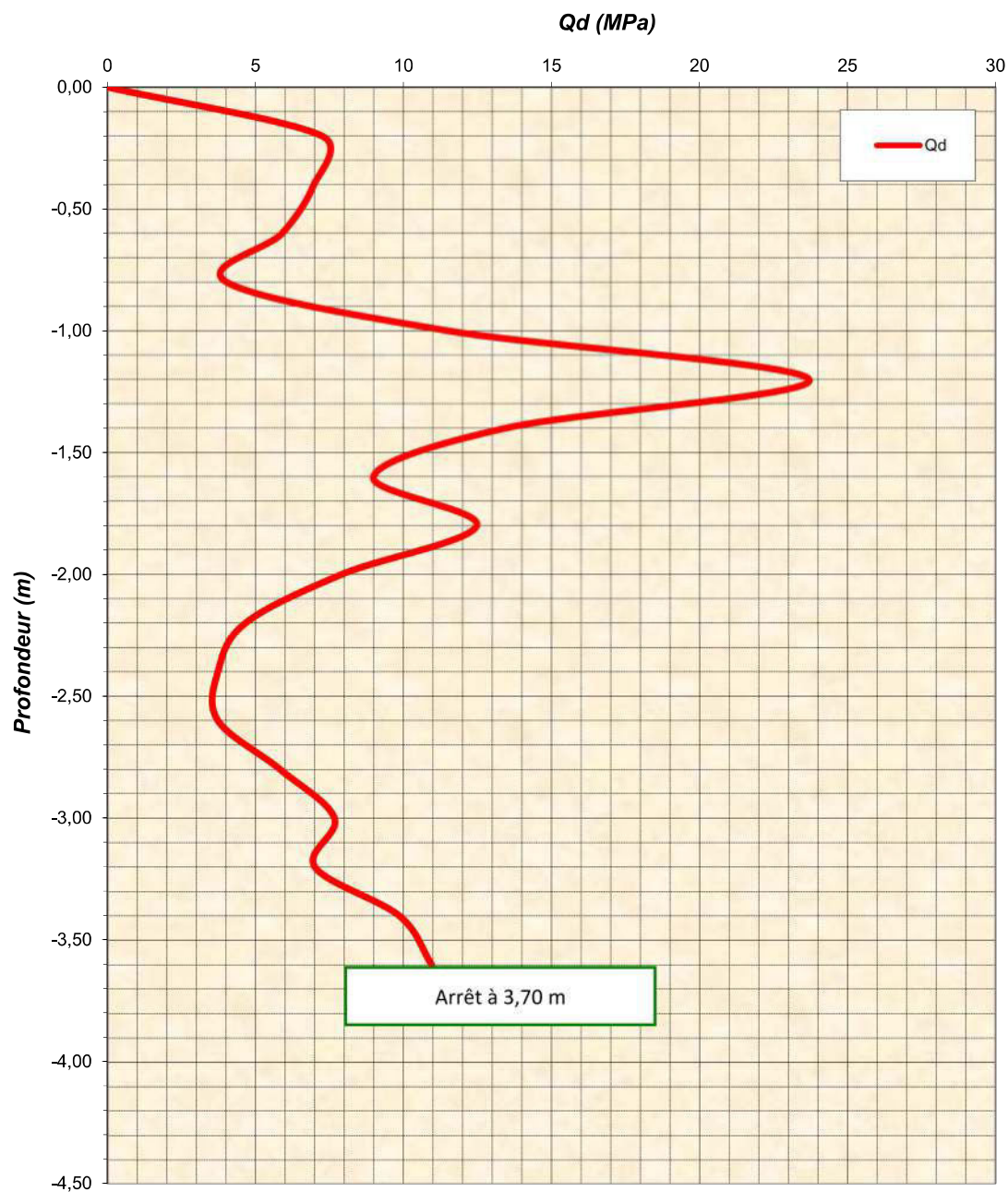
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE TG30-20

(Effectué conformément à la norme NF P 94-114)

Essai : PD3

Date : 19/01/21

Cote : 10,3 NGF

**Caractéristiques du pénétromètre Dynamique TG30-20**

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Masse totale (enclume et guidage mouton) : 30 Kg | - Masse d'une tige : 2,500 Kg |
| - Hauteur de chute du mouton : 0,20 m | - Masse de la pointe : 0,325 Kg |
| - Aire de la section droite de la pointe : 10 cm ² | - Masse du porte pointe : 0,75 Kg |
| - Longueur des tiges : 1 m | |

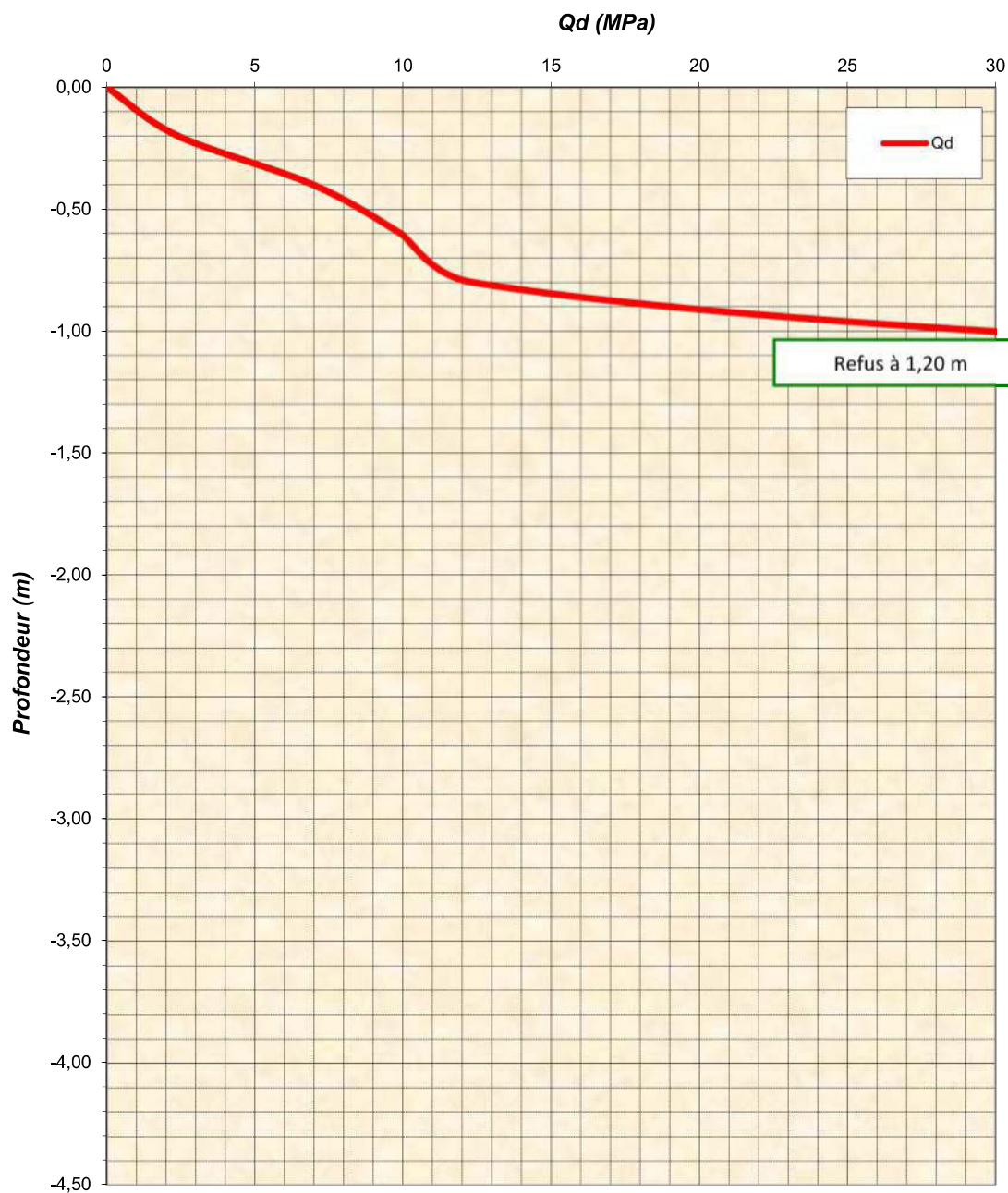
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE TG30-20

(Effectué conformément à la norme NF P 94-114)

Essai : PD4

Date : 19/01/21

Cote : 10,2 NGF

**Caractéristiques du pénétromètre Dynamique TG30-20**

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Masse totale (enclume et guidage mouton) : 30 Kg | - Masse d'une tige : 2,500 Kg |
| - Hauteur de chute du mouton : 0,20 m | - Masse de la pointe : 0,325 Kg |
| - Aire de la section droite de la pointe : 10 cm ² | - Masse du porte pointe : 0,75 Kg |
| - Longueur des tiges : 1 m | |

ANNEXE 3

PROCES-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE TENEUR EN SULFATE			
N° du dossier : 21.1750		Réception :	21/01/2021
Client : ENOMFRA		Prog. d'essai :	21/01/2021
Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson			
Nature : Sol			
Désignation		Résultat	Unité
N° Sondage : T1 Profondeur (m) : 0.60/1.20			
EXTRAIT à HCL		29/01/2021	
MATIERES SECHES		85.8	% mass MB
SOUFRE (S)		105	mg/kg
ou		0.011	%
SULFATES (SO ₄)		314	mg/kg
ou		0.031	%
N° Sondage : T2 Profondeur (m) : 0.30/1.20			
EXTRAIT à HCL		29/01/2021	
MATIERES SECHES		93.5	% mass MB
SOUFRE (S)		72	mg/kg
ou		0.007	%
SULFATES (SO ₄)		215	mg/kg
ou		0.022	%

Paramètre	Norme
Sulfates, HCl extr. B	DIN 4030-2 mod. (2008-06)(A)
Nitrate sur solide	DIN 4030-2 mod. (2008-06)(A)
Matières sèches	DIN ISO 11465 (1996-12)(A)
Degré d'acidité Baumann-Gully	DIN 4030-2 (2008-06)(A)

PROCES VERBAL D'ESSAI

ANALYSES D'AGRESSIVITE VIS-À-VIS DU BETON					
N° du dossier : 21.1750			N° Sondage : SP1		
Client : ENOMFRA			Profondeur (m) : 0.00/3.00		
Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson			Prélevé (m) : 0.00/3.00		
Nature : SOL			Extrait à l'HCL : 03/02/2021		
Désignations	Norme de référence selon le FD P 18.011	Résultats	Unité	NF EN 206.1	
				Seuils	Classe d'agressivité
Matière sèche	ISO 11465	86.6	%		
Souffre (S)	DIN 4030.2	34	mg/Kg		
Sulfate SO_4^{2-}		100	mg/Kg	XA1 : ≥ 2000 et ≤ 3000 XA2 : > 3000 et ≤ 12000 XA3 : > 12000 et ≤ 24000	Aucune
Degré d'acidité Baumann Gully	DIN 4030.2	< 2	ml/Kg	< 200	Aucune

XA1 : Environnement à faible agressivité chimique

XA2 : Environnement d'agressivité chimique modérée

XA3 : Environnement à forte d'agressivité chimique

Classe d'Agressivité : Aucune

Paramètre	Norme
Sulfates, HCl extr. B (agress. sur béton et acier)	DIN 4030-2 mod. (2008-06)(A)
Matières sèches	DIN ISO 11465 (1996-12)(A)
Degré d'acidité Baumann-Gully	DIN 4030-2 (2008-06)(A)
Extraction à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons)	DIN 4030-2 (2008-06)(A)

PROCES VERBAL D'ESSAI

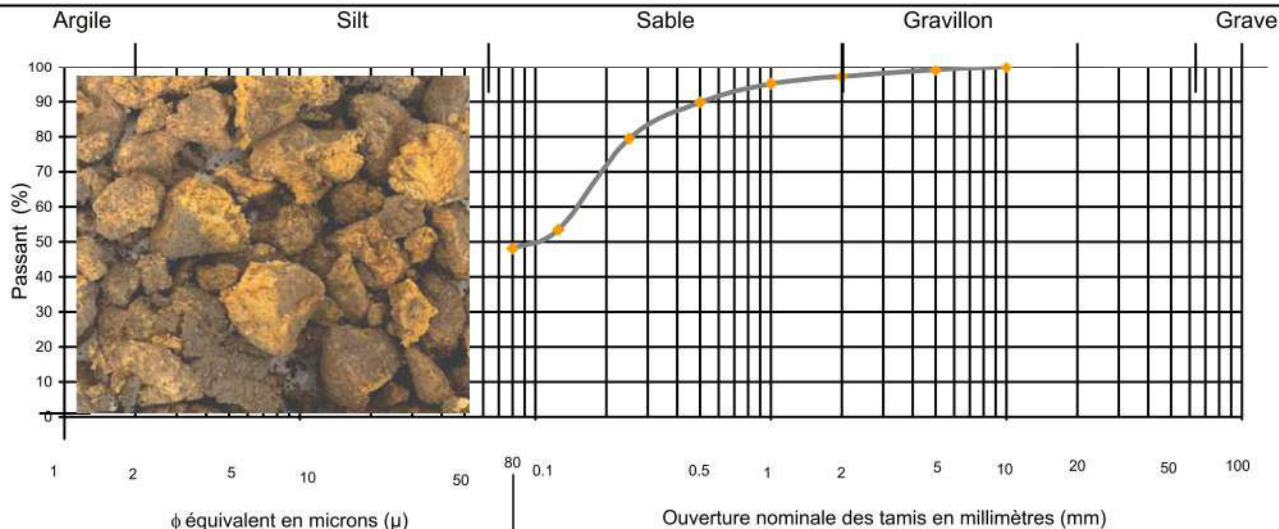
Teneur en eau NFP 94.050 et Matières Organiques XP 94.047		
N° du dossier : 21.1750		N° Sondage : Tarière
Client : ENOMFRA		Profondeur (m) :
Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson		Apporté au labo : 10/09/2019
Sondage	T2	
Profondeur (m)	0.30/1.20	
Teneur en eau à 50°C - 7 jours	6.3	
Pth = Masse du sol humide+tare (g)	689.21	
Pts = Masse du sol sec+tare (g)	656.36	
T = Masse de la tare (g)	130.89	
Ph = Masse du sol humide (g)	558.32	
Pw = Masse d'eau (g)	32.85	
Ps = Masse du sol sec (g)	525.47	
Teneur en Matières Organiques	1.4	
Masse totale sèche (g) 50°C	84.36	
Tare (g)	30.02	
Prise d'essai sec 50°C	54.34	
Matière minérale sèche après calcination 450°C	53.56	
Perte Feu après calcination à 450°C	0.78	
Nature	Sable grossier à silex calcaire brun ôcre	

PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 21.1750
 Client : ENOMFRA
 Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson
 Nature : Limon sablo argilo à cailloutis jaune ôcre brune

N° Sondage : T1
 Profondeur (m) : 0.60/1.20
 Programme labo : 21/01/2021

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057

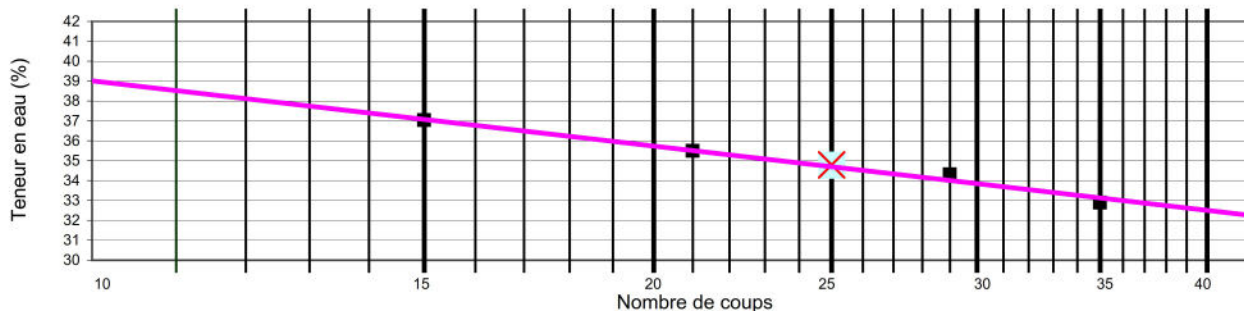


φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125
Passant (%)								100.0	99.2	97.2	95.2	89.9	79.4	53.5

φ équivalent (μ)	80.0													
Passant (%)	48.1													

LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

	LIQUIDITE				PLASTICITE		W naturelle = 14.4 %	
Nombre de coups	15	21	29	35				
N° de la tare	A	B	C	D	1	2	Limite liquidité WI = 35 %	
Poids total humide	32.45	33.15	46.61	42.62	34.45	35.62	Limite plasticité Wp = 18 %	
Poids total sec	23.88	24.66	34.89	32.25	31.25	32.02	Indice plasticité Ip = 17	
Poids de la tare	0.73	0.73	0.73	0.73	13.27	12.36	Indice consistance Ic = 1.22	
Poids net de l'eau	8.57	8.49	11.72	10.37	3.20	3.60		
Poids net matériau sec	23.15	23.93	34.16	31.52	17.98	19.66		
Teneur en eau (%)	37.0	35.5	34.3	32.9	17.8	18.3		



Classification GTR NFP 11.300

A2 s

PROCES-VERBAL D'ESSAI

LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

N° du dossier : 21.1750

N° Sondage : T1

Client : ENOMFRA

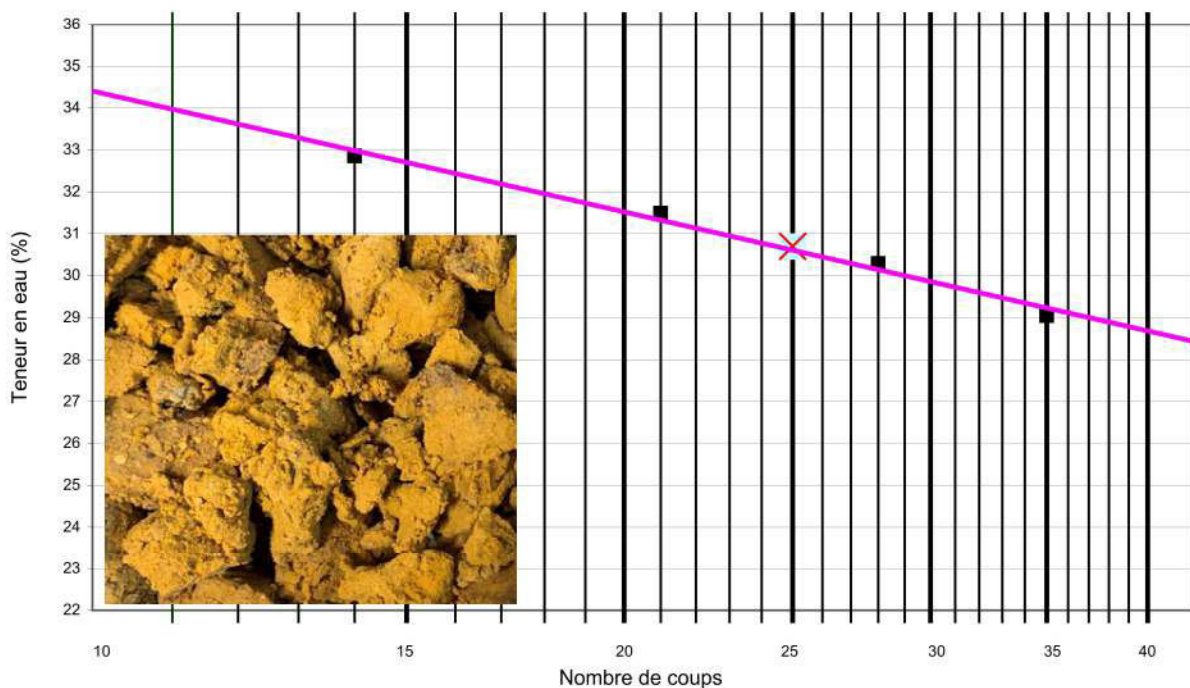
Profondeur (m) : 1.20/2.00

Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson

Programme labo : 21/01/2021

Nature : Argile finement sableuse à cailloutis silex jaune orangée

	LIQUIDITE					PLASTICITE	
Nombre de coups	14	21	28	35			
N° de la tare	A	B	C	D		1	2
Poids total humide	37.77	46.57	47.65	42.26		44.12	38.65
Poids total sec	28.61	35.59	36.74	32.91		38.89	34.46
Poids de la tare	0.72	0.72	0.72	0.72		11.71	12.21
Poids net de l'eau	9.16	10.98	10.91	9.35		5.23	4.19
Poids net matériau sec	27.89	34.87	36.02	32.19		27.18	22.25
Teneur en eau (%)	32.9	31.5	30.3	29.0		19.2	18.8



Limite de Liquidité	WL =	31	%	W naturelle =	15.4	%
Limite de Plasticité	Wp =	19	%	Pth (g) =	869.20	
Indice de Plasticité	Ip =	12		Pts (g) =	794.71	
Indice de consistance	Ic =	1.31		Tare (g) =	312.11	

PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 21.1750

N° Sondage : **T2**

Client : ENOMFRA

Profondeur (m) : **0.30/1.20**

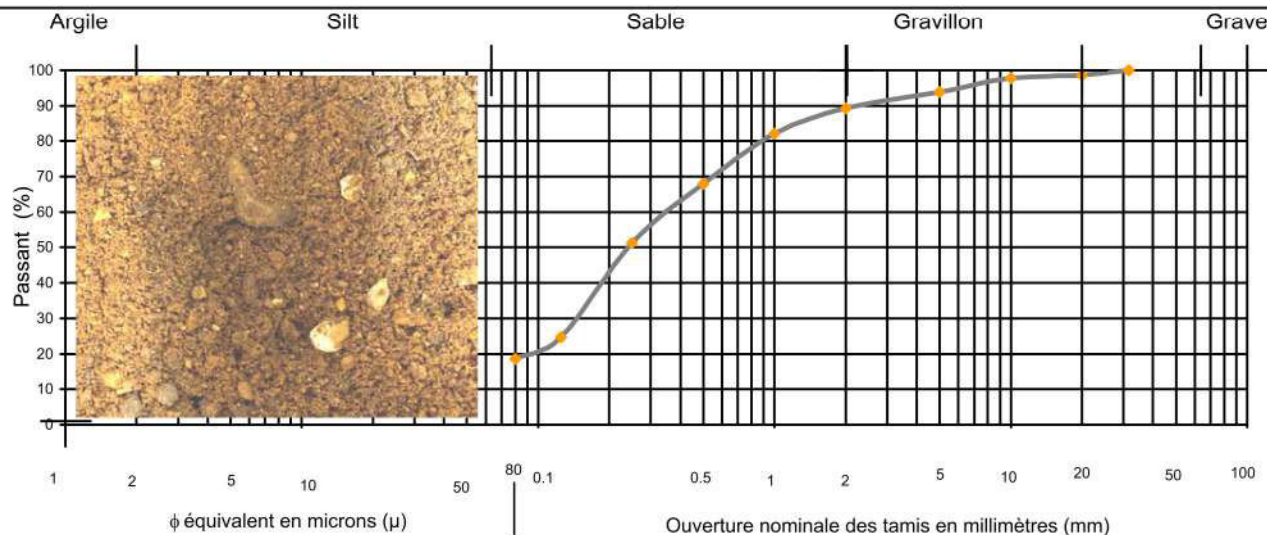
Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson

Prélevé (m) : 0.30/1.20

Nature : Sable grossier à silex calcaire brun-ocre

Prog d'essai : 21/01/2021

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 - NFP 94-057



φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.250	0.125
Passant (%)						100.0	98.7	97.8	93.8	89.3	82.1	67.9	51.3	24.8

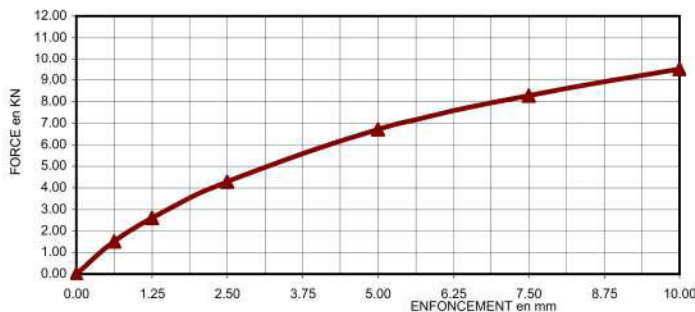
φ équivalent (μ)	80.0													
Passant (%)	18.6													

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 mm	Masse éch (g)	Masse sans bleu M1(g)	Masse avec bleu M2(g)	Valeur bleu Vb(g/100g)	Valeur bleu sol Vbs (g/100g)
7.2	81.65	801.75	911.68	1.44	1.35

INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94.078

W naturelle (%)		6.8
Masse volumique sèche compactée (t/m³)		1.92
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2.5 mm = $F \text{ en KN} \times 100$	32
	13.35	
	à 5 mm = $F \text{ en KN} \times 100$	34
	19.93	
Indice portant immédiat à w naturelle		34

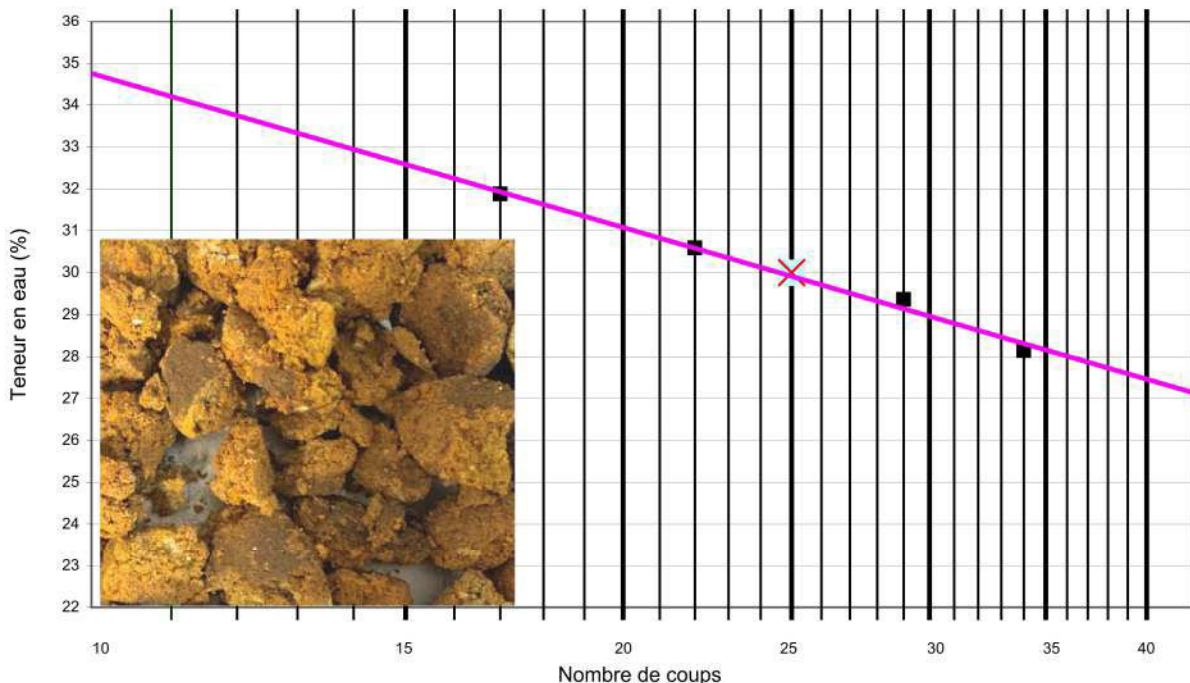


Classification GTR NFP 11.300

B5 s

PROCES-VERBAL D'ESSAI

LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051							
N° du dossier : 21.1750				N° Sondage : T2			
Client : ENOMFRA				Profondeur (m) : 1.80/2.50			
Nom du chantier : 8206 CTM Sainte Assise - Cesson				Programme labo : 21/01/2021			
Nature : Argile finement sableuse à cailloutis silex jaune orangée							
	LIQUIDITE					PLASTICITE	
Nombre de coups	17	22	29	34			
N° de la tare	A	B	C	D		1	2
Poids total humide	31.83	46.57	31.24	42.26		30.05	32.16
Poids total sec	24.31	35.83	24.31	33.14		27.71	29.31
Poids de la tare	0.72	0.72	0.72	0.72		13.24	11.88
Poids net de l'eau	7.52	10.74	6.93	9.12		2.34	2.85
Poids net matériau sec	23.59	35.11	23.59	32.42		14.47	17.43
Teneur en eau (%)	31.9	30.6	29.4	28.1		16.2	16.4



The graph plots 'Teneur en eau (%)' on the y-axis (ranging from 22 to 36) against 'Nombre de coups' on the x-axis (ranging from 10 to 40). A series of data points are plotted, and a pink line of best fit is drawn through them. A red 'X' marks the point corresponding to 25 blows, which is used to determine the Liquid Limit (WL). An inset photograph shows the soil sample, which is a yellowish-brown, fine-grained material with some visible texture.

Limite de Liquidité	WL =	30	%	W naturelle =	10.3	%
Limite de Plasticité	Wp =	16	%	Pth (g) =	744.21	
Indice de Plasticité	Ip =	14		Pts (g) =	707.28	
Indice de consistance	Ic =	1.43		Tare (g) =	349.18	

ANNEXE 4

Données

Titre du projet : Hangar - CTM Sainte Assise - Cesson

Numéro d'affaire : 35304tg

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par mesures

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 0,70

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : -1,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 25,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Formations superficielles		-1,30	300,00	3000,00	0,66
2	Argile à meulière et MC de Brie		-6,50	900,00	10000,00	0,66
3	Argiles vertes		-10,00	750,00	10000,00	0,66

Poids propre de la semelle (P0) : 6,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : -1,80

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	59,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	82,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:45:51
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	65,10	0,00	7,84	1,00	76,32	-	Ok	Ok	-	0,46
2	ELU-Fondamentales	88,10	0,00	7,84	1,00	125,38	33,95	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:45:51
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,03	416,69	429,88	0,49	2,76	76,32
2	ELU-Fondamentales	1,00	1,03	416,69	429,88	0,49	1,68	125,38



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:45:51
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λ_c : Coefficient de forme sphérique

λ_d : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,66	3900,90	4856,10	36,00	132,86	0,14	0,32	0,46



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:45:51
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,037E04	8,251E03	8,251E03	1,008E03	1,008E03
Raideurs statiques CT	2,075E04	1,650E04	1,650E04	2,015E03	2,015E03
Raideurs sismiques Min	3,112E04	2,475E04	2,475E04	3,023E03	3,023E03
Raideurs sismiques Max	6,224E04	4,950E04	4,950E04	6,046E03	6,046E03



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:45:51
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.7 m de coté assis à 1.8 m/TN

Données

Titre du projet : Hangar - CTM Sainte Assise - Cesson

Numéro d'affaire : 35304tg

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN (Cas 2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par mesures

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 0,80

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : -1,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 25,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Formations superficielles		-1,30	300,00	3000,00	0,66
2	Argile à meulière et MC de Brie		-6,50	900,00	10000,00	0,66
3	Argiles vertes		-10,00	750,00	10000,00	0,66

Poids propre de la semelle (P0) : 8,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : -1,80

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	109,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
3	83,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
4	116,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:54:07
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 2/2)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	86,00	0,00	10,24	1,00	99,76	-	Ok	Ok	-	0,50
2	ELU-Fondamentales	117,00	0,00	10,24	1,00	163,90	45,09	Ok	Ok	Ok	-
3	ELS-Quasi-permanentes	91,00	0,00	10,24	1,00	99,76	-	Ok	Ok	-	0,54
4	ELU-Fondamentales	124,00	0,00	10,24	1,00	163,90	47,79	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:54:07
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 2/2)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,01	424,93	430,23	0,64	2,76	99,76
2	ELU-Fondamentales	1,00	1,01	424,93	430,23	0,64	1,68	163,90
3	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,01	424,93	430,23	0,64	2,76	99,76
4	ELU-Fondamentales	1,00	1,01	424,93	430,23	0,64	1,68	163,90



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:54:07
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 2/2)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,66	3933,10	4987,20	36,00	134,37	0,16	0,34	0,50
3	1,10	1,12	0,66	3933,10	4987,20	36,00	142,19	0,17	0,37	0,54



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:54:07
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 2/2)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,249E04	9,933E03	9,933E03	1,585E03	1,585E03
Raideurs statiques CT	2,498E04	1,987E04	1,987E04	3,169E03	3,169E03
Raideurs sismiques Min	3,747E04	2,980E04	2,980E04	4,754E03	4,754E03
Raideurs sismiques Max	7,494E04	5,960E04	5,960E04	9,507E03	9,507E03



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 13:54:07
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 2/2)
Titre du calcul : Massif isolée de 0.8 m de coté assis à 1.8 m/TN

Données

Titre du projet : Hangar - CTM Sainte Assise - Cesson

Numéro d'affaire : 35304tg

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN (Cas 3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par mesures

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,30

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : -1,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 25,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Formations superficielles		-1,30	300,00	3000,00	0,66
2	Argile à meulière et MC de Brie		-6,50	900,00	10000,00	0,66
3	Argiles vertes		-10,00	750,00	10000,00	0,66

Poids propre de la semelle (P0) : 21,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : -1,80

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	236,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	240,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	254,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
4	359,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 14:03:03
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	257,10	0,00	27,04	1,00	269,17	-	Ok	Ok	-	0,80
2	ELS-Quasi-permanentes	261,10	0,00	27,04	1,00	269,17	-	Ok	Ok	-	0,81
3	ELS-Quasi-permanentes	275,10	0,00	27,04	1,00	269,17	-	Ok	Ok	-	0,87
4	ELU-Fondamentales	380,10	0,00	27,04	1,00	442,21	146,48	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 14:03:03
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,94	465,55	439,59	1,69	2,76	269,17
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,94	465,55	439,59	1,69	2,76	269,17
3	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,94	465,55	439,59	1,69	2,76	269,17
4	ELU-Fondamentales	1,00	0,94	465,55	439,59	1,69	1,68	442,21



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 14:03:03
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,66	4091,90	5558,70	36,00	152,13	0,30	0,50	0,80
2	1,10	1,12	0,66	4091,90	5558,70	36,00	154,50	0,30	0,51	0,81
3	1,10	1,12	0,66	4091,90	5558,70	36,00	162,78	0,32	0,55	0,87



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 14:03:03
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,460E04	1,957E04	1,957E04	8,243E03	8,243E03
Raideurs statiques CT	4,921E04	3,914E04	3,914E04	1,649E04	1,649E04
Raideurs sismiques Min	7,381E04	5,871E04	5,871E04	2,473E04	2,473E04
Raideurs sismiques Max	1,476E05	1,174E05	1,174E05	4,946E04	4,946E04



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 20/05/2025 - 14:03:03
Calcul réalisé par : EN OM FRA

Projet : CTM Sainte Assise
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Massif isolée de 1.3 m de coté assis à 1.8 m/TN

ANNEXE 5

Enchaînement et classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 dans les tableaux 1 et 2. 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.

Tableau 1 - Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) 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
	Etude préliminaire, esquisse, APS	Étude 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	Fonction 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	Étude géotechnique 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)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et 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'exécution (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

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE
CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS
GEOTECHNIQUES (Mise à jour du 10/03/2017)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préliminaire de site (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.