

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G2 AVP

PROJET DE RÉAMÉNAGEMENT ET DE CONVERSION ÉLECTRIQUE DU CENTRE OPÉRATIONNEL BUS (COB)

4 – 10 rue Gustave Eiffel
91420 MORANGIS

CLIENT : RATP REAL ESTATE

Référence de la Proposition : N°131627 SC MAS 01a

Rédacteur : DUTAILLY Thomas



Agence	N° Dossier	N° pièce	Mission	Rédigé par	Validé par	Date	Commentaires / version
SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	SR	05/09/2025	Version initiale

TABLE DES MATIÈRES

1. SYNTHÈSE	3
2. MISSIONS – PROJET	4
2.1. GÉNÉRALITÉS.....	4
2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE	5
2.3. PROJET.....	5
2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE	7
3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES.....	7
3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS	7
3.2. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES	8
3.3. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES	8
4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE.....	9
4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ	9
4.2. BILAN SENSIBILITÉ	11
4.3. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES PRESSIOMÉTRIQUES	11
4.4. EAU PHRÉATIQUE.....	13
4.5. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS.....	13
4.6. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE	14
5. MITOYENS.....	16
5.1. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS LINÉAIRES MITOYENS.....	16
6. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS	16
6.1. DESCENTE DE CHARGES	16
6.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR PUITS GROS BÉTON	16
6.3. PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION	18
7. PROTECTION CONTRE LES EAUX.....	18
8. SOUTÈNEMENTS.....	18
9. NIVEAUX BAS	18
10. ANNEXES.....	19
10.1. INTERPRÉTATION DES REMONTÉES DE CUTTINGS	20
10.2. RELEVÉS DES TARIÈRE	21
10.3. CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS.....	22
10.4. MISSIONS GÉOTECHNIQUES.....	24
11. ANNEXES NON NUMÉROTÉES.....	25

1. SYNTHÈSE

Il s'agit d'une synthèse non technique résumant les informations à notre disposition actuellement (qui pourront évoluer avec les éventuelles reconnaissances complémentaires). Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peut nous être opposable.

Client	RATP REAL ESTATE 12 avenue du Val de Fontenay 94120 FONTENAY SOUS BOIS
Mission	G2 AVP
Projet	Projet de réaménagement et de conversion électrique du Centre Opérationnel Bus (COB)
Contexte Géologique	Contexte géomorphologique de plateau. Stratigraphie - Formation de Brie - Argile Verte - Marne de Pantin - Marne d'Argenteuil
Aléas recherchés	Coupe lithologique du terrain Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques Niveau de la nappe phréatique
Fondations	Puits gros béton ancré dans la Formation de Brie.
Soutènements	Sans Objet
Protection contre les eaux	Sans Objet
Niveau bas	Plancher porté
Aléas résiduels	Traficabilité des plateformes Variations latérales de faciès géologiques

2. MISSIONS – PROJET

2.1. GÉNÉRALITÉS

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P 94-500 – novembre 2013) comme une mission de type **G2 « phase avant-projet »** (le détail des missions est repris en annexe).

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE NFP 94-500 version 2013				INGÉNIERIE GÉNÉRALISTE	MISSION CONFIEE
Étape 1	Étude géotechnique préalable	G1	Phase étude de site (ES)	ESQUISSE	
			Phase Principes généraux de constructions (PGC)	APS	
Étape 2	Étude géotechnique de conception	G2	Phase avant-projet (AVP)	APD	X
				AVP	
			Phase projet* (PRO)	PROJET	
			Phase DCE/ACT	DCE	
				ACT	
Étape 3	Suivi géotechnique d'exécution	G3	Étude géotechnique d'exécution	EXE	
			Suivi géotechnique d'exécution	DET/AOR	
	Supervision géotechnique d'exécution	G4	Supervision de l'étude d'exécution	VISA	
			Supervision du suivi d'exécution	DET/AOR	
-	Diagnostic géotechnique	G5	Étude d'un élément particulier	-	

* Les missions G2 PRO ne comprennent pas ICI l'approche des coûts des ouvrages, des délais de réalisation ni l'établissement de plans de fondations ou de soutènement, ces prestations n'entrant pas dans le champ de compétence d'un BET Géotechnique stricto sensu. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

Le respect de la norme est-il obligatoire ?

Le respect d'une norme NF n'est pas obligatoire. En revanche signer un contrat avec un prestataire qui la respecte revient tacitement à la respecter sauf à dégager le prestataire de ces engagements et responsabilités contractuelles.

Toutes les missions sont-elles obligatoires ?

La norme indique que toutes les missions doivent être réalisées, ce qui dans les faits est d'ailleurs toujours le cas, mais pas toujours par le géotechnicien. Ainsi, si ce n'est pas le géotechnicien qui rédige les pièces écrites, approuve les plans de l'entreprise et suit les travaux par exemple, ce sont ceux qui se sont substitués à lui qui ont de fait réalisé les missions correspondantes. Il appartient donc de vérifier dans ce cas que ces intervenants ont la compétence et les assurances pour réaliser ces missions.

Nous sommes à la disposition du lecteur pour apporter toutes les précisions nécessaires pour la bonne compréhension de ces missions. Un extrait des missions est fourni en annexe.

CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Il s'agit d'investigations géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.

Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large. Nous restons à disposition du Maître d'Ouvrage pour lui proposer les services de Vertical Sea sur ces points précis.

Ce rapport ne traite pas de l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'étude spécialisé.

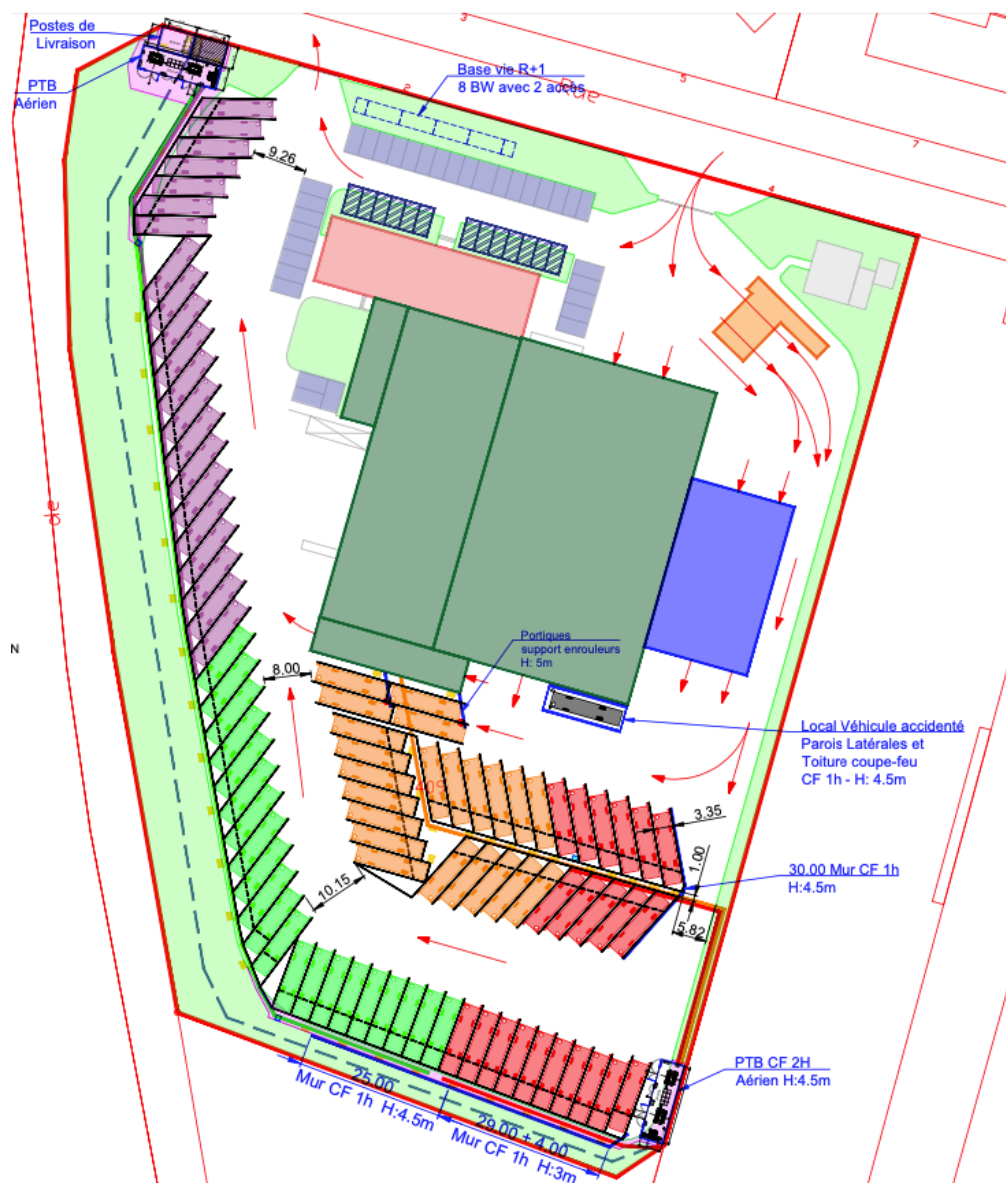
SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE

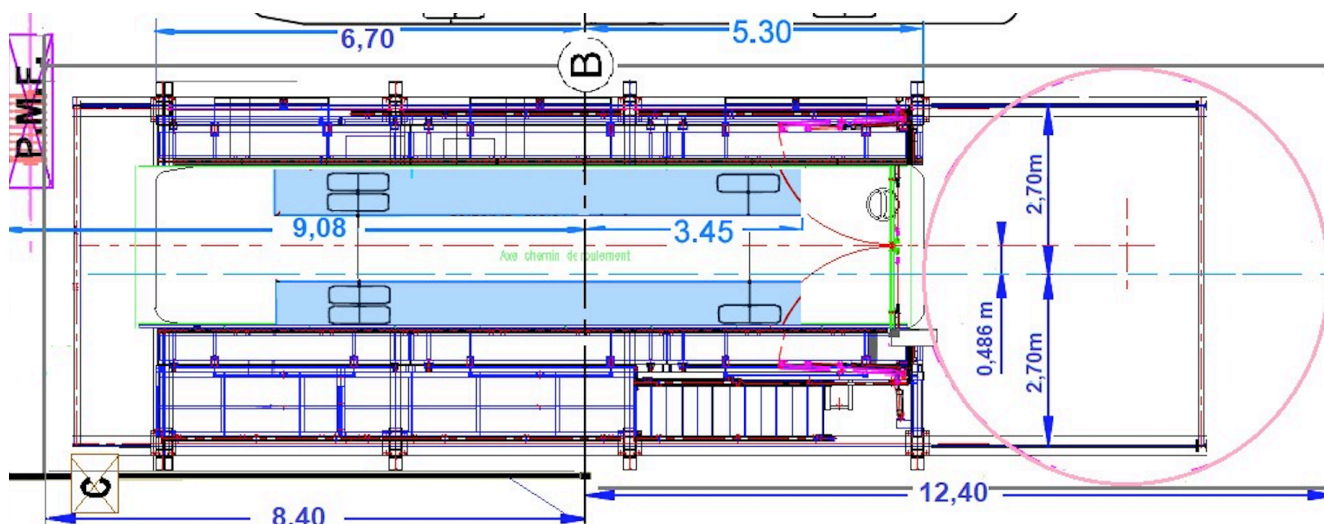
Nature du document	Référence	Date
Plans Fonctionnels	ESQ – RDC – TCE – 0 10	23/05/2025
Plan de repérage	ESQ – TCE – 0 10	23/05/2025

2.3. PROJET

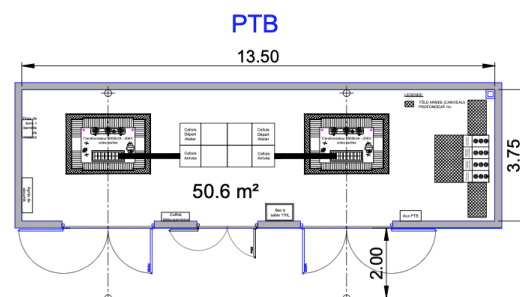
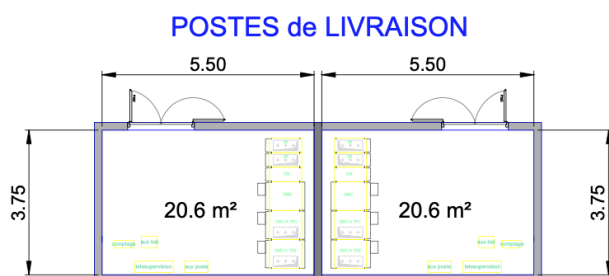
Le projet prévoit la construction d'une passerelle avec un pont roulant à l'intérieur du bâtiment, ainsi que la construction de portiques le long du parking, de poste de livraison, des postes de distributions :



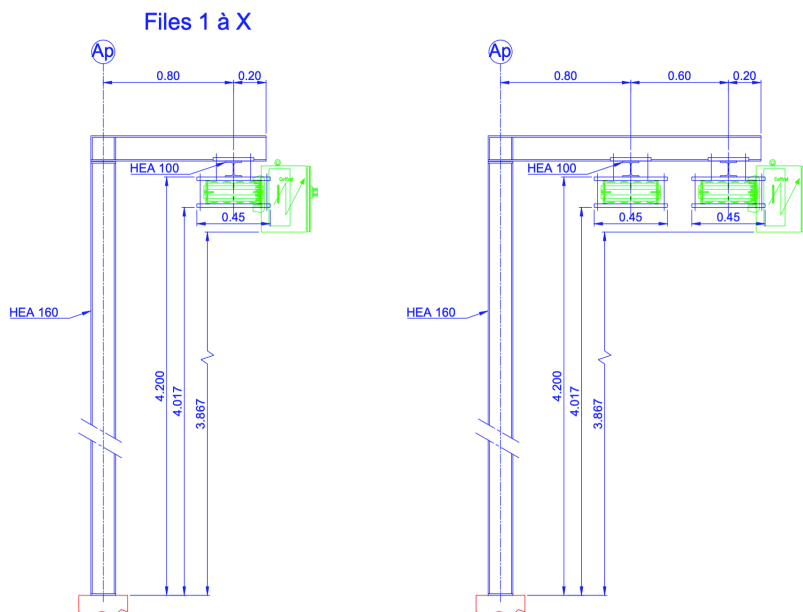
Plan du projet de réalisation de l'infrastructure électrique ESQ du 25 mai 2025



Plan schématique de la passerelle



Plan de détails des postes de livraison et de distributions ESQ du 23 mai 2025



Plan de coupe des portiques ESQ du 23 mai 2025

2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE

Le projet pourrait être classé selon l'Eurocode 7 et l'Eurocode 0 dans les catégories suivantes :

Catégorie géotechnique	2	Ouvrages et fondations classiques Absence de conditions de terrain ou de chargements difficiles
Classe de conséquence	CC2	Conséquence moyenne sur les personnes Conséquences économiques, sociales ou d'environnement considérables
Catégorie de durée d'utilisation	4	50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment

La complexité d'un projet est à fixer par le Maître d'ouvrage ou son représentant avant le début des études. Elle est à préciser le cas échéant au fur et à mesure de leur avancement.

3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS

TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS	RÉFÉRENCE/NOMBRE	PROFONDEUR
Sondages pressiométriques Ø 66 mm	SP1	8,5 m
	SP2	8,5 m
	SP3	8,1 m
	SP4	8,15 m
	SP5	9,0 m
	SP6	11,0 m
Essais pressiométriques	44	Répartis dans les sondages
Sondage à la tarière Ø 63 mm	ST1	6,0 m
Tests d'agressivité du sol sur les bétons	E1	Voir §4.5
	E2	
DATE DE RÉALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : du 18 au 29 Août 2025		

Remarque relative aux sondages destructifs : Le relevé des coupes des sondages pressiométriques (de type destructif) a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de perforation et remonté en surface par la circulation de la boue de forage). Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage. Le relevé des remontées de cuttings et les diagraphies instantanées correspondantes sont fournis en annexe.

Remarque relative aux relevés piézométriques : Lorsque des piézomètres sont disponibles sur chantier (par exemple, dans le cadre d'un suivi piézométrique), nous prenons en compte ces mesures si elles nous sont communiquées. Dans le cas contraire, des mesures ponctuelles de niveau d'eau sont effectuées directement dans les trous de forage, avant leur obturation en fin de chantier. Sauf demande spécifique de la part du Maître de l'Ouvrage, qui doit alors faire la déclaration correspondante auprès de la Police de l'Eau, nous ne posons pas de piézomètre au sens strict du terme.

Conformément à la normalisation en vigueur, les sondages ont tous été rebouchés en fin de campagne.

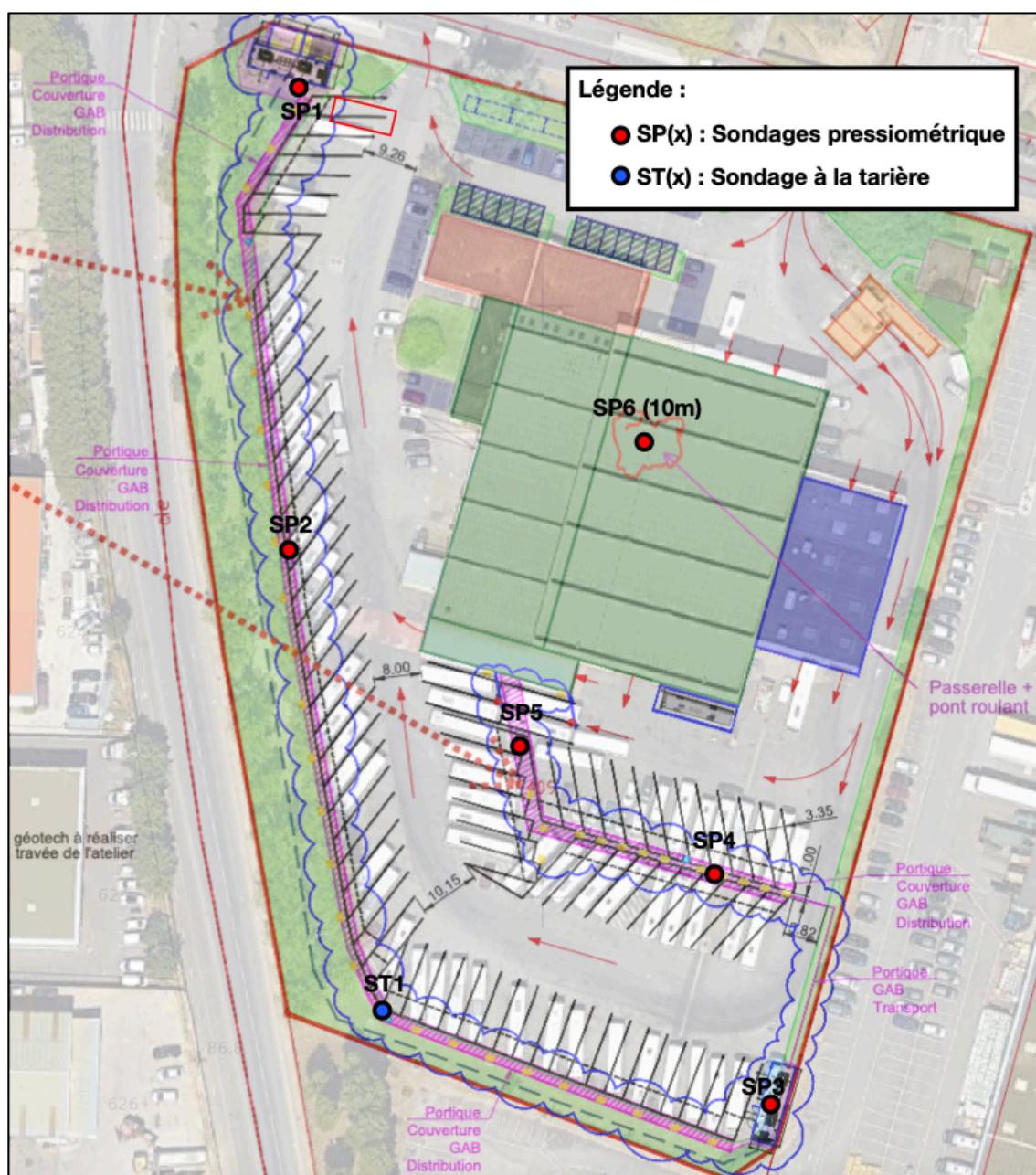
3.2. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

Les altimétries des têtes de sondages sont données à titre indicatif. Elles sont issues d'un relevé GPS, à l'exception du sondage **SP6**, extrapolé :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	ST1
NGF extrapolé	82,1	83,53	83,31	82,95	83,23	≈83,2	83,57

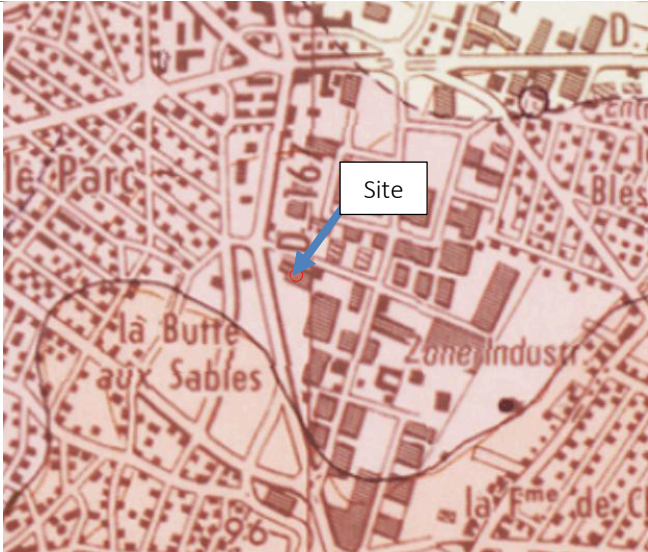
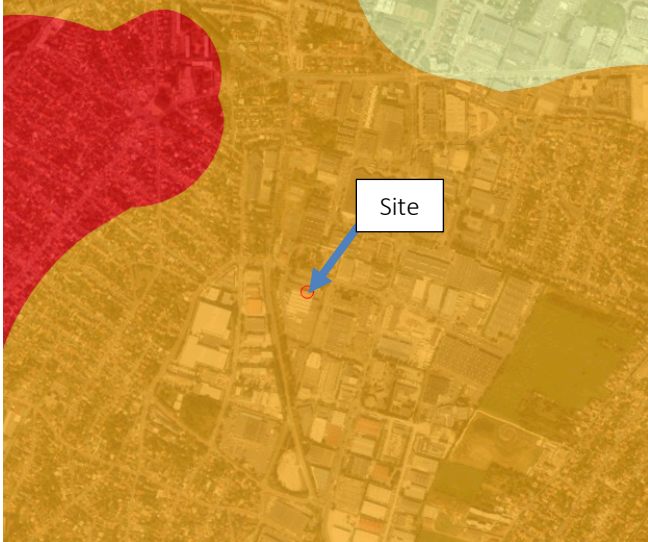
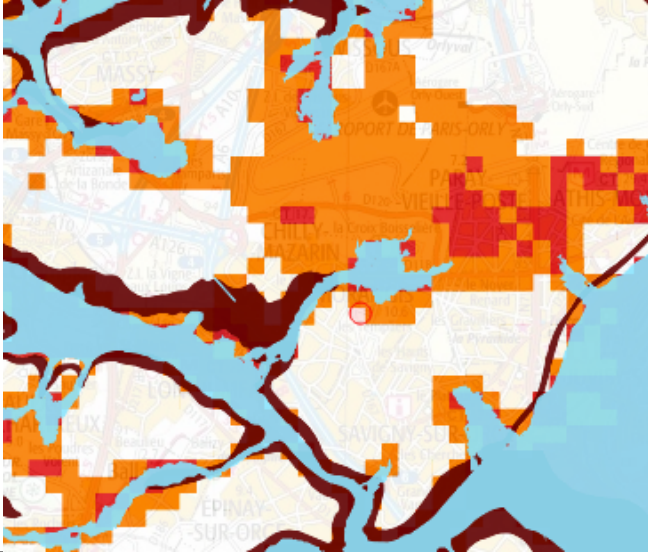
3.3. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

L'implantation fournie sur ce schéma peut présenter des imprécisions. Si une implantation précise est requise, un relevé de géomètre sera alors nécessaire :



4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ

	SITUATION GÉOLOGIQUE Le terrain se trouve en contexte de plateau. D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000 de CORBEIL-ESSONNES, la suite lithologique attendue est la suivante : - Formation de Brie - Argile Verte - Marne de Pantin - Marne d'Argenteuil
	RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES La parcelle étudiée se situe dans une zone d'exposition moyenne vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles. Ce risque est lié à la sensibilité des sols présents en surface qui ont été cartographiés par le BRGM. ■ Exposition forte ■ Exposition moyenne ■ Exposition faible
	SENSIBILITÉ AUX REMONTÉES DE NAPPE D'après la cartographie au 1/100 000 des zones de sensibilité aux remontées de nappe, disponible sur le site du BRGM, la parcelle se situe entre la zone potentiellement sujette aux inondations de caves et celle sans risques de débordement de nappe ni inondation de cave. ■ Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave ■ Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe ■ Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave ■ Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLSA V2/BRGM) ■ Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTEs/DGPR)

VUE AÉRIENNE 1933 « REMONTER LE TEMPS »



VUE AÉRIENNE 1964 « REMONTER LE TEMPS »



VUE AÉRIENNE 1969 « REMONTER LE TEMPS »



VUE AÉRIENNE 1973 « REMONTER LE TEMPS »



HISTORIQUE DU SITE ET ACTIVITÉS PASSÉES (d'après les archives des campagnes de photographies aériennes du site « Remonter le Temps »)

Le site était auparavant occupé par des champs. Le bâtiment actuellement sur site a été construit dans les années 70, en même temps que le reste des bâtiments de la Zone industrielle.

Les terrassements pourront donc mettre à jour d'anciennes infrastructures liées à ces activités et non « purgées » par les démolitions (anciennes fondations, anciens massifs, fosses, réservoirs enterrés, anciens réseaux...) sur des épaisseurs plus ou moins importantes.

4.2. BILAN SENSIBILITÉ

Type d'aléa	Niveau de risque
Retrait / gonflement des sols argileux	Aléa moyen
Inondation par débordement d'un fleuve	Hors zone inondable
Dissolution de Gypse	Hors zone d'aléa
Extraction souterraine de matériaux	Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue
Extraction à ciel ouvert de matériaux	Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue
Sismicité	Zone I très faible

4.3. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES PRESSIOMÉTRIQUES

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante, au droit de nos sondages :

Remblais					
En tête de forages, les terrains sont représentés par des remblais de nature sableuses rencontrés sur des épaisseurs variant de 1,6 m à 2,5 m. Rappelons que par nature, ces terrains peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées ; en particulier : • à proximité des bâtiments mitoyens (<i>fondations, structures enterrées</i>), • au niveau des réseaux, fosses ou cuves enterrés (<i>démolis ou existants</i>), • au droit d'anciennes constructions, • au voisinage des sous-sols actuels où l'on ne peut exclure des zones talutées par endroits. Les caractéristiques pressiométriques relevées dans les remblais sont médiocres.					
Statistiques pressiométriques					
Nombre de valeurs			8		
	Min	Max	Moy Harmonique	Moy Arithmétique	Écart-type
PI (Bar)	2,2	16,8	6,1	10,3	5,6
Em (Bar)	52	269	92	128	78

Formation de Brie

Description lithologique

Sous les remblais, les terrains sont représentés par la Formation de Brie. Celle-ci se compose d'une couche d'Argile à meulière en partie supérieure, relayée en profondeur par les Marnes et calcaires de Brie.

Les sols sont essentiellement argileux jusqu'à environ 3,8 à 5,0 m de profondeur, puis deviennent progressivement plus marneux. Cette alternance de faciès, parfois mélangé, est regroupée sous le nom de Formation de Brie.

Les Argiles à meulières peuvent renfermer des blocs ou entablement de meulières de tailles variées.

Le Calcaire de Brie présente des bancs épais de calcaires rocheux, parfois silicifiés et très durs.

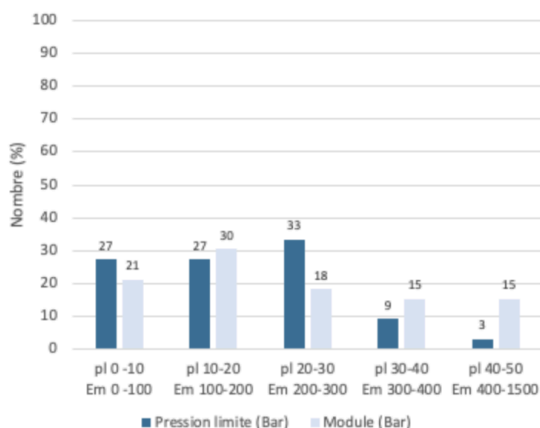
Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs pressiométriques relevées dans la Formation de Brie sont plutôt hétérogènes, on retrouve quelques valeurs plus faibles dues à la présence d'altération dans le Calcaire.

La Formation de Brie détient une faible à bonne compacité. Avec une pression limite entre 6,4 et 41,1 Bar et un module pressiométrique entre 51 et 1136 Bar.

Caractéristiques pressiométriques

Répartition des valeurs pressiométriques dans la Formation de Brie



Statistiques pressiométriques

Nombre de valeurs			33		
	Min	Max	Moy Harmonique	Moy Arithmétique	Écart-type
Pl (Bar)	6,4	41,1	14,4	18,6	9,2
Em (Bar)	51	1136	152	260	223

4.4. EAU PHRÉATIQUE

4.4.1. NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE

Aucun piézomètre n'a été installé lors de la campagne de reconnaissance de sol, le niveau de la nappe est donc inconnu.

Malgré l'absence de nappe et étant donné le contexte de plateau, la présence de poches d'eau dans les remblais de surface reste possible localement, particulièrement pendant les périodes climatiques défavorables ou hivernales.

4.5. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS

Les classes d'exposition des bétons vis-à-vis de leur environnement sont définies dans la norme NF EN 206 de novembre 2014 :

Classe d'exposition	XA 1	XA 2	XA 3
Pour les sols			
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	> 2000 et < 3000	> 3000 et < 12000	> 12000 et < 24000
Acidité (ml/kg)	> 200	Non rencontré en pratique	
Pour les eaux			
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	> 200 et < 600	> 600 et < 3000	> 3000 et < 6000
pH	5,5 à 6,5	4,5 à 5,5	4,0 à 4,5
Co ₂ agressif (mg/l)	> 15 et < 40	> 40 et < 100	> 100
NH ₄ ⁺ (mg/l)	> 15 et < 30	> 30 et < 60	> 60 et < 100
Mg ²⁺ (mg/l)	> 300 et < 1000	> 1000 et < 3000	> 3000

Des essais d'agressivité des sols suivant la norme NF EN 206-1 ont été réalisés sur des échantillons issus du sondage à la tarière. Les résultats complets sont disponibles en annexe. Le tableau ci-dessous résume les classes d'exposition des sols :

Agressivité des sols vis-à-vis des béton			
Échantillons	Profondeur	Nature	Classe d'exposition
E1	0,0 – 1,0	Remblais sableux marron gris	< XA1
E1	1,0 – 2,0	Marne sableuses à cailloutis calcaire	< XA1

Remarques :

Pour des ouvrages géotechniques spéciaux (pieu, paroi moulée,...), des exigences complémentaires sont données en annexe D de la norme.

Les dispositions à prendre pour prémunir les ouvrages de l'agressivité du milieu ne relèvent pas de la compétence du BET Géotechnique. De même, le BET Géotechnique n'a pas compétence dans le domaine de la fabrication des bétons. Il indique simplement la classe d'agressivité du milieu en fonction des analyses effectuées (*voir ci-dessus*).

La formulation des bétons la plus appropriée pour le chantier incombe au BET structure et à l'entreprise. Ces derniers définissent la classe à prendre en compte en fonction de l'exposition des ouvrages. L'entreprise est libre d'effectuer un nouvel échantillonnage du milieu si elle le juge nécessaire afin d'affiner les paramètres d'agressivité et optimiser ses formulations.

4.6. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

Les figures ci-dessous indiquent les logs stratigraphiques interprétés au droit de chaque sondage et la répartition des pressions limites de rupture / modules pressiométriques avec la profondeur :

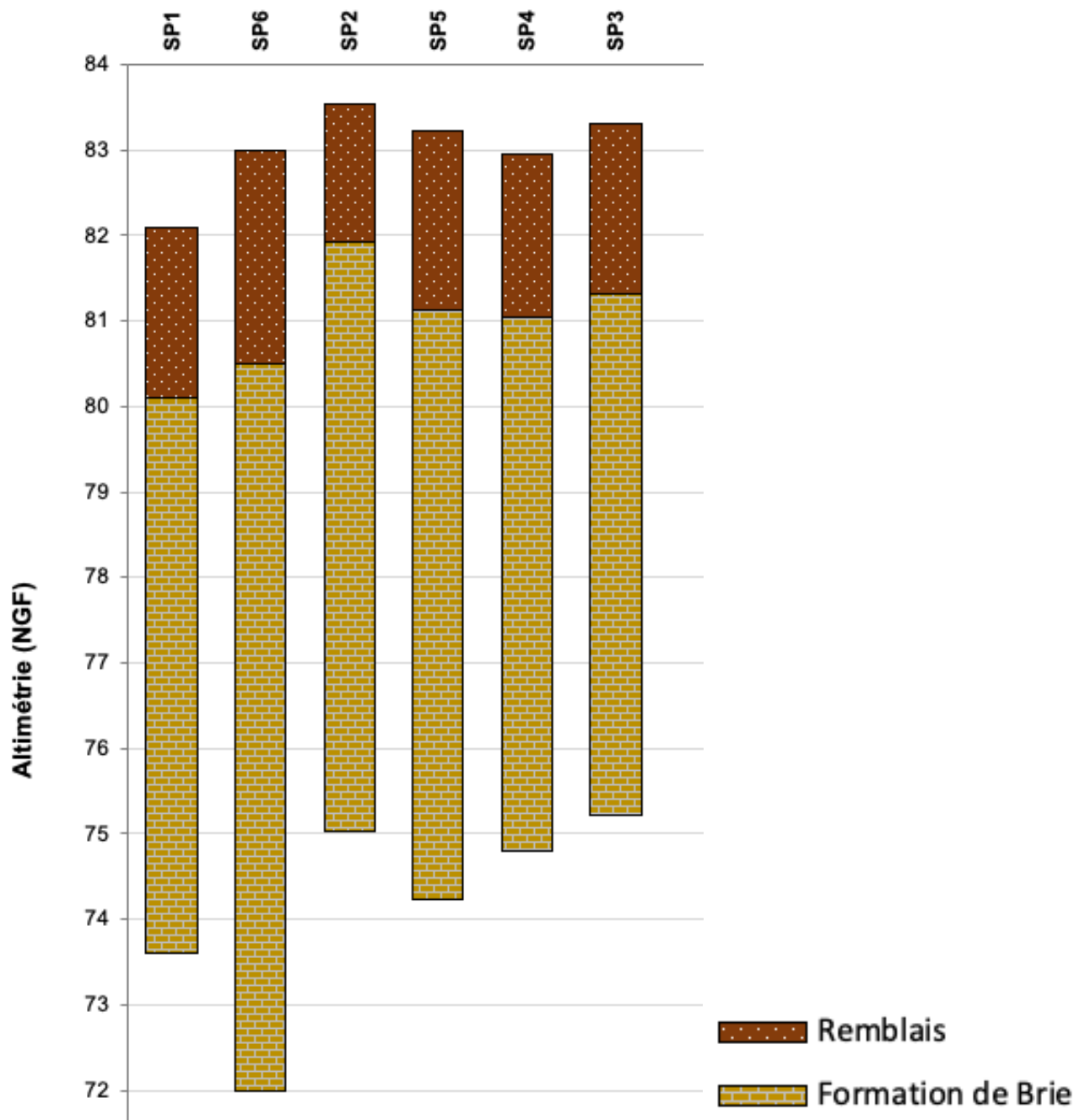


Tableau de répartition des pressions limites de rupture

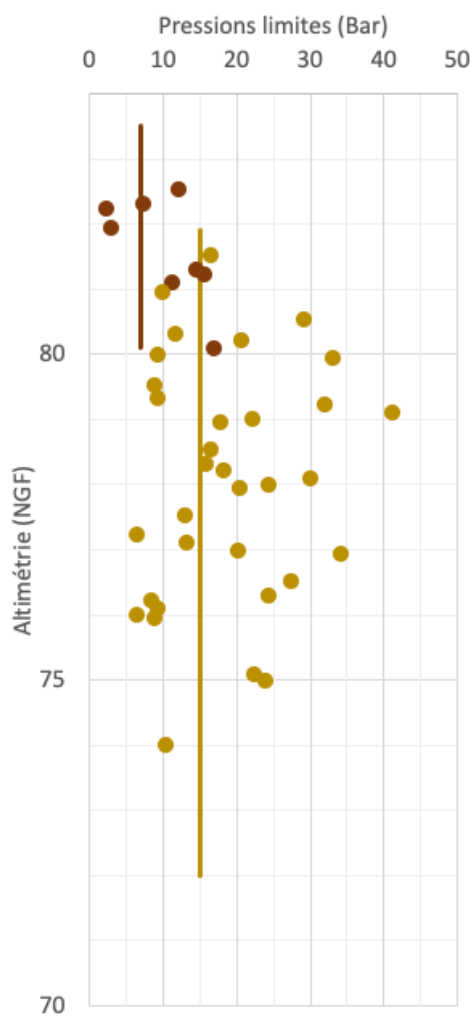
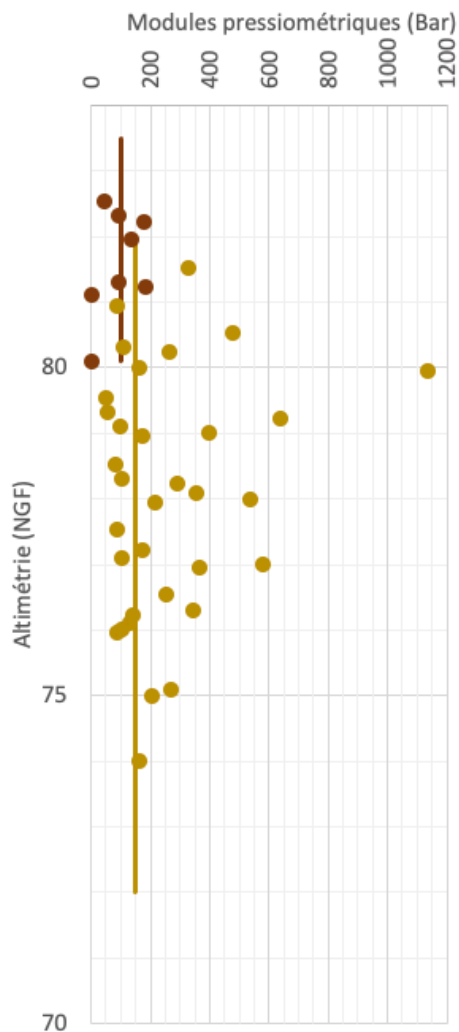


Tableau de répartition des modules pressiométriques



● Remblais ● Formation de Brie

Le tableau ci-dessous indique le modèle géologique du site et les valeurs pressiométriques représentatives des différentes couches, à ce stade des études :

Couche de sol	Base (NGF)	PI (Bar)	Em (Bar)	α
Remblais	80,1 - 81,9	7,0	90	0,66
Formation de Brie	/	15,0	150	0,5

5. MITOYENS

5.1. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS LINÉAIRES MITOYENS

Le projet ne comporte pas de mitoyens immédiat à l'exception des voiries et réseaux enterrés.

6. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS

6.1. DESCENTE DE CHARGES

La descente de charges suivante nous a été communiquée pour la réalisation du projet :

- Passerelle + pont roulant intérieur : 1 T
- Portiques : 1,5 T par poteaux
- Postes de livraisons : 2T/m²
- Postes de distribution : 5T/m²

6.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR PUIITS GROS BÉTON

Le projet ne comporte pas de sous-sol, le fond de fouille sera constitué par les remblais.

La Formation de Brie présente entre 1,6 et 2,5 m sous le fond de fouille indique des caractéristiques pressiométriques suffisantes pour étudier une solution de fondations semi-profondes par puits gros béton, pour la gamme des charges mentionnée au paragraphe précédent. Les puits seront ancrés d'au moins 0,5 m dans cette formation, soit des hauteurs de puits comprises entre 2,1 et 3,0 m environ.

6.2.1. REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA CONCEPTION DES FONDATIONS

Les éventuels rattrapages de niveau d'assise entre puits se feront en adoptant une pente limitée à **3 (base)** pour **2 (haut)**. Dans le cas d'une semelle filante, le rattrapage est assuré par redans respectant la même pente.

Dans le cadre des études d'exécution et pour toutes les fondations, il conviendra de vérifier les différents modes de rupture exposés dans la norme d'application : voir tableau 8.2.1 pour les ELU et tableau 8.3.1 pour les ELS (norme NF P94-261).

Nous considérons dans la suite du rapport que les semelles sous charges excentrées (*semelles sous les voiles contre terre notamment*) sont associées à des dispositions structurelles spécifiques permettant de redresser leur charge (*longrines ou plancher de redressement, équilibre par le mur et le frottement sous semelle, etc*). Dans le cas contraire, elles devront faire l'objet de justifications particulières (*vérification de l'excentrement, contrainte trapézoïdale ou contrainte de Meyerhof*).

SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

6.2.2. CONTRAINTE ADMISSIBLE

Pour la justification des fondations, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-261** « Fondations superficielles » (Juin 2013 + Amendement A1 de Février 2017).

La contrainte admissible des fondations est calculée sur la base de la méthode pressiométrique, sondage par sondage, pour un ancrage des fondations de 0,5 m dans la formation porteuse (Formation de Brie), pour quelques géométries type de semelles :

Dimensions Semelle (m)	Arase inf (NGF)	Catégorie sol d'assise	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
σ ELS (bar)								
0,5 x 0,5	79,6	1	16,6	3,4	3,9	7,1	12,8	8,8
1,0 x 1,0			16,6	4,2	3,7	7,1	8,9	8,8
2,0 x 2,0			6,5	4,3	4,3	8,1	3,0	8,4

Le choix de la contrainte de dimensionnement des semelles doit également permettre de limiter les tassements de semelles à des valeurs absolues et différentielles acceptables.

Le tableau ci-dessous indique les tassements obtenus par la méthode pressiométrique pour quelques géométries type de semelles, sur la base d'une contrainte de calcul de 2,0 Bar ELS :

Dimensions Semelle (m)	Charge (t)	Arase inf (NGF)	SP 1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	Moyenne (cm)
Tassement (cm) pour 2,0 Bar ELS									
0,5 x 0,5	5,0	79,6	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2
1,0 x 1,0	20,0		0,4	0,6	0,7	0,2	0,2	0,2	0,4
2,0 x 2,0	80,0		0,7	1,5	1,2	0,5	0,3	0,3	0,8

On constate que les tassements théoriques totaux estimés sont globalement faibles (entre 0,1 cm et 1,5 cm) et homogènes.

En première approche, les problématiques de tassement différentiels devraient être vérifiées avec une géométrie standard (règle du 1/500^{ème} de la portée).

Conclusion :

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes :

σ ELS= 2,0 Bar

Remarques :

- Cette contrainte sera à confirmer au stade PRO sur la base d'une descente de charges conception.
- Les calculs réalisés sont valables pour des charges verticales centrées. Si les fondations subissent des charges horizontales et/ou excentrées, des vérifications complémentaires sont requises (limitation de l'excentrement, résistance au glissement, coefficient réducteur de portance).
- Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le fait que les calculs présentés correspondent à des estimations de tassements théoriques totaux ; cela suppose donc des conditions d'exécution rigoureuses (voir paragraphe suivant) au moment de la réalisation des fouilles de fondations. On doit considérer que les résultats de calcul de déplacement (tassement) ne donnent qu'une indication approchée de leur valeur réelle.

6.3. PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION

La mise en œuvre des fondations doit au moins respecter les conditions suivantes :

- Lors de l'ouverture des fouilles, il est impératif de **traverser la totalité des terrains remaniés** par les travaux de démolition et par les terrassements ;
- Les fondations doivent être **ancrées dans le terrain d'assise en place** défini par l'étude géotechnique, au minimum de **0,3 m pour les semelles filantes et au minimum de 0,5 m pour les semelles isolées**. La hauteur réelle de la fondation sera définie par le BET structure.
- Pour éviter un remaniement des sols d'assise, **on coulera le béton des fondations à l'avancement**, de préférence sur toute hauteur et **aussitôt après l'ouverture des fouilles**. En cas de venue d'eau dans la fouille, un assainissement et une purge (*gros béton de substitution à prévoir*) seront nécessaires afin de **couler le béton hors d'eau**.
- La présence d'éléments durs au sein des remblais (*blocs béton, dalles ou éléments de démolition*), et au sein de la Formation de Brie (bancs ou blocs de calcaire éventuels) nécessitera l'usage d'engins de terrassement adaptés (*piqueur ou BRH*). Dans la mesure du possible, les blocs déchaussés seront évacués et les dépressions ainsi créées comblées en gros béton.

7. PROTECTION CONTRE LES EAUX

Sans Objet.

8. SOUTÈNEMENTS

Sans Objet.

9. NIVEAUX BAS

Du fait de la faible compacité des sols en fond de fouille (remblais) et de l'utilisation noble du niveau bas, pour les ouvrages nécessitant la réalisation d'un plancher bas nous préconisons la mise en place d'un plancher porté.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.

Le Contrôle interne,
Sébastien ROMIEUX

Le Responsable de l'étude,
Thomas DUTAILLY

SOL CONSEIL
SAS au capital de 113 200 €
ZA de l'Europe - 11 rue René Cassin
91300 Malesherbes
Tél. : 01 69 73 45 30
RCS Evry B 403 275 796 00017 - APE 7112 B
<http://www.solconseil.fr>

SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

10. ANNEXES

DANS LE CORPS DU RAPPORT - NUMÉROTÉES

- ☒ - RELEVÉS DES REMONTÉES DE CUTTINGS
- ☒ - RELEVÉS DES TARIÈRES
- ☒ - CONDITIONS D'EXPLOITATION ET LIMITES DE VALIDITÉ DES ÉTUDES DE SOL
- ☒ - MISSIONS GÉOTECHNIQUES selon la norme NF P 94-500

PIÈCES JOINTES – NON NUMÉROTÉES

- ☒ - LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES
- ☒ - ESSAIS EN LABORATOIRE

10.1. INTERPRÉTATION DES REMONTÉES DE CUTTINGS

Les coupes des sondages destructifs données ci-après sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé (*observation des remontées de cuttings*), ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mises en place.

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

■ Sondage SP1

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,3	Terre végétale
0,3 – 2,0	Remblais
2,0 – 3,5	Limons beige jaunâtre
3,5 – 6,0	Marne beige argile
6,0 – 8,0	Marne beige

■ Sondage SP2

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,9	Terre végétale
0,9 – 1,5	Remblais
1,5 – 4,0	Limons sable argile
4,0 – 8,0	Marne beige

■ Sondage SP3

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,07	Bitume goudron
0,07 – 2,0	Remblais
2,0 – 5,0	Limons sable argile
5,0 – 8,0	Marne beige

■ Sondage SP4

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,07	Bitume goudron
0,07 – 2,0	Remblais
2,0 – 4,5	Limons beige jaunâtre argile
4,5 – 8,15	Marne beige

▪ Sondage SP5

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,07	Bitume goudron
0,07 – 2,0	Remblais
2,0 – 3,5	Limons sable argile
3,5 – 5,0	Marne sable beige
5,0 – 9,0	Marne beige

▪ Sondage SP6

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 0,25	Dalle béton
0,25 – 2,5	Remblais sablons
2,5 – 4,5	Marne beige argile
4,5 – 6,0	Marne beige
6,0 – 9,0	Marne argile
9,0 – 11,0	Marne

10.2. RELEVÉS DES TARIÈRE

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

▪ Sondage ST1

Profondeur (m)	Description des cuttings
0,0 – 1,0	Remblais sableux marron gris à cailloutis calcaires
1,0 – 2,0	Marne sableuse marron à cailloutis calcaires
2,0 – 3,0	Argile marneuse marron
3,0 - 4,0	Argile marneuse marron à cailloutis blancs
4,0 – 5,0	Marne beige
5,0 – 6,0	Marne beige

10.3. CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS

Les recommandations et indications ci-après ont pour but d'éviter tous sinistres au cours et à la suite de la réalisation des ouvrages et consécutifs à une exploitation défectueuse du rapport d'étude de sol.

Le non-respect de ces recommandations et indications dégagerait contractuellement la responsabilité du bureau d'étude de sols.

Les différents intervenants dans les projets et travaux liés aux sols doivent passer en revue les recommandations et indications ci-après afin de vérifier qu'elles sont effectivement prises en compte.

RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

Ce rapport et toutes ces annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Il ne devient la propriété du client qu'après paiement intégral du prix de la prestation.

Le client est responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute utilisation 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 Maître d'œuvre ou pour tout autre ouvrage que celui de la présente mission ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre Société et pourra faire l'objet de poursuites judiciaires à l'encontre du contrevenant.

Dans le cas d'un nouveau Maître d'Ouvrage sur le même projet, un nouveau contrat de louage d'ouvrage (pour satisfaire l'article 1792-1°) doit être établi avec mise à jour du rapport d'étude et de nos assurances.

RECONNAISSANCE PAR POINTS :

Cette étude est basée sur un nombre limité de sondages et de mesures. Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par points dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas, toujours possibles dans le milieu naturel. En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

De ce fait, sauf précision contraire dans ce rapport, les conclusions de ce rapport ne peuvent être utilisées pour une forfaitisation.

Les éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution de ces travaux pouvant avoir une influence sur les conclusions du présent rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4).

DURÉE LIMITÉE DE VALIDITÉ DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour la construction peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisées dans ce rapport d'étude.

- *Éléments géologiques, hydrogéologiques et géotechniques :*

De nombreux éléments liés à la géologie, l'hydrogéologie et à la géotechnique de l'ouvrage ont un caractère évolutif :

- glissement – érosion – dissolution – remblais évolutif (physique ou chimique) – tourbe – niveau d'eau fluctuant et hygrométrie correspondante – variation climatique exceptionnelle : gel, dessiccation, inondation – évolution sismique ou volcanique – etc.

- *Environnement, voisinage, topographie :*

Les modifications de l'environnement, du voisinage et de la topographie, changent l'hydrogéotechnique du site et souvent les dispositions constructives :

- sous-sols proches ou mitoyens – parois étanches – drainage – pompage permanent ou provisoire – collecteurs souterrains
- tunnel et tunnelier – remblaiement ou excavation du site, etc.

SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

- *Conditions juridiques :*

De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités. Les conditions juridiques des contrats et des assurances sont modifiées en conséquence.

- *Connaissances techniques et technologiques :*

L'évolution des connaissances techniques et scientifiques, ainsi que les modifications des technologies de constructions peuvent rendre périmées nos conclusions. Aussi les conclusions de ce rapport d'étude sont valables pour un chantier ouvert (DROC) dans un délai de 2 ANS à compter de la date d'émission.

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre afin de réactualiser le rapport, après vérification des divers facteurs.

L'exploitation des conclusions au-delà du délai de 2 ans, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

MODIFICATION DU PROJET :

Ce rapport est établi pour un projet donné à la date de l'étude, à partir de plans, esquisses et renseignements transmis.

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, implantation, forme, niveaux altimétriques, nombre d'étages ou de sous-sol (etc.) doit être communiquée au BET de sols rédacteur de l'étude.

Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude de sol. Ces modifications pourront faire l'objet d'une note complémentaire ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance. Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur lesdites modifications, que celles-ci portent sur les dimensionnements et dispositifs préconisés dans le présent rapport ou sur l'ouvrage lui-même.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de l'ouverture réelle du chantier, afin que les couvertures d'assurances soient effectives :

- Assurances décennales à la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (D.R.O.C)
- Assurance Responsabilité Civile Professionnelle lors d'un sinistre à partir de l'ouverture du chantier.

L'absence de cette information risque d'entraîner la non-couverture par une compagnie d'assurances.

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission géotechnique normalisée définie par la lettre de commande, visée et acceptée par notre société, au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête du présent document.

Selon le projet de normalisation de ces missions, chacune ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction.

Il appartient au Maître d'Ouvrage et à son Maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques utiles au bon achèvement de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'art.

A défaut d'autres positions contractuelles, la remise du rapport fixe la fin de la mission.

SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

10.4. MISSIONS GÉOTECHNIQUES

Nous fournissons quelques éléments ci-après pour aider les lecteurs de ce présent rapport à comprendre quelles sont les limites liées aux missions géotechniques et donc à ce présent rapport. Bien entendu on se référera à la norme **NF P 94.500** novembre 2013 pour avoir une vision plus exhaustive.

Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant du général au particulier, de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet.

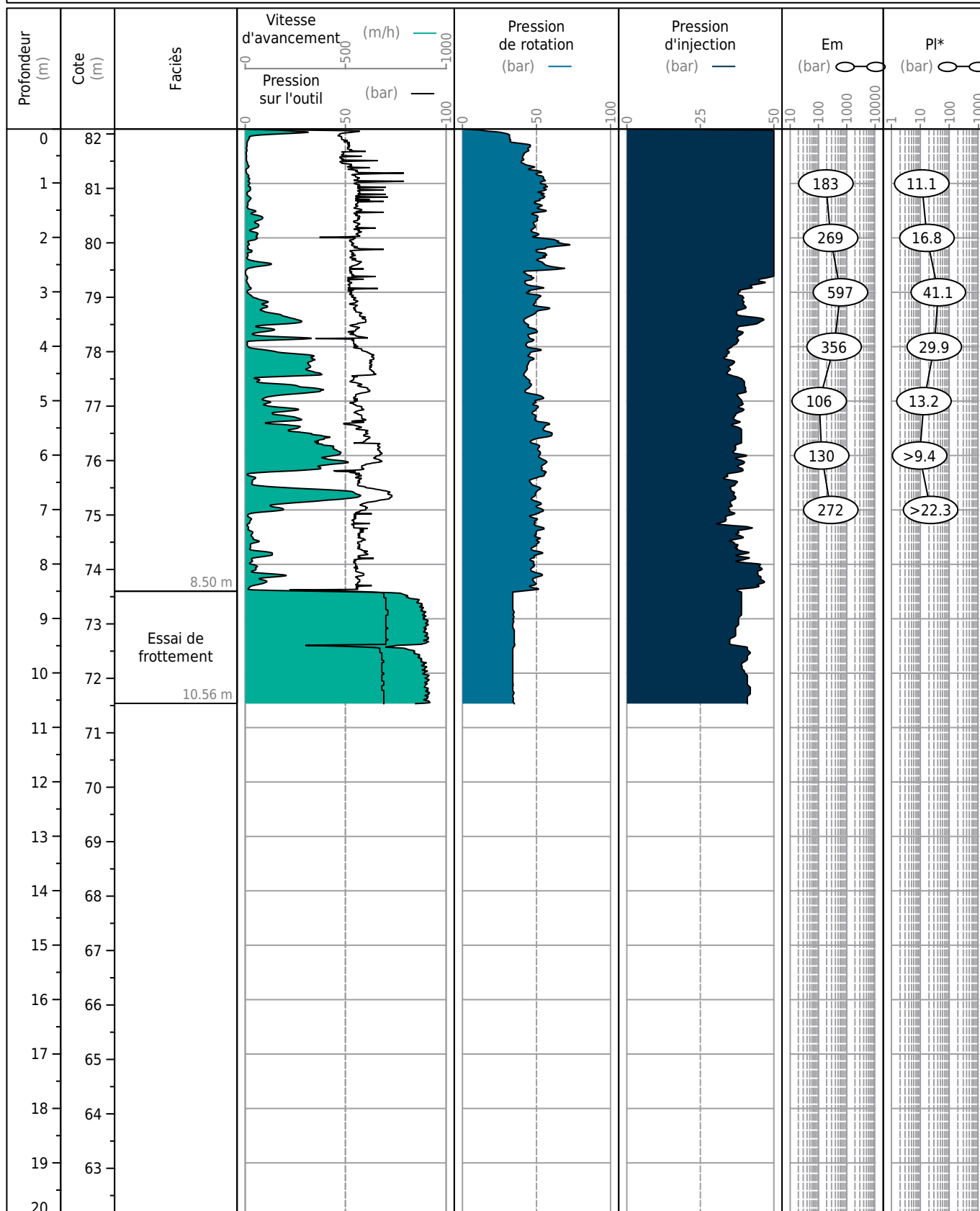
On trouve dans le tableau ci-dessous l'enchaînement des différentes missions, leurs objectifs et le niveau de management des risques attendus.

Enchaînement des missions G1 à G4	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendus
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
	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
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	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
	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	
	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		
	Étude géotechnique d'exécution (G3) Phase Étude (indissociable de la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude d'exécution (indissociable de 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)
	Suivi géotechnique d'exécution (G3) Phase Suivi (indissociable de la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi d'exécution (indissociable de la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	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

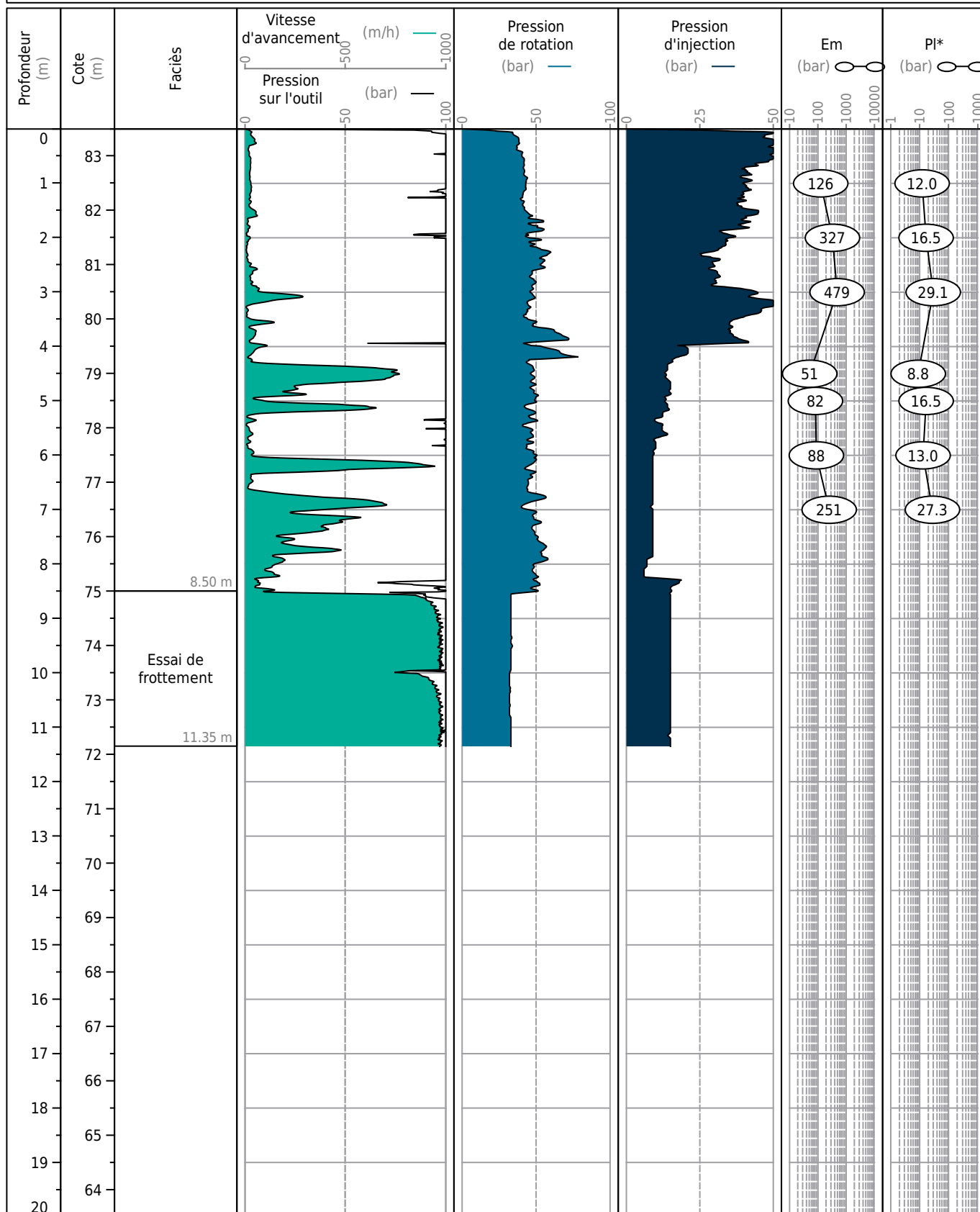
Pour plus de détail, il conviendra de se reporter à la norme NF P94-500.

11. ANNEXES NON NUMÉROTÉES

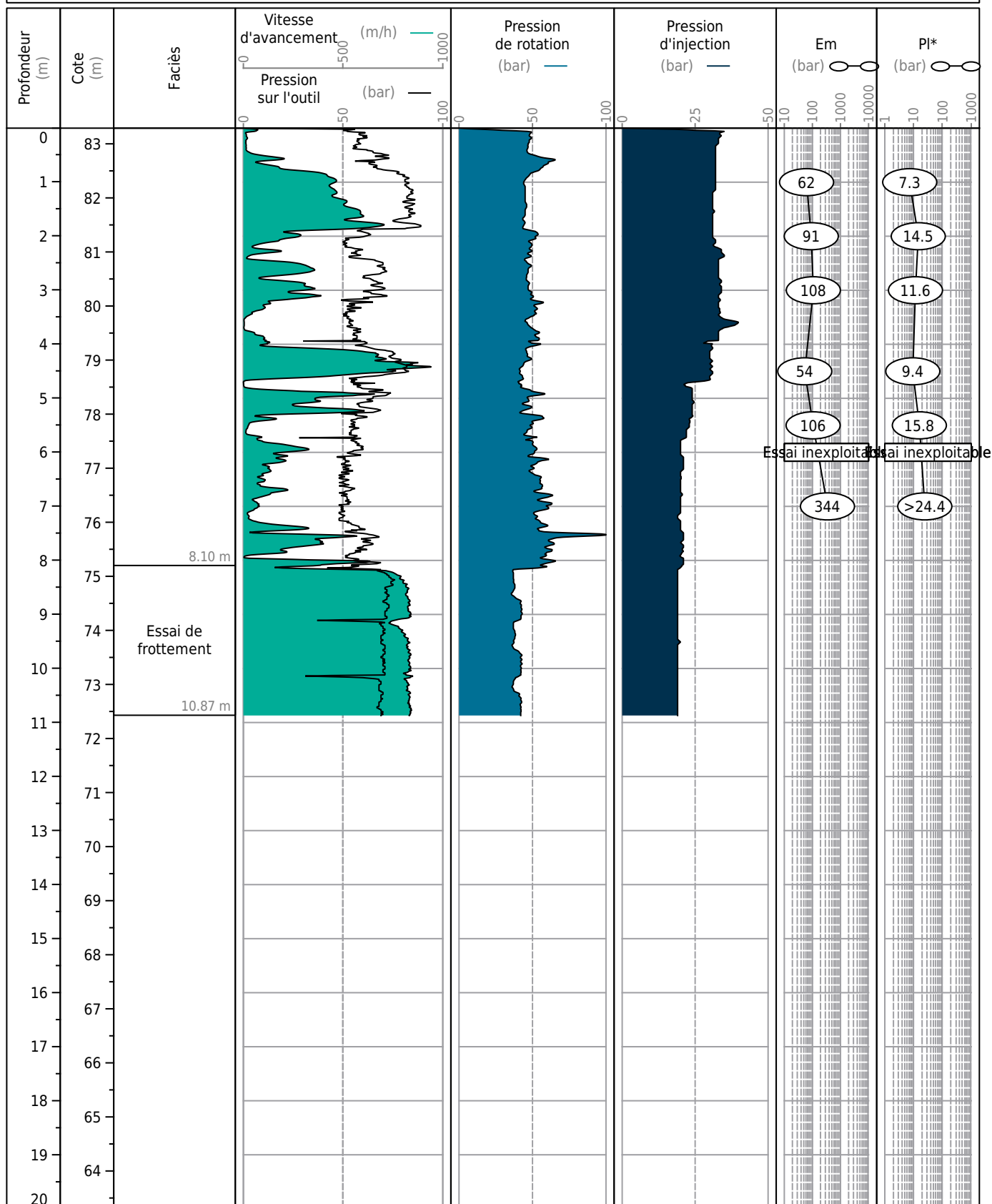
SC MAS	131627	1	G2 AVP	TDU	25/09/2025	Définitif
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État



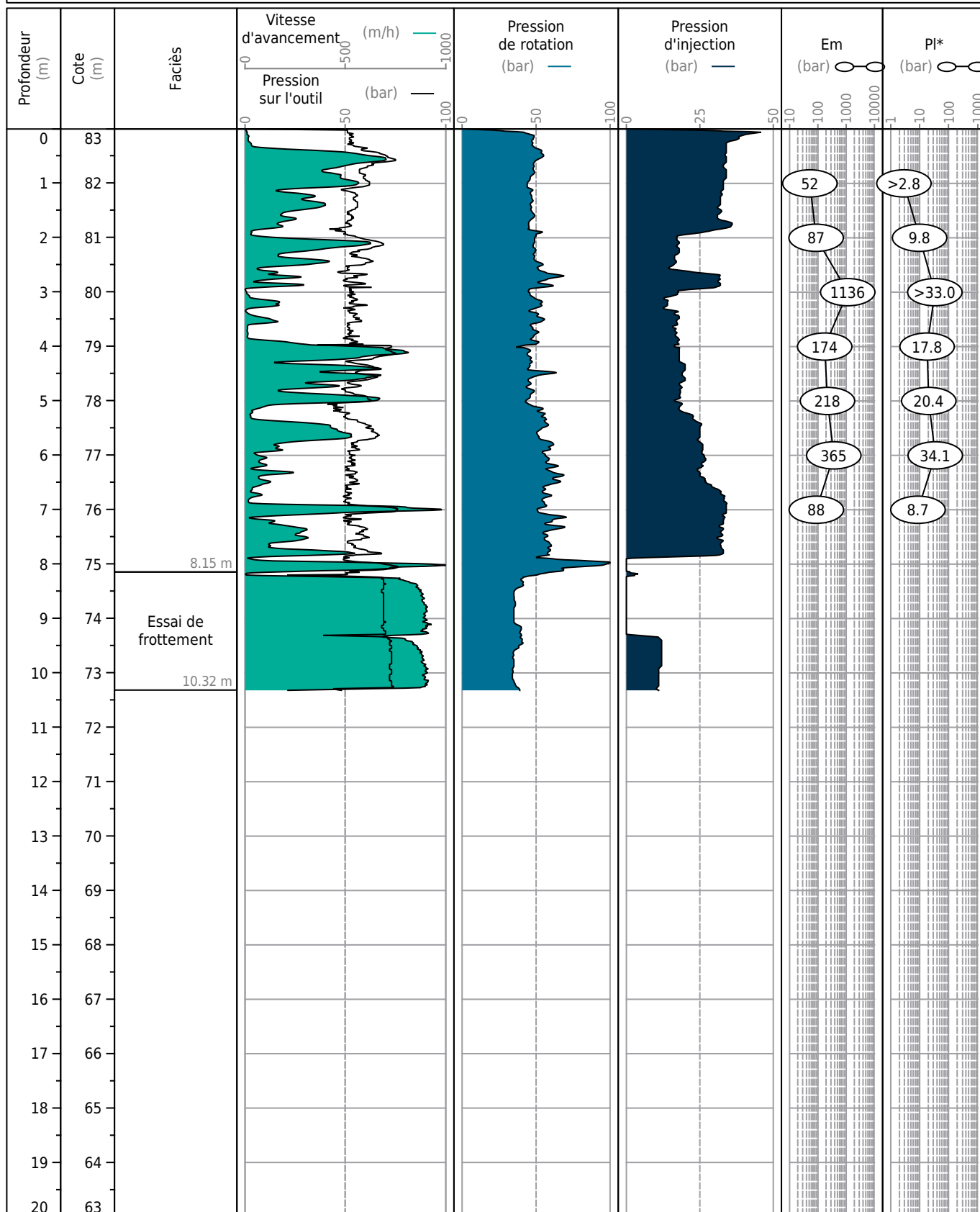
Obs. :



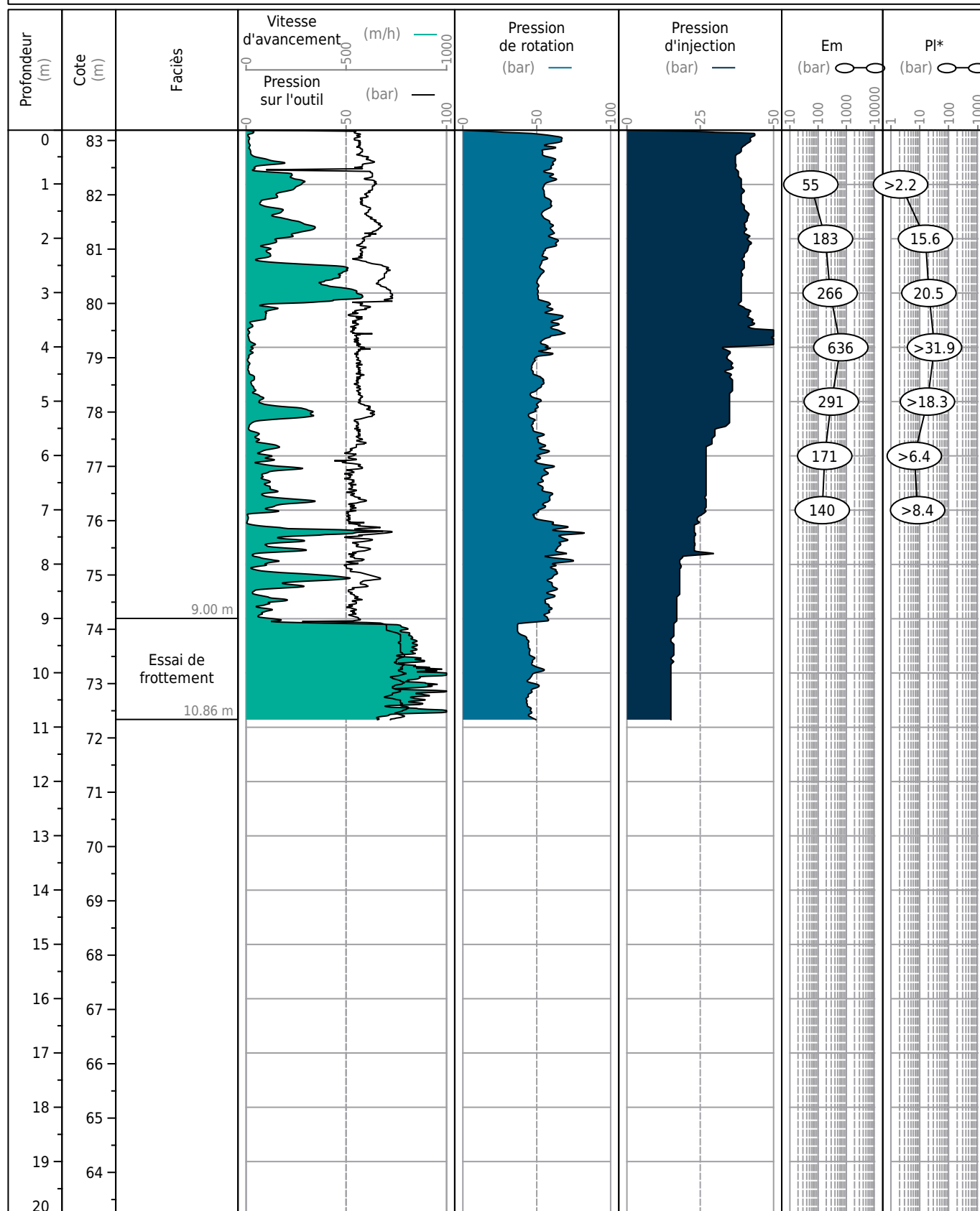
Obs. :



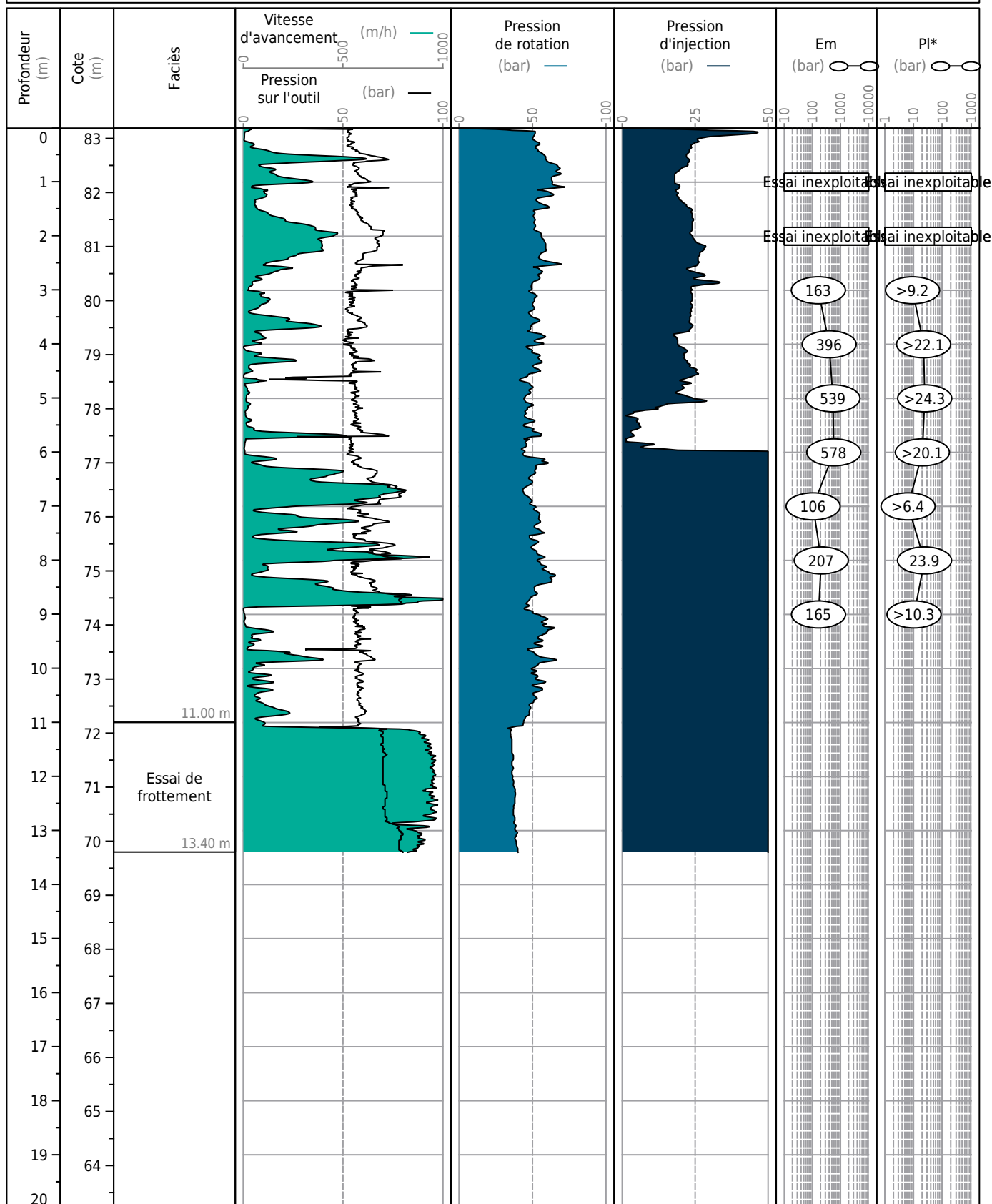
Obs. :



Obs. :



Obs. :



Obs. :

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

SOL CONSEIL
Monsieur Ilir LUF AJ
ZA de la bonde
11 rue René Cassin
91300 MASSY

N° rapport d'essai	ULY25-029496-1
N° commande	ULY-30926-25
Interlocuteur (interne)	C. Carvalho
Téléphone	+33 474 999 633
Courrier électronique	Camille.Carvalho@wessling.fr
Date	04.09.2025

Rapport d'essai

131627 - Morangis



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.



Le 04.09.2025

N° d'échantillon	25-116733-01	25-116733-02	
Désignation d'échantillon	Unité	Echantillon 1	Echantillon 2

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	95,3 (A)	91,4 (A)		
---------------	------------	----------	----------	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	5 (A)	8 (A)		
-----------------	----------	-------	-------	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		03/09/2025 (A)	03/09/2025 (A)		
------------------------------------	--	----------------	----------------	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<450 (A)	1700 (A)		
----------------	----------	----------	----------	--	--

Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Classe d'exposition		Hors classe (A)	Hors classe (A)		
---------------------	--	-----------------	-----------------	--	--

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	28.08.2025	28.08.2025		
Type d'échantillon :	Sol	Sol		
Date de prélèvement :	26.08.2025	26.08.2025		
Heure de prélèvement :	00:00	00:00		
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002		
Température à réception (C°) :	14.5	14.5		
Début des analyses :	28.08.2025	28.08.2025		
Fin des analyses :	04.09.2025	04.09.2025		



Le 04.09.2025

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Les résultats obtenus ne permettent pas de déterminer une classe d'exposition selon la NF EN 206 :

-Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol : Valable pour tous les échantillons.

Approuvé par :

Alexandra GUTTIN

Responsable Qualité et Sécurité