



Opération : Rue des Belles Hâtes 95610 ERAGNY

Maître de l'ouvrage : COGEDIM – 87, rue de Richelieu 75002 PARIS

Mission géotechnique : G2 AVP Norme P 94-500

Construction d'un ensemble immobilier



Branche	Agence	Année	N° dossier	N° prestation	Mission	Commentaires
G	SR MAS	2020	08185	02 a	G2 AVP	
N° Pièce	Type de Document	Date	Ingénieur	Chef de projet	Superviseur	Désignation
1	RAP	08/10/20	SN	PC	PC	Rapport initial G2 AVP

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	COGEDIM PARIS METROPOLE 87, rue de Richelieu 75002 PARIS
Mission	Étude géotechnique G2 AVP
Projet	Création d'un ensemble immobilier comprenant : <ul style="list-style-type: none"> - 23 maisons individuelles de plain-pied, - Un bâtiment de résidence senior conçu en R+2+A sur un niveau de sous-sol partiel, - Une mairie annexe et une résidence senior, conçue en R+2+A
Contexte Géologique	<ul style="list-style-type: none"> - Remblais - Couverture limoneuse - Marnes et Calcaire du Lutétiens
Aléas recherchés	Coupe lithologique du terrain Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques Recherche de carrière souterraine Niveau de la nappe phréatique
Fondations	Fondations superficielles
Soutènements	Voiles Par Passes
Protection contre les eaux	Classique dans le cadre d'un projet hors nappe.
Niveau bas	Dallage au droit de certains pavillons et résidence sénior Plancher porté au droit de certains pavillons

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	2/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

2. SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE	2
2. SOMMAIRE	3
3. MISSIONS GÉNÉRALITÉS TRAVAUX ENGAGÉS	5
3.1. MISSION - GÉNÉRALITÉS.....	5
3.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE	7
3.3. TRAVAUX EXÉCUTÉS – LIMITES DES MÉTHODES.....	7
3.4. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES	7
3.5. SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES.....	8
4. GÉOLOGIE / GÉOTECHNIQUE	9
4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ	9
4.2. BILAN SENSIBILITÉ.....	11
4.3. NATURE DES SOLS / PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES.....	12
4.3.1. Description des terrains / Caractéristiques pressiométriques.....	12
4.3.2. Les essais de pénétration dynamique Type B.....	14
4.4. RECHERCHE DE CARRIÈRE	15
4.5. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-A-VIS DES BÉTONS.....	17
4.5.1. Généralité.....	17
4.5.2. Agressivité du sol vis-à-vis des bétons.....	17
4.5. EAU PHRÉATIQUE.....	18
4.5.1 Niveau piézométrique	18
4.6. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE	19
4.6.1 Modèle stratigraphique.....	19
4.5.1. Modèle géomécanique.....	20
5. PROJET	21
5.6. CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES	21
5.6.1 Catégorie d'ouvrage.....	21
5.6.2 Contenu architectural.....	21
5.6.3 Descente de charges.....	24
6. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS	25
6.1. PROPOSITION DE FONDATIONS	25
6.1.1 Choix d'un mode de fondation par semelles.....	25
6.1.2 Éléments de dimensionnement : contrainte admissible.....	25
6.1.3 Remarques générales sur la conception des fondations.....	31
6.1.4 Préconisations générales d'exécution	31
6.2. NATURE DU NIVEAU BAS'	32
6.2.1 Dallages du R-1	32
6.2.2 Plancher porté pour les RdC.....	32
7. PROTECTION CONTRE LES EAUX	33
7.1. GÉNÉRALITÉS.....	33
7.2. PRÉCONISATIONS PHASE PROVISOIRE POUR UN PROJET AVEC UN NIVEAU DE SOUS-SOL.....	33
7.3. PRÉCONISATIONS PHASE DÉFINITIVE POUR UN PROJET AVEC UN NIVEAU DE SOUS-SOL.....	34
7.4. PRÉCONISATIONS PHASE PROVISOIRE POUR UN PROJET SANS NIVEAU DE SOUS-SOL	34
7.5. PRÉCONISATIONS PHASE DÉFINITIVE POUR UN PROJET SANS NIVEAU DE SOUS-SOL	34
8. SOUTÈNEMENTS	35
8.1. ESTIMATION DE LA POUSSÉE DES TERRES	35
8.2. PROPOSITION DE TRAITEMENT DES DIFFÉRENTS LINEAIRES	36
8.3. PROPOSITION DE TALUTAGE	37

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	3/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

8.4	PROPOSITION PAR VOILES PAR PASSES ALTERNÉES	38
9	ANNEXES.....	41
9.1	REMONTÉES DE CUTTINGS	44
9.2	LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES.....	49
9.3	COURBES DE PENÉTRATION DYNAMIQUE	72
10	ANNEXES NON NUMÉROTÉES.....	79

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	4/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

3. MISSIONS GENERALITES TRAVAUX ENGAGES

3.1. MISSION - GENERALITES

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		Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)
	Étude et suivi géotechniques 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	
	Étude et suivi géotechniques 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

Par ailleurs, la révision de la norme 94-500 permet aujourd'hui une correspondance simple entre les missions d'ingénierie généraliste et les missions géotechniques (voir page suivante).

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	5/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

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

INGENIERIE GEOTECHNIQUE NFP 94-500 version 2013				INGENIERIE GENERALISTE	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
			phase projet*	AVP	
			phase DCE/ACT	PROJET	
				DCE	
étape 3	supervision géotechnique d'exécution	G3	supervision de l'étude d'exécution	EXE	
			supervision du suivi d'exécution	DET/AOR	
		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 G2PRO ne comprennent pas 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 sensu stricto. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

Réponses aux questions fréquemment posées:

Peut-on reprocher au géotechnicien un dépassement de délais, de quantités, de coût sur la base d'une mission G1 ?

La norme 94.500 indique que les missions de type G1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entrent dans le cadre exclusif d'une mission d'étude géotechnique de conception phase projet.

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 PRESENT 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.

Le maître d'ouvrage devra nous informer de la DROC (*date réelle d'ouverture de chantier*), et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture du chantier plus de 2 ans après la date du présent rapport.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	6/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

3.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA REDACTION DE L'ETUDE

Nature du document	Support	Date	Échelle
Plan de masse	Informatique	15/11/2019	1/500
Plan des niveaux	Informatique	15/11/2019	1/200
Plan de façade	Informatique	15/11/2019	1/200

3.3. TRAVAUX EXECUTES – LIMITES DES METHODES

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.

Campagne géotechnique de la mission G2 AVP

TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS IN SITU	REFERENCE	PROFONDEUR
Sondages pressiométriques ϕ 63 mm	SP1	10,8 m/TN
	SP2	10,4 m/TN
	SP3	10,8 m/TN
	SP4	10,8 m/TN
	SP5	10,8 m/TN
	SP6	10,8 m/TN
	SP7	10,0 m/TN
	SP8	10,8 m/TN
	SP9	29,8 m/TN
	SP9 bis	17,6 m/TN
	SP10	30,4 m/TN
	SP11	30,3 m/TN
	SP12	30,8 m/TN
	SP13	30,3 m/TN
	SP14	30,0 m/TN
SP15	30,4 m/TN	
Essai au pénétromètre dynamique	PN1 à PN7 (PD1 à PD7 sur le plan)	8 m/TN ou refus
Tests d'agressivité du sol	6	-
DATE DE REALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : du 22 juillet au 14 Août 2020 30 Aout 2020 et 13 et 14 octobre 2020		

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

Remarque relative aux voiries et aménagements paysagers : Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large, ces études spécifiques restent du ressort de BET Spécialisés.

3.4. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

Le nivellement effectué par nos soins ne peut nous être opposable et n'a qu'un caractère informatif. Il est extrapolé à partir d'un plan géométrique mais seul un levé de géomètre peut fournir un calage précis des têtes de sondages.

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
NGF extrapolé	53,4	53,0	53,4	52,6	52,1

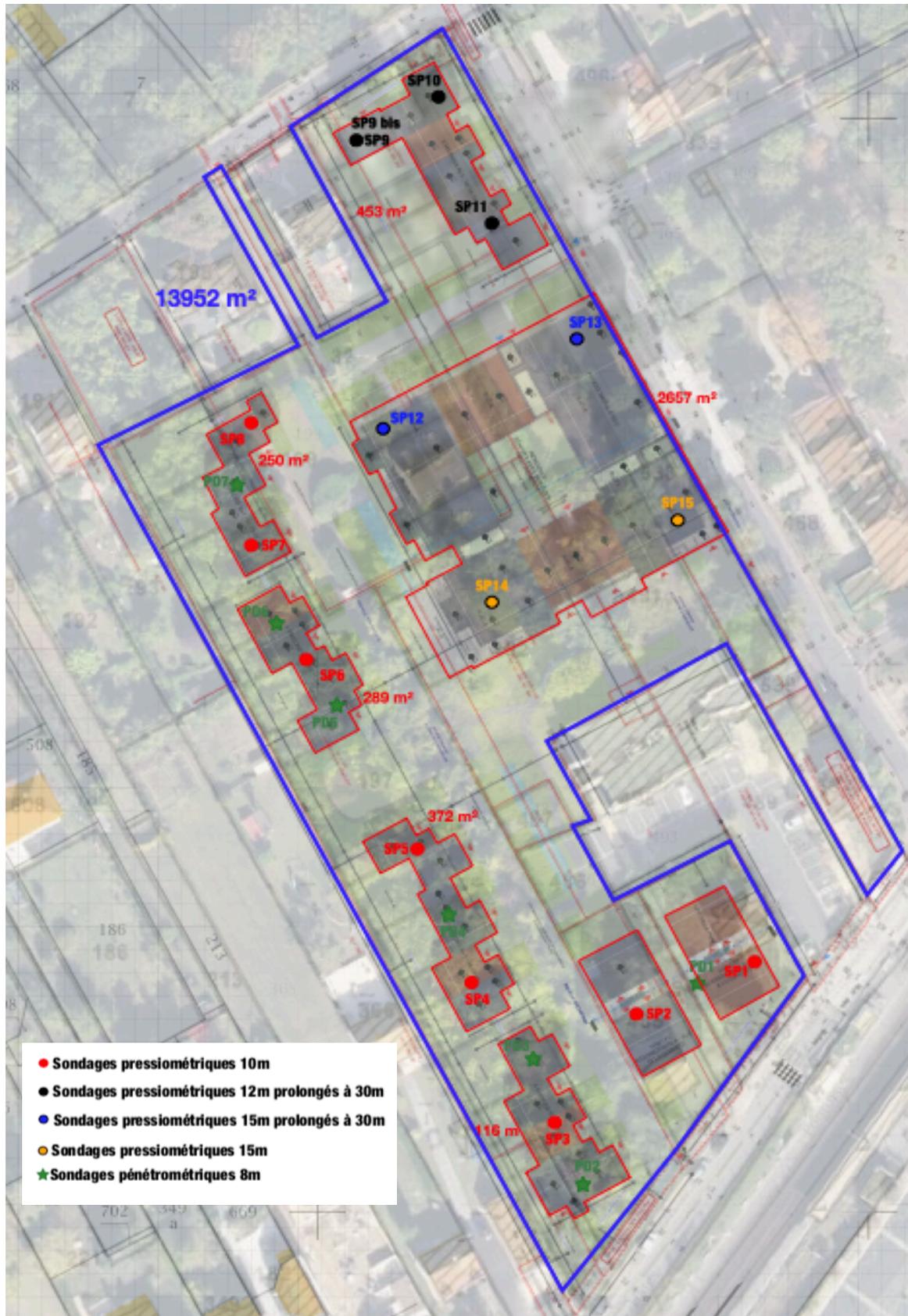
Sondage	SP6	SP7	SP8	SP9	SP9 BIS	SP10
NGF extrapolé	51,0	50,4	49,7	48,6	48,6	48,5

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	7/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

Sondage	SP11	SP12	SP13	SP14	SP15
NGF extrapolé	50,1	50,8	51,0	51,5	52,0

Sondage	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
NGF extrapolé	53,5	53,3	53,0	52,5	51,5	50,6	50,0

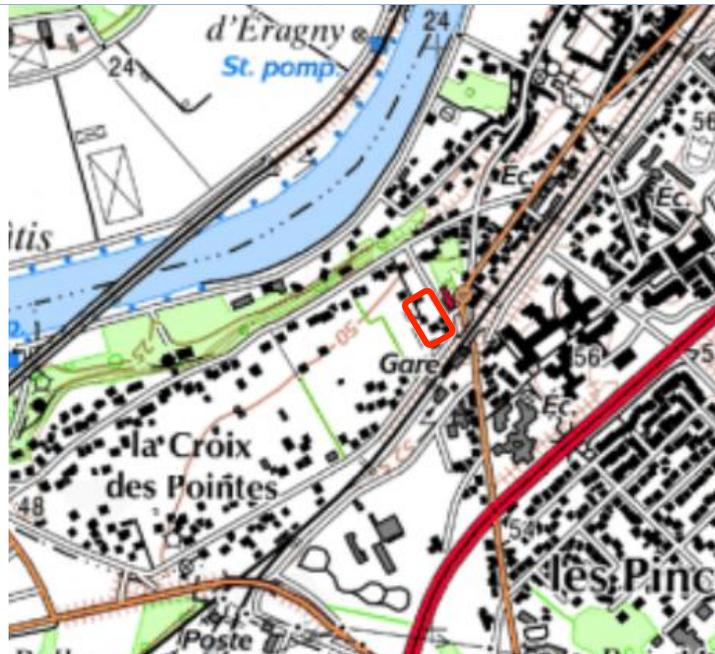
3.5. SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES



G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	8/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

4. GEOLOGIE / GEOTECHNIQUE

4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITE

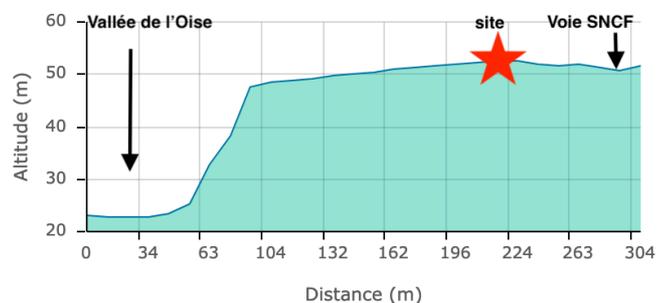


SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le terrain se trouve à toute proximité de la gare d'Eragny. Il est actuellement occupé par des maisons d'habitations d'un bâtiment de type R+1, un parking, et ainsi qu'une parcelle boisée.

La zone d'étude présente une légèrement pente vers le Nord (vers l'Oise).

La topographie du site varie entre 48,0 et 53 NGF.



SITUATION GEOLOGIQUE

Le terrain se trouve en contexte de plateau surplombant la vallée de l'Oise.

D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000 de PONTOISE, la suite lithologique attendue est la suivante :

- Remblais éventuels,
- Couverture limoneuse,
- Marnes et Caillasse du Lutétien supérieur (e5e).

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	9/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

AUTRES ALEAS**Inondation**

D'après le PPRI de l'Oise, le terrain étudié se trouve hors de la zone d'aléa. La commune fait partie des territoire à risque important (TRI). Néanmoins, le site est hors zone inondable.

Poches de dissolution de Gypse anté-ludien

Sans objet

4.2. BILAN SENSIBILITE

Type d'aléa	Niveau de risque
Retrait / gonflement des sols argileux	Aléa faible à moyen
Inondation par débordement d'un fleuve	Hors zone inondable
Mouvement de terrain.	Zone d'aléa fort selon le site GEORISQUE.
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. NATURE DES SOLS / PROPRIETES MECANIKES

4.3.1. Description des terrains / Caractéristiques pressiométriques

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante :

➤ **Remblais / terrain de couverture**

Description et stratigraphie	Caractéristiques mécaniques
<p>En tête de forages, les terrains sont composés soit de sable marron jaunâtre ou noirâtre soit de limon marron. Ces terrains correspondent probablement aux terrain de couverture ou des remblais sableux ou sablo-marneux. Ces sols varient entre 0,4 à 1,5 mètres d'épaisseur.</p> <p>Rappelons que de par leur nature, ces terrains peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées ; en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à proximité des bâtiments mitoyens (fondations, structures enterrées), - au niveau des réseaux, fosses ou cuves enterrés (démolis ou existants), - au droit d'anciennes constructions, et de celles vouées à la démolition, - au voisinage des sous-sols actuels où l'on ne peut exclure des zones talutées par endroit. 	<p>La faible épaisseur de cette couche n'a pas permis d'effectuer de mesures représentatives sur ce sol.</p>

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	12/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

➤ Marnes et caillasses et Calcaire Grossier du Lutétien

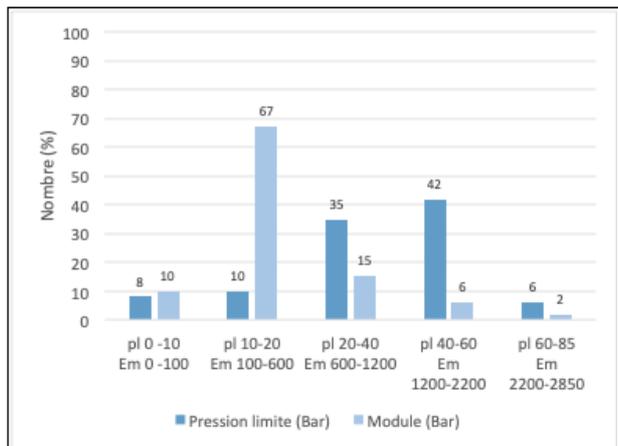
Description et stratigraphie

Marnes et Caillasses

La formation suivante est composée de marnes et calcaires beiges, crème à blanchâtre. Elle présente de nombreux blocs.
 Au droit de nos sondages, on rencontre des fractures dans le calcaire.

Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques pressiométriques de cet horizon sont très bonnes.



Répartition des valeurs pressiométriques dans les Marnes et caillasses du Lutétien

Nombre de valeurs				113	
	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Moyenne - 1/2 ecart type
PI (bar)	4,3	82,3	31,5	17,3	22,8
Em (bar)	39	2486	354	462	123

Calcaire Grossier

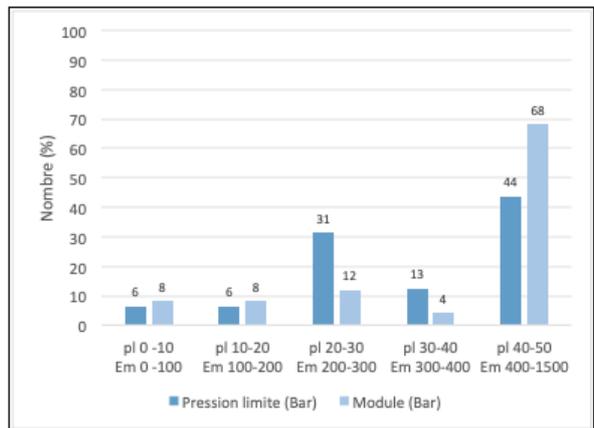
Il est difficile en fonction des coupes de terrains de distingués les marnes et caillasses et le Calcaire Grossier.
 Cependant à partir de 6 m/TN et 10 m/TN de profondeur un horizon plus compact probablement le Calcaire Grossier est observé avec des modules pressiométriques plus importants.

Au droit du sondage SP9 des anomalies ont été repérées à partir de 15,5 m/TN de profondeur et vers 20,5 m/TN (voir paragraphe 4.4).

La base de cette couche n'a pas été repérée au droit de tous nos sondages allant jusqu'à 30 m/TN soit aux alentours de 18,5 NGF.

Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques pressiométriques de cet horizon sont très bonnes.



Répartition des valeurs pressiométriques dans Le Calcaire Grossier du Lutétien

Nombre de valeurs				41	
	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Moyenne - 1/2 ecart type
PI (bar)	5,2	73,1	47,5	16,5	39,3
Em (bar)	35	2817	867	728	503

➤ **Sable de Cuise**

Description et stratigraphie	Caractéristiques mécaniques
Cette formation présente des marnes sableuses voire des sables légèrement argileuse verdâtre. Cet horizon est rencontré uniquement sur trois de nos sondages SP10, SP11 et SP12 descendus à 30 m de profondeur.	Aucun essai n'a été réalisé dans cette formation, par conséquent les caractéristiques mécaniques de cet horizon n'ont pas été déterminées.

4.3.2. Les essais de pénétration dynamique Type B

➤ **Caractéristiques de battage (Norme NF P94-115)**

Poids du mouton :	30,0 kg
Hauteur de chute :	20,0 cm
Section de la pointe :	10,00 cm ²
Poids d'une tige (1m) :	3,0 kg/ml

La formule des Hollandais a été appliquée pour la détermination des résistances dynamiques brutes.

➤ **Résultats**

Les courbes de battage sont données en annexes.

➤ **Commentaires sur ces essais.**

Les sondages pénétrométriques ont été réalisés au droit des futures maisons individuelles. Ils présentent sur environ 0,4 à 1,5 m et des terrains de couverture (terrains limoneux) avec des valeurs de résistances dynamiques faibles à bonnes inférieures à 50 bars. Par la suite, on rencontre les marnes et calcaires du Lutétiens avec des valeurs de résistance dynamiques supérieures à 100 bars. Les essais pénétrométriques présentent des refus rapidement dans cet horizon.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	14/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

4.4. RECHERCHE DE CARRIÈRE

Les résultats des enregistrements des paramètres de forage sont joints en annexes, sous forme de diagrammes où sont représentés :

- En abscisse :

- Les vitesses d'avancement instantanées en mètres/heures.
- La pression sur l'outil en bars,
- La pression d'injection en bars,
- Le couple de rotation en bars,

- En ordonnée :

- Les profondeurs en mètres.

Sondage	Interprétation	Niveau anomalies	Hauteur
SP1	Petite fracture du calcaire à partir de 9,10 m/TN jusqu'à 9,2 m/TN	Altitude à partir de 44,3 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,10 m
SP2	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		
SP3	Petite fracture du calcaire à partir de 8,5 m/TN jusqu'à 8,7 m/TN	Altitude à partir de 44,9 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,20 m
SP4	Petite fracture du calcaire à 3,5 m/TN	Altitude à partir de 44,1 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,10 m
SP5	Petite fracture du calcaire à 10,4 m/TN	Altitude à partir de 44,7 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,10 m
SP6	Altération à partir de 2,1 m/TN jusqu'à 2,4 m/TN	Altitude à partir de 48,9 NGF	Altération sur une hauteur de 0,30 m
SP7	Plusieurs petites altérations et fracturations à partir de 2 m /TN jusqu'à 8,5 m/TN	Altitude à partir de 48,4 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,10 m
		Altitude à partir de 42,3 NGF	Fracture sur une hauteur de 0,30 m
SP8	Aucune altération ou fracture important mis en évidence		
SP9	Fracturation a été rencontrée au droit de ce sondage à des profondeurs à partir de 15,5 m/TN et également à partir de 20 m /TN de profondeur.	Altitude à partir de 33,11 NGF	Fracturation sur une hauteur de 1,0 m
		Altitude à partir de 28,61 NGF	Fracturation sur une hauteur de 0,20 m
SP10	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		
SP11	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		
SP12	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		
SP13	Une fracture a été rencontrée au droit de ce sondage à des profondeurs de 28,0 m/TN de profondeur.	Altitude à partir de 23,0 NGF	Altération sur une hauteur de 0,30 m
SP14	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		
SP15	Aucune altération ou fracture importante a été mise en évidence		

- Inspection vidéo du sondage SP9 BIS

Nous avons demandé auprès de l'IGC, la réalisation d'une inspection caméra multidirectionnelle à visée panoramique. Les examens vidéo permettent ainsi de visualiser et d'évaluer l'état des cavages, des cavités, ou des carrières souterraines découvertes au droit et au voisinage des points de contrôle.

Un réalésage du sondage SP9 a été descendu jusqu'à 17,4 m de profondeur.

Après le passage caméra au droit du SP9, il a été observé sur une hauteur de 1,7 m un banc calcaire très fracturé. Aucun vide franc d'importance n'a été observé, par conséquent il n'y a pas de carrière avérée.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	16/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

4.5. AGRESSIVITE DU MILIEU VIS-A-VIS DES BETONS

4.5.1. Généralité

Les classes d'exposition des bétons vis-à-vis de leur environnement sont définies dans la norme NF EN 206 de Novembre 2014 dont nous rappelons ci-dessous quelques extraits.

Rappel des classes d'exposition :

Nomenclature	Définition	Exemple d'illustration
X0	Absence de risque d'exposition ou d'attaque	-
XC1 à XC4	Risque de corrosion par carbonatation	XC2 pour le cas général des fondations enterrées
XD1 à XD3	Risque de corrosion par les chlorures (hors eau de mer)	-
XS1 à XS3	Risque de corrosion par les chlorures de l'eau de mer.	XS3 éléments de structure marines dans les zones de marnage
XF1 à XF4	Risque d'attaque par le gel/dégel et agents de déverglaçage.	-
XA1 à XA3	Risque d'attaque chimique	Voir tableau ci-dessous.

La norme définit les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols de la façon suivante :

Pour les sols :

Classe d'exposition			XA1	XA2	XA3
caractéristique	norme				
SO ₄ ²⁻	mg/kg	EN 196-2	≥2000 et ≤3000	>3000 et ≤12000	>12000 et ≤24000
acidité	ml/Kg	prEN 16502	>200	non rencontré en pratique	

4.5.2. Agressivité du sol vis-à-vis des bétons

Des essais d'agressivité des sols suivant la norme NF EN 206-1 ont été réalisés sur des échantillons issus des sondages à la tarière ENVIRONNEMENT.

Échantillons	Profondeur	Nature	Sulfates (mg/kg MS-A)	Classe d'exposition
E1	1,5 m	Marne et calcaire	1980	< XA1
E2	1,0 m	Marne et calcaire	3400	XA2
E3	1,5 m	Marne et calcaire	2510	XA1
E4	1,0 m	Marne et calcaire	4850	XA2
E5	2,0 m	Marne et calcaire	3260	XA2
E6	1,0 m	Marne et calcaire	3470	XA2

Il appartiendra à l'entreprise et à son BET de choisir la formulation des bétons la plus appropriée pour le chantier.

4.5 EAU PHREATIQUE

4.5.1 Niveau piézométrique

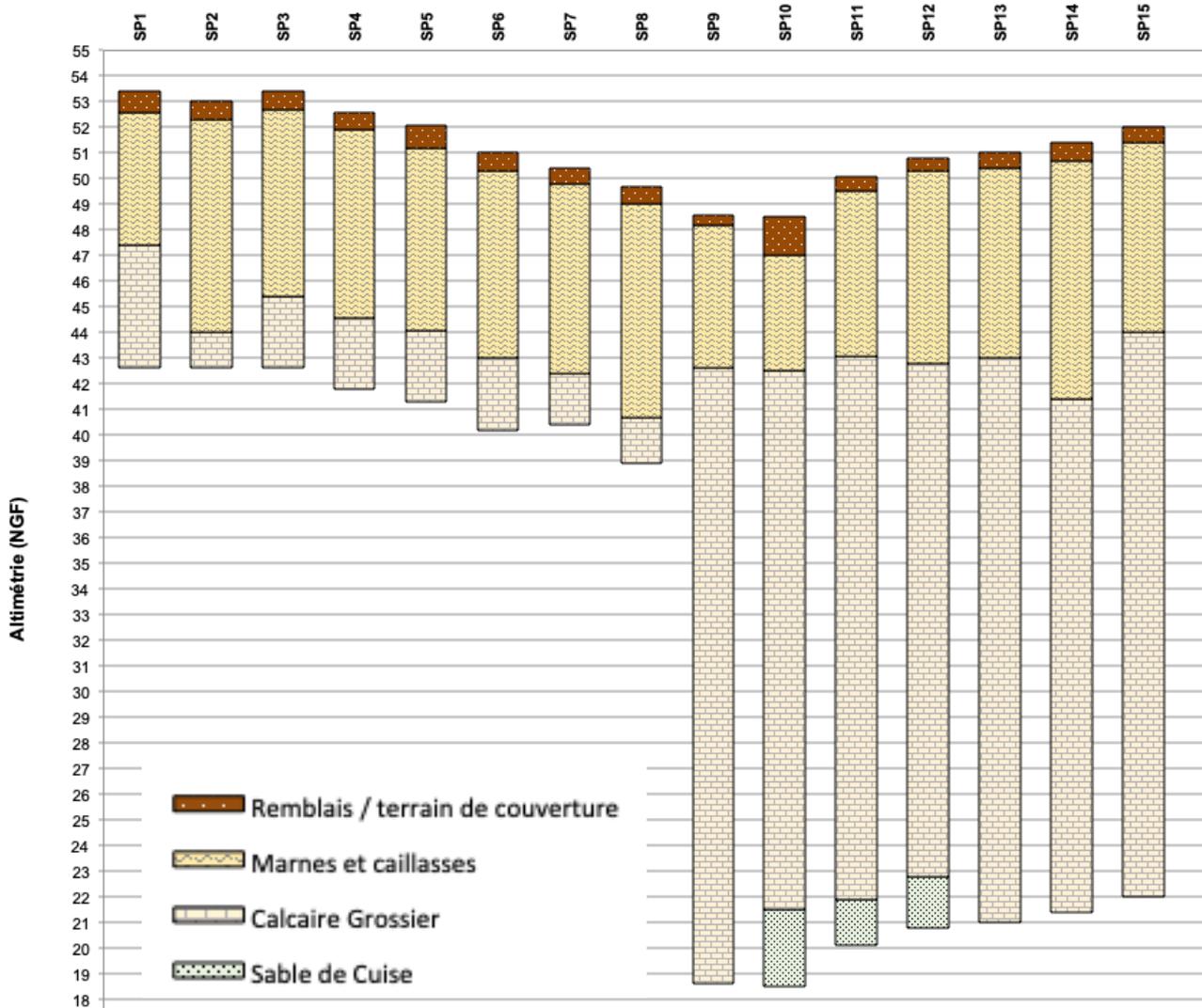
Deux piézomètres ont été mis en place lors de nos investigations, descendus à 8 m de profondeur. Ces piézomètres ont fait l'objet de relevés de niveau d'eau. En fin de chantier, les piézomètres se sont révélés sec.

Le tableau ci-après indique le résultat des relevés :

PIEZOMÈTRE	Profondeur	Date de relevé	Niveau d'eau
Pz1	8 m	27/07/20	Sec
Pz2	8 m	27/07/20	Sec

4.6 SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

4.6.1 Modèle stratigraphique



Logs stratigraphiques des sondages

4.5.1. Modèle géomécanique

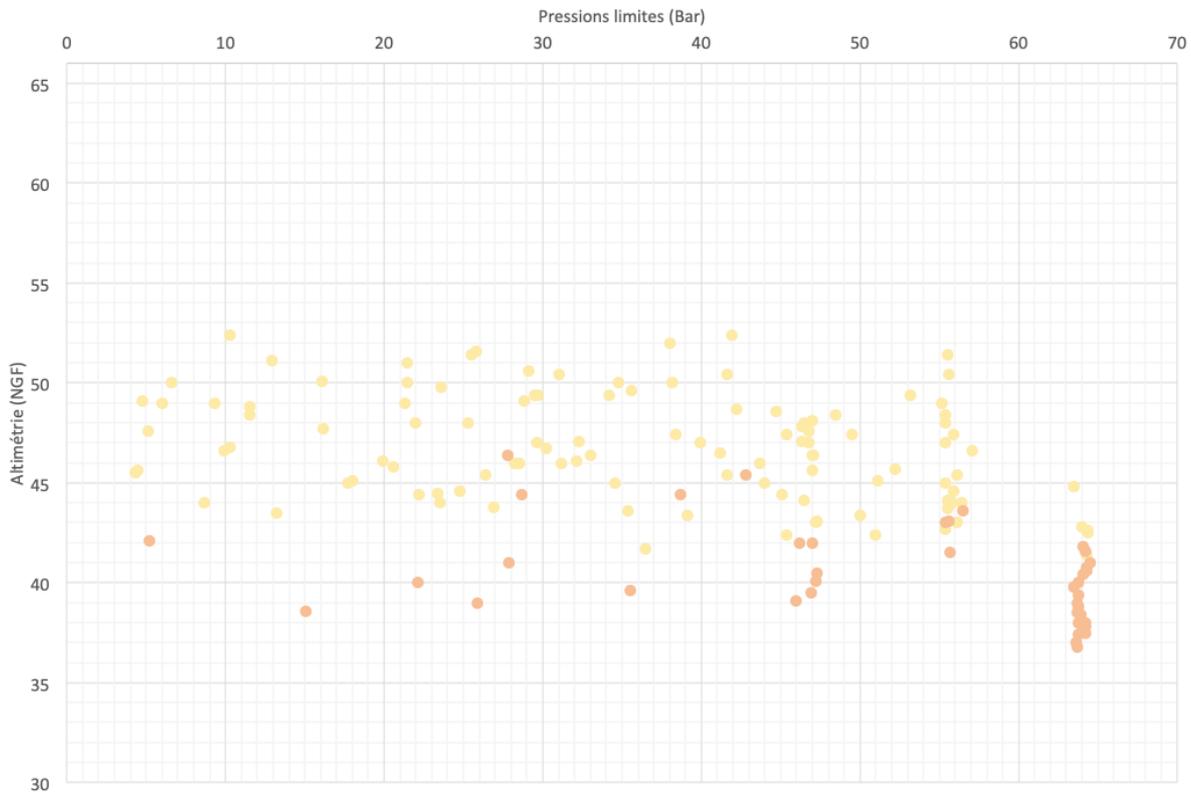


Tableau de répartition des pressions limites de rupture :

- Marnes et Caillasses
- Calcaire Grossier

Les marnes caillasses comme le calcaire Grossier présentent des valeurs de pressions limites très bonnes (plus de 20 bar), mais on observe néanmoins de nombreuses fractures dans le calcaire.

5 PROJET

5.6 CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES

5.6.1 Catégorie d'ouvrage

Le projet est classé selon l'Eurocode 7 dans les catégories suivantes :

Catégorie géotechnique	2	Ouvrages classiques et fondations sans risque, condition de terrain et chargements exceptionnels
Classe de conséquence	CC2	Effets modérés sur les personnes ou les constructions avoisinantes
Catégorie de durée d'utilisation	4	50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment

* Ces données sont à confirmer par le Maître d'Ouvrage

5.6.2 Contenu architectural

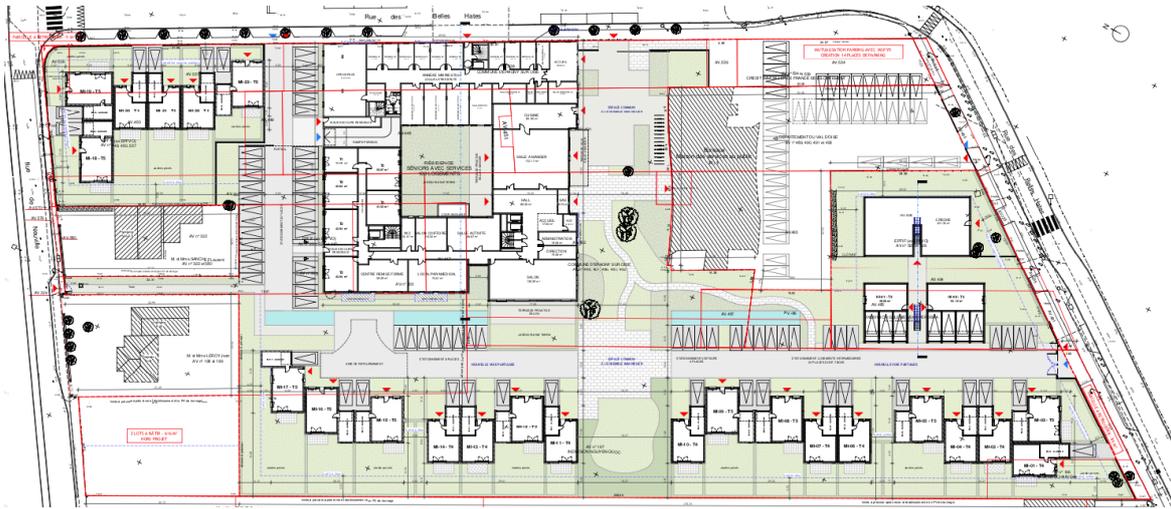
Le projet prévoit la construction d'un ensemble immobilier soit :

- 23 maisons individuelles sans niveau de sous-sol à l'ouest et au nord du site ;
- 2 bâtiments avec un ensemble de 18 logements de type R+2 et une crèche au RDC au droit de l'un des bâtiments. Ces bâtiments ne comporteront pas de sous-sol ;
- un bâtiment de résidence sénior et d'une mairie annexe conçu en R+2+A avec un niveau de sous-sol partiel.



Plan de masse de l'ensemble du projet du 16 Juillet 2020

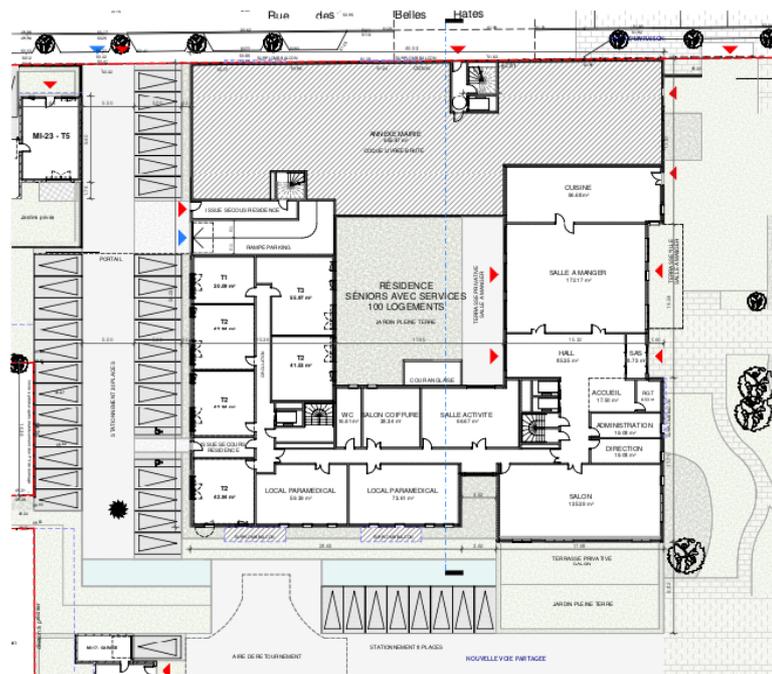
G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	21/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page



Plan du RDC de l'ensemble du projet du 16 Juillet 2020

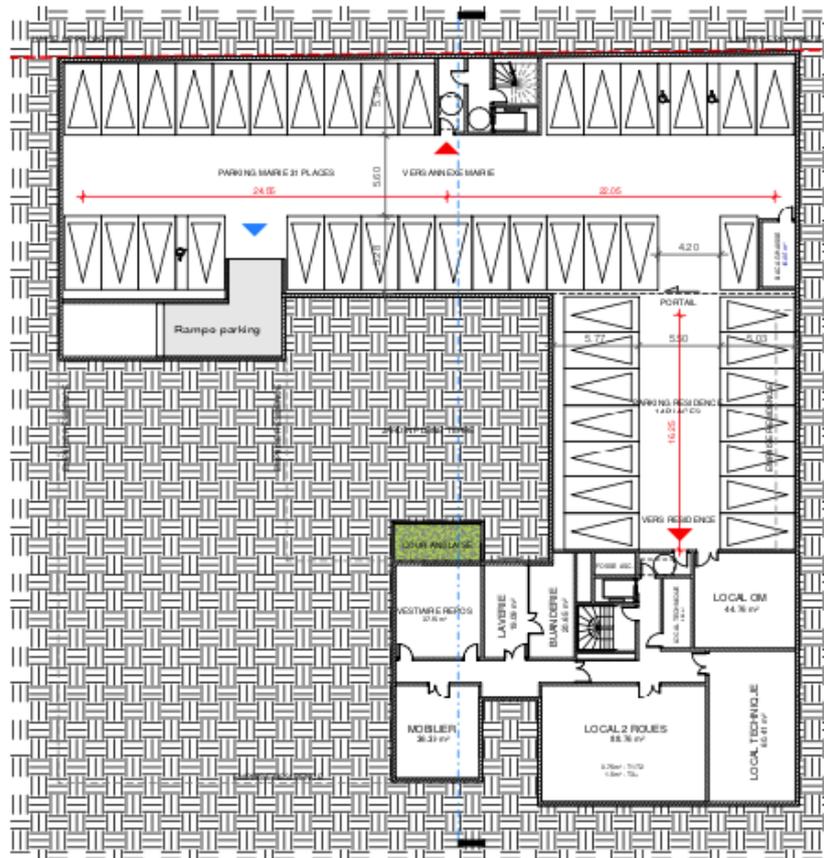


Coupe du projet de la résidence sénior et de la mairie annexe du 15 Novembre 2019

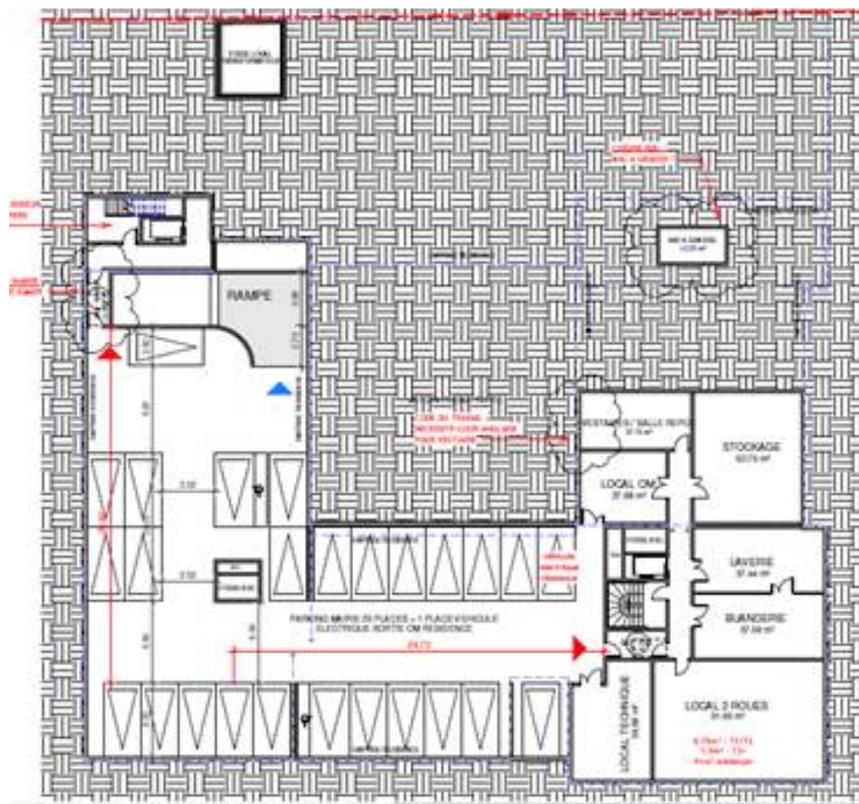


Plan du RDC du projet de la résidence sénior et de la mairie annexe du 14 Avril 2020

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	22/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page



Plan du sous-sol du projet de la résidence sénior et de la mairie annexe du 14 Avril 2020



Plan du sous-sol du projet de la résidence sénior et de la mairie annexe (variante)

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	23/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

L'ensemble des bâtiments est sans niveau de sous-sol sauf au droit de la résidence sénior qui comportera un niveau de sous-sol partiel. Aucune cote ne nous a été communiquée, néanmoins selon la coupe à notre disposition le sous-sol sera à -3,0 m /TN.

5.6.3 Descente de charges

Les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées. Nous retiendrons en hypothèses des charges (ELS G+Q) de l'ordre de :

Bâtiment	Charge ponctuelle en ELS (G+Q)	Charge linéaire
Maisons individuelles	30 T	7 T/ml
Bâtiments intermédiaires R+2+Attique	150 T	20 T/ml
Résidence Sénior et mairie R+2+Attique+1 SSOL	180 T	25 T/ml

Si les valeurs réelles de descentes de charges venaient à différer de manière significative des hypothèses énoncées au-dessus, il conviendra de nous en informer afin de revoir tout ou partit de nos préconisations.

6 GEOTECHNIQUE DES FONDATIONS

6.1 PROPOSITION DE FONDATIONS

6.1.1 Choix d'un mode de fondation par semelles

Maisons individuelles et bâtiments intermédiaires :

Les 23 maisons individuelles et les bâtiments intermédiaires seront réalisés en rdc sans niveau de sous-sol, Le fond de fouille sera constitué par des remblais en partie (épaisseur variable sur site) ou directement sur les marnes et calcaire du Lutétien. On pourra envisager la réalisation d'un **mode de fondations superficielles par semelles isolées ou filantes**.

Les semelles traverseront les remblais et les terrains de couverture et seront ancrées dans les Marnes et calcaire du Lutétien.

La résidence sénior et la mairie annexe :

La résidence sénior et la mairie annexe comporteront un niveau de sous-sol. Le fond de fouille sera constitué des marnes et calcaire du Lutétien. On envisagera un **mode de fondations superficielles par semelles isolées ou filantes**.

Règles de l'art minimales.

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

- **Traverser** la totalité des terrains remaniés par les travaux de démolition et par les terrassements,
- **Ancrage** dans le terrain d'assise défini par l'étude géotechnique, en place et non remanié sur 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 dépendra de la forme de la fondation et du chargement afin de permettre au projeteur Béton Armé d'appliquer « la méthode des bielles »,
- **Bétonnage** à pleine fouille au minimum sur les hauteurs définies et immédiatement après ouverture sur un support parfaitement sain, nettoyé à la main et si nécessaire recompacté (à la plaque vibrante ou au pied dameur).

6.1.2 Éléments de dimensionnement : contrainte admissible

Généralités sur le principe de dimensionnement

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). Nous présentons ci-après un pré-dimensionnement issu de la norme d'application Eurocode 7.

Pour le calcul de la portance aux ELU et aux ELS, on utilise la formule suivante :

$$R_{v;d} = \frac{A \cdot q_{net}}{\gamma_{R;d;v} \cdot \gamma_{R;v}}$$

avec : $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation

A : surface effective de la semelle (Pour les exemples de pré-dimensionnement, nous retiendrons par défaut $A'=A$; soit un cas de chargement sans excentrement).

q_{net} : résistance nette du terrain sous la fondation calculée selon la méthode pressiométrique

$\gamma_{R;d;v}$: coefficient de modèle (1,2 pour la méthode pressiométrique)

$\gamma_{R;v}$: facteur partiel de résistance (ensemble R2)

Pour le calcul de la résistance nette du terrain, on utilise la méthode pressiométrique:

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

avec: k_p : facteur de portance

p_{le}^* : pression limite nette équivalente.

	$\gamma_{R,v}$
ELU situations de projet durables et transitoires	1,4
ELU situations de projet accidentelles	1,2
ELS combinaisons permanentes et caractéristiques	2,3

Détail du coefficient partiel de résistance

i_δ et i_β : coefficients de réduction liés respectivement à l'inclinaison de la charge et à la proximité d'un talus

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	25/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

Pour les exemples de pré-dimensionnement, nous retiendrons par défaut $i\delta = i\beta = 1$; soit un cas de chargement vertical et une semelle suffisamment éloignée d'un talus.

On notera que le calcul de portance est fonction de la forme de la fondation et des charges réelles apportées. Les résistances et les tassements fournis dans ce rapport sont donc estimés à partir de charges et de formes prises en hypothèses.

A l'ELS, les critères de déplacements et de portance sont vérifiés. La vérification de la portance permet notamment de limiter la charge transmise au terrain de manière à prévenir les phénomènes de fluage et de vérifier que le calcul de tassement a été réalisé dans une gamme de chargement acceptable (voir paragraphes 8.3 (2) (4) et 13.1 (3) de la norme d'application). Cette notion correspond au $R_{v,d} / A$ « limitation de la charge » reportée dans le tableau ci-dessous ; c'est avec ce taux de travail ELS que sont estimés les tassements.

Justification EC7 :

ELU STR : calcul BA des semelles.

ELU GEO : vérification portance. Limitation de l'excentricité. Vérification du glissement de la semelle.

ELS GEO : vérification des tassements absolus et admissibilité des tassements différentiels

Combinaisons d'actions pertinentes.

Cas G_k défavorable :

ELU STR/GEO (hors nappe) : $1,35 G_{k,sup} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_0 \sum Q_{i \geq 1}$

ELU STR/GEO (avec eau défavorable) : $1,35 G_{k,sup} + 1,2 F_{w,EH} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_0 \sum Q_{i \geq 1}$

ELU STR/GEO (avec eau favorable) : $1,35 G_{k,sup} + 1,0 F_{w,EB} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_0 \sum Q_{i \geq 1}$

Cas G_k favorable : mêmes combinaisons en remplaçant $1,35 G_{k,sup}$ par $1,0 G_{k,inf}$

ELU Accidentel ou Sismique (hors incendie) : $G_k + A_d + \psi_2 \sum Q_{i \geq 1}$

ELS Caractéristique : $G_k + Q_1 + \sum \psi_{0i} Q_{i \geq 1}$

ELS Fréquent : $G_k + \psi_1 Q_1 + \sum \psi_{2i} Q_{i \geq 1}$

ELS Quasi-permanent : $G_k + \sum \psi_{2i} Q_{i \geq 1}$

Avec :

G_k : valeur caractéristique de l'action permanente

Q_1 : valeur caractéristique de l'action variable de base (max (Q_i)).

Q_i : valeur caractéristique de l'action variable d'accompagnement

A_d : action accidentelle ou sismique (A_{ed})

ψ_i : coefficient de probabilité de simultanéité des actions (voir Eurocode 0).

F_w : voir paragraphe 7.1.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	26/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

Maisons individuelles au droit des parcelles AV 196 - 199 - 497 :

Si l'on considère une semelle carrée minimum de 1,0 m de côté, on obtient en première approche les résistances et tassements suivants au droit des sondages :

	(unité)	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
Tête de sondage	(NGF)	53,4	52,6	52,1	51,0	50,4	49,7
Arase basse	(NGF)	#52,0	#51,4	#49,5	#49,0	#48,5	#48,5
Catégorie du sol d'assise	-	Marnes et Calcaire du Lutétien					
Kp * ple	(Bar)	70,5	32,3	8,8	11,4	48,4	17,2
R _{v,d} / A - ELU situations durables / transitoires	(Bar)	42,0	19,2	5,3	6,8	28,8	10,2
R _{v,d} / A - ELS combinaisons QP et Caract	(Bar)	25,6	11,7	3,2	4,1	17,5	6,2
R _{v,d} / A - ELS "limitation de la charge"	(Bar)	3	3	3	3	3	3
Charge verticale ELS	T	30	30	30	30	30	30
α	(sd)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tassement s _f	(cm)	0,1	0,2	1,0	0,7	0,2	0,3

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes pour les maisons individuelles et le s bâtiment intermédiaires :

$\sigma_{ELS} = 3,0$ bar (charges verticales centrées).

Maisons individuelles au droit des parcelles AV 449 - 450 - 536 - 537 :

Si l'on considère une semelle carrée minimum de 1,0 m de côté, on obtient en première approche les résistances et tassements suivants au droit des sondages :

	(unité)	SP9	SP10	SP11
Tête de sondage	(NGF)	48,6	48,5	50,1
Arase basse	(NGF)	#47,5	#46,5	#49,0
Catégorie du sol d'assise	-	Marnes et Calcaire du Lutétien		
$K_p * p_{le}$	(sd)	12,4	7,9	22,6
$R_{v,d} / A$ - ELU situations durables / transitoires	(Bar)	7,4	4,7	13,4
$R_{v,d} / A$ - ELS combinaisons QP et Caract	(Bar)	4,5	2,8	8,2
$R_{v,d} / A$ - ELS "limitation de la charge"	(Bar)	3	3	3
Charge verticale ELS	T	30	30	30
α	(sd)	0,5	0,5	0,5
Tassement s_f	(cm)	1,0	0,4	0,3

Du à la présence d'un mauvais essai au droit du sondage SP10, la contrainte attendue est légèrement inférieure à celle donnée.

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes pour les maisons individuelles et le s bâtiment intermédiaires :

$$\sigma_{ELS} = 3,0 \text{ bar (charges verticales centrées).}$$

Bâtiments intermédiaires au droit des parcelles AV 485 - 494 - 525 :

Si l'on considère une semelle carrée minimum de 2,3 m de côté, on obtient en première approche les résistances et tassements suivants au droit des sondages :

	(unité)	SP1	SP2
Tête de sondage	(NGF)	53,4	53,0
Arase basse	(NGF)	#52,0	#52,0
Catégorie du sol d'assise	-	Marnes et Calcaire du Lutétien	
$K_p * p_{le}$	(Bar)	31,6	30,2
$R_{v,d} / A$ - ELU situations durables / transitoires	(Bar)	18,8	17,9
$R_{v,d} / A$ - ELS combinaisons QP et Caract	(Bar)	11,4	10,9
$R_{v,d} / A$ - ELS "limitation de la charge"	(Bar)	3	3
Charge verticale ELS	T	159	159
α	(sd)	0,5	0,5
Tassement s_f	(cm)	0,4	0,3

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes pour les maisons individuelles et le s bâtiment intermédiaires :

$\sigma_{ELS} = 3,0$ bar (charges verticales centrées).

Résidence sénior et mairie annexe :

Si l'on considère une semelle carrée minimum de 2,5 m de côté, on obtient en première approche les résistances et tassements suivants au droit des sondages :

	(unité)	SP12	SP13	SP14	SP15
Tête de sondage	(NGF)	50,8	51,0	51,4	52,0
Arase basse	(NGF)	#46,5	#46,5	#46,5	#46,5
Catégorie du sol d'assise	-	Marnes et Calcaire du Lutétien			
Kp * ple	(Bar)	37,2	15,4	38,9	50,3
R _{v,d} / A - ELU situations durables / transitoires	(Bar)	22,1	9,1	23,2	29,9
R _{v,d} / A - ELS combinaisons QP et Caract	(Bar)	13,5	5,6	14,1	18,2
R_{v,d} / A - ELS "limitation de la charge"	(Bar)	3	3	3	3
Charge verticale ELS	T	188	188	188	188
α	(sd)	0,5	0,5	0,5	0,5
Tassement s_f	(cm)	0,4	0,5	0,3	0,4

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes pour les maisons individuelles et les bâtiments intermédiaires :

$$\sigma_{ELS} = 3,0 \text{ bar (charges verticales centrées).}$$

6.1.3 Remarques générales sur la conception des fondations.

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

6.1.4 Préconisations générales d'exécution

Il est nécessaire de couler dans des terrains non remaniés ; il conviendra de respecter les conditions suivantes :

- Assainissement du fond de fouille si besoin (stagnation des eaux météoriques),
- Purge et substitution par un matériau noble compacté et contrôlé, des zones molles, identifiées à l'ouverture des fouilles,
- - Une purge ou un curage des zones humides et remaniées sera impérative avant bétonnage. Dans tous les cas, le béton des fondations sera coulé sur un support sain, soigneusement nettoyé et hors-d'eau.
- - 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.
- - La présence d'éléments durs au sein des remblais (*blocs béton, dalles ou éléments de démolition*), et au sein des marnes et calcaire du Lutétien (bancs ou blocs 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.
- Compactage intensif du fond de fouille afin de repérer les zones de faible portance. Le contrôle des couches de fondations par essais de chargement à la plaque type LCPC ou Westergaard sera effectué. Ces contrôles devront permettre l'obtention d'un module de Westergaard au moins égal à 100 MPa/m.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	31/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

6.2 NATURE DU NIVEAU BAS`

6.2.1 Dallages du R-1

D'après les résultats de nos reconnaissances, et selon les terrassements envisagés soit 3 m de profondeur, les terrains en fond de fouille seront représentés par des marnes et calcaire du Lutétien (hors remaniement).

La réalisation de complexes dallages sera envisageable sous réserve de respecter les préconisations suivantes :

- Les terrains remaniés par les terrassements, et les éventuels sols détrempés, seront purgés.
- La PST sera compactée afin de détecter les zones de moindre portance qu'il faudra purger. Les zones purgées feront l'objet de mise en place de remblais techniques (*matériaux d'apport nobles insensibles à l'eau, compactage par couches minces de 30 cm...*).
- Les dallages devront être fractionnés pour canaliser la fissuration et désolidarisés des murs.

Lors des travaux de réalisation de plate-forme, il sera nécessaire de procéder aux contrôles classiques suivants :

- Nature et classification des matériaux (*matériaux d'apport*),
- Sensibilité à l'eau,
- Teneur en eau et essais Proctor,
- Taux de compactage de l'arase et de la plate-forme,
- Dosage des sulfates et agressivités des sols.

Les fonds de forme et les plates-formes seront compactés à 95 % de l'optimum Proctor. Toutes les phases de compactage devront être contrôlées par des essais de chargement à la plaque type Westergaard ou LCPC. Il sera nécessaire d'obtenir un module de Westergaard au minimum égal à **5 bars/cm** au niveau de la plate-forme.

Pour les calculs de dallage, on prendra, en avant-projet, un module d'élasticité calculé avec : α (coefficient rhéologique) = 0,5 et $E_M = 350$ bar (E_M correspondant au module pressiométrique), soit $E_s = 700$ bar.

Cette solution suppose un fond de fouille sain, non soumis aux intempéries et validé avant coulage (*vérification des teneurs en eau notamment*) car les risques de mouvements ultérieurs sont directement liés à la qualité des travaux d'exécution. Les périodes climatiques défavorables pourront entraîner des arrêts de chantier, voire imposer la réalisation d'un plancher porté (*impossibilité de réaliser un compactage satisfaisant sans traitement préalable*).

Du fait de la nature des sols (remblais) et de l'utilisation noble du niveau bas, si le fond de fouille ne se compose pas totalement par les marnes et calcaire du Lutétien, nous préconisons la mise en place d'un plancher porté.

6.2.2 Plancher porté pour les RdC

Au droit des projets sans niveau de sous-sol, dans le cas le fond de fouille ne se composerait pas totalement des marnes et calcaire du Lutétien mais en partie de remblais, nous préconisons la mise en place d'un plancher porté au droit de ces ouvrages.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	32/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

7 PROTECTION CONTRE LES EAUX

7.1 Généralités

Quelques rappels :

Dans la pratique, toutes les infrastructures des ouvrages enterrés sont potentiellement exposées à des venues d'eau.

- soit par à l'action d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue dans le temps.
- soit par d'autres mécanismes : débordement d'un fleuve, eaux d'infiltrations diverses : pluies, réseau enterré...

On appelle cuvelage un revêtement d'imperméabilisation ou un revêtement d'étanchéité appliqué sur la structure interne ou externe de l'ouvrage potentiellement immergé par les mécanismes décrits plus haut et cela afin de le soustraire à la pénétration de l'eau.

En d'autres termes, le cuvelage est l'addition d'une structure béton dimensionnée en conséquence et un revêtement d'étanchéité ou d'imperméabilisation décrit par le DTU 14.1. Les règles du Béton Armé définissent la quantité des aciers, leurs diamètres et leurs positions pour la limitation de la fissuration dans le béton (on parle de fissuration préjudiciable ou très préjudiciable).

La quantité d'aciers dépend des sous-pressions dans les ouvrages : le calcul est réalisé sur la base du niveau de l'eau E retenue par le maître d'ouvrage + 50 cm.

L'action de l'eau dépend de son niveau, on distingue d'après l'Eurocode 0 :

- le niveau des plus basses eaux « **EB** » ou niveau quasi-permanent, correspond au niveau d'être dépassé pendant 50% du temps de référence,
- le niveau des eaux fréquentes « **EF** », correspond au niveau d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence,
- le niveau des hautes eaux « **EH** », ou niveau caractéristique correspondant à la période de retour de 50 ans,
- le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** », correspondant aux plus hautes eaux prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation et qui donne les actions accidentelles.

On classe les ouvrages immergés selon leur type d'étanchéité :

- 1/ ouvrages à structure relativement étanche pour lesquels il est admis un léger passage d'eau (moyenne annuelle < 500 cm³/m²) à débit contrôlé et éventuellement récupéré. Dans ce cas, c'est le béton par sa compacité et sa résistance qui s'oppose au passage de l'eau. On adjoint alors dans la masse du béton un adjuvant hydrofuge qui diminue la porosité du béton et limite les arrivées d'eau. La qualité du béton, **le ferrailage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.**

- 2/ ouvrages étanchés par un revêtement intérieur **d'imperméabilisation** (cristallisation...) ou **d'étanchéité** (résines spéciales encore peu courantes...). La qualité du béton, le ferrailage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1. Dans les deux cas, et si le support ne se fissure pas, le revêtement empêche le passage de l'eau liquide mais seule l'étanchéité dispose d'un pare vapeur.

- 3/ ouvrages étanchés par un **revêtement extérieur d'étanchéité** (cuvelage par extradados), à base de produits plastiques, élastiques-plastiques ou élastiques. La qualité du béton, le ferrailage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

Pour des ouvrages non concernés par la nappe et pour un simple usage de stationnement de véhicule, des pénétrations d'eau ne compromettent pas l'utilisation des locaux. Dans ce cas, des géo-composites drainants peuvent être mis en place derrière les voiles contre-terre avec pour exutoire des barbacanes percées en pied de voiles et se déversant par des cunettes internes dont l'exutoire final sera la fosse de relevage des eaux de parking.

7.2 Préconisations Phase provisoire pour un projet avec un niveau de sous-sol

En phase provisoire, pour un projet sur 1 niveau de sous-sol, les terrassements ne recouperont pas le niveau de la nappe phréatique.

De simples pompages de surface seront ainsi à prévoir afin de récupérer ces eaux et assainir les fouilles. Les fonds de fouille seront dressés avec une légère pente et seront équipés de dispositifs de drainage afin de réaliser la totalité des infrastructures dans les meilleures conditions, c'est-à-dire, hors d'eau, et assurer la traficabilité des engins de chantier.

Dans tous les cas, l'entreprise s'attachera à rendre les fonds de fouille sains, afin de réaliser la totalité des infrastructures (fondations, voiles...) dans les meilleures conditions, c'est-à-dire hors d'eau. Pour cela, elle devra éviter toute stagnation d'eau souterraine ou météorique dans la fouille et mettre en œuvre des épaissements ou pompages appropriés.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	33/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

7.3 Préconisations Phase définitive pour un projet avec un niveau de sous-sol

Un projet sur 1 niveau de sous-sol, n'est pas concerné par les battements phréatiques dans le contexte géologique défini plus haut.

La protection des infrastructures concerne donc les eaux d'infiltrations naturelles ou accidentelles qui s'accumulent contre les voiles et provoquent de l'humidité ou des infiltrations au travers des voiles béton.

Dans les zones de parkings ouverts, on pourra prévoir la réalisation de barbacanes avec rigoles en pied de mur. Ceci suppose d'accepter des traces d'humidité ou des infiltrations dans la face intérieure des murs du sous-sol. La mise en place d'un géocomposite vertical de drainage permettra de répartir les arrivées d'eau et assurer le passage de l'eau dans les barbacanes. L'eau des cunettes devra pouvoir s'évacuer gravitairement vers les postes de relevage.

Dans les zones de caves ou locaux techniques peu sensibles, il conviendra de prévoir un dispositif de drainage et protection périphérique (cf. DTU 20.1). Toutefois, sa mise en œuvre pourra s'avérer délicate en cas de voiles contre-terre et nécessitera dans ce cas la mise en place d'un géocomposite vertical de drainage avec un drain collecteur en partie basse, ou bien l'étanchéité du voile.

Dans les locaux techniques sensibles (postes électriques, machineries d'ascenseurs...) un revêtement d'imperméabilisation (voire une véritable étanchéité) peut être demandé afin de garantir du bon fonctionnement des installations qu'ils abritent.

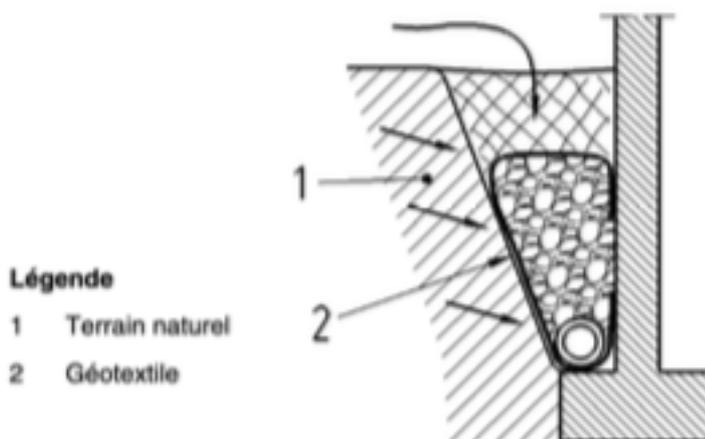
7.4 Préconisations Phase provisoire pour un projet sans niveau de sous-sol

Assainissement des fonds de fouille : des épuisement seront à prévoir afin de récupérer les eaux météoriques. Les fonds de fouille seront dressés avec une légère pente et seront équipés de dispositifs de drainage afin de réaliser la totalité des infrastructures dans les meilleures conditions, c'est à dire, hors d'eau, et assurer la traficabilité des engins de chantier.

7.5 Préconisations Phase définitive pour un projet sans niveau de sous-sol

Il est règle de se prémunir contre les remontées d'eau capillaires dans les murs extérieurs, par une coupure anti-capillarité.

Le drainage périmétrique pour les bâtiments sans sous-sol, comme il est de règle : un drain sera mis en place sur l'arase supérieure extérieure des semelles afin de limiter les accumulations d'eau (voir schéma ci-dessous) :



Principe de drainage des fondations pour les bâtiments sans sous-sol Extrait du DTU 20.1

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	34/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

8 SOUTÈNEMENTS

8.1 Estimation de la poussée des terres

Combinaisons d'actions pertinentes.

Cas où Gk constitue l'action déstabilisatrice

ELU EQU (avec eau défavorable) : $1,1 G_{k,sup} + \max(1,2 F_{w,EH} ; F_{w,EE}) + 1,5 Q_1 + 1,5 \sum \psi_{0i} Q_i \text{ } i>1$

ELU EQU (hors incendie) : $G_{k,sup} + F_{w,EE} + \sum \psi_{2i} Q_i \text{ } i>1=1$

ELU STR (hors nappe) : $1,35 G_{k,sup} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_0 \sum Q_i \text{ } i>1$

ELU STR (avec eau défavorable) : $1,35 G_{k,sup} + 1,2 F_{w,EH} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_{0i} \sum Q_i \text{ } i>1$

Cas où Gk constitue l'action stabilisatrice

ELU EQU (avec eau défavorable) : $0,95 G_{k,inf} + \max(1,2 F_{w,EH} ; F_{w,EE}) + 1,5 Q_1 + 1,5 \sum \psi_{0i} Q_i \text{ } i>1$

ELU EQU (hors incendie) : $G_{k,inf} + F_{w,EE} + \sum \psi_{2i} Q_i \text{ } i>1=1$

ELU STR/GEO (avec eau défavorable) : $1,0 G_{k,inf} + 1,2 F_{w,EH} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_{0i} \sum Q_i \text{ } i>1$

ELU STR/GEO (avec eau favorable) : $1,0 G_{k,inf} + 1,0 F_{w,EB} + 1,5 Q_1 + 1,5 \psi_{0i} \sum Q_i \text{ } i>1$

ELU accidentel (hors incendie) : $G_k + Ad + F_{w,EE} + \sum \psi_{2i} Q_i \text{ } i>1$

Avec:

Gk : valeur caractéristique de l'action permanente

Q₁ : valeur caractéristique de l'action variable de base (max (Qi) déstabilisatrices)

Q_i : valeur caractéristique de l'action variable d'accompagnement (déstabilisatrices)

Ad : action accidentelle ou sismique

ψ_i : coefficient de probabilité de simultanéité des actions (voir Eurocode 0).

F_w : voir paragraphe 7.1.

➤ Généralités sur le principe de dimensionnement

Pour la justification des murs, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-281** « Murs » (Avril 2014).

Pour la justification des écrans, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-282** « Ecrans » (Mars 2009 + Amendement A1 de Février 2015).

Justification EC7 :

ELU STR : Vérification du moment de flexion dans le soutènement.

ELU GEO : Vérification Butée Mobilisable/Butée Mobilisée. Vérification au glissement pour les murs. Vérification du glissement généralisé.

ELU GEO : Vérification de la portance si l'élément est porteur.

ELS GEO : Vérification de la déformée.

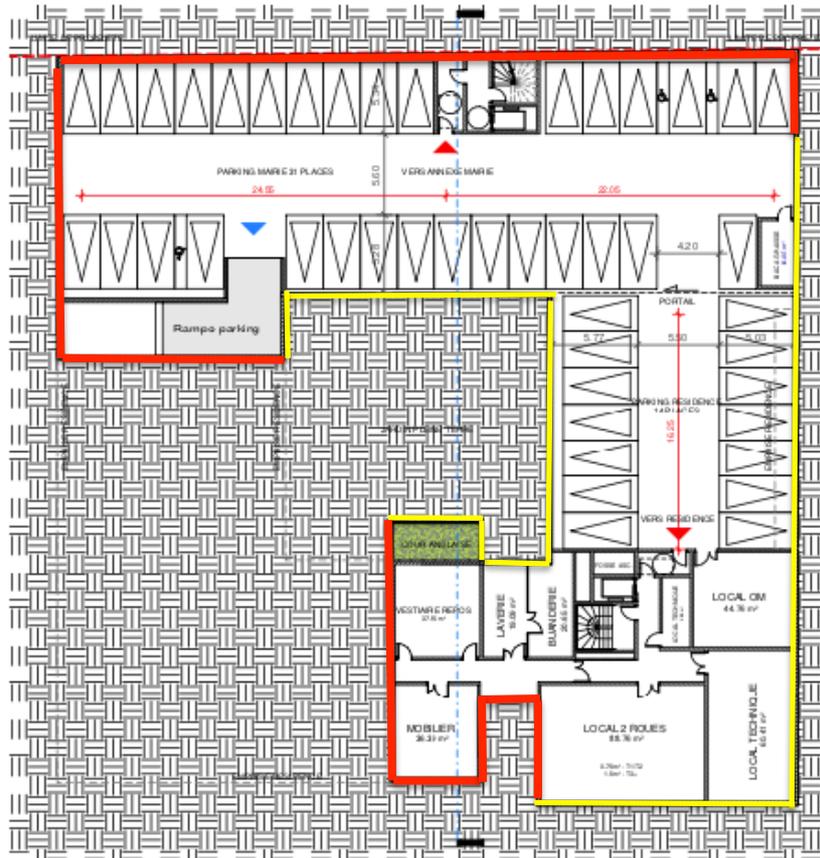
Les paramètres de sol à retenir pour les calculs de soutènement sont résumés dans le tableau ci-après :

Couche de sol	Base (m)	γ (KN/m ³)	φ u / φ' (°)	Cu / C' (KPa)	Ka	PI (bar)	Em (bar)	α
Remblais	1,5	19	25	0	0,406	-	15	1/3
Marnes et Calcaires du Lutétien	3,0	19	25	20	0,406	35	350	1/2

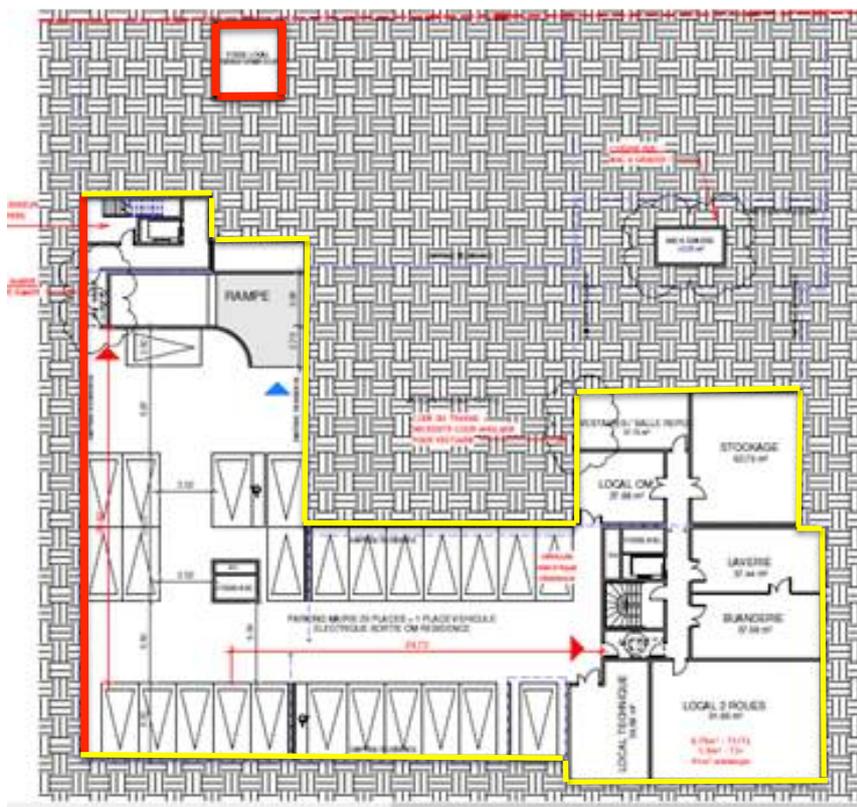
G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	35/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

8.2 Proposition de traitement des différents linéaires

Nous identifions ci-dessous 2 linéaires différents:



Sous-sol



Sous-sol variante

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	36/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

Linéaire	Mitoyen	Proposition technique
Linéaire 1	Aucun	Talutage possible ou VPP
Linéaire 2	Rue des Belles Hâtes	Voile par passes alternées

8.3 Proposition de talutage

Dans les zones où l'emprise le permet, des talutages de pente maximale 1H/1V sont envisageables pour réaliser les terrassements à condition de protéger les parements de talus par un polyane solidement cloué en tête et pied de talus et d'interdire le stockage de matériaux et matériels et la circulation de PL en crête de talus.

Les hauteurs de talus ne devront pas dépasser 3,0 m de hauteur au plus. Au-delà, une étude de stabilité spécifique devra être envisagée.

Les pieds de talus seront décalés d'au moins 1,5 m par rapport aux verticaux périmétriques afin de faciliter la circulation des ouvriers et la réalisation des travaux d'étanchéité ou de drainage.

Dans les secteurs de terrain boulant, la pente sera adaptée pour assurer la sécurité des ouvriers et éviter les phénomènes d'instabilité. Dans tous les cas, les dispositions concernant les talus seront validées définitivement dans le cadre des missions de suivi géotechnique G3 ou de supervision géotechnique G4 en fonction du plan d'installation de chantier et du comportement des parements de talus à l'ouverture.

La poussée des terres dépendra de la nature et du mode de mise en œuvre des remblais d'apport.

Une fois les voiles réalisés, les remblais au droit du talus seront mis en place par couches successives compactées à l'Optimum Proctor. Ils feront l'objet de contrôle au pénétromètre dynamique. Les remblais seront drainants, insensibles à l'eau et devront intégrer un drainage périmétrique (*cf. DTU 20-1 Partie 4*).

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	37/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

8.4 Proposition par Voiles par Passes alternées

➤ Vérification préalable de la stabilité des passes

La faisabilité des voiles par passes est conditionnée par la tenue des terres pendant le temps nécessaire à la réalisation complète d'une passe donnée.

Il conviendra donc de réaliser, avant ouverture du chantier, des puits d'essai de stabilité in situ sur une durée équivalente aux conditions réelles (*longueur et hauteur*) et avec une vérification de la tenue des talus taillés à la verticale pour les dimensions d'ouverture prévues.

Si cette stabilité des terres n'était pas assurée, il y aurait lieu de procéder à des blindages voire examiner une méthodologie différente de réalisation des VCT (par exemple une paroi composite).

➤ Réalisation

Quel que soit le résultat des tests mentionnés plus haut, dans un souci de sécurité, nous conseillons de limiter **les dimensions des passes à:**

Première ceinture	1,5 (hauteur) x 3 m (largeur)
Seconde ceinture	1,5 (hauteur) x 4 m (largeur)

Les précautions d'exécution suivantes seront à respecter :

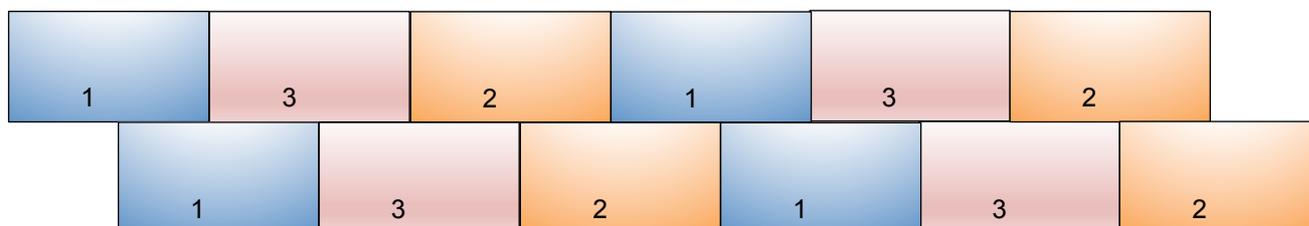
- le respect du principe d'alternance des passes,
- le respect des dimensions de passes, définies au préalable,
- la bonne mise en place du butonnage provisoire et ses semelles préfabriquées
- l'exécution des semelles définitives sur des supports propres, sains et non remaniés,
- les conditions d'exécution de la bêche en pied de voile si de besoin.

Tout manquement à ces règles de bonne exécution peut avoir des conséquences fatales sur la stabilité des voiles contre-terre.

L'entreprise procédera à une **vérification régulière** du bandage des butons et procédera aux recalages nécessaires si de besoin.

➤ Principe d'alternance des passes.

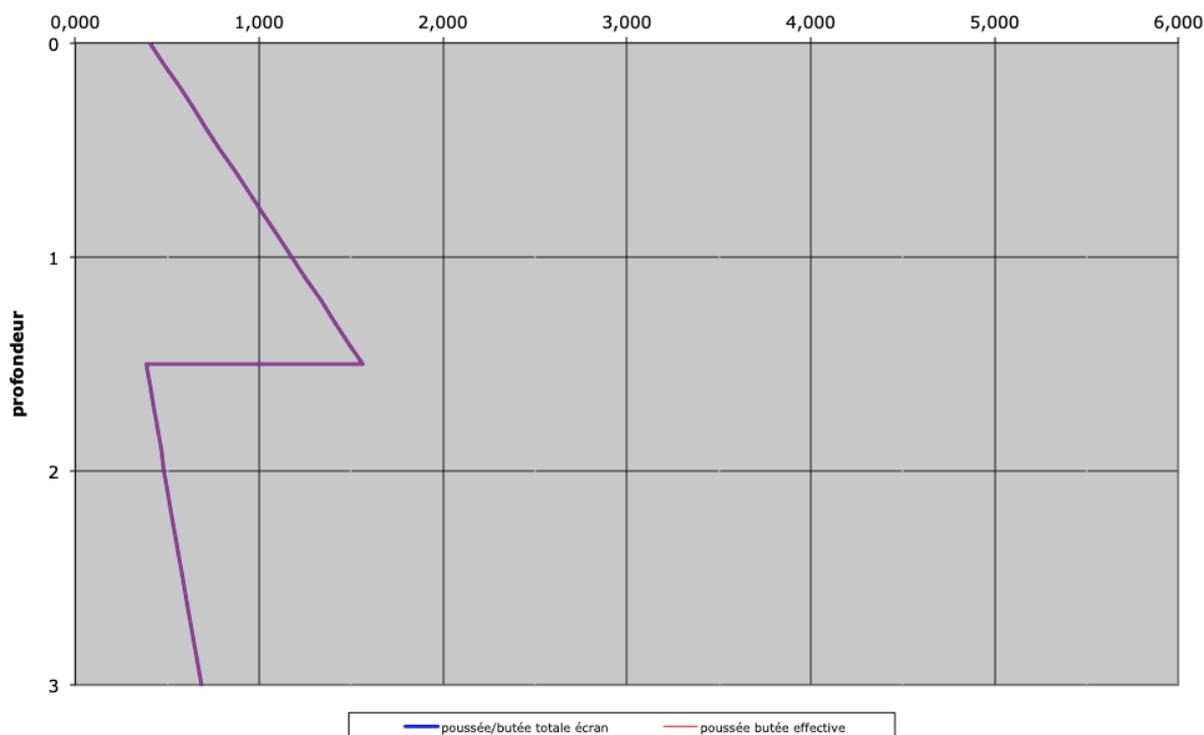
Les passes seront réalisées en alternance afin de bénéficier d'un effet de voûte. Le schéma ci-dessous illustre le principe d'alternance proposé.



➤ Diagramme de poussée des terres VPP

Nous retiendrons un profil type côté façade avant avec les caractéristiques suivantes :

- Tête de voile : 51,5 NGF
- Fond de fouille : 48,5 NGF
- Hauteur soutenue : 3,0 m
- Angle d'inclinaison de la poussée : $\delta = 0$



Ces hypothèses conduisent, en considérant une charge surfacique uniforme de $1,0 \text{ T/m}^2$ en tête de fouille, à une poussée horizontale des terres de $3,0 \text{ T/ml}$ ELS.

➤ Prise en compte d'une bêche en pied de voile :

La mise en place d'une bêche en pied de voile est assujettie :

- à sa justification théorique peu aisée (voir norme)
- aux conditions d'exécution qui le plus souvent ne permettent pas la mobilisation correcte de la butée sur la hauteur de la bêche (terrain remanié, bêche coffrée une face, etc....)

Dans la pratique, le voile reposera sur sa semelle filante coulée à pleine fouille mais nous recommandons de ne pas tenir compte de cet aspect stabilisateur dans la NdC des voiles contre-terre.

➤ Reprise des poussées de terre :

Les poussées de terre sont reprises par des butons :

- soit des butons d'angle,
- soit des butons obliques assis sur des semelles dédiées en fond de fouilles.

Comme mentionné précédemment, le voile est stabilisé par 2 lits de butons au minimum afin de garantir son équilibre statique.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	39/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

➤ **Semelles des boutons :****Justification EC7 :**

ELU STR : calcul BA de la semelle.
ELU GEO : Vérification portance.
ELU GEO : Vérification au glissement.

Les semelles servant d'assise aux boutons obliques seront correctement ancrées au sein des Marnes et calcaire du Lutétiens.

La contrainte de calcul de ces semelles sera limitée à **2 bar ELS** pour une charge centrée inclinée à 45°.

La bonne exécution de ces semelles reste un point crucial dans la proposition de réalisation des VPP (*voir ci-dessous*).

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

Le Contrôle interne,
Pascal CAPORALI

La Responsable de l'étude
Sylvie NEIZELIEN

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	40/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

9 ANNEXES

DANS LE CORPS DU RAPPORT - NUMEROTÉES

- MISSION
- RELEVES DES REMONTEES DE CUTTINGS
- LOGS PRESSIOMETRIQUES ET DIAGRAPHIES
- ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE

PIECES JOINTES – NON NUMEROTÉES

- ESSAIS EN LABORATOIRE WESSLING
- LIMITE D'EXPLOITATION DU RAPPORT

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	41/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

L'enchaînement de chacune de ces 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 pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

Phase Étude de Site (ES)

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

- ¼ Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.
- ¼ Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¼ Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- ¼ Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¾ Fournir un rapport donnant une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission, comprenant trois phases, permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés en cas de survenance. 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.

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- ¼ Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¼ Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes et suffisamment représentatives pour le site.

- ¼ Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¼ Fournir un dossier comprenant la synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités et des valeurs seuils.

Phase DCE / ACT

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

- ¼ 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).
- ¾ Assister le client pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	42/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Se déroulant en deux phases interactives et indissociables, 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.

Phase Étude

- ¼ Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¼ 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).
- ¼ Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- ¼ Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- ¼ 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).
- ¼ Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Se déroulant en deux phases indissociables, 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.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- ¼ 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

- ¼ 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).
- ¾ Donner un avis sur la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

- ¼ Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- ¼ 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.
- ¾ 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).

G2 AVP	10/09/2020	SN	PC	PC	SR 2020 08185	02 a	1	Provisoire	43/48
Mission	Edition du	Ingénieur étude	Chef de projet	Superviseur	dossier	Prestation	Pièce	état	Page

9.1 REMONTÉES DE CUTTINGS

Les coupes des sondages 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 \(ATS environ 53,4 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,80	Remblais, terre végétale et sable grisâtre
0,80 à 1,60	Marne argileuse blanchâtre
1,60 à 2,70	Marne et calcaire blanchâtre
2,70 à 4,20	Marne et calcaire beige crème
4,20 à 9,20	Retour marne et calcaire blanchâtre
9,20 à 9,65	Fracture et perte d'injection
9,65 à 10,80	Retour injection et marne et calcaire beige

- [Sondage SP2 \(ATS environ 53,0 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,70	Terre végétale en tête et limon marron clair
0,70 à 2,30	Marne et calcaire blanchâtre
2,30 à 4,70	Marne et calcaire beige crème
4,70 à 7,20	Marne et calcaire blanchâtre
7,20 à 10,40	Marne et calcaire beige-jaunâtre

- [Sondage SP3 \(ATS environ 53,4 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,70	Limon marron clair avec terre végétale en tête
0,70 à 2,20	Marne et calcaire blanchâtre
2,20 à 4,80	Marne et calcaire beige crème
4,80 à 8,40	Marne et calcaire beige-jaunâtre
8,40 à 10,30	Légère fracture et perte injection

- [Sondage SP4 \(ATS environ 52,6 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,70	Terre végétale et limon marron clair
0,70 à 2,50	Marne et calcaire blanchâtre
2,50 à 4,70	Marne et calcaire beige crème
4,70 à 7,30	Marne et calcaire blanchâtre
7,30 à 8,80	Marne et calcaire beige-jaunâtre
8,80 à 8,90	Légère avance rapide et perte injection
8,90 à 10,80	Retour injection

- [Sondage SP5 \(ATS environ 52,1 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,90	Terre végétale et limon marron clair
0,90 à 2,10	Marne et calcaire blanchâtre
2,10 à 6,50	Marne et calcaire beige crème
6,50 à 7,60	Marne et calcaire blanchâtre
7,60 à 8,10	Légère avance rapide et perte injection
8,10 à 10,80	Retour injection marne et calcaire beige crème 9,0 m : bloc calcaire

- [Sondage SP6 \(ATS environ 51,0 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,7	Terre végétale et limon marron clair
0,7 à 2,2	Marne +calcaire beige crème
2,2 à 2,20	Marne et calcaire beige crème
2,20 à 2,50	Légère fracture et perte d'injection
2,50 à 7,70	Retour injection et marne et calcaire beige-blanchâtre
7,70 à 7,90	Bloc calcaire
7,90 à 10,80	Retour injection marne et calcaire beige crème

- [Sondage SP7 \(ATS environ 50,4 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,60	Terre végétale et limon marron clair
0,60 à 1,40	Marne et calcaire blanchâtre
1,40 à 3,90	Marne et calcaire beige crème
3,90 à 10,80	Marne et calcaire blanchâtre avec la présence de nombreux blocs calcaire

- [Sondage SP8 \(ATS environ 49,73 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,70	Terre végétale et limon marron clair
0,70 à 3,30	Marne et calcaire beige crème
3,30 à 5,80	Marne et calcaire blanchâtre
5,80 à 10,80	Marne et calcaire beige crème avec la présence de plusieurs bancs calcaire

- [Sondage SP9 \(ATS environ 48,6 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,40	Sable marron, légèrement marneuse
0,40 à 1,50	Marne et calcaire beige
1,50 à 5,60	Marne blanchâtre + grain calcaire
5,60 à 29,80	Marne et calcaire beige

- [Sondage SP10 \(ATS environ 48,5 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 1,5	Sable marron marneux (remblais)
1,50 à 3,30	Marne blanchâtre + quelques grains de calcaire, crème jaunâtre □
3,30 à 3,50	Marne et calcaire blanchâtre
3,50 à 3,60	Perte d'injection
3,60 à 8,00	Marne et calcaire jaunâtre crème
8,00 à 15,00	Marne et calcaire jaunâtre
15,00 à 19,00	Calcaire gris marron (parfois jaunâtre)
19,00 à 19,70	Perte d'injection
19,70 à 27,00	Marne et calcaire
27,00 à 30,00	Marne sableuse

- [Sondage SP11 \(ATS environ 50,1 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,60	Sable marron noirâtre (remblais)
0,60 à 1,50	Marne blanchâtre + quelques grains de calcaire, crème jaunâtre □
1,50 à 7,60	Perte d'injection
7,60 à 10,10	Calcaire grisâtre marron
10,10 à 12,50	Marne beige blanchâtre
12,50 à 16,60	Marne et calcaire
16,60 à 21,00	Marne grisâtre beige
21,00 à 28,20	Calcaire marneux
28,20 à 30,00	Marne sableuse

- [Sondage SP12 \(ATS environ 50,8 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,50	Sable marron jaunâtre noirâtre (remblais)
0,50 à 2,70	Marne beige crème + grains de calcaire
2,70 à 6,00	Marne calcaire, crème blanchâtre
6,00 à 9,60	Calcaire
9,60 à 13,60	Marne et calcaire jaunâtre
13,60 à 18,00	Calcaire
20,00 à 25,10	Marne et calcaire fracture
25,10 à 28,00	Marne légèrement sableuse
28,00 à 30,00	Sable verdâtre légèrement argileuse

- [Sondage SP13 \(ATS environ 51,0 NGF\)](#)

Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,60	Sable marron légèrement limoneux (remblais)
0,60 à 3,50	Marne beige blanchâtre crème + grain de calcaire
3,50 à 5,00	Calcaire
5,00 à 7,00	Marne et calcaire blanchâtre légèrement gypseux
7,00 à 10,00	Marne et calcaire - Perte d'injection
10,00 à 14,90	Marne
14,90 à 17,90	Marne et calcaire
17,90 à 22,00	Marne + grain de calcaire
22,00 à 30,00	Marne et calcaire

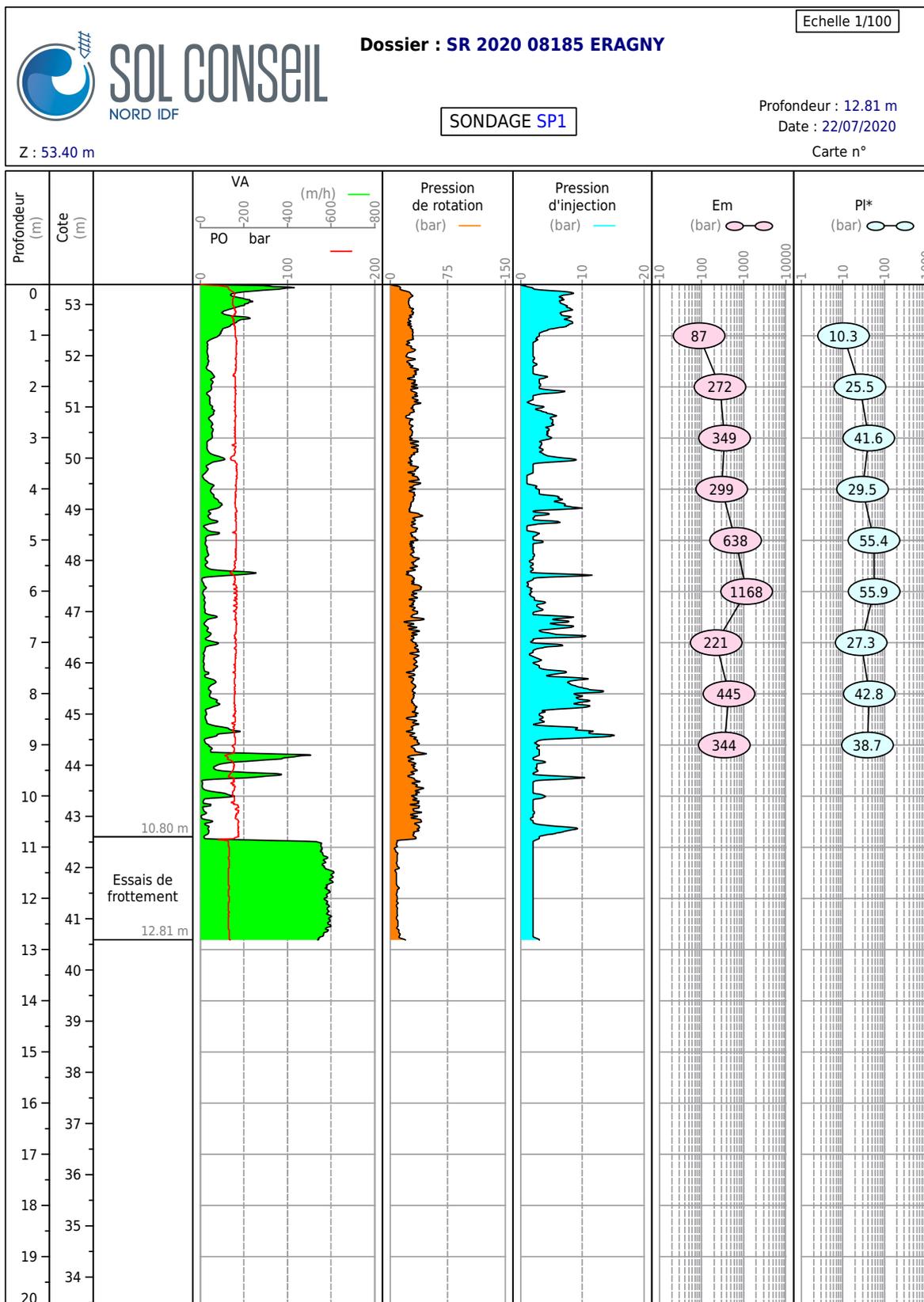
- [Sondage SP14 \(ATS environ 51,5 NGF\)](#)

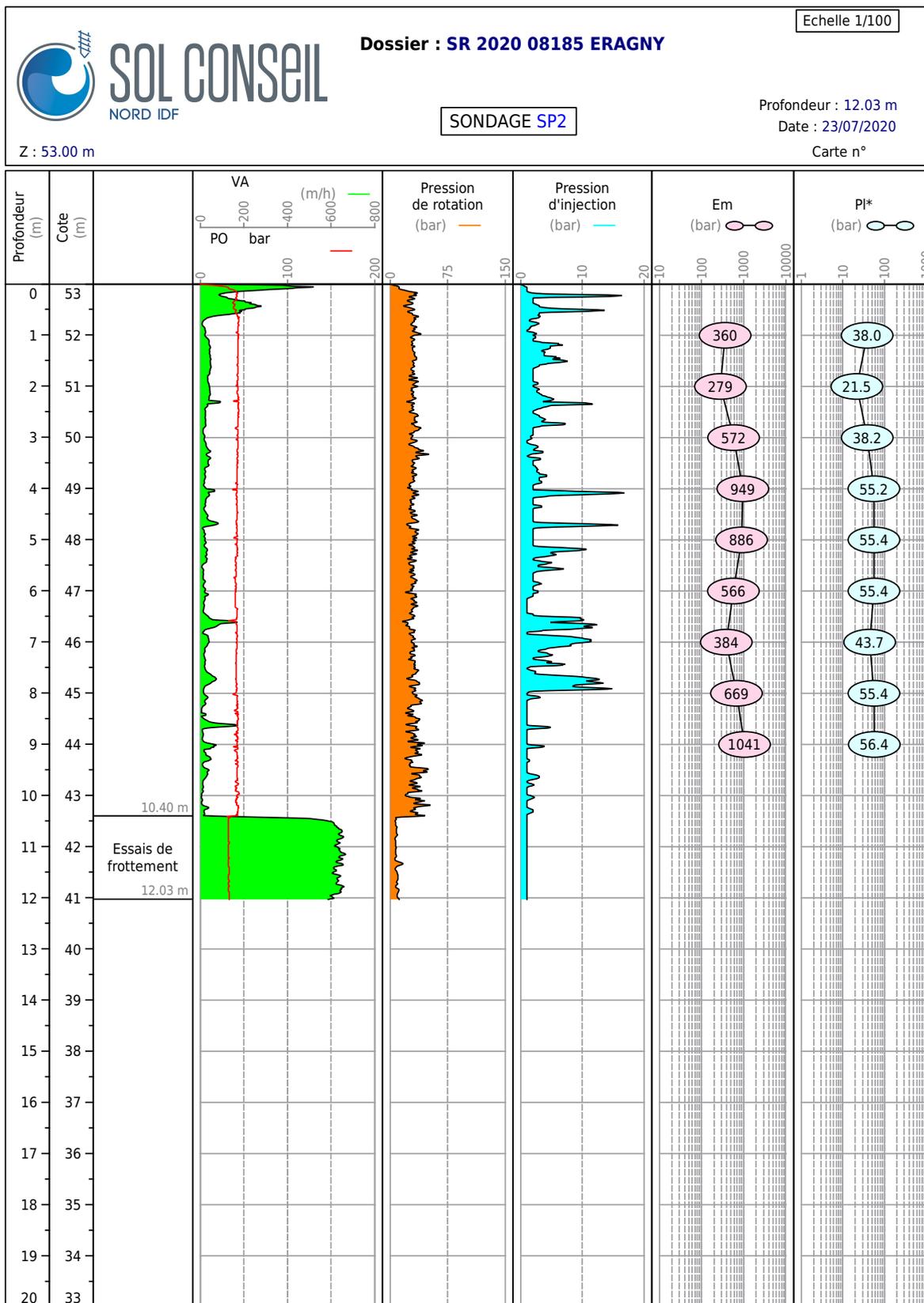
Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,70	Sable marron
0,70 à 3,00	Marne jaunâtre beige + calcaire crème
3,00 à 6,20	Calcaire jaunâtre beige
6,20 à 7,50	Marne légèrement argileuse + calcaire
7,90 à 9,00	Calcaire jaunâtre marron - Perte d'injection
9,00 à 30,00	Perte d'injection dans la calcaire

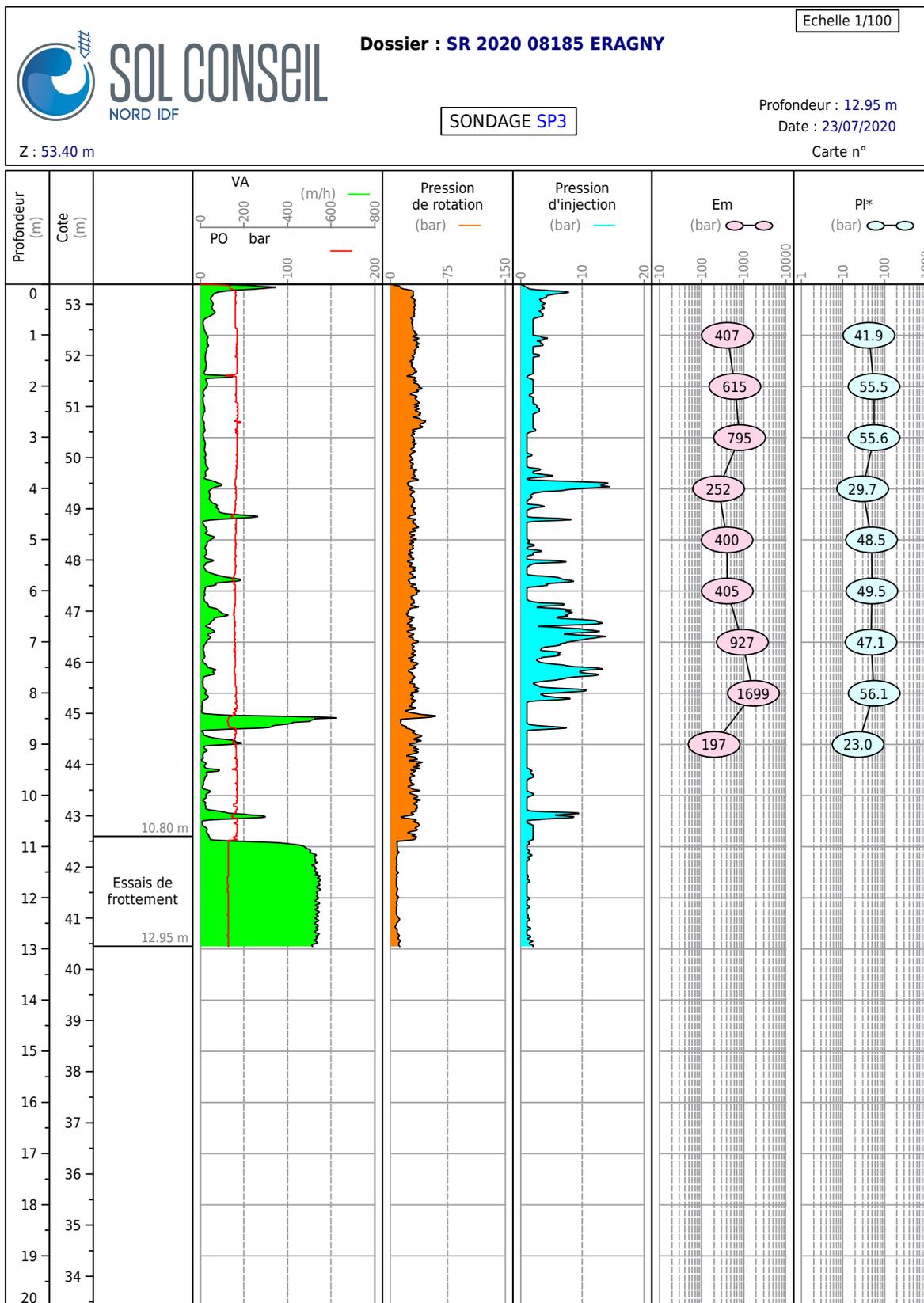
- [Sondage SP15 \(ATS environ 52,0 NGF\)](#)

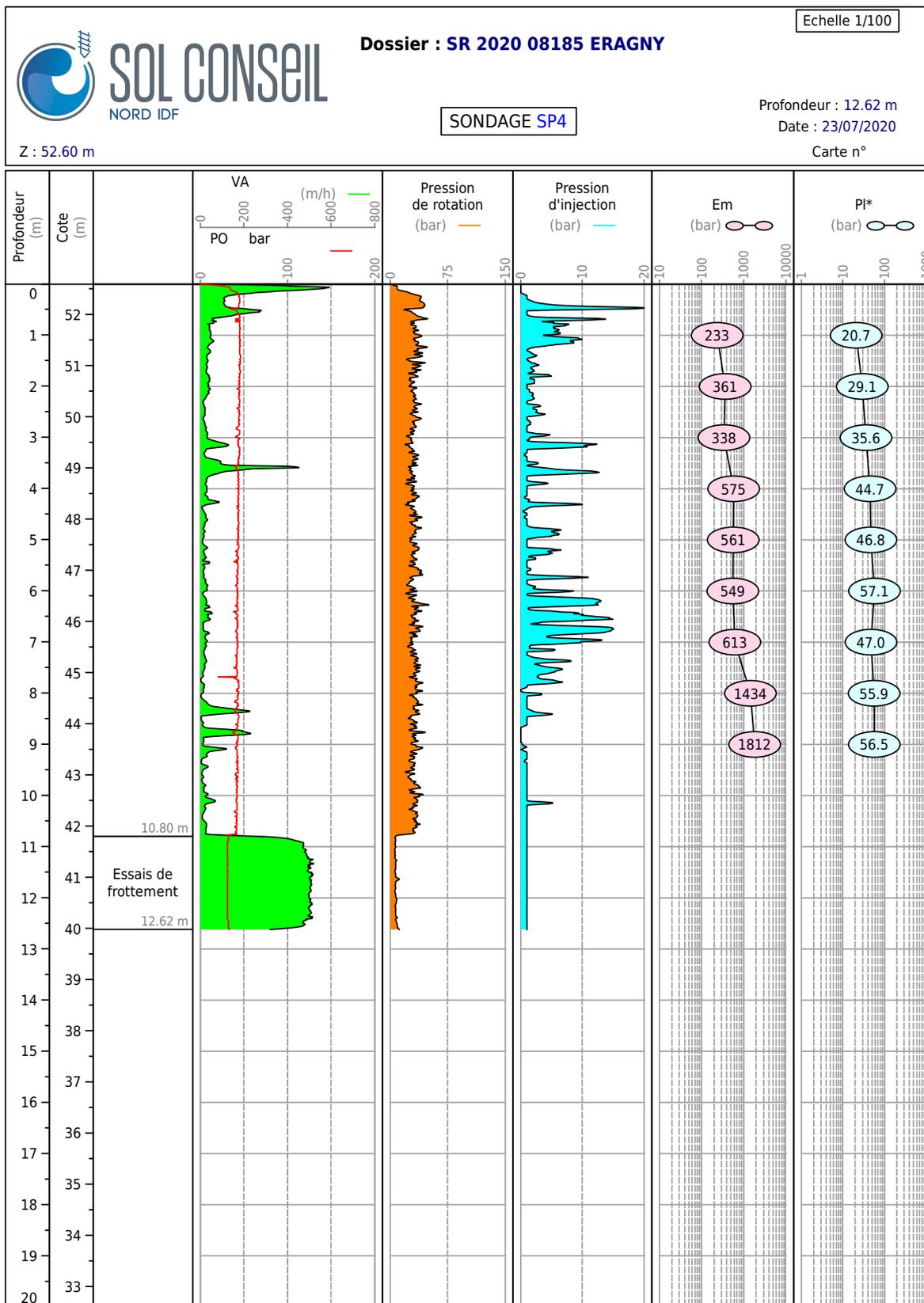
Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 à 0,60	Sable marron (remblais)
0,60 à 2,30	Marne et calcaire crème blanchâtre
2,30 à 4,40	Marne et calcaire beige crème jaunâtre
4,40 à 6,00	Marne jaunâtre blanchâtre
6,00 à 7,80	Marne blanchâtre + grain de calcaire
7,80 à 9,00	Calcaire marron jaunâtre et grisâtre
9,00 à 18,50	Calcaire – Perte d'injection
18,50 à 23,00	Marne
23,00 à 28,50	Marne et calcaire
28,50 à 30,00	Marne et calcaire légèrement sableux

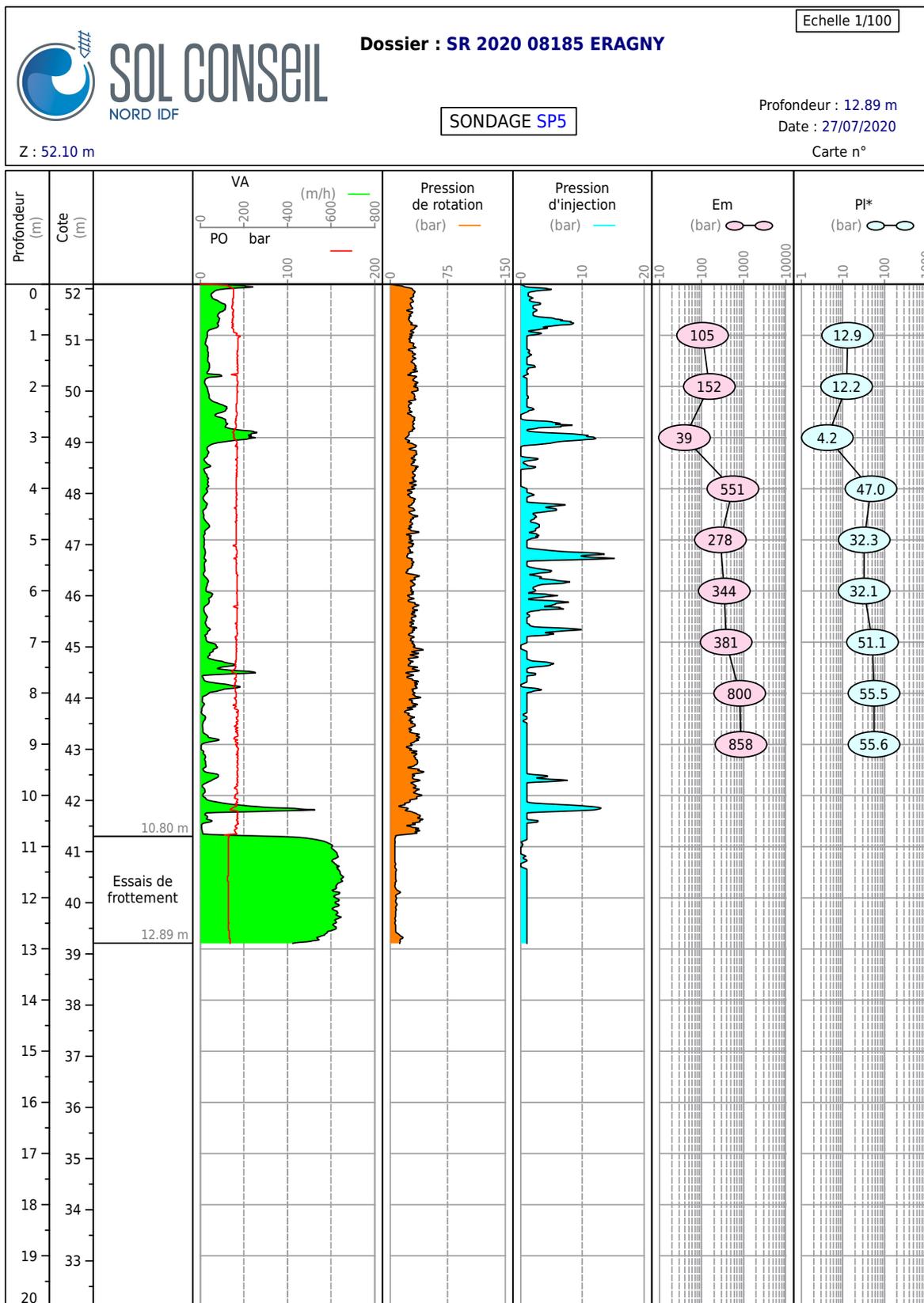
9.2 LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES

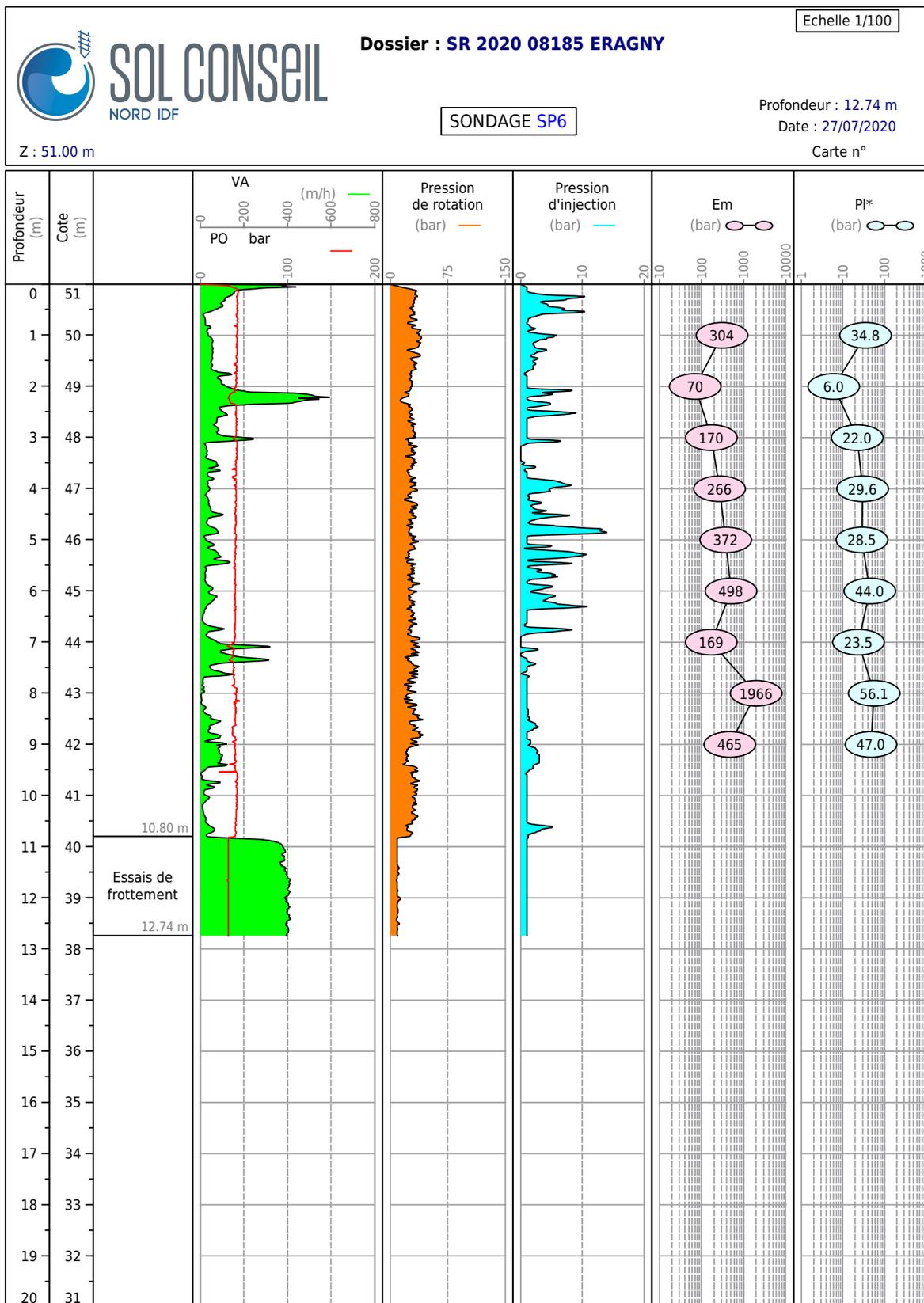


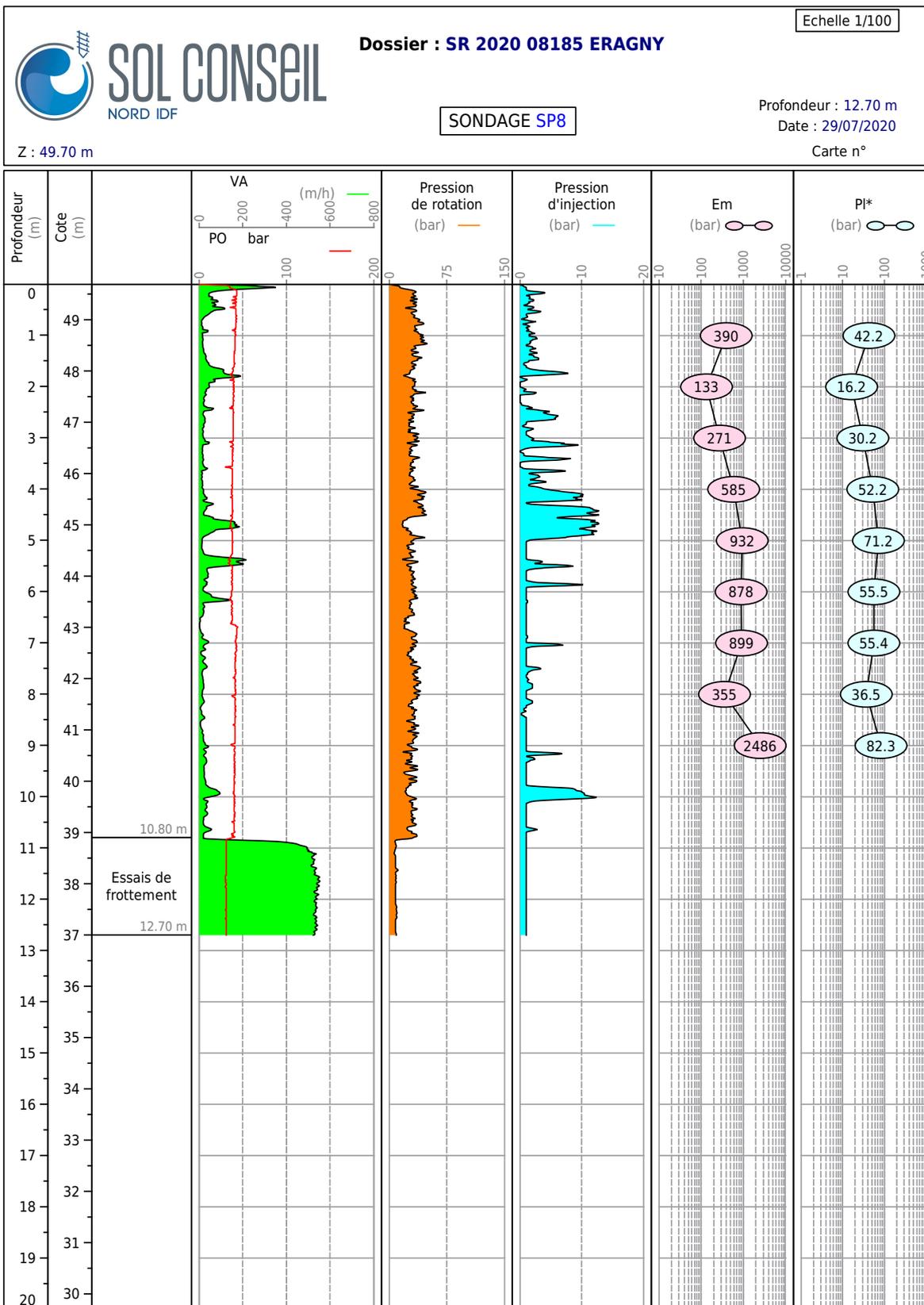


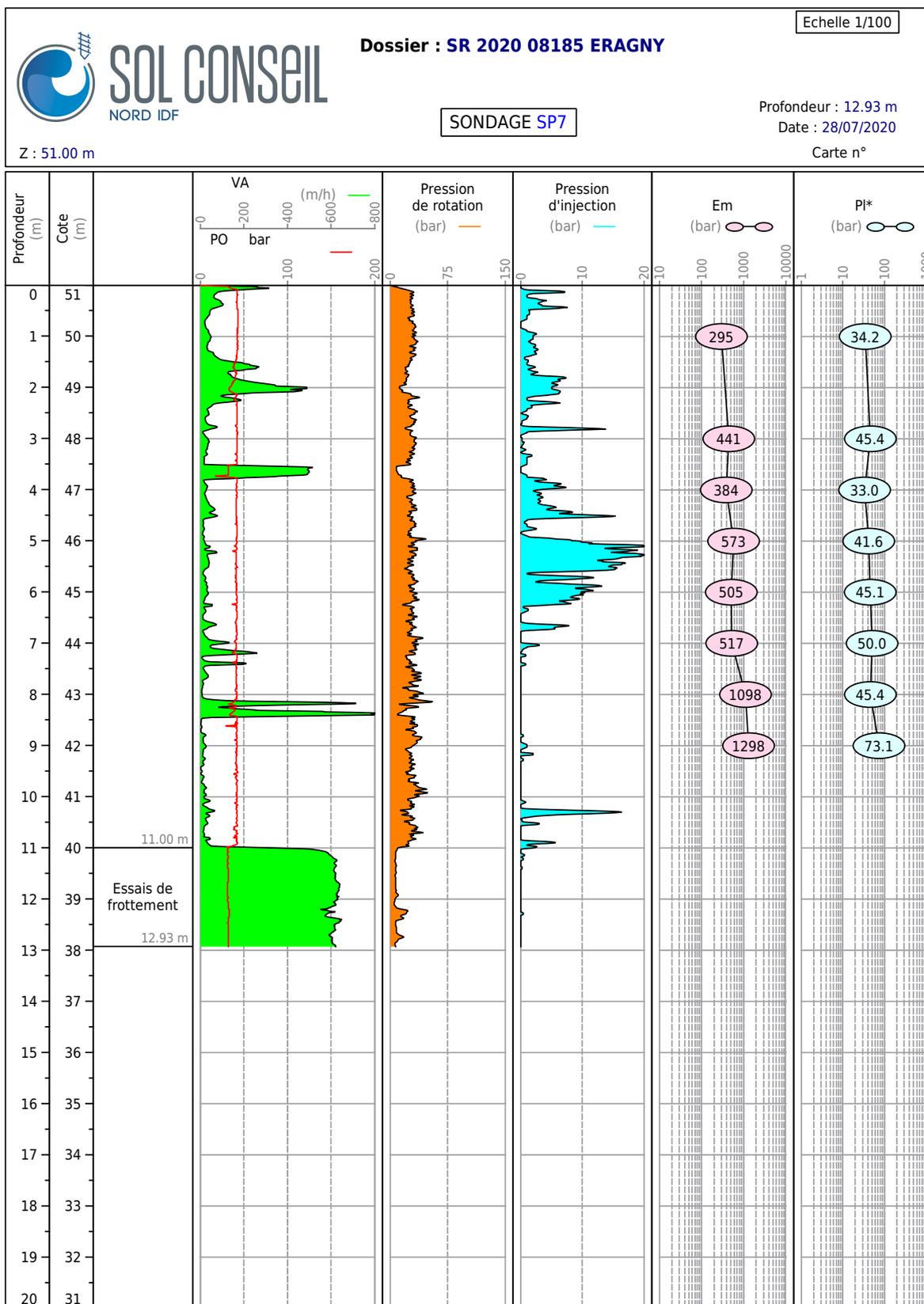


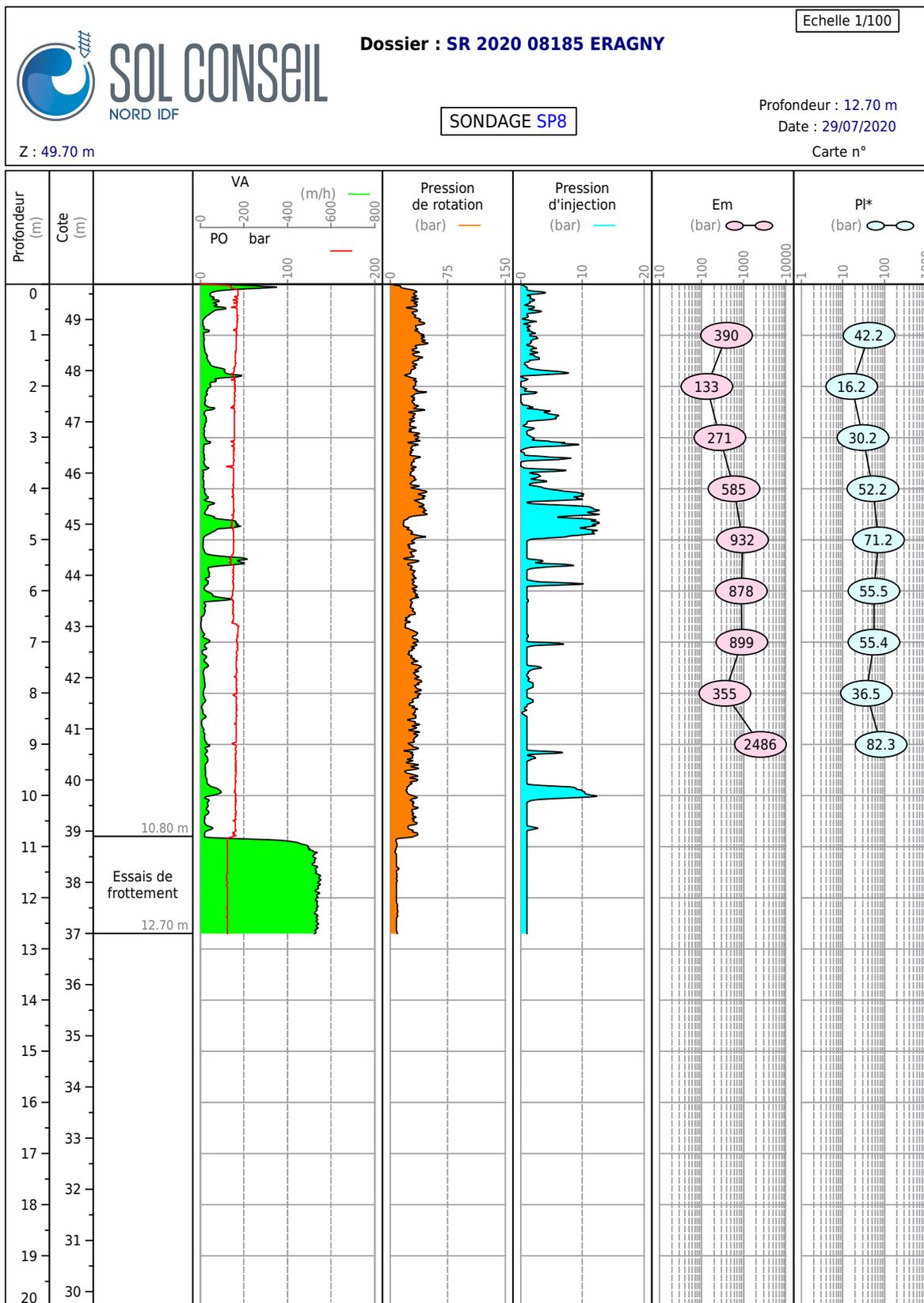


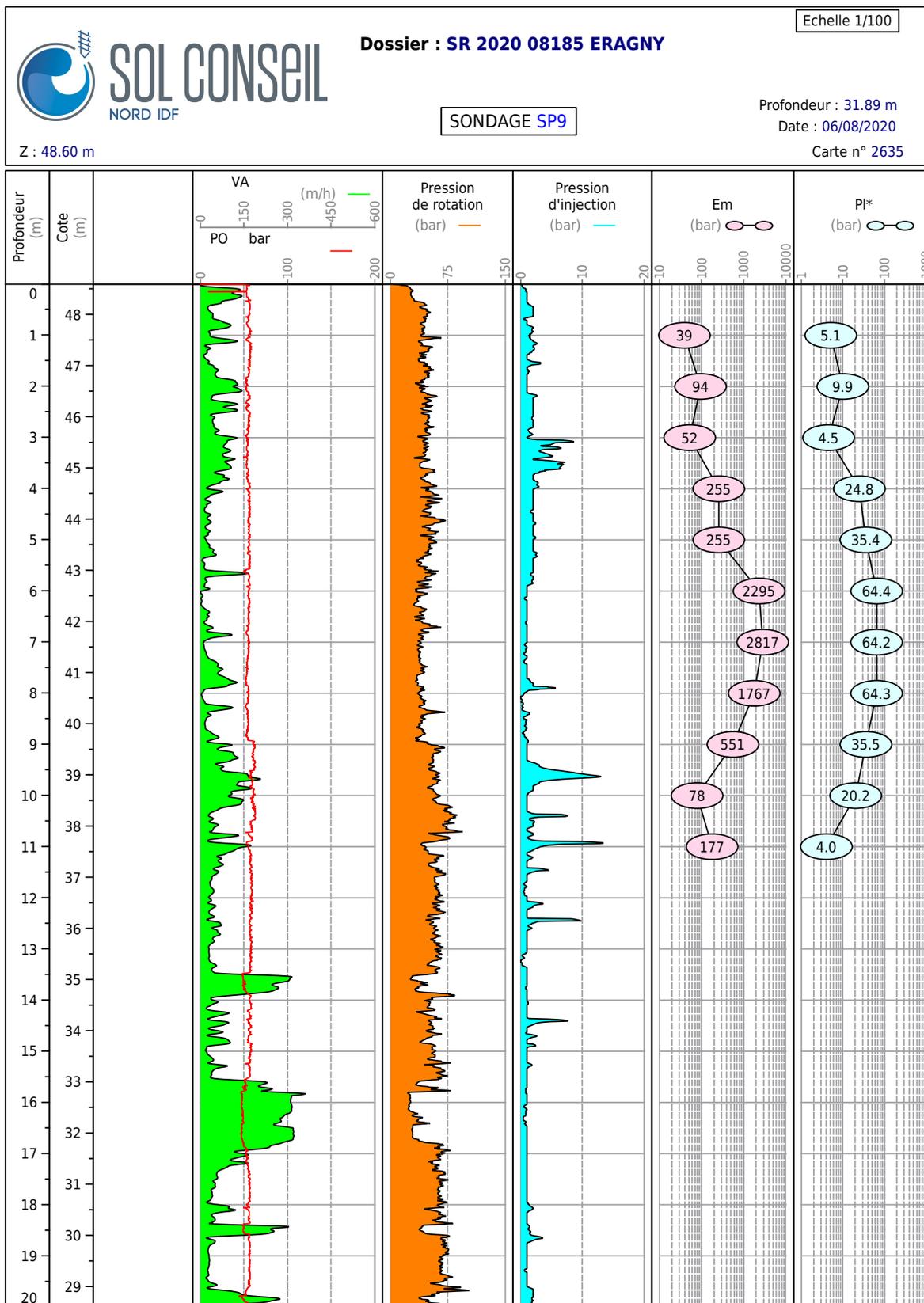


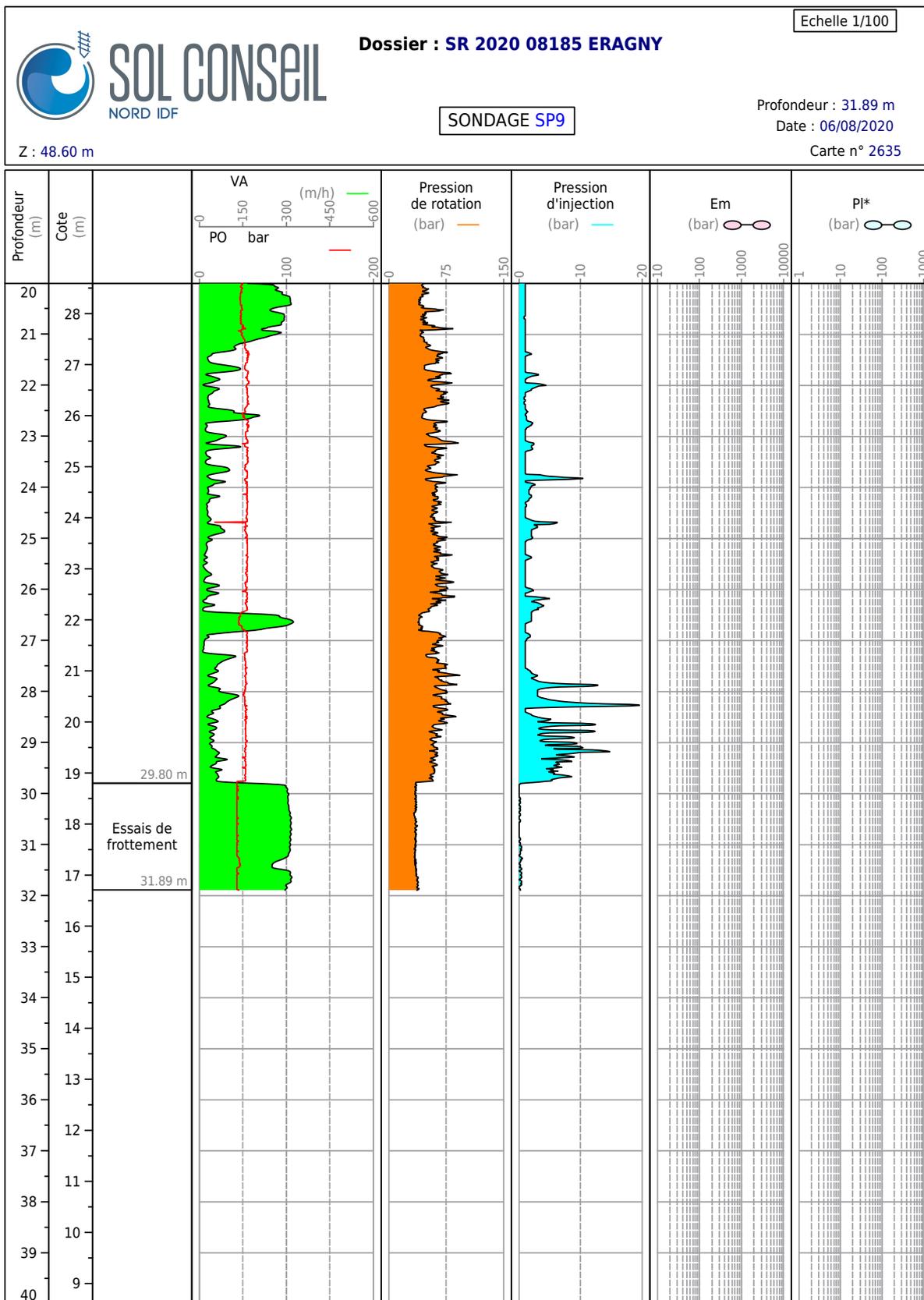


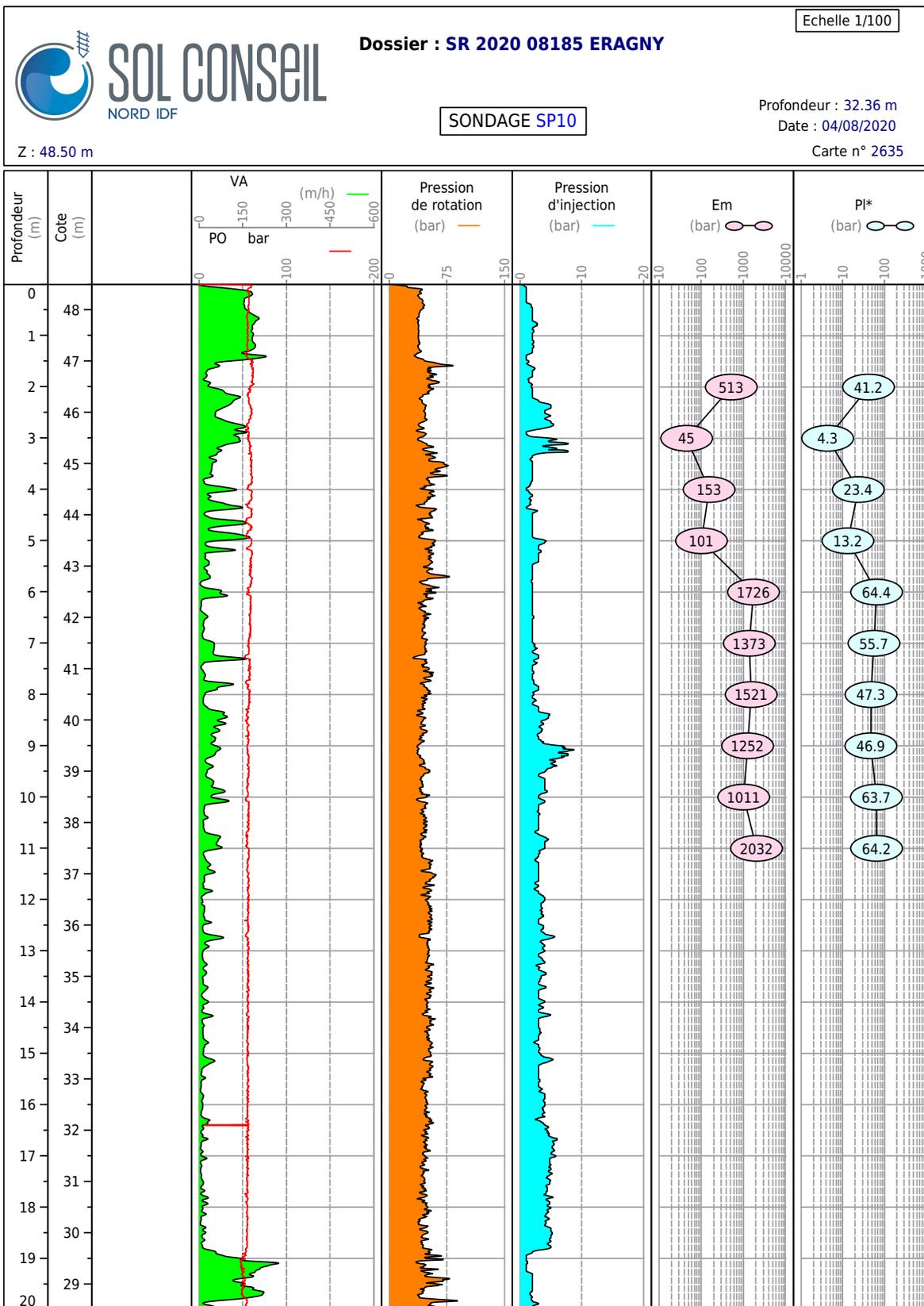


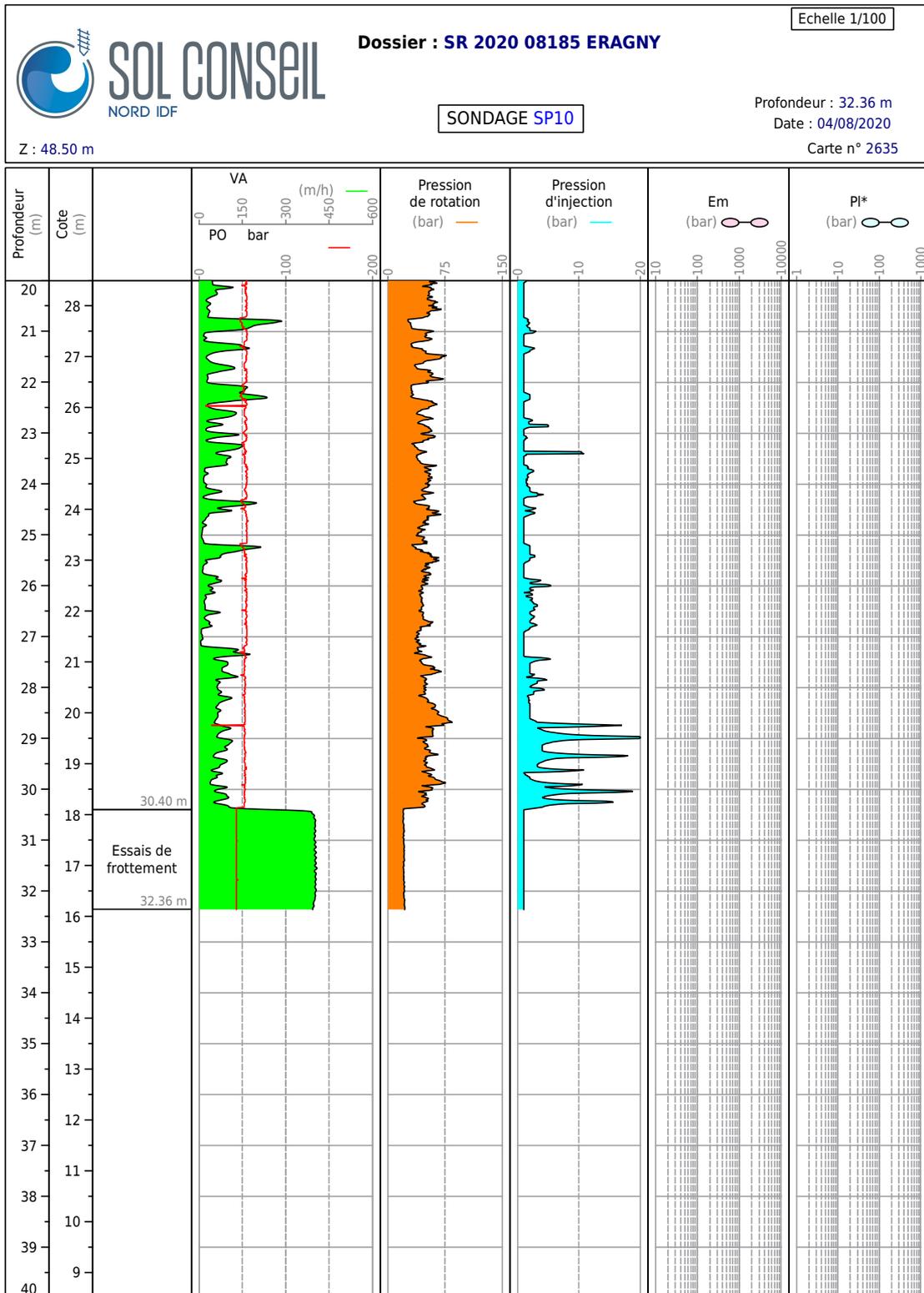


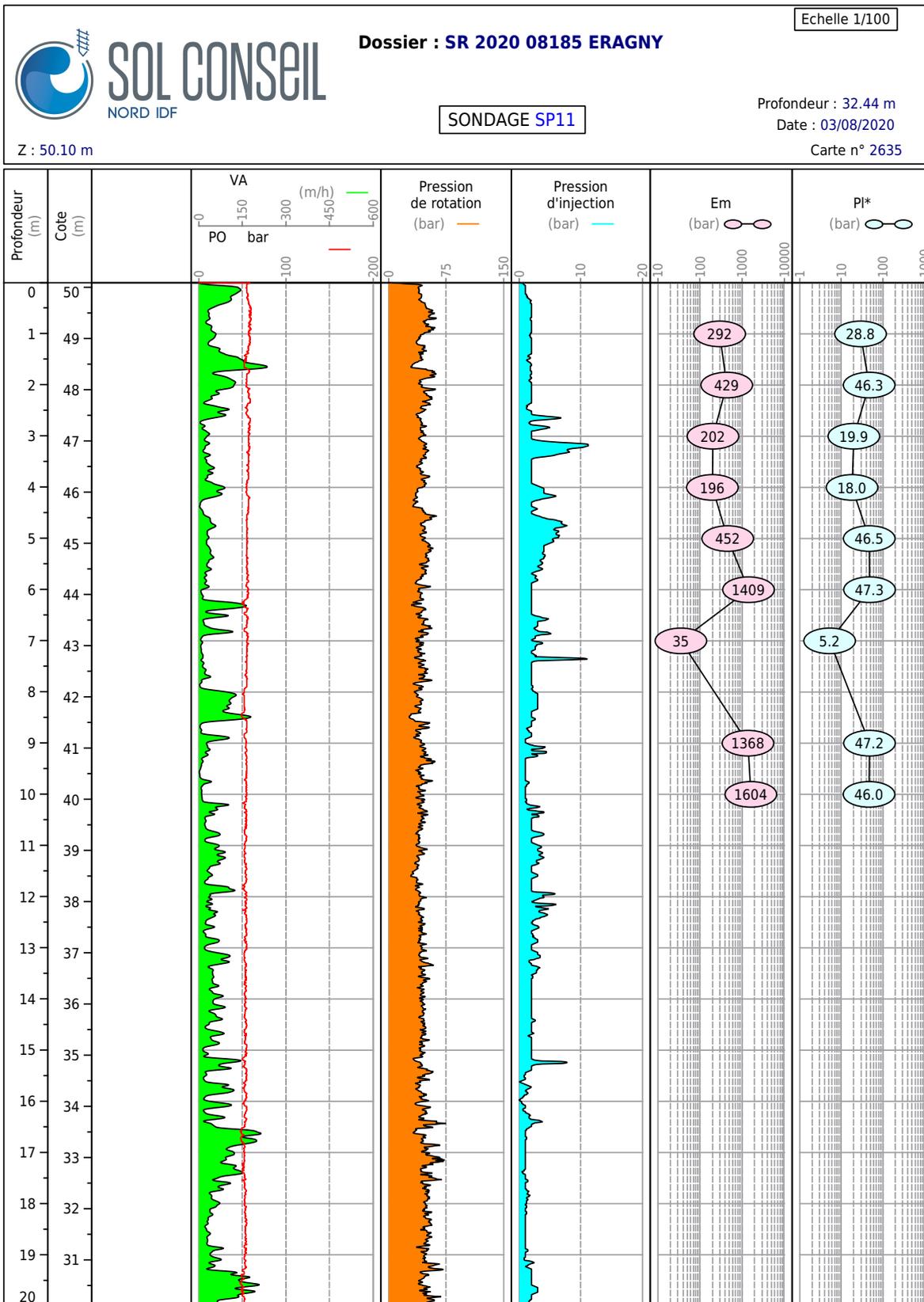


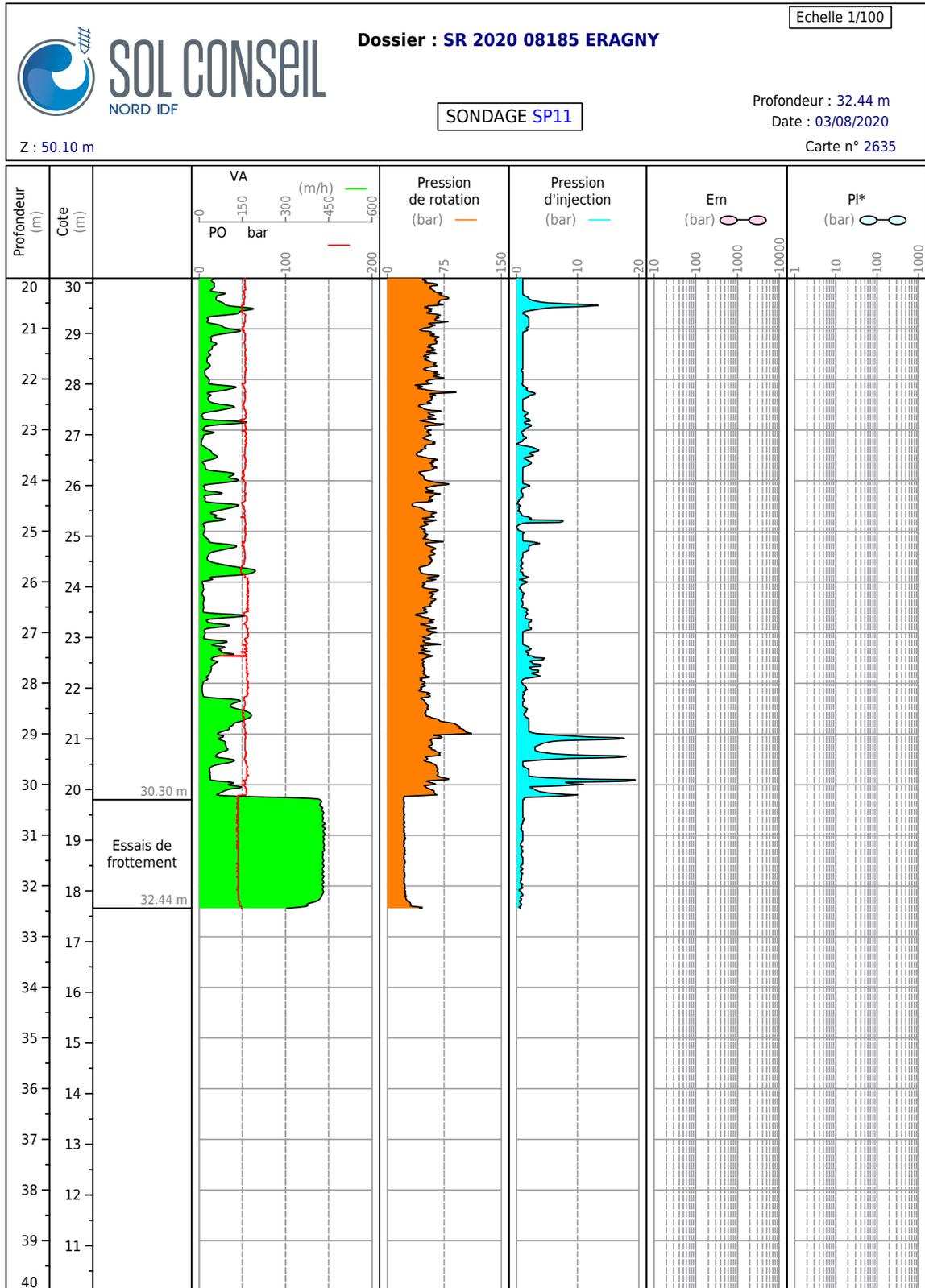


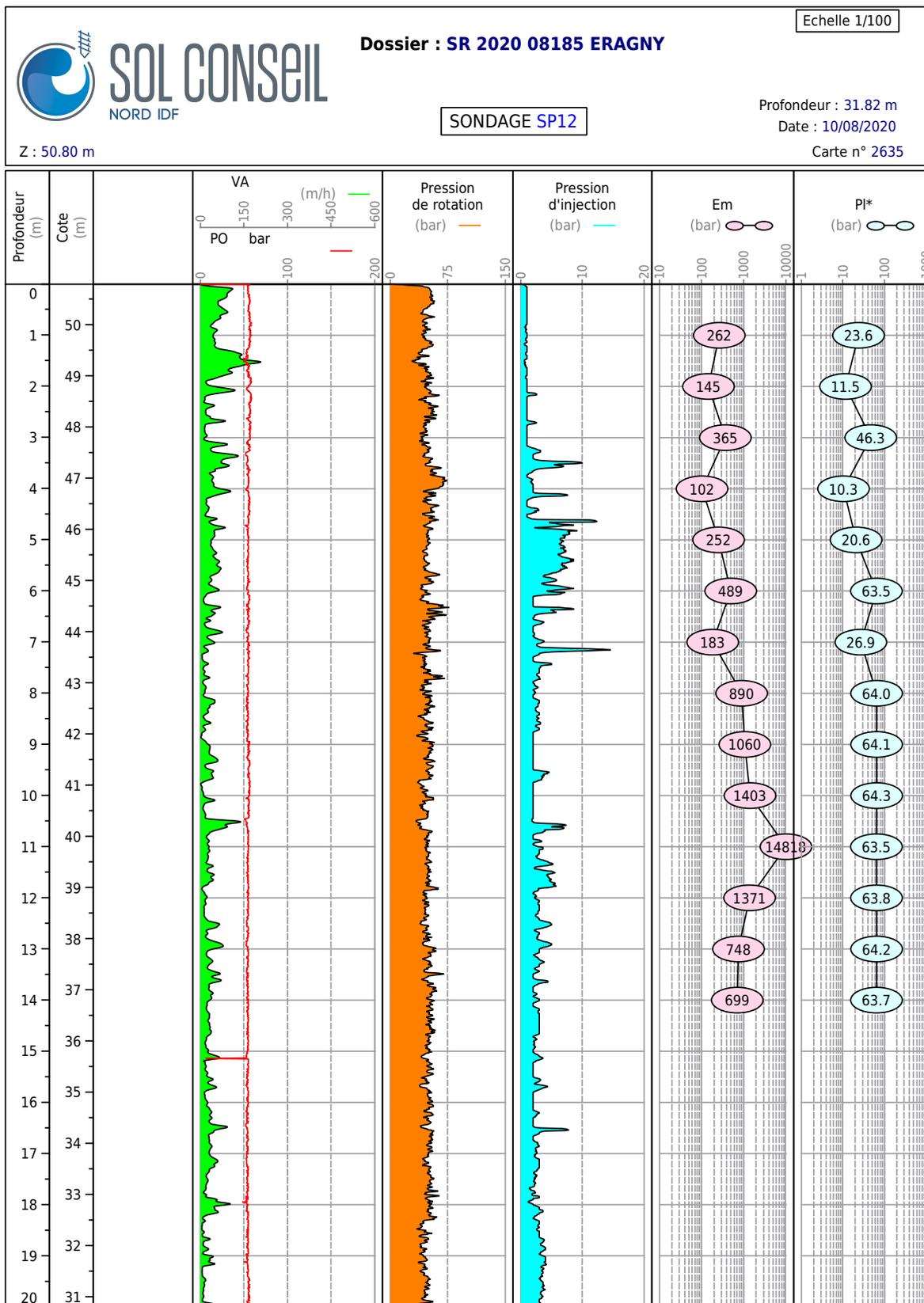


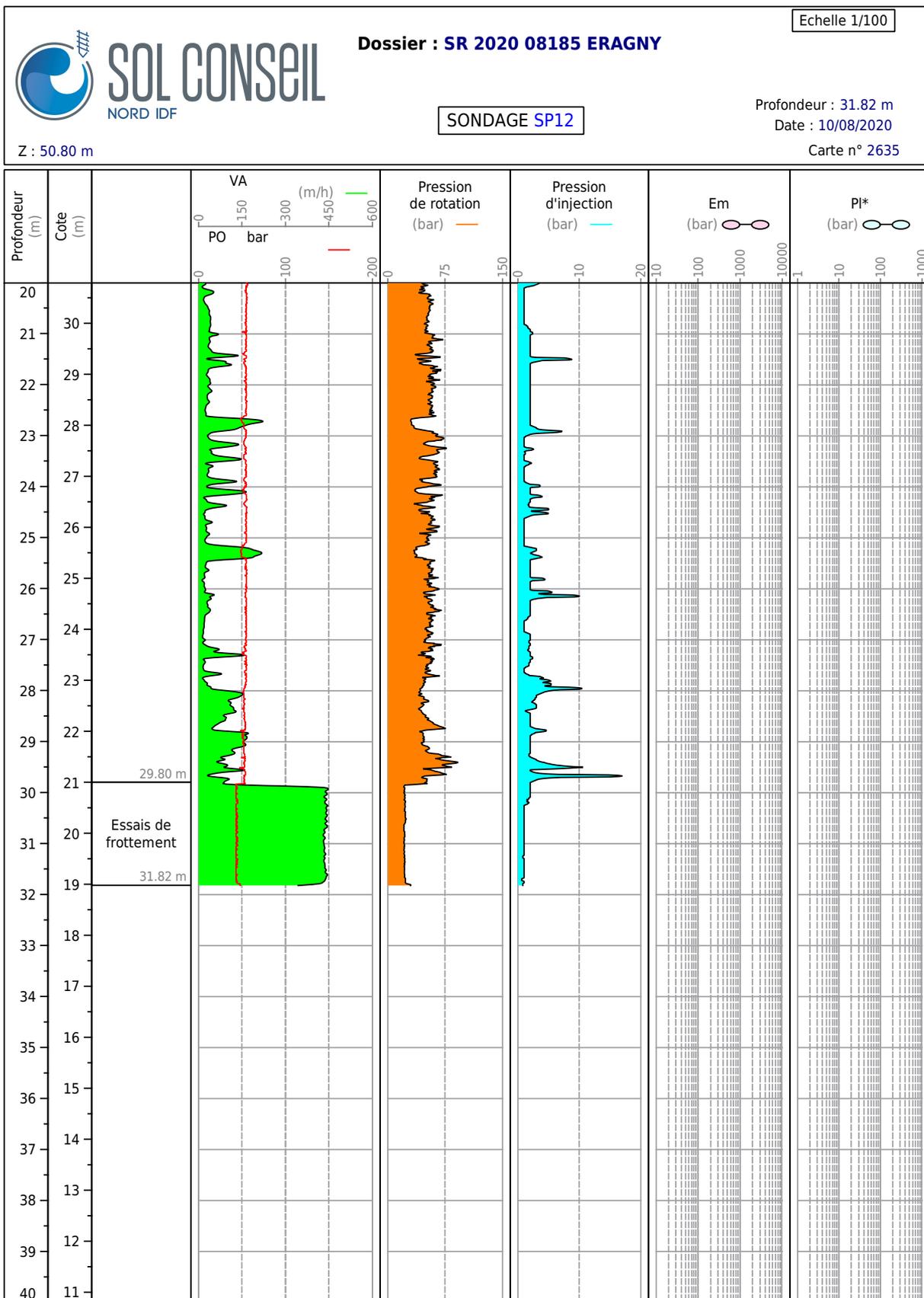


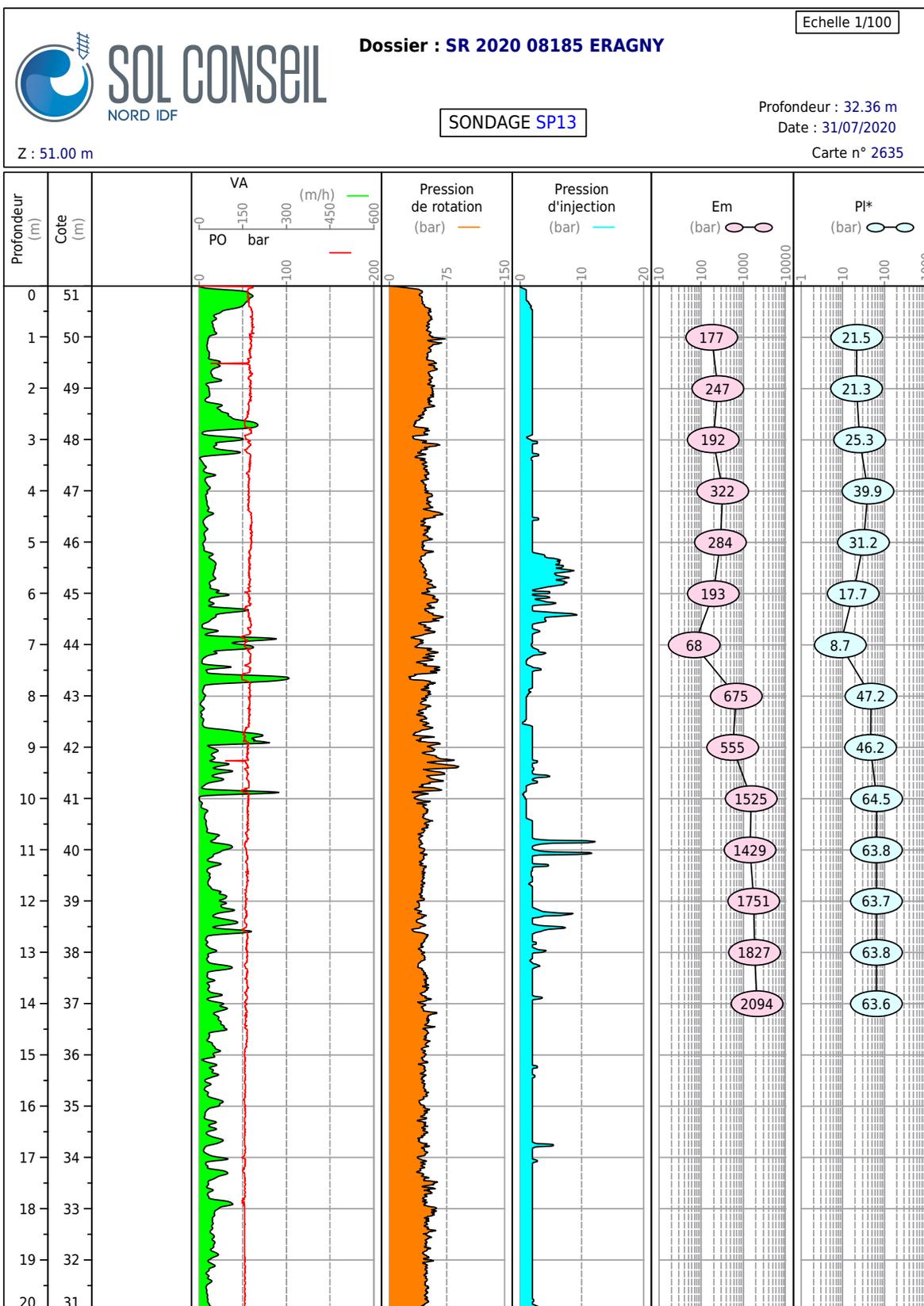


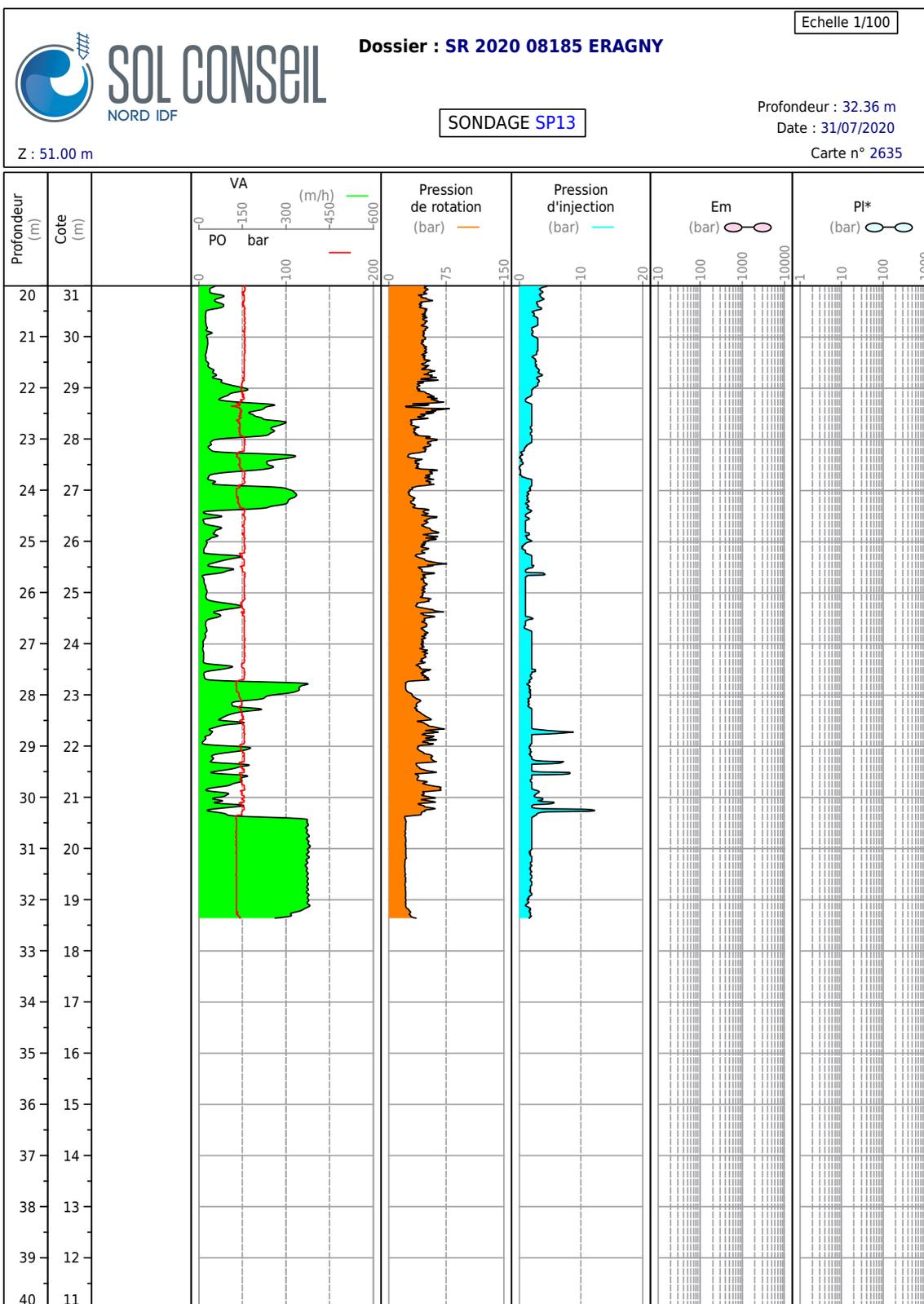


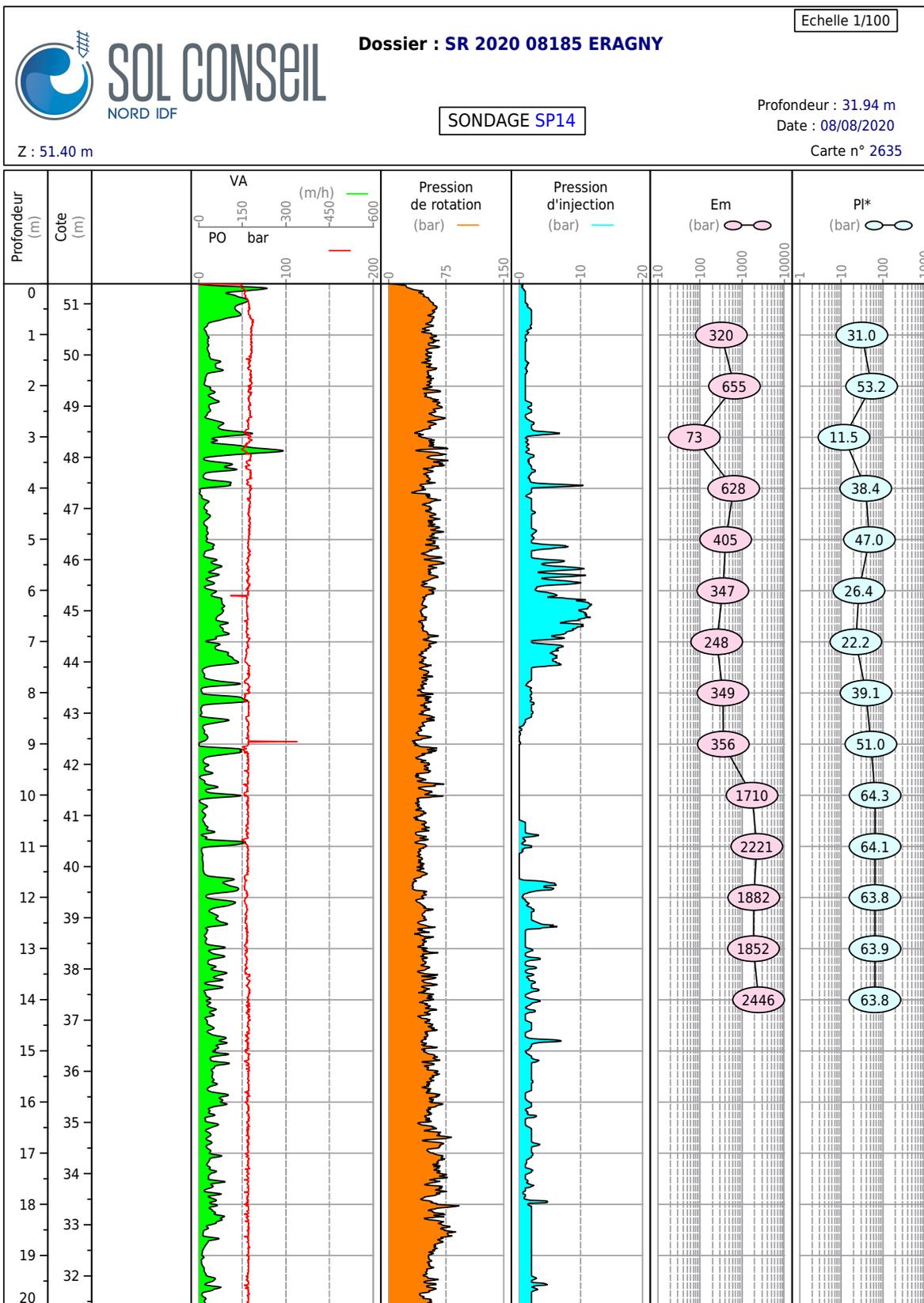


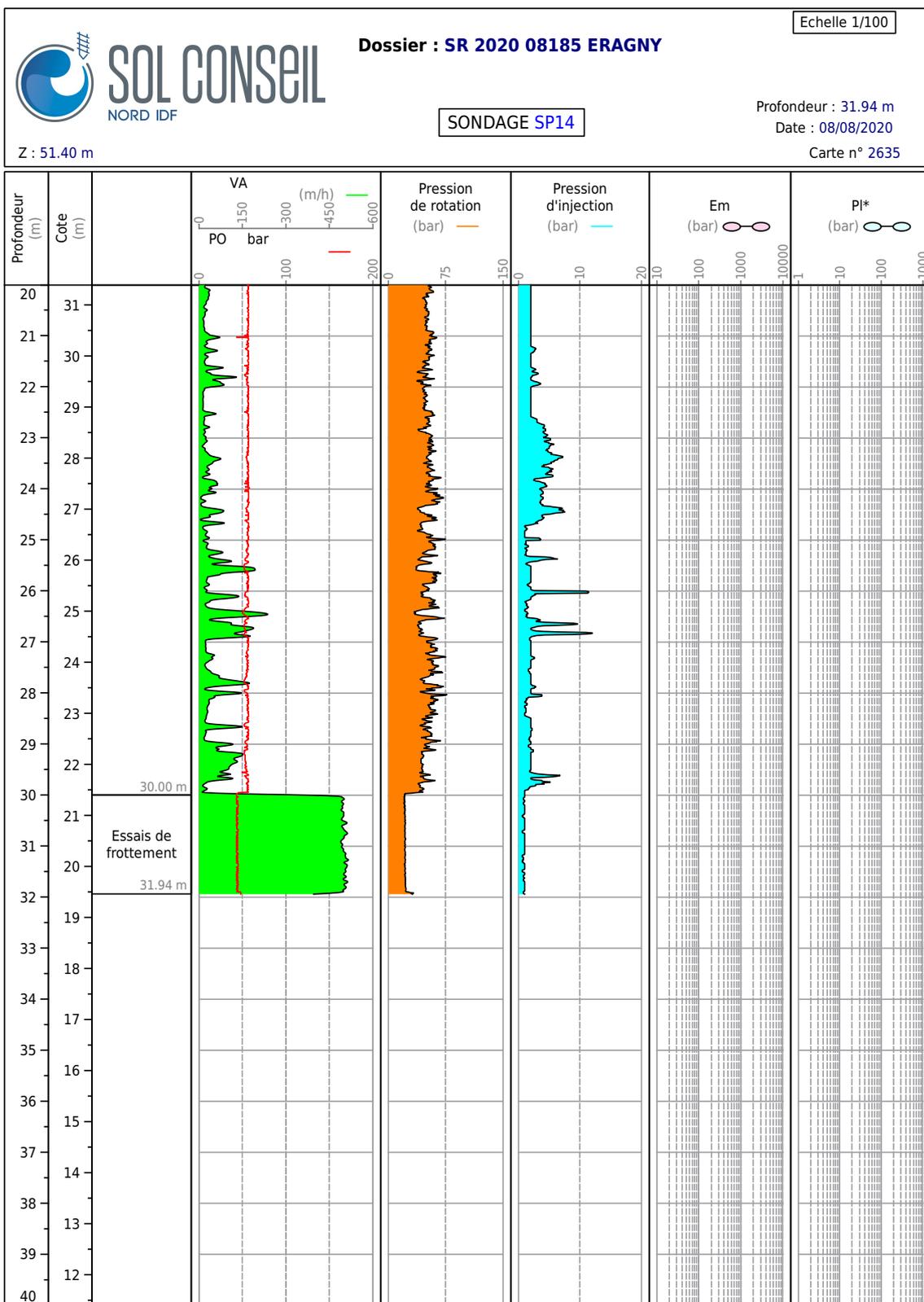


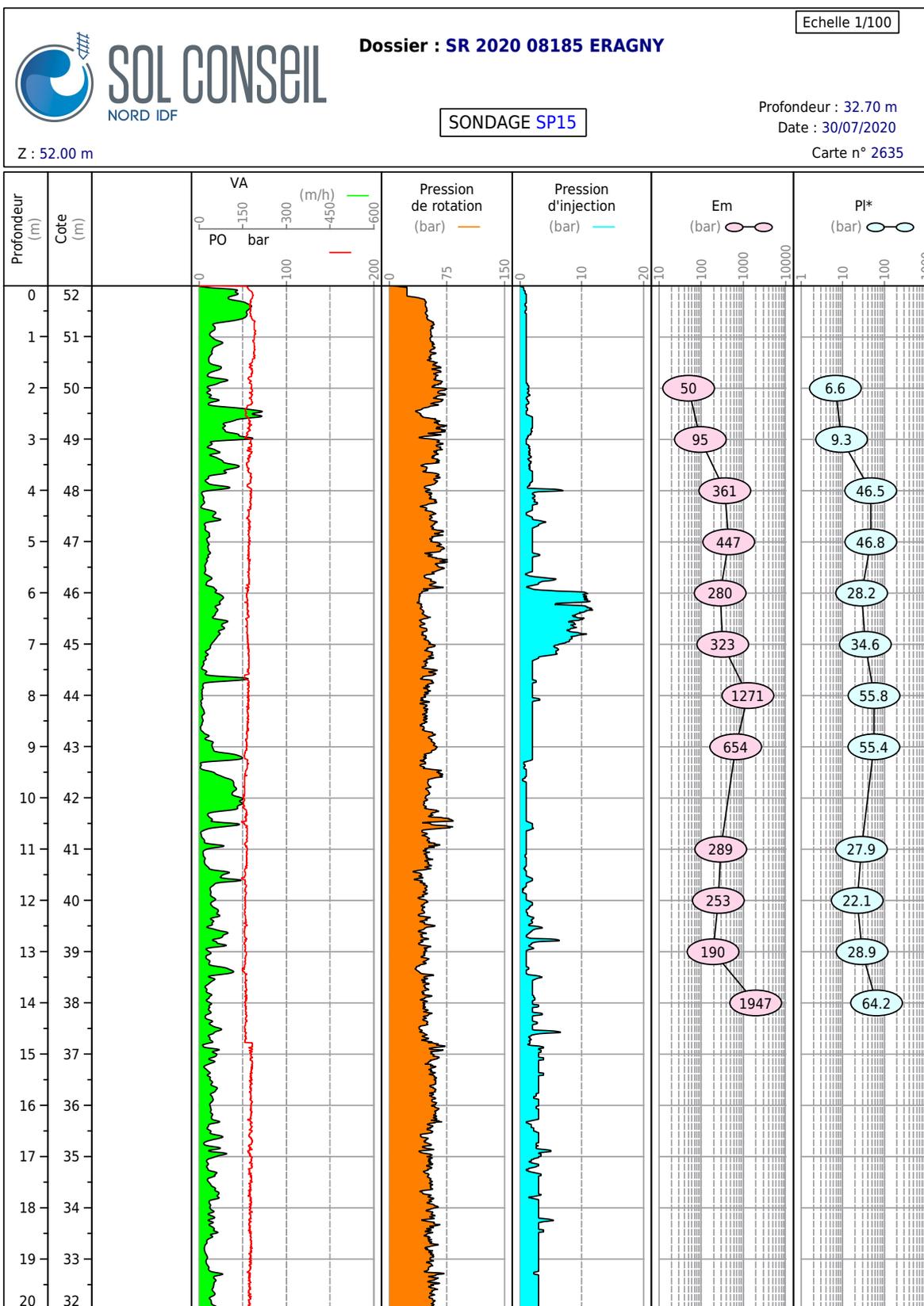


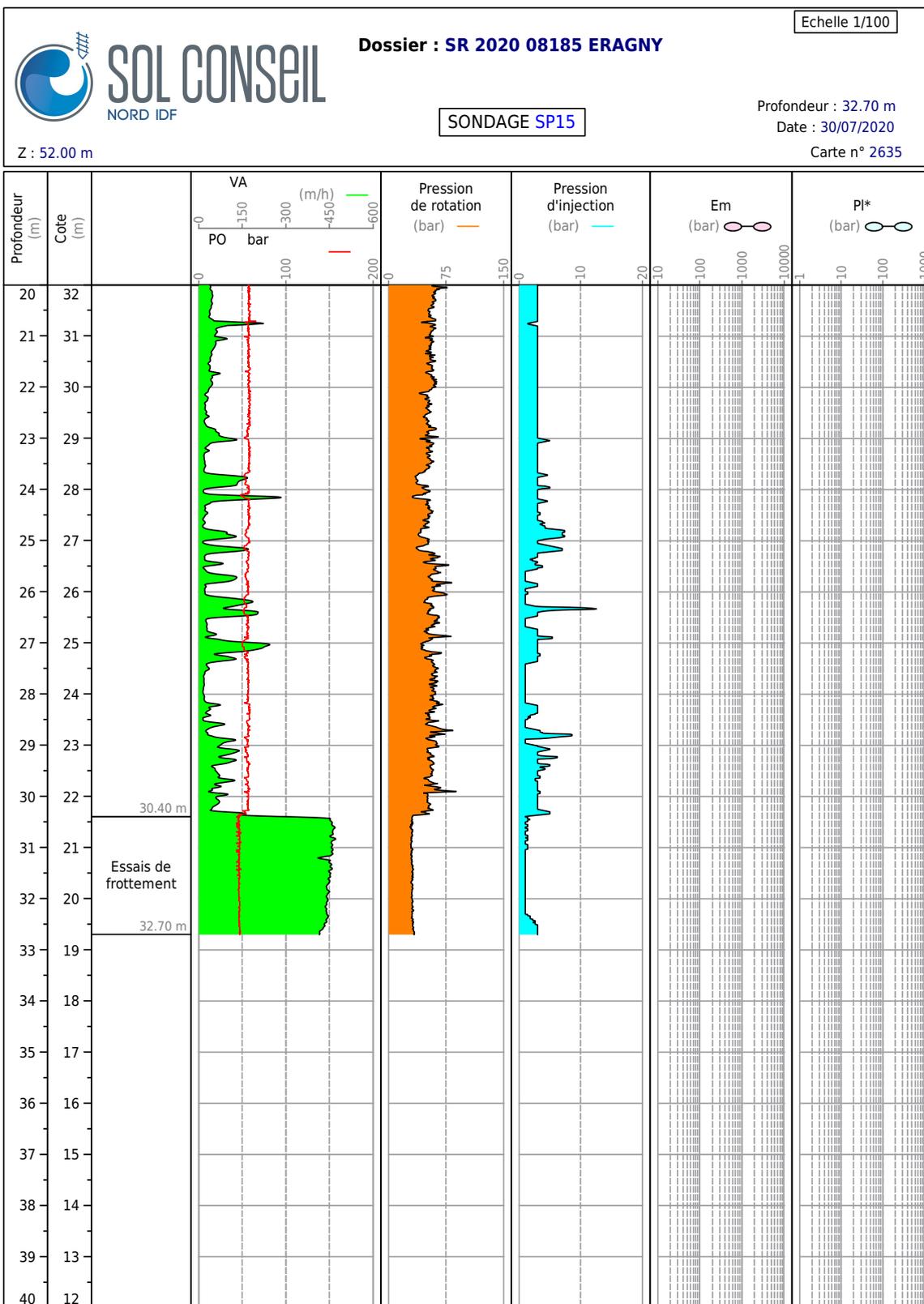












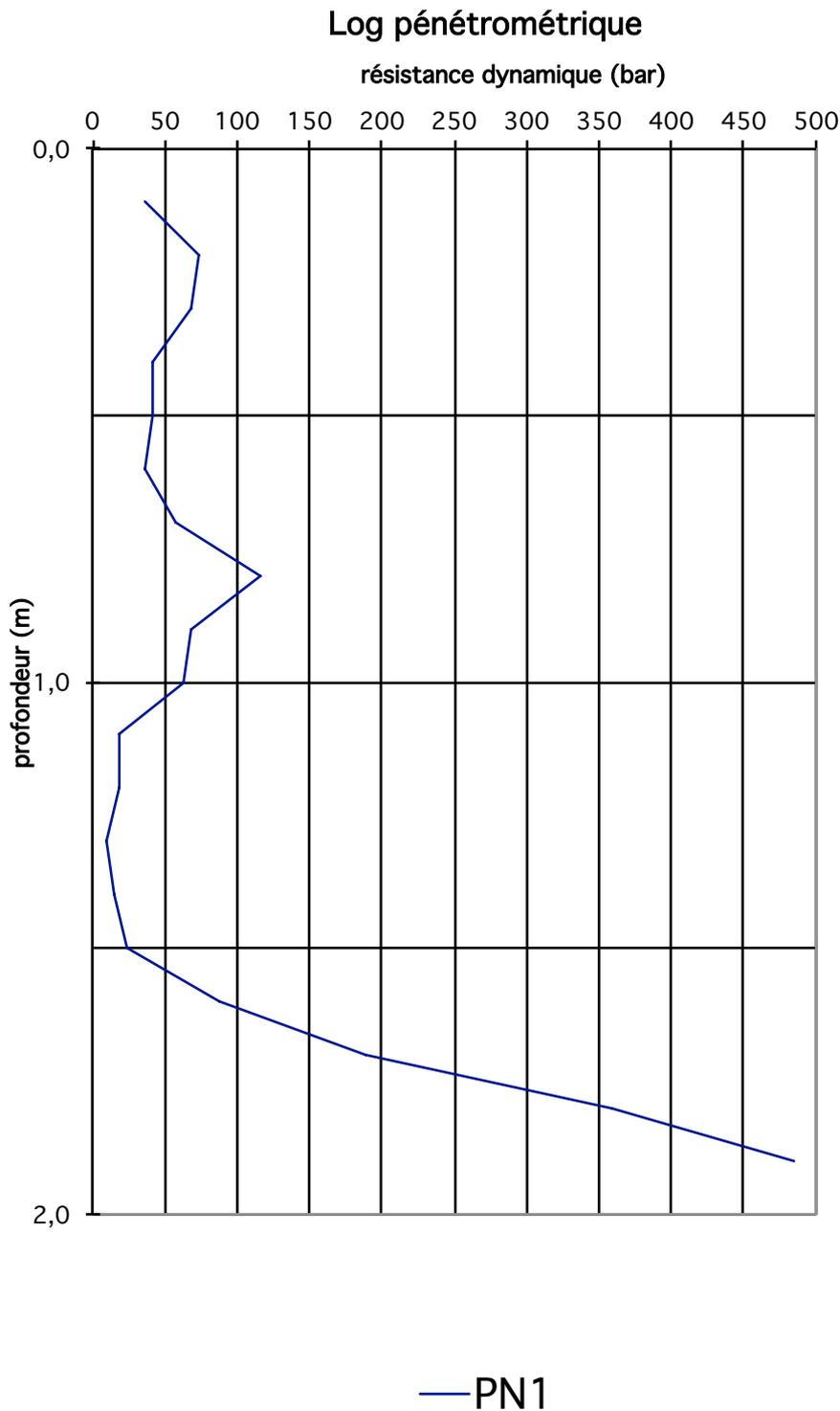
9.3 COURBES DE PENETRATION DYNAMIQUE



Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 1

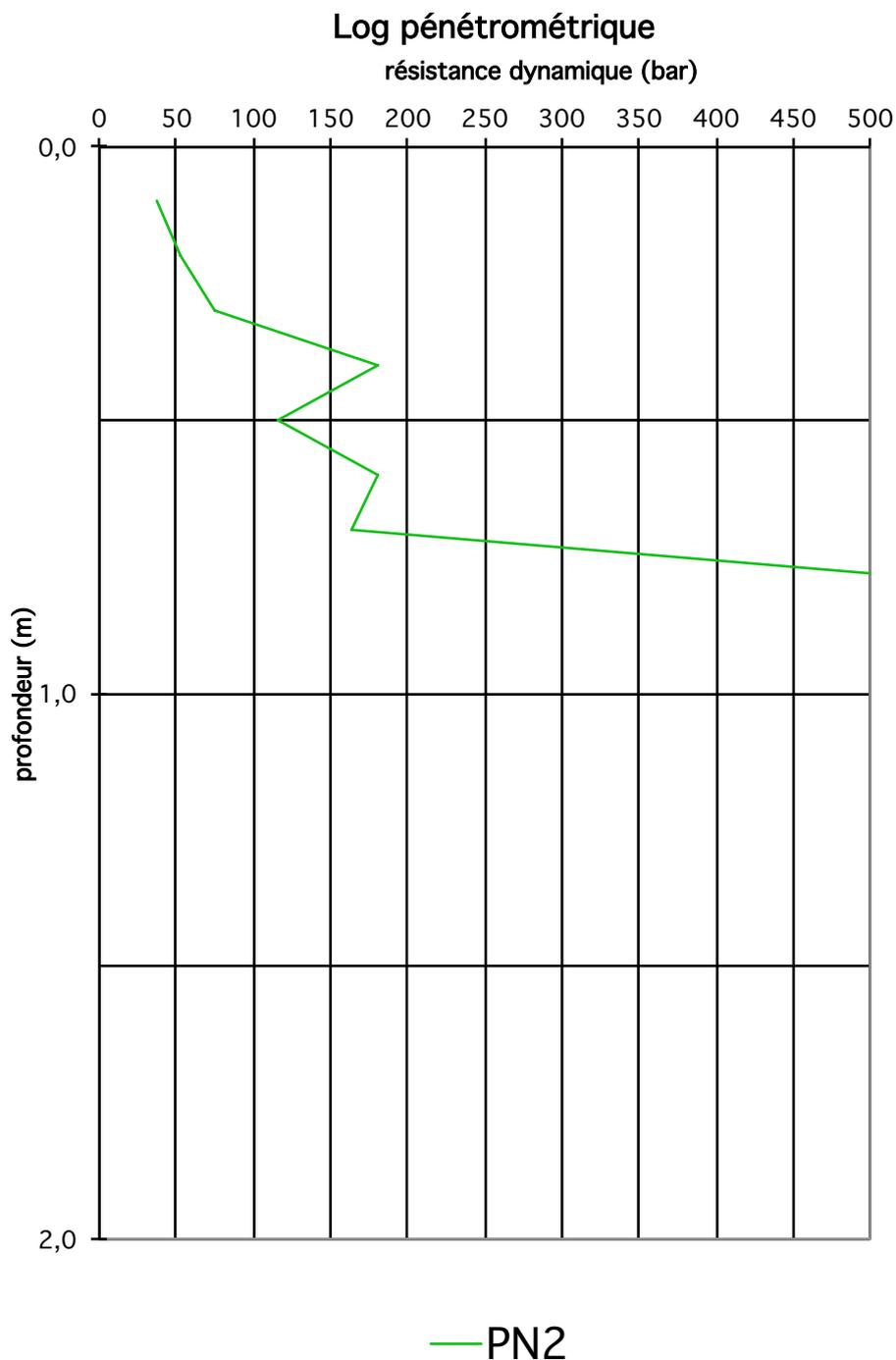




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 2

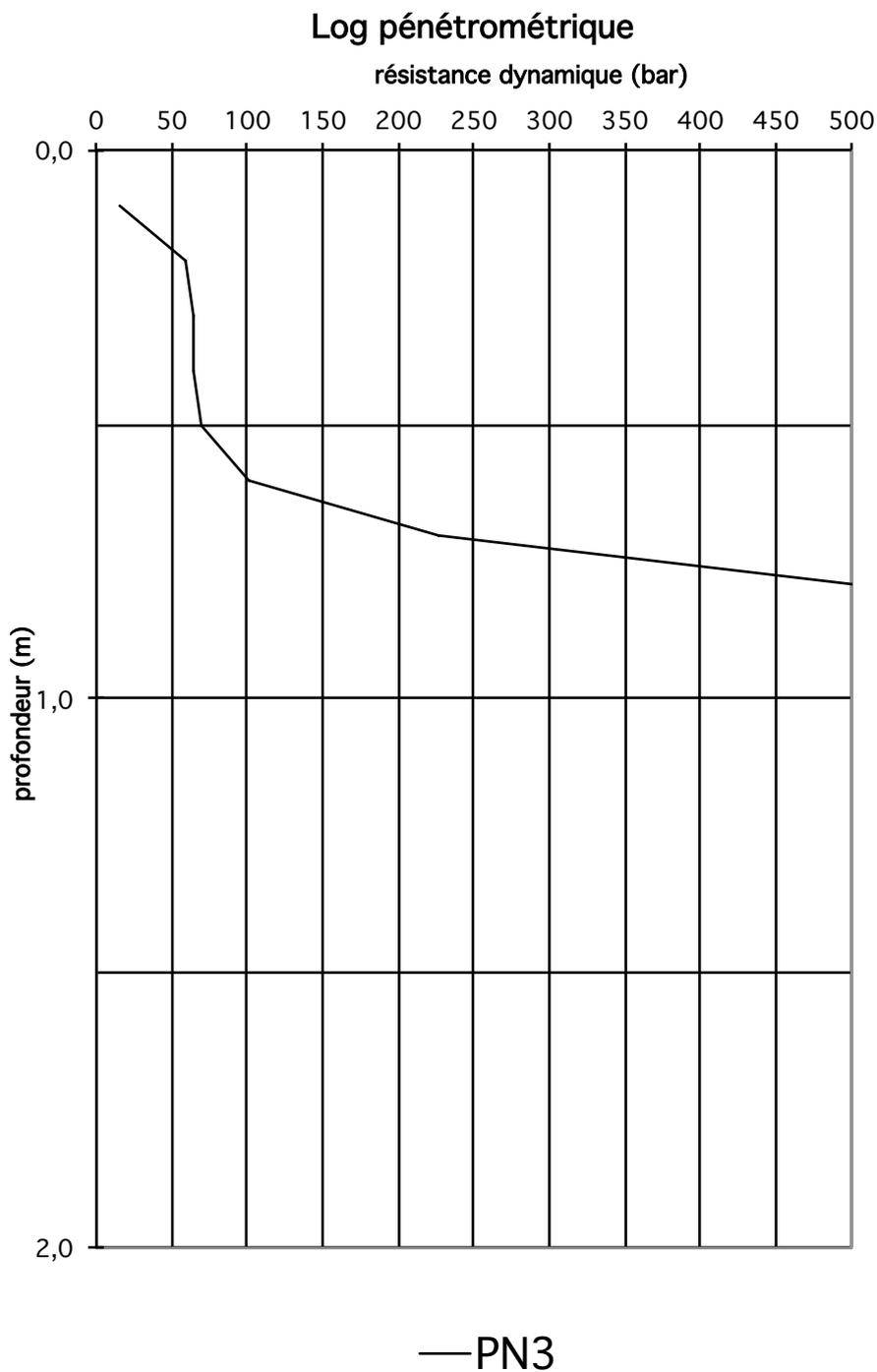




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 3

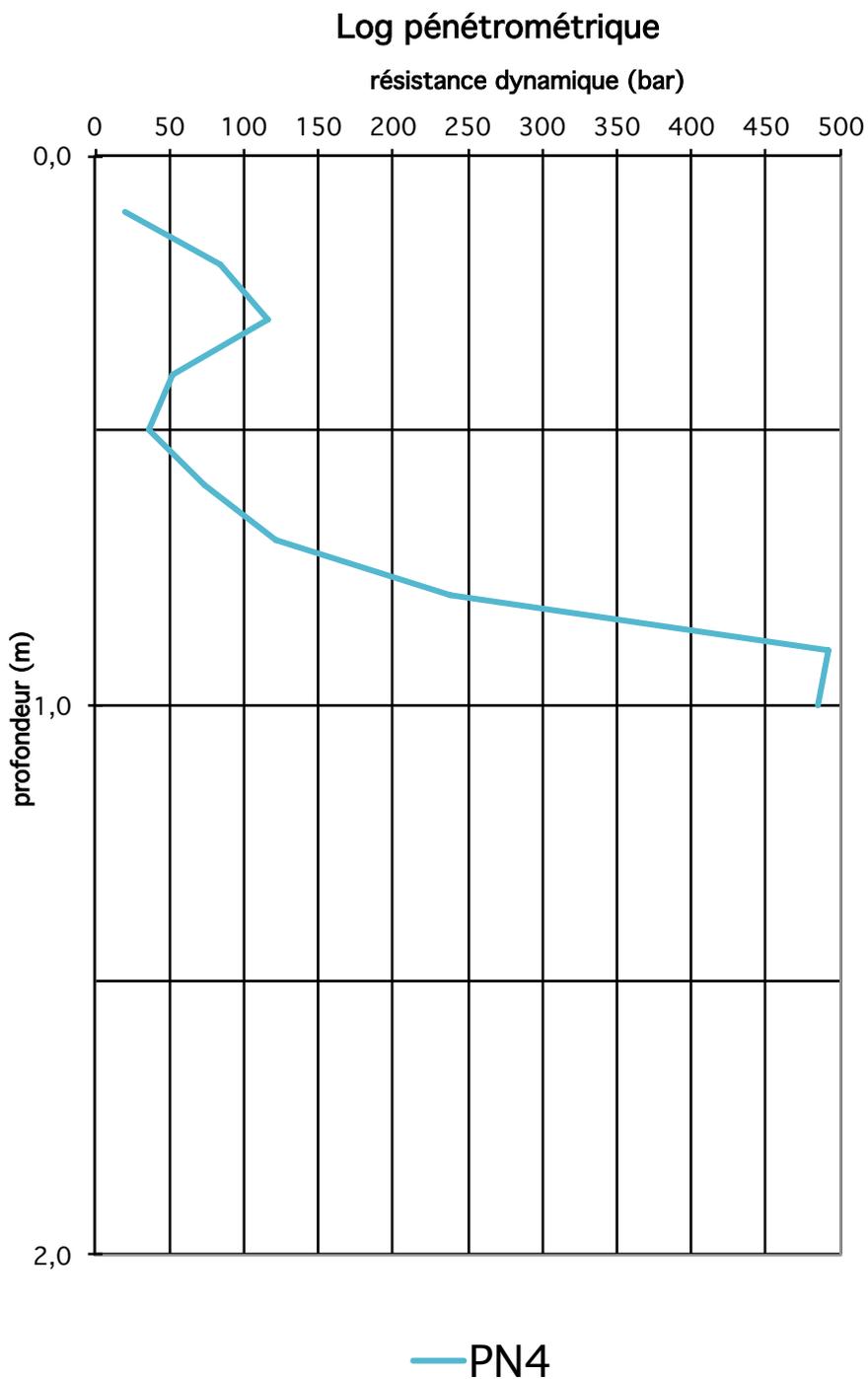




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 4

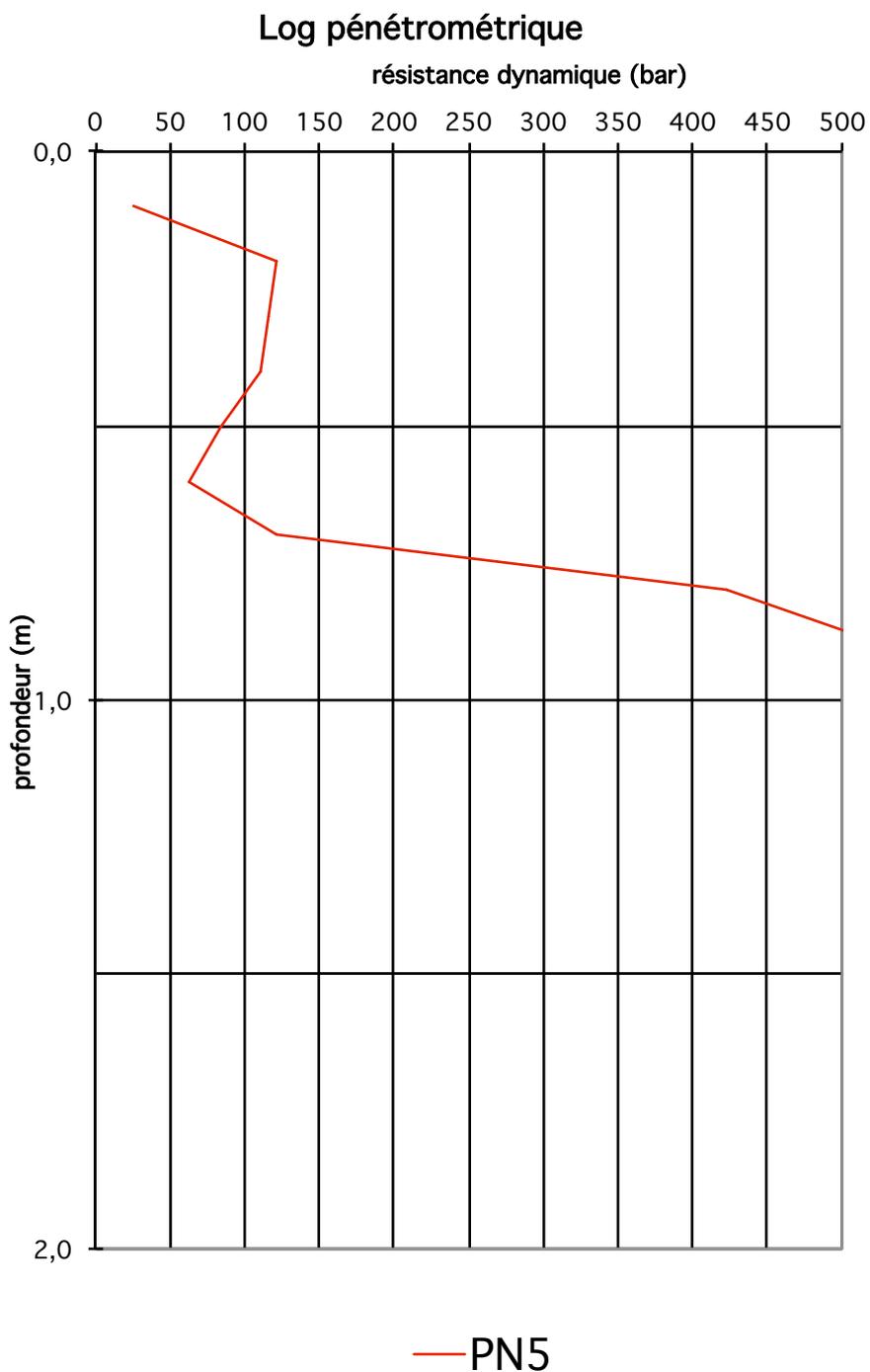




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 5

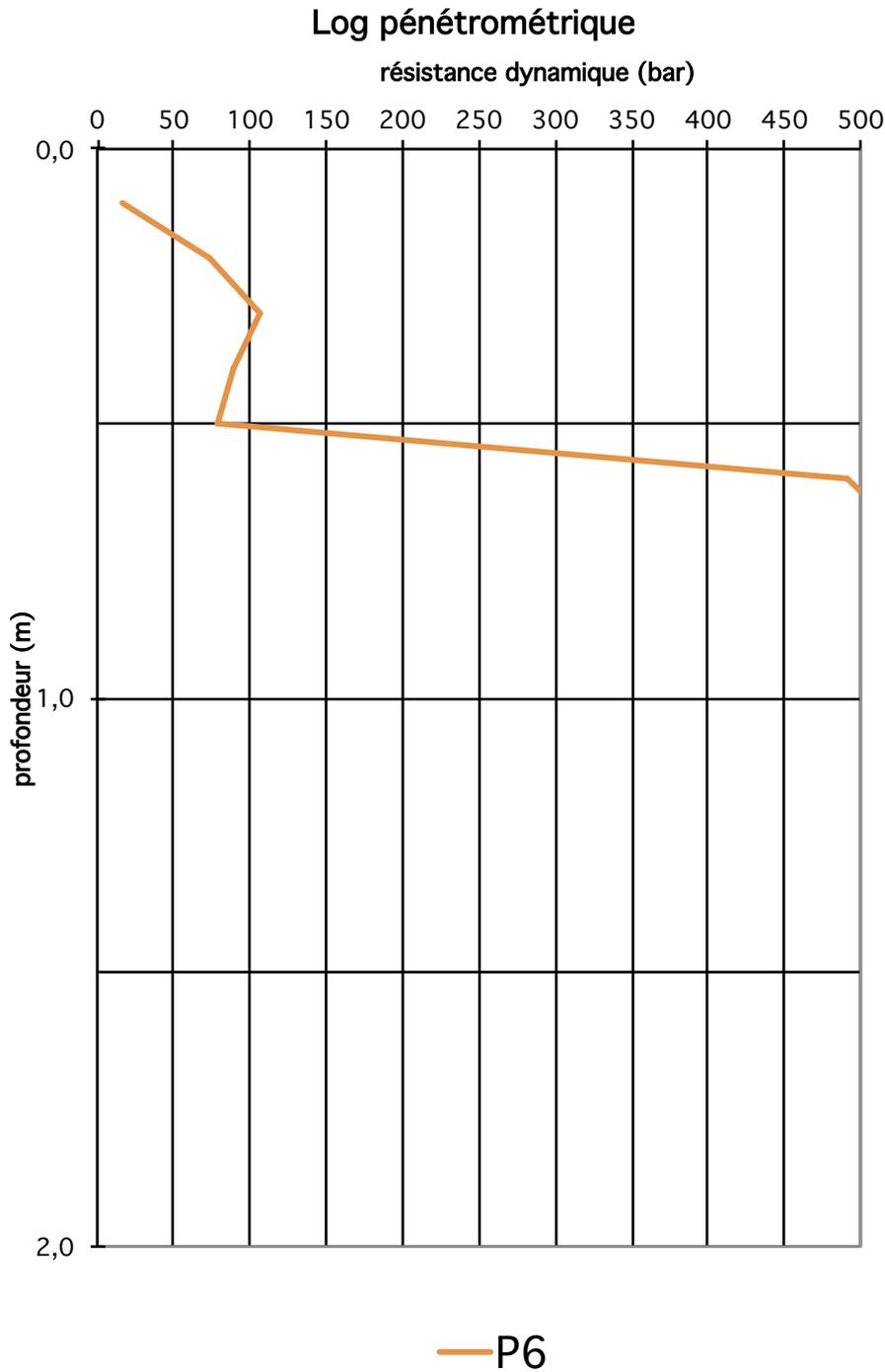




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 6

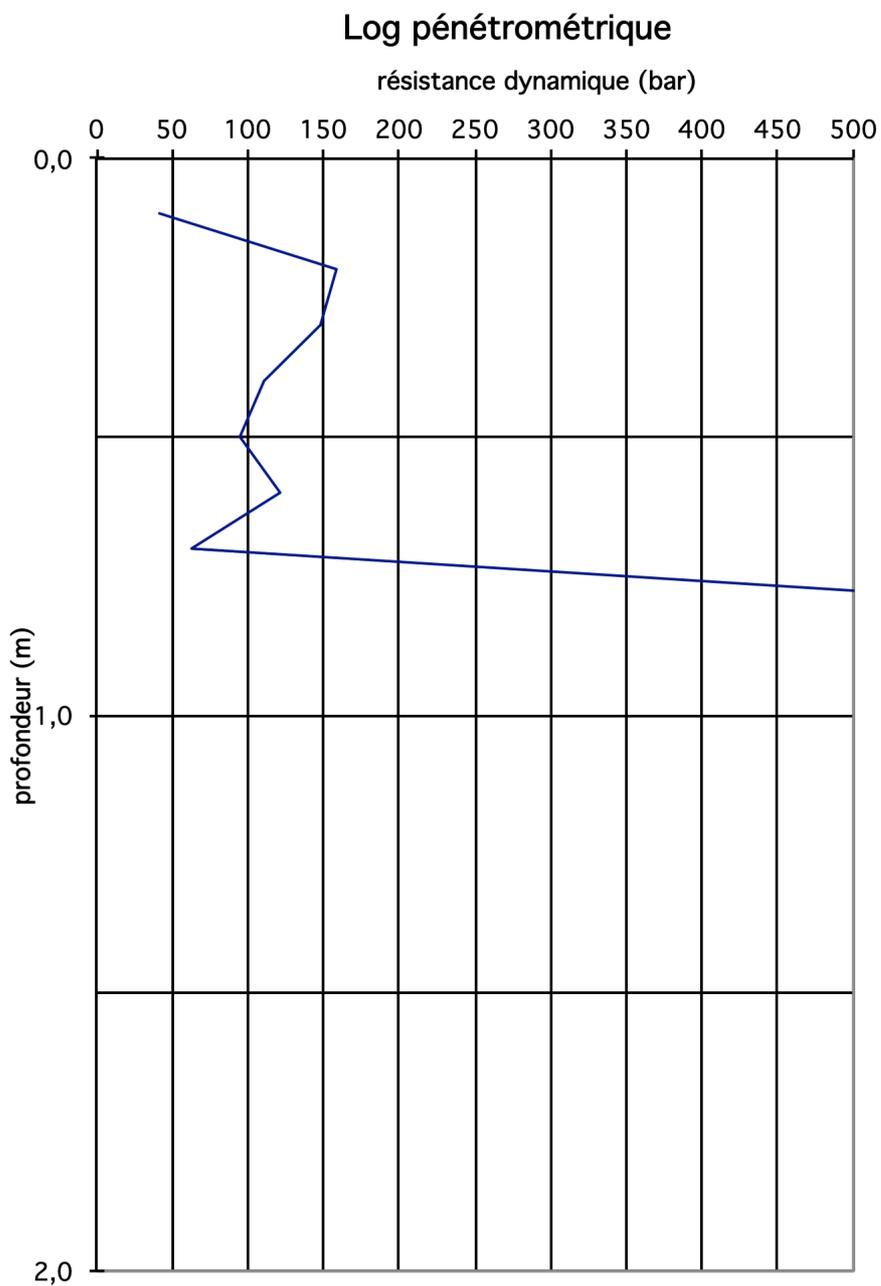




Adresse de l'affaire
Rue des belles hâtes
95160 ERAGNY

Dossier : SR2020 08185

Diagramme de pénétration dynamique 7



— PN7

10 ANNEXES NON NUMEROTÉES