



GÉotechnique
sciences de la terre sas

Agence de Gap
67 avenue de Provence
05000 GAP

Tél : 04 92 53 49 98
Contact05@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE AVP

Localisation
EMBRUN (05)

Projet
Nouvel hôpital d'Embrun - Réhabilitation des bâtiments

Maître d'ouvrage
GHT



REFERENCE : AGe2025-12-252/2 - G2 AVP

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	30/04/2026	24 pages + annexes	A.GIRAUD	A. MOLINIER	Première diffusion
B	07/05/2026	24 pages + annexes	A.GIRAUD	A. MOLINIER	Résultats essais en laboratoire
C	07/05/2026	24 pages + annexes	A.GIRAUD	A. MOLINIER	MAJ RF18

Référentiel document : v1.0 24/04/2025

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	2
1.1. Définition de l'opération	2
1.2. Contrat – Mission géotechnique	2
1.3. Cadre réglementaire	3
1.4. Documents communiqués	3
1.5. Caractéristiques du projet	3
1.6. Caractéristiques générales du site	6
1.7. Risques naturels	8
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	11
2.1. Implantation et nivellement.....	11
2.2. Investigations réalisées.....	11
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	13
3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques	13
3.2. Niveaux des eaux souterraines	14
3.3. Reconnaissances sur ouvrages existants	14
3.4. Résultats d'essais en laboratoire.....	15
3.5. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux	16
4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET	17
4.1. Modèle géotechnique retenu	17
4.2. Conditions sismiques.....	17
4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG).....	20
4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques	20
4.5. Principes généraux de terrassements	21
4.6. Conception des niveaux-bas	22
4.7. Etude des fondations superficielles à semi-profondes (Norme NF P94-261).....	24
4.8. Protection des ouvrages contre les eaux.....	26
4.9. Recommandations générales vis-à-vis du risque sismique	27
5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES	27
6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT	28

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013
Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude
Annexe 3 : Implantation des sondages
Annexe 4 : Coupes de sondages
Annexe 5 : Résultats essais en laboratoire

Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage **G.H.T.** envisage la réhabilitation de l'hôpital situé la commune d'EMBRUN (05).

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'ouvrage : GHT-GROUPEMENT HOSPITALIER DE TERRITOIRE ALPES DU SUD
- Assistant Maître d'Ouvrage : A2MO
- BET Générale : OTCE

1.2. Contrat – Mission géotechnique

A la demande de **GHT (Maître d'Ouvrage)**, **GEOTECHNIQUE SAS** a été mandatée pour réaliser une étude géotechnique.

Notre offre d'étude géotechnique référencée AGe2025-12-252/2 indice F en date du 06/02/2026 a été acceptée le 11/02/2026 (N° d'engagement SE065485).

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Avant-Projet (G2 AVP)**.

Elle consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les terrassements, les fondations, le mode d'assise des structures au sol ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques sur la base des modèles géotechniques retenus ;
- Donner les dispositions générales vis-à-vis des eaux de surface, des eaux souterraines et des avoisinants.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Le diagnostic des ouvrages existants,
- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- Les études des démolitions prévues,
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées aux résultats de l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

1.3. *Cadre réglementaire*

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017)
- NF DTU 13.1 Fondations superficielles
- NF DTU 13.3 Dallage
- Guide des Terrassements, des remblais et des couches de forme – fascicules n°1 et 2 – dit GTR 2023, publié par le CEREMA en mai 2023
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire

1.4. *Documents communiqués*

<i>Document</i>	<i>Fourni par</i>	<i>Référence</i>	<i>Date</i>
Plan de masse – Etat des lieux	OTCE	PC2	Reçu le 18/12/2025
Plan de masse – Projet		PC 3	
Coupes des façades			
Plan de fondation phase APD		CAI2.N.156	21/12/2023
Rapport G5 GINGER CEBTP		23035CHEMBRUN	Octobre2023
Plan des réseaux SA2D			

1.5. *Caractéristiques du projet*

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

Le projet prévoit la construction :

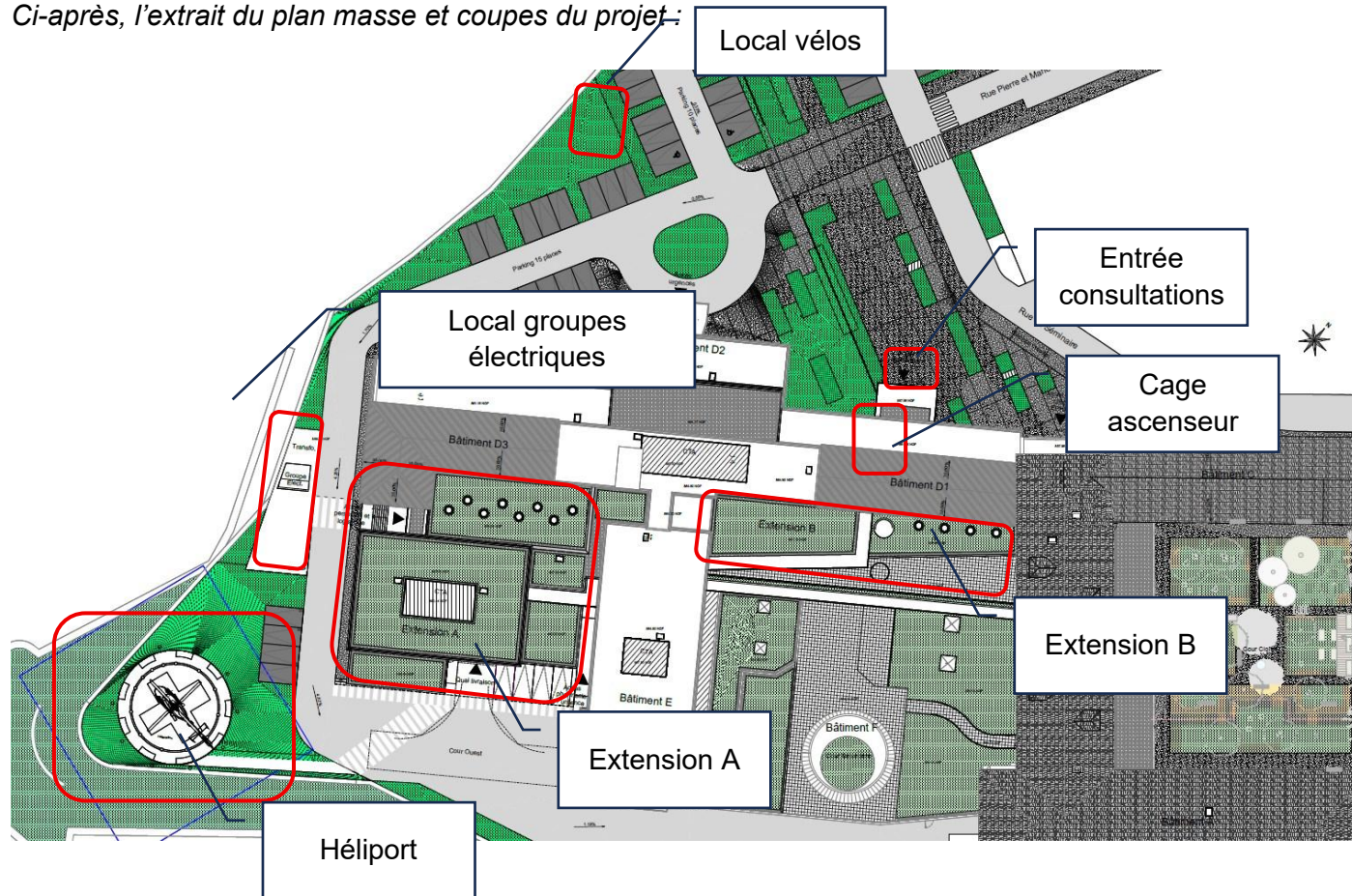
- De 2 extensions, nommées A et B, respectivement de type R+1 à R+2, situées en façade Sud-Est de l'hôpital, avec la mise en place d'une cage d'ascenseur,
- D'un hélicoptère situé en partie Sud du site,
- D'un local accueillant des groupes électriques, situé en limite de terrain au Sud-Ouest,
- D'un local à vélo situé en partie Nord-Ouest du terrain.

Les côtes du niveau bas indiquées sur les coupes sont :

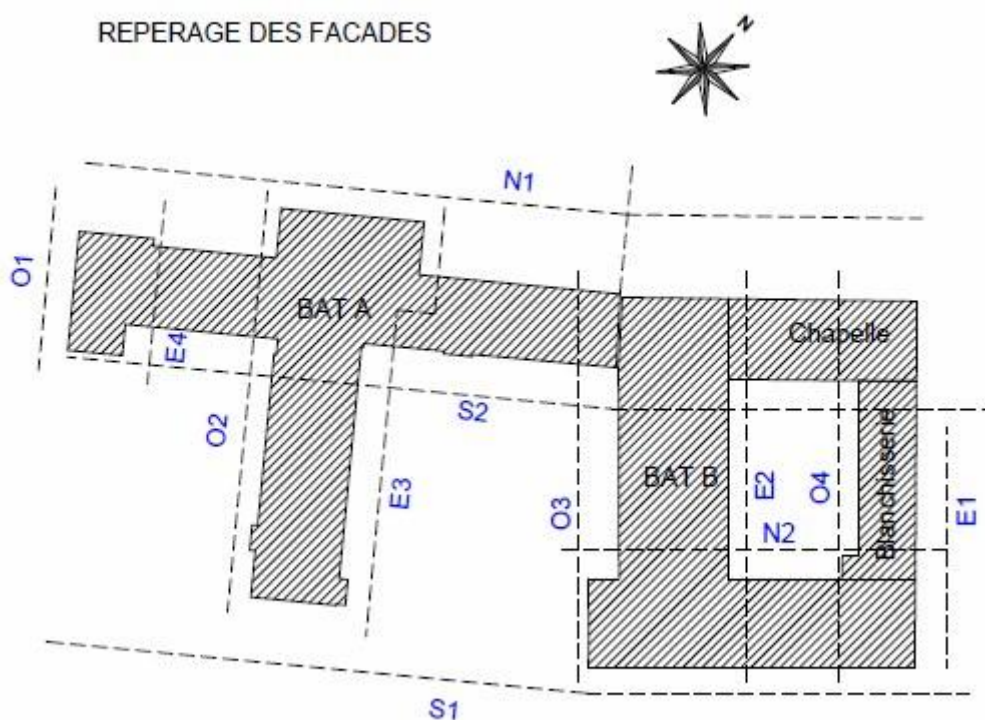
- Niveau du RdJ : entre +850.63 et +850.92 m NGF.

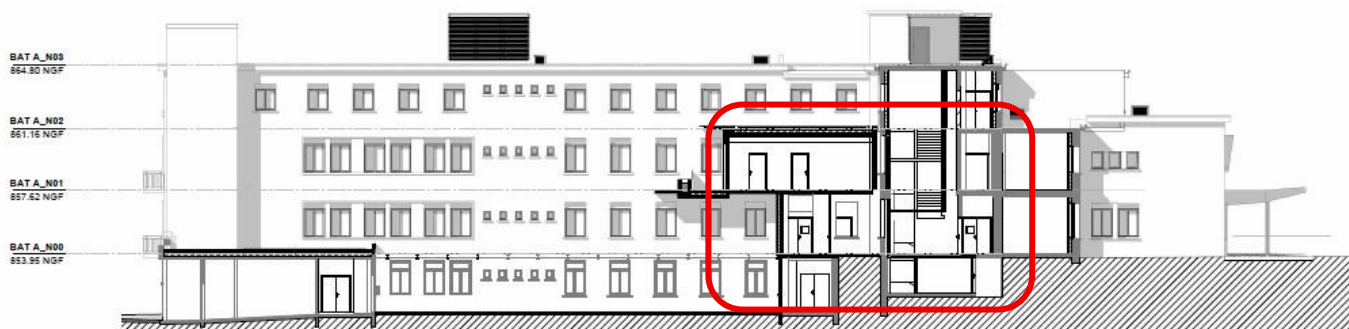
D'après les coupes qui nous ont été transmises et la topographie du terrain, les terrassements en déblais seront limités aux fonds de fouille.

Ci-après, l'extrait du plan masse et coupes du projet :

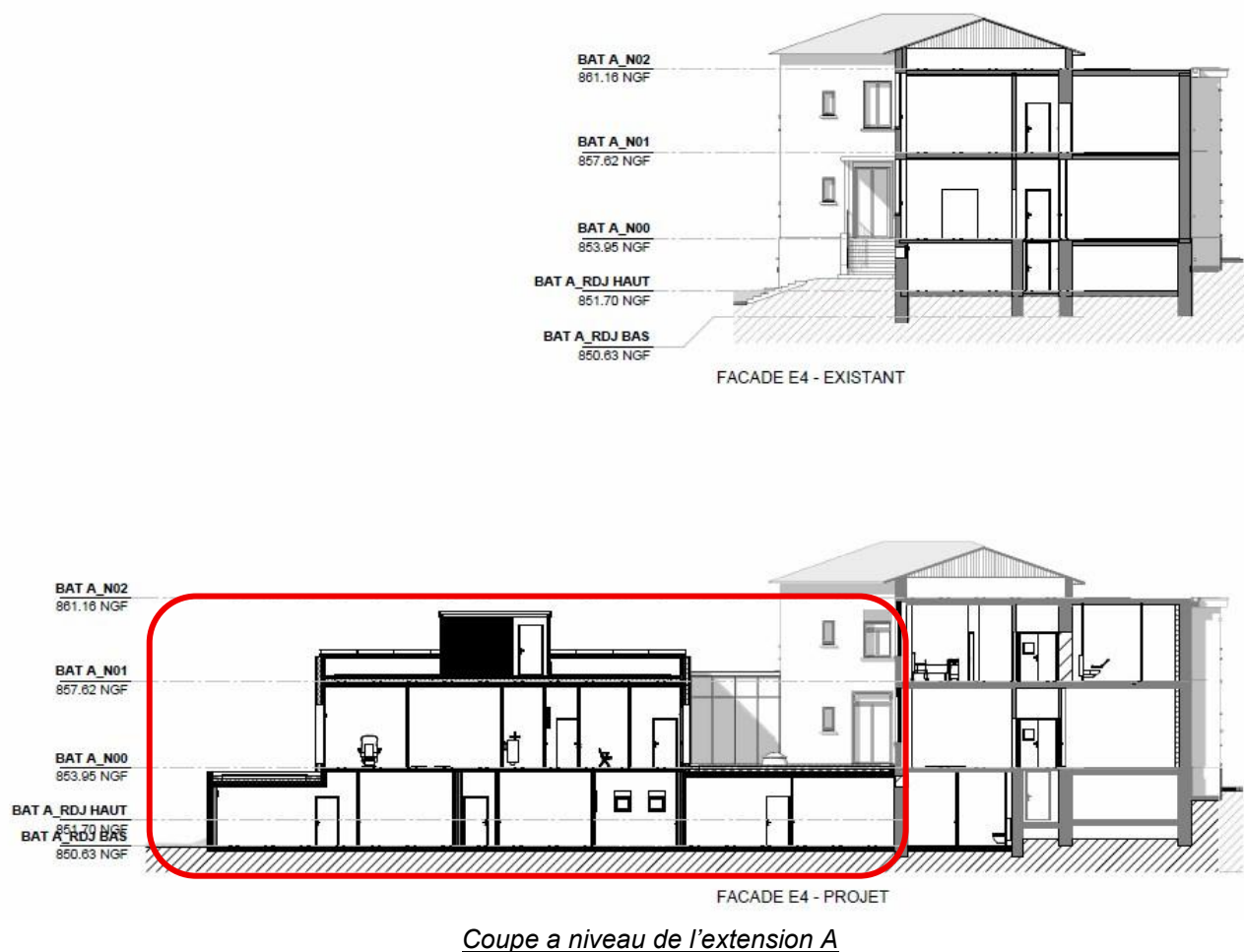


REPERAGE DES FACADES





Coupe au niveau de l'extension B

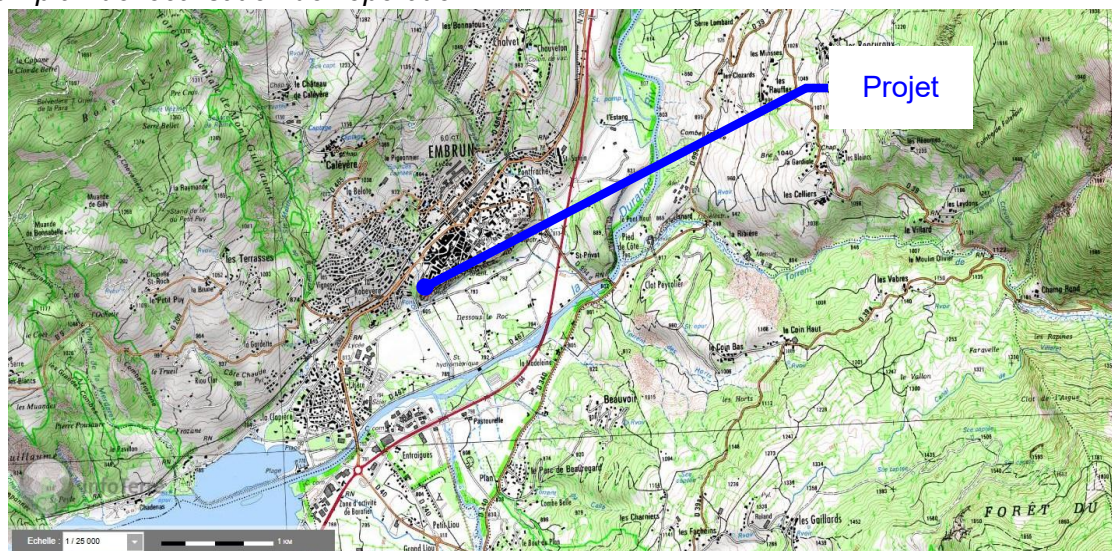


1.6. Caractéristiques générales du site

1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe au 8 rue Pierre et Marie Curie sur la commune d'EMBRUN.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du terrain :



1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

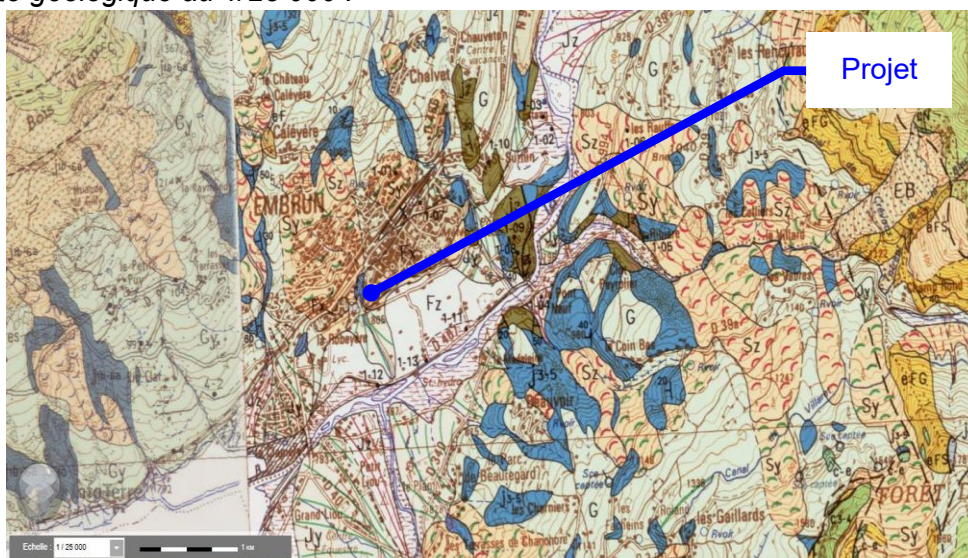
- Le terrain se situe au Sud-Ouest de la ville d'Embrun, au droit de l'hôpital actuel localisé sur l'éperon rocheux à proximité de la falaise au Sud,
- D'après la carte IGN du secteur, le terrain se trouve entre +845 et +853 m d'altitude NGF.

1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique du BRGM au 1/50 000 du secteur, la succession lithologique attendue est la suivante :

- Des remblais d'aménagement,
- Des poudingues d'anciennes terrasses alluviales +/- cimentées, notés Fx.

Extrait de la carte géologique au 1/25 000 :



1.7. Risques naturels

D'après les indications du PPRN d'EMBRUN le terrain se trouve à proximité d'une zone P3 qui correspond à un aléa fort pour le risque de chute de bloc vers l'aval.

Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

A noter que les risques naturels sans lien direct avec la stabilité des ouvrages (présence de radon, présence de pollutions de sol, etc...) ne sont pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

1.7.1. Risque d'inondation

Nous rappelons que, d'après les données dont nous disposons (Géorisques/Infoterre), le site n'est pas concerné par cet aléa.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

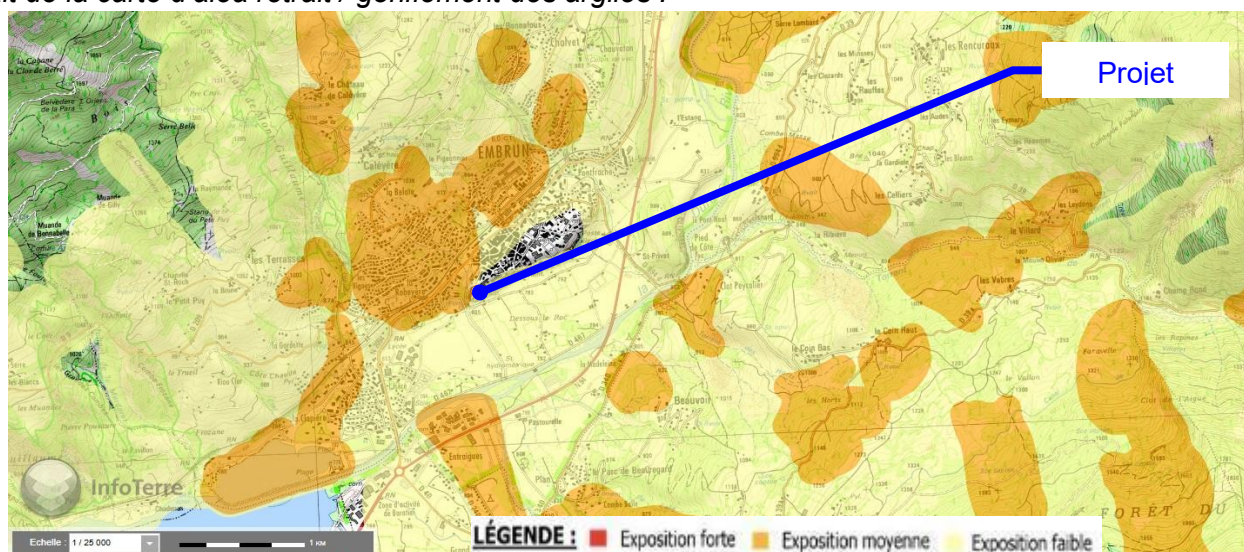
1.7.2. Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site n'est pas sujet aux débordements de nappe.

1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'exposition **faible** au retrait-gonflement des argiles.

Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :



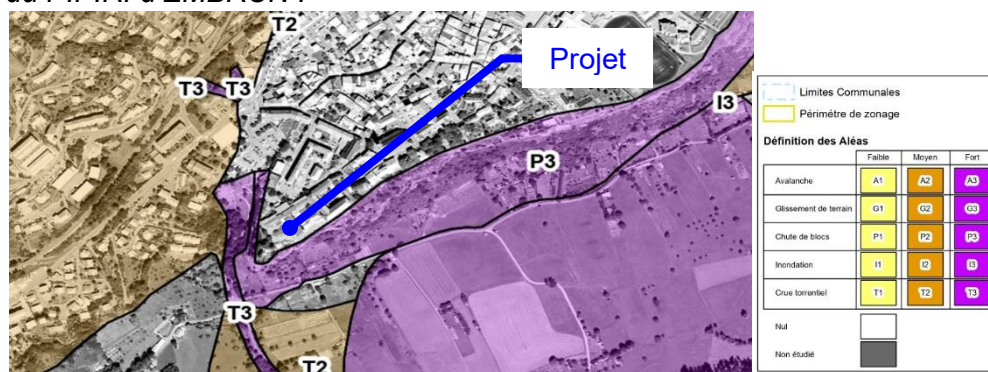
1.7.4. Présence de cavités / risque karstique

Aucune cavité référencée n'est signalée dans la zone du projet.

1.7.5. Mouvements de terrains

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE.

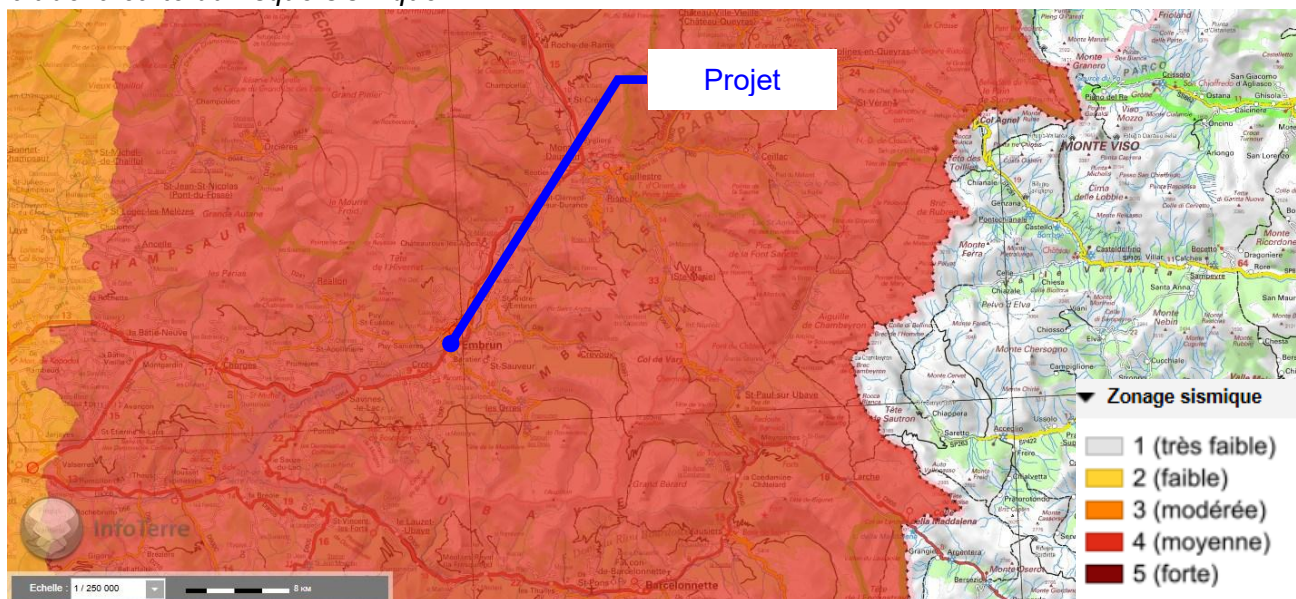
Extrait de la carte d'aléa du P.P.R. d'EMBRUN :



1.7.6. Risque sismique

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de **sismicité 4 (moyen)**.

Extrait de la carte du risque sismique :



Selon la catégorie des bâtiments pour cette zone d'aléa le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

1.7.7. Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune fait l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental, le terrain est classé à titre indicatif en zone de susceptibilité nulle à très faible.

Le décret relatif aux modalités d'application de la norme sur l'amiante environnemental n'est pas encore publié mais la Maitrise d'Ouvrage peut solliciter un BE spécialisé pour effectuer un diagnostic amiante conformément à la norme NF P94-001.

1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Mouvement de Terrain

- 🕒 Survenu entre le 01/03/2016 et le 07/12/2017
- ✓ Reconnu catastrophe naturelle depuis le 09/03/2018

Inondations et/ou Coulées de Boue

- 🕒 Survenu entre le 01/12/2023 et le 03/12/2023
- ✓ Reconnu catastrophe naturelle depuis le 18/12/2023

Mouvement de Terrain

- 🕒 Survenu entre le 19/08/2018 et le 18/02/2020
- ✓ Reconnu catastrophe naturelle depuis le 14/09/2020

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme références 6 seuils du bâtiment existant, auxquels nous avons attribué la cote arbitraire 100.00 N.I. (nivellement indépendant). L'emplacement des seuils sont indiqués sur le plan d'implantation des sondages. Pour la suite du rapport, les cotes altimétriques indiquées dans le texte correspondront donc au référentiel NI.

Remarque : Il conviendra de faire réaliser le rattachement en cotes NGF à partir du référentiel que nous avons considéré.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Sondages de reconnaissance

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP :

Type de sondage et essai	Nombre	Cote m NI	Prof. m/TA	Commentaires
Essais au pénétromètre dynamique lourd Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B de type BORRO	PN1 PN2 PN3 PN4 PN5 PN6 PN7 PN8 PN9	+96.9 +99.2 +100.7 +97.7 +99.9 +99.9 +99.9 +99.7 +100.0	1,8 2,2 1,6 2,2 3,4 3,0 3,2 1,6 1,2	Refus de battage
Sondages géologiques à la pelle mécanique	SPM1 SPM1B SPM2 SPM3	+97,2 +97,1 +99,2 +99,5	0,3 1,7 2,3 1,1	Refus machine Refus machine Arrêt volontaire Refus machine
Sondages pressiométriques Norme NF P 94-110 Méthode de forage : destructif taillant Ø 68 mm + air comprimé	SP1 SP2	+100,7 +100,0	10,3 10,4	9 essais pressiométriques chacun

Fouilles de reconnaissance de fondations	RF1	+99,7	1,82	Base de la fondation
	RF2	+100,7	2,80	
	RF3	+101,7	1,00	
	RF4	+99,5	1,65	
	RF5	+100,3	1,48	
	RF6	+98,9	0,80	
	RF7	+99,1	0,75	
	RF8	+99,1	0,70	
	RF9	+99,3	>1,50	
	RF10	+100,9	0,70	
	RF11	+99,7	1,30	
	RF12	+100,0	0,30	
	RF13	+98,2	0,35 à 0,60	
	RF14	+99,9	1,00	
	RF15	+99,9	>1,50	
	RF16	+100,9	0,40	
	RF17	+99,3	0,90	
	RF18	+99,3	0,25	

2.2.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

Type d'essai	Quantité
Teneur en eau naturelle - NF EN ISO 17892-1*	2
Analyse granulométrique par tamisage - NF EN ISO17892-4*	2
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068*	2
Classification des sols (GTR 92) - NF P11-300 Classification des sols (GTR 2023)	2

* Échantillons broyés prélevés dans les sondages à la mini-pelle

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- Les diagrammes de résistance dynamique de pointe qui permettent d'apprécier la compacité des sols meubles jusqu'au refus éventuel avec une mesure tous les 20 cm ;
- La visualisation des sols dans les sondages à la pelle (généralement limitée à 2 m de profondeur maximum ou au refus pour des raisons de capacité d'outils et de sécurité) ;
- Les paramètres de forage :
 - La vitesse d'avancement instantanée généralement fonction de la résistance mécanique des sols traversés (élevée dans les horizons « mous » à lâches et faibles dans les formations compactes),
 - La pression sur l'outil de forage ainsi que le couple de rotation moteur, peu variables mais dépendant toutefois du matériau traversé (plus élevé généralement dans les formations graveleuses ou granuleuses et abrasives).
- Les cuttings de forage.

Les limites de couches au droit des essais au pénétromètre dynamique sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes de résistance dynamique de pointe. Il s'agit d'essais complémentaires pour resserrer la maille inter-sondages.

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques

Les sondages réalisés ont permis de mettre en avant les horizons suivants :

➤ **Horizon R : Matériaux de recouvrement**

Cette formation correspond au recouvrement superficiel du terrain. Elle est impropre à toute construction.

- Aspect visuel : terre végétale marron avec système racinaire et remblais limoneux bruns à graves sableuses,
- Épaisseur : de 0,1 à 3,0 m (**PN5**),
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $0,5 \text{ (PN5)} \leq R_d \leq 15 \text{ MPa (PN8)}$,
 - Pression limite : $0,1 \leq p_i^* \leq 0,2 \text{ MPa}$,
 - Module pressiométrique (E_M) : $1 \text{ (SP2)} \leq E_M \leq 2 \text{ (SP1)} \text{ MPa}$.

Des variations de nature et d'épaisseur des **matériaux de recouvrement** sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions, ...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- Un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- La mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,
- La nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.

➤ **Horizon S1 : Poudingues altérés**

Cet horizon semble correspondre à la frange superficielle altérée du substratum référencé par le BRGM.

- Aspect visuel : graves gris-beige peu cimentées,
- Profondeur de la base : variable, entre 3,5 m (**SP1**) et 7,5 m/TA (**SP2**),
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $20 \text{ (PN2)} \leq R_d \leq 100 \text{ MPa}$ (refus de battage),
 - Pression limite : $1,36 \text{ (SP2)} \leq p^* \leq 3,8 \text{ (SP1)} \text{ MPa}$,
 - Module pressiométrique (E_M) : $26 \text{ (SP2)} \leq E_M \leq 50 \text{ (SP1)} \text{ MPa}$,

➤ **Horizon S2 : Poudingues compacts**

Cet horizon semble correspondre au substratum référencées par le BRGM.

- Aspect visuel : Graves gris-beige cimentées,
- Profondeur de la base : >10 m/TA (**SP1 et 2**),
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $R_d > 100 \text{ MPa}$ (Refus de battage),
 - Pression limite : $p^* \leq 5 \text{ MPa}$,
 - Module pressiométrique (E_M) : $143 \text{ (SP2)} \leq E_M \leq 216 \text{ (SP1)} \text{ MPa}$.

3.2. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations en mars 2026.

Des circulations erratiques d'eaux ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

Le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage ou d'une excavation de surface limitée est variable en fonction de la perméabilité du sol. Dans les sols fins, ce délai peut atteindre plusieurs jours, notamment dans le cas des sols fortement argileux.

Les ouvrages géotechniques semi-enterrés devront donc être parfaitement drainés en phase définitive.

3.3. Reconnaissances sur ouvrages existants

Étant donné la présence d'ouvrages mitoyens au projet, des fouilles de reconnaissance des fondations ont été réalisées.

Les coupes des fouilles de reconnaissance des fondations sont présentées en annexe 4. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

Excavation	RF1	RF2	RF3	RF4	RF5	RF6	RF7	RF8	RF9	RF10
Type de fondation visualisée	Semelle filante supposée									
Débord extérieur (m)	0,06	0,20	0,06	0,73	0,15	0,20	0,20	0,12	0,20	0,32
Épaisseur de semelle (m)	1,42	1,30	0,40	1,45	1,30	0,40	0,40	0,46	>1,50	0,70
Hauteur du soubassement (m)	-	1,50	0,60	-	-	-	-	-	-	-
Profondeur d'assise (m)	1,75	2,20	1,00	1,65	1,48	0,80	0,75	0,70	>1,50	0,20
Sol d'assise	S1	S1	S1	S1 supposé						

Excavation	RF11	RF12	RF13 A	RF13 B	RF13 C	RF13 D	RF14	RF15	RF16	RF17	RF18
Type de fondation visualisée	Semelle filante supposée	-	Semelle filante supposée								
Débord extérieur (m)	0,05	-	0	0,07 et 0,15	0,08 et 0,10	0,15	0,48	0	0	0	0,09
Épaisseur de semelle (m)	1,30	0,30 de béton	0,50	0,35	0,35	0,60	1,00	>1,50	0,30	0,65	1,62
Hauteur du soubassement (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37
Largeur de la semelle B (m)	-	-	-	0,72	0,58	-	-	-	0,50 supposée	-	-
Profondeur d'assise (m)	1,28	0,35	0,50	0,15	0,17	0,60	1,00	>1,50	0,40	0,90	0,25
Sol d'assise	S1 supposé	-	S1 supposé								

Au droit des excavations RF9 et RF15, l'épaisseur de béton étant supérieur à 1,5 m de profondeur (profondeur max de l'outil de foration), il n'a pas été possible de poursuivre la fouille et de reconnaître la base des fondations de l'ouvrage.

Remarque : En raison des emprises restreintes disponibles ces reconnaissances sont limitées. Les relevés effectués sont ponctuels et ne représentent pas la totalité des fondations existantes. Des variations de géométrie et de profondeur sont donc possibles. Des reconnaissances complémentaires seront probablement nécessaires en phase PRO et EXE.

Les fondations des bâtiments sont généralement symétriques. Toutefois, les dimensions retenues pour les calculs ne le prendront pas en compte par sécurité. En effet, la largeur des semelles ayant un impact sur les descentes de charges admissibles, ces dernières pourraient être surestimées en cas de semelles asymétriques.

3.4. Résultats d'essais en laboratoire

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

Sondage	SPM1	SPM2
Propriétés physiques des sols		
Identifiant du sol	R	R
Nature de sol	Limons graveleux (remblais ?)	
Profondeur de l'échantillon soumis aux essais (m/TN)	1,1	1,2
Teneur en eau naturelle W_{nat} (%)	15,7	15,2
Dmax (mm)	40	40
Passant 63 μ m (%)	37,2	42,4
Valeur au bleu du sol VBS (%)	0,47	0,45
Classe GTR	F1	F1

3.5. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillés précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années :

<i>Passant à 80 µm (%)</i>	<i>Valeur au bleu VBS</i>	<i>Exposition au retrait du sol</i>
> 80	> 4	Forte
> 40	1,5 à 4	Moyenne
< 40	< 1,5	Faible

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<i>Sol</i>	<i>Passant à 80 µm (%)</i>	<i>Valeur au bleu VBS</i>	<i>Exposition au retrait du sol</i>
R	38,1 à 42,8	0,45 à 0,47	Faible

Il résulte que les sols en place sont faiblement sensibles au phénomène de retrait-gonflement. Toutefois, il y a lieu de prévoir des dispositions constructives spécifiques concernant les ouvrages au sol et des précautions concernant l'aménagement général de la propriété (végétation, gestion des eaux...). Ces éléments seront présentés ultérieurement dans ce rapport.

Remarque : Les analyses portent sur les horizons superficiels (vraisemblablement des remblais ou matériaux d'aménagement). La compacité des poudingues sous-jacents a rendu leur échantillonnage impossible ; toutefois, ces formations sont considérées comme non sensibles au RGA conformément au contexte géologique local et à notre expérience du secteur.

4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET

4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Extension A et ouvrages annexes :

Id.	Nature du sol	Prof. de base (m/TA)	Résistance de Pointe q_d (MPa)	Valeurs pressiométriques		
				p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
R	Matériaux de recouvrement	0,1 à 2,2	0,5 à 15	0,1 à 0,2	1 à 2	-
S1	Poudingues altérés	3,5	20 à 100	1,4 à 3,8	26 à 50	0,67
S2	Poudingues compacts	>10	>100	>5	143 à 216	0,5

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol
 q_d : résistance dynamique de pointe

Extension B :

Id.	Nature du sol	Prof. de base (m/TA)	Résistance de Pointe q_d (MPa)	Valeurs pressiométriques		
				p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
R	Matériaux de recouvrement	3	0,5 à 15	0,1 à 0,2	1 à 2	-
S1	Poudingues altérés	7,5	20 à 100	1,4 à 3,8	26 à 50	0,67
S2	Poudingues compacts	>10	>100	>5	143 à 216	0,5

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol
 q_d : résistance dynamique de pointe

Note importante : la profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

4.2. Conditions sismiques

4.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), le niveau d'aléa ainsi que l'accélération du sol « au rocher » de référence sont indiqués dans le tableau ci-après pour le site objet de la présente étude :

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3,0

4.2.2. Influence du sol

L'Eurocode 8 distingue 5 classes de sols pour lesquelles sont définis des coefficients de sol S permettant de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par le sol. La classe de sol ainsi que le coefficient S associé correspondant au contexte géologique mis en évidence au droit du projet sont précisés dans le tableau suivant :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coef. De sol S	
		Zone 1 à 4	Zone 5
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistants	1,0	1,0
B	Dépôts raides de sables, de graviers ou d'argiles sur-consolidées d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1,35	1,2
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de graviers ou d'argiles moyennement raides, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	1,5	1,15
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	1,6	1,35
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle* d'une épaisseur comprise entre 5 et 20 m reposant sur un matériau plus raide	1,8	1,4
S₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($I_p > 40$) et une teneur en eau importante	<i>Étude spécifique</i>	
S₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes précédentes	<i>Étude spécifique</i>	

* couche superficielle de classe B, C ou D

À noter qu'en l'absence d'investigations spécifiques (essais Cross-Hole, essais en laboratoire, essais CPTu, essais SPT...). La classe de sol donnée est estimative.

4.2.3. Catégorie de bâtiment

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance en fonction de l'activité hébergée ou du nombre de personnes pouvant être accueilli dans les locaux.

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance Y_I qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8. Le tableau suivant précise le cas dans lequel le projet se trouverait d'après les informations qui nous ont été transmises. Ce point devra être confirmé ou modifié par le Maître d'ouvrage.

Catégorie d'importance	Description	Coef. Y_I
I 	■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.	0,8
II 	■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégorie 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 personnes. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.	1,0
III 	■ ERP de catégorie 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. ■ Bâtiment pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production d'énergie. ■ Établissements scolaires.	1,2
IV 	■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise ■ Centres météorologiques	1,4

4.2.4. Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I 	II 	III 	IV 
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 3				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

4.2.5. Risque de liquéfaction des sols

La liquéfaction des sols sous séisme est un mécanisme de rupture brutal qui advient dans les sols peu consistants saturés, durant des mouvements oscillatoires sismiques forts et qui se traduit par une forte réduction de la contrainte verticale effective qui règne dans le sol et par conséquent par une perte de la capacité portante du sol.

Le site étant classé en zone **sismique 4 (moyen)**, le risque de liquéfaction des sols sous séisme doit être vérifié d'après l'arrêté n°2010-1255 du 22/10/2010.

Le contexte géotechnique mis en évidence, caractérisé par la présence des sols de bonne consistance, permet d'écarter ce risque.

La catégorie d'importance du bâtiment devra être confirmée par le MOA.

4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)

Compte tenu de la topographie sensiblement plane du secteur du projet et des caractéristiques des ouvrages à réaliser sans locaux enterrés, mais en présence de mitoyens, l'impact du projet en phase travaux et en phase d'exploitation ne se limitera pas au tènement du projet.

Ainsi, des dispositions constructives spécifiques (présentées dans la suite du rapport) devront être prises afin d'éviter d'engendrer des dommages aux existants tant en phase travaux qu'en phase définitive.

Ce point restera toutefois à valider en phase Projet.

4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques

Ci-après, nous récapitulons les principales contraintes du projet au regard des conditions géotechniques du terrain et du contexte local.

- La nécessité de réaliser une fouille en déblais avec un toit du substratum compact proche de la surface du terrain naturel,
- La construction en limite de bâtiments dont les fondations sont débordantes,
- La présence de remblais hétérogènes sur de fortes épaisseurs,
- La difficulté d'accès au site pour la réalisation des travaux,
- La présence en aval du projet d'une falaise dont les conditions de stabilité sont à vérifier,
- La publication de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle sur la commune,
- La nécessité de réaliser des fondations respectant la garde hors-gel locale.

Compte tenu de ces éléments, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- La réalisation d'un mode de **fondations superficielles** hors-gel pour l'extension A et ouvrages annexes,
- La réalisation d'un mode de **fondations semi-profondes par puits** pour l'extension B,

Remarque : concernant la création de l'extension B, en cas d'inaccessibilité, un mode de fondation profond par micropieux pourra être éventuellement envisagé en variante.

Ces adaptations techniques (fondations superficielles et semi-profondes) sont précisées dans la suite du rapport.

Nous précisons que toute modification du projet, ou du terrain, ultérieure à la présente étude, est de nature à entraîner une nouvelle étude partielle ou complète, qui prendra en compte les modifications apportées et la validité des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport.

4.5. Principes généraux de terrassements

Les mouvements de terres associés aux principes généraux de terrassement concernent les déblais de pleine masse, les fouilles de fondations et l'aménagement de la plateforme.

Remarques : Les travaux de terrassement au droit de l'extension A rencontreront les poudingues après terrassement, en raison de la présence d'un talus constitué de remblais au droit du projet et en mitoyen de la façade Sud.

Pour l'extension B, les terrassements se limiteront aux fonds de fouille compte tenu des accès très limités.

4.5.1. Recommandations générales

- L'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de forme (GTR 2023).
- La terre végétale ainsi que les matériaux impropres à l'assise des plateformes devront être préalablement décapés.
- Les éventuels fossés de drainage existants qui seraient mis à jour devront impérativement être conservés, busés ou déviés moyennant une étude hydraulique si nécessaire, afin de maintenir un bon drainage des eaux du site et éventuellement du versant.
- L'entreprise devra, dans la mesure du possible, réaliser une pente d'évacuation des eaux au niveau des fonds de forme, de manière à les canaliser vers un exutoire approprié.
- La réalisation des déblais devra respecter les conditions d'exécution suivantes :
 - Procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
 - Interrompre les travaux lorsque les conditions météorologiques sont trop défavorables.
- La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).
- Par ailleurs, afin d'éviter des purges supplémentaires de matériaux détériorés par les eaux météoriques notamment, il est préférable de conserver une garde de 20 cm d'épaisseur de sol au niveau du fond de fouille général, qui sera enlevée au dernier moment, si celui-ci doit rester plusieurs jours à l'air libre.

4.5.2. Décapage de surface

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

En cas de dévoiement de réseau, nous recommandons de prévoir un relevé par un géomètre de toutes les infrastructures enterrées qui seront purgées et/ou dévoyées. Ce relevé permettra par ailleurs d'adapter le calepinage des fondations projetées ou d'anticiper les difficultés de terrassements qui pourraient être rencontrées.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral de la frange végétale et des remblais.

4.5.3. Réalisation des déblais

Les déblais à réaliser concerneront des matériaux très compacts (remblais et poudingues), nécessitant l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique,...). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des mitoyens et avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

4.5.4. Fond de forme

Pour l'extension A, après la purge de la terre végétale, de terrains remaniés et des remblais, impropres à la réalisation des travaux, la plateforme de travail, après terrassement, devrait mettre à jour des poudingues (S1/S2) de très bonne consistance.

En cas de portance insuffisante du fond de forme / de la plateforme de travail après décapage et drainage du terrain (en cas de conditions météorologiques défavorables par exemple), il faudra envisager son renforcement par une des techniques suivantes :

- Un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier,
- Une purge généralisée ou localisée et substitution avec des matériaux granulaires non sensibles à l'eau, à mettre en place par compactage,

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa.

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec.

4.6. Conception des niveaux-bas

Nous rappelons, que compte tenu des conditions géotechniques rencontrées et des caractéristiques du projet concernant les niveaux bas, la réalisation d'une structure de type dallage sur terre-plein est envisageable pour l'extension A et les ouvrages annexes, et porté par les fondations pour l'extension B car présence de remblais sur une grande épaisseur. Ci-après nous présentons les modalités de réalisation et nos recommandations concernant les adaptations, les matériaux et les contrôles à prévoir.

4.6.1. Assise du dallage, couche de forme (extension A et ouvrages annexes)

La faisabilité d'un dallage sur terre-plein nécessite qu'il repose sur une assise homogène, de bonne compacité, et que les amplitudes de tassements absolus et différentiels prévisibles soient compatibles avec la destination de l'ouvrage.

Nous n'excluons pas que des sols mous puissent être rencontrés localement lors des terrassements, auquel cas il faudra procéder à leur purge et substitution.

Les recommandations données au paragraphe « Principes généraux de terrassements » devront être suivies scrupuleusement.

La conception du dallage devra suivre les recommandations suivantes après décapage de la terre végétale :

Sur les poudingues (sol S1/S2)	
Préparation du fond de forme	• Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination du dallage • Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle du fond de forme	• Vérification de portance minimale par essais à la plaque (Objectif EV2 > 50 MPa, EV2/EV1 <2) • Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Mise en œuvre de la couche de forme	• Géotextile anti-contaminant* • 0,30 m de couche de forme en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/40 ou 0/80, • Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM • 0,05 m de couche de réglage en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/31,5
* vivement recommandé sur les sols fins / éventuel sur les sols granulaires (épaisseur de couche de forme à réduire de 10 cm si géotextile mis en œuvre)	

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR et les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 en vigueur.

Au début de la phase d'exécution, nous recommandons de réaliser des planches d'essais afin de valider les hypothèses de conception ainsi que les modalités de mise en œuvre et le choix des engins de compactage proposées par l'entreprise.

4.6.2. Critères de réception

D'après le DTU 13.3 applicable au projet, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais à la plaque pour une surcharge $\leq 20 \text{ kN/m}^2$:

- Module EV2 $\geq 50 \text{ MPa}$,
- Rapport EV2/EV1 < 2 .

D'après le DTU 13.3 applicable au projet, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais à la plaque pour une surcharge $> 20 \text{ kN/m}^2$:

- Module EV2 $\geq 70 \text{ MPa}$,
- Rapport EV2/EV1 < 2 .

4.7. Etude des fondations superficielles à semi-profondes (Norme NF P94-261)

Nous rappelons que les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager un mode de fondations superficielles, classiquement des semelles filantes et/ou massifs isolés, si nécessaire reliés en tête par des longrines sous les charges continues.

4.7.1. Sol d'assise et conditions d'ancrage

Les fondations seront ancrées dans les poudingues (S1/S2).

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer la mise hors gel recommandée pour la région, soit 0,80 m de profondeur à partir des surfaces finies du projet exposées au froid,
- Assurer un ancrage d'au moins 0,3 m dans les couches d'assises désignées ci-dessus et au-delà de tout remblai et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries,

L'aménagement des plateformes compactées devra permettre d'ajuster les profondeurs d'assise des fondations en fonction des épaisseurs de déblais et de remblais.

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise. Cet aspect devra faire l'objet d'une mission G3/G4.

4.7.2. Contraintes admissibles

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet, sont de **400 kPa** pour les justifications aux ELS et de 657 kPa pour les justifications aux ELU.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$ qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur $i\beta$ doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

4.7.3. Evaluation préliminaire des tassements

Cet aspect ne pourra être précisé en détail qu'une fois les descentes de charges connues avec précision dans le cadre d'une mission G2 PRO.

Toutes fois, compte tenu des très bonnes caractéristiques du terrain, les tassements attendus seront négligeables.

4.7.4. Conditions et précautions d'exécution des fondations

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que variations d'altitude ainsi que latéralement peuvent exister et découvertes au moment des travaux.

Dans la mesure du possible, nous proposons de commencer les travaux de fondation par les semelles situées à proximité de nos sondages pour permettre un étalonnage visuel du faciès du sol support.

En cas de venues d'eau ou de nappe, la réalisation des fouilles nécessitera un blindage des parois voire un dispositif de pompage pour évacuer les eaux du fond de fouille.

Dans le cas où les débits d'exhaure s'avèreraient conséquents, un rabattement de nappe pourra être nécessaire avant la réalisation des fouilles de fondations.

Dans tous les cas, les eaux de pompage seront évacuées vers un exutoire adapté.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- Pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0,45 m pour des semelles filantes et à 0,7 m pour des semelles isolées (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards).
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.
- **En cas d'un substratum rocheux présent partiellement sur le terrain, les semelles concernées, seront coulées sur un lit de sable disposé en fond de fouille sur 0,4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur ;**
- En cas de présence d'eau, cela pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler pour les puits :

- En principe, le diamètre des puits ne devra pas être inférieur à 1 m.
- Les puits de fondation devront être coulés immédiatement après la fin de l'excavation.
- Nous rappelons qu'en raison de la présence d'eau dans le terrain, les parois des excavations devront être stabilisées au moyen de blindages, buses en béton ou viroles métalliques et le bétonnage sera réalisé au tube plongeur.

Par ailleurs, les adaptations structurelles suivantes doivent être prises en compte :

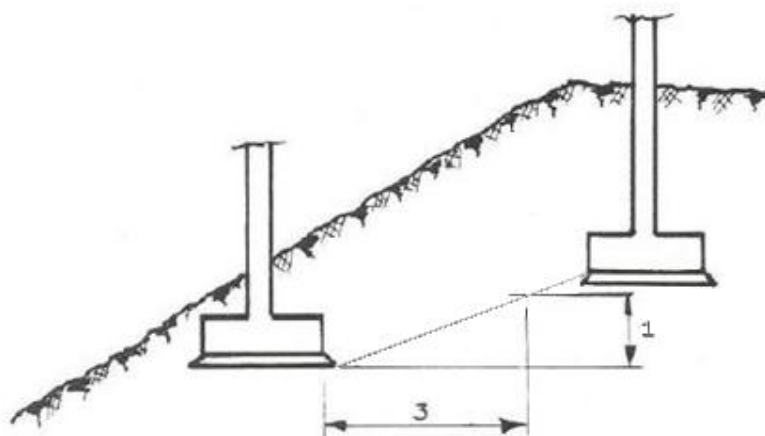
- En cas de sols compressibles présents sur une partie du terrain, des joints toute hauteur et rapprochés peuvent être envisagés en vue de réduire l'effet des tassements différentiels.
- En vue de limiter l'effet des tassements différentiels prévisibles, le soubassement de la construction devra être rigidifié.
- En cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre différent de niveaux, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter aux tassements différentiels. Le recours à des joints de construction est à envisager.
- Au niveau des raccordements avec l'existant, un joint de rupture est à réaliser et doit intégrer les fondations.

En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Les fouilles exécutées au voisinage d'ouvrages existants ne doivent pas compromettre la stabilité de ces ouvrages, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Dans les zones soumises à la réglementation sismique (Eurocode 8), des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter une règle des 3 de base pour 1 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-11 en date de septembre 2019.

4.8. Protection des ouvrages contre les eaux

Aucune arrivée d'eau n'a été mise en évidence au moment des sondages.

Cependant, on ne peut exclure des circulations d'eau dans le sol qui peuvent être aggravées par l'infiltration des eaux de ruissellement.

Dans ces conditions, il est conseillé de mettre en œuvre un système drainant périphérique selon les règles de l'art (cf. DTU 20.1).

En cas de mise en œuvre d'un tapis drainant sous dallage, l'épaisseur sera prise en compte dans le dimensionnement de la structure d'assise.

Les drainages devront être raccordés à un exutoire adapté par gravitation ou par l'intermédiaire de pompes de relevage.

Le rejet des eaux de drainage dans les réseaux sera soumis à l'autorisation des services compétents concernés.

Un entretien régulier des ouvrages de drainage devra être assuré par le maître d'ouvrage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement.

4.9. *Recommandations générales vis-à-vis du risque sismique*

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques.
- Ne pas fonder un même ouvrage sur des discontinuités géologiques naturelles : fractures, failles, etc...
- Encastrer fortement les fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- Préférer la présence de niveaux enterrés homogènes sur l'emprise de la construction ou, à défaut, sur un bloc indépendant dissocié par un joint parasismique.
- Encastrer toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification.
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables.
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Relevés topographiques,
- Recherches historiques,
- Sondages complémentaires.

6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase AVP qui nous a été confiée par le GHT.

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

Selon l'enchaînement des missions géotechniques préconisées par la norme NF P94-500, une étude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO commandée) sera réalisée par la suite en collaboration avec les différents intervenants du projet afin de réduire les aléas géotechniques.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment).

Rédacteur
Alexandre GIRAUD
Chargé d'affaires géotechnicien



Vérificateur
Audrey MOLINIER
Ingénieure géotechnicienne
Superviseuse d'Agences



Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Tout changement de maîtrise d'ouvrage nécessite une mise à jour du rapport que le terrain et/ou l'emprise des travaux envisagées soient identiques ou aient évolués depuis la publication du présent rapport.

6 - Le délai de validité du présent rapport est limité à 6 mois et sous réserve que les conditions globales du site et du projet restent intactes dans ce même délai. Dans le cas contraire, une mise à jour du rapport ou une nouvelle étude doit être sollicitée par le client.

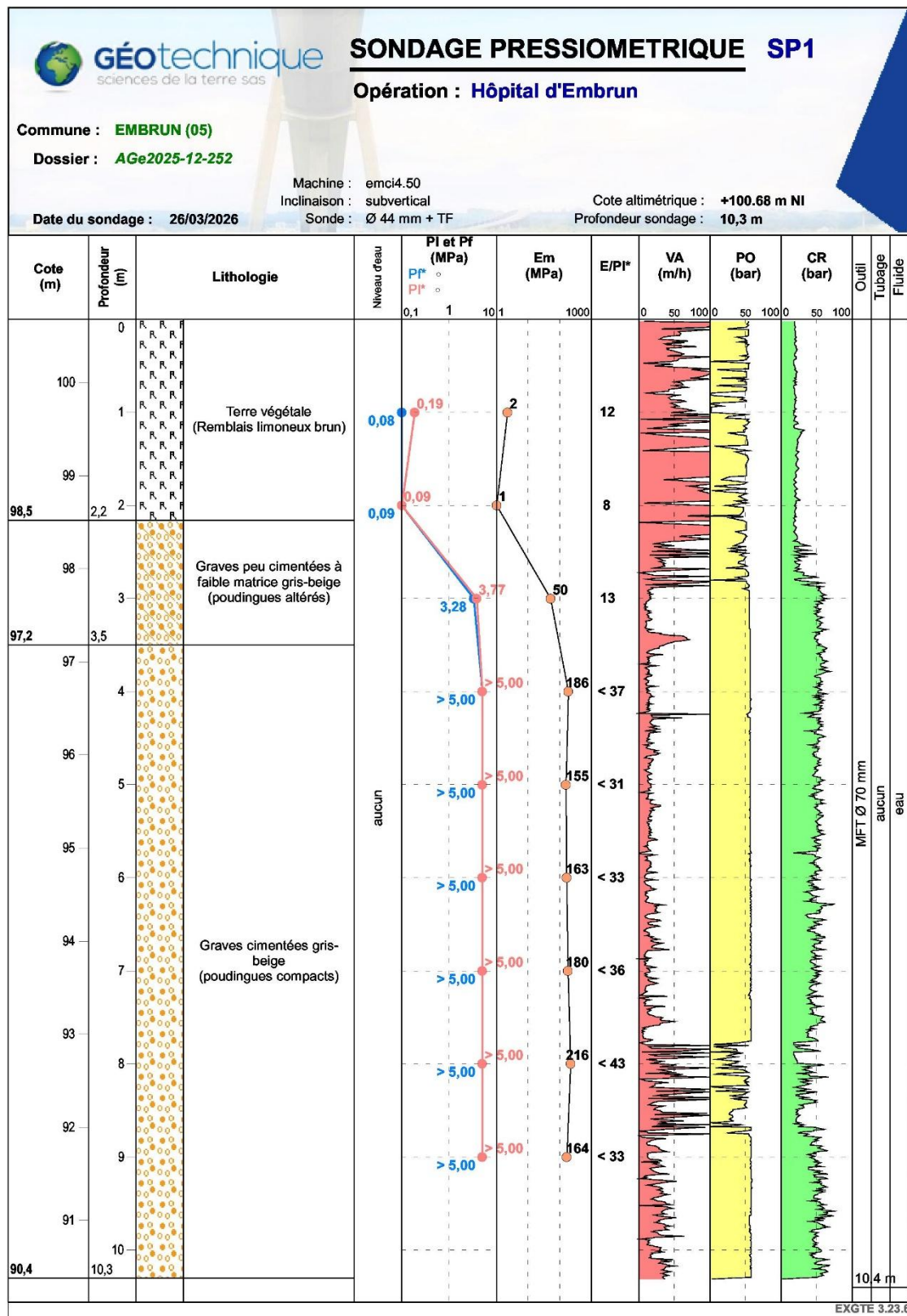
7 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

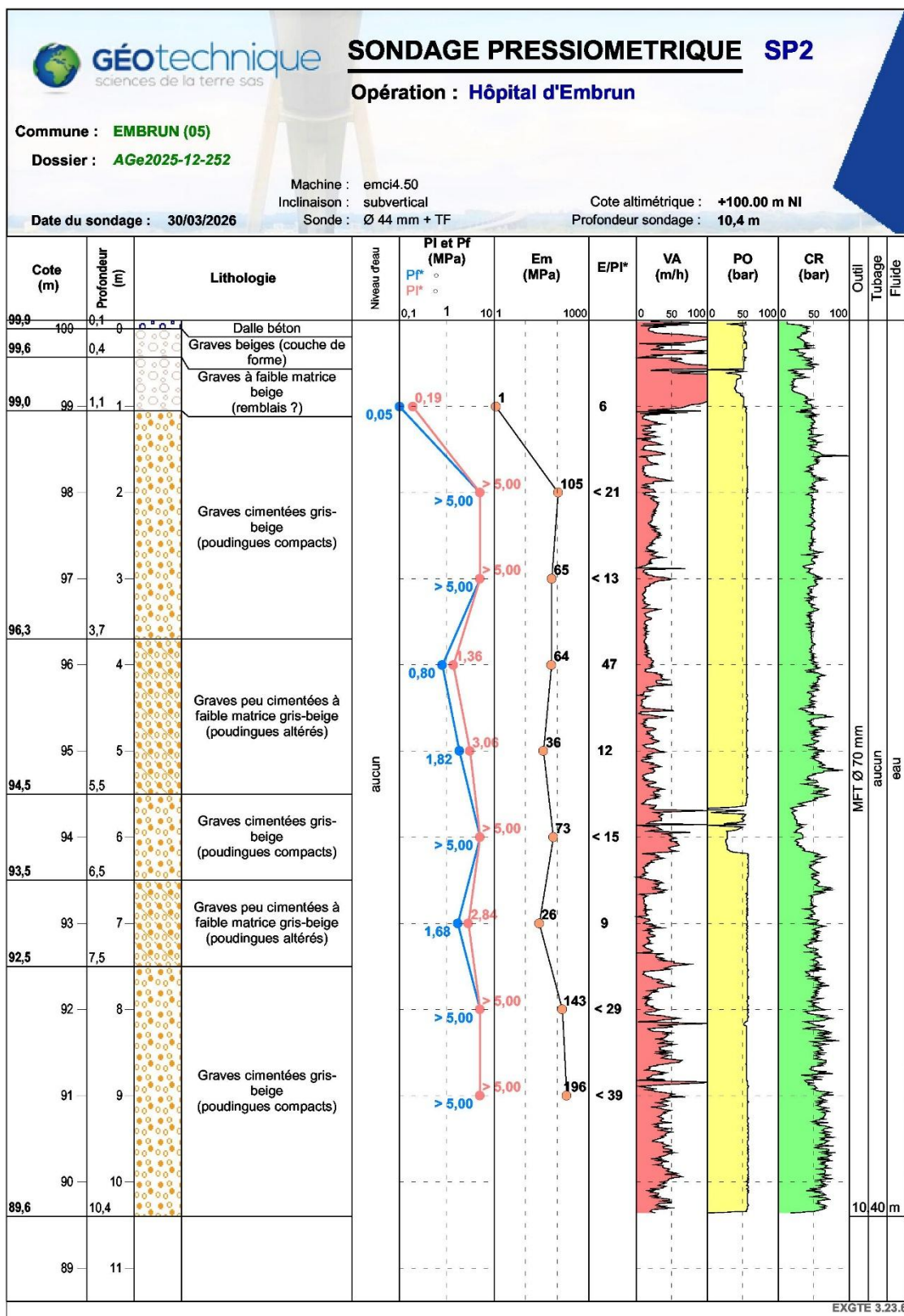
8 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.

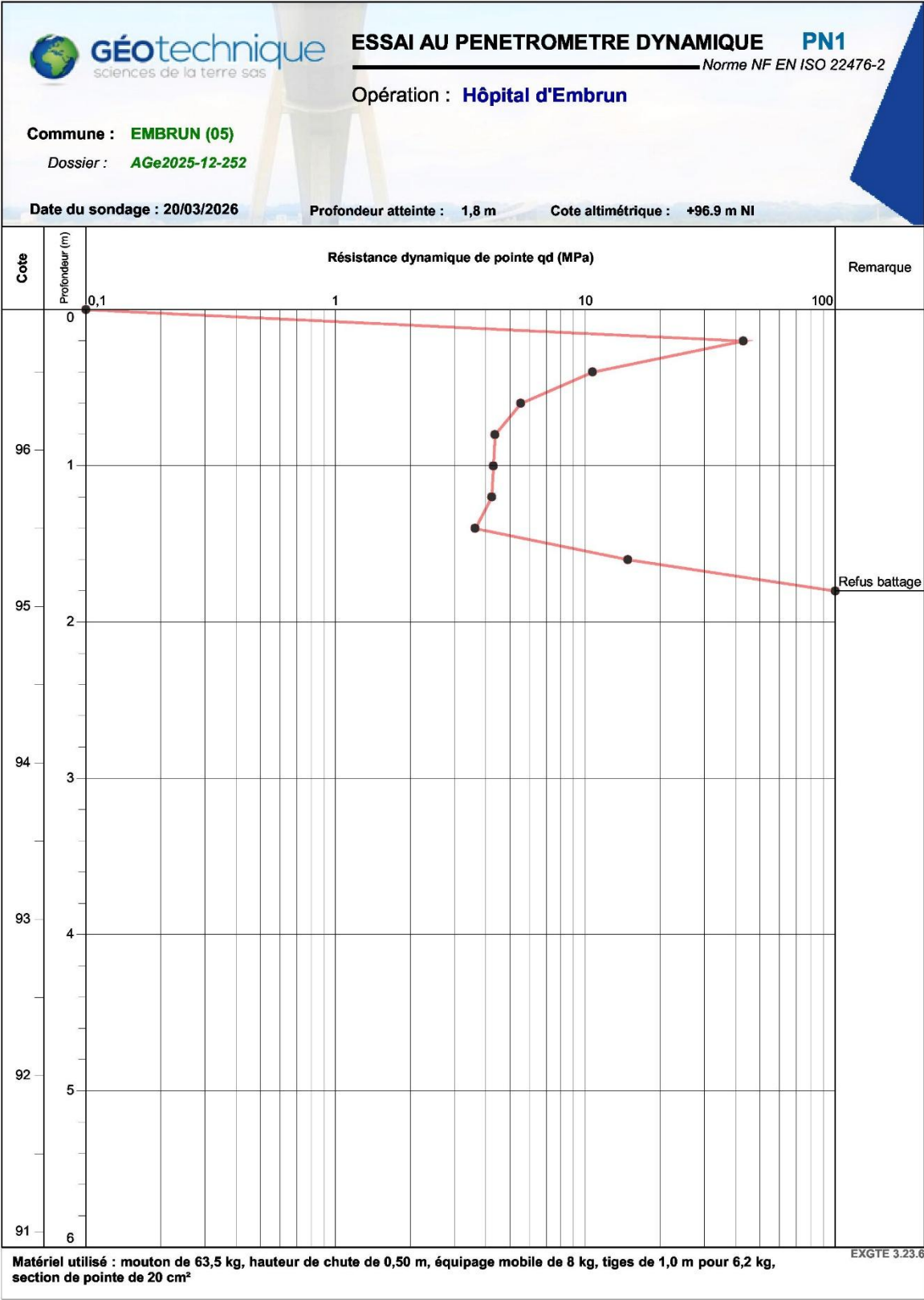
Annexe 3 : Implantation des sondages

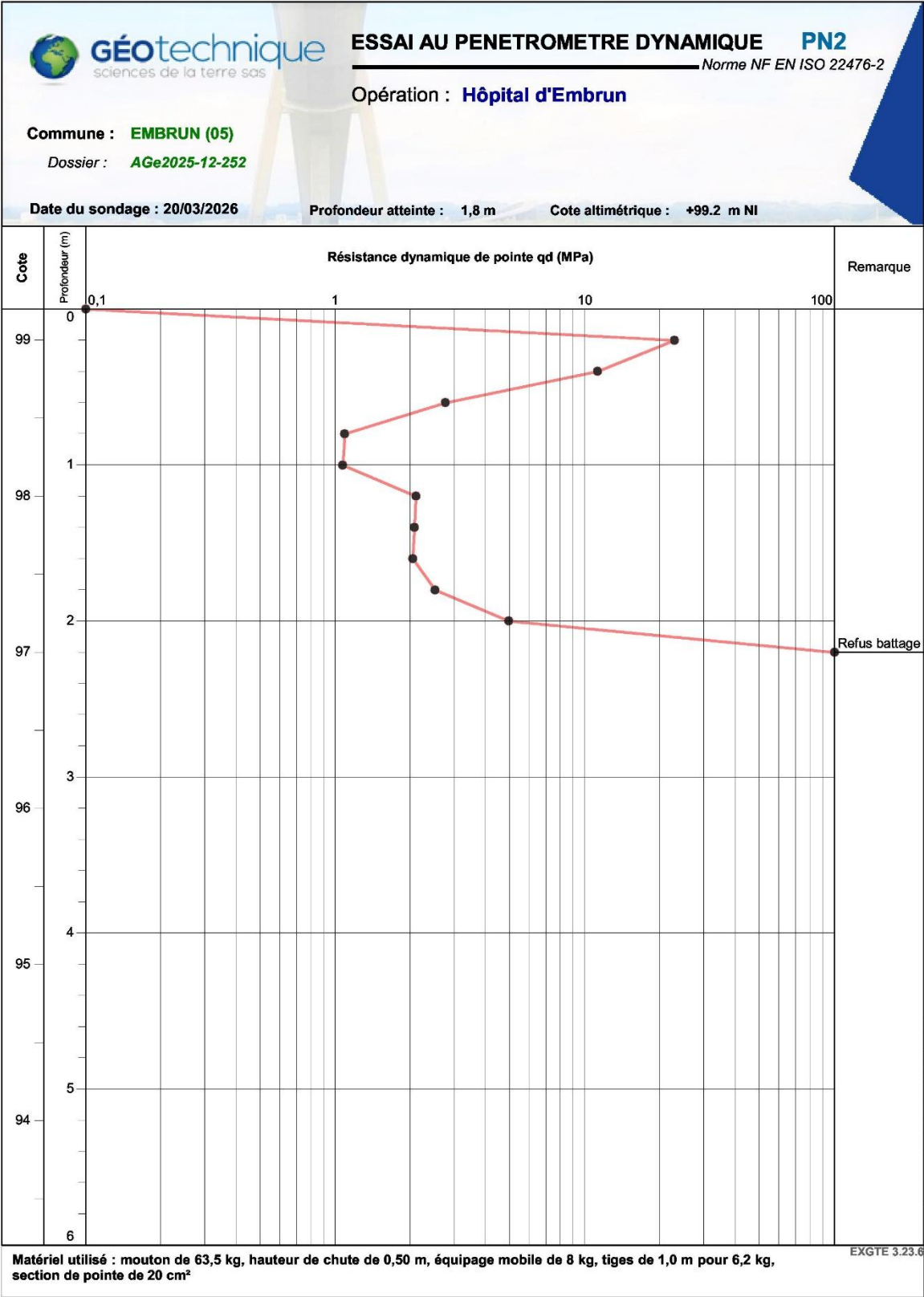


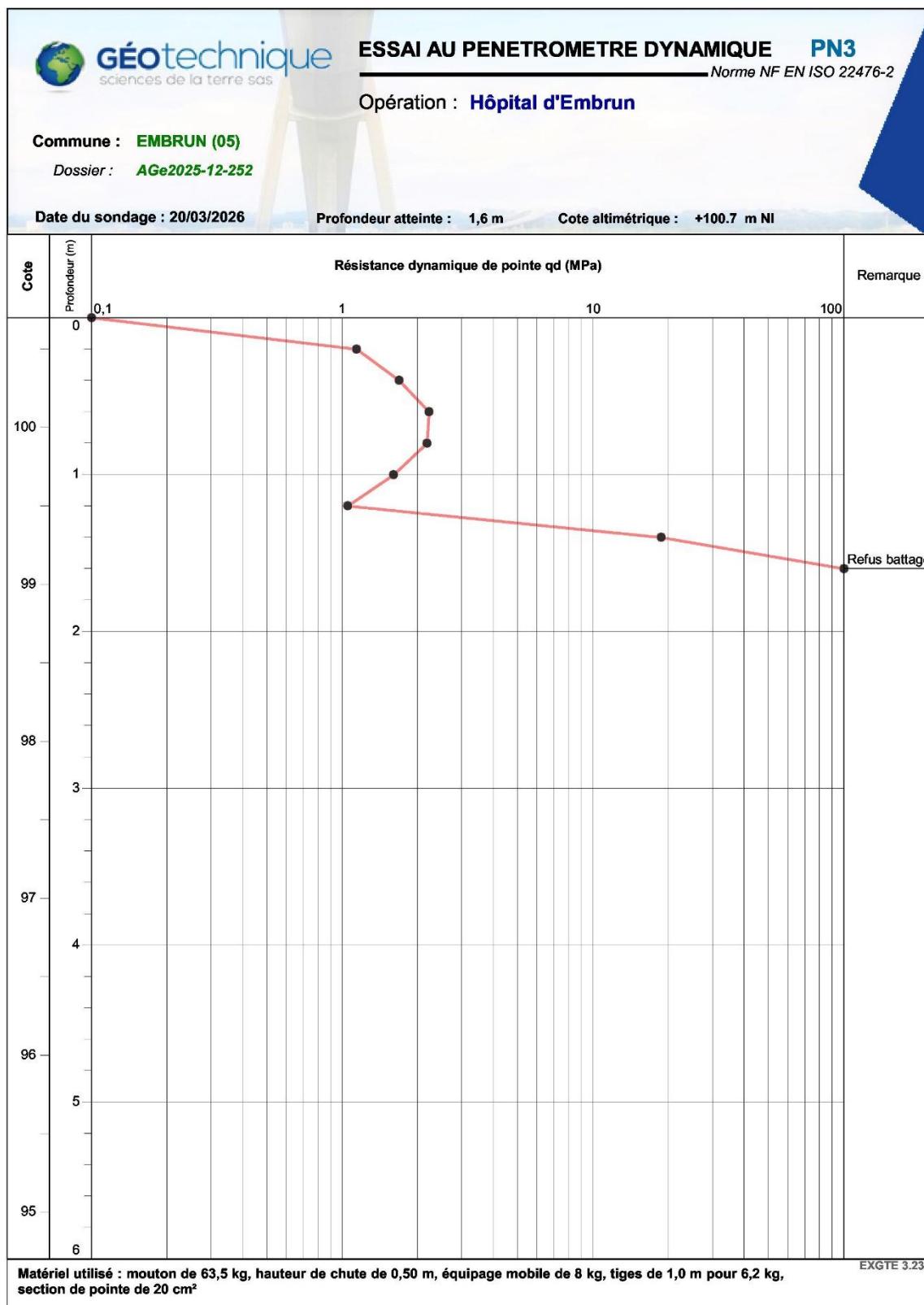
Annexe 4 : Coupes de sondages

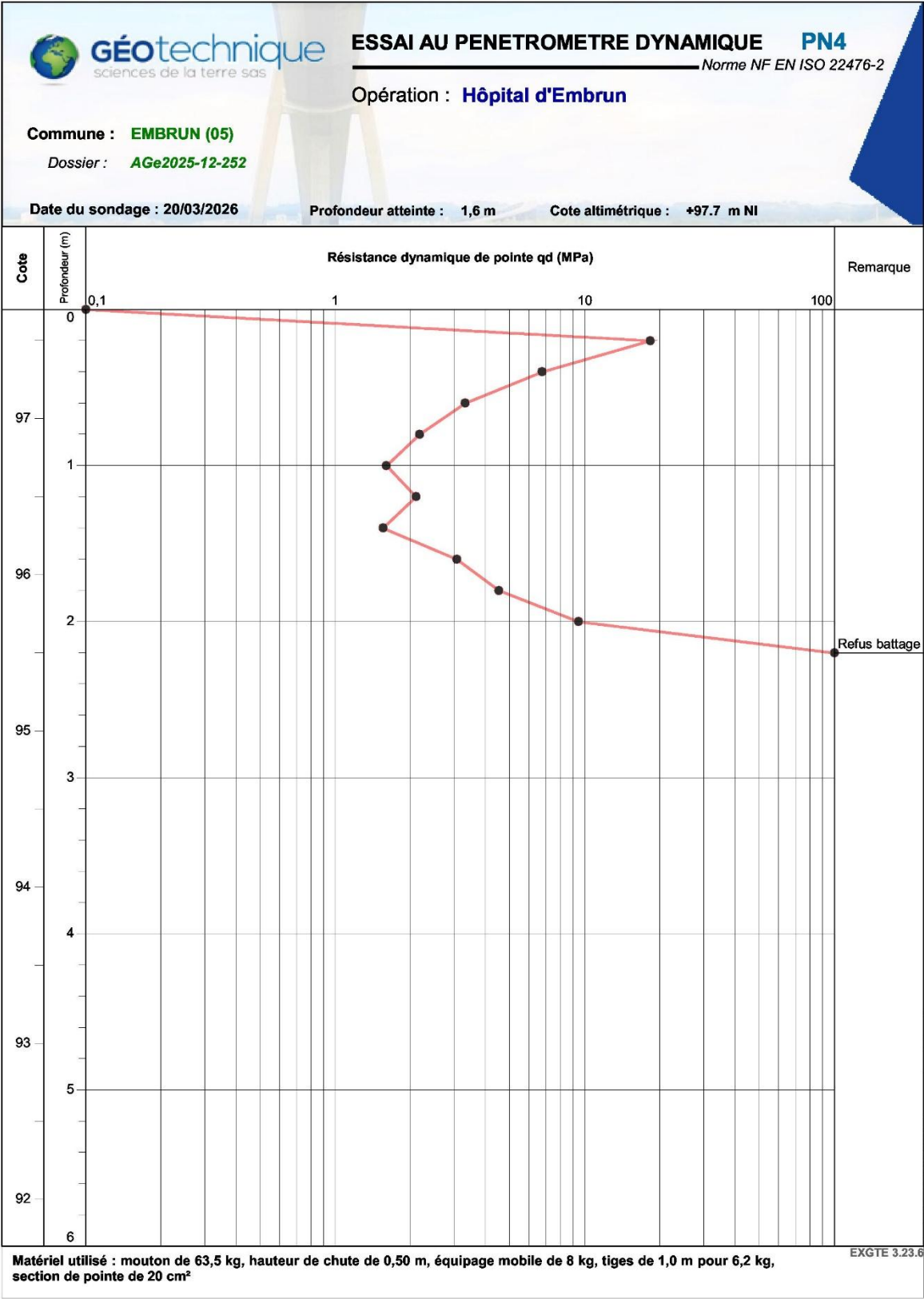


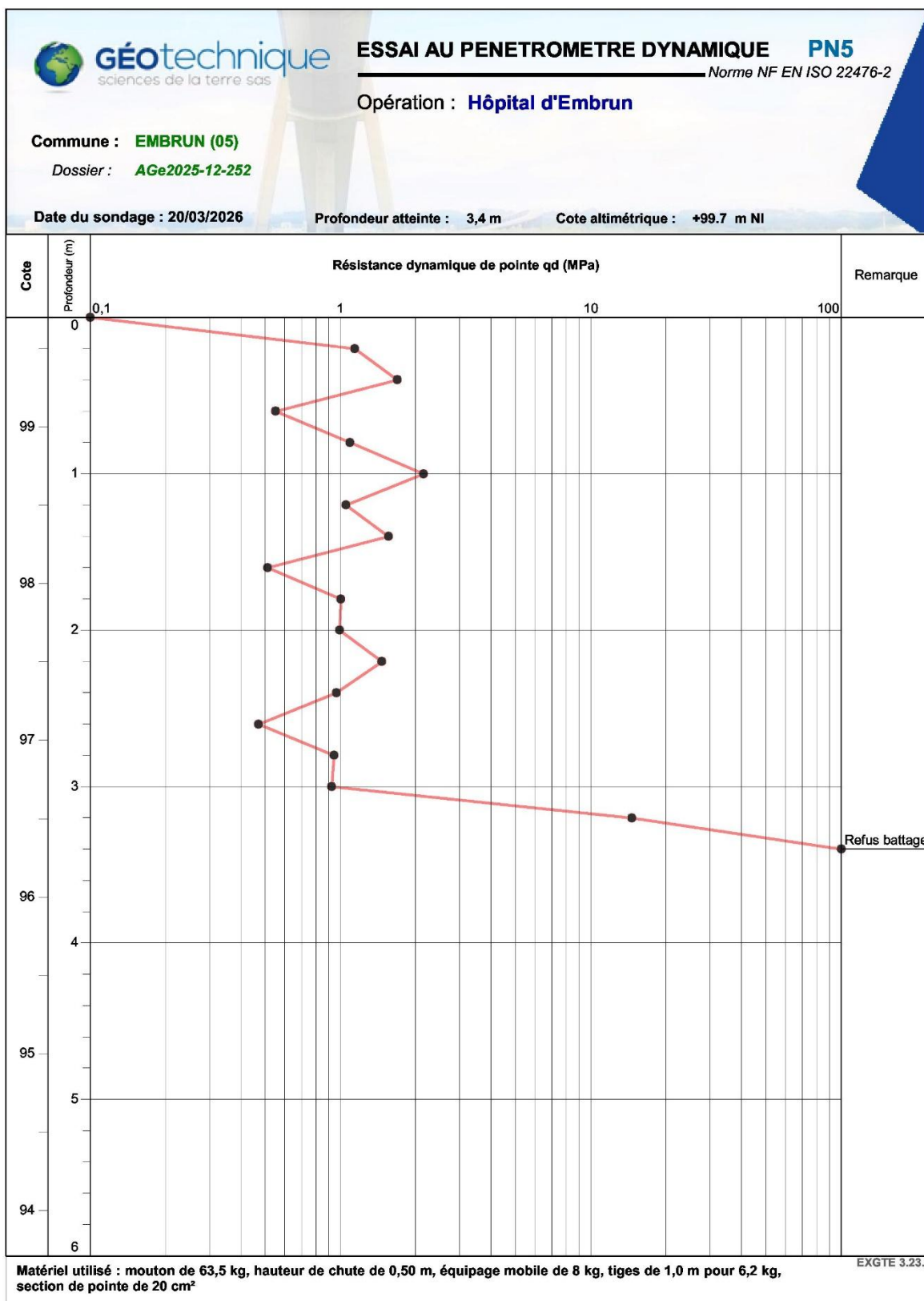


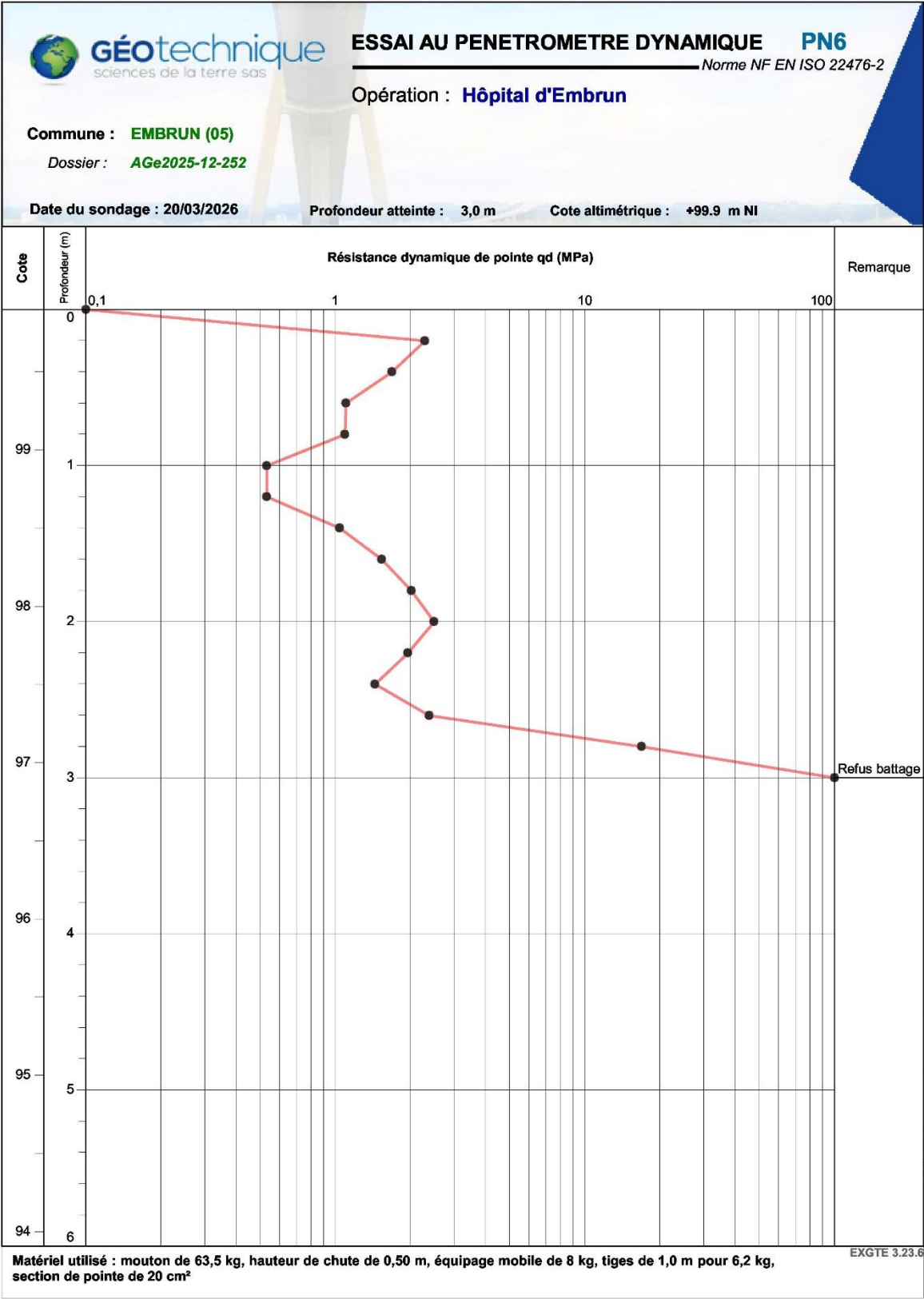


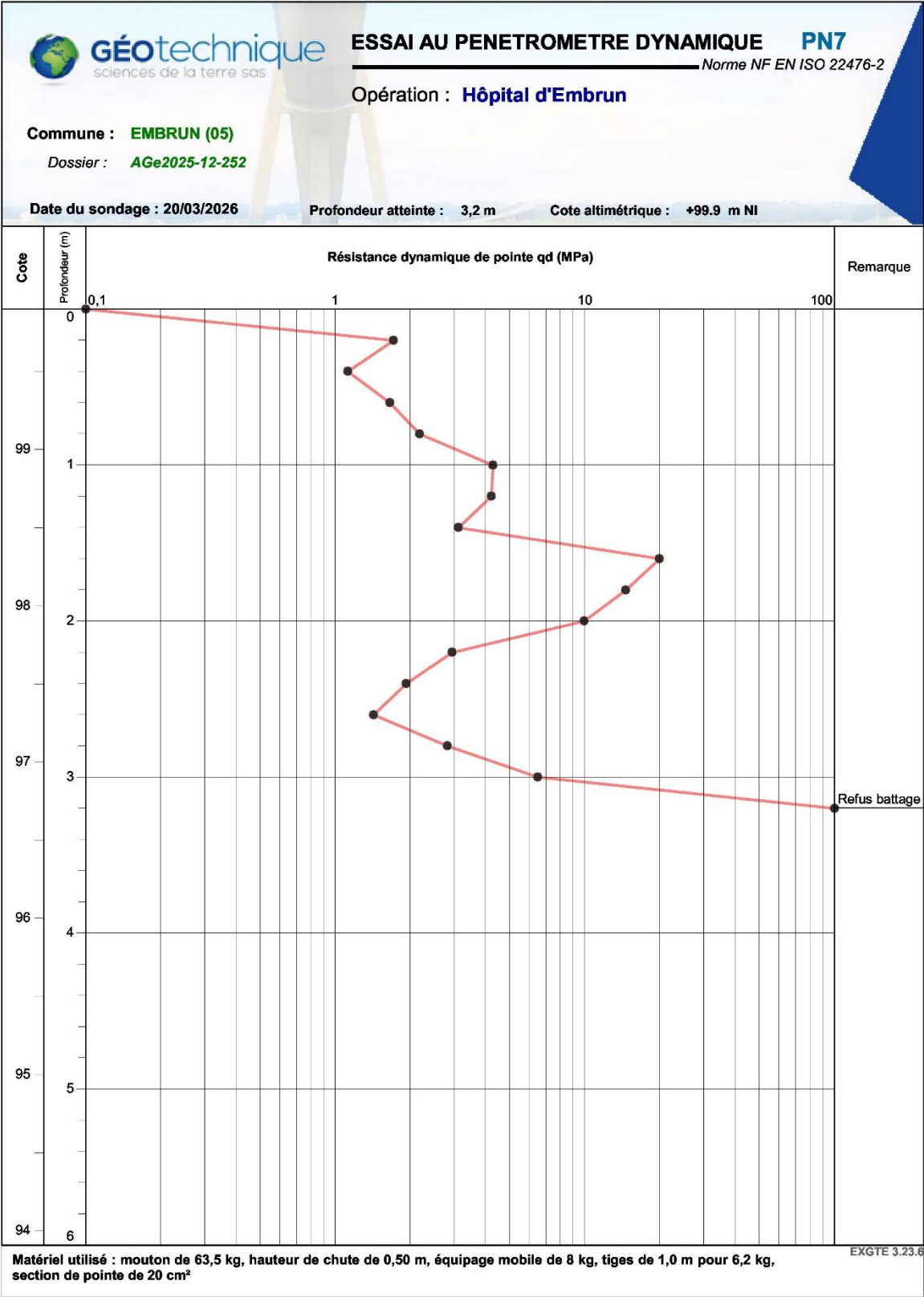


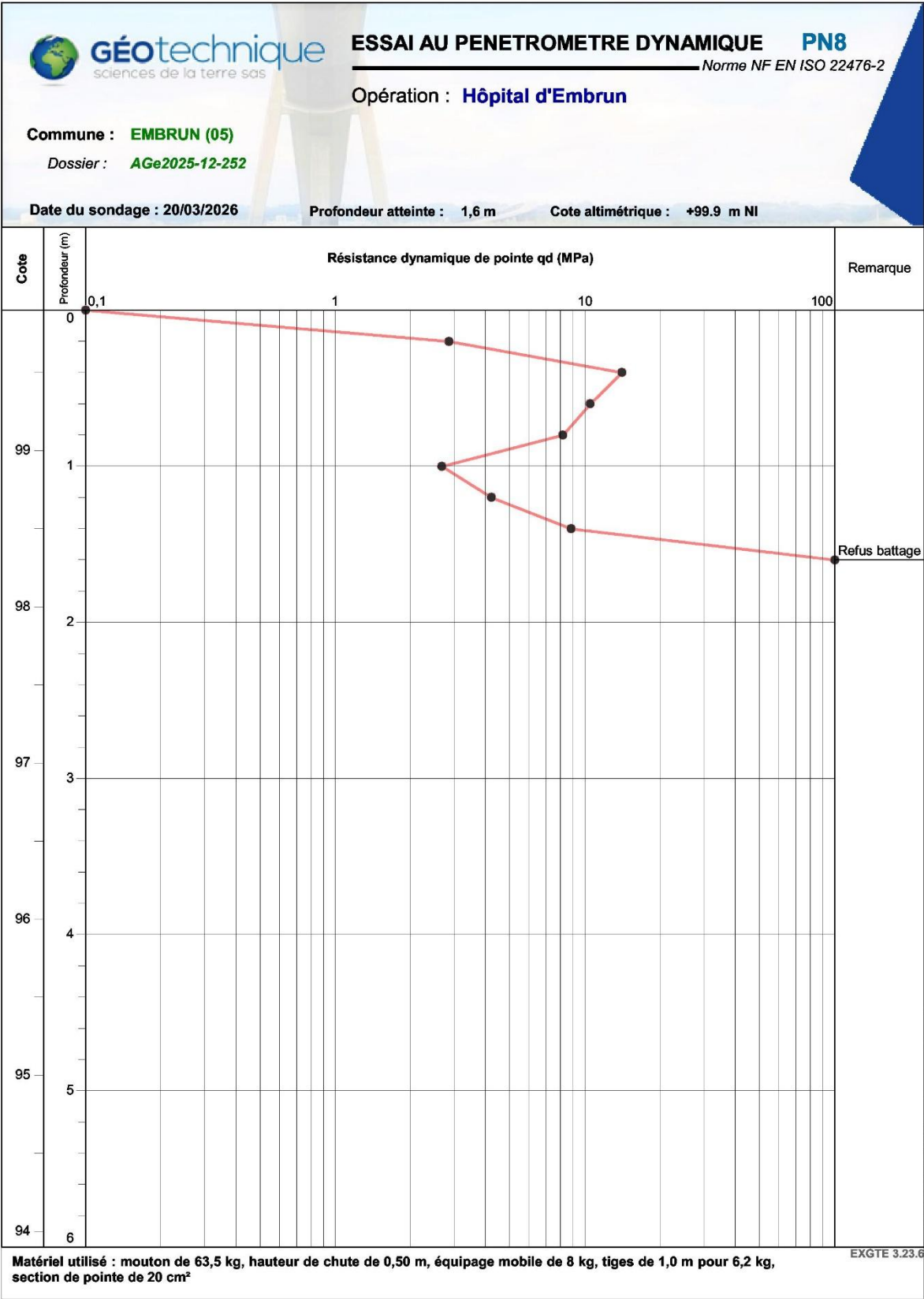


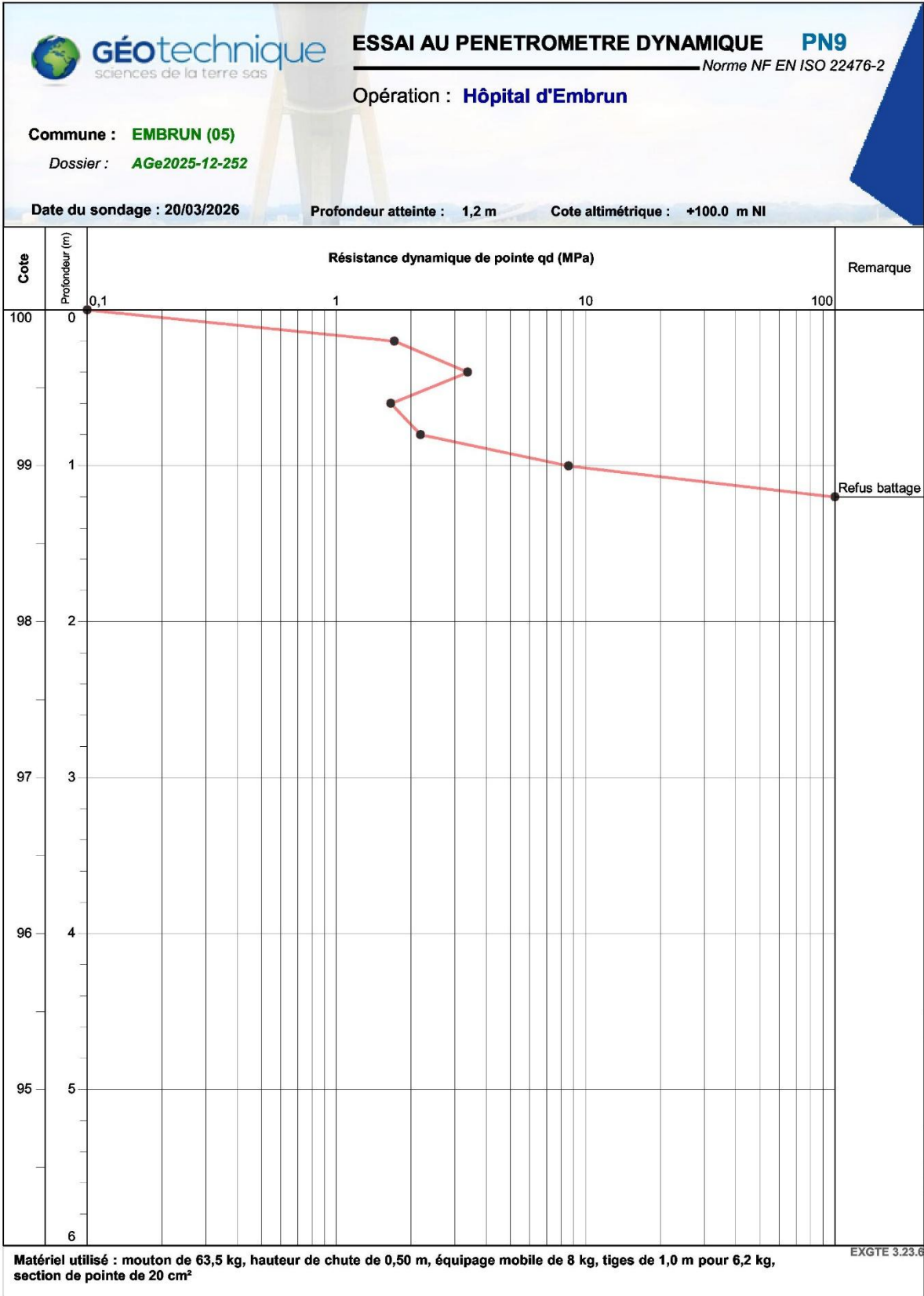












Cote (NGF)		Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Tenue paroi	Photos
		0				
97,1		0,2	Terre végétale	aucun	bonne	
	97		Graves sableuses (Ø 0/150 mm) très compactes			
96,9		0,3	Refus de sondage sur blocs			

EXGTE 3.23.6

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 GÉotechnique sciences de la terre sas		SONDAGE PELLE MECANIQUE SPM1B Opération : Hôpital d'Embrun			
Commune : EMBRUN (05)		Machine : mini-pelle 1,7 t			
Dossier : AGe2025-12-252		Cote altimétrique : +97.1 m NI			
Date du sondage : 20/03/2026		Profondeur atteinte : 1,7 m			
Cote (NGF)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Tenue paroi	Photos
97,0	0	Terre végétale	aucun	bonne	
96,7	0,1	Graviers (Ø 4/6 mm)			
96,7	0,4	Enrobé			
96,2	0,9	Limons graveleux marron			
95,5	1,6	Limons graveleux gris-beige			
95,4	1,7	Graves cimentées beiges (poudingue)			
		Refus de sondage			

EXGTE 3.23.6

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 GÉotechnique sciences de la terre sas SONDAGE PELLE MECANIQUE SPM2 Opération : Hôpital d'Embrun					
Commune : EMBRUN (05)		Machine : mini-pelle 1,7 t			
Dossier : AGe2025-12-252		Date du sondage : 20/03/2026			
		Profondeur atteinte : 2,25 m		Cote altimétrique : +99.2 m NI	
Cote (NGF)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Tenue paroi	Photos
99	0	Terre végétale	aucun	bonne	
98,7	0,5	Limons sablo-graveleux marron + bois et graves Ø 50 mm max (remblais ?)			
98,3	0,9	idem plus limoneux (Remblais ?)			
97,4	1,8	Limons graveleux marron + morceaux de briques rouges et graves Ø max 100/120 compactes (Remblais ?)			
97,0	2,3	Arrêt sondage (max capacité machine)			

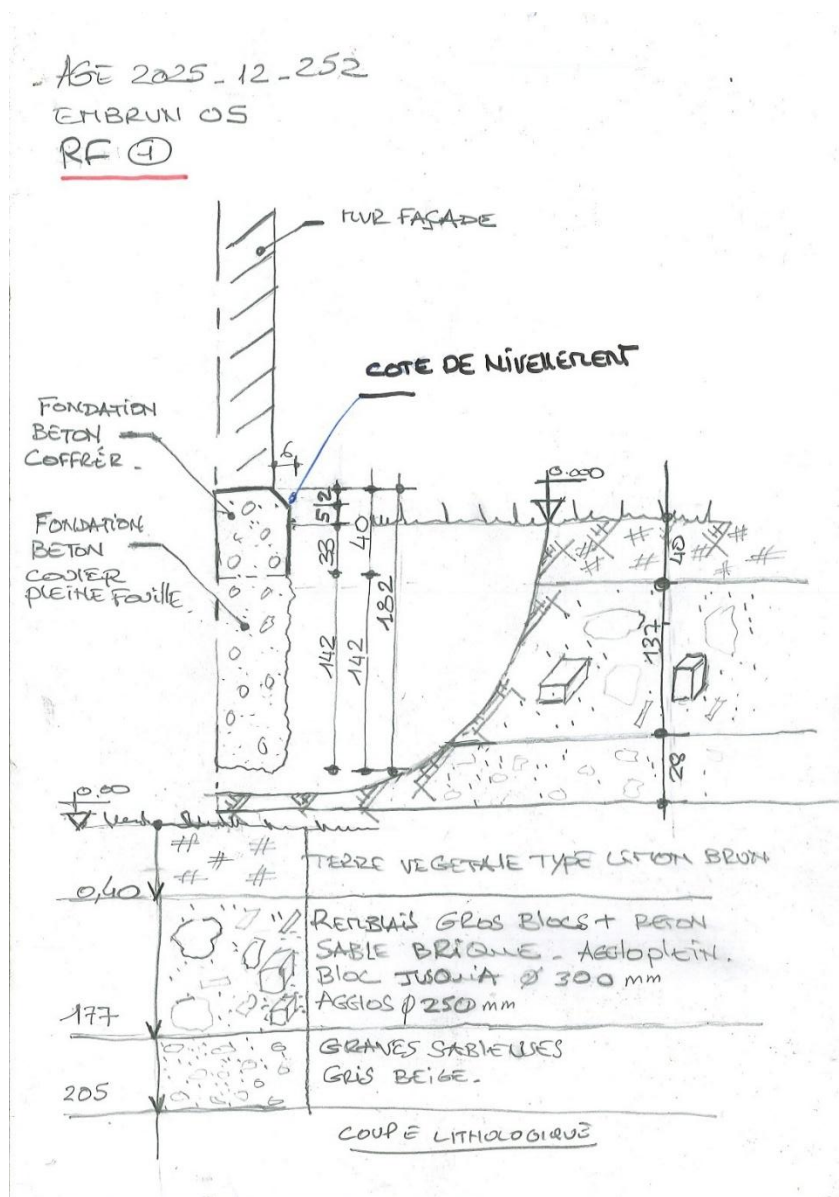
EXGTE 3.23.6

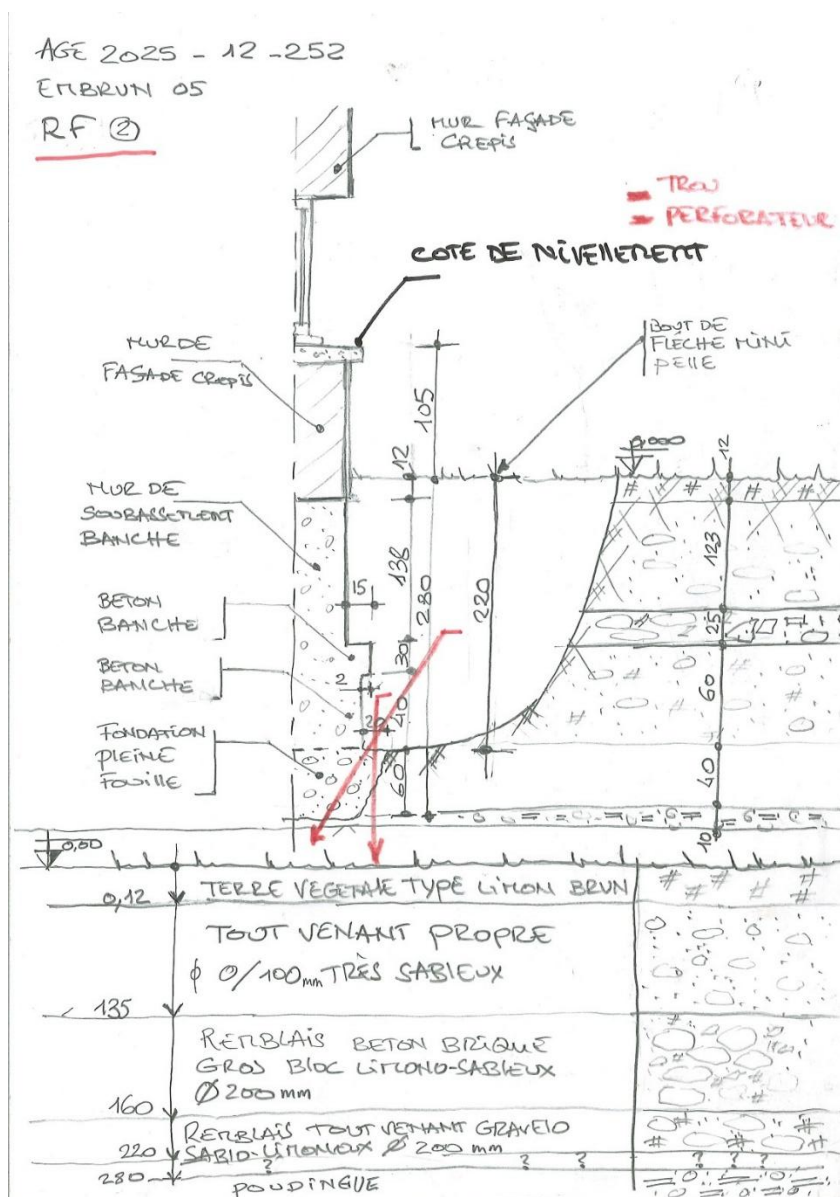
Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

 GÉotechnique sciences de la terre sas SONDAGE PELLE MECANIQUE SPM3 Opération : Hôpital d'Embrun					
Commune : EMBRUN (05)		Machine : mini-pelle 1,7 t			
Dossier : AGe2025-12-252		Profondeur atteinte : 1,05 m			
Date du sondage : 20/03/2026		Cote altimétrique : +99.5 m NI			
Cote (NGF)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Tenue paroi	Photos
	0				
99,2	0,4	Terre végétale	aucun	bonne	
99,0	0,6	Graves sableuses grises sans matrice Ø max 80 mm			
98,6	0,9	Graves sableuses à faible matrice limoneuse marron Ø max 150 mm + morceaux de briques rouges (Remblais ?)			
98,5	1,1	idem avec graves Ø max 200 mm (Remblais ?)			
		Refus de sondage sur graves cimentées beige (poudingue)			

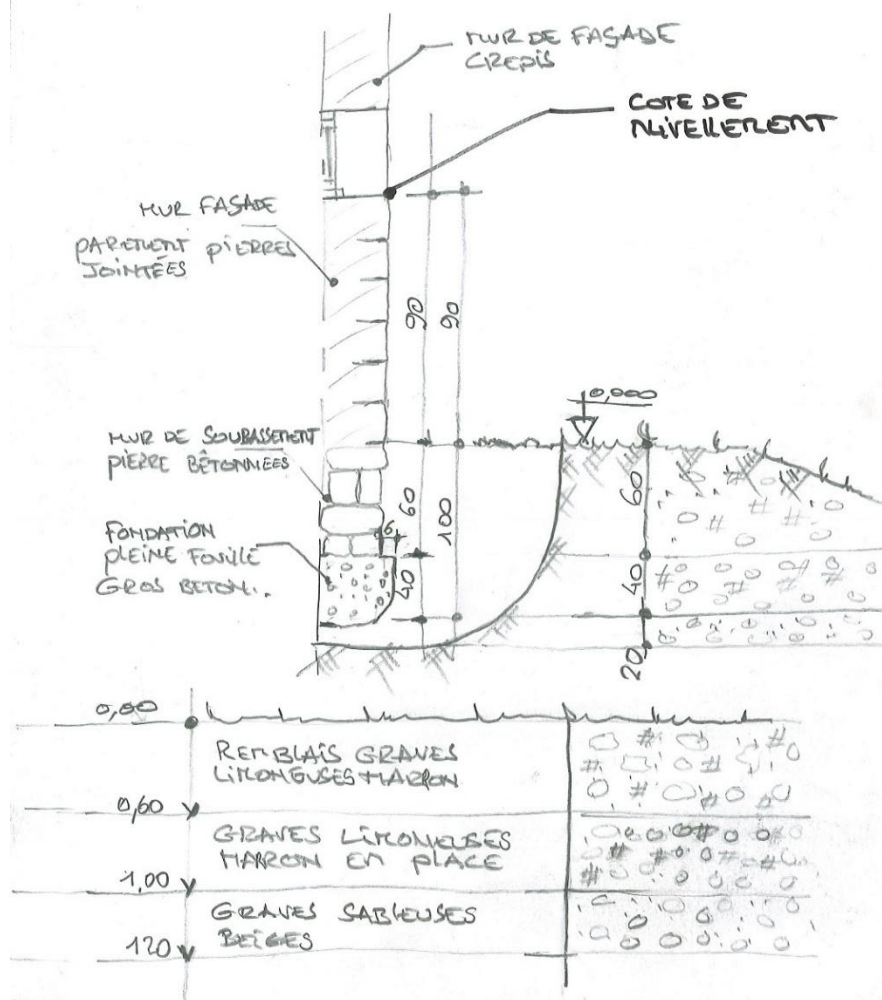
EXGTE 3.23.6

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutsa.fr





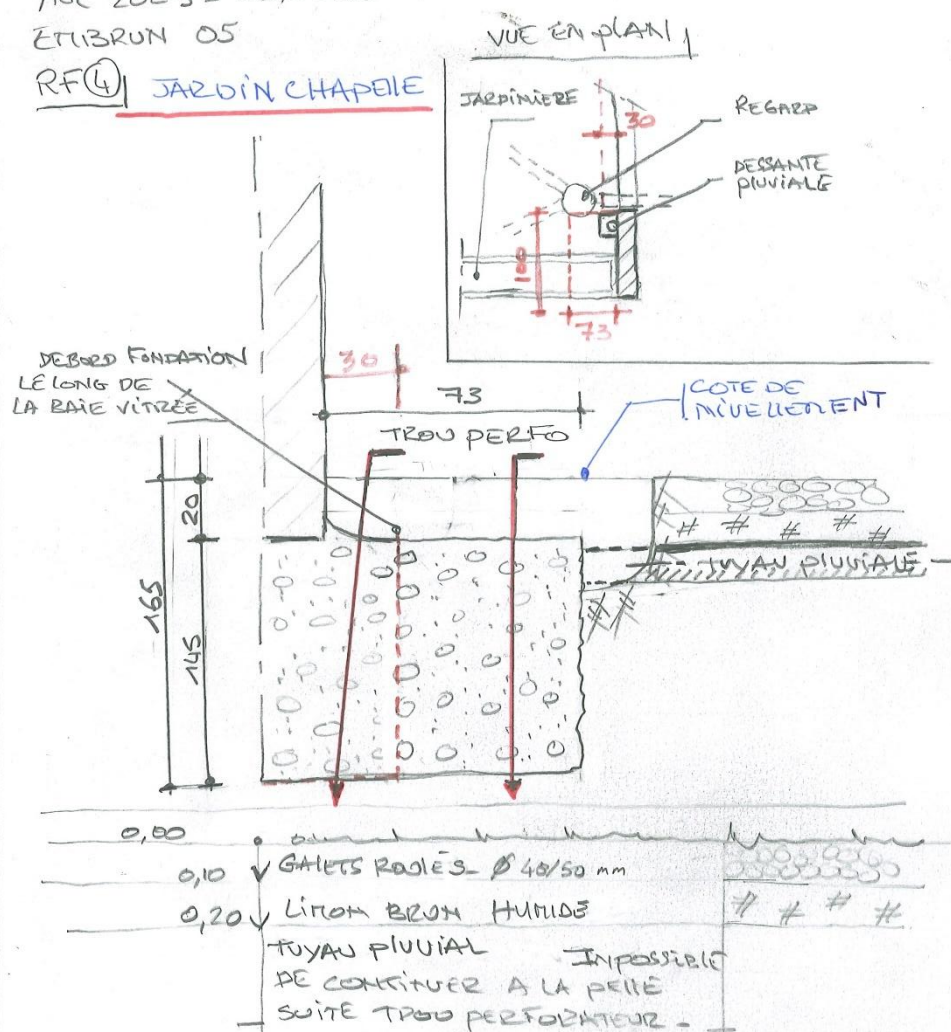
AGE 2025-12-252
EMBRUN 05
RF ③



AGE 2025 - 12 - 252

ETLIBRUN 05

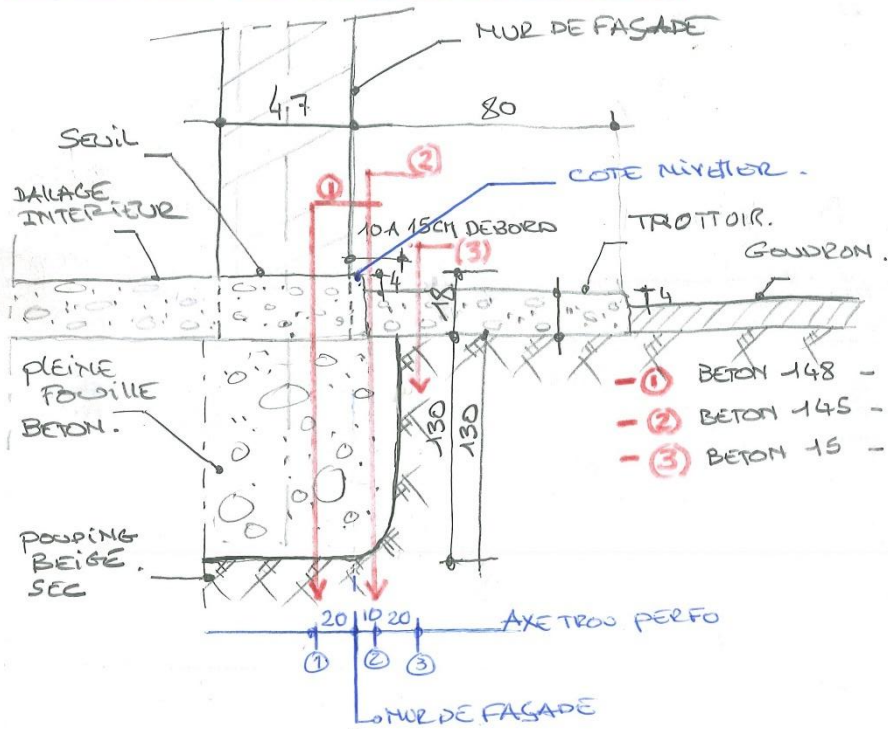
RF ④ JARDIN CHAPELLE

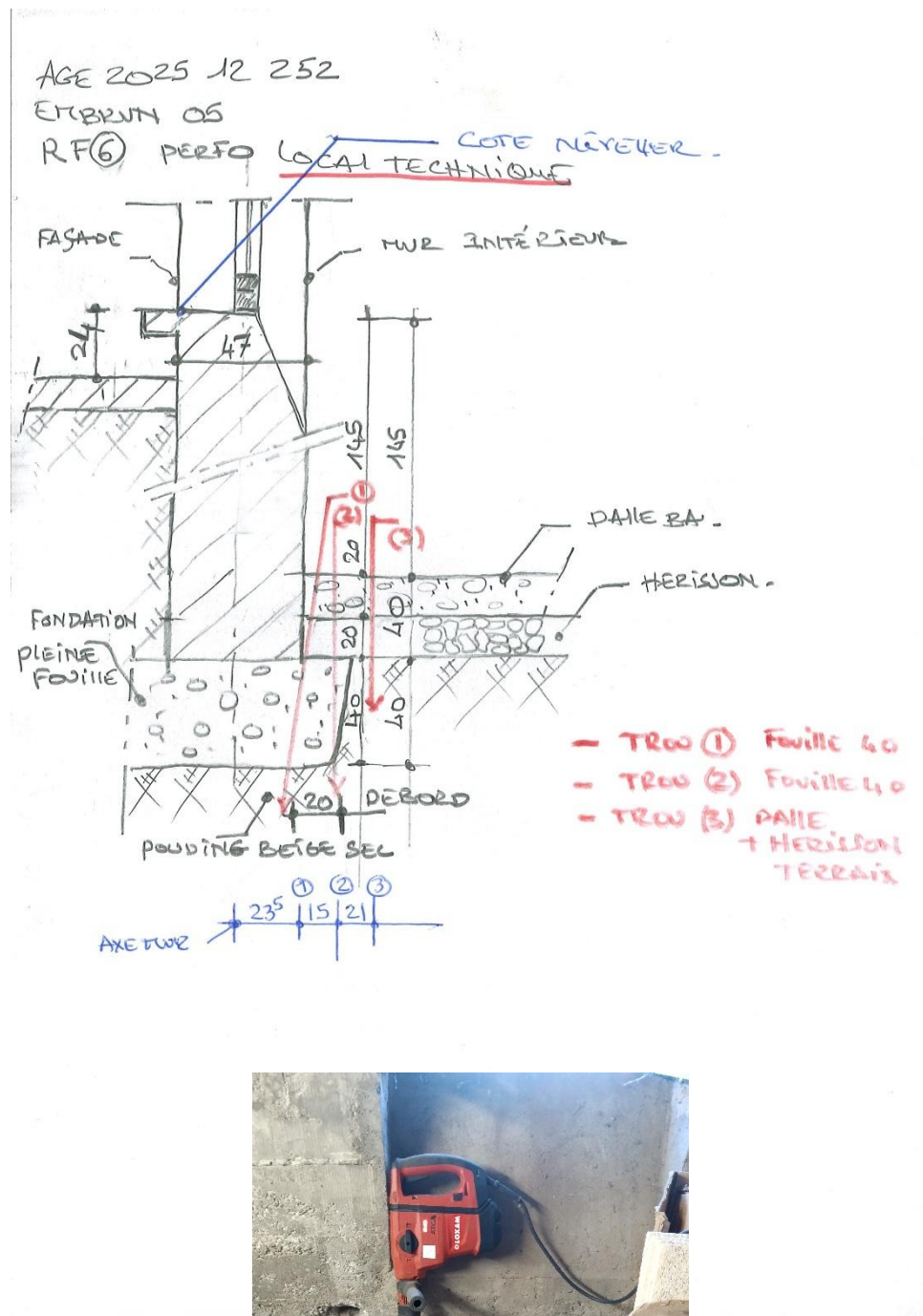


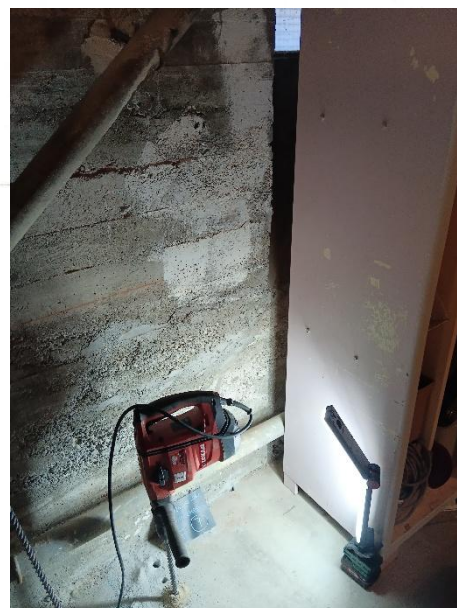
AGE 2025 12 252

EMBRUN 05

RF ⑤ PERFO ENTRÉE LOCAL TECHNIQUE



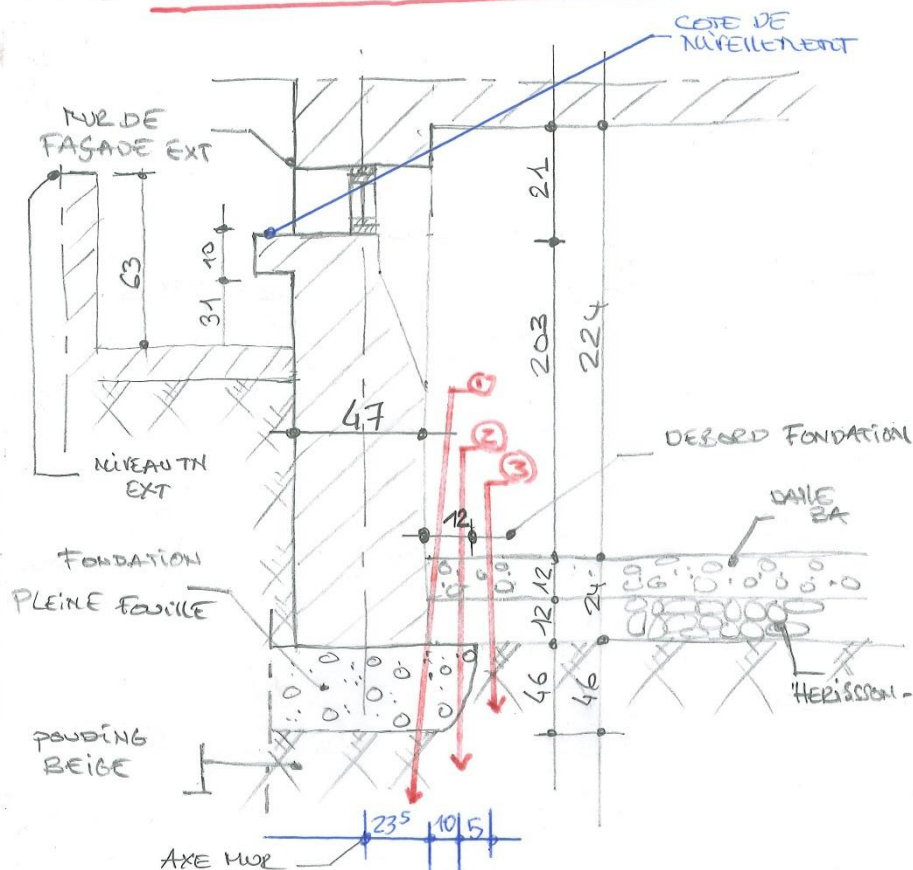




AGE 2025 12 252

EMBRUN OS-

RF ⑧ PERFO RESERVE PHARMACIE



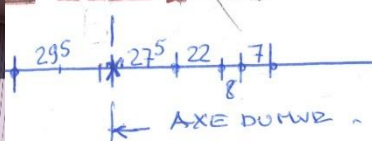
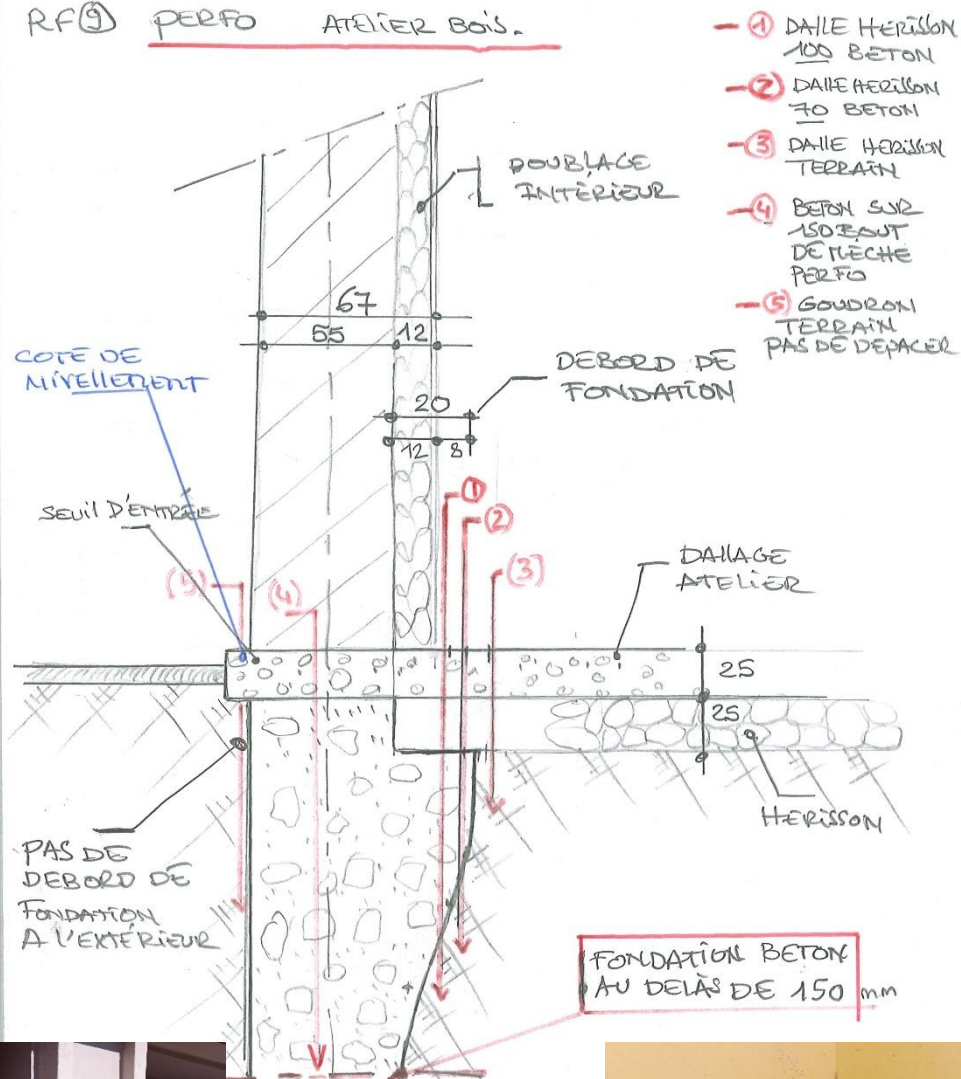
- ① DALE BA 12m HERISSON 12m FONDATION 46m
- ② " " " " " "
- ③ DALE BA 12m HERISSON 12m TERRAIN NATUREL



AGE 2025 12 252

EMBRUN 05

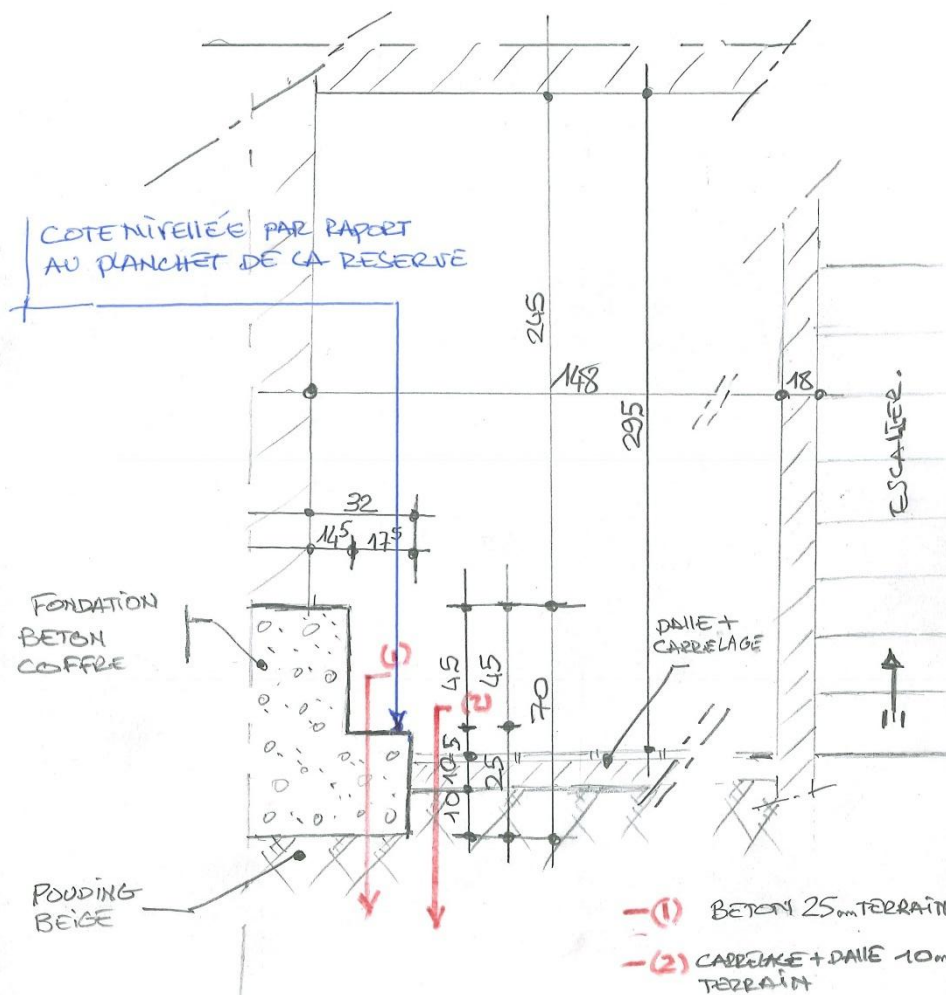
RF ③ PERFO ATELIER BOIS.



AGE 2025 12 252

EMBRUN 05

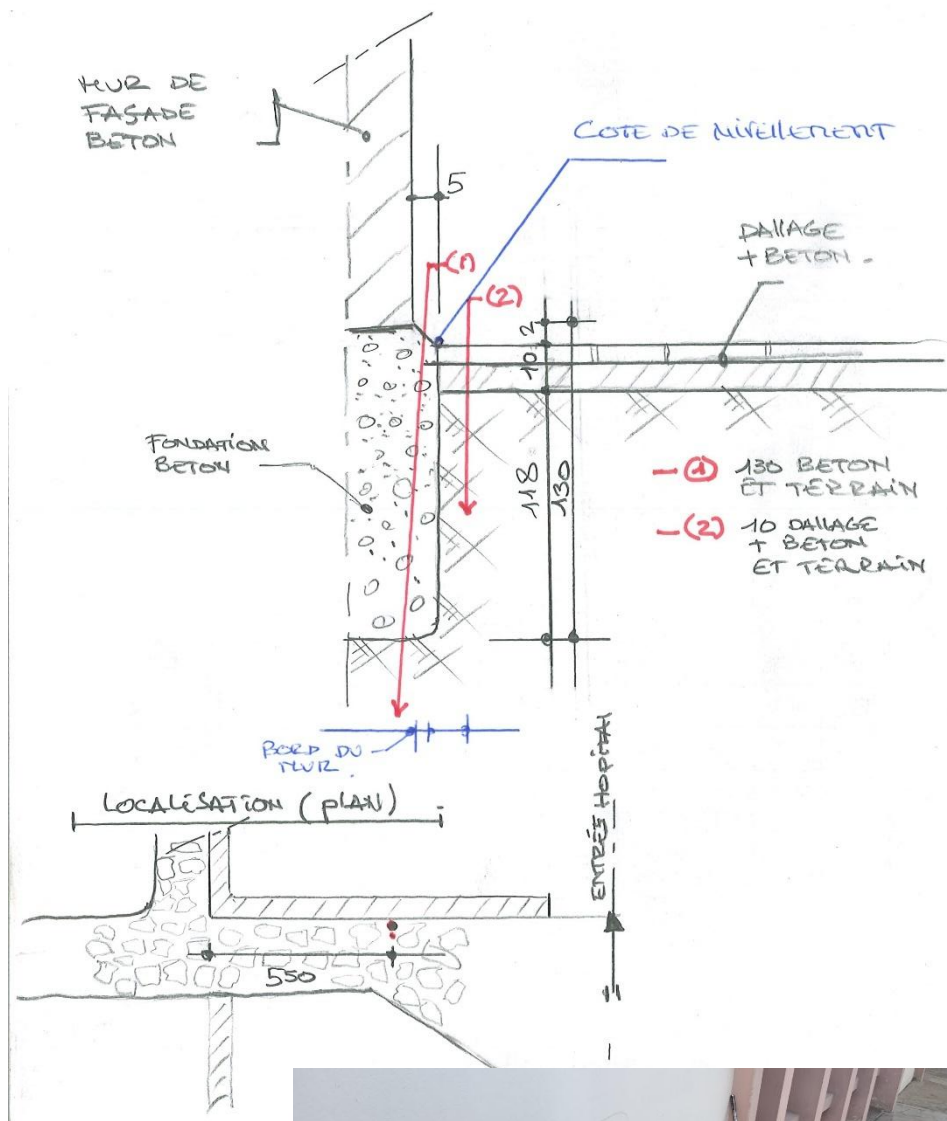
R.F. (10) ARCHIVES MEDICALES N°(1)



AGE 2025 12 252

EMBRUN 05

RF(11) FAÇADE ENTRÉE HÔPITAL

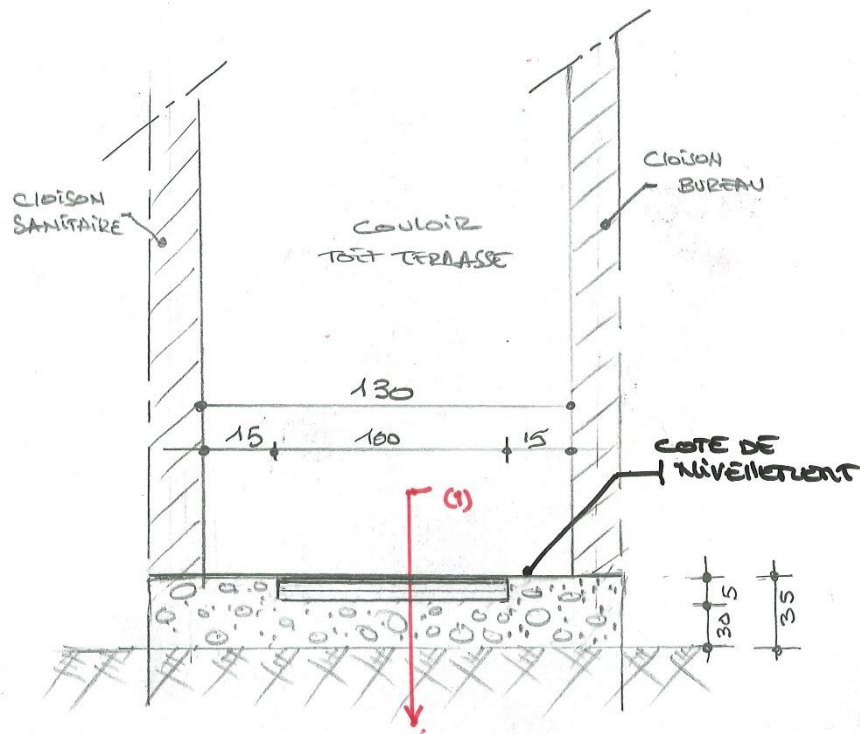


AGE 2025 12 252

EMBRUN 05

RF(12)

RECHERCHE DE VS.



- TROU PERFO (1)

TAPIS + CONTREPLAQUER
30 CM DE BETON
ET TERRAIN

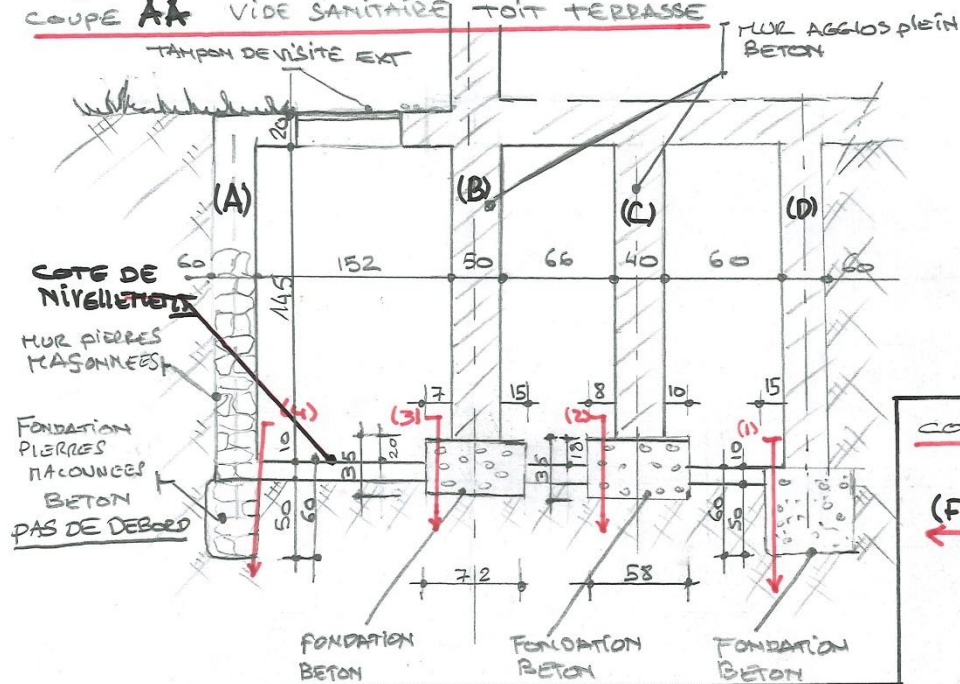
PAS DE VS DANS
CETTE ZONE



AGE 2025 12 252

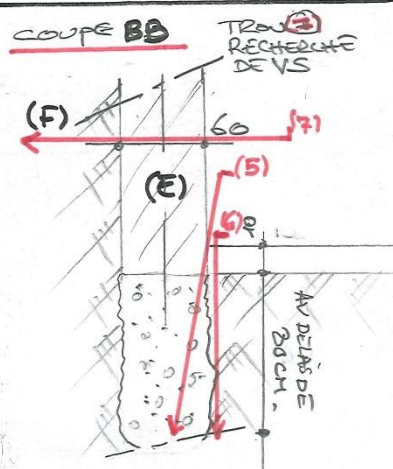
EMBRUN (05) RF(13)

COUPE AA VIDE SANITAIRE TOIT TERRASSE



- TRAVAIL PERFO

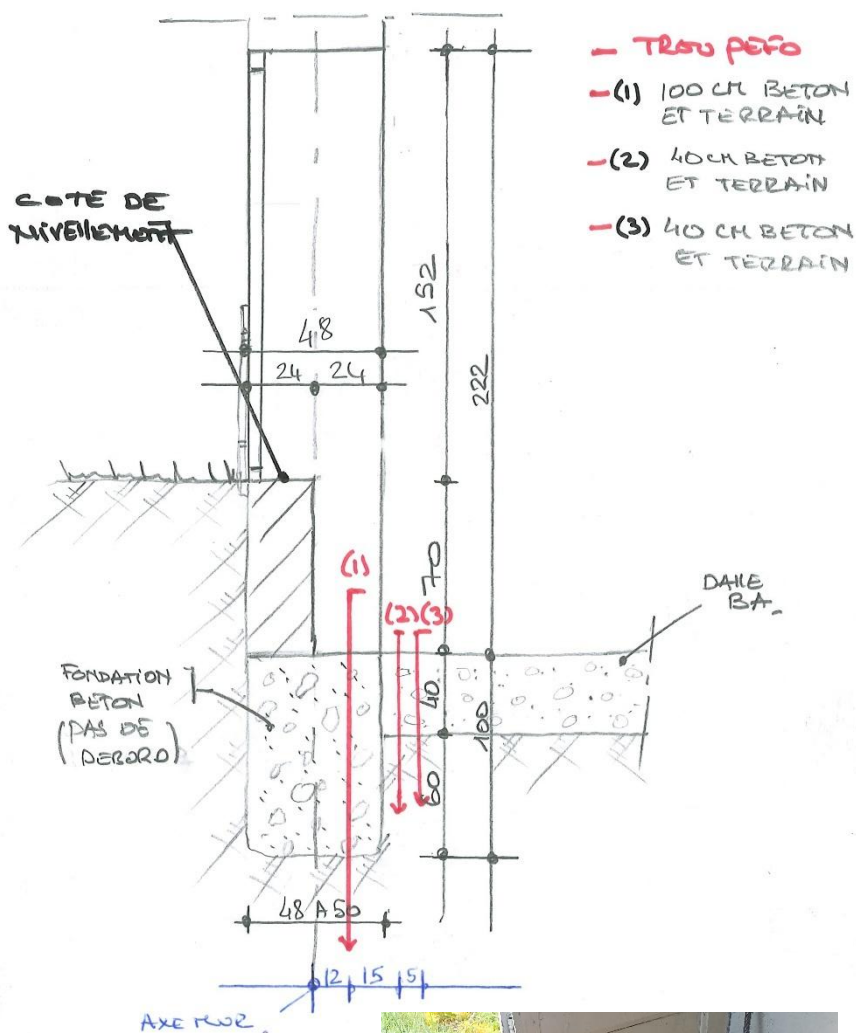
- (1) BETON 60 CM
10 DAIE 50 FOUILLE
- (2) BETON 35
- (3) BETON 35
- (4) 10 CM BETON
50 CM 8/66
CITILITE

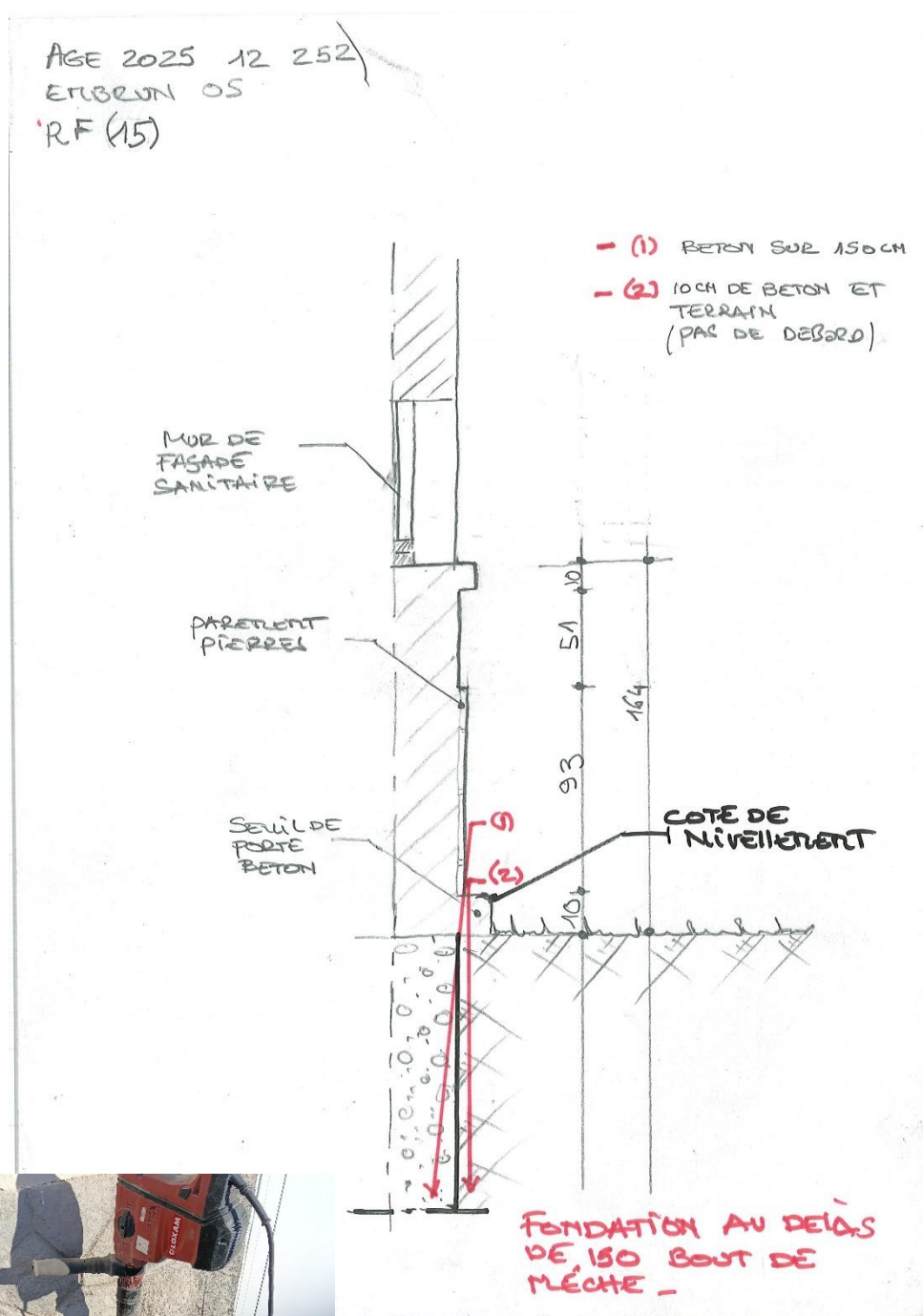


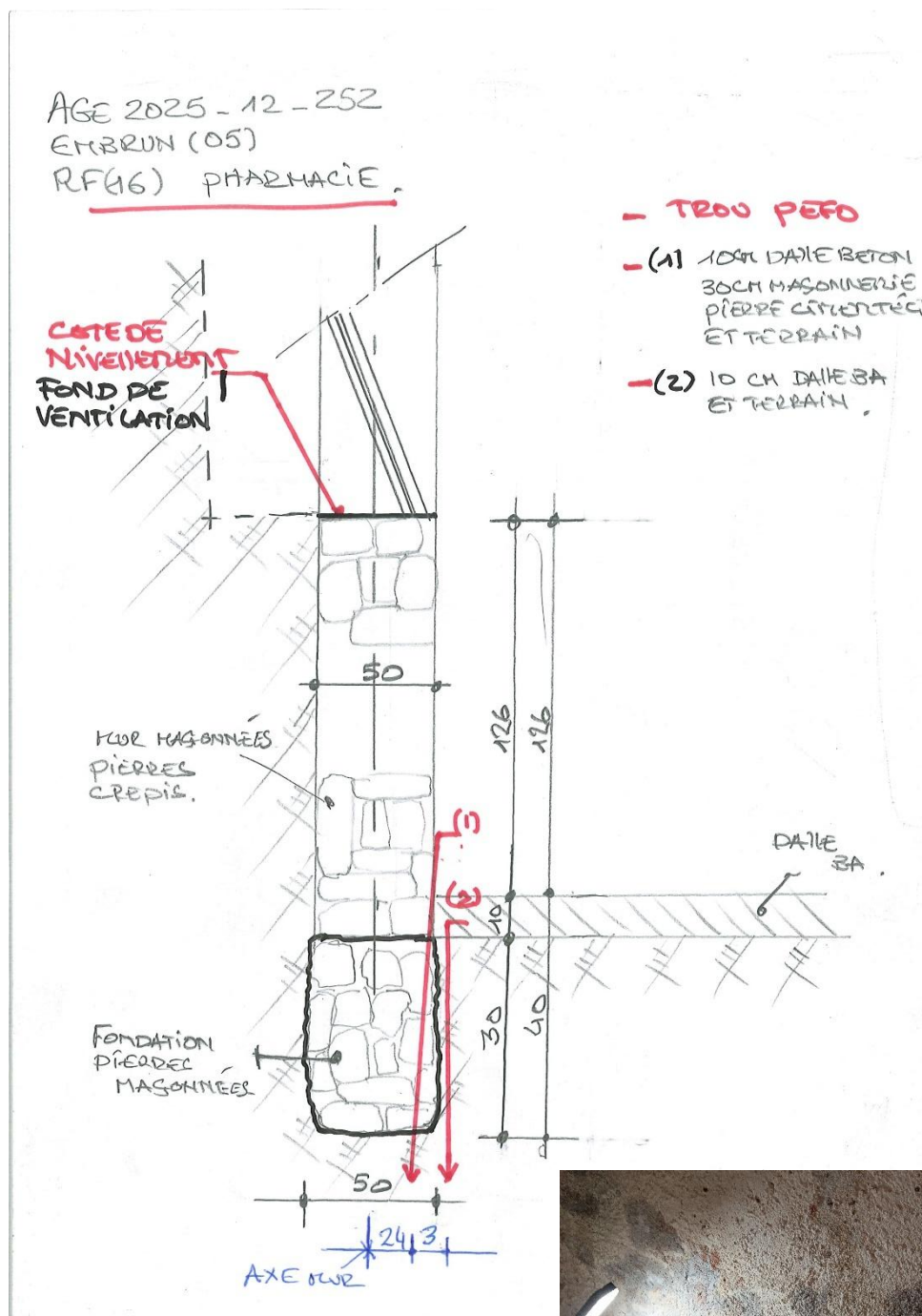
- (5) FONDATION BETON AU DELA DE 80 CM BOUT DE FICHES
PAS POSSIBLE PLUS LONG PAS ASSEZ DE HAUTEUR SOUS PLAFOND
- (6) 10 CM DAIE → TERRAIN (PAS DE DEBORD)
- (7) 60 CM BETON → TERRAIN (PAS DE VS.)



AGE 2025 12 252
EMBRUN (05)
REF(4) CHAUFFERIE TOIT TERRASSE



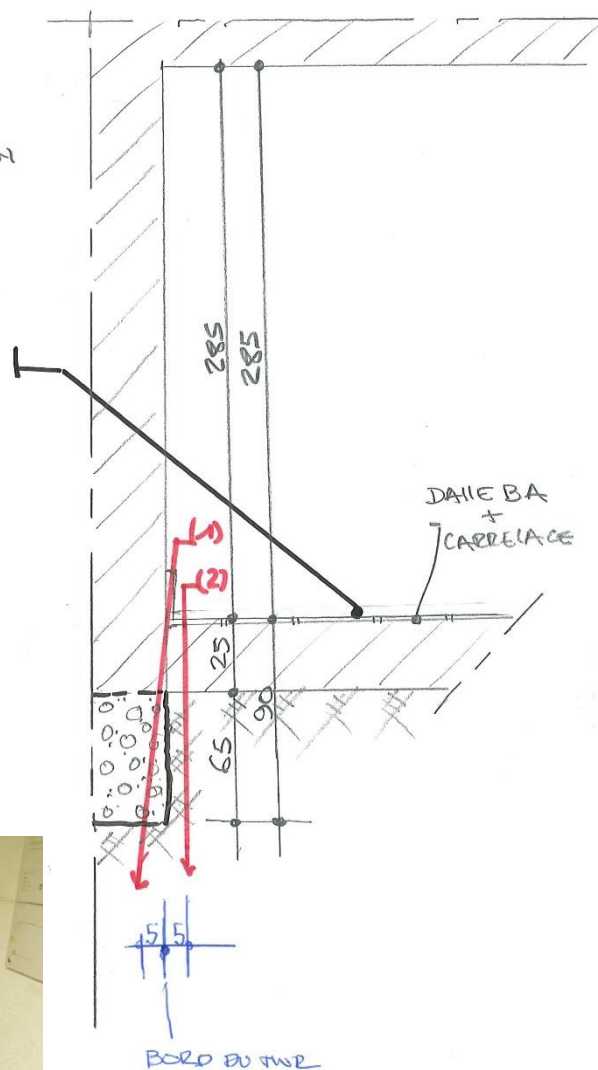




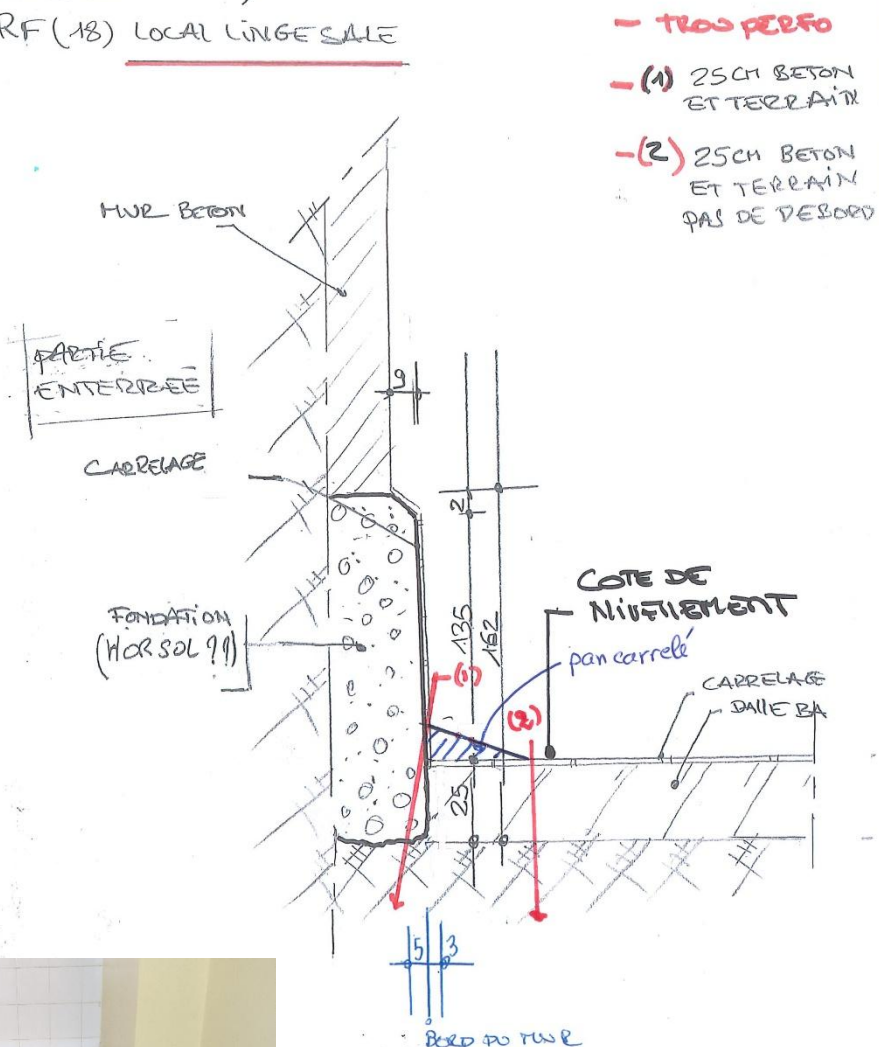
AGE 2025 12 252
EMBRUN (05)
RF(17) COULOIR GNERIE

- **trou perfo**
- (1) 90 CM BÉTON ET TERRAIN
- (2) 25 CM BÉTON ET TERRAIN

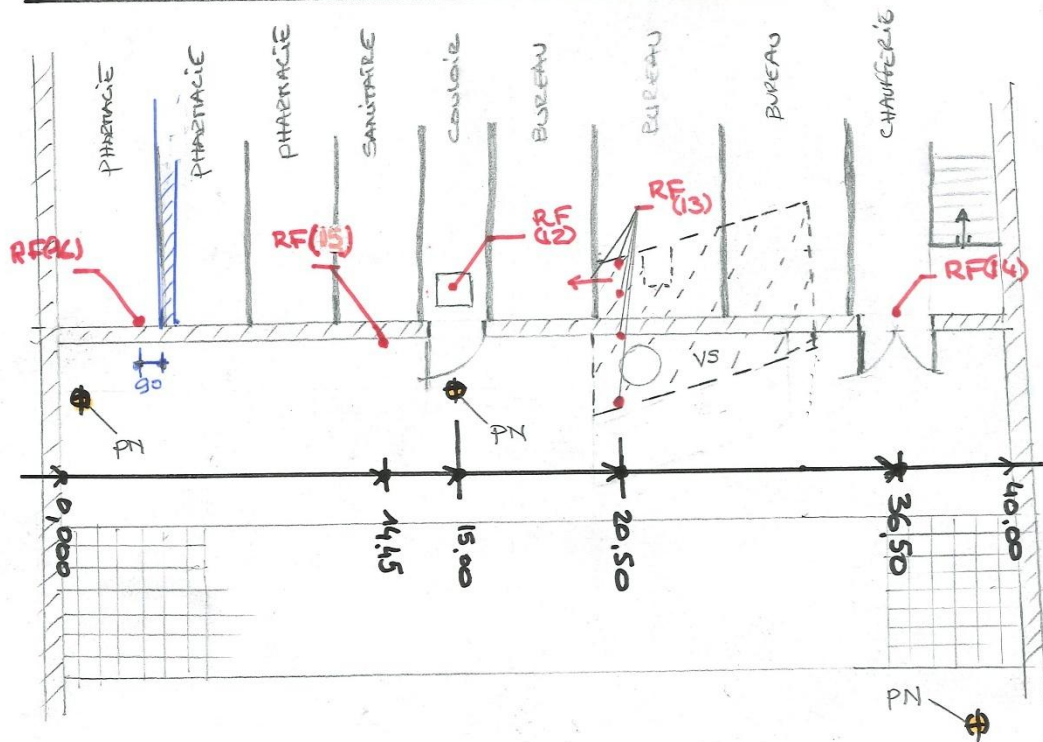
COTE DE
NIVELLEMETT



AGE 2025 12 252
EMBRUN (05)
RF (18) LOCAL LINGE SALE

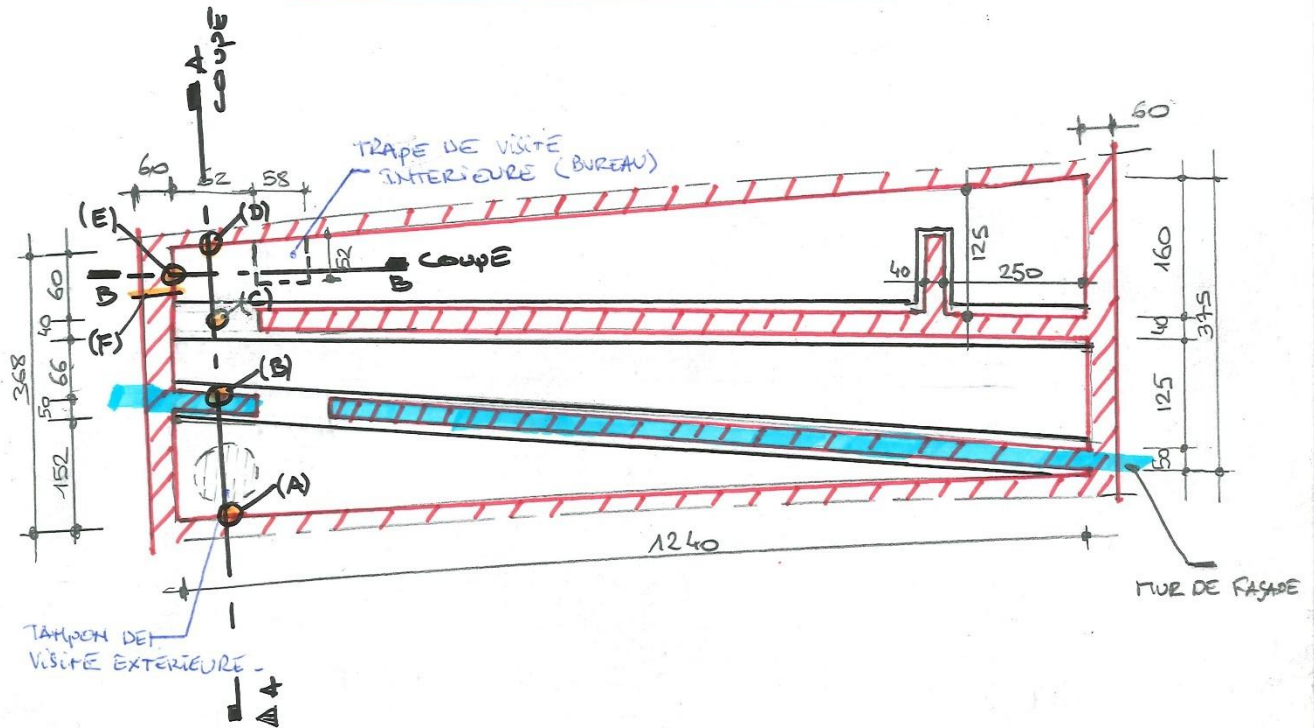


PLAN DE LOCALISATION MISE A JOUR FASADE TOIT TERRASSE



AGe 2025 12 252
EMBRUN (05) RF(13)

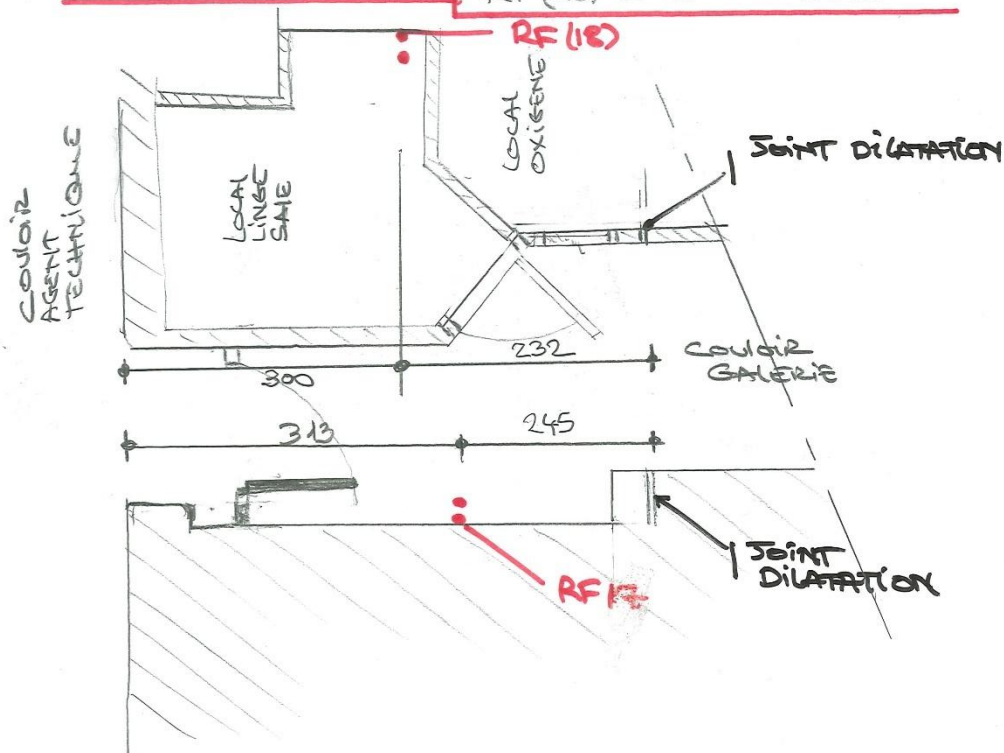
PLAN VS SOUS TOIT TERRASSE



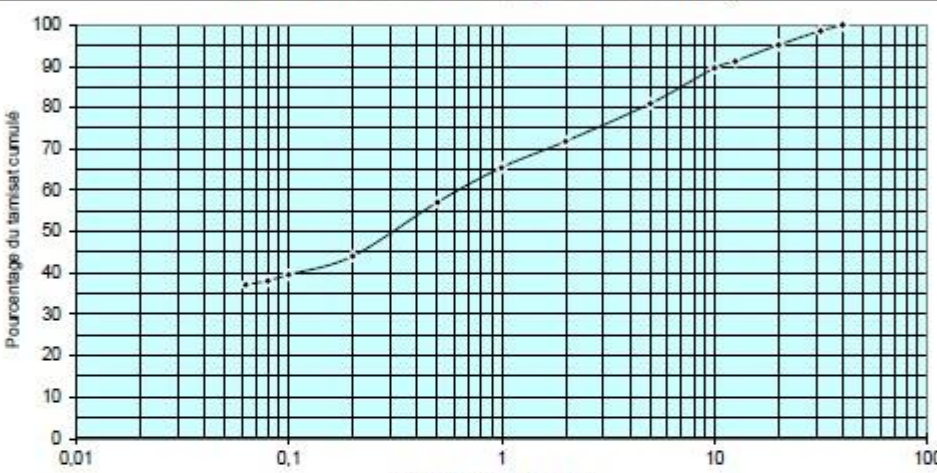
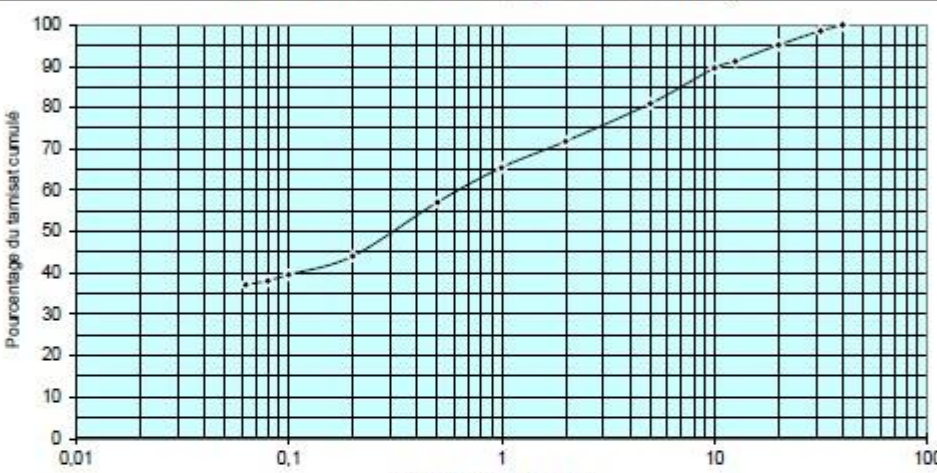
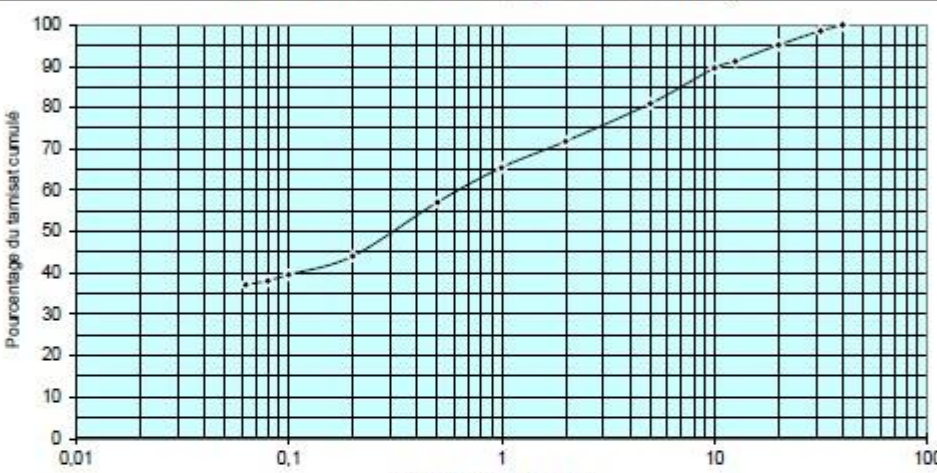
AGe 2025 12 252

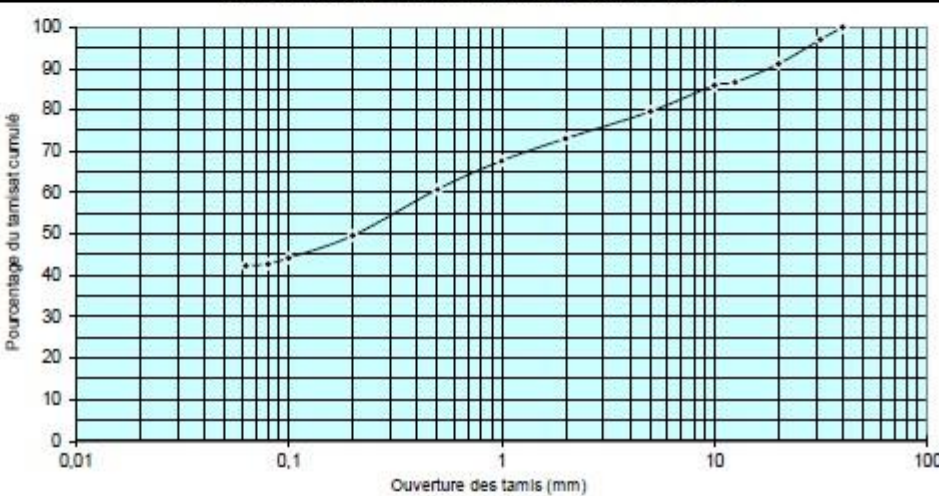
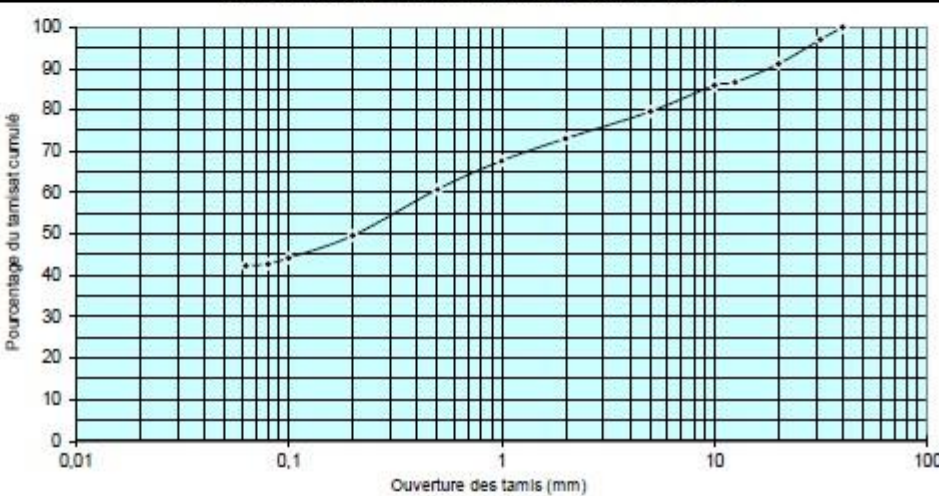
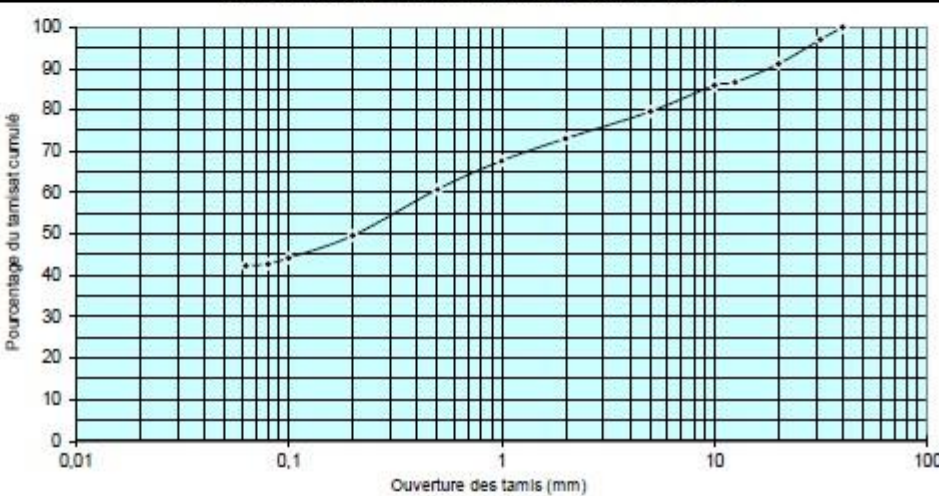
EMBRUN (05)

PLAN DE LOCALISATION RF (17) COULOIR GALERIE ET
RF (18) LOCAL LINGE SALE



Annexe 5 : Résultats essais en laboratoire

 GÉotechnique sciences de la terre sas	Chantier : EMBRUN (05) Projet : Hôpital d'Embrun Client : GHT Dossier : AGe2025-12-252																																		
ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS																																			
Nature des matériaux : Limons sablo-graveleux Date du prélèvement : 20/03/2026 Type de matériau : Sols fins à granulaires Provenance des matériaux : SPM1 Date des essais : 04/05/2026 Profondeurs : 1,10m Réf. opérateurs : YLN Observations : marron foncé/noir avec présence de racines																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Tamis</th><th>Passant</th></tr> <tr><td>40,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>98,6</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>95,2</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>91,3</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>89,6</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>81,0</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>71,9</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>65,5</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>57,2</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>44,1</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>39,6</td></tr> <tr><td>0,080</td><td>38,1</td></tr> <tr><td>0,063</td><td>37,2</td></tr> </table>	Tamis	Passant	40,0	100,0	31,5	98,6	20,0	95,2	12,5	91,3	10,0	89,6	5,0	81,0	2,0	71,9	1,0	65,5	0,50	57,2	0,20	44,1	0,10	39,6	0,080	38,1	0,063	37,2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;"> Pourcentage du tamisat cumulé </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Ouverture des tamis (mm)</td> </tr> </table>	ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)		Pourcentage du tamisat cumulé			Ouverture des tamis (mm)
Tamis	Passant																																		
40,0	100,0																																		
31,5	98,6																																		
20,0	95,2																																		
12,5	91,3																																		
10,0	89,6																																		
5,0	81,0																																		
2,0	71,9																																		
1,0	65,5																																		
0,50	57,2																																		
0,20	44,1																																		
0,10	39,6																																		
0,080	38,1																																		
0,063	37,2																																		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)																																			
Pourcentage du tamisat cumulé																																			
	Ouverture des tamis (mm)																																		
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION																																			
Norme	Essai	Résultat																																	
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 37,2%																																	
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 40,0 mm																																	
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé																																	
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé																																	
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 15,7%																																	
NF P94-068	Valeur au bleu du sol	V _{bs} = 0,47																																	
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =																																	
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =																																	
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =																																	
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =																																	
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / p _d =																																	
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =																																	
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{fs} =																																	
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	CLA =																																	
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	CMDE =																																	
NF P94-068	Coefficient de fragmentabilité	I _{fr} =																																	
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{dg} =																																	
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immersé	ICBR _i =																																	
NF EN 17885-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	COM =																																	
CLASSIFICATION GTR 2023 :		F1																																	
Ancienne classification GTR :		A1																																	
Observations :		PV27a 16/05/2024																																	

 GÉotechnique sciences de la terre sas	Chantier : EMBRUN (05) Projet : Hôpital d'Embrun Client : GHT Dossier : AGe2025-12-252																																		
ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS																																			
Nature des matériaux : Limons sablo-graveleux (remblais?) Date du prélèvement : 20/03/2026 Type de matériau : Sols fins à granulaires Provenance des matériaux : SPM2 Date des essais : 04/05/2026 Profondeurs : 1,20m Réf. opérateurs : YLN Observations : marron foncé/noir avec forte présence de racines et M.V																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamis</th> <th>Passant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>97,0</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>91,2</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>86,7</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>86,0</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>79,6</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>73,1</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>67,7</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>60,8</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>49,7</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>44,3</td></tr> <tr><td>0,080</td><td>42,8</td></tr> <tr><td>0,063</td><td>42,4</td></tr> </tbody> </table>	Tamis	Passant	40,0	100,0	31,5	97,0	20,0	91,2	12,5	86,7	10,0	86,0	5,0	79,6	2,0	73,1	1,0	67,7	0,50	60,8	0,20	49,7	0,10	44,3	0,080	42,8	0,063	42,4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;"> Pourcentage du tamisat cumulé </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Ouverture des tamis (mm)</td> </tr> </tbody> </table>	ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)		Pourcentage du tamisat cumulé			Ouverture des tamis (mm)
Tamis	Passant																																		
40,0	100,0																																		
31,5	97,0																																		
20,0	91,2																																		
12,5	86,7																																		
10,0	86,0																																		
5,0	79,6																																		
2,0	73,1																																		
1,0	67,7																																		
0,50	60,8																																		
0,20	49,7																																		
0,10	44,3																																		
0,080	42,8																																		
0,063	42,4																																		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)																																			
Pourcentage du tamisat cumulé																																			
	Ouverture des tamis (mm)																																		
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION																																			
Norme	Essai	Résultat																																	
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 42,4%																																	
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 40,0 mm																																	
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé																																	
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé																																	
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 15,2%																																	
NF P94 068	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 0,45																																	
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	W _L =																																	
ISO 17892-12	Limite de plasticité	W _P =																																	
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =																																	
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =																																	
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / p _d =																																	
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	W _{OPN} / p _d =																																	
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =																																	
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =																																	
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =																																	
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =																																	
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =																																	
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	I _{CBRI} =																																	
NF EN 17885-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =																																	
CLASSIFICATION GTR 2023 : F1 Ancienne classification GTR : A1																																			
Observations :		PV27a 16/05/2024																																	

NOTRE SIÈGE SOCIAL

473 chemin de la Banastière CS 30408
84276 VEDENE CEDEX
Tél : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989



GÉotechnique
sciences de la terre sas