



Rapport Etude G2 AVP

Nom du Client : SEE YOU SUN

Parcelle(s) cadastrée(s) : AD 15

Adresse : Centre Hospitalier, Rue du Pavé – 03360 AINAY-LE-CHATEAU

Rapport d'étude géotechnique de conception Phase avant-projet G2-AVP

Le présent dossier, qui constitue un ensemble indissociable, comporte :

- Le rapport d'étude géotechnique
- Un cahier d'annexes de 10 pages comprenant :
 - L'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 novembre 2013)
 - Les résultats des essais pénétrométriques
 - Les résultats des sondages pressiométriques
 - Implantation des sondages

Date : 26/11/2025	Nombre total de pages : 40
Rédigé par : GUITTARD Simon	
RC PRO Décennale : LUN2200989	

1. TABLE DES MATIERES

1. Table des matières	3
2. Cadre de l'étude	5
2.1. Généralités	5
2.2. Mission	5
2.3. Documents fournis	6
2.4. Normes et règles de prédimensionnement utilisées	6
3. Description du projet	7
4. Contexte géotechnique	9
4.1. Description du site	9
4.2. Situation, relief, paysage et géologie	9
4.3. Contexte hydrogéologique	11
4.4. Définition de la Zone d'Intervention Geotechnique	11
4.5. Identification et impacte potentiel des risques naturels	11
4.6. Reconnaissance in situ	13
4.7. Catégorie de sol	14
5. Resultats des investigations	15
5.1. Reconnaissance in situ	15
5.2. Essais de perméabilité	15
6. Synthèse des reconnaissances et essais	16
6.1. Synthèse géotechnique	16
6.2. Synthèse géomécanique	17
6.3. Synthèse hydrogéologique	18
7. Adaptation des ouvrages au contexte géotechnique du site	18
8. Terrassements	19
8.1. Déblai	19
8.2. Remblai	19
8.3. Dispositions particulières de conception et d'exécution	20
9. Principe et pre-dimensionnement des fondations	21
9.1. Fondations superficielles	21
9.1.1 Cas ombrières 1 et 2 (sondages S2, S3, P2, P3)	21
9.1.2 Cas ombrière 3 (Sondages S1, P1)	23
9.2. Dispositions particulières de conception et d'exécution	25
10. Drainage	27
10.1. Drainage en phase chantier	27
10.2. Drainage en phase définitive	27
11. Contexte sismique	28
12. PROTECTION des ouvrages vis-à-vis de la sensibilité à l'eau des sols	29
13. CONCLUSIONS	30

14.	ANNEXE – Enchainements des missions géotechniques.....	31
15.	ANNEXE – Resultat des sondages pressiométriques	34
16.	ANNEXE – Résultats des essais pénétrométriques	37
17.	ANNEXE - Schémas d'implantations des sondages réalisés	40

2. CADRE DE L'ETUDE

2.1. GENERALITES

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction de trois ombrières photovoltaïques.

Cette étude est réalisée à la demande de l'entreprise SEE YOU SUN.

2.2. MISSION

Conformément à la demande du client, l'étude a été menée pour permettre :

- De définir la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) ;
- De définir les types de fondations adaptées au projet et d'en effectuer le prédimensionnement (contraintes de calcul à l'ELU et l'ELS, tassements) ;
- De définir le risque lié à la présence d'argiles potentiellement gonflantes ;
- De proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse et de fouilles de fondations (en fonction notamment de la tenue des formations et de la stabilité des ouvrages avoisinants) ;
- De définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- D'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis à vis des conditions sismiques du site.

A partir des définitions de la norme NFP 94.500 de novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G2 AVP (étude géotechnique de conception - phase Avant-Projet) hors première approche des quantités.

Notons qu'il était prévu de ne pas étudier dans le cadre de cette mission :

- Les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (voiries, parkings, soutènements, ...) ;
- Les missions G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

Par ailleurs, notre mission et programme d'étude se limite à des fondations superficielles par massif isolé. Toute autre solution de fondation profonde par exemple nécessiterait des sondages approfondis.

2.3. DOCUMENTS FOURNIS

- Plan de situation/cadastral
- Dossier d'exécution
- Plan de réseaux existants

Aucun autre document ne nous a été communiqué dans le cadre de la présente étude.

2.4. NORMES ET REGLES DE PREDIMENSIONNEMENT UTILISEES

- Norme NFP 94.500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
- Eurocode 7 – Norme NFP 94.251-1, – Norme NFP 94.261
- Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- D.T.U. 13.12 – Fondations superficielles
- D.T.U. 20.1. Ouvrages en maçonnerie de petits éléments
- Normes AFNOR concernant les différents essais de reconnaissance (essais pressiométriques NFP 94-110 ; sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115)

Aucune estimation de descentes de charges ne nous a été communiquée pour l'élaboration de ce rapport. Il conviendra de vérifier que les solutions proposées sont compatibles avec les surcharges apportées par les ouvrages. Dans le cas contraire, les conclusions de notre rapport devront éventuellement être modifiées.

Le présent rapport géotechnique concerne exclusivement la construction des ombrières. Les aménagements extérieurs (voiries, parkings, ...) et ouvrages annexes (soutènements, murs de clôture, piscine, plages, terrasse, ...) sont hors mission.

- la présence possible de fouilles archéologiques pouvant présenter des surépaisseurs de formations remaniées / remblayées d'un niveau de caractéristique mécanique très faible,
- la sensibilité aux variations hydriques des sols,
- la présence possible de fouilles ou tranchées remblayées pouvant engendrer des risques de tassements différentiels sous dallages,
- la présence éventuelle de polluants naturels ou anthropiques des sols (étude hors mission)
- la possible hétérogénéité lithologique du site.

4. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

4.1. DESCRIPTION DU SITE

Lors de notre intervention, le site se présentait comme suit :

> Au droit des ombrières n°1 et n°3 :

- Zone vierge de construction, présence d'arbres et de souches
- Zone partiellement remblayée d'après les éléments transmis
- Aucun avoisinant
- Légère pente

> Au droit de l'ombrière n°2 :

- Parcelle vierge de construction, mais implantation au droit d'un bâtiment qui a été démoli
- Un bâtiment avoisinant, distant d'environ 10m
- Pas ou peu de pente

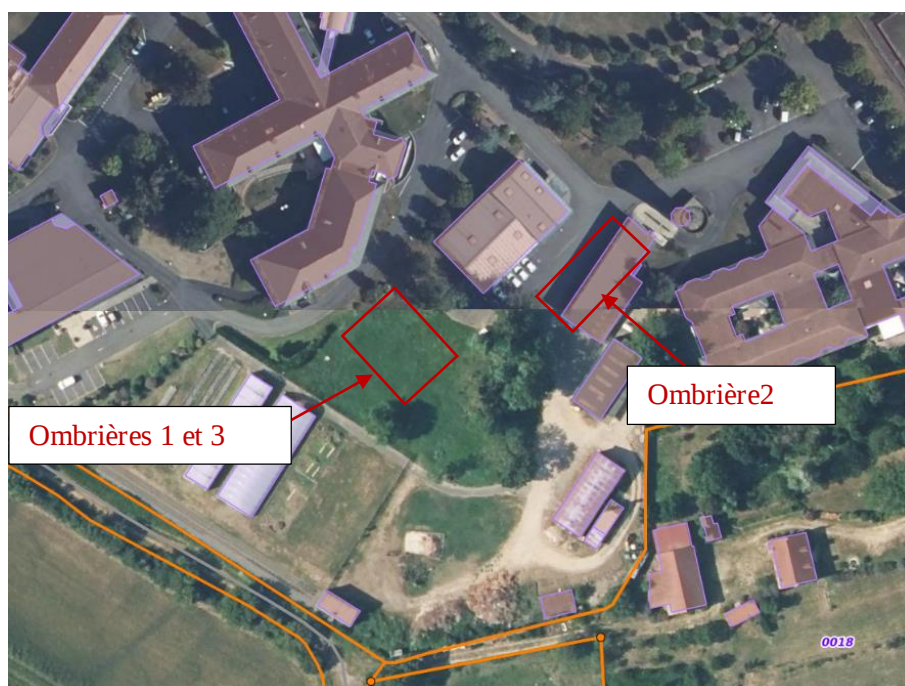
D'après la carte IGN, l'altitude du terrain au droit des projets est comprise entre 229 m NGF et 231 m NGF.

Cependant, suite à l'absence de plan topographique, il convient de faire appel à un géomètre expert afin d'obtenir les cotes NGF exactes.

4.2. SITUATION, RELIEF, PAYSAGE ET GEOLOGIE

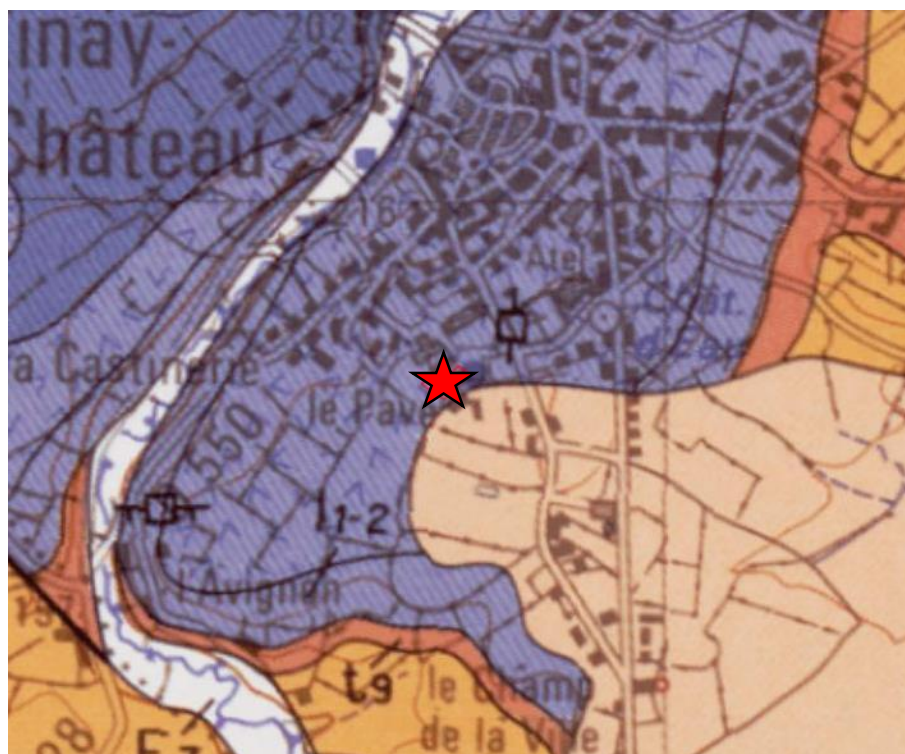
Adresse :	Centre Hospitalier, Rue du Pavé 03360 Ainay-Le-Château
N° parcelle	AD 15
Coordonnées GPS	46.706533 – 2.690379
Altitude Moyenne	230m NGF

Vue aérienne avec localisation des zones de projet :



Contexte géologique d'après le BRGM

Au droit du projet et en référence à la carte géologique au 1/50000^{ème} (feuille de CHARENTON DU CHER), le substratum est constitué par des dolomies bréchifiées et marnes jaunes dans les "Calcaires pavés" : calcaires bioclastiques clairs (Hettangien).



Extrait de la carte géologique imprimée (source BRGM - 1/50000)

4.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

La commune n'est pas soumise aux risques d'inondations.

La parcelle est située dans la zone « pas de débordement de nappe ni d'inondations de cave ».

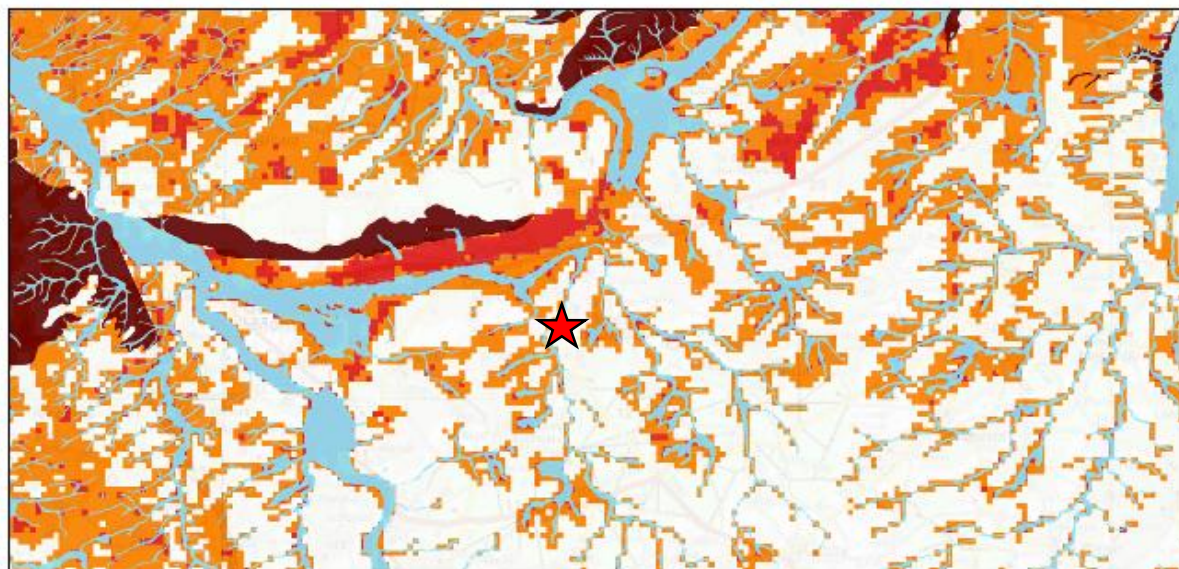


InfoTerre



Géosciences pour une Terre durable

brgm



©IGN

4.4. DEFINITION DE LA ZONE D'INTERVENTION GEOTECHNIQUE

Lors de notre intervention, la zone d'implantation des ombrières 1 et 3 était enherbée et présentait une légère pente. Quelques arbres étaient présents.

Les bâtiments avoisinants ne sont pas situés à proximité immédiate de la parcelle et sont situés à priori hors de la zone d'intervention géotechnique.

Au droit de l'ombrière n°2, la zone était partagée entre béton bitumineux et dalle béton restante du bâtiment démolé. Le bâtiment avoisinant est situé à environ 10 m de la zone du projet et est à priori situé hors de la zone d'intervention géotechnique.

4.5. IDENTIFICATION ET IMPACTE POTENTIEL DES RISQUES NATURELS

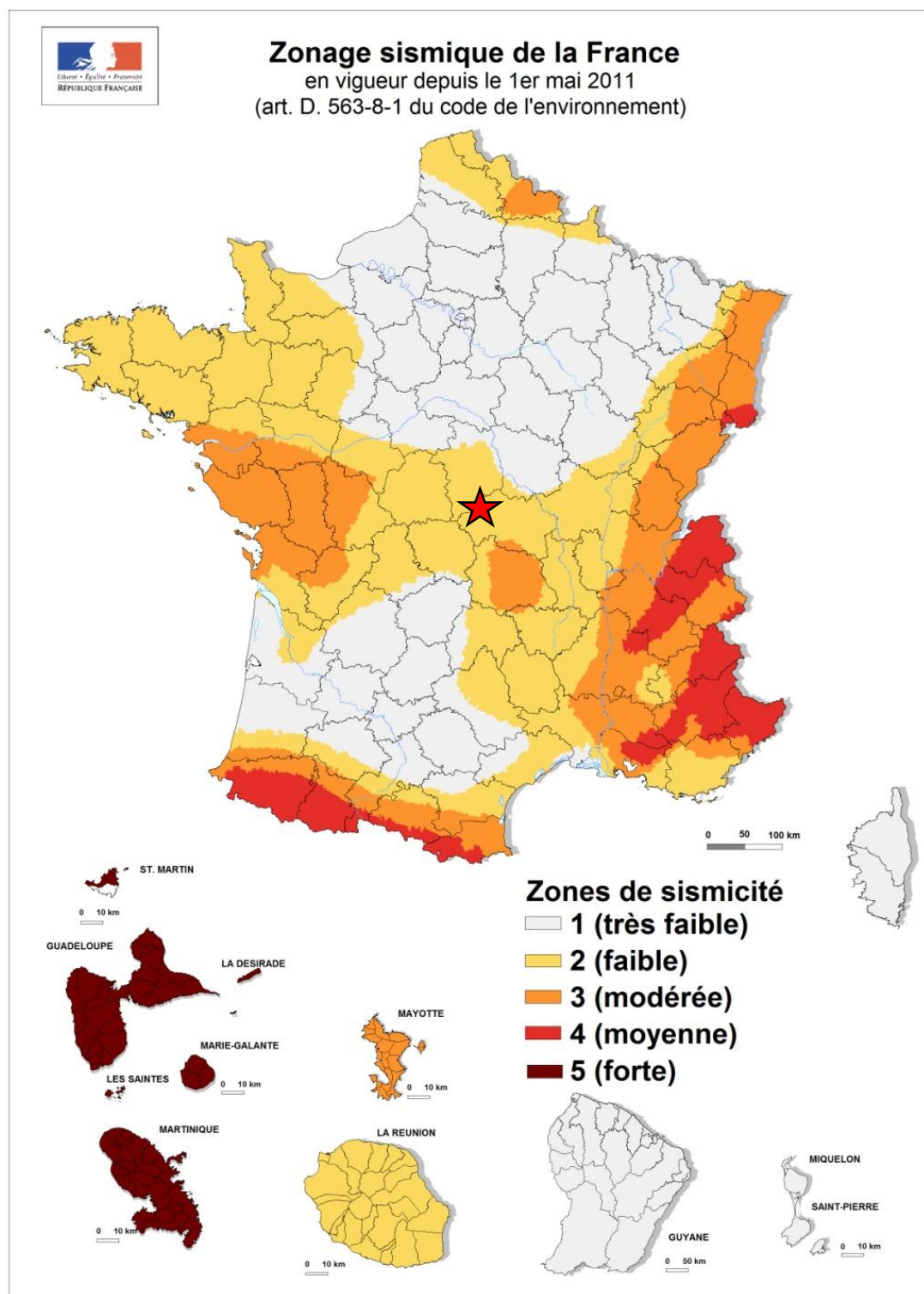
Mouvement de terrains, glissement, éboulement, coulée, effondrement

Les données disponibles mis à disposition par le BRGM indiquent un risque de cavités souterraines (d'origine naturelle ou anthropique) faible.

La parcelle n'est pas soumise au risque de mouvement de terrains.

Extrait de la Carte Nationale des zonations de risques sismiques :

A l'échelle de la commune, le risque sismique est de niveau 2 (faible). La position approximative du site est indiquée par l'étoile.



Retrait gonflement des argiles

Les données bibliographiques indiquent que le terrain possède un risque jugé fort de retrait et gonflement des argiles.

La commune a fait l'objet de cinq classements en catastrophe naturelle pour ce risque depuis 2019.



4.6. RECONNAISSANCE IN SITU

Compte tenu des recommandations sur la consistance des investigations géotechniques de l'union syndicale géotechnique, de notre bonne connaissance préalable du site et du niveau de complexité de l'adaptation au sol des ouvrages, le programme d'investigations suivant a été mis en œuvre :

- 3 sondages au pénétromètre dynamique descendus jusqu'à 5.00m de profondeur ou refus pour :
 - L'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons
 - La vérification de l'homogénéité de ces caractéristiques
- 3 sondages pressiométriques de trois essais, réalisés à 1.50m, 3.00m et 4.00m, descendus jusqu'à 5.00m de profondeur pour :
 - la réalisation d'essais in situ (détermination des pressions limites et modules pressiométriques) afin de définir les caractéristiques géomécaniques des formations en profondeur
- 2 Essais de perméabilité type Porchet pour :
 - Définir les capacités d'infiltration de la parcelle

L'implantation des différents sondages et essais in situ figure sur le schéma d'implantation annexé.

4.7. CATEGORIE DE SOL

Catégorie de Sol : B

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		V _s (m/s)	N _{SPT} (coups/30cm)	C _u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de graviers ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	630 - 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de graviers ou d'argiles moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 - 360	15 - 50	70 - 250
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	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v _s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec v _s > 800 m/s			
S₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (IP > 40) et une teneur en eau importante	< 100 valeur indicative	-	10 - 20
S₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S ₁			

5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

5.1. RECONNAISSANCE IN SITU

Les résultats des différents sondages et essais in situ sont présentés en annexe avec les détails suivants pour chaque forage :

- Sondages au pénétromètre dynamique :
 - Résistances de pointe dynamiques calculées selon la formule des hollandais avec q_d en MPa en fonction de la profondeur (calcul hors norme)
- Sondage pressiométrique et semi-destructif :
 - Coupe des forages
 - Niveau d'eau fin de forage
 - Calcul des pressions limites nettes (P_l) en MPa
 - Calcul des pressions de fluage nettes (P_f) en MPa
 - Calcul des modules pressiométriques (E_p) en MPa

5.2. ESSAIS DE PERMEABILITE

Deux essais de perméabilité type Porchet ont été réalisés sur la parcelle.

Au droit de l'essai Porchet n°1, situé à proximité des ombrières 1 et 3, nous constatons une perméabilité très importante : mise en saturation impossible, due à la nature des matériaux. Cette zone présente des matériaux de remblais peu compactés.

Au droit de l'essai Porchet n°2, nous constatons une imperméabilité parfaite du sondage. Les matériaux aperçus lors de la réalisation de ce sondage semblent être les matériaux du site, qui n'ont pas été remaniés.

Par conséquent l'infiltration des eaux pluviales n'est pas envisageable au droit des deux essais réalisés.

Cette étude de perméabilité a été réalisée sur deux points du site, à 0.80 m de profondeur. Implantation des sondages en annexe.

Nota :

L'étude de perméabilité indique une estimation de la perméabilité du terrain, au droit des tests, à un moment précis.

6. SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

6.1. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

L'examen de l'ensemble des résultats nous permet de dresser la coupe schématique suivante :

> Au droit de l'ombrière 1 (Sondages S2 / P2) et de l'ombrière 2 (Sondage S3/P3) :

- Formation « 1 » - **Terre végétale** dans les zones d'espace vert / **Dalle béton et couche de forme graveleuse** au droit de l'ancien bâtiment
- Formation « 2 » - **Formation à dominante calcaire +/- indurée, +/- altérée** : Argile beige marron éléments calcaires blanchâtres, altération calcaire/dolomitique limoneuse à argileuse rosâtre, argile légèrement sableuse beige jaune, passe noire, calcaire argileux marron orangé à blanchâtre, passe marneuse gris vert. Cette formation apparaît sèche et compacte au forage.

Sondages		S2	P2*	S3	P3*
Formation 1	Prof/TN (m)	0.4	0.4	0.7	1.0
Formation 2	Prof/TN (m)	>5.0	>5.0	>5.0	>5.0

* *profondeur estimée*

> Au droit de l'ombrière 3 (Sondage S1 /P1) :

- Formation « 1a » - **Argile sablo-graveleuse marron**, trace de briques (remblais probables)
- Formation « 1b » - **Limon argilo-sableux gris noir**, présence de fil de fer, trace de briques (remblais probables)

Sondages		S1	P1*
Formation 1a	Prof/TN (m)	2.5	3.0
Formation 1b	Prof/TN (m)	>5.0	>5.0

* *profondeur estimée*

6.2. SYNTHESE GEOMECHANIQUE

L'interprétation des différentes valeurs mesurées sur le site nous permet de dresser le tableau de synthèse ci-dessous. Celui-ci a notamment pour but de fixer les hypothèses à retenir dans les calculs de prédimensionnement des ouvrages.

> Au droit de l'ombrière 1 (Sondages S2 / P2) et de l'ombrière 2 (Sondage S3/P3) :

Couche	Limite inférieure de la couche (m)	Résistance de pointe dynamique qd (MPa)	Pression limite (MPa)	Module pressiométrique (MPa)	Coefficient rhéologique α
Formation 1	0.4 à 1.0	2 à 25	Formation neutralisée		-
Formation 2	> 5.0	7 à refus	1.0*	8.5*	2/3

* Valeurs retenues pour nos calculs, ceci ne doit pas faire oublier les valeurs plus faibles ou plus fortes mesurées dans l'horizon.

Notons :

- Les possibles variations de niveaux des différents horizons entre les points de sondage.
- Les hétérogénéités des caractéristiques mécaniques de la formation 2 avec des passes de faibles-moyennes compacités à des compacités plus importantes.

> Au droit de l'ombrière 3 (Sondage S1 /P1) :

Couche	Limite inférieure de la couche (m)	Résistance de pointe dynamique qd (MPa)	Pression limite (MPa)	Module pressiométrique (MPa)	Coefficient rhéologique α
Formation 1a	2.5 à 3.0	2 à 7	0.5	6.0	2/3
Formation 1b	> 5.0	2 à 5	0.3	>3.5	2/3

Notons :

- La présence d'éléments anthropiques au sein des formations rencontrées supposées être des remblais (brique, fer).
- Les faibles caractéristiques mécaniques des horizons de remblais rencontrés.

6.3. SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la mission G2. Cependant les études réalisées sont ponctuelles et d'une représentativité limitée par les informations portées à notre connaissance et à la période de réalisation. Elle ne permet pas de se prononcer avec précision sur la présence de l'eau (origine, position, débit, périodicité). Cet aspect s'il conditionne la conception du projet devra faire l'objet d'une étude spécifique.

Notons toutefois que ces niveaux sont susceptibles de varier suivant les conditions météo et que seul un suivi piézométrique sur une durée de 1 an peut permettre de déterminer la présence éventuelle de nappe.

7. ADAPTATION DES OUVRAGES AU CONTEXTE GÉOTECHNIQUE DU SITE

Les investigations géotechniques réalisées ont permis de mettre en évidence un site au contexte géotechnique marqué par :

> Au droit de l'ombrière 1 (Sondages S2 / P2) et de l'ombrière 2 (Sondage S3/P3) :

- La présence de terre végétale au droit de S2/P2.
- La présence d'une dalle béton reposant sur une couche de forme épaisse (0.7 à 1.0 m d'épaisseur pour la structure environ) au droit de S3/P3, la zone ayant fait l'objet d'une démolition d'un bâtiment.
- Des caractéristiques mécaniques hétérogènes des horizons à dominante calcaire rencontrés jusqu'à la base des sondages (> 5.0 m / TN). Cet horizon présente des faciès assez distincts probablement sous forme de bancs avec des niveaux +/- indurés et +/- altérés.
- L'absence de niveau d'eau dans les forages à la date des investigations.
- **La présence de formation argileuse issue de l'altération du substrat local et reconnue au droit de nos sondages présentant un risque potentiellement fort au phénomène de retrait-gonflement.**

Les solutions de fondations suivantes peuvent être envisagées :

- fondations superficielles (massifs isolés) ancrées suffisamment dans la formation n°2 moyennant de respecter la mise hors dessiccation des fondations (minimum 2.0 m / TF (terrain fini)).

> Au droit de l'ombrière 3 (Sondage S1 /P1) :

- La présence d'horizon remanié/remblayé sur de forte épaisseur jusqu'à, a priori, la base de nos sondages, soit 5.0 m / TN. D'après les informations recueillies le site a fait l'objet d'un remodelage.
- Des caractéristiques mécaniques faibles des horizons rencontrés jusqu'à la base des sondages (> 5.0 m / TN).
- L'absence de niveau d'eau dans les forages à la date des investigations.
- **La présence de formation argilo-limoneuse reconnue au droit de nos sondages présentant un risque potentiellement fort au phénomène de retrait-gonflement.**

Compte tenu des faibles charges a priori des ouvrages à construire (ombrière), les solutions de fondations suivantes peuvent être envisagées :

- fondations superficielles (massifs isolés) ancrées dans la formation n°1a :
 - **sous réserves de l'absence de matériaux évolutifs dans la formation, dans le cas contraire, on exclura les fondations superficielles au profit de fondations profondes à l'appui de sondages complémentaires profonds,**
 - la présence ponctuelle de passe plus molle au sein de la couche d'ancrage pourra nécessiter des purges et rattrapage au gros béton,
 - moyennant de respecter la mise hors dessiccation des fondations (minimum 2.0 m / TF (terrain fini)),
 - moyennant une très faible contrainte de sol à l'ELS, *pour une contrainte plus élevée nécessaire au projet, il devra être envisagé des fondations profondes.*

8. TERRASSEMENTS

8.1. DEBLAI

Il n'est pas prévu de déblai autre que ceux nécessaires au nivellement de la zone du projet, l'encastrement des fondations et les travaux de VRD.

Les éventuels terrassements pourront être réalisés partiellement à l'aide de matériel classique de moyenne puissance au sein des formations 1 et 2. **Toutefois, la présence de passe compacte au sein de la formation 2 pourra nécessiter rapidement l'usage d'outils ou d'engins spécifiques.**

Hors mitoyenneté et hors venue d'eau, dans les zones de talutage provisoire, les pentes de talus pourront être dressés avec une pente de 1 de Base pour 1 de Hauteurs. Des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux dans ce cas les pentes devront être réduites. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane soigneusement fixées et des cunettes étanches en tête de talus.

Il n'est a priori pas prévu de talus définitifs dans le cadre de ce projet.

8.2. REMBLAI

Il n'est pas prévu de mis en œuvre de remblais autre que le reprofilage du site (< 0.5 m).

8.3. DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION

Avoisinants

A priori sans objet.

Précautions de réalisation

Un traitement de l'arase terrassement (géotextile, plateforme de travail sur mini 0.3 m en GNT 0/80 avec $EV2 \geq 30$ MPa, couche de forme, drainage, ...) devra être prévu pour assurer la traficabilité en phase chantier. Des contrôles éventuels seront à réaliser pour réception. Notons que les couches de fondations et/ou de remblais insensibles à l'eau devront être mises en œuvre sans délai après réalisation des terrassements pour éviter la dégradation des fonds de forme sous les effets climatiques.

9. PRINCIPE ET PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

9.1. FONDATIONS SUPERFICIELLES

9.1.1 CAS OMBRIERES 1 ET 2 (SONDAGES S2, S3, P2, P3)

Compte tenu des points précédents, on s'orientera vers **un mode fondations superficielles (isolées)** ancrées de **0.3 m** minimum dans la **formation n°2 (formation à dominante calcaire +/- indurée, +/- altérée)** dont le toit a été rencontré entre 0.4 et 1.0 m / TN dans nos sondages.

La mise hors dessiccation des fondations devra respecter un encastrement minimal de 2.0 m / TF (terrain fini), dans ces conditions l'encastrement minimal requis pour assurer la mise hors gel des fondations de 0.8 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (cf. Norme NF P 94-261) sera automatiquement respecté.

Dans tous les cas, les fondations devront être ancrées dans un horizon homogène tant lithologiquement que mécaniquement.

A défaut de coulage immédiat, les fonds de fouille devront être protégés par un béton de propreté.

Contraintes

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NFP 94-261 – Eurocode 7 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

Aucune estimation de descentes de charges n'ayant été communiquée pour ce rapport.

Ainsi à ce stade, on retiendra :

Ple* (MPa)	Kp	Qnet (MPa)	Contrainte ELS (MPa)	Contrainte ELU (MPa)
1.0	0.8	0.8	0.25	0.41

Ces contraintes sont mobilisables pour des charges verticales centrées et dans le cadre d'une exécution correcte :

- ancrage homogène dans la formation « 2 »,
- nettoyage des fonds de fouille,
- purge de tous niveaux argileux peu fermes ou douteux et substitution par un gros béton.

Des hétérogénéités de niveaux sont possibles. Par conséquent, l'ancrage des fondations devra être réalisé de manière homogène.

Prédimensionnement

A titre d'information, **pour une semelle ancrée** selon les principes donnés précédemment, travaillant aux ELS à 250 kPa, il vient :

Longueur L de la semelle	Largeur B de la semelle	$R_{v;d}$
1.0 m	1.0 m	250 kN

Nota : Dans le cadre des dimensionnements de fondations d'ombrière, il convient généralement de considérer un « moment ». Dans ce cas, les dimensions du massif de fondation sont plus importantes que l'exemple donné.

Déformations

Généralement, les charges permanentes sont faibles pour des ombrières. Les tassements seront millimétriques.

9.1.2 CAS OMBRIERE 3 (SONDAGES S1, P1)

Compte tenu des points précédents, on s'orientera vers **un mode fondations superficielles (isolées)** ancrées de **0.5 m** minimum dans la **formation n°1a (formation argileuse sablo-graveleuse remanié ou en remblais)** dont le toit a été rencontré en surface dans nos sondages.

Pour rappel, cette solution est envisageable :

- **sous réserves de l'absence de matériaux évolutifs dans la formation, dans le cas contraire, on exclura les fondations superficielles au profit de fondations profondes à l'appui de sondages complémentaires profonds,**
- moyennant une très faible contrainte de sol à l'ELS, *pour une contrainte plus élevée nécessaire au projet, il devra être envisagé des fondations profondes.*

La mise hors dessiccation des fondations devra respecter un encastrement minimal de 2.0 m / TF (terrain fini), dans ces conditions l'encastrement minimal requis pour assurer la mise hors gel des fondations de 0.8 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (cf. Norme NF P 94-261) sera automatiquement respecté.

*Dans tous les cas, les fondations devront être ancrées dans un horizon homogène tant lithologiquement que mécaniquement **exempte de tous matériaux évolutifs.***

A défaut de coulage immédiat, les fonds de fouille devront être protégés par un béton de propreté.

Contraintes

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NFP 94-261 – Eurocode 7 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

Aucune estimation de descentes de charges n'ayant été communiquée pour ce rapport.

Ainsi à ce stade, on retiendra :

Ple* (MPa)	Kp	Qnet (MPa)	Contrainte ELS limitée (MPa)	Contrainte ELU limitée (MPa)
0.5	0.8	0.4	0.1	0.16

Ces contraintes sont mobilisables pour des charges verticales centrées et dans le cadre d'une exécution correcte :

- ancrage homogène dans la formation « 1a »,
- nettoyage des fonds de fouille,
- purge de tous niveaux argileux peu fermes ou douteux et substitution par un gros béton.

Des hétérogénéités de niveaux sont possibles. Par conséquent, l'ancrage des fondations devra être réalisé de manière homogène.

Prédimensionnement

A titre d'information, **pour une semelle ancrée** selon les principes donnés précédemment, travaillant aux ELS à 100 kPa, il vient :

Longueur L de la semelle	Largeur B de la semelle	$R_{v;d}$
1.0 m	1.0 m	100 kN

Nota : Dans le cadre des dimensionnements de fondations d'ombrière, il convient généralement de considérer un « moment ». Dans ce cas, les dimensions du massif de fondation sont plus importantes que l'exemple donné. Il conviendra donc d'en tenir compte dans le cadre d'une étude G2PRO avec des données de charge transmises pour s'assurer que ce nouveau dimensionnement soit envisageable.

Déformations

Généralement, les charges permanentes sont faibles pour des ombrières. Les tassements seront millimétriques.

Remarque : Une attention particulière devra être portée sur la qualité des fonds de fouilles, les éventuelles purges et substitutions de matériaux.

9.2. DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION

Paramètres de pré-dimensionnement

On rappelle que les tassements sont dimensionnant pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

Dans le cas où les charges seraient inclinées ou à proximité immédiate de talus, il conviendra d'appliquer un coefficient minorateur i_δ et/ou i_β (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NFP 94-261) et il conviendra de limiter les excentrement de charges dans les limites de cette norme.

ELU :

— pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{15}$$

ELS Quasi-permanent :

— pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{2}{3}$$

ELS caractéristiques :

— pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{2}$$

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement des fondations (ancrage, dimensions, ferrailage, ...) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale, ...).

Précautions de mise en œuvre

Les fondations seront exécutées conformément aux préconisations des Eurocodes 7 et du DTU 13.12 en tenant compte notamment :

- de l'instabilité potentielle des formations superficielles (blindage, coffrage, tubage, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- de la forte sensibilité potentielle au phénomène de retrait-gonflement des sols (éviter la dessiccation ou la saturation des sols d'ancrage avant bétonnage des fondations et des longrines),
- des venues d'eau (pompage, drainage, utilisation de tube plongeur, exhaure/rabattement de la nappe,...),
- du traitement des sols support de fondations (prévoir notamment le traitement des fonds de fouilles a priori remaniés lors de leur terrassement),
- du gel, des arrivées d'eau, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'éventuelle agressivité de l'eau ou du sol vis à vis du ciment,
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront permettre la réalisation des terrassements de fouille (en tenant compte notamment de la compacité des horizons d'ancrage, ...

10. DRAINAGE

10.1. DRAINAGE EN PHASE CHANTIER

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe rester sec jusqu'aux profondeurs intéressantes le projet (pas de niveaux enterrés prévus) cependant des venues d'eau sont possibles en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures).

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

10.2. DRAINAGE EN PHASE DEFINITIVE

Aucun niveau d'eau n'a été relevé dans nos sondages au moment des investigations.

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable (se référer au PLU et au PPRN en Préfecture).

D'autre part, pour préciser le niveau des PHE, il conviendra de réaliser une enquête hydrogéologique associée à un suivi du niveau d'eau dans des piézomètres sur une durée suffisante.

Les eaux ne devront, en aucun cas, être infiltrées dans les terrains. Par ailleurs, les dispositifs d'évacuation et de collecte devront être imperméabilisés (bétonnage,...).

Le projet VRD veillera à éloigner les écoulements des structures pour éviter toute stagnation ou infiltration à proximité.

11. CONTEXTE SISMIQUE

D'un point de vue sismique et selon l'Eurocode 8, on retiendra :

- Secteur classé en zone de sismicité n°2 ;
- Catégorie des bâtiments : à définir par le MOE ou le MOA ;
- Coefficient d'importance : γ_I = à définir selon la catégorie de bâtiment retenue ;
- Classification du sol : « B » ; à vérifier par des essais pressiométriques plus profonds en G2 PRO
- Paramètre S : 1.35 ;
- Accélération du sol : $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$;
- Classe de ductilité : à définir par le BET Structure

Il revient aux concepteurs, en fonction de la catégorie d'importance des ouvrages projetés, de déterminer les règles parasismiques applicables.

12. PROTECTION DES OUVRAGES VIS-A-VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS

Les sols superficiels sont sensibles au retrait/gonflement sur la commune d'AINAY LE CHATEAU. Toutes les mesures doivent être prises pour éviter les variations de teneur en eau des sols de fondation des ouvrages fondés superficiellement.

Si l'on souhaite appliquer les dispositions RGA des guides IFSTTAR, il conviendrait de rajouter un étanchement périphérique (dalle ou géomembrane autour des fondations) en premier lieu en plus de la garde d'assise à 2.0 m/TF.

Généralement les structures métalliques d'ombrières tolèrent plus facilement des mouvements de sol que des structures en béton armé ou maçonnerie, surtout quand elles ont des éléments isostatiques.

Aussi, moyennant des dispositions VRD éloignant les écoulements et infiltrations d'eau des fondations, seule la garde minimale d'ancrage de 2.0 m/TF est conservée pour les fondations.

13. CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G2 AVP.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve de la définition et de la classification des missions géotechniques (Norme NFP 94.500) et des conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques.

Toute modification du projet, même partielle, doit être portée à notre connaissance.

Géosol63 se tient à votre disposition pour tous renseignements complémentaires lié à ce rapport.

Rapport établi à Combronde le 26 Novembre 2025

Guittard Simon



14. ANNEXE – ENCHAINEMENTS DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NORME NFP 94.500)

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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 géotechnique. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.
ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1) Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases : <i>Phase Etude de Site (ES)</i> 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'avoisinants avec visite du site et des alentours. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <i>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</i> Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases : <i>Phase Avant-projet (AVP)</i> 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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <i>Phase Projet (PRO)</i> 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 avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <i>Phase DDC/ACT</i> 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. - Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossiers de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). - Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 ET G4, DISTINCTES ET SIMULTANES)****ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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, valeur seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer 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 Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

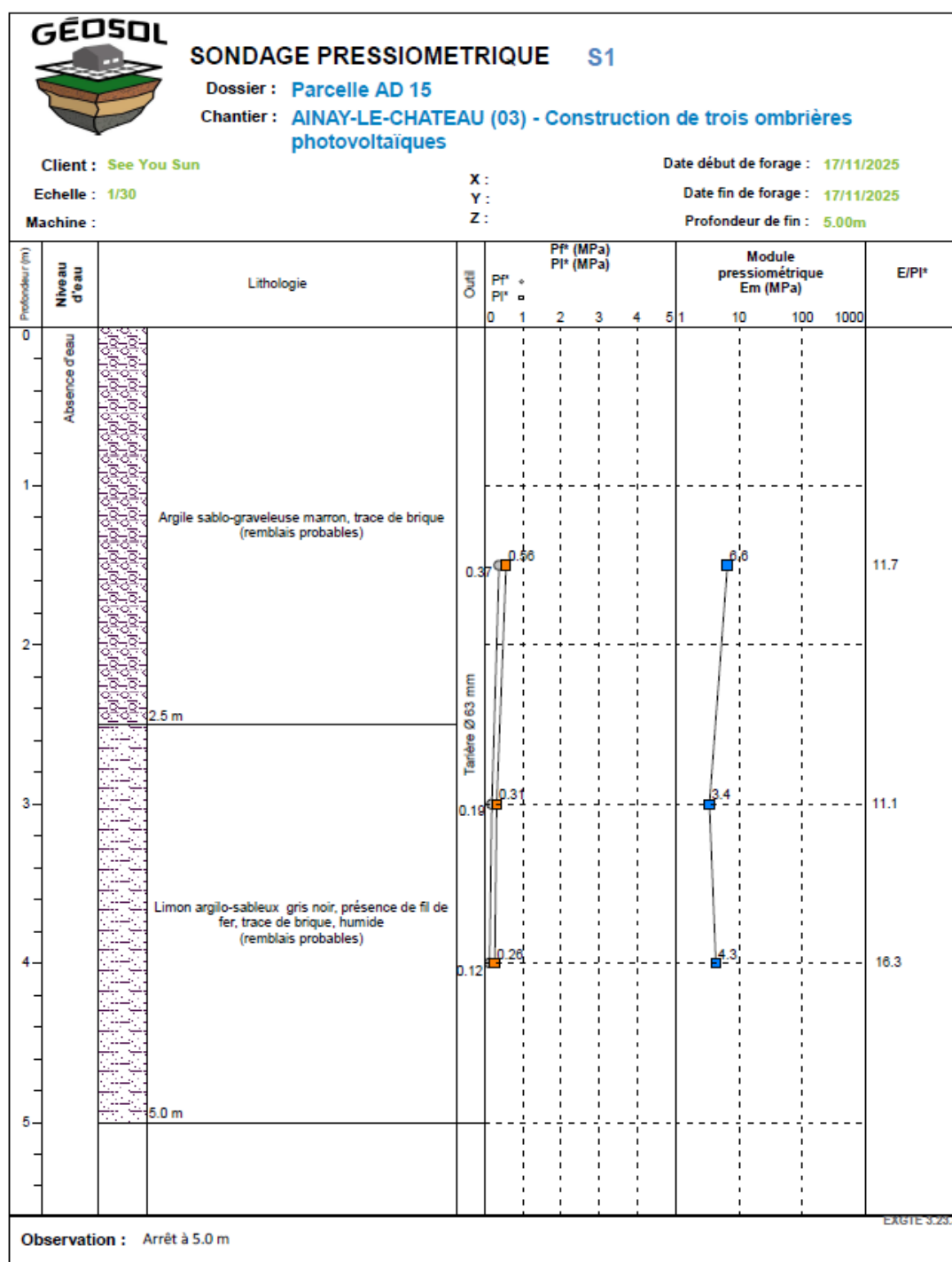
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

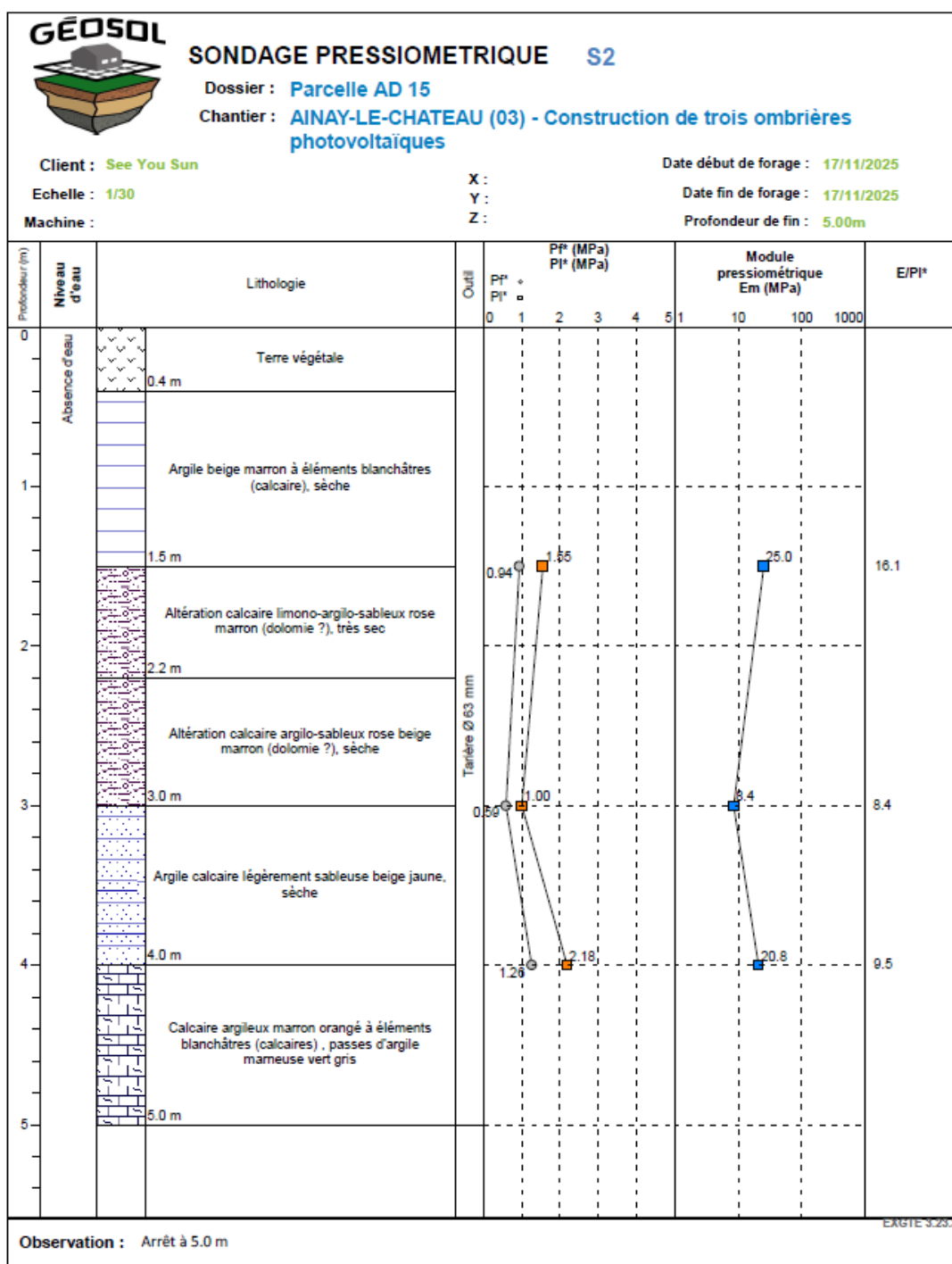
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

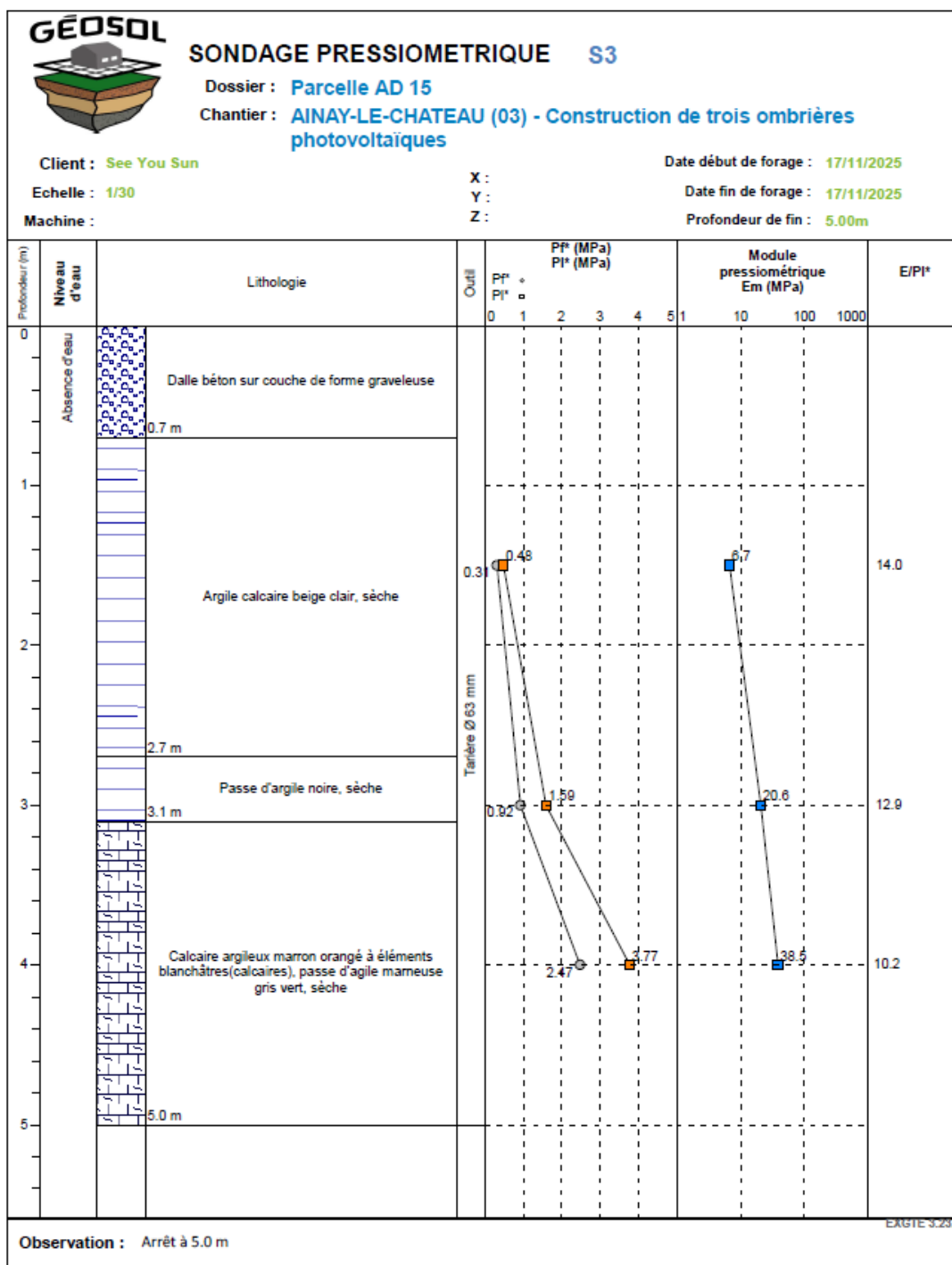
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

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

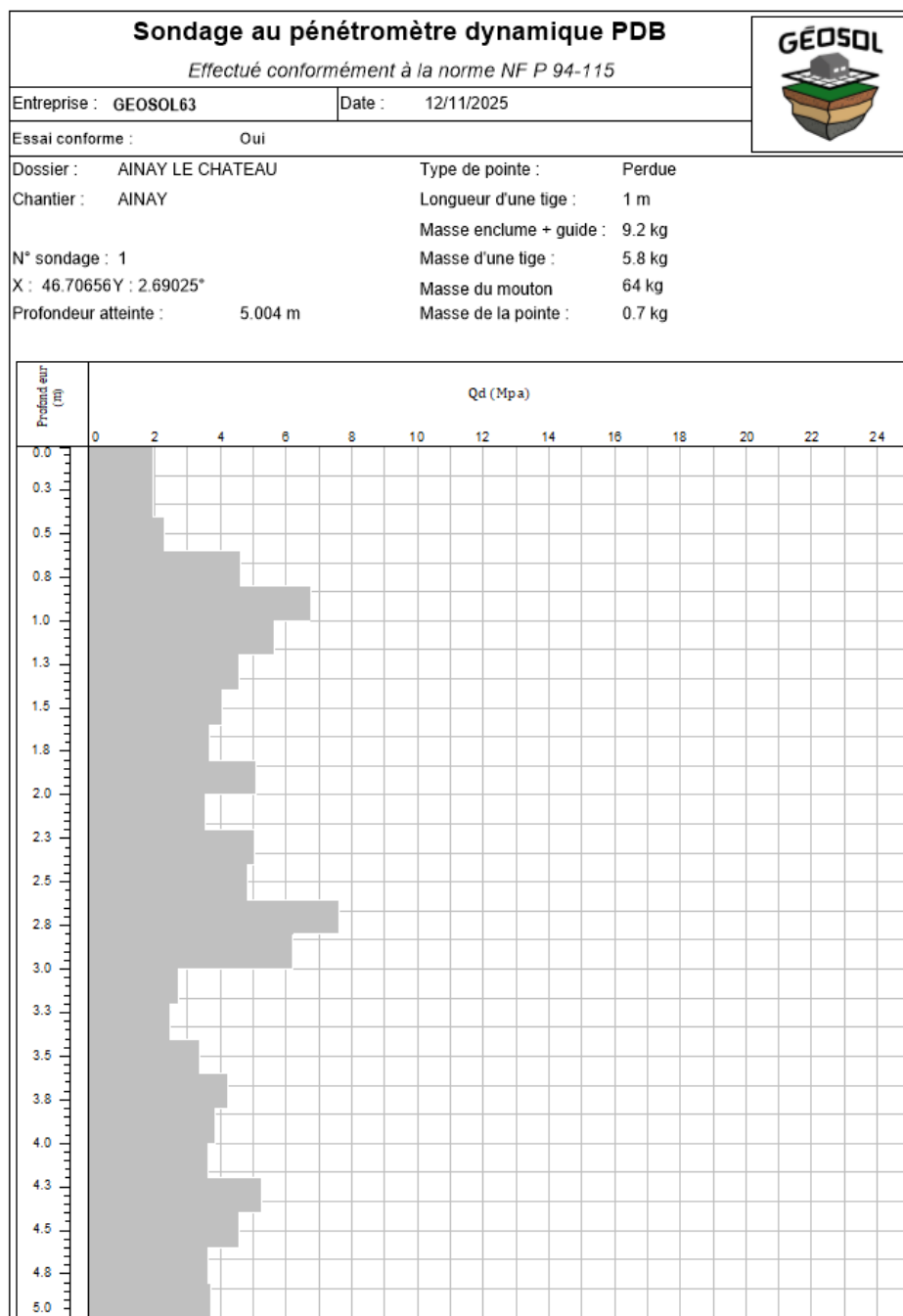
15. ANNEXE – RESULTAT DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

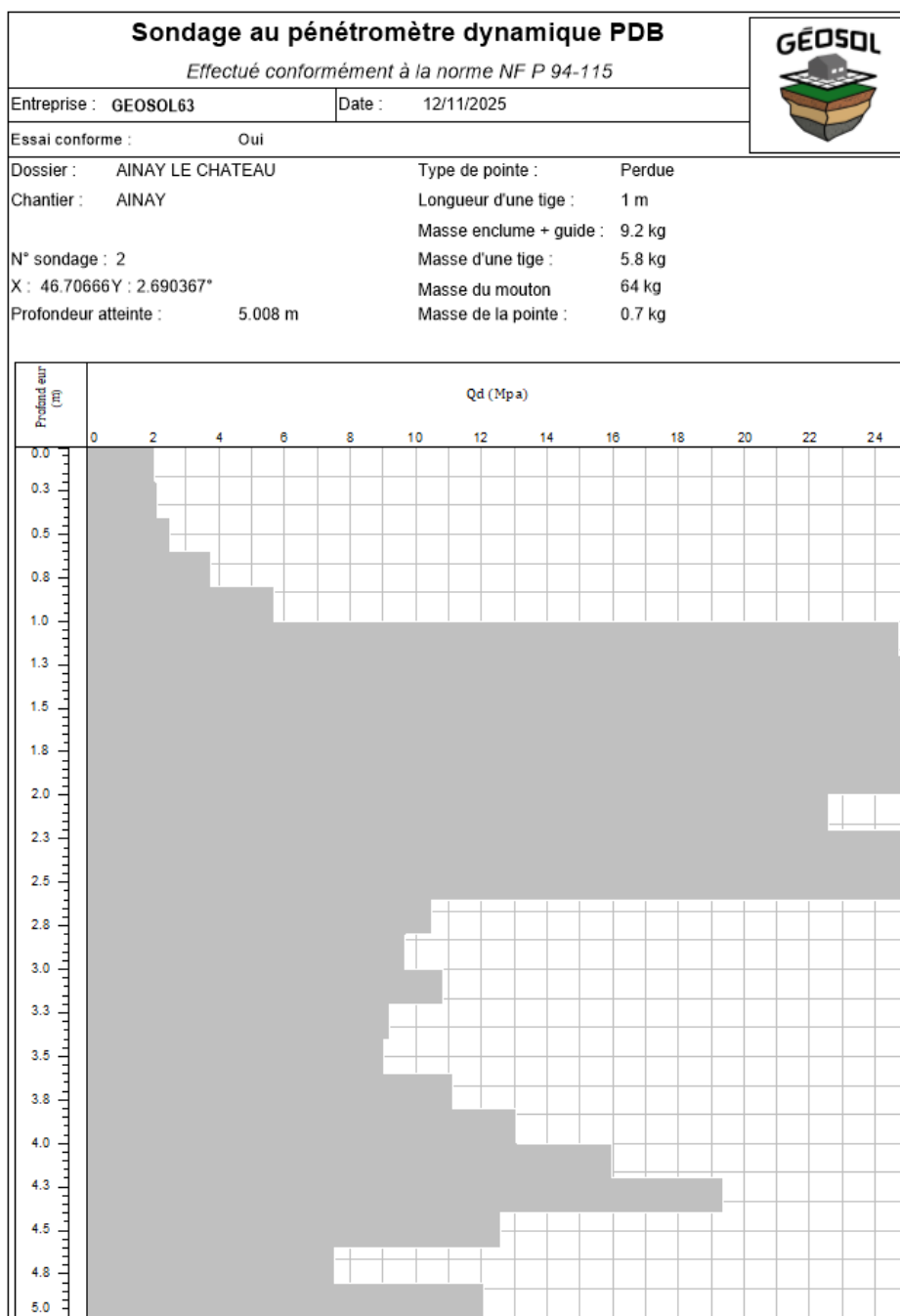


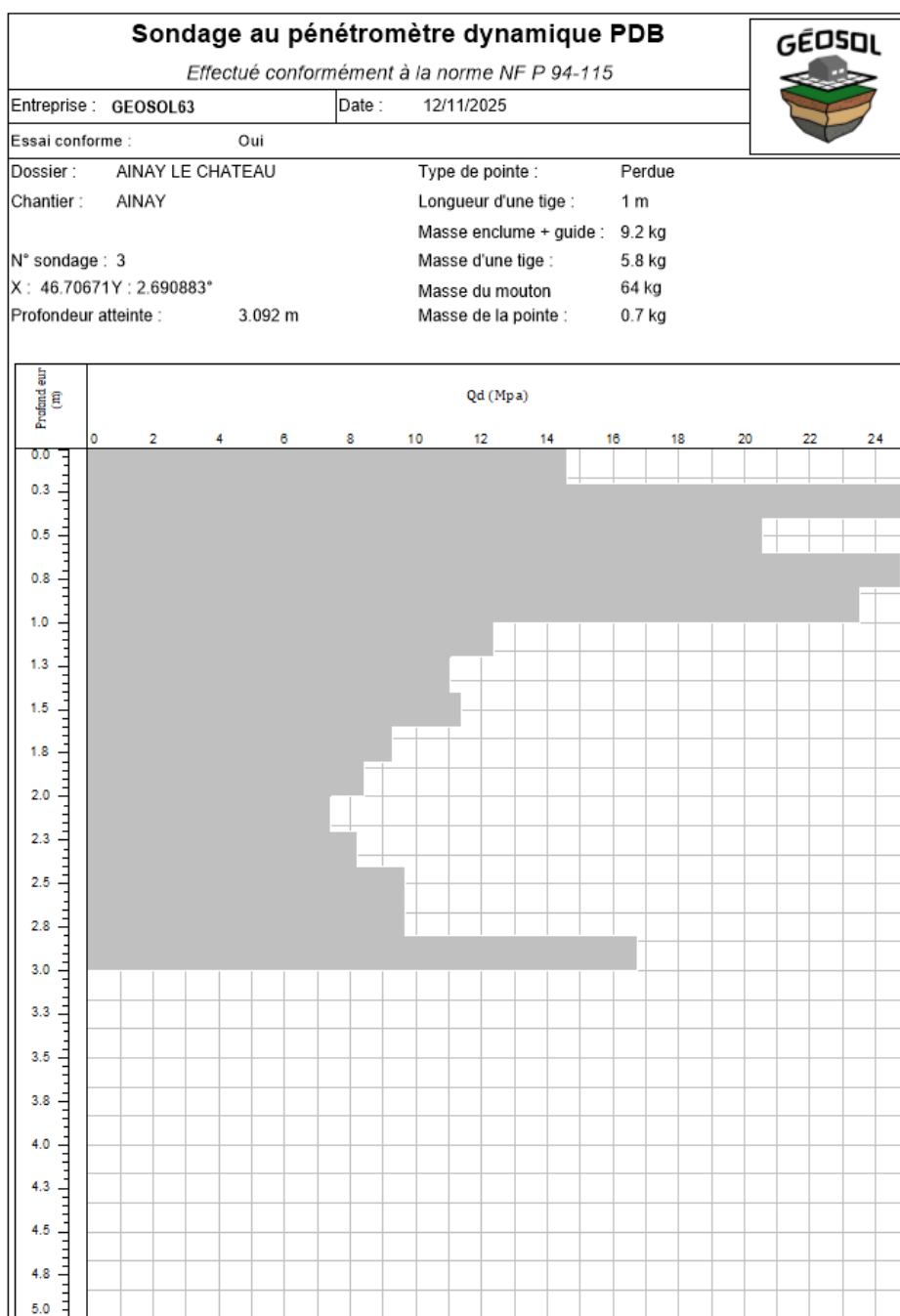




16. ANNEXE – RESULTATS DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

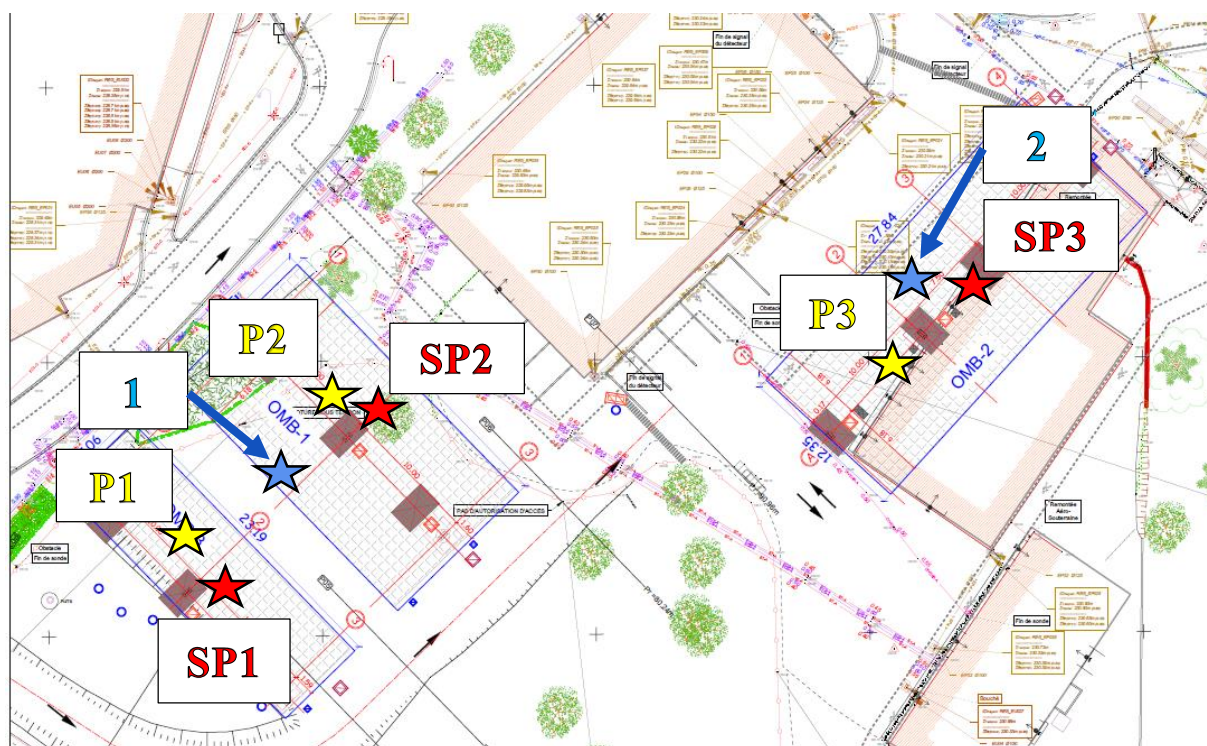






REFUS ATTEINT A 3.01M/TN

17. ANNEXE - SCHEMAS D'IMPLANTATIONS DES SONDAGES REALISES



En jaune : Position des essais pénétrométriques

En rouge : Sondages tarières

En bleu : Essais Porchet