

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE
(MISSION G1PGC/ES BATIMENT ET G2AVP VOIRIE)



LE BARDON – 45 130

Dossier N° 452356

AOUT 2021

Demandeur	Signature
<p>SAS NEGOCIM Représentée par Mme Chintana BOUNMEE-RICHARD (Responsable d'agence) 102 2ème Avenue 45 130 MEUNG SUR LOIRE</p>	

Siège social

866 rue des Plantiers
16 430 CHAMPNIERS

Agences

29bis avenue de PARIS
86 000 POITIERS

1 rue Maurice MALLET
17 300 ROCHEFORT
Tél : 05 49 31 83 41

Le Bureau d'Etudes Techniques
ASTEEN environnement et géotechnique
est certifié ISO 14001

1. DEFINITION DE LA MISSION, PROGRAMME, CONTEXTE GEOLOGIQUE	3
1.1. MISSION	3
1.2. PROGRAMME	3
1.3. PROJET	4
1.4. LOCALISATION	4
1.5. HISTORIQUE DU SITE	4
1.6. CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL	5
1.7. PIEZOMETRIE	5
1.8. RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS	6
1.9. HYDROGEOLOGIE	7
1.10. CAVITES	7
2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	8
2.1 LE SITE	8
2.2 IMPLANTATION ET DESCRIPTION DES SONDAGES	8
2.3 LES ESSAIS PENETROMETRIQUES	9
2.4 L'HYDROGEOLOGIE	9
2.5 LES ESSAIS EN LABORATOIRE	9
3. COMMENTAIRES	10
3.1 LA SYNTHESE	10
3.2 L'ANALYSE DES RISQUES	11
3.3 MISSION G1PGC/ES : MAISON D'HABITATION	14
3.4 MISSION G2AVP VOIRIE	16
4. CONCLUSION.....	17
EXTRAIT DE LA NORME NF P94-500 REVISEE EN 2013	20
Illustration 1 : Localisation du site (sans échelle)	4
Illustration 2 : Contexte géologique général	5
Illustration 3 : Puits et piézomètres à proximité	6
Illustration 4 : Aléa retrait-gonflement des argiles	7
Illustration 5 : Risque de remontées de nappe	7
Illustration 6 : Schéma synthétique des dispositions constructives (www.georisques.gouv.fr)	16
Plan 1 : Implantation des sondages	8
Tableau 1 : Documents mis à disposition pour l'étude	3
Tableau 2 : Puits et piézomètres à proximité du site d'étude	6
Tableau 3 : Résultats d'analyses	10
Tableau 4 : Résultats des IPI	10
Tableau 5 : Arrêtés de reconnaissance naturelle sur la commune	11
Tableau 6 : Catégorie d'importance des bâtiments (source : développement durable.gouv)	12
Tableau 7 : Coefficients d'importance (source : développement durable.gouv)	12
Tableau 8 : Exigences sur le bâti neuf	13
Tableau 9 : Description du profil stratigraphique vis-à-vis de la classe de sol	14
Tableau 10 : Classe de portance	16

Ce dossier contient 29 pages, dont 2 pour les coupes de sondages, 5 pour les essais pénétrométriques.

1. Définition de la mission, programme, contexte géologique

Cette étude a été réalisée pour le compte de la société NEGOCIM, représentée par Mme BOUNMEE-RICHARD.

Le projet est l'aménagement d'une future zone d'habitations (20 lots), située en arrière de la rue du Pressoir sur la commune du BARDON. ASTEEN Environnement et Géotechnique (agence de POITIERS) a été missionnée pour rédiger une mission G1PGC/ES bâtiment (20 lots) et G2AVP voirie.

1.1. Mission

Conformément à son offre n°452356, ASTEEN a reçu pour mission de définir les principes de construction des maisons d'habitation. Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par ASTEEN et correspond à la mission G1PGC/ES bâtiment et G2AVP voirie d'étude géotechnique préalable selon les termes de la norme NF P 94-500. (Par référence à la classification des « Missions Géotechniques Normalisées » établie par l'Union Syndicale Géotechnique de 2013 (norme NFP 94-500), la présente reconnaissance est de type G1PGC/ES bâtiment et G2AVP voirie voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes).

Il est rappelé que la mission d'étude géotechnique doit être complétée par une mission G2AVP bâtiment, G2PRO... d'étude géotechnique de projet, puis par des missions G3 (étude et suivi géotechnique d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages.

1.2. Programme

Le programme exécuté le 04/08/2021, comporte les opérations suivantes :

- Creusement de 7 excavations de reconnaissance en tarière mécanique de diamètre 63 et 150 mm (notifiées dans ce rapport T01 à T07) à l'aide d'une foreuse sur pick-up de marque ECOFORE d'une profondeur jusqu'à 6,80 mètres/TA,
- Réalisation de 4 essais pénétrométriques dynamique lourd jusqu'à 5,00 m de profondeur/TA, (notifiés dans ce rapport PD01 à PD04),
- Analyse en laboratoire des échantillons prélevés (classification GTR des différents faciès),
- Rédaction et fourniture d'un document circonstancié (nature des terrains, classification GTR, possibilités de fondation pour les futurs pavillons).

Les documents fournis sont les suivants :

documents	Emetteur	Référence	Date	Echelle	Cote altimétrique	Remarque
Plan de composition	Cabinet PERRONNET	19-0497DCE	08/06/2021	1/500	oui	//
Devis	ASTEEN	452356	22/05/2021			Validé le 10/06/2021

Tableau 1 : Documents mis à disposition pour l'étude

L'implantation a été réalisée selon les conditions d'accès, la répartition des lots et selon la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance. L'altimétrie des points de sondage a été estimée selon les indications du plan topographique. Les profondeurs sont mesurées par rapport au TA.

1.3. Projet

Le projet est l'aménagement d'un lotissement de 20 lots et de sa voirie associée. Il s'agit du projet de construction de maisons d'habitation. Pour la suite de l'étude, nous admettons l'hypothèse selon laquelle, le pavillon sera de type Rez de chaussée ou R+1, sans sous-sol et de constitution traditionnelle (blocs agglomérés de ciment et ossature en béton armé).

A l'écriture de ce rapport, nous ne connaissons pas encore ni l'implantation ni la forme périmétrique.

1.4. Localisation

Localisation : rue du Pressoir, LE BARDON

Parcelles : ZC 7, 243

Altitude moyenne : 106 à 108 m NGF



Illustration 1 : Localisation du site (sans échelle)

1.5. Historique du site

Aucune donnée historique concernant le terrain étudié n'a été fournie par le Maître d'Ouvrage.



Illustration 3 : Puits et piézomètres à proximité

Identifiant national	Coordonnées		Profondeur (m)	Altitude (m)	forage	utilisation	Niveau d'eau - date
BSS001BWEZ	548987	2316562	//	106.2		puits	7.45 m – 20/05/1998
BSS001BWBZ	549000	2316775	15.0	107.0	30/09/1989	Eau aspersion	5 m – 10/07/1991
BSS001AADC	547050	2321580	19.5	120.0			//

Tableau 2 : Puits et piézomètres à proximité du site d'étude

Sur place, aucun puits n'a été relevé. Le BSS001BWEZ n'a pas été observé.

1.8. Retrait-gonflement des sols

D'après la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles entrée en vigueur le 1er janvier 2020 (source : www.georisques.gouv.fr), le terrain étudié est situé dans une zone **d'aléa moyen**.



Illustration 4 : Aléa retrait-gonflement des argiles

1.9. Hydrogéologie

D'après la carte du risque de remontées de nappe (*source : www.georisques.gouv.fr*), le terrain étudié est situé à proximité de zones potentiellement sujettes aux inondations de cave et aux débordements de nappe.

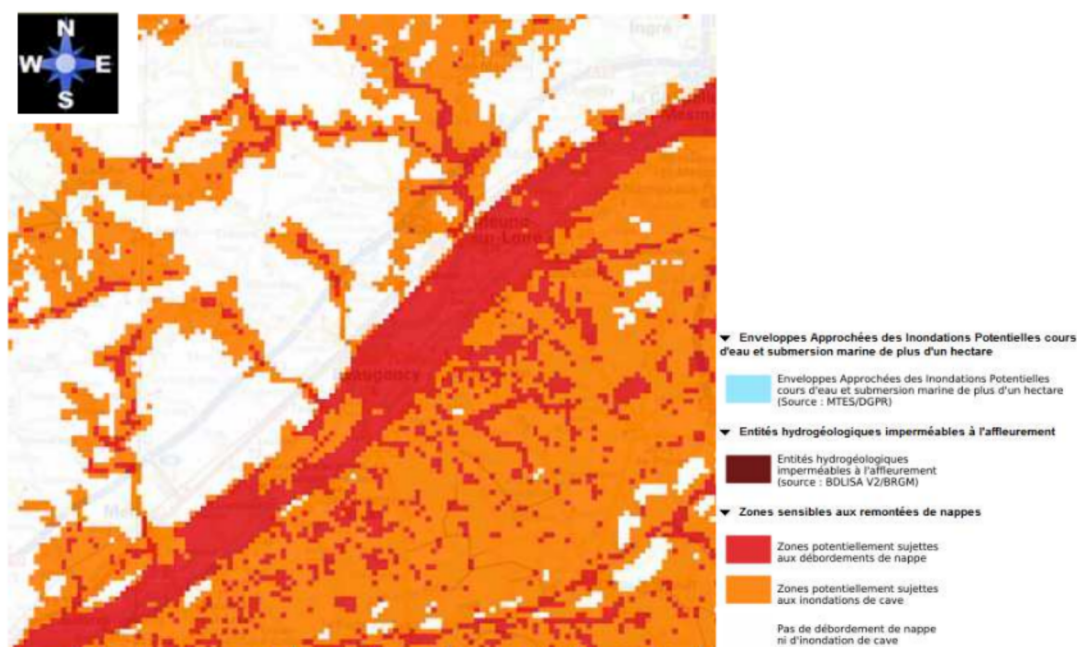


Illustration 5 : Risque de remontées de nappe

1.10. Cavités

D'après la carte d'aléa cavités (*source : www.georisques.gouv.fr*), aucune cavité n'est recensée à proximité immédiate du site étudié.

2. Résultats des investigations

En annexe, sont présentés :

- Le plan d'implantation des points d'investigation ;
- Les coupes de sondages ;
- Les essais pénétrométriques ;
- Les photographies du site.

2.1 Le site

Le site est actuellement occupé par un champ récemment récolté et sa surface est pratiquement plane.

2.2 Implantation et description des sondages

Le plan ci-après présente les implantations des sondages.



Plan 1 : Implantation des sondages

Les sondages ont été creusés à la tarière mécanique (ϕ 63 et 150 mm). Ces sondages ont mis en évidence la coupe géologique suivante :

- Une couche supérieure de terre végétale limoneuse épaisse de 20 à 30 cm ;
- Une couche mince de limons argileux ;
- Une couche d'argiles de couleur essentiellement marron (localement grisâtre à sa base) ;
- Le substratum marno calcaire et calcaire dont la surface règne à une profondeur moyenne de 2,00 m. La partie supérieure de ce substratum est composée par des marnes argileuses sur une épaisseur de 0,80 m (sauf en T04). Les refus de pénétration de l'outil de la tarière ont été obtenus dans les formations calcaires sous-jacentes à une profondeur le plus souvent comprise entre 3,40 et 4,00 m/TA.

2.3. Les essais pénétrométriques

Les diagrammes des essais pénétrométriques présentés en annexe montrent les éléments suivants :

- Globalement les diagrammes sont conformes aux coupes géologiques des sondages voisins ;
- La résistance dynamique Qd des faciès argileux et argilomarneux, voire marno calcaires (très marneux) au droit des deux essais PD04 et PD05) est de l'ordre de 3 MPa ;
- Le faciès des marnes calcaires donne une résistance moyenne de 10 à 20 MPa, sauf au PD04 et PD05 où les valeurs sont plus faibles comme indiqué précédemment ;
- Les refus de pénétration ont été obtenus majoritairement en partie supérieure des calcaires, à une profondeur comprise entre 2,30 et 3,30 m/TA à l'aplomb des trois premiers essais et à 4 et 5 m/TA de profondeur au droit des deux derniers.

2.4. L'hydrogéologie

Tous les sondages sont restés secs. Aucune remontée d'eau n'a été observée. Selon les formations forées, des remontées d'eaux sont possibles. Le délai de réponse d'un forage ou d'une excavation peut atteindre plusieurs jours en fonction de la perméabilité des sols. Ce délai correspond au temps de rééquilibrage entre la nappe dans les sols et le niveau d'eau libre qui remplit progressivement la cavité laissée par le forage ou l'excavation.

Il n'est pas exclu de rencontrer des circulations d'eau dans l'emprise du projet, non recoupées par nos sondages.

Le régime hydrogéologique de ces circulations est alors susceptible de varier, en fonction de la topographie, de la saison et de la pluviosité.

Les niveaux d'eau sont susceptibles de varier dans des proportions importantes en fonction des conditions météorologiques et seul un suivi piézométrique permettrait d'appréhender l'importance de ces variations.

2.5. Les essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés, nous avons réalisé les essais et mesures suivantes :

- Teneur en eau naturelle : Wnat (%)
- Valeur de bleu du sol : VBS
- Paramètres granulométriques : Dmax, d<2mm, d<0,08 mm
- Indice Portant Immédiat : IPI

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

sondages	Prof. (m)	faciès	Wnat (%)	VBS	< 2 mm (%)	< 0,08 mm (%)
T02	1,00	Argiles marron	22	6,2		
	1,80	Argiles marron à cailloutis calcaires	22			
	2,00	Argiles marneuses marron	22			
	2,20	Calcaires marneux gris beiges	19			
	3,60	Cuttings calcaires	16			

Tableau 3 : Résultats d'analyses

La classification GTR est la suivante :

- ✓ Argiles ; A2/A3
- ✓ Marnes calcaireuses : A2
- ✓ Calcaires altérés : R23

De ces résultats, nous pouvons retenir les points généraux suivants :

- Les faciès argileux supérieurs sont donc actifs et présentent une forte à très forte aptitude aux mouvements de retrait et de gonflement en fonction des variations de teneur en eau.

Les résultats de l'essai IPI effectué sur des échantillons d'argiles est le suivant :

sondage	Faciès	Wnat	IPI
T07 à 0,60 m	Argiles marron	20	9,8

Tableau 4 : Résultats des IPI

3. Commentaires

Nous allons aborder dans ce chapitre les points suivants :

- La synthèse ;
- L'analyse des risques ;
- Les possibilités de fondation des bâtiments (pavillons) et les couches de forme pour la voirie.

3.1. La synthèse

3.1.1 Géotechnique

Le sous-sol géologique est constitué en partie supérieure (jusqu'à 2,00 m/TA de profondeur en moyenne, par des terrains meubles argileux très actifs (rétractables et gonflants) et de résistance moyenne à modeste. Au-dessous, les assises deviennent de plus en plus rocheuses (calcaireuse) et résistantes.

A cette généralité s'oppose le secteur des points 04 et 05, où l'amélioration des sols est plus profonde.

3.1.2 Les pavillons

Nous admettons l'hypothèse que les bâtiments à construire sont des maisons en simple rez de chaussée ou comportant au plus un étage.

3.2. L'analyse des risques

La zone d'étude est susceptible d'être affectée par les risques naturels suivants :

- ✓ Risque de cavités naturelles sur la commune : à priori non ;
- ✓ Localisation exposée aux retrait-gonflements des sols argileux : oui
- ✓ Localisation recensée dans un atlas des zones inondables : non
- ✓ Localisation située dans un territoire à risque important d'inondation (TRI) : Non
- ✓ Mouvements de terrain recensés dans un rayon de 500 m : Non
- ✓ Risque de retrait-gonflement des argiles : aléa moyen ;
- ✓ Risque de remontée de nappe : sensibilité faible à très forte ;
- ✓ Risque de cavités naturelles : apparemment non ;
- ✓ Commune soumise au risque d'inondation par ruissellement et coulée de boue : oui
- ✓ Risque sismique : zone classe 1
- ✓ Selon le décret n°2010-1255 du 22/12/2010, relatif à la prévention des risques sismiques, le terrain se situe en zone d'aléas très faibles.
- ✓ Le site géographique est à classer en zone sismique 1 d'après la carte de sismicité de la France (Décrets n° 2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010).

☐ Arrêtés de catastrophes naturelles

Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle sur la commune :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
45PREF19990056	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
45PREF20160948	28/05/2016	05/06/2016	08/06/2016	09/06/2016
45PREF20190106	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019
45PREF19940004	01/01/1993	30/09/1993	30/06/1994	09/07/1994
45PREF19930054	01/05/1989	31/12/1992	06/09/1993	19/09/1993
45PREF19990014	01/01/1996	31/12/1998	16/04/1999	02/05/1999
45PREF19960014	01/10/1993	31/12/1995	01/10/1996	17/10/1996

Tableau 5 : Arrêtés de reconnaissance naturelle sur la commune

☐ Sismicité des sols

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu, à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

Le tableau suivant définit les catégories d'importance des bâtiments.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 <ul style="list-style-type: none"> ■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV	 <ul style="list-style-type: none"> ■ 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.

Tableau 6 : Catégorie d'importance des bâtiments (source : développement durable.gouv)

D'après les éléments communiqués lors de l'étude, l'ouvrage concerné par la présente étude sera classé dans la catégorie II (à confirmer par le Maître d'Ouvrage).

□ Coefficients d'importance

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_I , qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8.

Le tableau suivant définit le coefficient d'importance γ_I selon la catégorie d'importance des bâtiments :

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Tableau 7 : Coefficients d'importance (source : développement durable.gouv)

□ 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.

Le tableau en page suivante récapitule les exigences à prendre en compte en fonction de la catégorie des bâtiments.





	I	II	III	IV
				
Zone 1	alluvions récentes			
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$

Tableau 8 : Exigences sur le bâti neuf

☐ Classes de sols selon l'Eurocode 8 (rappel)

La nature locale du sol influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue 7 catégories principales de sols (de la classe A à la classe S2) pour lesquelles est défini un coefficient de sol S . Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Classification des sols La classe du sol a été définie en considérant les profils lithologiques des sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés in situ, et en laboratoire sur les échantillons remaniés ou intacts prélevés dans ces sondages. Elle est définie selon le tableau ci-dessous :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		Vs (m/s)	NSPT (coups/30 cm)	Cu (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 gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile 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	< 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 S1.			

Tableau 9 : Description du profil stratigraphique vis-à-vis de la classe de sol

Conclusion : Le profil de sol considéré dans le présent rapport à ce stade de l'étude est A/B. L'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

☐ *Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)*

Définition de la ZIG : volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement (du fait de la réalisation et/ou de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage et peuvent largement déborder de la zone d'étude.

A ce stade, on peut estimer que la ZIG s'étend ici à l'emprise du projet aux voiries.

☐ *Composante anthropique*

Lors de la réalisation de nos sondages, nous n'avons pas décelé la présence de remblais. Aucune trace de pollution n'a été observée. Cependant, ce risque n'est pas exclu.

Nous rappelons que la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général et de notre mission en particulier.

☐ *Liquéfaction*

L'analyse de risque de liquéfaction du sol est hors mission.

3.3. Mission GIPGC/ES : maison d'habitation

En préalable, il convient de préciser que les « possibilités de fondation » données ci-après proviennent des résultats sommaires d'une étude générale de type G. En conséquence, le mode de fondation définitif et précis, adapté à chacun des pavillons ne pourra être donné qu'après la réalisation de l'étude de détail de type G2 (AVP, PRO,...) qui comportera l'exécution d'investigations spécifiques implantées dans l'emprise de la future construction et après que soient connues les caractéristiques morphologiques et structurelles de la dite construction.

☐ *Fondations superficielles par semelles filantes*

Ce mode de fondation par semelles filantes établies dans les argiles ne pourra être adapté que si la structure de la maison présente les caractéristiques suivantes :

- a) Ossature rigide : l'ossature béton armé de la maçonnerie des maisons devra être fortement rigidifiée pour contrer les différences de comportement des argiles. Cette rigidification devra être réalisée au niveau du soubassement et de l'élévation.
- b) Morphologie de la maison : la nécessaire rigidification évoquée ci-dessus sera d'autant plus facile à réaliser que la géométrie de la maison sera simple et proche du rectangle (murs sans décrochement). Par ailleurs, afin que les charges à reprendre par les fondations soient le plus uniformes possibles, il conviendra de prévoir un nombre de niveaux uniforme, soit un simple rez de chaussée soit un R+1 complet.
- c) Environnement : en raison de la forte activité des argiles, on évitera de planter des arbustes à moins de 5 m des maisons et des arbres de grandes tailles à moins de 10 m.

Ces conditions générales (a), b), c)) énumérées ci-dessus étant respectées, on peut prévoir que les semelles filantes pourront être dimensionnées sur la base des critères suivants :

- Profondeur d'encastrement dans le sol argileux de 1.20/1,40 m/TA au minimum ;
- Contrainte maximale admissible comprise entre les valeurs de 0,08 et 0,12 MPa. Ce point sera vérifié en mission G2AVP.

❑ *Fondations par puits et longrines*

Il sera également possible de fonder les maisons au moyen de puits en béton, reliés en tête par des longrines, reportant les charges au niveau des assises résistantes calcaires rencontrées selon les endroits à des profondeurs comprises entre 2,00 et 2,50 m/TA en trois points (01, 02, 03) et plus de 4 m/TA au droit des deux autres points (04 et 05).

Au droit des 3 premiers points, les caractéristiques prévisionnelles des puits seront à priori, les suivants :

- Profondeur entre 2,50 et 3,00 m/TA ;
- Contrainte maximale admissible entre 0,3 et 0,4 MPa. Ce point sera vérifié en mission G2AVP ;
- Au droit des 2 points 04 et 05, cette solution se heurtera à des difficultés importantes de réalisation, en raison de la très grande profondeur des calcaires résistants).

3.3.1. Les dallages et planchers

En raison de la nature argileuse des assises supérieures (matériaux rétractables et gonflants et/ou du mode de fondation par massifs et puits de béton, nous conseillons la mise en œuvre d'un plancher porté sur vide sanitaire appuyé sur les murs de soubassement et les longrines (dallage sur terre plein exclu).

3.3.2. Généralités

La détermination des conditions de fondations précises et définition des futurs pavillons ne pourra être effectuée pour chacun qu'après :

- Connaissance du type de structure à construire ;
- Connaissance de la cote du niveau de construction du plancher bas ;
- Réalisation d'une mission géotechnique G2AVP.

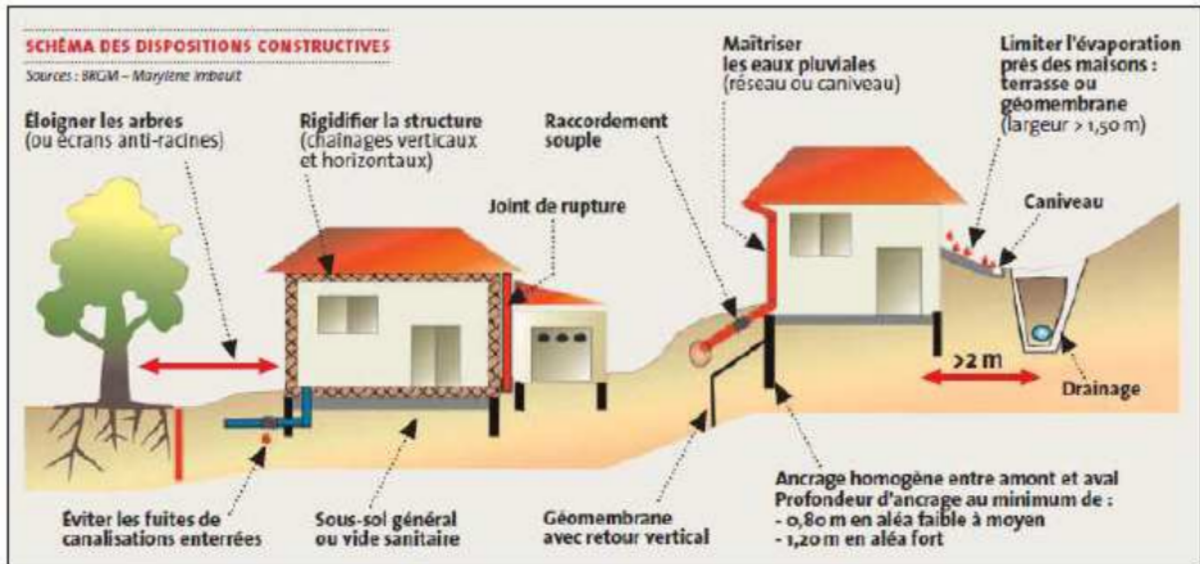


Illustration 6 : Schéma synthétique des dispositions constructives (www.georisques.gouv.fr)

3.4. Mission G2AVP voirie

❑ Les couches de forme

Après décapage de la partie supérieure du terrain constitué par la terre végétale, l'arase de terrassement sera constituée par les argiles marron dont la classe GTR est A2/A3.

D'après le fascicule « Chaussées Neuves à Faible Trafic » SETRA – LCPC, la portance des matériaux est la suivante :

Faciès	Classe de portance	
	En période favorable	En période défavorable
Argiles marron	2-3	1-2

Tableau 10 : Classe de portance

Pour obtenir une classe de plateforme PF2, il conviendra donc de mettre en œuvre une couche de forme en matériaux granulaires de bonne qualité et insensibles à l'eau de classe B31 par exemple sur une épaisseur de 35 à 45 cm suivant la période des travaux (sèche ou pluvieuse).

Les dispositions constructives seront les suivantes :

- Décapage des faciès de terre végétale et une partie des argiles marron sur toute leur hauteur ;
- Réglage du fond de forme suivant une pente transversale aboutissant à un fossé ou une tranchée drainante ;
- Compactage du fond de forme ;
- Mise en place d'un géotextile anti contaminant ;
- Mise en œuvre de la couche de forme.

❑ *Les structures de chaussée*

A titre d'exemple, le dimensionnement des structures des chaussées sera réalisé en tenant compte des paramètres ci-dessous :

- Trafics : 12 éq.PL/jour (classe t5) ;
- Taux de croissance annuel : 2 % ;
- Durée de vie : 10 ans.

Cas A :

- 6 cm de béton bitumineux (BB) ;
- 17 cm de GNT B2 (grave non traitée) ;
- 17 cm de GNT B2.

Cas B :

- 6 cm de béton bitumineux (BB) ;
- 11 cm de GN3 (grave bitume).

.
.

4. Conclusion

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence une certaine homogénéité des horizons géologiques dans les parcelles.

Des possibilités de fondation pour les bâtiments ont été données pour les faciès identifiés. Une mission G2 AVP devra être réalisée pour chaque projet.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour toutes informations complémentaires. Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes en annexe.

Annexes

CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable

La société ASTEEN environnement sera dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans son accord écrit préalable. La mission G1PGC/ES ne suffit pas en elle-même pour la construction du bâtiment. Cette mission devra être obligatoirement complétée par une mission G2AVP.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité. ASTEEN ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats, car les prestations d'études et de conseils sont réputées incertaines par nature, donc ASTEEN n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols, doit être signalé à ASTEEN environnement qui pourra reconsidérer tout ou partie des conclusions du Rapport.

De même, des changements dans l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portées à la connaissance de ASTEEN environnement.

Les indications données dans les chapitres précédents, sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux et seront adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasage et précautions particulières,...). Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de côtes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un géomètre-expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain. Les relevées des venues d'eau dans les sondages ont un caractère ponctuel et instantané.

La société ASTEEN environnement ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications. Le Maître d'Ouvrage devra informer ASTEEN de la date de Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document.

De même, il est tenu d'informer ASTEEN du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

La société ASTEEN environnement ne saurait trop conseiller le client de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des travaux de fondations, à une visite de chantier par un des spécialistes qui vérifiera la conformité de la nature des sols et la profondeur des horizons d'ancrage.

Il est cependant rappelé que les sondages ont un caractère ponctuel et qu'ils ne peuvent pas offrir une vision continue de l'état des terrains du site. Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une représentation fidèle de l'état du sous-sol sans qu'ASTEEN environnement ne puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie.

Cette prestation peut éventuellement être incluse dans le contrat d'étude et donnera lieu à un Procès-Verbal.

Abréviations utilisées dans ce rapport, sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RdC : Rez de Chaussée
- SS : sous-sol
- TN : terrain naturel
- TA : terrain actuel
- PHEC : plus hautes eaux connues

Extrait de la norme NF P94-500 révisée en 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'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.

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 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.

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 avoisinants), 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'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



Site d'étude



T01/PD01

Essai : lebardon-Essai 1

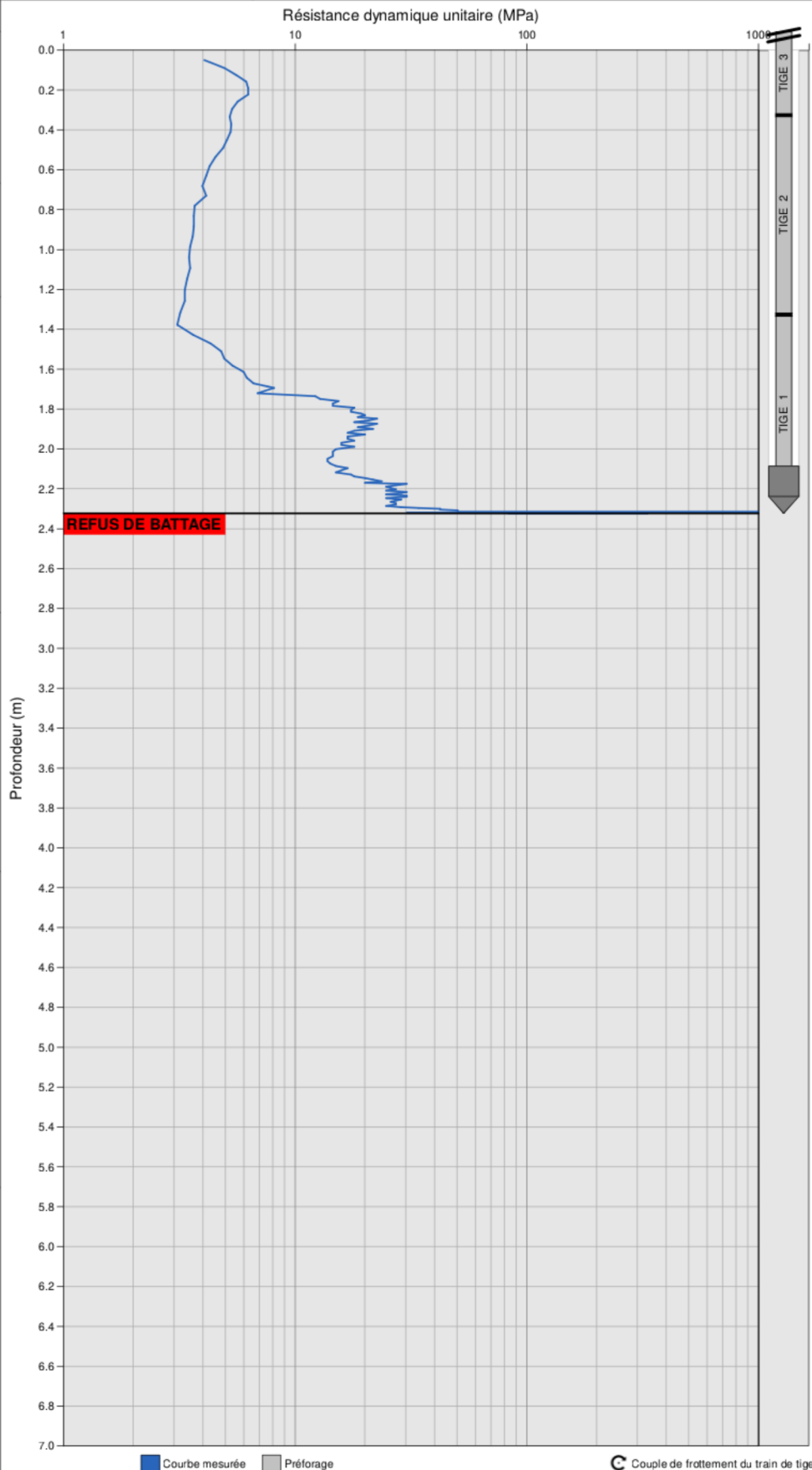
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 04/08/2021 à 12h26
GPS : 47.8459200000 , 1.6539266667
Altitude : 107.9 m

Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 2.323 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 113

Aucune zone homogène définie

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 12/02/2021
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



C Couple de frottement du train de tige

Essai : lebardon-Essai 2

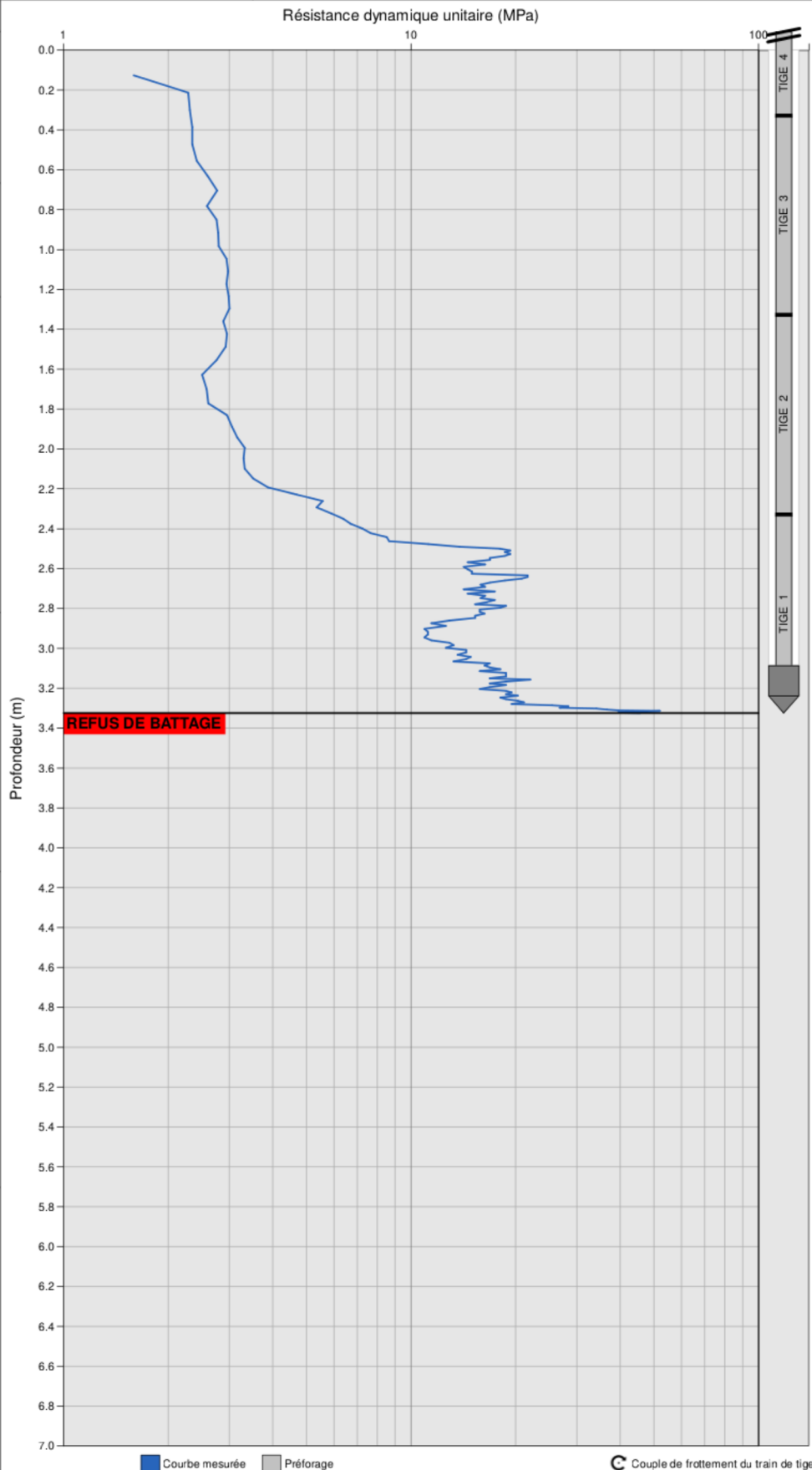
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 04/08/2021 à 12h37
GPS : 47.8460266667, 1.6550350000
Altitude : 106.1 m

Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 3.325 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 130

Aucune zone homogène définie

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 12/02/2021
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



Essai : lebardon-Essai 3

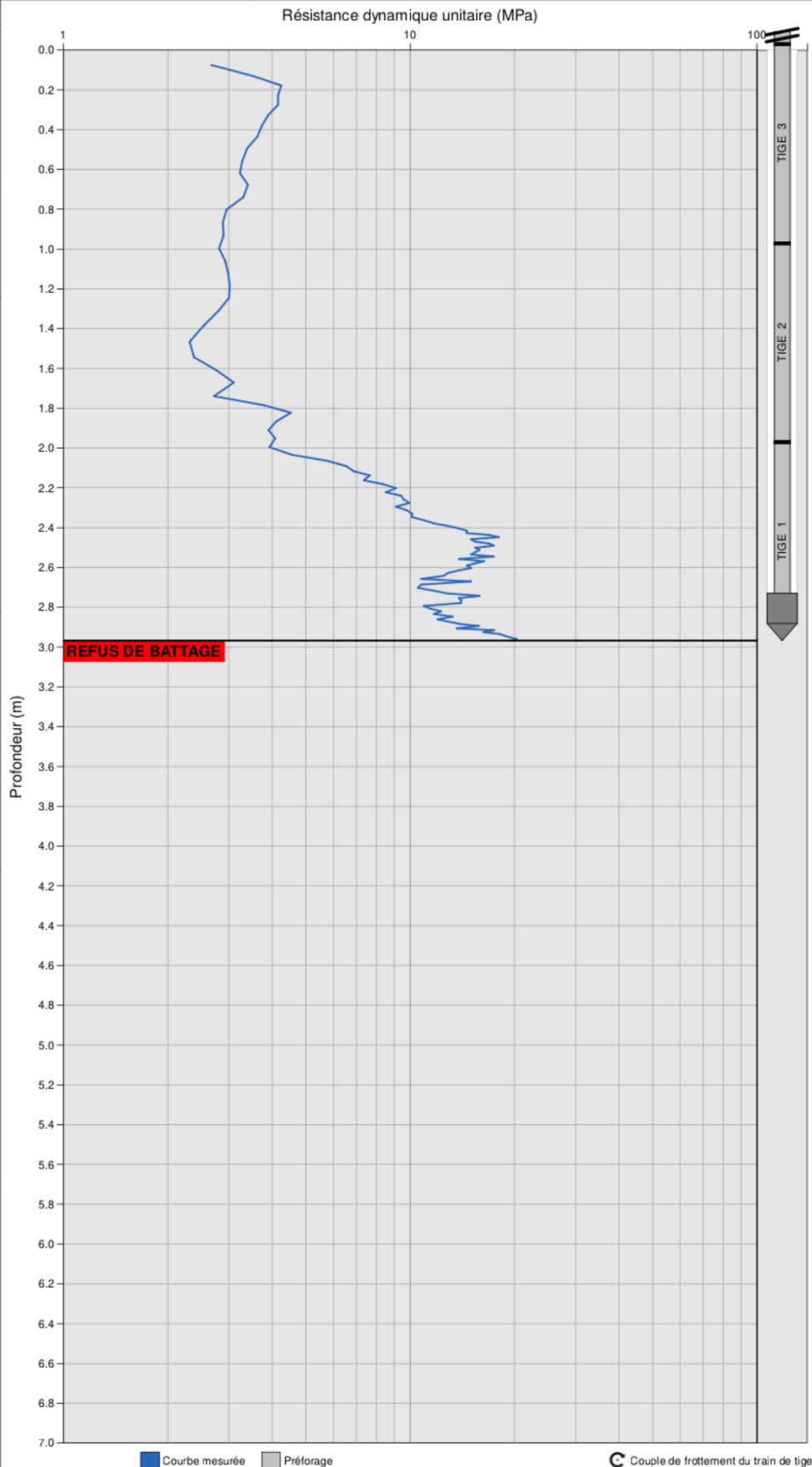
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 04/08/2021 à 12h49
GPS : 47.8462216667 , 1.6553166667
Altitude : 106.1 m

Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 2.968 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 102

Aucune zone homogène définie

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 12/02/2021
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



Essai : lebardon-Essai 4

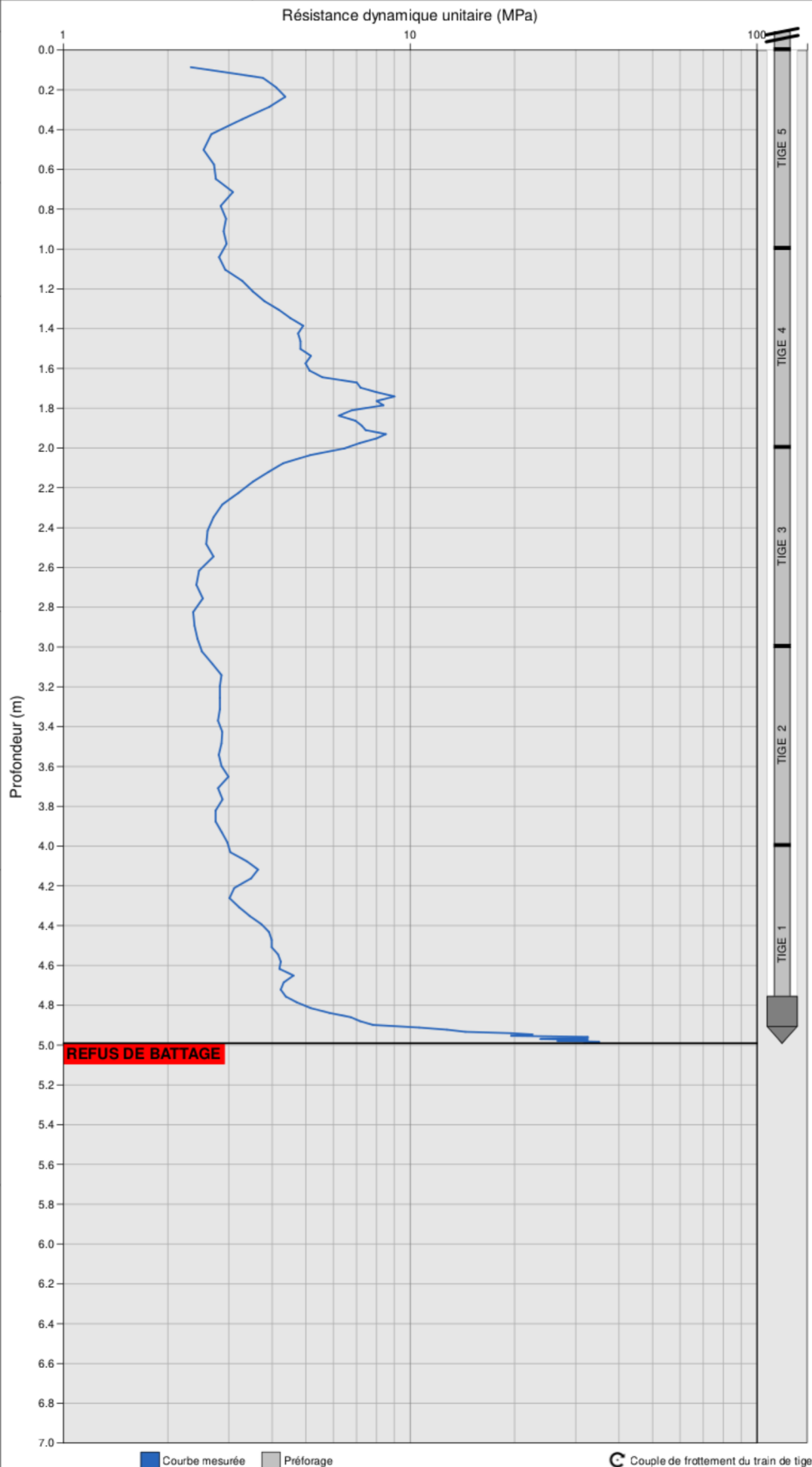
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 04/08/2021 à 13h00
GPS : 47.8465700000, 1.6543850000
Altitude : 107.9 m

Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 4.992 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 118

Aucune zone homogène définie

Caractéristiques pénétromètre :

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 12/02/2021
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



Essai : lebardon-Essai 5

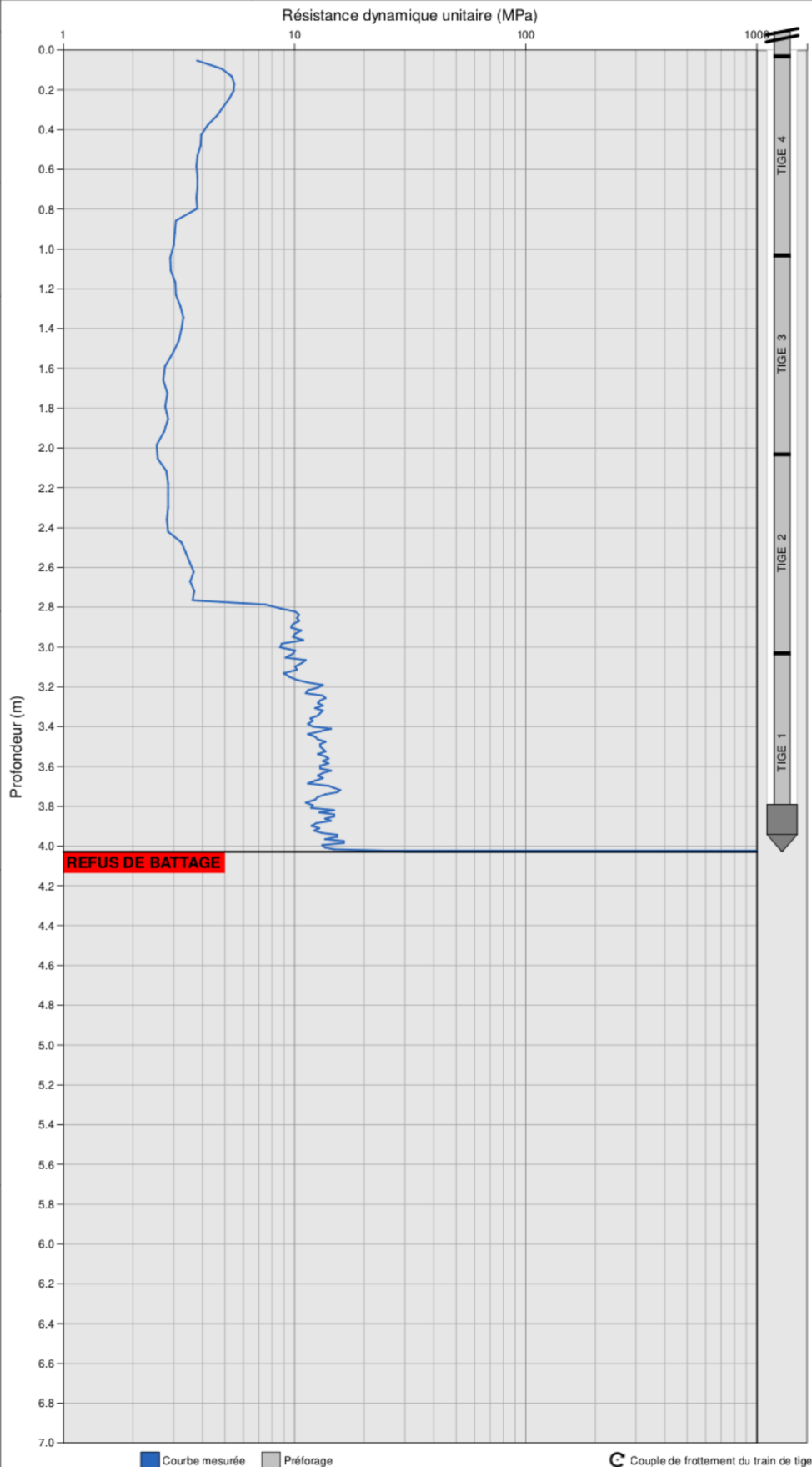
Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 04/08/2021 à 13h38
GPS : 47.8462350000 , 1.6544750000
Altitude : 107.6 m

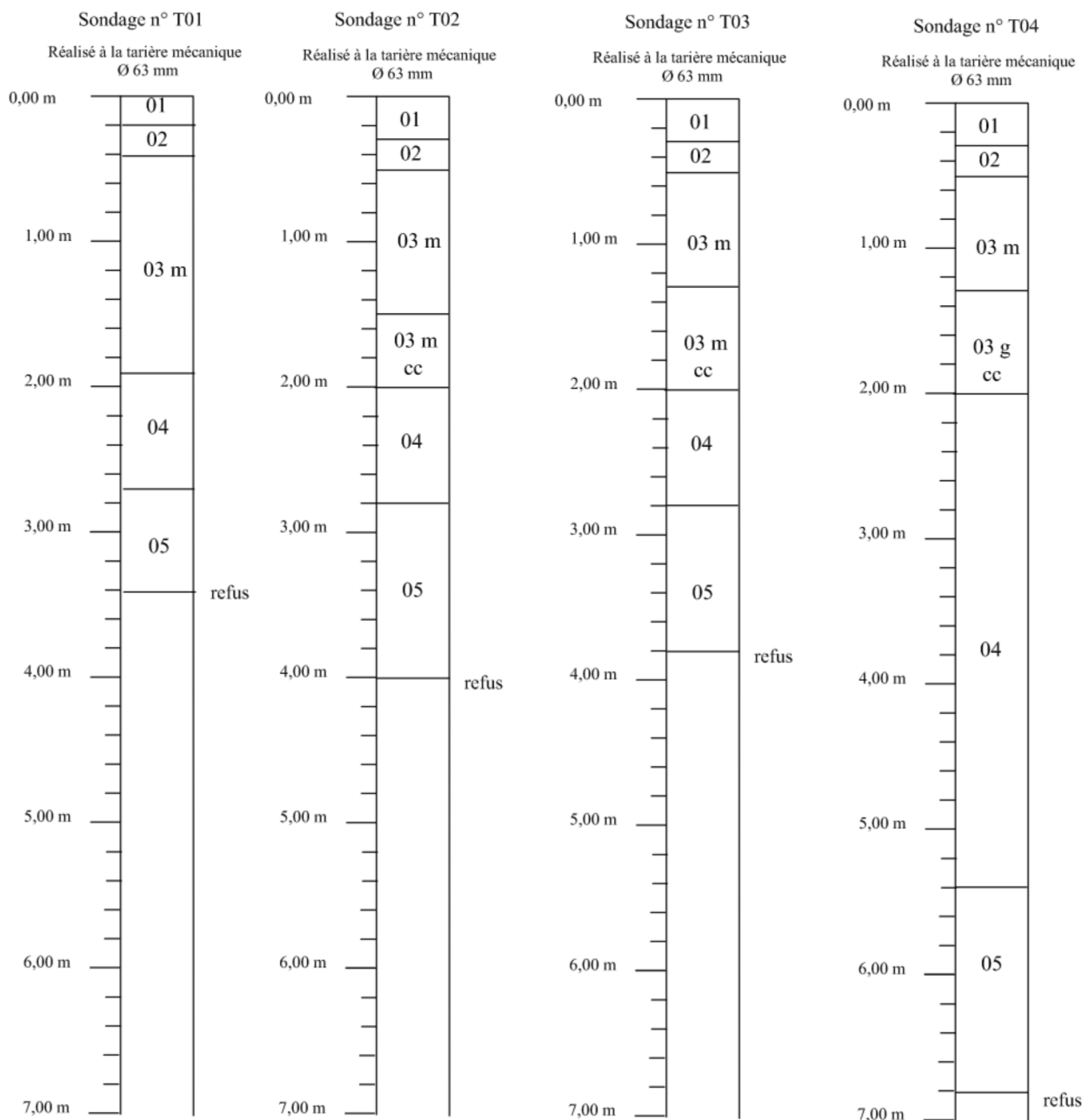
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 4.028 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 148

Aucune zone homogène définie

Caractéristiques pénétromètre :

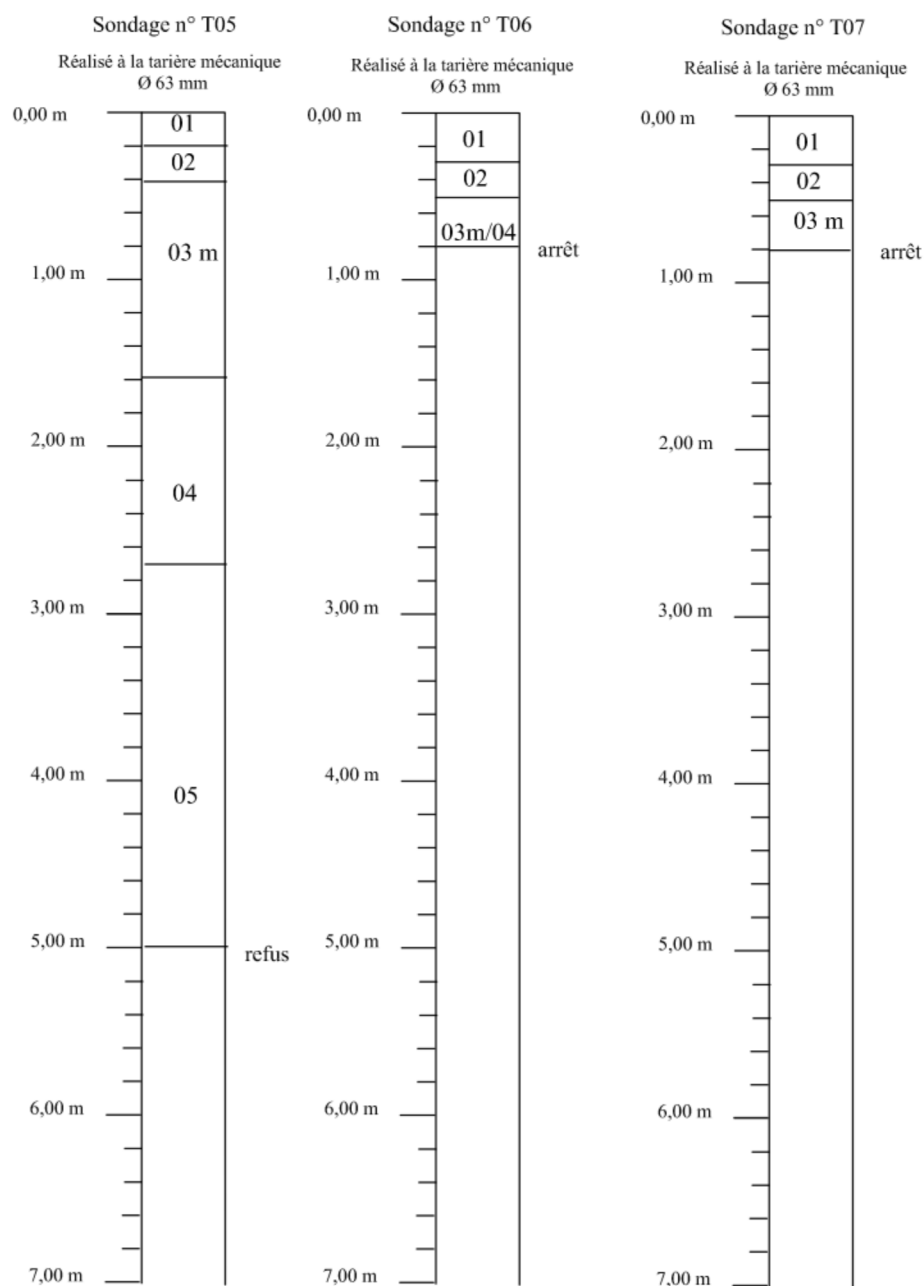
Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 12/02/2021
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²





CARACTERISTIQUES DES FACIES RENCONTRES :

N°	NATURE		
01	Terre végétale à dominance limoneuse	05	Calcaires +/- altérés
02	Limons argileux		cc : grains/cailloutis calcaires
03	Argiles (m : marron ; g : grises)		
04	Marnes calcaireuses		



CARACTERISTIQUES DES FACIES RENCONTRES :

N°	NATURE		
01	Terre végétale à dominance limoneuse	05	Calcaires +/- altérés
02	Limons argileux		cc : grains/cailloutis calcaires
03	Argiles (m : marron ; g : grises)		
04	Marnes calcaireuses		