

**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE
LE CENDRE**



**Etude géotechnique préalable
Phase Principes Généraux de Construction
Rapport**

Alpha BTP
Parc d'activités du Cheix
12, rue Enrico-Fermi
63540 ROMAGNAT
Tél. 04 73 26 86 63 - Fax 04 73 28 06 47
Mail : contact@alphabtp.fr

ALPHA BTP NORD
RCS CLERMONT-FERRAND B 420 094 625
SIREN : 420 094 625 - SIRET : 420 094 625 00043
Code APE : 7112 B - N°FVA intracommunautaire : FR38 420 094 625

A25.11.538.a/ALD



MAITRE D'OUVRAGE
SAS URBASITE
20 RUE JEAN CLARET
63000 CLERMONT-FERRAND

MISSIONS

G1 ES + PGC pour les bâtiments + G2 AVP pour les voiries

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

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 44 pages comprenant :
 - les décrets/arrêté de la loi ELAN
 - l'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 nov. 2013)
 - les recommandations DGS et CSTB vis-à-vis du risque Radon
 - les résultats des essais de perméabilités
 - les coupes des sondages à la pelle
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - les résultats des essais en laboratoire
 - le plan d'implantation des sondages

Affaire : PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE	Date : 31/12/25
N° dossier : A25.11.538.a/ALD	Indice : a
Agence de ROMAGNAT, le chargé d'étude	A. DEBRUYNE
Contrôle interne	L. SANZELLE

Sommaire

1 – CADRE DE L’ETUDE	6
1.1 - GENERALITES	6
1.2 - MISSION G1 ES + PGC (BATIMENTS).....	6
1.3 - MISSION G2 AVP (VOIRIES).....	7
1.4 - DOCUMENTS FOURNIS.....	8
1.5 - NORMES ET REGLES DE PRE-DIMENSIONNEMENT UTILISEES	8
2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET	9
2.1 - DESCRIPTION DU PROJET.....	9
2.2 - DESCENTES DE CHARGES APPORTEES PAR LES OUVRAGES	9
2.3 - ADMISSIBILITE DES OUVRAGES PROJETES AUX DEFORMATIONS.....	10
2.4 - CHAUSSEES/VOIRIES	10
2.5 - AMENAGEMENTS EXTERIEURS/OUVRAGES ANNEXES	10
2.6 - DESCRIPTION DU SITE	11
2.7 - GEOLOGIE LOCALE	12
2.8 - SITUATION DE LA PARCELLE VIS-A-VIS DES RISQUES NATURELS	13
2.9 - CONTEXTE SISMIQUE	14
2.10 - AVOISINANTS	14
3 – PROGRAMME D’INVESTIGATIONS	15
3.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	15
3.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE	16
4 – SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS.....	16
4.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE	16
4.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE	17
4.3 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	19
4.4 - RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	19
4.5 - MESURES DE PERMEABILITE	22
4.6 - AVOISINANTS	22
5 – PRINCIPES GENERAUX D’ADAPTATION DES OUVRAGES AU CONEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE	23
5.1 - RAPPEL DU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DE LA PARCELLE.....	23
5.2 - EVALUATION DES RISQUES LIES AU SOL (ERS®).....	24
5.3 - PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION	25
6 – TERRASSEMENTS	28
6.1 - DEBLAI	28
6.2 - REMBLAI	30
6.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D’EXECUTION	30
7 – DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D’EXECUTION DES FONDATIONS	31
8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS	32
9 – DRAINAGE	32
10 – VOIRIE.....	33
10.1 - GENERALITES	33
10.2 - VOIRIE	33
10.3 - OBSERVATIONS.....	35

11 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L’EAU DES SOLS	35
12 – CONCLUSIONS	37



1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de lotissement situé sur les parcelles AK-293, AK-367 et AK-368 sur la commune LE CENDRE.

Elle est réalisée à la demande et pour le compte de la SAS URBASITE représentée par M. MASSONNEAU.

Elle fait suite à notre devis du 30/10/2025 et à la commande du 03/11/2025.

1.2 - Mission G1 ES + PGC (Bâtiments)



Rappel Loi ELAN : *L'étude géotechnique préalable mentionnée à l'article R. 112-6 du code de la construction et de l'habitation permet une première identification des risques géotechniques d'un site. Elle doit fournir un modèle géologique préliminaire et les principales caractéristiques géotechniques du site ainsi que les principes généraux de construction pour se prémunir du risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.*

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

- de définir la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) jusqu'à 4/5 m maxi/TN ou au refus → définition du modèle géotechnique préliminaire ;
- de définir les principales caractéristiques géotechniques du site ;
- de décrire les principes généraux de construction des ouvrages pour se prémunir du risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols ;
- de proposer les principes de fondations a priori envisageables pour des ouvrages de type RDC à R+1 maxi (hors pré-dimensionnement et hors fondations profondes) ;
- de proposer les possibilités de réalisation des dallages (hors pré-dimensionnement de leur couche de fondation) ;

- de proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse et de fouilles de fondations (en fonction notamment de la tenue des formations) ;
- 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 ;
- d'indiquer une première identification des risques géotechniques du site ;
- de définir les missions géotechniques nécessaires, le cas échéant, à l'élaboration du projet (mission G2 AVP).

A partir des définitions de la norme NFP 94.500 de novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G1 ES + G1 PGC (étude géotechnique préalable - phase Principe Généraux de Construction) pour les bâtiments.

Cette mission devra obligatoirement être suivie des missions G2 AVP pour les projets de bâtiments.

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

- les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (parkings, soutènements, bassin d'orage, ouvrage de rétention, noues, réseaux, ...) ;
- les missions G2 AVP (bâtiments), G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

1.3 - Mission G2 AVP (Voiries)

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) jusqu'à 4/5 m maxi/TN ou au refus ;
- de proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse (en fonction notamment de la tenue des formations) ;
- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- d'effectuer le pré-dimensionnement des structures de voiries/parkings à partir de la méthode du fascicule SETRA « Chaussées neuves à faible trafic » ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis-à-vis des conditions sismiques du site ;
- d'indiquer les risques géotechniques 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 pour les voiries.

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

- les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (parkings, soutènements, bassin d'orage, ouvrage de rétention, noues, réseaux, ...) ;
- les missions G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

1.4 - Documents fournis

- Plan de situation/cadastral

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

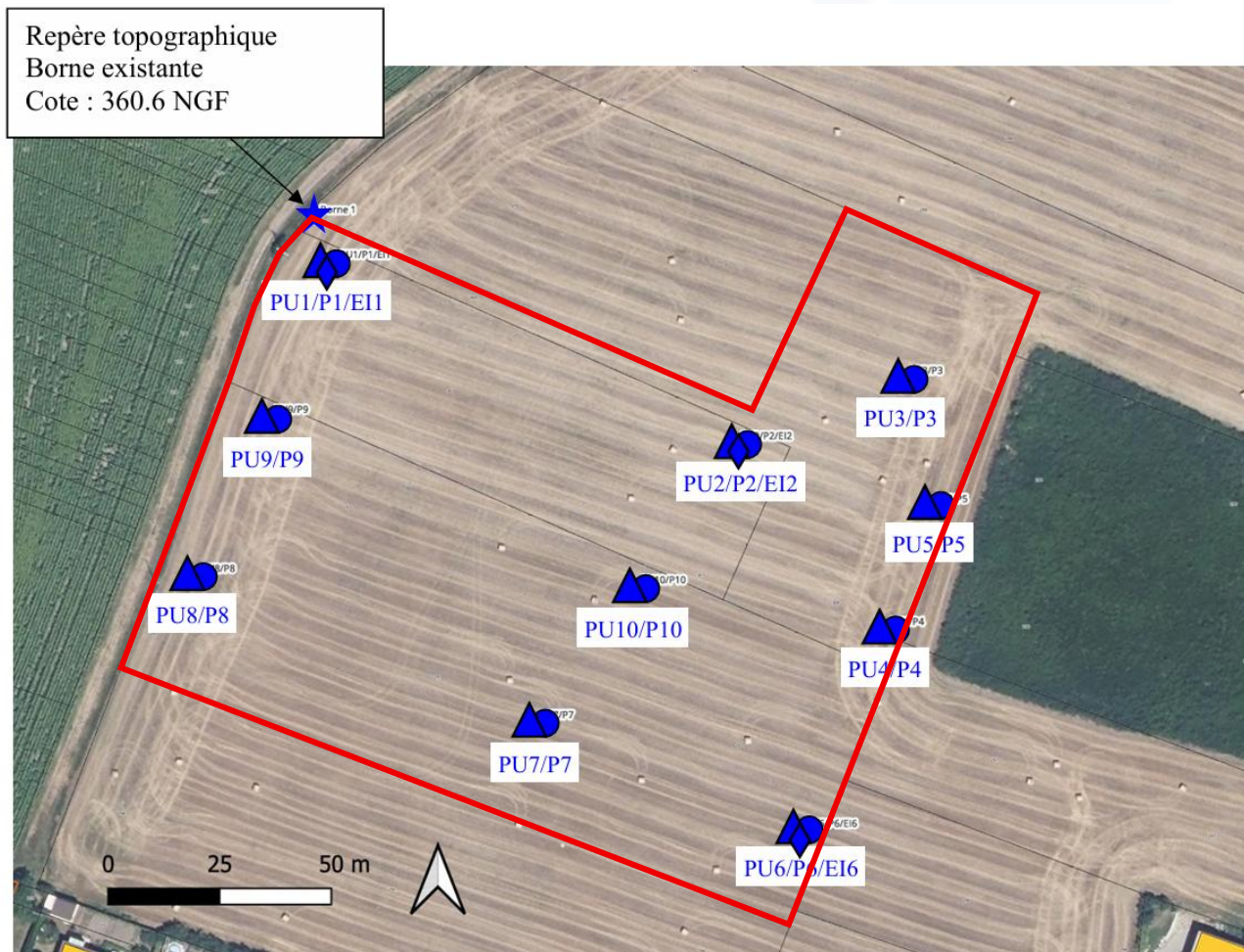
1.5 - Normes et règles de pré-dimensionnement utilisées

- Norme NFP 94.500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
- Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (CEREMA)
- Catalogue des structures types de chaussées neuves de 1998 (SETRA-LCPC)
- Catalogue des structures types de chaussées neuves (SETRA)
- D.T.U. 13.3 dallages
- Eurocode 7 – Calcul Géotechnique – Norme NFP 94.251-1
- D.T.U. 13.2 fondations profondes et Eurocode 7 – Norme NFP 94.262
- D.T.U. 13.12 fondations superficielles et Eurocode 7 – Norme NFP 94.261
- Cahier technique n°38 - AFPS
- Normes AFNOR concernant les différents essais de reconnaissance et en laboratoire (sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115, ...)

2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

2.1 - Description du projet

Le projet prévoit la réalisation d'un lotissement situé sur les parcelles AK-293, AK-367 et AK-368 sur la commune LE CENDRE.



Aucune information n'est disponible à ce jour sur la définition des futurs ouvrages (implantations, calages altimétriques, typologie, nombre de niveaux, présence d'éventuels sous-sols, descentes de charges, ...).

2.2 - Descentes de charges apportées par les ouvrages

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 descentes de charges apportées par les ouvrages. Dans le cas contraire, les conclusions de notre rapport devront éventuellement être modifiées.

2.3 - Admissibilité des ouvrages projetés aux déformations

En l'absence d'information sur l'admissibilité des déformations sous les fondations projetées, les valeurs seuils suivantes ont été retenues pour le pré-dimensionnement (à vérifier/modifier le cas échéant par le BET structure) :

- Tassements absolus sous fondations : 1.0/1.5 cm maxi ;
- Tassements différentiels des fondations : 5/10 000° à 10/10 000° maxi.

Il conviendra de vérifier la compatibilité entre les solutions techniques fournies et les tassements estimés associés et les tassements admissibles par les ouvrages afin de valider les solutions de fondations fournies.

2.4 - Chaussées/voiries

Les trafics estimés par ALPHA BTP en l'absence d'information sur les trafics projetés sont les suivants :

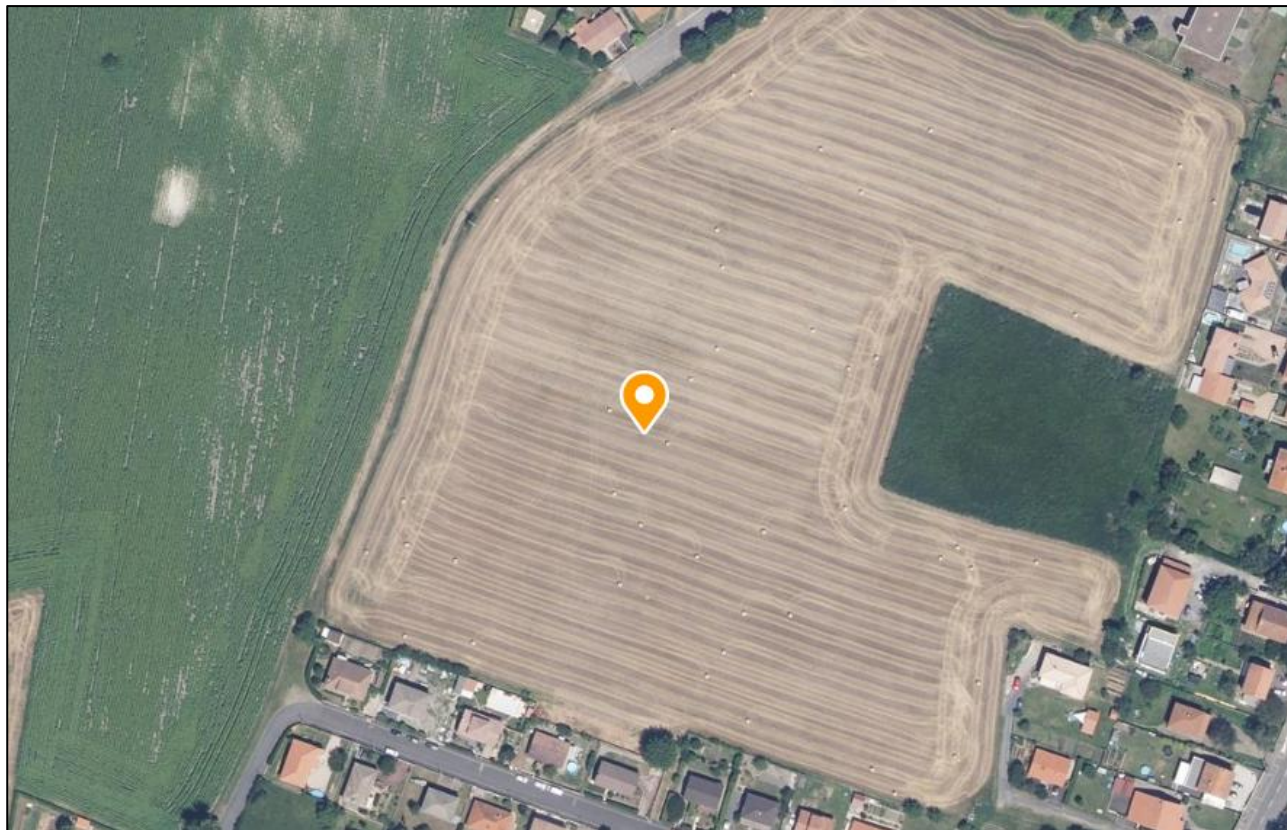
- Chaussées légères : $\approx 2 \text{ PL} + 100 \text{ VL/jour/sens}$ (à vérifier par la Maîtrise d'Œuvre pour valider/adapter le pré-dimensionnement fourni dans le présent rapport).

2.5 - Aménagements extérieurs/ouvrages annexes

Le projet de lotissement peut éventuellement comporter des aménagements extérieurs (parkings, bassins de rétention/d'orage, noues, réseaux, ...) et des ouvrages annexes (soutènements, murs de clôture, piscine, terrasses, plages, rampes, escaliers, ...) → études géotechniques hors mission (ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés).

2.6 - Description du site

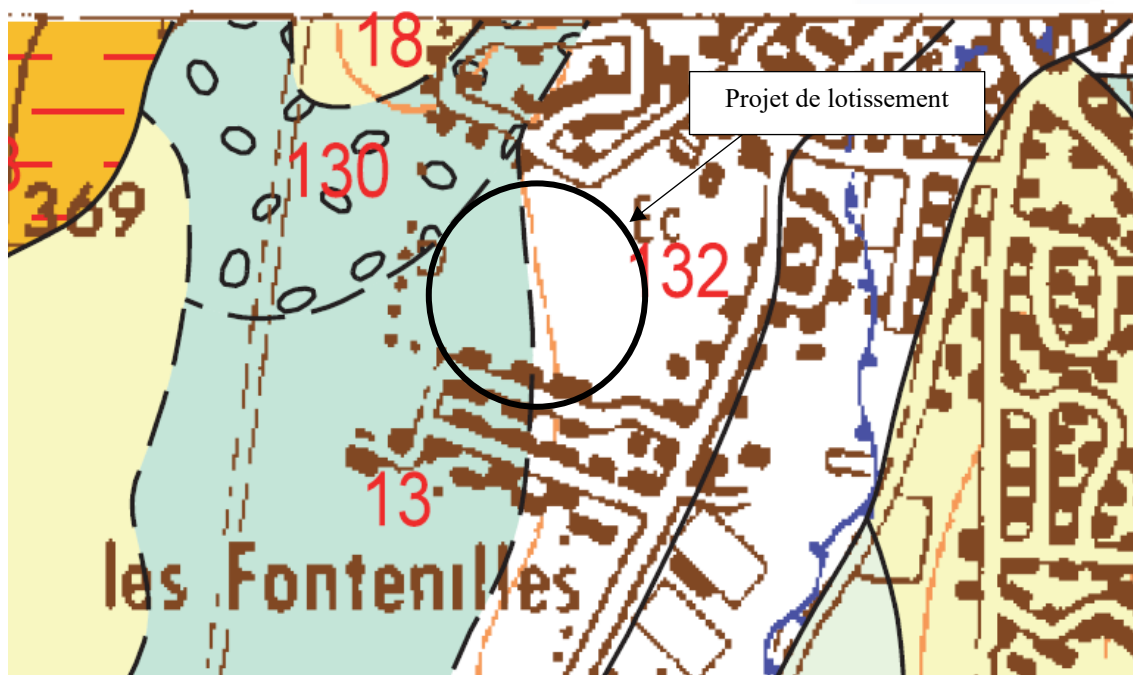
Lors de notre intervention, le site se présentait sous la forme d'une parcelle agricole normalement accessible.



Le terrain présentait lors de notre intervention, une pente générale d'environ 5 % vers le Nord-Est. D'après la carte IGN, l'altitude du terrain au droit du projet était comprise entre 354 NGF et 363 NGF. **Les altitudes des investigations géotechniques sont rattachées au NGF par l'intermédiaire d'un relevé GPS GNSS → altitudes à vérifier impérativement par le géomètre de l'opération.**

2.7 - Géologie locale

Au droit du projet et en référence à la carte géologique au 1/50000è (feuille de VEYRE-MONTON), le substratum est constitué de formations sédimentaires marneuses de l'Oligocène. Il est surmonté par des altérations de même origine et par **des alluvions et des colluvions indifférenciées**.



Notons les risques spécifiques liés :

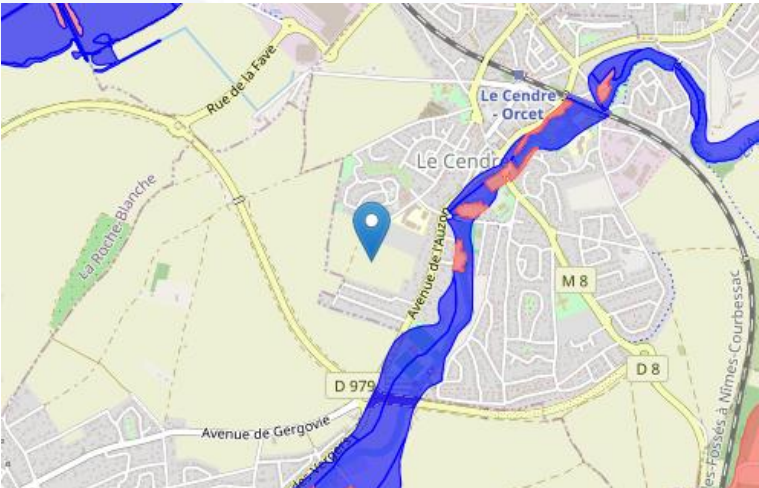
- à la **sensibilité hydrique des sols argileux potentiellement présents**,
- à **l'hétérogénéité lithologique** du site compte tenu du contexte alluvial et colluvial présumé,
- à la présence possible de remblais anthropiques liés au contexte « urbain » du secteur,
- à la présence possible de zones ayant fait l'objet (ou devant faire) de **fouilles archéologiques**.
Ces fouilles correspondent à des zones non répertoriées pouvant présenter des **surépaisseurs de formations remaniées/remblayées** de faibles caractéristiques mécaniques → le cas échéant un plan détaillé de localisation des fouilles archéologiques devra être fourni pour une meilleure appréhension des risques liés aux excavations (surprofondeurs de fondations, éboulement, ...),
- à la présence éventuelle de polluants naturels ou anthropiques dans les sols et/ou dans la nappe → diagnostic hors mission à prévoir le cas échéant,
- ...

2.8 - Situation de la parcelle vis-à-vis des risques naturels



Argiles - inondation - radon - cavités - mouvements de terrain

Ci-dessous un tableau synthétique des risques naturels recensés au niveau du projet étudié (informations disponibles sur georisque.gouv.fr) :

Type de risque	Niveau de risque
 Retrait/gonflement des sols argileux	Aléa moyen Nombre d'arrêtés cat-nat « sécheresse » pris sur la commune : 9 Plan de prévention du risque RGA : non Risques très élevés
 Inondation	Concerné Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) : non Plan de prévention du risque inondation (PPRn) : oui Hors zone de prescription → cf. services préfectoraux 
 Radon	Potentiel de catégorie : 1 Potentiel faible Cf. annexe Recommandations DGS et CSTB

 Cavités souterraines	Hors zone de risque Plan de prévention : non Présence de cavité dans un rayon de 500 m : non
 Mouvements de terrain	Hors zone de risque Plan de prévention : non Présence de mouvements de terrain dans un rayon de 500 m : non

2.9 - Contexte sismique

D'un point de vue sismique et selon les Eurocodes 8, on retiendra :

Zone de sismicité	3 - Aléa modéré
Accélération du sol a_{gr}	1.1 m/s²
Classification du sol	B
Paramètre S	1.35
Catégorie des ouvrages (*)	II
Coefficient d'importance γ_I (*)	1.0
Coefficient d'amplification topographique S_T	1.0

(*) : A vérifier/valider par la Maîtrise d'Œuvre.

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

2.10 - Avoisinants

La zone d'influence géotechnique, notée ZIG, correspond à un volume de terrain en interaction avec le projet (aussi bien durant sa conception/sa construction que durant son exploitation) et/ou les terrassements associés et son environnement (ouvrages, voiries, limites de propriété, réseaux, ...).

L'ampleur de la ZIG est propre à chaque ouvrage et à chaque projet.

A ce stade et en l'absence d'informations précises sur la définition des ouvrages projetés (implantation, typologie, altimétrie, ...), la ZIG ne peut pas être précisément définie.

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : Sans objet à ce jour, attention aux ouvrages projetés sur les parcelles voisines **en ZIG** ;
- Voiries : Sans objet à ce jour, attention aux voiries projetées dans le cadre du projet de lotissement et sur les parcelles voisines **en ZIG** ;
- Réseaux : Associés aux bâtiments, aux voiries et aux réseaux existants **en ZIG**.

3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

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

3.1 - Reconnaissances in situ

- 10 sondages à la pelle (PU1 à PU10) pour :
 - la vérification de l'homogénéité du site,
 - l'identification des formations superficielles,
 - le prélèvement d'échantillons (remaniés).
- 10 sondages au pénétromètre dynamique (P1 à P10) pour :
 - l'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons,
 - la vérification de l'homogénéité du site.

Nota : Ces sondages ont été descendus à 5.0 m ou au refus.
- 3 essais de perméabilité de type PORCHET (EI1, EI2 et EI6) pour :
 - l'évaluation des perméabilités des formations superficielles.

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

Les résultats des différents sondages et essais in situ sont annexés.

3.2 - Essais en laboratoire

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés :

- Différentes teneurs en eau afin de vérifier l'homogénéité hydrique des formations superficielles ;
- 1 identification GTR92 (analyse granulométrique, valeur au bleu de méthylène, ...) pour le classement des sols des futures PST sous voiries ;
- 1 essai de poinçonnement IPI sur échantillons remaniés compactés à l'énergie Proctor Normal pour l'estimation de l'état hydrique des futures PST sous voiries ;
- ...

Les résultats sont annexés et fournis dans le texte.

4 – SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

4.1 - Synthèse géotechnique

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

- Formation « 1 » - Terre végétale peu ferme
- Formation « 2 » - Argiles bariolées plastiques, humides et peu fermes
- Formation « 3 » - Ensemble **particulièrement hétérogène** constitué d'alluvions et de colluvions indifférenciées : Argiles +/- marneuses peu fermes à fermes selon les zones et selon les profondeurs, bancs calcaires intercalés, bancs graveleux et sables grossiers propres denses à très denses intercalés, **passages argileux peu fermes, humides et +/- compressibles**, ...
- Formation « 4 » - Argiles marneuses fermes transitant vers des marnes compactes en profondeur

Nota : Seule la réalisation de sondages complémentaires/profonds avec un maillage serré permettra de définir les successions lithologiques compte tenu du caractère très hétérogène des formations lithologiques mises en évidence → à réaliser dans le cadre de la mission G2 AVP.

Le niveau du toit des formations relevé au droit des principaux sondages est repris ci-après :

Sondages		PU1/P1	PU2/P2	PU3/P3	PU4/P4	PU5/P5
Altitudes NGF		360.3	356.2	355.2	355.5	355.2
Formation N°2	Prof (m/TN)	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
	NGF	360.0	355.8	354.8	355.1	354.8
Formation N°3	Prof (m/TN)	1.3	1.4	1.6	1.3	1.4
	NGF	359.0	354.8	353.6	354.2	353.8
Formation N°4	Prof (m/TN)	> 5.0	2.5	> 5.0	3.8	> 2.7
	NGF	< 355.3	353.7	< 350.2	351.7	< 352.5

Sondages		PU6/P6	PU7/P7	PU8/P8	PU9/P9	PU10/P10
Altitudes NGF		356.3	358.8	362.2	361.4	357.3
Formation N°2	Prof (m/TN)	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
	NGF	355.9	358.4	361.9	361.0	356.9
Formation N°3	Prof (m/TN)	1.2	0.8	1.2	1.4	1.2
	NGF	355.1	358.0	361.0	360.0	356.1
Formation N°4	Prof (m/TN)	3.8	3.8	3.2	3.2	> 3.5
	NGF	352.5	355.0	359.0	358.2	< 353.8

4.2 - Synthèse géomécanique

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 pré-dimensionnement des ouvrages.

Couche	Limite inférieure de la couche (m/TN)	Résistance de pointe dynamique Qd (MPa)	Coefficient Rhéologique α
Formation « 1 »	0.3/0.4	2 à 4	1
Formation « 2 »	0.8/1.6	1 à 4 hors passage graveleux intercalé en P8 uniquement	2/3
Formation « 3 »	2.5/> 5.0	1 à 20 voire refus sur bancs calcaires ou bancs graveleux	1/3 à 2/3 selon les sols
Formation « 4 »	> 5.0	5 à Refus	2/3

Notons :

- Les possibles variations significatives de niveaux des différents horizons entre points de sondages ;
- La présence en tête d'une formation végétalisée (formation « 1 ») de faible compacité identifiée jusqu'à 0.3/0.4 m/TN actuel a minima ;
- La présence sous-jacente d'une formation argileuse (formation « 2 ») peu ferme, humide, plastique, collante et +/- **compressible** mise en évidence jusqu'à 0.8/1.6 m/TN actuel ;
- La présence sous-jacente d'un ensemble très hétérogène (formation « 3 ») constitué d'alluvions et de colluvions indifférenciées. Cet ensemble est composé d'argiles +/- marneuses peu fermes à fermes selon les zones et est entrecoupé par des bancs calcaires compacts, des passages sableux à graveleux denses à très denses, des passages argileux humides peu fermes et compressibles, ... Cet ensemble a été identifié sur des épaisseurs très variable et jusqu'à 2.5/> 5.0 m/TN actuel ;
- Que cet ensemble repose sur une formation argilo-marneuse (altération du substratum local) transitant vers des marnes compactes en profondeur → formation « 4 ».
- ...

Les sondages sont des relevés ponctuels et de ce fait, des variations latérales de lithologie sont à craindre notamment **compte tenu de l'hétérogénéité très importante mise en évidence à ce stade préliminaire G1 ES + PGC** (anomalie localisée non décelée). Seule la multiplication des points d'investigation, à réaliser impérativement dans le cadre des missions G2 AVP pour chaque lot, permettra de limiter ce risque sans pouvoir l'annihiler totalement.

ALPHA BTP se tient à disposition des différents intervenants pour réaliser cette prestation complémentaire.

4.3 - Synthèse hydrogéologique

Aucune venue d'eau/aucun niveau d'eau n'a été mis en évidence par les investigations réalisées jusqu'aux profondeurs reconnues à la pelle mécanique. Cependant, compte tenu de la géologie locale, de la géomorphologie du site et des terrassements envisagés, il est possible que des venues d'eau puissent être enregistrées au sein de la formation « 2 » dans les niveaux alluviaux, de la formation « 3 » et/ou au sein/au toit du substratum +/- altéré de la formation « 4 » notamment en période météo défavorable ou à l'issue de périodes pluvieuses.

Seul un suivi piézométrique sur une période minimum de 1 an permettrait de déterminer la présence d'une éventuelle nappe et l'amplitude de ses variations. ALPHABTP se tient à la disposition des concepteurs pour réaliser ce suivi dans le cadre d'une mission complémentaire.

Il conviendra de vérifier auprès des services compétents les niveaux EB, EH, EE (voir DTU 14.1).

Notons enfin, compte tenu de la nature des sols superficiels, une possibilité de présence épisodique de nappes superficielles d'imbibition.

4.4 - Résultats des essais en laboratoire

Classification GTR :

Une classification GTR 92 a été menée sur les formations superficielles du site (formation « 2 »). Ses résultats sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	PU9
Prof/TN	1.0 m
Nature	Argiles très plastiques
Teneur en eau W	41.9 %
Dmax	< 10 mm
Passant à 2 mm	99.0 %
Passant à 80 µm (fines)	97.9 %
Valeur au bleu (VBS)	13.3
Valeur d'IPI (Indice Portant Immédiat)	3.9
Classe GTR 92	A4

Portance :

Au droit des prélèvements en PU9, les sols constitutifs de la PST de la future voirie sont de type « A4 » au sens du GTR 92 après décapage de la terre végétale de la formation « 1 ».

Il s'agit de sols sensibles à l'eau au sens du GTR92 (*s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et afin d'importants phénomènes de retrait/gonflement*).

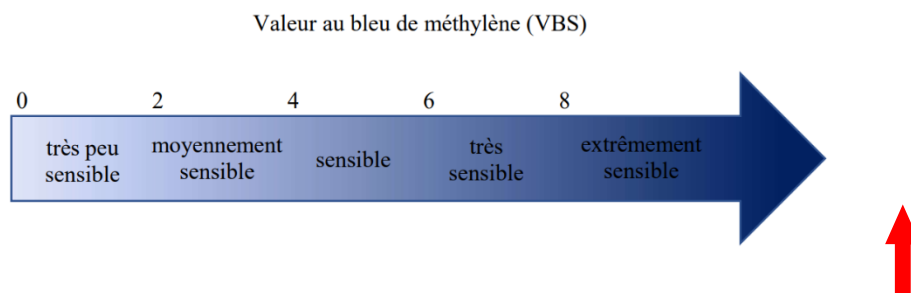
La valeur d'IPI de 3.9 permet de définir une portance de type « **PST1-AR1** » limite « PST0-AR0 » après décapage de la terre végétale.

Dans le cas de conditions météorologiques défavorables, la portance de la PST pourra chuter en « PST0-AR0 » → traficabilité des engins non-assurée.

Elle nécessitera alors un traitement spécial de type clouage, purge/substitution, drainage, couche de forme épaisse, fossés profonds, ..., permettant de reclasser la plateforme en « PST1-AR1 » minima.

Sensibilité aux variations hydriques :

La valeur au bleu de méthylène de **13.3** et le pourcentage de passant à 80 µm de **97.9 %** sont caractéristiques d'un sol purement argileux et **extrêmement sensible** (selon classification du Guide Sécheresse et selon le Guide technique IFSTTAR).



Les formations superficielles de la parcelle sont donc à considérer comme **extrêmement sensibles** aux variations hydriques → **risque très fort** de variations volumétriques sous déséquilibres hydriques (retrait et/ou gonflement).

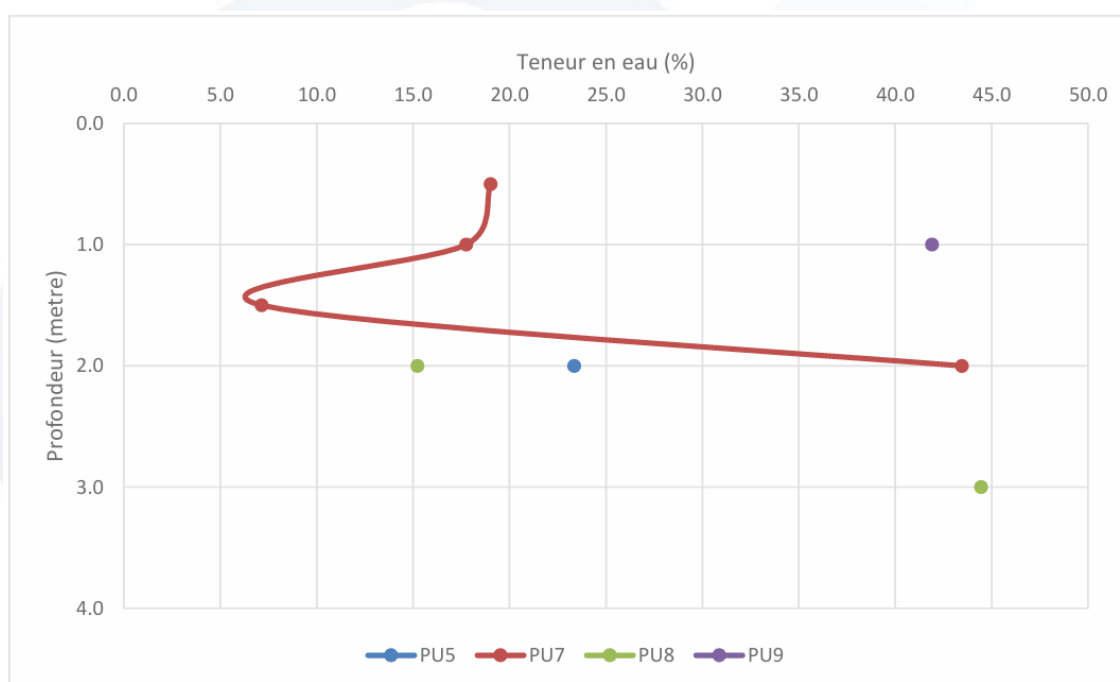
Détermination du niveau de sensibilité retrait-gonflement à l'échelle de la parcelle

		Environnement de la parcelle	
		Favorable	Défavorable
Le sol sous la construction	Terrain non sensible	Négligeable ou faible	Négligeable ou faible
	Terrain peu sensible	Moyen	Moyen
	Terrain sensible	Fort	Fort
	Terrain très sensible	Fort	Très fort

Teneurs en eau :

Les teneurs en eau des formations superficielles ont été déterminées. Les résultats sont les suivants (fournis sous forme de profils hydriques) :

Profondeur /m	PU5	PU7	PU8	PU9
0.5		19.0		
1.0		17.8		41.9
1.5		7.1		
2.0	23.4	43.5	15.2	
2.5				
3.0			44.4	



Notons des teneurs en eau très variables comprises entre 7 et 45 % cohérentes avec l'hétérogénéité des formations mesurées (sableuses à purement argileuses) et avec les différents faciès mis en évidence par les investigations géotechniques réalisées in situ.

4.5 - Mesures de perméabilité

Les essais de perméabilité, réalisés sur les franges de profondeur indiquées ont fourni les résultats suivants :

Nom essai	Frange de profondeur (m)	K (m.s ⁻¹)	K (mm/h)
Essai EI1	0.8/1.5	$< 5.9 \times 10^{-7}$	< 2
Essai EI2	1.5/2.5	7.5×10^{-6}	27
Essai EI5	1.6/2.5	5.5×10^{-6}	20

Ces résultats mettent en évidence des perméabilités également hétérogènes allant de **très faibles/quasi-nulles** au sein des formations argileuses à très moyennes lorsque des formations sablo-graveleuses sont également mesurées.

Rappelons que ces essais, en l'absence de nappe, ne permettent de déterminer que la perméabilité locale, dont la valeur peut être nettement différente de la perméabilité en grand.

4.6 - Avoisinants

Aucune reconnaissance n'était prévue d'être réalisée au droit des ouvrages avoisinants → à prévoir le cas échéant en cas d'interactions entre les fondations des différents projets et les fondations des ouvrages existants ou projetés.

ALPHA BTP se tient à la disposition du Maître d'Ouvrage pour étudier ces éventuelles interactions (terrassement/fondations) dans le cadre d'une mission spécifique G5 ou globale G2 AVP + G2 PRO (étude géotechnique de conception-Phase Projet).

5 – PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION DES OUVRAGES AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

5.1 - Rappel du contexte géotechnique de la parcelle

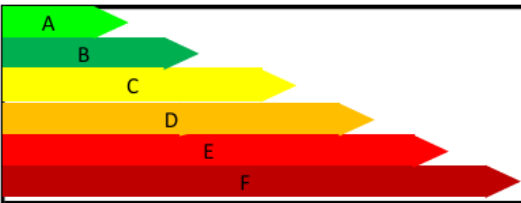
Les résultats des différentes investigations ont permis de mettre en évidence un site au contexte géotechnique globalement **médiocre et défavorable** marqué par :

- La sensibilité **extrêmement marquée** des formations argileuses en présence aux variations hydriques (VB = 13.3) associée à la zone d'aléa moyen vis-à-vis du risque RGA ;
- **L'importante hétérogénéité** des formations mises en évidence associée au contexte alluvial et colluvial du sous-sol ;
- La présence en tête d'une formation végétalisée (formation « 1 ») de faible compacité identifiée jusqu'à 0.3/0.4 m/TN actuel ;
- La présence sous-jacente d'une formation argileuse (formation « 2 ») peu ferme, humide, plastique, collante et +/- **compressible** mise en évidence jusqu'à 0.8/1.6 m/TN actuel ;
- La présence sous-jacente d'un ensemble très hétérogène (formation « 3 ») constitué d'alluvions et de colluvions indifférenciées. Cet ensemble est composé d'argiles +/- marneuses peu fermes à fermes selon les zones et est entrecoupé par des bancs calcaires compacts, des passages sableux à graveleux denses à très denses, **des passages argileux humides peu fermes et compressibles**, ... Cet ensemble a été identifié sur des épaisseurs très variable et jusqu'à 2.5/> 5.0 m/TN actuel ;
- Au-delà de cet ensemble, une formation argilo-marneuse (altération du substratum local) transitant vers des marnes compactes en profondeur → formation « 4 ».
- ...

La nature extrêmement sensible aux variations hydriques, compressible et la faible compacité des formations argileuses en tête conduit **à proscrire** toutes solutions de fondations superficielles ancrées dans les formations « 1 » et « 2 » ainsi que toutes solutions de dallages sur terre-plein ou de dalles portées quelle que soit la destination des locaux.

5.2 - Evaluation des Risques liés au sol (ERS®)

Compte tenu de la parcelle, de son environnement, des différents risques répertoriés et des caractéristiques des formations superficielles, l'évaluation des risques liés au sol (ERS®) globale est la suivante (cf. annexe) :

ERS GLOBALE	
CLASSE DE RISQUE	E
	
	E
CODIFICATION DE LA CLASSE DE RISQUE	
Echelle de A à F	FACTEURS DE RISQUES
classe A	AUCUN
classe B	FAIBLES
classe C	FAIBLES À MOYENS
classe D	MOYENS À ÉLEVÉS
classe E	ÉLEVÉS
classe F	TRÈS ÉLEVÉS
Document purement informatif au stade G1 ES + PGC de la norme NF P 94.500 pouvant évoluer en G2 AVP + PRO	
Diagnostic constituant une obligation d'information, la vente peut être réalisée quel que soit le résultat	

Cette évaluation correspond au stade G1 ES + PGC à une synthèse des aléas géotechniques combinés aux investigations réalisées.

Cette évaluation vise à fournir une « tendance objective » à ce stade de la « qualité géotechnique » de la parcelle sans présager des solutions constructives à mettre en œuvre.

5.3 - Principes généraux de construction

En première approximation et compte tenu de ce qui précède, les projets de villa de type RDC à R+1 devraient pouvoir être orientés vers les solutions de fondations/traitement des niveaux bas suivantes :

Structures :

L'extrême hétérogénéité de la formation « 3 » ainsi que la présence de passage argileux peu fermes et compressibles intercalés aléatoirement au sein de cette formation rend complexe la fourniture d'une solution de fondations à ce stade préliminaire.

Les solutions décrites ci-dessous devront donc impérativement être validées/vérifiées/confirmées en phase G2 AVP après réalisation de sondages complémentaires plus profonds et avec un maillage plus serré au droit de chaque ouvrage projeté :

SOLUTION « 1 » : ouvrages monolithiques, bien tramés, à descentes de charges faibles et homogènes et peu sensibles aux déformations absolues et différentielles

- fondations superficielles exclusivement filantes et armées réalisées en véritable poutre en « T » inversé ancrées dans la formation « 3 » avec un encastrement minimum de 2.0 m/Terrain Extérieur Fini associée à la mise en place de l'ensemble des mesures de protection vis-à-vis de la sensibilité aux variations hydriques des sols (cf. paragraphe 11).

Nota : Cette solution ne pourra être envisagée que sous réserve de la mise en œuvre de l'ensemble des dispositifs de protection des ouvrages vis-à-vis des variations hydriques décrits au paragraphe 11.

Nota : Les structures fragiles en béton cellulaire, en brique ou en blocs d'agglomérés de béton collés devront être exclues dans le cadre de cette solution.

Remarques générales relatives au risque sécheresse :

Les solutions de fondations préconisées dans le présent rapport ont été établies sur la base des connaissances scientifiques actuelles vis-à-vis du risque « sécheresse » notamment.

Toutefois, compte tenu de l'évolution exponentielle des variations climatiques et sur la base des 30 dernières années (généralisation des périodes de sécheresses extrêmes/exceptionnelles, intensité de la pluviométrie, ...) la seule solution de fondations pérenne d'un ouvrage consiste à reporter les efforts sur un niveau non soumis aux variations climatiques. **Il s'agit de fondations semi-profondes à profondes associées à un plancher sur vide technique.**

Les solutions de fondations superficielles doivent donc **impérativement** être associées à l'ensemble des mesures de protection de l'ouvrage vis-à-vis de l'environnement et des variations climatiques
→ cf. paragraphe 11.

ALPHA BTP ne pourra pas être tenu responsable de la survenance de dommages en cas de non mise en œuvre de l'intégralité des mesures préconisées et/ou en cas de nouveaux aléas climatiques non connus à ce jour et/ou augmentation de leur intensité.

SOLUTION « 2 » :

- fondations semi-profondes par puits circulaires ou barrettes ancrées de mini 0.5 m dans des niveaux de meilleure compacité comme suit :
 - PU1/P1 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 2.1 m/TN actuel,
 - PU2/P2 : banc marno-calcaire identifié à partir de 2.5 m/TN actuel,
 - PU3/P3 : argiles marneuses ? moyennement fermes identifiées à partir de 3.9 m/TN actuel,
 - PU4/P4 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 3.8 m/TN actuel,
 - PU5/P5 : argiles marneuses à passages marno-calcaires identifiées à partir de 2.3 m/TN actuel,
 - PU6/P6 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 3.8 m/TN actuel,
 - PU7/P7 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 3.8 m/TN actuel,
 - PU8/P8 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 3.2 m/TN actuel,
 - PU9/P9 : argiles marneuses fermes identifiées à partir de 3.2 m/TN actuel,
 - PU10/P10 : sables grossiers graveleux denses identifiés à partir de 2.7 m/TN actuel.

Notas :

- Il conviendra de vérifier la continuité de nature et de caractéristiques mécaniques de l'horizon d'ancrage avec la profondeur ainsi que la présence de cet horizon sur la totalité de l'emprise de chaque projet en phase G2 AVP afin de confirmer ce système de fondation ;
- Il conviendra de tenir compte de la présence de passages marno-calcaires compacts et de bancs graveleux très denses intercalés pouvant rendre l'exécution des fondations semi-profondes complexes (puits à la tarière a priori non envisageables sur l'ensemble de la zone, forage d'essai à prévoir au démarrage du chantier) ;
- Les profondeurs importantes du toit de l'horizon d'ancrage localement pourront nécessiter la réalisation d'un pré-terrassement ainsi qu'un curage des fonds de fouille à l'aspiratrice.

SOLUTION « 3 » :

- fondations profondes par pieux ancrés dans le substratum marneux compact (toit non mis en évidence/identifié à ce stade préliminaire). ALPHA BTP se tient à la disposition des différents intervenants afin d'étudier cette solution après réalisation de sondages pressiométriques profonds.

Traitement des niveaux bas :

- plancher sur vide sanitaire **quelle que soit la destination des locaux.**

Remarques importantes :

- Compte tenu de **l'extrême sensibilité** aux variations hydriques des formations superficielles et de la zone d'aléa moyen vis-à-vis du risque retrait/gonflement des sols, **un encastrement minimal de - 2.0 m/Terrain Fini** devra impérativement être respectée ;
- **Un encastrement minimal de – 3.0 m/Terrain Extérieur Fini** sera assuré localement et pourra permettre de s'affranchir d'une partie des mesures à prendre vis-à-vis de l'environnement, détaillées en paragraphe 11, notamment la mise en œuvre de trottoir périphérique étanche ;
- Les éventuels remblais de surélévation du terrain naturel contigus ou sous les ouvrages et notamment dissymétriques seront à **proscrire en l'absence d'étude spécifique** (tassements différentiels, frottements négatifs sur les fondations, perte de capacité portante des fondations, ...),
→ **privilégier les ouvrages de type terrasses portées sur vide technique, ...**
- Les sous-sols partiels et/ou niveaux décalés induisent des risques aggravants de désordres ; **les unités différemment chargées devront impérativement être séparées par des joints de fractionnement ;**
- Les ouvrages devront être particulièrement rigidifiés (fondations armées, chaînages hauts, bas, longrines BA, raidisseurs verticaux, ...) pour pallier d'éventuels tassements différentiels ;
- L'ensemble des dispositions à prendre vis-à-vis de l'environnement est détaillé en paragraphe 11.

6 – TERRASSEMENTS

Terrassement en déblais/remblais :

Les éventuels terrassements en déblais ainsi que les éventuels remblais techniques de substitution et/ou de surélévation du terrain actuel devront être étudiés dans le cadre d'une mission globale de conception de type G2 AVP + G2 PRO (Norme NFP 94.500) en fonction de la définition des différents projets et de leurs calages altimétriques.

6.1 - Déblai

A priori sans objet hormis la réalisation des fouilles de fondations et des longrines. Si tel n'est pas le cas, ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés (instabilité, ...).

Ces terrassements pourront être réalisés partiellement à l'aide de matériel classique de moyenne puissance. Localement, notamment compte tenu de la présence de bancs graveleux denses ou de bancs calcaires compacts, des matériels de plus forte puissance ou spécifiques (brise-roche, pelle puissante, ...) pourront être nécessaires.

Dans les zones de talutage possible et exemptes d'avoisinants ou mitoyens, pour des talus de faible hauteur ($H < 1.5$ m), les pentes de talus provisoire maximum suivantes seront adoptées :

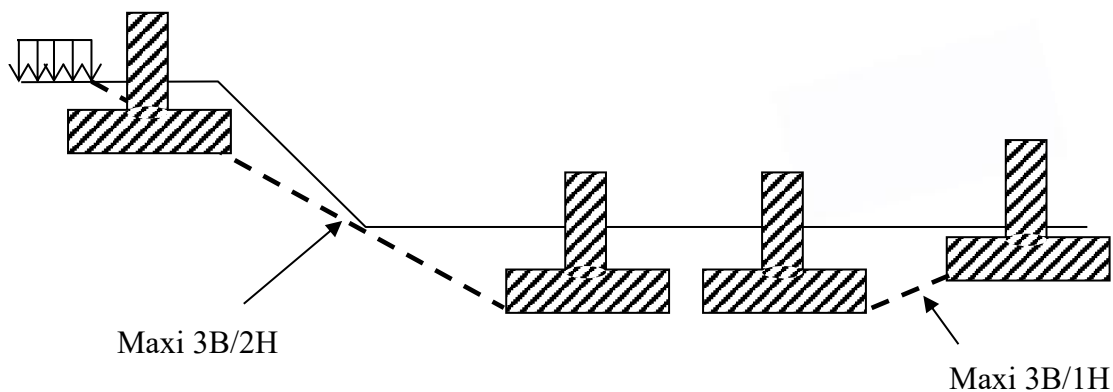
- dans les formations « 1 » à « 3 » : 3 Bases/2 Hauteurs.

Des mesures complémentaires devront être mises en œuvre pour assurer la stabilité des talus (à préciser impérativement en phase « étude géotechnique de conception phase Avant-Projet ou Projet » et/ou en phase chantier) :

- blindage, enrochement localisé, grillage contre la chute des blocs, ...,
- adoucissements localisés des pentes des talus,
- neutralisation de toutes surcharges (y compris circulation) en tête des talus sur une largeur mini égale à 1,5 fois la hauteur des talus,
- protection des talus vis à vis des eaux de ruissellement,
- masques drainants sur les éventuelles venues d'eau,
- collecte et évacuation des eaux superficielles,
- drainage, ...

En cas de mouvements ou de venues d'eau apparaissant lors du terrassement, l'avis d'un géotechnicien devra être pris afin d'adapter les modes de mise en sécurité des talus → **mission de suivi géotechnique d'exécution G3**.

Les terrassements, **notamment entre ouvrages projetés et vis-à-vis des ouvrages avoisinants**, devront être effectués en respectant les pentes de talus fictifs schématisées ci-après :



Dans les zones où le talutage est impossible (zones exiguës, mitoyens, limites de propriété, voiries, réseaux, ...), des soutènements provisoires ou définitifs devront être envisagés (blindage, prémurs par passes alternées, paroi berlinoise, ...).

Les pentes de talus définitifs devront être dressées à maximum 2 Bases/1 Hauteur avec l'ensemble des dispositions habituelles :

- collecte et évacuation des eaux pluviales,
- végétalisation immédiate,
- enrochement localisé éventuel,
- drainage, masque drainant, ...,
- absence de surcharge en tête,
- ...

Les éventuels soutènements devront impérativement être étudiés, dimensionnés et validés dans le cadre de missions G2 AVP et G2 PRO dédiée selon la norme NFP 94.500.

6.2 - Remblai

Remblais courants :

A priori sans objet. Si tel n'est pas le cas, ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés (tassements, perte de capacité portante des fondations, ...), notamment vis-à-vis des tassements de consolidation consécutifs à leur mise en œuvre.

Rappelons que les remblais de surélévation du terrain naturel sont à proscrire en l'absence d'étude spécifique.

Remblayage de tranchées :

Le remblayage de tranchées sera réalisé à l'aide de matériaux sains, insensibles à l'eau (type D3), sélectionnés et mis en œuvre conformément au Guide SETRA LCPC (Guide de Remblayage des Tranchées).

Pour les réseaux situés sous des futurs espaces verts, un objectif q4 sera recherché sur toute la hauteur remblayée (à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage). Pour les réseaux sous les voiries, l'objectif sera de type q3 avec une finition en q2.

6.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

Avoisinants

La réalisation du projet nécessite la réalisation de terrassements (y compris terrassements des fouilles de fondations et des longrines) à proximité immédiate d'avoisinants sensibles de type voiries à créer, ouvrages à créer, réseaux, ... (déstabilisation éventuelle par les travaux de terrassement envisagés). Toutes dispositions (du type respect des angles d'influence à $3B/2H$, blindage, soutènement provisoire, terrassement par tronçons alternés, toutes mesures éventuelles définies en 6.1, ...) devront être envisagées pour assurer leur stabilité.

Dans ce cadre de solutions de stabilisation des avoisinants, une étude complémentaire pourra être effectuée par ALPHA BTP dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 (Norme NFP 94.500).

Précautions de réalisation

Les moyens spécifiques de terrassement (du type brise roche, compacteur vibrant, ...) devront être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

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, assainissement par des fossés, ...) 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.**

7 – DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION DES FONDATIONS

Généralités

D'une façon générale, l'étude des fondations devra **impérativement** faire l'objet d'une mission globale de conception de type G2 AVP + G2 PRO (Norme NFP 94.500).

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 végétalisées et argileuses peu fermes (blindage, coffrage, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- des hors profils pouvant en résulter et des fortes surconsommations de béton associées,
- de **l'extrême sensibilité à l'eau des sols** (éviter la dessiccation ou la saturation des sols d'ancrage avant bétonnage des fondations et des longrines, prévoir la mise en œuvre de biocoffra ou équivalent sous les longrines),
- des éventuelles venues d'eau (pompage, drainage, utilisation de tube plongeur, ...),
- 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 éventuelles arrivées d'eau, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'éventuelle agressivité de l'eau ou du sol vis à vis du béton,
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront permettre la réalisation des terrassements de fouille en limitant les vibrations pour éviter tous désordres sur les ouvrages avoisinants (en tenant compte notamment de passages graveleux denses et de bancs marno-calcaires compacts intercalés au sein de la formation « 3 », ...) → **pelle puissante, BRH, ...**

8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

Compte tenu de la nature +/- compressible, **extrêmement sensible** aux variations hydriques (retrait/gonflement) et très hétérogène des formations superficielles en fond de terrassement, une solution de plancher sur vide sanitaire devra être **exclusivement** retenue quelle que soit la destination des locaux.

9 – DRAINAGE

Les solutions de drainage à mettre en œuvre devront être définies dans le cadre d'une mission globale de conception de type G2 AVP + G2 PRO (Norme NFP 94.500) notamment dans le cas d'ouvrages enterrés ou de terrassements en déblai.

Compte tenu des terrassements a priori nécessaires et de la géomorphologie du site, il conviendra de prévoir le système de drainage suivant :

- drains routiers + fossés en tête et pied de talus existants ou à créer ;
- drains routiers périmétriques à l'amont des ouvrages enterrés éventuels descendus à, au minimum, 0.2/0.3 m sous le niveau de la base du niveau bas ;
- collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement (y compris en tête et pied de talus et y compris en phase « chantier »).

Dans les sujétions de rabattement et d'exhaure, il conviendra de vérifier les incidences éventuelles sur les ouvrages avoisinants afin de se prémunir de tout risque de désordres futurs (tassements par entraînement de fines, ...).

Le système de gestion des eaux pluviales à mettre en place devra éloigner les eaux de pluie des ouvrages projetés (formes de pentes, drainage, collecte, ...) ; la saturation des sols supports des ouvrages, y compris en phase chantier, étant un facteur aggravant de désordres (perte de portance, gonflement).

Nota : Les solutions de drainage devront être précisées dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 AVP + G2 PRO, notamment dans le cas d'ouvrages enterrés ou de terrassements en déblai supérieur à 0.5 m.

10 – VOIRIE

10.1 - Généralités

Le pré-dimensionnement a été effectué en prenant comme hypothèse un projet de voiries établies au niveau du TN actuel, la couche de forme venant en substitution de la couche végétale superficielle purgée (formation « 1 »).

Dans le cas d'une voirie établie en remblai, ce pré-dimensionnement devra être précisé en prenant en compte le traitement apporté au sol support (purgé éventuellement limitée de la terre végétale) et l'épaisseur et la nature du remblai.

Le pré-dimensionnement a, d'autre part, été mené en prenant en compte les caractéristiques de portance mesurées. Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels, ces portances peuvent évoluer, ce qui pourra conduire à un épaissement de la couche de forme en matériaux granulaires.

Assainissement/Drainage :

Les dispositifs d'assainissement et de drainage (fossés, tranchées drainantes en rive, drains transversaux et longitudinaux) devront être conformes au Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faibles trafics du CEREMA et aux guides techniques du SETRA « assainissement routier » et « drainage routier » de 2006 ainsi qu'à la note d'information du SETRA N°120 « apport du drainage dans la conception des plateformes supports de chaussées » de 2009.

10.2 - Voirie

Caractéristiques générales

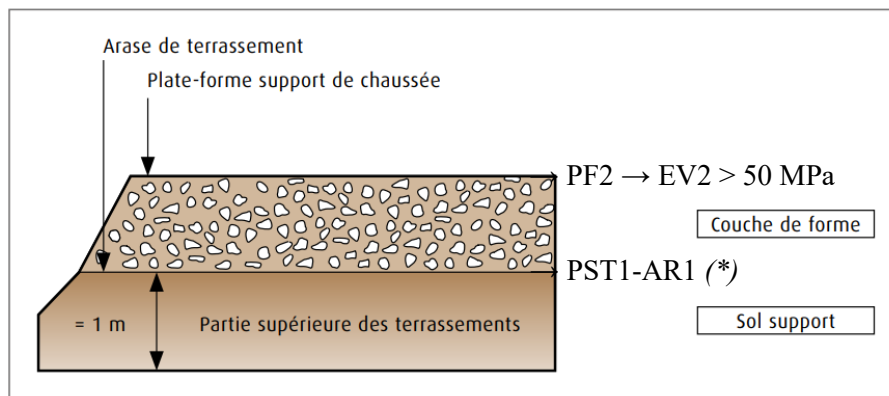
- Trafic : ≈ 100 véh. Légers + 2 P.L. /jour/sens
- Durée de service : 20 ans
- Taux de croissance annuel : 0 %
- Facteur de cumul : $C = 7.2$
- Classe de trafic : $t = 7.0 \rightarrow t_5$; où $t = k_{PL} \times \text{nbr}_{PL} + k_{VL} \times \text{nbr}_{VL}$
- Trafic cumulé $N = 20160$; où $N = t \times C \times A \times 10^3$

Avec :

- Facteur d'agressivité du trafic $A : 0.4 (t_5)$;

Portance et amélioration sol support

- Purgé de la terre végétale sur 0.3/0.4 m mini (à adapter aux observations faites lors des terrassements de masse)
- Sol support « brut » - GTR A4 : PST1-AR1 (P = 1) pouvant chuter en PST0-AR0 (P = 0 ⇒ traficabilité des engins non assurées)
- Si PST0-AR0 ⇒ purge/substitution, drainage, fossé, rabattement, cloutage en 50/200 mm au refus + couche de réglage en 0/80 afin de reclasser la PST en PST1 - AR1 a minima
- Mise en place géotextile anti-contaminant de classe 7 mini
- Couche de forme – épaisseur mini : 0.6 m
- Portance sur couche de forme : PF2 → EV2 > 50 MPa



(*) : Voir PST0-AR0 sous conditions météorologiques défavorable.

Structure de chaussée

- Couche de fondation G.N.T. Catégorie 1 : hf = 12 cm
- Couche de base G.N.T. Catégorie 1 : hb = 15 cm
- Couche de roulement :
 - Nature : BB
 - Epaisseur : 6 cm (hors zone de manœuvre, de retournement ou de giration)

10.3 - Observations

Les définitions des différentes catégories de G.N.T. (graves non traitées) et de GB (graves bitumineuses) sont données dans le Catalogue des structures type de chaussées neuves (SETRA-1998), document à partir duquel ont été dimensionnées les voiries.

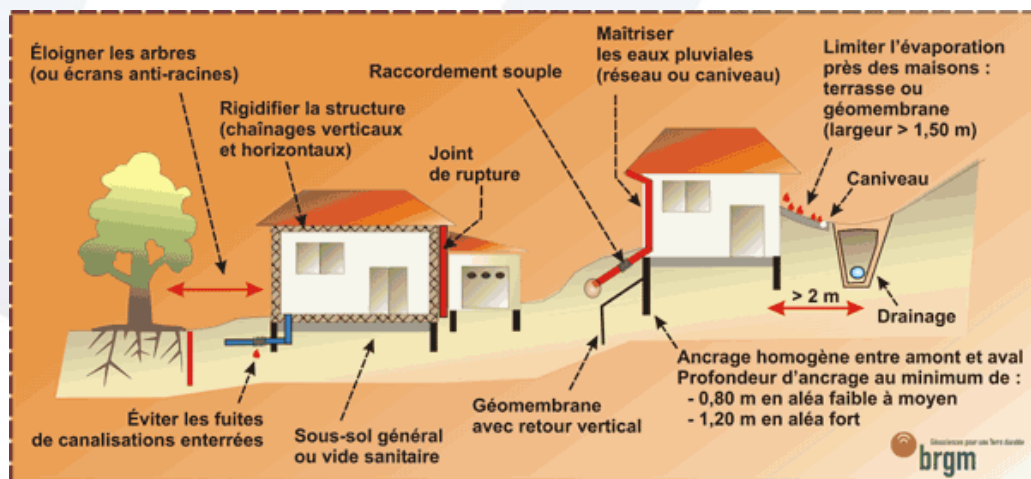
Les propositions de dimensionnement ci-dessus pourront être précisées en fonction notamment :

- du trafic réel et de son accroissement estimé,
- des portances réellement mesurées à l'issue de la phase terrassement,
- des indices de résistance au gel éventuellement spécifiés,
- de la nature et de la catégorie de chacune des couches de chaussée envisagées.

Une attention toute particulière devra être portée au traitement de la périphérie des voiries vis-à-vis des risques de phénomènes de retrait/gonflement des argiles (trottoirs étanches, bordures, membrane étanche, ...).

11 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS

Les sols superficiels sont **extrêmement sensibles** à l'eau (retrait/gonflement). Plusieurs arrêtés « Catastrophe Naturelle Sécheresse » ont été pris sur la commune LE CENDRE. Toutes mesures doivent donc être prises pour éviter les variations de teneur en eau des sols de fondation des ouvrages fondés superficiellement (structure, dallages, aménagements extérieurs de type terrasses, murets de clôture, piscine, plages, terrasses, ...).



Rappelons les mesures habituelles à mettre en œuvre :

- Protection périphérique vis à vis de l'évapotranspiration (géomembrane étanche, trottoirs étanches, enrobé, ...) sur 2.5/3.0 m en périphérie des ouvrages et bèches verticales associées à un dispositif de drainage (ouvrages étanches + dallages de bordures avec cunettes de collecte des eaux superficielles, ...) ;
 - *Disposition non nécessaire dans le cadre de puits/barrettes ou de fondations profondes ancrés au-delà de 3.0 m/TF.*
- Gestion des eaux de ruissellement et de pluie en phase « chantier » pour protéger les sols d'assise des fondations et des dallages (fossés, drains, exutoire, béton de propreté, couche de forme, ...) ;
- Absence de végétation à proximité des ouvrages ;
- Conception de réseaux avec raccordements « souples » aux ouvrages permettant le contrôle d'étanchéité et l'entretien ;
- Collecte et évacuation des eaux pluviales y compris en période chantier (pour éviter les saturations locales sous descentes non « branchées ») ;
- Membrane en PEHD ou équivalent sur les sols des vides sanitaires ;
 - *Disposition non nécessaire dans le cadre de puits/barrettes ou de fondations profondes ancrés au-delà de 3.0 m/TF.*
- ...

12 – CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G1 ES + G1 PGC pour les villas et G2 AVP pour les voiries.

Rappelons l'impérative nécessité de compléter cette mission par la réalisation d'une étude géotechnique de conception - phase avant-projet (G2 AVP) dans le cadre de chaque projet de construction. Il conviendra de réaliser a minima 3/4 points de sondages répartis en périphérie de chaque ouvrage projeté.

Ces investigations devront permettre de valider les solutions de fondations proposées dans le présent document en fonction de la définition de l'ouvrage projeté, de définir les sujétions spécifiques de terrassement notamment vis-à-vis des avoisinants et de proposer un système de drainage adapté aux différents projets.

ALPHA BTP se tient à la disposition des différents intervenants pour la réalisation des études spécifiques et/ou complémentaires définies dans la norme dont copie est jointe, soit :

- **Etude géotechnique de conception - phase Avant-Projet (G2 AVP) pour les villas/bâtiments projetés ;**
- Etude géotechnique de conception - phase Projet (G2 PRO) ;
- Etude géotechnique de conception - phase DCE/ACT (G2 DCE/ACT) ;
- Etude et suivi d'exécution (G3) ;
- Supervision géotechnique d'exécution (G4).

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.

Rapport réalisé à ROMAGNAT, le 31 décembre 2025

L'Ingénieur chargé d'étude,	L'ingénieur en charge du contrôle interne,
Alexis DEBRUYNE	Loïc SANZELLE

ANNEXES





**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Légifrance

Le service public de la diffusion du droit



LOI n° 2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (1)

NOR : TERL1805474L

ELI : https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2018/11/23/TERL1805474L/jo/article_68

Alias : https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2018/11/23/2018-1021/jo/article_68

JORF n°0272 du 24 novembre 2018

Texte n° 1

Version initiale

Article 68

I.-La section 10 du chapitre II du titre Ier du livre Ier du code de la construction et de l'habitation est ainsi modifiée :

1° Au début, est ajoutée une sous-section 1 intitulée : « Prévention des risques sismiques et cycloniques », qui comprend les articles L. 112-18 et L. 112-19 ;

2° Est ajoutée une sous-section 2 ainsi rédigée :

« Sous-section 2

« Prévention des risques de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols

« Art. L. 112-20.-La présente sous-section s'applique dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Ces zones sont définies par arrêté des ministres chargés de la construction et de la prévention des risques majeurs.

« Art. L. 112-21.-En cas de vente d'un terrain non bâti constructible, une étude géotechnique préalable est fournie par le vendeur.

« Cette étude est annexée à la promesse de vente ou, à défaut de promesse, à l'acte authentique de vente. En cas de vente publique, l'étude est annexée au cahier des charges. Elle reste annexée au titre de propriété du terrain et suit les mutations successives de celui-ci.

« Les ventes de terrains non bâtis destinés à la construction dans des secteurs où les dispositions d'urbanisme applicables ne permettent pas la réalisation de maisons individuelles n'entrent pas dans le champ d'application du présent article.

« Art. L. 112-22.-Avant la conclusion de tout contrat ayant pour objet des travaux de construction ou la maîtrise d'œuvre d'un ou de plusieurs immeubles à usage d'habitation ou à usage professionnel et d'habitation ne comportant pas plus de deux logements, le maître d'ouvrage transmet l'étude mentionnée à l'article L. 112-21 du présent code aux personnes réputées constructeurs de l'ouvrage, au sens de l'article 1792-1 du code civil.

« Lorsque cette étude n'est pas annexée au titre de propriété du terrain, il appartient au maître d'ouvrage de fournir lui-même une étude géotechnique préalable équivalente ou une étude géotechnique prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment.

« Les contrats prévus au premier alinéa du présent article précisent que les constructeurs ont reçu un exemplaire de l'étude géotechnique fournie par le maître d'ouvrage et, le cas échéant, que les travaux qu'ils s'engagent à réaliser ou pour lesquels ils s'engagent à assurer la maîtrise d'œuvre intègrent les mesures rendues nécessaires par le risque de

mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

« Art. L. 112-23.-Lorsqu'un contrat a pour objet des travaux de construction ou la maîtrise d'œuvre d'un ou de plusieurs immeubles à usage d'habitation ou à usage professionnel et d'habitation ne comportant pas plus de deux logements, le constructeur de l'ouvrage est tenu :

« 1° Soit de suivre les recommandations d'une étude géotechnique fournie par le maître d'ouvrage ou que le constructeur fait réaliser par accord avec le maître d'ouvrage, qui prend en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment ;

« 2° Soit de respecter des techniques particulières de construction définies par voie réglementaire.

« Si l'étude géotechnique indique l'absence de risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols, le constructeur n'est pas tenu par cette obligation.

« Art. L. 112-24.-Lorsqu'elles ont été réalisées, l'étude géotechnique préalable mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 112-22 et l'étude géotechnique mentionnée à l'article L. 112-23 sont annexées au titre de propriété du terrain et suivent les mutations successives de celui-ci.

« En cas de vente de l'ouvrage, elles sont annexées à la promesse de vente ou, à défaut de promesse, à l'acte authentique de vente ; en cas de vente publique, elles sont annexées au cahier des charges. Il en va de même, le cas échéant, de l'étude géotechnique préalable mentionnée à l'article L. 112-21.

« Art. L. 112-25.-Un décret en Conseil d'Etat définit les modalités d'application de la présente sous-section. Ce décret précise notamment :

« 1° Les modalités de définition des zones mentionnées à l'article L. 112-20 ;

« 2° Le contenu et la durée de validité des études géotechniques mentionnées aux articles L. 112-21, L. 112-22 et L. 112-23 ;

« 3° Les contrats entrant dans le champ d'application des mêmes articles L. 112-22 et L. 112-23 qui, en raison de la nature ou de l'ampleur limitée du projet, ne sont pas soumis aux dispositions desdits articles L. 112-22 et L. 112-23. »

II.-Le c de l'article L. 231-2 du code de la construction et de l'habitation est ainsi rédigé :

« c) La consistance et les caractéristiques techniques du bâtiment à construire comportant :

«-tous les travaux d'adaptation au sol, notamment, le cas échéant, ceux rendus nécessaires par l'étude géotechnique mentionnée aux articles L. 112-22 et L. 112-23 du présent code, dont une copie est annexée au contrat ;

«-les raccordements aux réseaux divers ;

«-tous les travaux d'équipement intérieur ou extérieur indispensables à l'implantation et à l'utilisation de l'immeuble ; ».

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Arrêté du 22 juillet 2020 définissant les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux

NOR : TREP2019233A

Publics concernés : tout public.

Objet : définition des zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.

Entrée en vigueur : les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur le lendemain de sa publication.

Notice : le présent arrêté définit les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux où s'appliquent les dispositions prévues aux articles L. 112-20 et suivants du code de la construction et de l'habitation destinées à prévenir le risque de mouvement de terrain causé par ce phénomène.

Références : le présent arrêté peut être consulté sur le site Legifrance (<https://www.legifrance.gouv.fr>).

La ministre de la transition écologique et la ministre déléguée auprès de la ministre de la transition écologique, chargée du logement,

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles L. 112-20 et R. 112-5 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la construction et de l'efficacité énergétique en date du 16 avril 2019,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – L'exposition des formations argileuses au phénomène de retrait-gonflement, mentionnée à l'article R. 112-5 du code de la construction et de l'habitation, est évaluée en prenant en compte les critères suivants :

a) la nature lithologique des matériaux dominants dans la formation : elle permet de distinguer les terrains essentiellement argileux des terrains où l'argile est minoritaire (hétérogénéité) et tient compte de l'épaisseur de la formation ;

b) la composition minéralogique de la phase argileuse : les phénomènes de retrait-gonflement s'expriment préférentiellement en présence de certains minéraux argileux dont la présence et la proportion sont évaluées ;

c) le comportement géotechnique du matériau : il est apprécié à partir de la proportion d'éléments fins (granulométrie), de l'étendue de son domaine plastique, de sa capacité d'adsorption et de l'importance des variations de volume tant en retrait (assèchement) qu'en gonflement (humidification).

Art. 2. – I. – La carte annexée au présent arrêté définit les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols en application de l'article R. 112-5 du code de la construction et de l'habitation.

II. – Pour l'application des articles L. 112-20 à L. 112-25 du code de la construction et de l'habitation, les zones qui sont considérées comme exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols sont celles dont l'exposition à ce phénomène est identifiée comme moyenne ou forte.

Art. 3. – La carte est disponible sur le site Géorisques (<http://www.georisques.gouv.fr/>).

Art. 4. – Le directeur général de la prévention des risques et le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 22 juillet 2020.

La ministre de la transition écologique,
Pour la ministre et par délégation :

Le directeur général
de la prévention des risques,
C. BOURILLET

Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,
F. ADAM

*La ministre déléguée
auprès de la ministre de la transition écologique,
chargée du logement,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*

F. ADAM

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

LOGEMENT

Arrêté du 22 juillet 2020 définissant le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols

NOR : LOGL2019476A

***Publics concernés :** maître d'ouvrage, maître d'œuvre, constructeurs, propriétaires de terrains à bâtir.*

***Objet :** cet arrêté précise le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.*

***Entrée en vigueur :** les dispositions du présent arrêté sont applicables à compter du 1^{er} janvier 2020.*

***Notice :** le présent arrêté précise le contenu des études géotechniques mentionnées aux articles R. 112-6 et R. 112-7 du code de la construction et de l'habitation.*

Il précise aussi que l'étude géotechnique de conception peut être réutilisée par le maître d'ouvrage dans la limite des éléments correspondant au projet d'une extension de son habitation existante.

***Références :** le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<https://www.legifrance.gouv.fr>).*

La ministre de la transition écologique et la ministre déléguée auprès de la ministre de la transition écologique, chargée du logement,

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles L. 112-21, L. 112-22, L. 112-23, R. 112-6 et R. 112-7 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la construction et de l'efficacité énergétique en date du 16 avril 2019,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – L'étude géotechnique préalable mentionnée à l'article R. 112-6 du code de la construction et de l'habitation permet une première identification des risques géotechniques d'un site. Elle doit fournir un modèle géologique préliminaire et les principales caractéristiques géotechniques du site ainsi que les principes généraux de construction pour se prémunir du risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Cette étude préalable comporte une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. Elle est complétée, si besoin, par un programme d'investigations spécifiques visant à établir les connaissances géologiques et géotechniques permettant de réduire, autant que possible, les incertitudes et risques géotechniques liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles sans préjudice des autres aléas géotechniques pouvant exister au droit du projet.

Une étude géotechnique préalable de type G1 (phase étude de site et phase principes généraux de construction) réalisée conformément aux exigences de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 vaut présomption de conformité aux dispositions du présent article.

Art. 2. – L'étude géotechnique de conception prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment, mentionnée à l'article R. 112-7 du code de la construction et de l'habitation, a pour objet de fixer les prescriptions constructives adaptées à la nature du sol et au projet de construction, en tenant compte des recommandations énoncées lors de l'étude géotechnique préalable et en réduisant au mieux les risques géotechniques identifiés et jugés importants, en particulier le risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Elle s'appuie sur des données géotechniques pertinentes, si besoin après la réalisation d'un programme spécifique d'investigations géotechniques. Elle fournit un dossier de synthèse définissant techniquement les dispositions constructives à mettre en œuvre.

Une étude géotechnique de conception de type G2 (phase avant projet et phase projet) réalisée conformément aux exigences de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 vaut présomption de conformité aux dispositions du présent article.

Dans le cas d'un projet d'extension d'un bâtiment qui avait fait l'objet d'une étude géotechnique de conception qui prévoyait le projet d'extension, l'étude géotechnique de conception initiale vaut étude géotechnique de conception pour l'extension, sous réserve que le procédé constructif soit le même que dans l'étude initiale.

Dans le cas d'une extension d'un bâtiment qui avait déjà fait l'objet d'une étude géotechnique de conception lors de sa construction qui ne prévoyait pas l'extension ou qui prévoyait l'extension mais avec un autre procédé constructif, l'étude géotechnique de conception de l'extension peut s'appuyer sur les données géotechniques et les conclusions de l'étude géotechnique de conception initiale, si celles-ci sont pertinentes pour le projet d'extension.

Art. 3. – Le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et le directeur général de la prévention des risques sont chargés de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 22 juillet 2020.

*La ministre déléguée
auprès de la ministre de la transition écologique,
chargée du logement,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*

F. ADAM

La ministre de la transition écologique,

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*

F. ADAM

*Le directeur général
de la prévention des risques,*

C. BOURILLET

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

LOGEMENT

Arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols

NOR : LOGL2021179A

Publics concernés : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, constructeurs, propriétaires de terrains à bâtir.

Objet : techniques particulières de construction à mettre en œuvre dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.

Entrée en vigueur : le texte s'applique aux contrats de construction conclus à compter du 1^{er} janvier 2020.

Notice : le présent arrêté précise les dispositions prévues par l'article R. 112-10 du code de la construction et de l'habitation.

Références : le présent arrêté qui est pris pour l'application de l'article 68 de la loi n° 2018-1021 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique, peut être consulté sur le site Légifrance (<https://www.legifrance.gouv.fr>).

La ministre de la transition écologique et la ministre déléguée auprès de la ministre de la transition écologique, chargée du logement,

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment son article L. 112-23 et son article R. 112-10 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la construction et de l'efficacité énergétique en date du 16 avril 2019,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté, dont il est fait référence à l'article R. 112-10 du code de la construction et de l'habitation, précise les techniques particulières de construction pour les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Art. 2. – Pour répondre à ces exigences, le constructeur de l'ouvrage est tenu de respecter les dispositions constructives suivantes :

I. – Les bâtiments en maçonnerie ou en béton sont construits avec une structure rigide. La mise en œuvre de chaînages horizontaux et verticaux, ainsi que la pose de linteaux au-dessus des ouvertures permet de répondre à cette exigence.

II. – Pour tous les bâtiments :

a) Les déformations des ouvrages sont limitées par la mise en place de fondations renforcées. Elles ont comme caractéristiques d'être :

- en béton armé ;
- suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible au phénomène de mouvement de terrain différentiel, soit *a minima* 1,20 m en zone d'exposition forte, ou de 0,80 m en zone d'exposition moyenne, telles que définies à l'article R. 112-5 du code de la construction et de l'habitation, sauf si un sol dur non argileux est présent avant d'atteindre ces profondeurs ;
- ancrées de manière homogène, sans dissymétrie sur le pourtour du bâtiment, notamment pour les terrains en pente ou pour les bâtiments à sous-sol partiel. En l'absence de sous-sol, la construction d'une dalle sur vide sanitaire est prévue ;
- coulées en continu ;
- désolidarisées des fondations d'une construction mitoyenne ;

b) Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage dues aux apports d'eaux pluviales et de ruissellement sont limitées, pour cela :

- les eaux de gouttières sont éloignées des pieds de façade, avec un exutoire en aval de la construction ;

- les réservoirs de collecte des eaux pluviales sont équipés d'un système empêchant le déversement des eaux de trop plein dans le sol proche de la construction ;
- les puisards situés à proximité de la construction sont isolés des fondations par un système assurant son étanchéité ;
- les eaux de ruissellement superficielles ou souterraines sont détournées à distance de l'habitation en mettant en œuvre un réseau de drainage ;
- la surface du sol aux abords de la construction est imperméabilisée ;
- le risque de rupture des canalisations enterrées est minimisé par l'utilisation de matériaux flexibles avec joints adaptés ;

c) Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage causées par l'action de la végétation sont limitées, pour cela :

- le bâti est éloigné du champ d'influence de la végétation. On considère que la distance d'influence est égale à une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte, et une fois et demi la hauteur d'une haie ;
- à défaut du respect de la zone d'influence, un écran anti-racines est mis en place. Cet écran trouve sa place au plus près des arbres, sa profondeur sera adaptée au développement du réseau racinaire avec une profondeur minimale de 2 m ;
- le cas échéant, la végétation est retirée en amont du début des travaux de construction afin de permettre un rétablissement des conditions naturelles de la teneur en eau du terrain ;
- en cas de difficultés techniques, notamment en cas de terrains réduits ou en limite de propriété, la profondeur des fondations est augmentée par rapport aux préconisations du paragraphe II du présent article ;

d) Lors de la présence d'une source de chaleur importante dans le sous-sol d'une construction, les échanges thermiques entre le terrain et le sous-sol sont limités. Pour cela, les parois enterrées de la construction sont isolées afin d'éviter d'aggraver la dessiccation du terrain situé dans sa périphérie.

Art. 3. – Les dispositions du présent arrêté sont applicables aux contrats mentionnés aux articles L. 112-22 et L. 112-23 du code de la construction et de l'habitation conclus à compter du 1^{er} janvier 2020.

Art. 4. – Le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et le directeur général de la prévention des risques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 22 juillet 2020.

*La ministre déléguée
auprès de la ministre de la transition écologique,
chargée du logement,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*

F. ADAM

*La ministre de la transition écologique,
Pour la ministre et par délégation :*

*Le directeur de l'habitat,
de l'urbanisme et des paysages,*
F. ADAM

*Le directeur général
de la prévention des risques,*
C. BOURILLET

Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Identification des risques potentiels

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géotechniques du site. **L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet** : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

Complémentarité avec les autres ingénieries

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, **à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet**, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société.

Responsabilité du client à l'issue de la prestation

Le rapport géotechnique devient la **propriété du client après paiement intégral du prix de la prestation**. Le client devient alors **responsable de son usage et de sa diffusion**.

Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier, l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuite judiciaire à l'encontre du contrevenant.

Aléas non détectables

Découverte d'aléas en phase exécution

L'étude géotechnique repose sur une **reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel**. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution, peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension.

Validations ultérieures

Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, **doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4)** afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe, etc.), l'application des recommandations du rapport nécessite une **validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution**. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations, notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Limites de responsabilité d'Alpha BTP

Cadre général

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. Conformément à la classification des missions géotechniques types, **chaque mission ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution du projet**. En particulier :

- Une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante.
- Une mission de sondages engage notre société sur la conformité des travaux aux documents contractuels et l'exactitude des résultats qu'elle fournit.
- Une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict :
 - D'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis.
 - D'autre part, du projet décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.
- Une mission type G1 (ES + PGC), G2 AVP ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les dimensionnements, quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques.
- Une mission type G2 PRO et/ou G2 ACT/DCE engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

Modifications du projet initial

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport : en particulier, **toute modification** apportée au projet ou à son environnement nécessite la **réactualisation du rapport géotechnique** dans le cadre d'une **nouvelle mission**.

Fin de mission

À défaut de clauses spécifiques contractuelles, la **remise du rapport géotechnique** fixe la fin de la mission.

Moyens et délais

Par référence à la classification des missions géotechniques types (NFP 94.500), il appartient **au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre** de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'Art.

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) Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de mangement des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
<i>Étape 1 – Étude géotechnique préalable (G1)</i>	---	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire esquisse APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	
<i>Étape 2 – Étude géotechnique de conception (G2)</i>	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		---
<i>Étape 3 – Étude géotechnique de réalisation (G3/G4)</i>	---	<i>À la charge de l'entreprise</i>	<i>À la charge du maître d'ouvrage</i>	---	---	---
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (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)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	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
<i>À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</i>	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.

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 détaillées ci-après.

<i>Phase Étude 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. Il s'agit de : • 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. Il s'agit de : • 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 détaillées ci-après.

<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. Il s'agit de : • 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. Il s'agit de : • 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.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<i>Phase DDC/ACT</i>	Elle est réalisée pour finaliser le dossier de consultation des entreprises (DCE) et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des contrats de travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. Il s'agit : • D'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 (dossiers de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). • D'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 G4, distinctes et simultanées)	
Étude et suivi géotechniques d'exécution (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 détaillées ci-après.	
<i>Phase Étude</i>	Il s'agit lors de cette phase : • De définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • D'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, valeur seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). • D'élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.
<i>Phase Suivi</i>	Il s'agit lors de cette phase : • De suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. • De 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). • D'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'exécution (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 détaillées ci-après.

<i>Phase Supervision de l'étude d'exécution</i>	Il s'agit de 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. • Des valeurs seuils.
<i>Phase Supervision du suivi d'exécution</i>	Il s'agit de donner un avis : • Par interventions ponctuelles sur le chantier, 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). • Sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

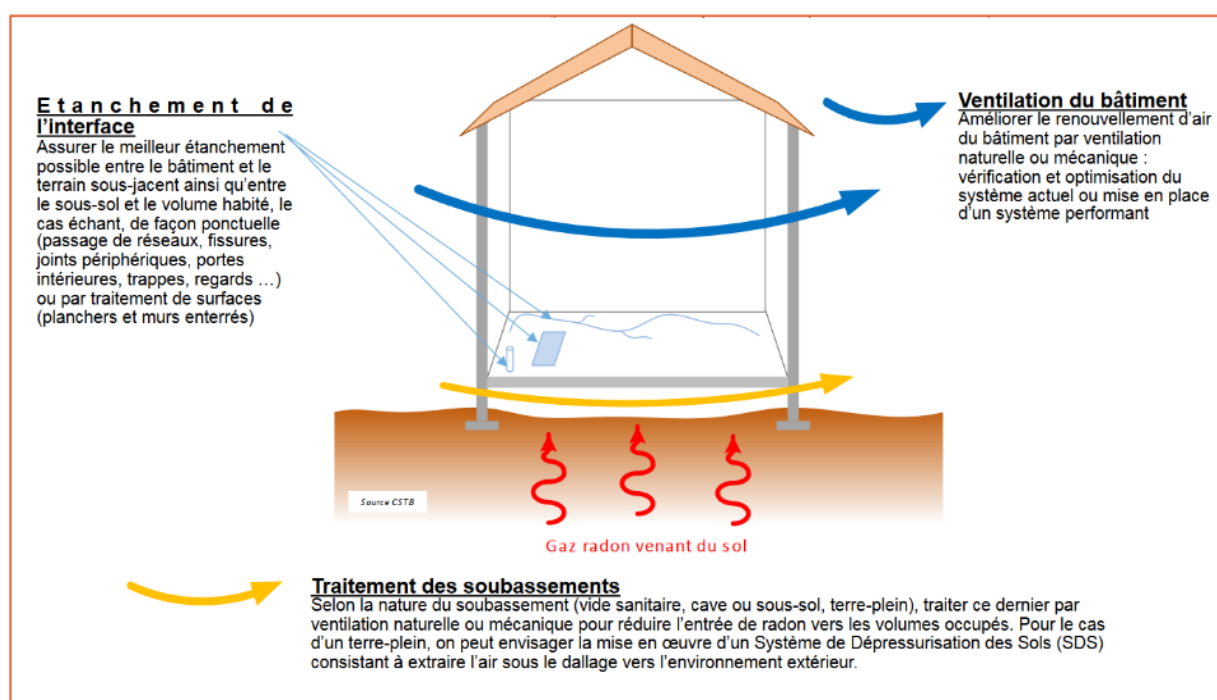
Diagnostic géotechnique (G5)

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. Il s'agit :

- De définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- D'étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (ex. : 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).

Les mesures courantes à mettre en œuvre vis-à-vis de ce risque, conformément aux recommandations de la DGS (Direction Générale de la Santé) et du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) sont les suivantes :

- Aération quotidienne du domicile par ouverture des fenêtres (minimum 10 minutes par jour),
- Installation et entretien d'un système de ventilation efficace,
- Assurer l'étanchéité du sol pour éviter le passage du radon → joints sols/murs, passages des réseaux, fissures éventuelles, ...,
- Mise en place d'une aération naturelle ou mécanique du soubassement de l'ouvrage (ouvertures des vides sanitaires/techniques, ventilation mécanique, mise en dépression, ...),
- ...



Le cas échéant, ces dispositions peuvent être précisées par mesure de l'activité volumique du radon.



RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Profondeur (m/TN actuel)	Nature	Essai d'infiltration
0	Argiles limoneuses brun-noir molles + cailloutis	
0.5		
0.8	Argiles +/- sableuses beiges	Essai réalisé entre 0.8 et 1.5 m :
1.0		
1.1		
1.5	Argiles beiges plastiques à passages bariolés	Perméabilité : $K < 5.9 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ $K < 2 \text{ mm/h}$

ARRET à 1.5 m/TN

Profondeur (m/TN actuel)	Nature	Essai d'infiltration
0	Limons mous + cailloutis	
0.4		
0.5		
0.9	Argiles brun-noir peu fermes + cailloutis	
1.0		
1.2		
1.5	Argiles +/- sableuses brunes	
2.0	Argiles brunes + galets	
2.2		
2.5		
2.5	Sables graveleux beige-brun	Essai réalisé entre 1.5 et 2.5 m : Perméabilité : K = 7.5 x 10 ⁻⁶ m/s K = 27 mm/h
2.5		
2.5	Argiles sableuses beiges + galets	

Essai réalisé
entre 1.5 et 2.5 m :

Perméabilité :
K = 7.5×10^{-6} m/s
K = 27 mm/h

ARRET à 2.5 m/TN actuel

Profondeur (m/TN actuel)	Nature	Essai d'infiltration	
0	Limons brun-noir mous		
0.3			
0.5			
1.0			
1.2			
1.5	Argiles brun-noir peu fermes voire molles + cailloutis		
1.6			
1.5	Argiles + galets par passages		
1.6			
2.0	Sables graveleux +/- argileux gris-beige	Essai réalisé entre 1.6 et 2.5 m : Perméabilité : K = 5.5 x 10 ⁻⁶ m/s K = 20 mm/h	
2.1			
2.5	Argiles beiges		

ARRET à 2.5 m/TN actuel

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.3	
0.5	
0.9	Argiles beiges humides peu fermes
1.0	
1.3	
1.5	Argiles beige-vert-gris plastiques à nodules calcaires humides collantes et moyennement fermes
1.9	
2.0	
2.5	Argiles marneuses vert-foncé-gris à traces ocre humides moyennement fermes à fermes
3.0	
3.1	

ARRET à 3.1 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.4	
0.5	
1.0	Argiles limoneuses noires peu fermes
1.2	
1.5	
1.6	Argiles +/- sablo-graveleuses beige-foncé
2.0	
2.4	
2.5	Sables grossiers propres beige-foncé à quelques graves moyennement denses
2.6	
	Banc calcaire blanc-beige humide compact

REFUS à 2.6 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale noire argilo-limoneuse
0.4	
0.5	
1.0	Idem non végétalisé peu fermes
1.5	
2.0	
2.5	Argiles marneuses (limite calcaireuses) blanc-beige peu collantes +/- humides moyennement fermes
3.0	
3.2	

ARRET à 3.2 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale noire
0.4	
0.5	
1.0	Argiles limoneuses noires peu fermes
1.5	
2.0	
2.5	Graves à matrice sablo-limoneuses beige-foncé-blanc, moyennement denses
3.0	
3.2	

ARRET à 3.2 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale noire
0.4	
0.5	
1.0	Argiles limoneuses noires peu fermes
1.4	
1.5	
2.0	Argiles +/- sableuses blanches à pas ou très peu de graves, +/- humides et peu fermes
2.1	
2.5	
2.6	Argiles +/- marneuses (aspect presque calcaireux) blanches moyennement fermes
2.7	
	Passage calcaire compact

REFUS à 2.7 m/TN actuel sur un banc marno-calcaire – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale argilo-limoneuse noire à galets
0.4	
0.5	Argiles limoneuses noires peu fermes
1.0	
1.3	
1.5	Graves à matrice argilo-sableuse blanche, denses
1.6	
2.0	Sables quasi-propres beige-foncé à grosses graves, humides moyennement denses à denses
2.5	
3.0	Argiles marneuses gris-foncé puis beiges humides moyennement fermes
3.3	

ARRET à 3.3 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale avec peu de galets + limons argileux noirs
0.5	
0.8	
1.0	Galets à matrice argileuse et +/- sableuse blanche, ensemble ferme
1.3	
1.5	
1.8	Sables grossiers propres et humides
2.0	
2.5	
3.0	Argiles vertes à traces ocres humides plastiques et moyennement fermes
3.2	
	Argiles marneuses gris-ocre-clair humides moyennement fermes à fermes

ARRET à 3.2 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois (hors profil dans les blocs)

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale à galets
0.3	
0.5	Graves/galets (2/25 cm) à matrice argileuse kaki moyennement denses
0.7	
1.0	Argiles vert-clair-beige collantes et plastiques à nodules blancs calcaires peu fermes
1.2	
1.5	Argiles plastiques vert-beige +/- collantes moyennement fermes
2.0	
2.5	
3.0	
3.2	Argiles marneuses ou indurées vert-gris-foncé humides moyennement fermes

ARRET à 3.2 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale à galets
0.4	
0.5	
0.7	Argiles beige-vert peu collantes peu fermes
1.0	
1.4	Argiles vert-ocre-beige très plastiques et collantes à nodules blancs calcaires peu à moyennement fermes
1.5	
2.0	Argiles +/- marneuses beiges sèches moyennement fermes
2.5	
3.0	
3.2	Argiles marneuses gris-foncé à quelques traces ocres humides moyennement fermes

ARRET à 3.2 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale argilo-limoneuse noire
0.4	
0.5	Argiles limoneuses noires peu fermes
1.0	Argiles sableuses grossières à graves beige-foncé peu à moyennement fermes
1.5	
1.6	
2.0	Argiles limoneuses beige-foncé +/- humides peu fermes
2.5	
2.7	
3.0	Sables grossiers graveleux propres beige-foncé humides denses
3.5	

ARRET à 3.5 m/TN actuel – Pas d'eau – Bonne tenue des parois

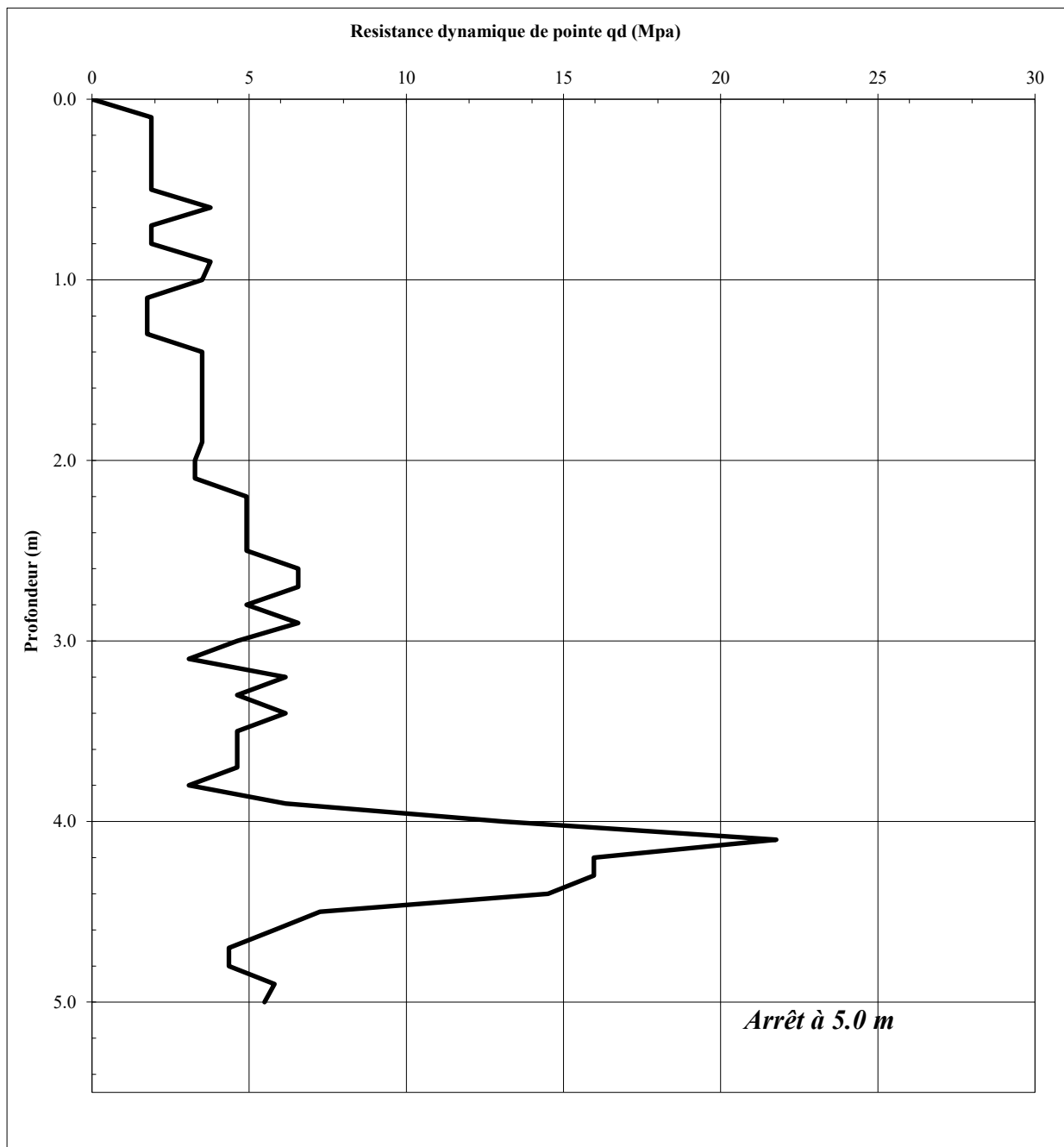
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE

Altitude :
360.3 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0

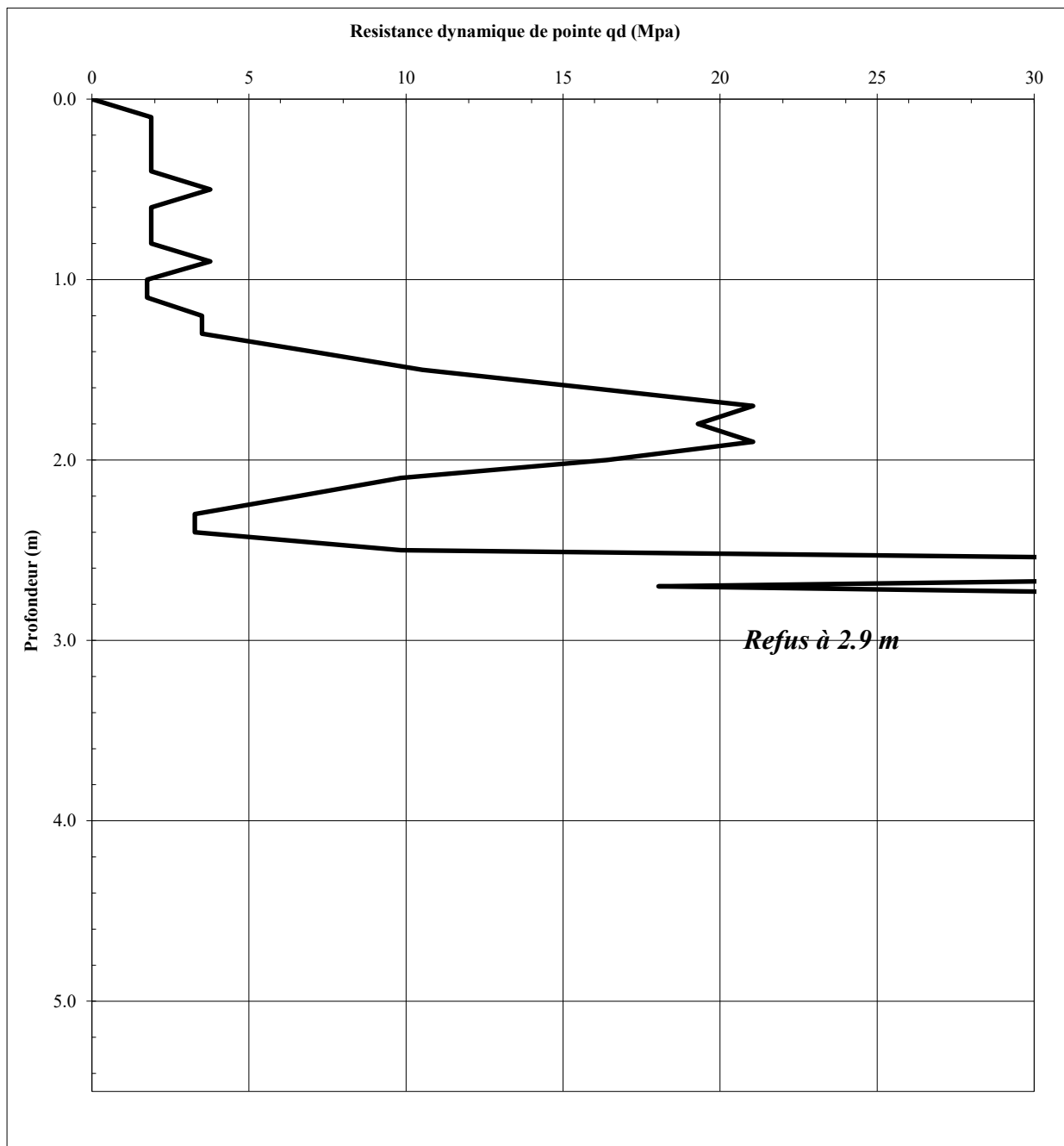
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE

Altitude :
356.2 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm2) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



Essai de pénétration dynamique

N° **P3**

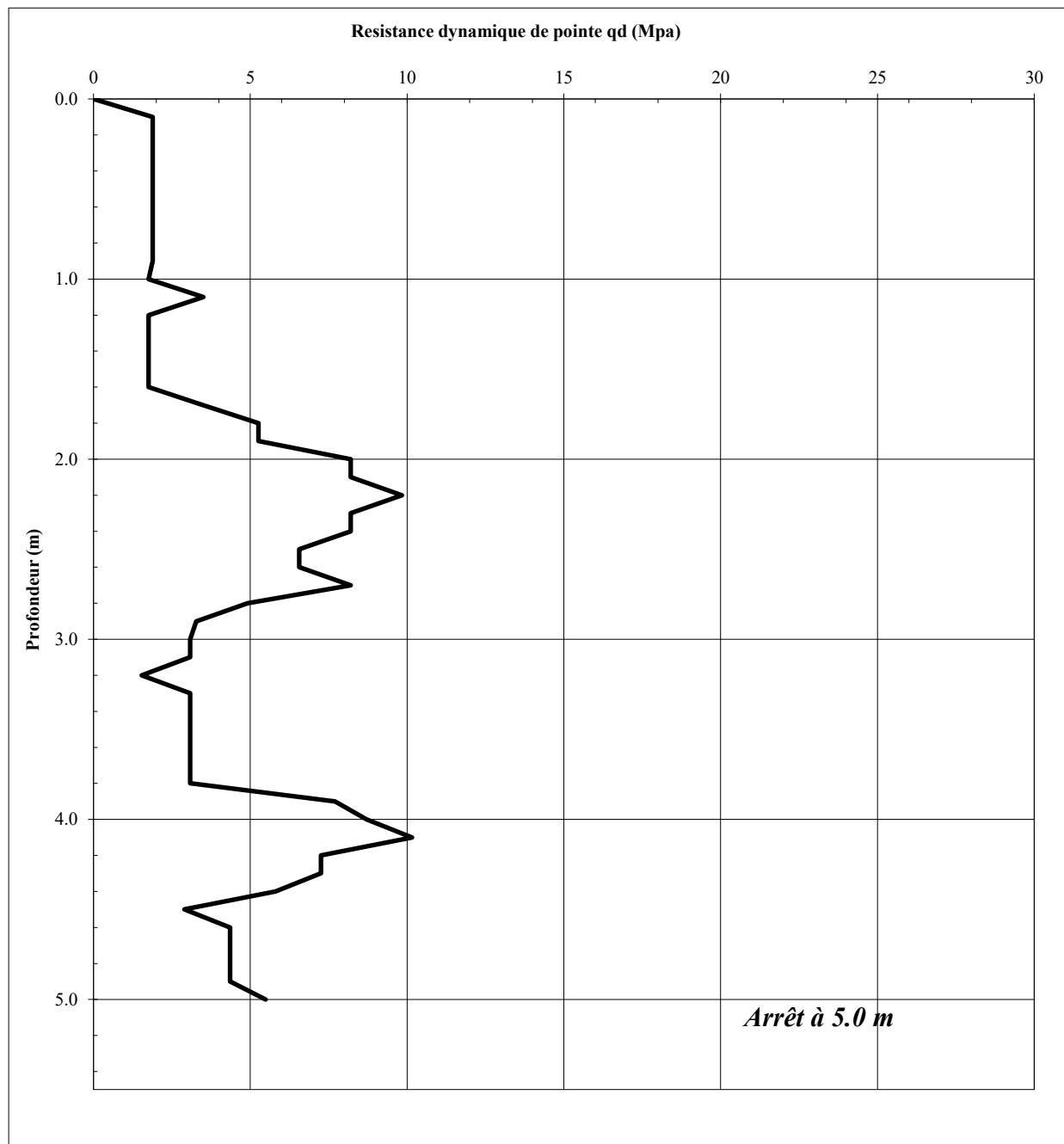
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
355.2 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0

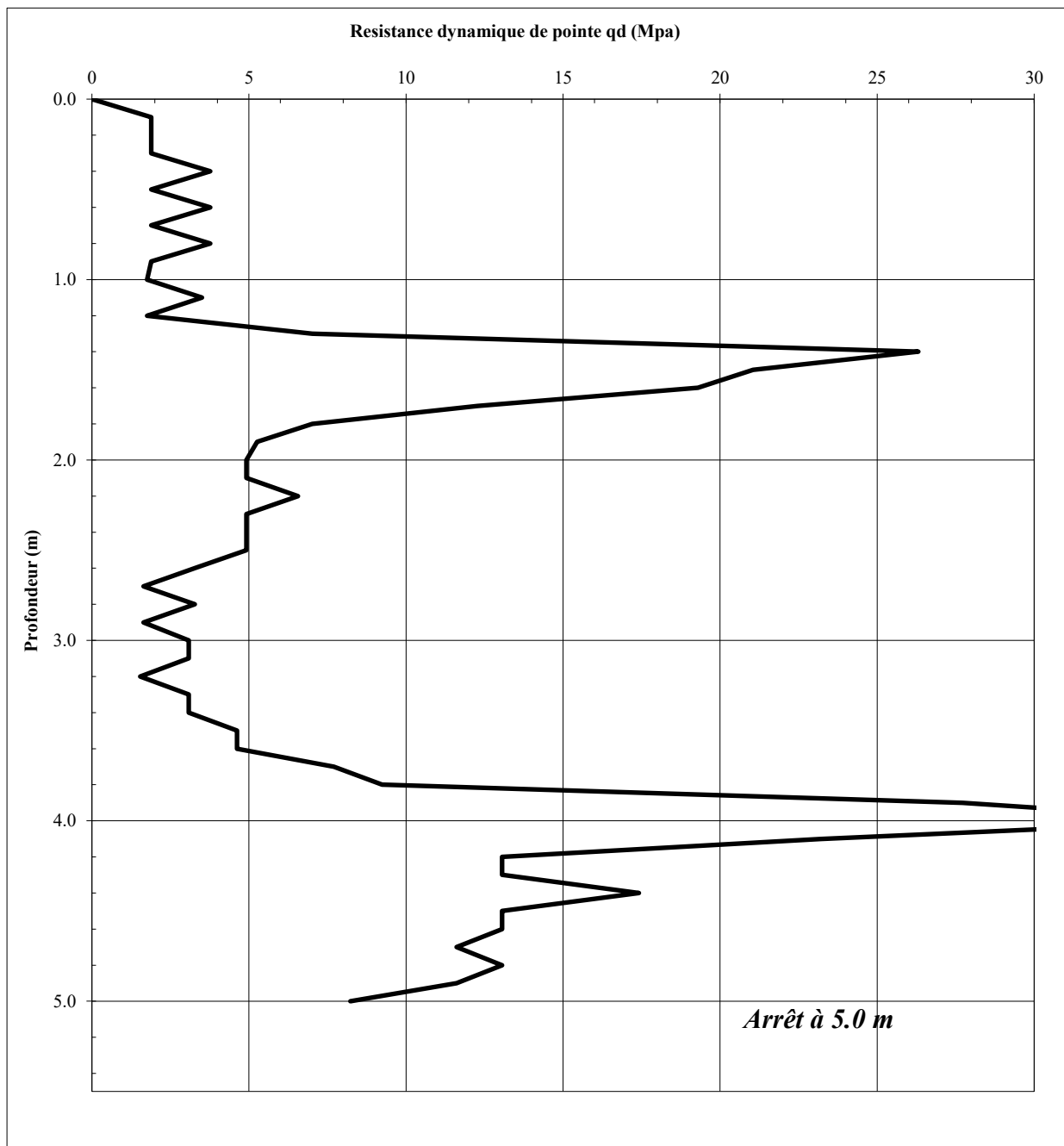
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE

Altitude :
355.5 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



Essai de pénétration dynamique

N° **P5**

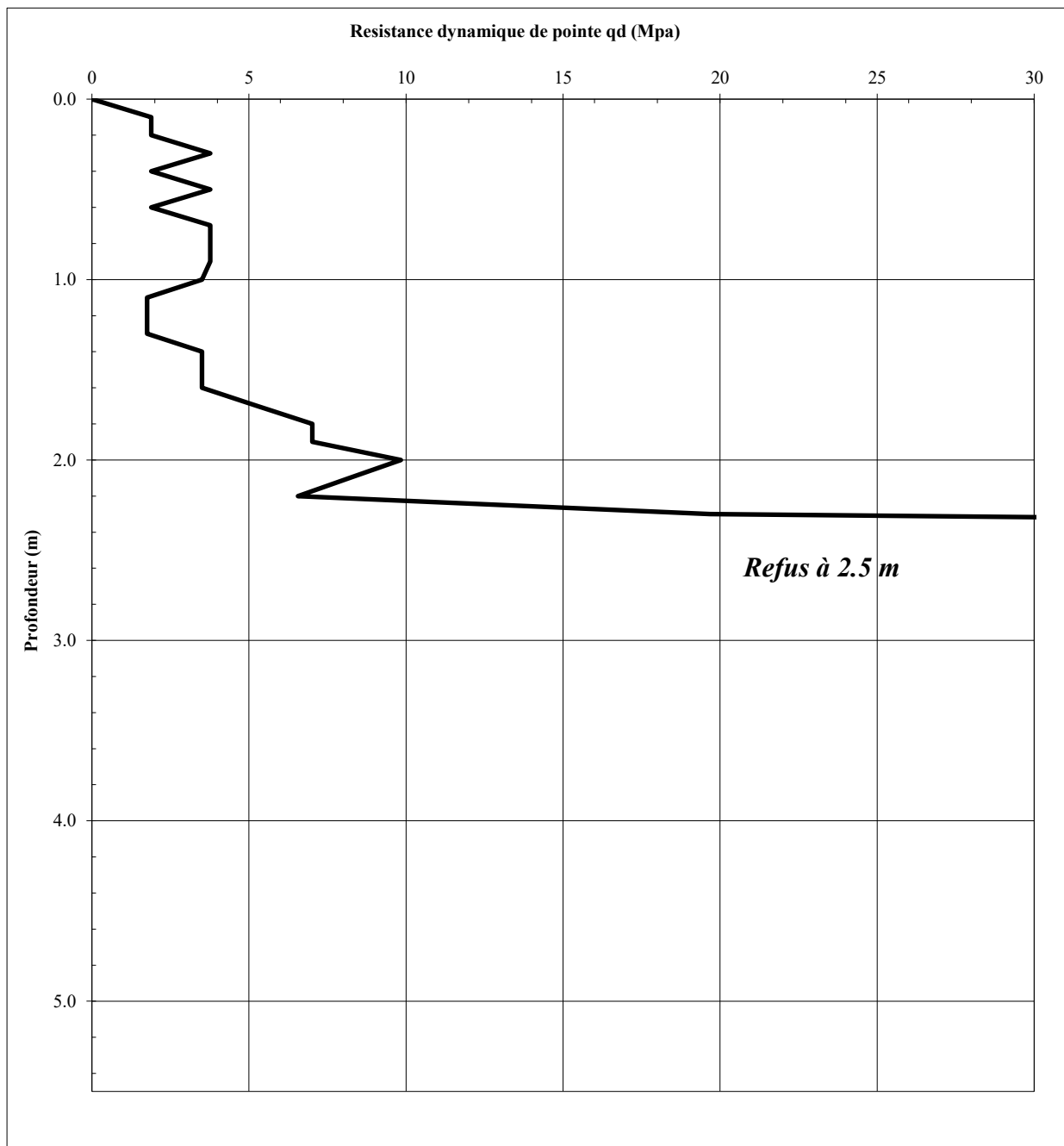
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
355.2 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0

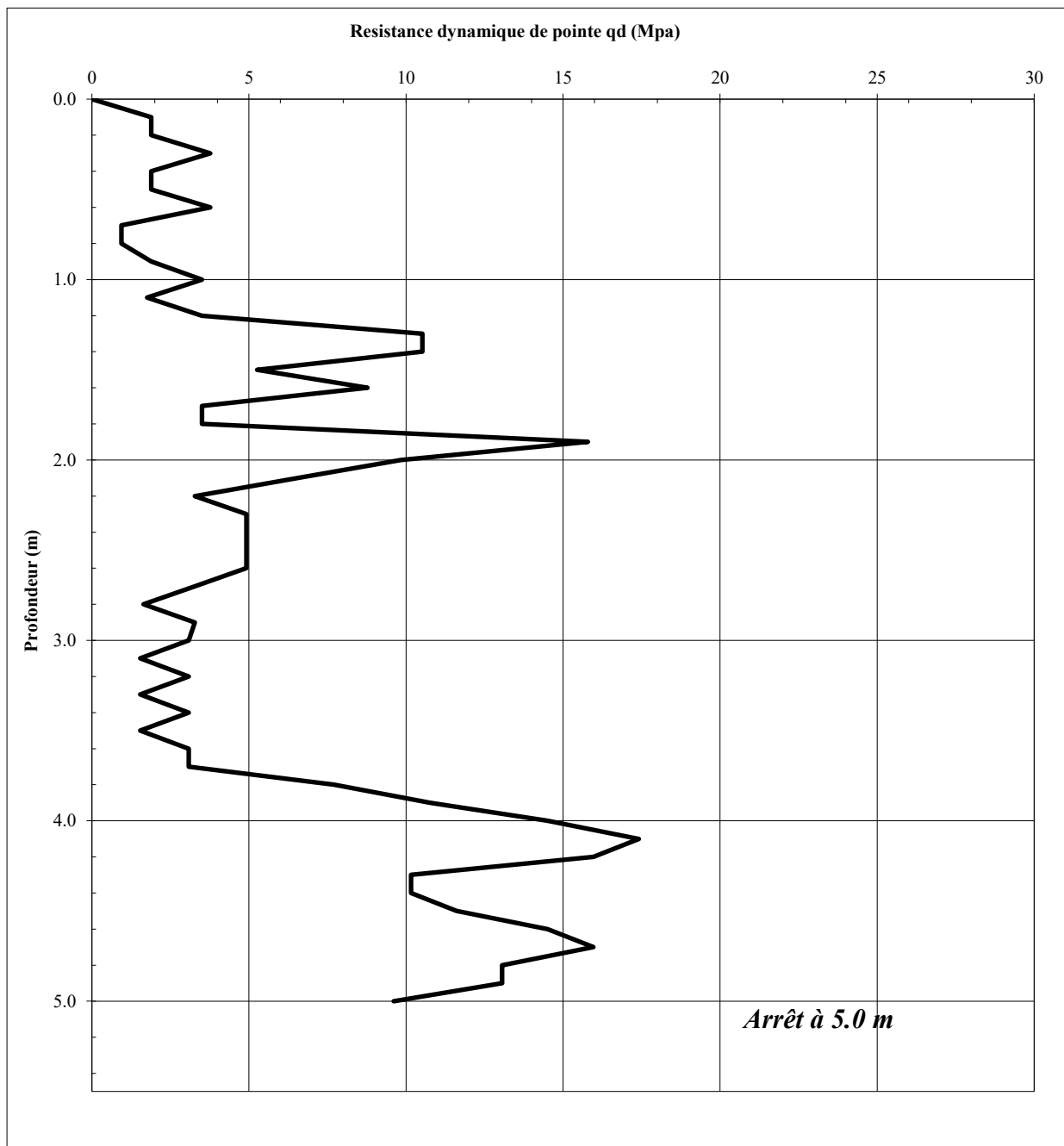
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
356.3 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



Essai de pénétration dynamique

N° **P7**

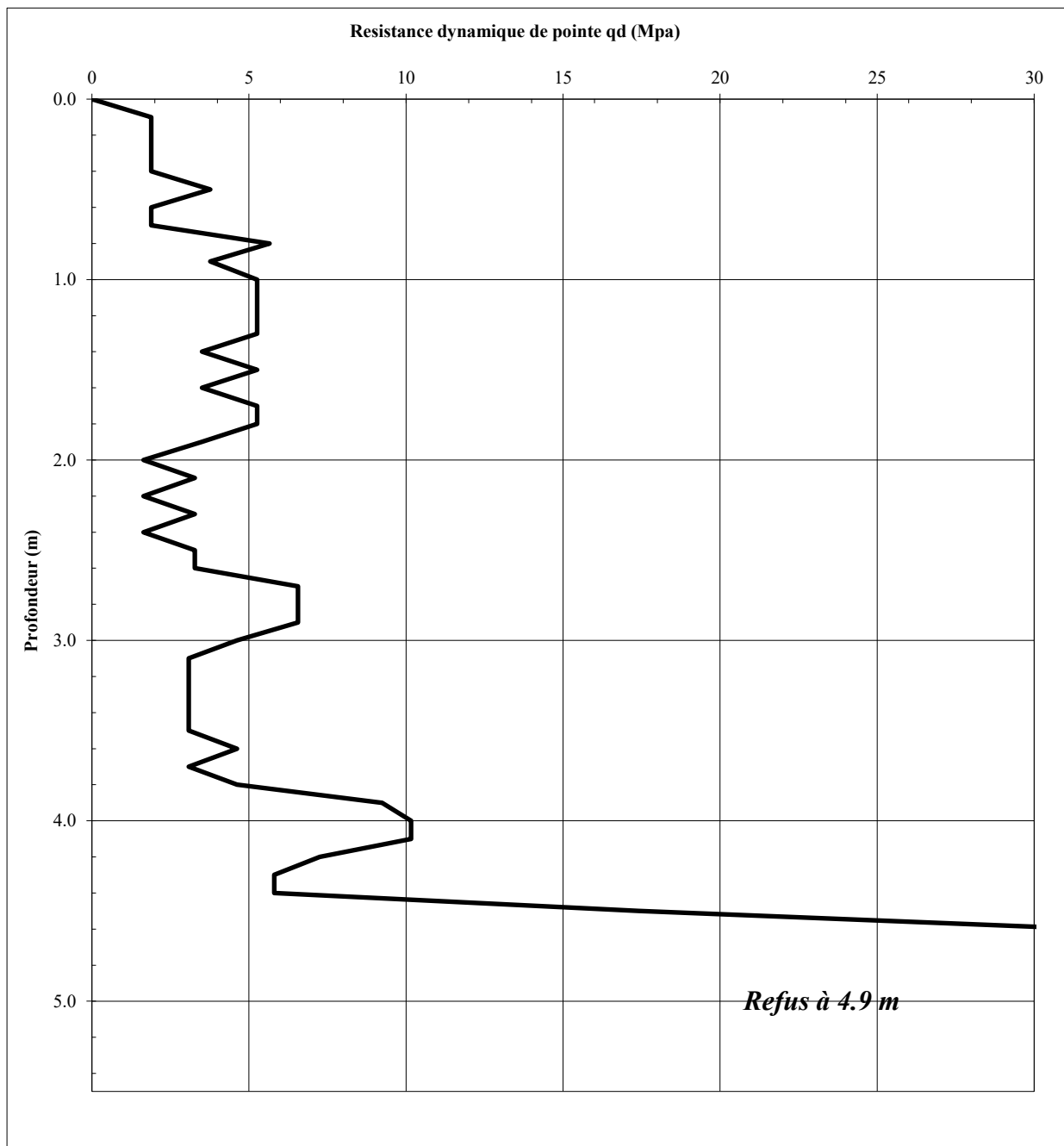
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
358.8 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0

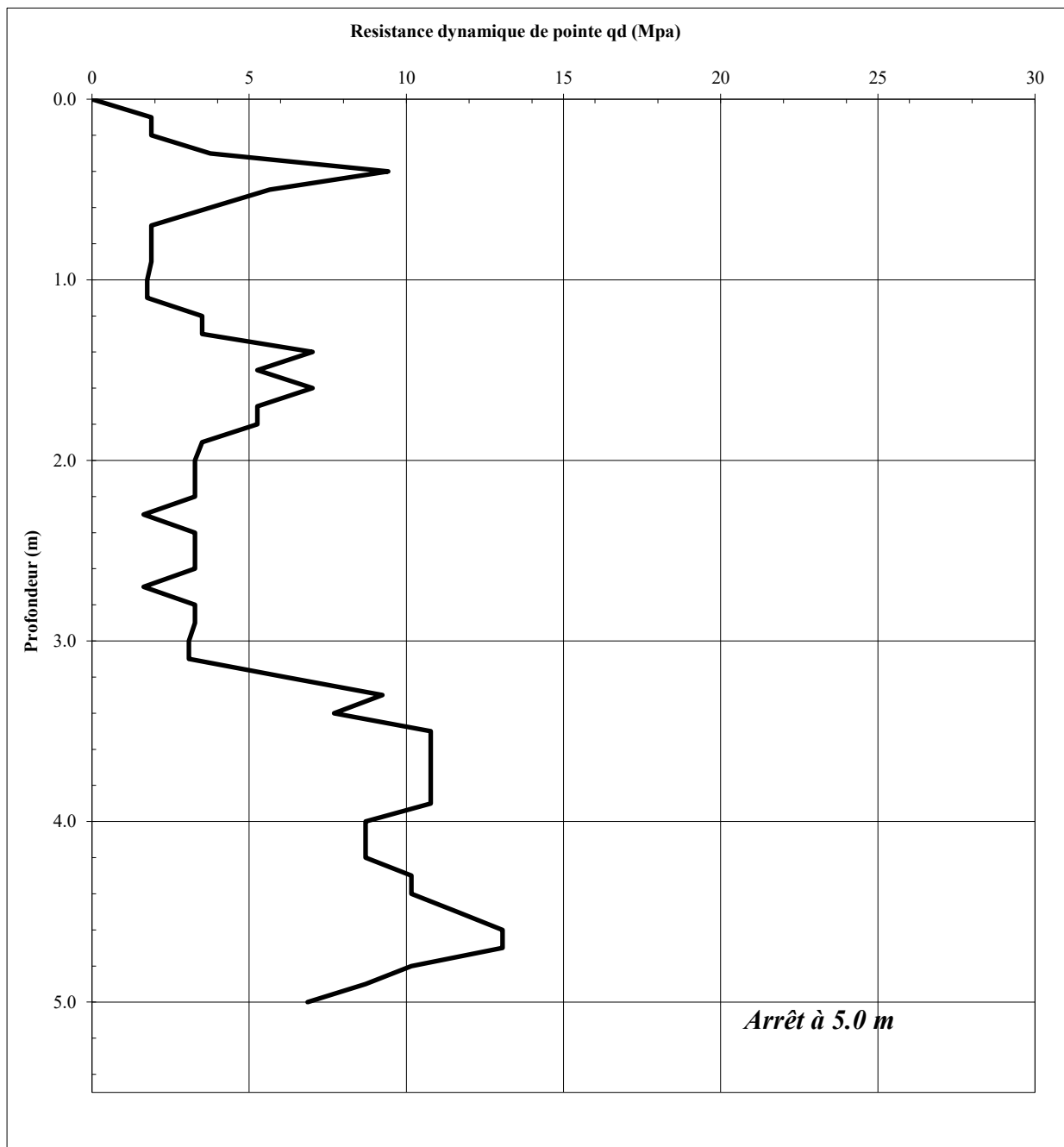
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
362.2 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



Essai de pénétration dynamique

N° **P9**

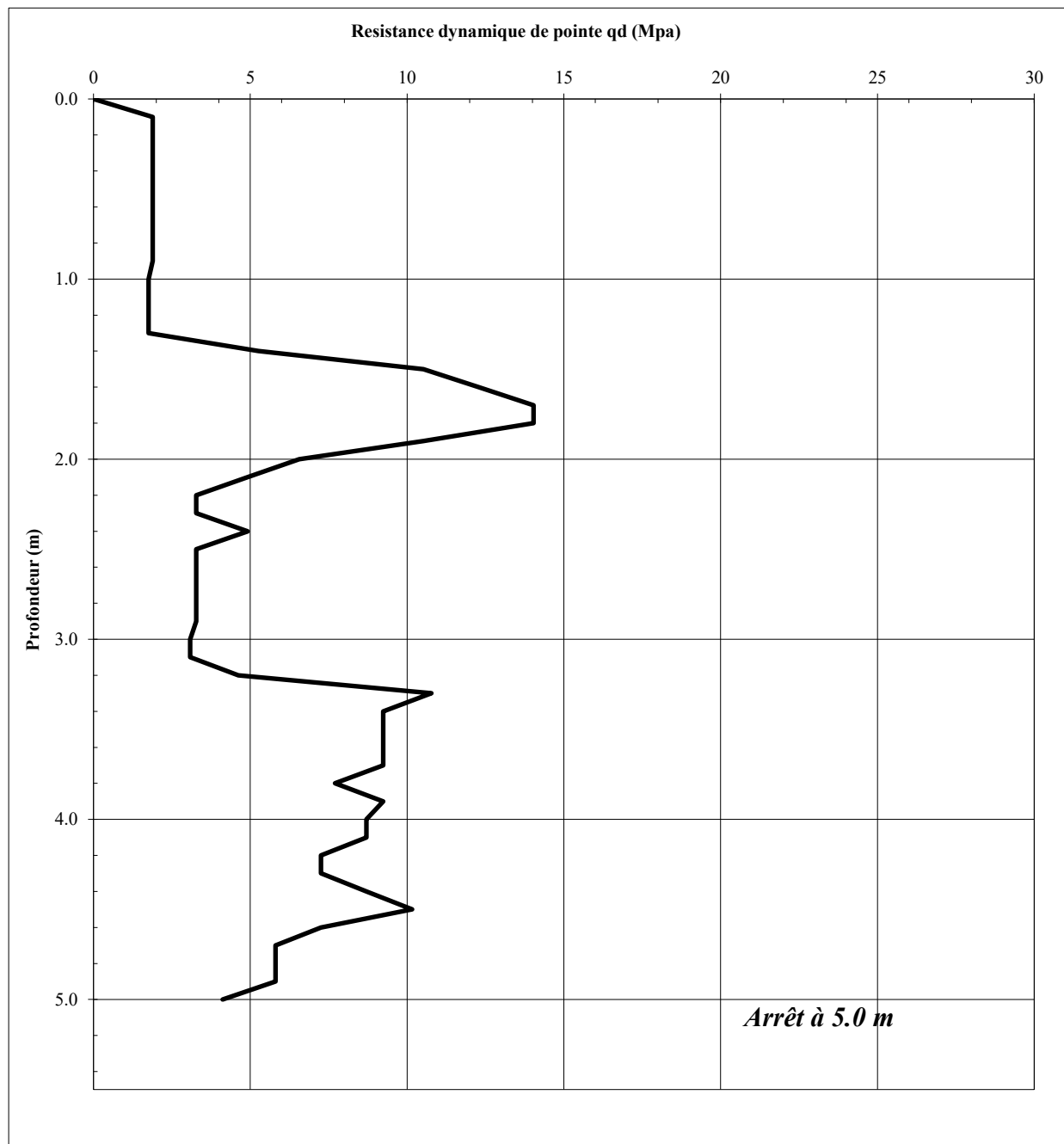
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
361.4 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



Essai de pénétration dynamique

N° **P10**

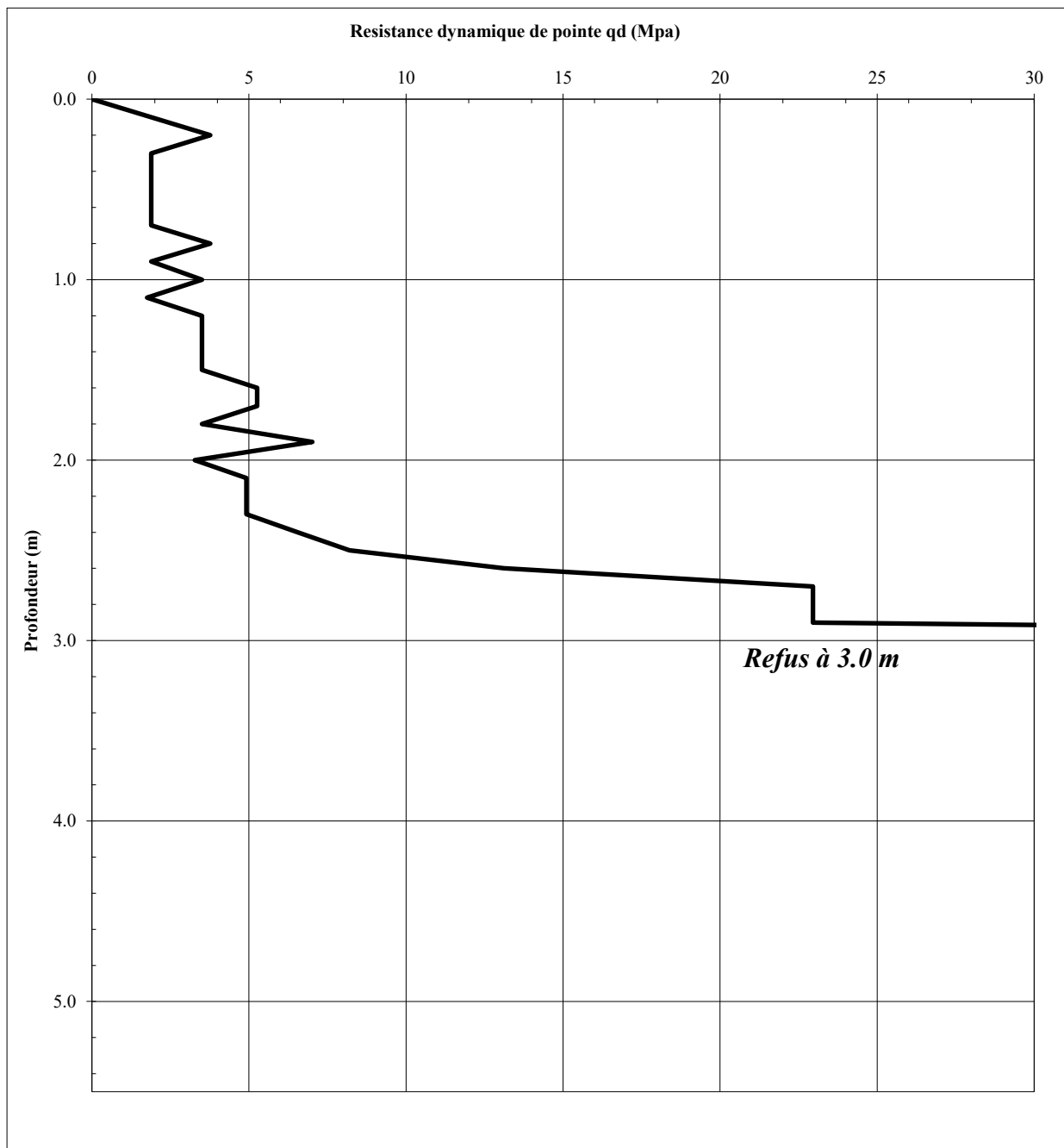
Date :
14/11/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.538

Affaire :
**PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE
RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE**

Altitude :
357.3 NGF



Masse du mouton (kg): 63.5
hauteur de chute (m) : 0.75
Section pointe (cm²) : 20.0

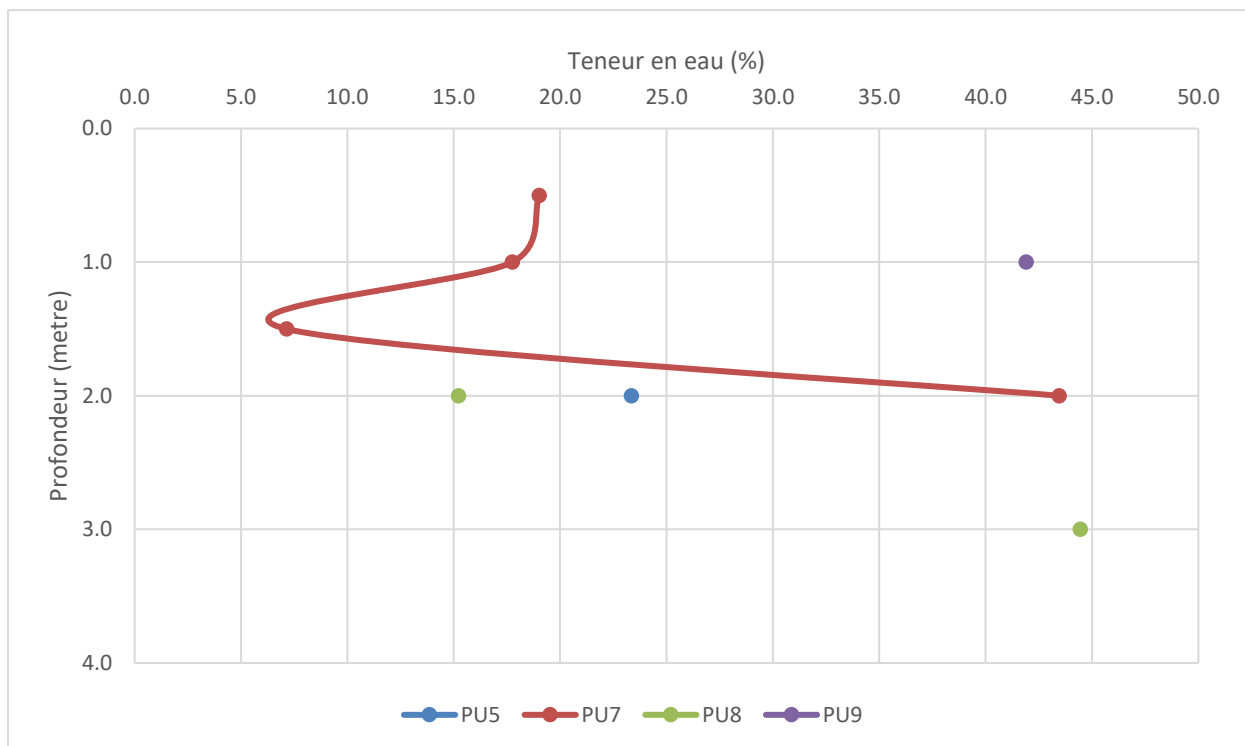
Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0



RESULTATS DES ESSAIS
EN LABORATOIRE

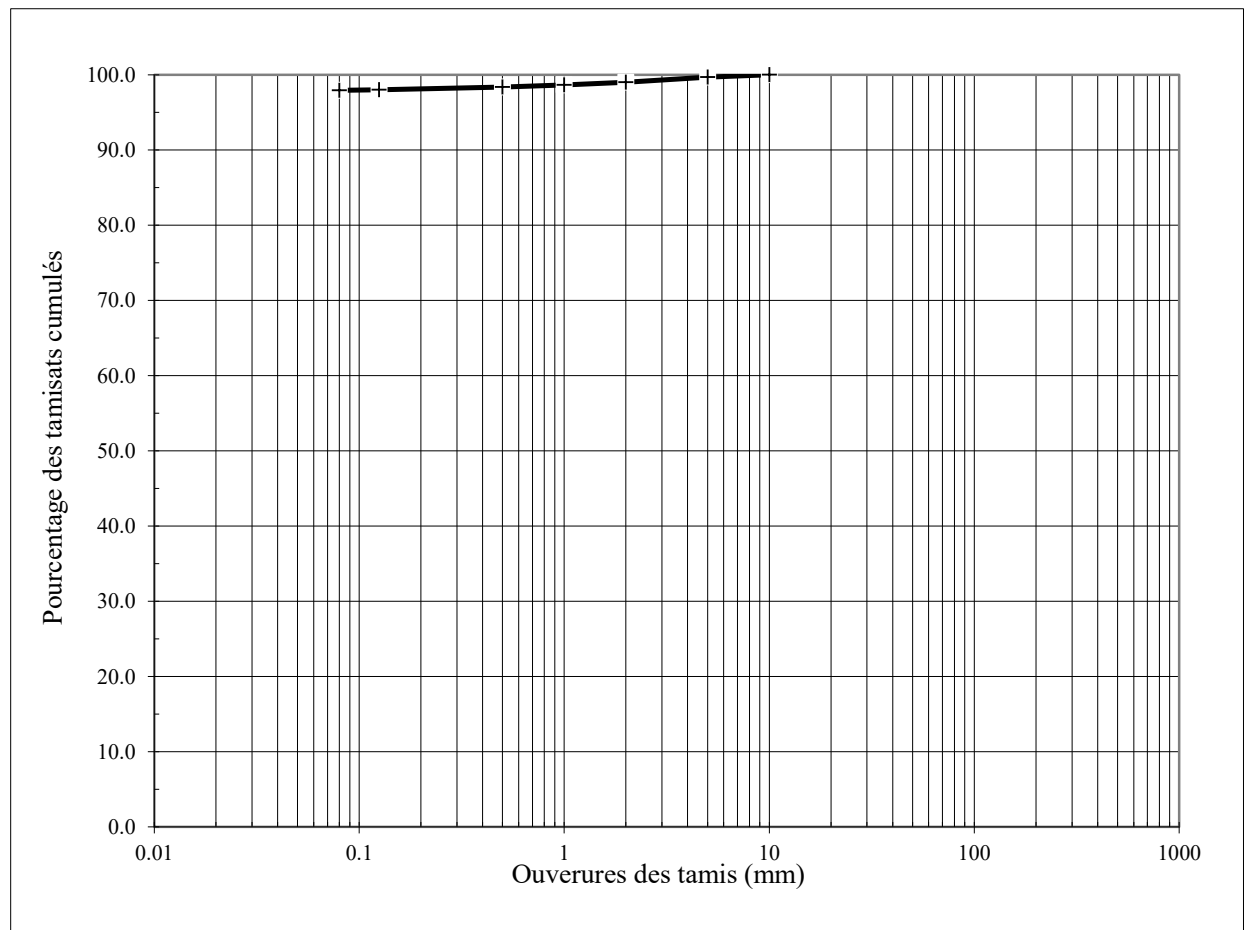
Profils Hydriques :

Profondeur /m	PU5	PU7	PU8	PU9
0.5		19.0		
1.0		17.8		41.9
1.5		7.1		
2.0	23.4	43.5	15.2	
2.5				
3.0			44.4	



	Analyse Granulométrique	
	<u>Date essai</u> 17/11/2025	<u>N° de dossier</u> A25.11.538
Affaire : PROJET LOTISSEMENT FONTENILLE RUE DU 11 NOVEMBRE LE CENDRE		

Provenance : PU9 à 1.0 m	VB : 13.3	W% : 41.9 %
Nature : Argiles		
Prélévé par : ALPHA BTP	IPI : 3.9	GTR : A4



Tamis	% passants
100	100.0
80	100.0
50	100.0
40	100.0
31.5	100.0
25	100.0
10	100.0
5	99.7
2	99.0
1	98.6
0.5	98.4
0.125	98.0
0.08	97.9



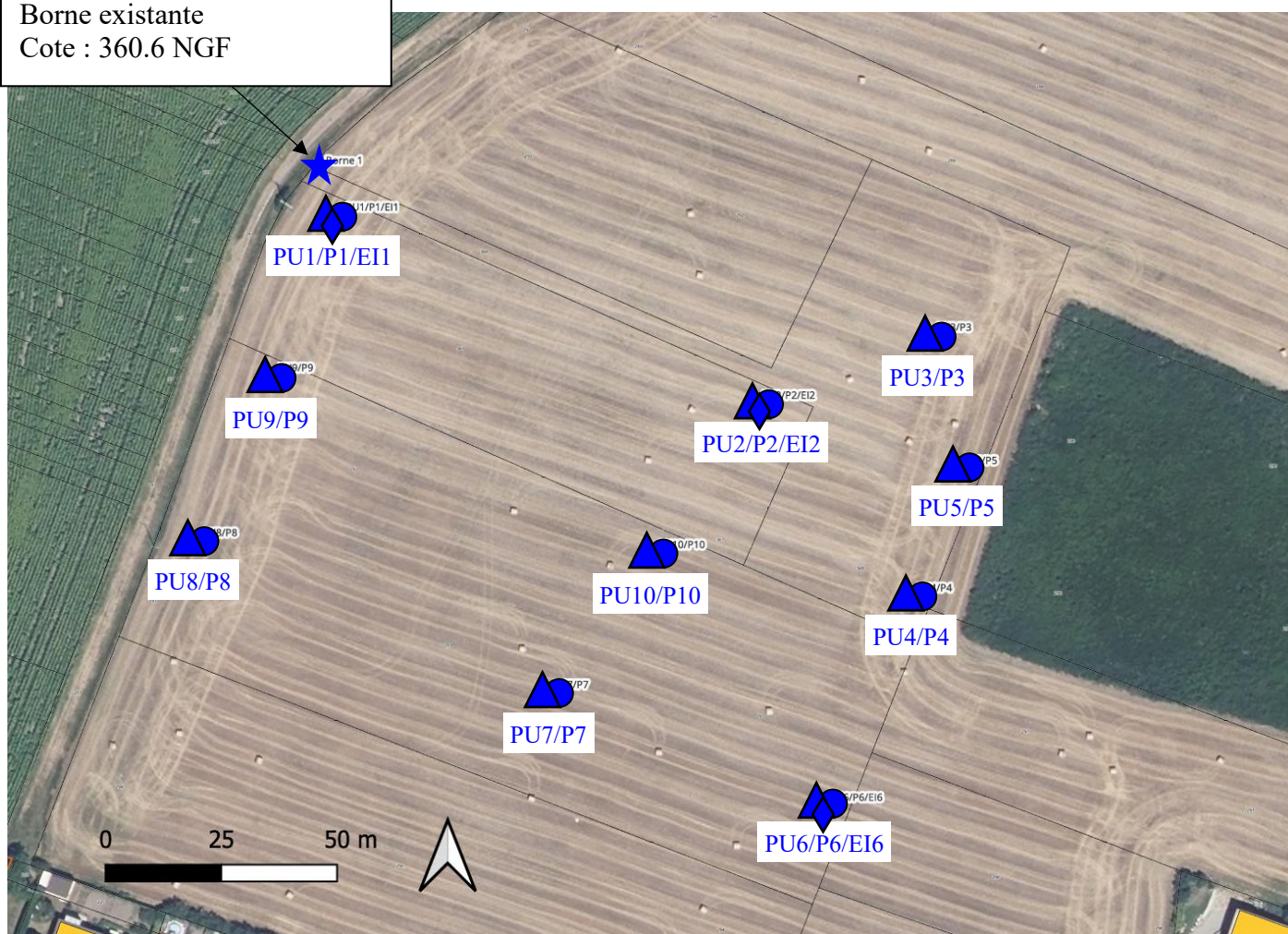
SCHEMA D'IMPLANTATION

- Sondage au pénétromètre dynamique (P)
- ▲ Sondage à la pelle (PU)
- ◆ Essai d'infiltration (EI)

Novembre 2025

Échelle : sans

Repère topographique
 Borne existante
 Cote : 360.6 NGF



PROJET DE LOTISSEMENT LA FONTENILLE LE CENDRE



Etude géotechnique préalable Phase Principes Généraux de Construction Rapport

Alpha BTP
Parc d'activités du Cheix
12, rue Enrico-Fermi
63540 ROMAGNAT
Tél. 04 73 26 86 63 - Fax 04 73 28 06 47
Mail : contact@alphabtp.fr

ALPHA BTP NORD
RCS CLERMONT-FERRAND B 420 094 625
SIREN : 420 094 625 - SIRET : 420 094 625 00043
Code APE : 7112 B - N°TVA intracommunautaire : FR38 420 094 625

AX20.11.117.a/I



MAITRE D'OUVRAGE

URBASITE

20 RUE JEAN CLARET

63000 CLERMONT-FERRAND

Etude géotechnique préalable

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

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 28 pages comprenant :
 - l'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 novembre 2013)
 - les coupes des sondages à la pelle
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - les résultats des essais en laboratoire
 - le plan d'implantation des sondages

Affaire : PROJET DE LOTISSEMENT LA FONTENILLE LE CENDRE	Date : 15/01/21	
N° dossier : AX20.11.117	Indice : a	
Agence de ROMAGNAT, la chargée d'étude	A. IGONIN	
Contrôle interne	L. SANZELLE	

Sommaire

1 – CADRE DE L'ETUDE	6
1.1 - GENERALITES.....	6
1.2 - MISSION.....	6
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS.....	7
1.4 - NORMES ET REGLES DE PRE-DIMENSIONNEMENT UTILISEES	7
2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET	8
2.1 - DESCRIPTION DU PROJET	8
2.2 - SURCHARGES APORTEES PAR LES OUVRAGES	8
2.3 - CHAUSSEES	8
2.4 - DESCRIPTION DU SITE.....	9
2.5 - AMENAGEMENTS EXTERIEURS/OUVRAGES ANNEXES	9
2.6 - GEOLOGIE LOCALE.....	10
2.7 - CONTEXTE SISMIQUE	11
2.8 - RISQUES SECHERESSE	11
2.9 – RISQUE RADON	12
2.10 - RISQUES INONDATION.....	13
2.11 – RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	13
2.12 – RISQUE CAVITES SOUTERRAINES.....	13
2.13 - AVOISINANTS.....	14
3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS	14
3.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	14
3.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE	15
4 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	15
4.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	15
4.2 - ESSAIS DE LABORATOIRE	15
5 – SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS	16
5.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE	16
5.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE.....	17
5.3 - RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE.....	18
5.4 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE	20
5.5 - MESURES DE PERMEABILITE.....	20
5.6 - AVOISINANTS.....	21
6 – PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION DES OUVRAGES AU CONEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE.....	22
7 – TERRASSEMENTS	24
7.1 - DEBLAI	24
7.2 - REMBLAI.....	26
7.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	26
8 – DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION DES FONDATIONS. 28	28
9 – PRINCIPE DE DALLAGE	29
9.1 - TYPE DE DALLAGES.....	29
10 – DRAINAGE.....	29
11 – VOIRIE.....	30

11.1 - GENERALITES.....	30
11.2 - VOIRIE « LEGERE ».....	30
11.3 - OBSERVATIONS.....	31
12 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L’EAU DES SOLS	32
13 – CONCLUSIONS	34



1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet d'aménagement d'un lotissement sur la commune de LE CENDRE.

Elle est réalisée à la demande et pour le compte de la société URBASITE représentée par M. MASSONNEAU.

Elle fait suite à notre devis du 09/11/2020 et à la commande du 09/11/2020.

1.2 - 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) jusqu'à 4/5 m maxi/TN ou au refus ;
- de définir les principes de fondations a priori envisageables pour des constructions individuelles (hors pré-dimensionnement et hors fondations profondes) ;
- de définir les principes de réalisation des dallages (hors pré-dimensionnement de leur couche de fondation) ;
- de proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse et de fouilles de fondations (en fonction notamment de la tenue des formations) ;
- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- d'effectuer le prédimensionnement des voiries à partir de la méthode du fascicule SETRA « chaussées à faible trafic » ;
- d'évaluer la perméabilité des sols superficiels au droit des zones investiguées ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis-à-vis des conditions sismiques du site ;
- d'indiquer les risques géotechniques du site ;
- de définir les missions géotechniques nécessaires, le cas échéant, à l'élaboration du projet (mission G2 AVP).

A partir des définitions de la norme NFP 94.500 de novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G1 ES + G1 PGC (étude géotechnique préalable - phase Principe Généraux de Construction) pour les bâtiments et G2 AVP (étude géotechnique de conception - phase Avant-Projet) hors première approche des quantités pour les voiries.

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

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

Cette mission devra **impérativement** être suivie des missions G2 AVP dédiées pour les projets de villas ou de bâtiments.

1.3 - Documents fournis

Aucun document ne nous a été communiqué dans le cadre de la présente étude hormis le plan cadastral.

1.4 - Normes et règles de pré-dimensionnement utilisées

- Norme NFP 94.500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
- Guide de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA)
- Catalogue des structures types de chaussées neuves (SETRA)
- D.T.U. 13.3 dallages
- Eurocode 7 – Calcul Géotechnique – Norme NFP 94.251-1
- D.T.U. 13.2 fondations profondes et Eurocode 7 – Norme NFP 94.262
- D.T.U. 13.12 fondations superficielles et Eurocode 7 – Norme NFP 94.261
- Normes AFNOR concernant les différents essais de reconnaissance et en laboratoire (sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115, ...)

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 7 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	---------------

2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

2.1 - Description du projet

Le projet prévoit la réalisation d'un lotissement sur les parcelles référencées AK 288 et 289 de la commune de LE CENDRE.

Aucune information ne nous a été communiquée quant à la répartition et au nombre de lots ou de voiries.

Par ailleurs, aucune information n'est disponible à ce jour sur la définition des futurs ouvrages (implantations, calages altimétriques, descentes de charges, ...).

2.2 - Surcharges apportées par les ouvrages

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.

2.3 - Chaussées

Les trafics estimés sont les suivants :

- Chaussées légères : $\approx 1 \text{ PL} + \leq 100 \text{ VL/jour/sens}$ ➔ à vérifier par la Maîtrise d'Œuvre pour valider/adapter le pré-dimensionnement fourni dans le présent rapport

2.4 - Description du site

Lors de notre intervention, le site se présentait sous la forme d'un terrain cultivé, récemment labouré et semé.

Il était normalement accessible et présentait une légère pente, de l'ordre de 2 à 5 %, en direction de l'Est.

Selon la carte IGN, l'altitude du terrain au droit du projet était de l'ordre de 351 NGF à 358 NGF.

Nota : en l'absence de plan topographique, l'altitude de référence 100,0 NI permettant le relevé des sondages a été prise égale à celle du pied de l'angle du muret de clôture de l'une des propriétés situées à l'Est du terrain (voir schéma d'implantation annexé). **Ces altitudes ne sont pas rattachées au NGF $\Rightarrow$ à rattacher impérativement au NGF par un géomètre lors de l'élaboration du plan topographique.**

2.5 - Aménagements extérieurs/ouvrages annexes

Le projet peut éventuellement comporter des aménagements extérieurs (voiries, parkings, ...) et des ouvrages annexes (soutènements, ...) $\rightarrow$ études géotechniques hors mission (ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés).

2.6 - Géologie locale

Au droit du projet et en référence à la carte géologique au 1/50000^{ème} du secteur, le substratum est constitué de marno-calcaires de l'Oligocène. Il est surmonté par des altérations de même origine, par des colluvions argilo-sableuses et par des alluvions de l'Auzon.



Notons les risques spécifiques liés à :

- à la **sensibilité hydrique des sols argileux** superficiels probablement présents,
- à l'**hétérogénéité lithologique** du site compte tenu du contexte colluvial/alluvial,
- à la présence possible de zones ayant fait (ou devant faire) l'objet de **fouilles archéologiques**. Ces fouilles correspondent à des zones non répertoriées pouvant présenter des **surépaisseurs de formations remaniées/remblayées** de faibles caractéristiques mécaniques → le cas échéant un plan détaillé de localisation des fouilles archéologiques devra être fourni pour une meilleure appréhension des risques liés aux excavations (surprofondeurs de fondations, éboulement, ...),
- à la présence éventuelle de polluants naturels ou anthropiques dans les sols et/ou dans la nappe ⇒ diagnostic hors mission à prévoir le cas échéant,
- ...

2.7 - Contexte sismique

D'un point de vue sismique et selon les Eurocodes 8, on retiendra :

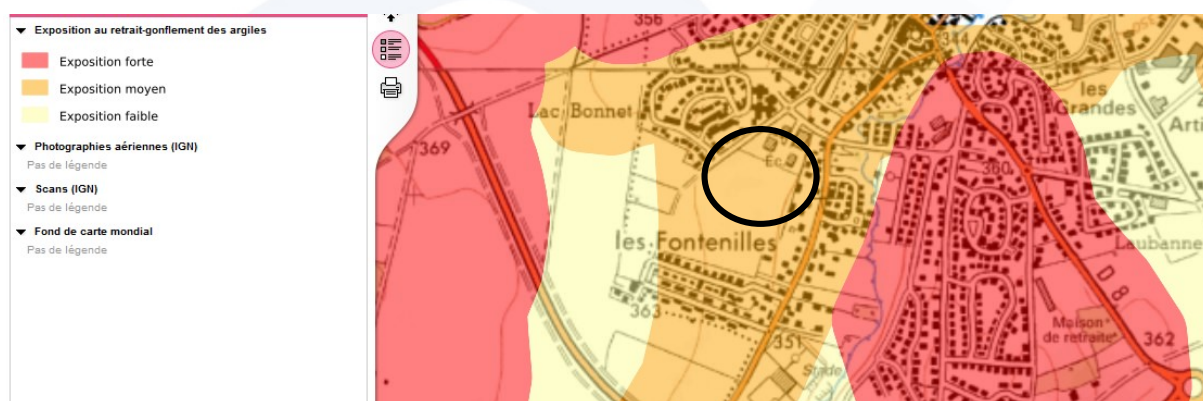
- Secteur classé en zone de sismicité n°3 ;
- Terrain classé en site « S1 » et sol d'ancrage des fondations de catégorie « b », non liquéfiable (PS 92) ;
- Catégorie des bâtiments : II a priori ;
- Coefficient d'importance : $\gamma_1 = 1.0$ a priori ;
- Classification du sol : « C » à « B » ;
- Paramètre S : 1.35 à 1.50 ;
- Accélération du sol : $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$.

A vérifier/valider par
la Maîtrise d'Œuvre

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

2.8 - Risques sécheresse

D'après la cartographie de risques établie par le BRGM, la parcelle du projet est située en zone **d'aléa moyen** vis-à-vis du risque « retrait/gonflement des argiles ».



Rappelons également que la commune a déjà fait l'objet de 9 classements en « catastrophe naturelle sécheresse » :

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
63PREF19920002	01/05/1989	31/08/1991	14/01/1992	05/02/1992

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 8

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
63PREF20200157	01/01/2019	30/09/2019	28/07/2020	03/09/2020
63PREF20190069	01/07/2018	30/09/2018	16/07/2019	09/08/2019
63PREF20170023	01/01/2016	31/03/2016	25/07/2017	01/09/2017
63PREF20040172	01/01/2002	31/12/2002	25/08/2004	26/08/2004
63PREF20020009	01/01/2000	30/09/2001	01/08/2002	22/08/2002
63PREF20000027	01/01/1999	31/12/1999	27/12/2000	29/12/2000
63PREF19990006	01/12/1995	31/12/1998	16/04/1999	02/05/1999
63PREF19970003	01/09/1991	30/11/1996	19/09/1997	11/10/1997

Le site doit donc être considéré comme présentant des **risques importants à très importants vis-à-vis de la sensibilité à l'eau des sols argileux superficiels.**

2.9 – Risque Radon

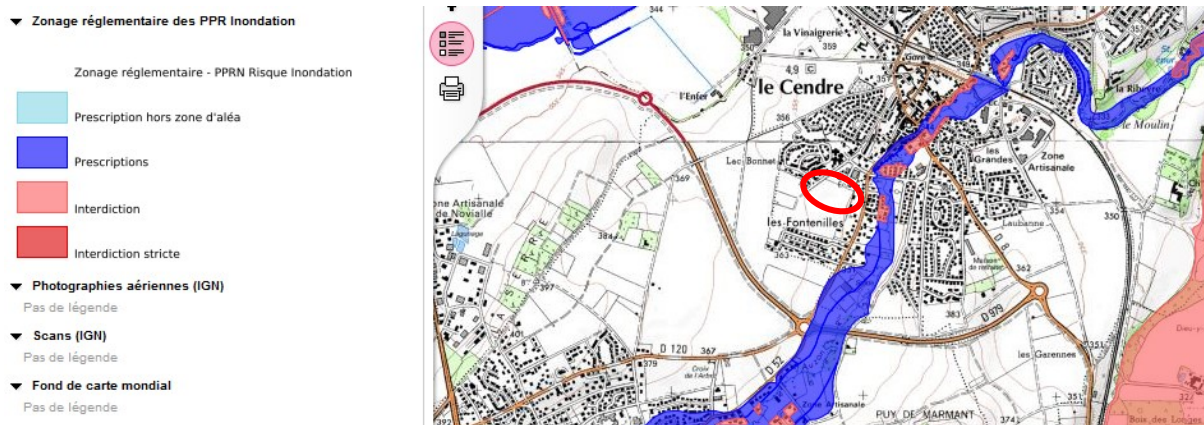
D'après la cartographie de risques établie par l'IRSN, la parcelle du projet est en zone de **potentiel radon de catégorie 1, faible.**



2.10 - Risques inondation

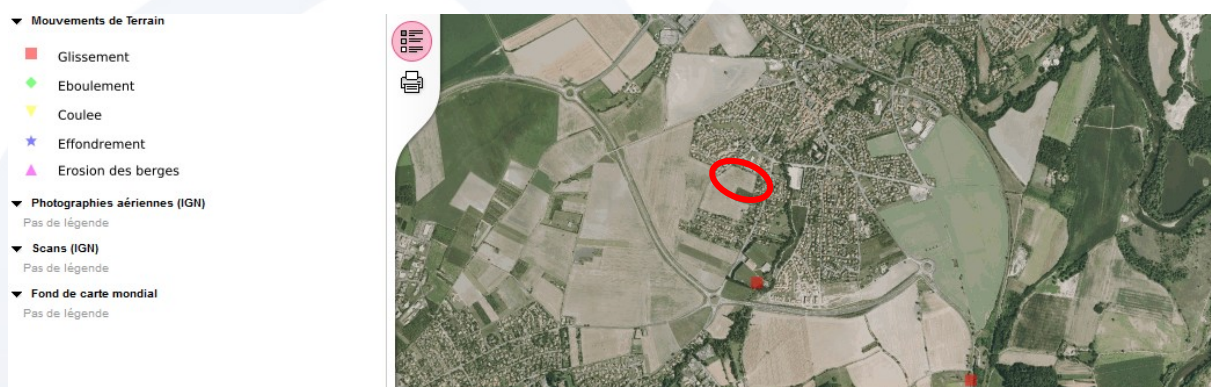
La commune de LE CENDRE n'est pas un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) mais présente tout de même un PPRN inondation.

D'après la cartographie de risques établie par le BRGM, les parcelles du projet sont situées hors zone de prescriptions => à confirmer auprès des services préfectoraux.



2.11 – Risque Mouvements de terrain

D'après la carte établie par le BRGM, la parcelle n'est pas située à proximité de zones ayant subies des mouvements de terrain.



2.12 – Risque Cavités souterraines

D'après la carte établie par le BRGM, la parcelle n'est pas située à proximité de zones présentant des cavités souterraines ou des effondrements recensés.

2.13 - Avoisinants

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : Villas sur les parcelles voisines à l'Est, bâtiments scolaires au Nord
- Voirie : Rue du 11 Novembre au Nord-Ouest
- Réseaux : Associés aux existants et à la voirie

3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

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

3.1 - Reconnaissances in situ

- 11 sondages à la pelle (PU1 à PU11) pour :
 - la vérification de l'homogénéité du site,
 - l'identification des formations superficielles,
 - le prélèvement d'échantillons (remaniés).
- 10 sondages au pénétromètre dynamique (P1 à P10) pour :
 - l'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons,
 - la vérification de l'homogénéité du site.

Nota : Ces forages ont été descendus refus.
- 3 essais d'infiltration de type Porchet (EP1 à EP3) pour :
 - l'évaluation de la perméabilité des sols superficiels.

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

3.2 - Essais en laboratoire

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés :

- 20 mesures de la teneur en eau naturelle des sols
- 1 identification GTR92 (analyse granulométrique, valeur au bleu de méthylène, ...) pour le classement des sols constitutifs des futures PST sous voiries.
- 1 essai de poinçonnement IPI sur échantillons remaniés compactés à l'énergie Proctor Normal pour l'estimation de l'état hydrique des matériaux et de leur portance prévisible en arase terrassement.

4 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS

4.1 - Reconnaissances in situ

Les résultats des différents sondages et essais in situ sont annexés avec les renseignements suivants :

- Sondages au pénétromètre dynamique :
 - Résistances de pointe dynamiques calculées selon la formule des hollandais avec qd en MPa en fonction de la profondeur (calcul hors norme)
- Sondages à la pelle :
 - Coupes des sondages

4.2 - Essais de laboratoire

Les résultats suivants sont annexés et/ou fournis dans le texte :

- Teneurs en eau sous forme d'un tableau de valeurs
- Identification GTR avec courbe granulométrique, valeur au bleu, valeur d'IPI

5 – SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

5.1 - Synthèse géotechnique

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

- Formation « 1 » - Terre végétale
- Formation « 2 » - Colluvions et alluvions mélangées, moyennement fermes dans l'ensemble : limons argileux marron, sables graveleux légèrement argileux, argiles plus ou moins sableuses, parfois à galets ou blocs, ...
- Formation « 3 » - Argiles plastiques bariolées et argiles marneuses (parfois banc d'aspect marneux en tête), peu à moyennement fermes
- Formation « 4 » - Marnes altérées fermes dans l'ensemble

Nota : compte tenu de l'hétérogénéité lithologique marquée du site, il n'est pas possible à ce stade de réaliser une synthèse plus précise que celle-ci-proposée ci-dessus à l'échelle du lotissement. Cela pourra être fait lors des études particulières dédiées à chaque lot en G2 AVP.

Le niveau du toit des formations relevé au droit des principaux sondages est repris ci-après :

Sondages		PU1/P1	PU2	P2	PU3/P7	PU4/P8	P4	PU5/P6
Altitudes têtes de sondages (NI)		104.0	101.8	104.8	99.9	99.8	102.7	102.6
Formation N°2	Prof/TN	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4
	NI	103.6	101.4	104.3	99.4	99.3	102.4	102.2
Formation N°3	Prof/TN	2.9	-	≈ 3.5	≈ 3.1	1.7	-	1.0
	NI	102.1	-	≈ 101.3	≈ 96.8	98.1	-	102.6
Formation N°4	Prof/TN	> 3.0	0.8*	≈ 6.2	≈ 5.5	6.0	1.1*	4.6
	NI	< 101.0	101.0*	≈ 98.6	≈ 94.4	≈ 93.8	101.6*	98.0

*Notons qu'il conviendra de vérifier qu'il s'agit bien du substratum et non d'un banc marneux isolé au droit des sondages PU2 et P4, par sondage profond.

Sondages		PU6	PU7/P3	PU8/P5	PU9	PU10/P9	PU11/P10
Altitudes têtes de sondages (NI)		103.4	105.6	104.1	101.9	100.3	103.0
Formation N°2	Prof/TN	0.4	0.5	0.5	-	0.5	0.5
	NI	103.0	105.1	103.6	-	99.8	102.5
Formation N°3	Prof/TN	1.6	≈ 3.7	2.0	0.3	1.6	1.4
	NI	101.8	≈ 101.9	102.1	101.6	98.7	101.6
Formation N°4	Prof/TN	> 2.7	≈ 6.8	≈ 6.2	> 2.8	7.5	2.4
	NI	< 100.7	≈ 98.8	≈ 97.9	< 99.1	96.8	100.6

5.2 - Synthèse géomécanique

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 pré-dimensionnement des ouvrages.

Couche	Limite inférieure de la couche (m)	Résistance de pointe dynamique qd (MPa)	Coefficient Rhéologique α
<i>Formation « 1 »</i>	0.3/0.5	2 à 3	1
<i>Formation « 2 »</i>	0.8/≈ 3.7	4 à 25	2/3
<i>Formation « 3 »</i>	2.4/7.5	2 à 25	2/3
<i>Formation « 4 »</i>	> 8.3	10 à refus	2/3

Notons :

- L'hétérogénéité lithologique marquée du site liée à son contexte alluvial et colluvial, qui ne permet pas de faire une synthèse détaillée à l'échelle du site,
- **Les caractéristiques géomécaniques globalement moyennes de la formation colluviale/alluviale « 2 » malgré ses hétérogénéités marquées en termes de nature,**
- Les caractéristiques globalement plus faibles de la formation sous-jacente, argileuse plastique ➔ formation « 3 »,

- La présence du substratum marneux ferme à partir de 0.8/7.5 m/TN actuel (formation « 4 »). Notons toutefois qu'il conviendra de vérifier qu'il s'agit bien du substratum et non d'un banc marneux isolé au droit des sondages PU2 et P4 notamment, par sondage profond.

Rappelons que les sondages sont des relevés ponctuels et de ce fait, des variations latérales de lithologie sont possibles (anomalie localisée non décelée). Seule la multiplication des points d'investigation pourrait permettre de limiter ce risque sans pouvoir l'annihiler totalement.

ALPHA BTP se tient à disposition pour réaliser cette prestation complémentaire.

5.3 - Résultats des essais en laboratoire

Une classification GTR 92 a été menée sur les formations superficielles du site (formation « 2 »). Ses résultats sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	PU6
Prof/TN	0.8 m
Nature	Limons argileux à quelques galets
Dmax	25 mm < Dmax < 50 mm
Passant à 2 mm	79.1 %
Passant à 80 µm (fines)	64.7 %
Valeur au bleu (VBS)	4.7
Classe GTR 92	A2
Valeur d'IPI (Indice Portant Immédiat)	7.5
Etat hydrique	m

Au droit du sondage PU6, les sols constitutifs de la PST de la future voirie sont de type « A2 » au sens du GTR 92.

Il s'agit de sols fins limono-argileux sensibles à l'eau => risques de variations volumétriques sous déséquilibres hydriques (retrait et/ou gonflement).

La valeur d'IPI de 7.5 permet de définir une portance de type « PST 2 – AR1 » voire « PST1-AR1 » après décapage de la terre végétale.

Dans le cas de conditions météorologiques défavorables, la portance de la PST pourra chuter en « PST1 – AR1 » voire en « PST0 – AR0 » → traficabilité des engins non-assurée.

Elle nécessitera alors un traitement spécial de type clouage, purge/substitution, drainage, couche de forme épaisse, fossés profonds, ... permettant de reclasser la plateforme en « PST1 – AR1 » a minima.

Par ailleurs, les teneurs en eau des formations superficielles ont été mesurées. Les résultats sont les suivants :

Sondage	Prof. m/TN	W %
PU1	0.5	24.3
	1.0	23.6
PU2	0.5	25.1
	1.0	11.3
PU3	0.5	18.6
	1.0	20.2
PU4	0.5	22.7
	1.0	24.1
PU5	0.5	18.6
	1.0	14.5
PU6	0.8	21.5
PU7	0.5	21.6
	1.0	24.3
PU8	0.5	25.4
	1.0	24.1
PU9	0.5	18.5
	1.0	30.4
PU10	0.5	20.5
	1.0	19.6
PU11	0.5	28.0
	1.0	9.7

Les valeurs mesurées sont hétérogènes, faibles à légèrement élevées, mais représentatives des différentes lithologies rencontrées.

5.4 - Synthèse hydrogéologique

Aucune venue d'eau/aucun niveau d'eau n'a été mis en évidence par les investigations réalisées jusqu'aux profondeurs reconnues

Notons que ces niveaux ne sont pas stabilisés et sont donc susceptibles de varier dans des proportions importantes en fonction des conditions météo. **Seul un suivi piézométrique sur une période minimum de 1 an permettrait de déterminer la présence d'une éventuelle nappe et l'amplitude de ses variations**

Il conviendra de vérifier auprès des services compétents :

- le niveau d'inondabilité éventuelle potentielle du site,
- les niveaux EB, EH, EE (voir DTU 14.1)

Notons enfin, compte tenu de la nature des sols superficiels, une possibilité de présence épisodique de nappes superficielles d'imbibition.

5.5 - Mesures de perméabilité

Les essais de perméabilité, réalisés sur la frange 0.5/ 1.30 m/TN ont fourni les résultats suivants :

	K (m.s ⁻¹)	K (mm/h)
Essai EP1	3.72.10 ⁻⁵	134.2
Essai EP2	1.33.10 ⁻⁵	47.9
Essai EP3	2.39.10 ⁻⁵	86.3

Ces résultats mettent en évidence des **perméabilités moyennes à localement importantes** cohérentes avec la nature sablo-graveleuse ou partiellement limono-sableuse des formations mesurées.

Rappelons que ces essais, en l'absence de nappe, ne permettent de déterminer que la perméabilité locale, dont la valeur peut être nettement différente de la perméabilité en grand.

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 20 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	----------------

5.6 - Avoisinants

Aucune reconnaissance n'était prévue d'être réalisée → à prévoir le cas échéant en cas d'interactions entre les fondations des différents projets et les fondations des ouvrages existants ou projetés.

ALPHA BTP se tient à la disposition du Maître d'Ouvrage pour étudier ces éventuelles interactions (terrassement/fondations) dans le cadre d'une mission spécifique G5 ou globale G2 AVP + G2 PRO (étude géotechnique de conception-Phase Projet).

6 – PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION DES OUVRAGES AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

Les résultats des différentes investigations ont permis de mettre en évidence un site au contexte géotechnique globalement moyen à l'échelle du site avec :

- L'hétérogénéité lithologique marquée du site liée à son contexte alluvial et colluvial,
- **Les caractéristiques géomécaniques globalement moyennes de la formation colluviale/alluviale « 2 » reconnue à partir de 0.3/0.5 m/TN actuel malgré ses hétérogénéités marquées en termes de nature,**
- Les caractéristiques globalement plus faibles de la formation sous-jacente, argileuse plastique ➔ formation « 3 »,
- **La sensibilité hydrique marquée des formations superficielles (hormis les quelques niveaux alluviaux sablo-graveleux) ➔ sols sujets aux phénomènes de retrait/gonflement et à des pertes de portance sous apport d'eau.**
- La présence du substratum marneux ferme à partir de 0.8/7.5 m/TN actuel (formation « 4 »). Notons toutefois qu'il conviendra de vérifier qu'il s'agit bien du substratum et non d'un banc marneux isolé au droit des sondages PU2 et P4 par sondage profond.

Les formations potentiellement « porteuses » sont donc présentes à partir de 0.3/0.5 m/TN actuel (formation « 2 ») ou de 0.8/7.5 m/TN (formation « 4 »)

En première approximation, et compte tenu de ce qui précède, les projets de villa de type RDC à R+1 devraient pouvoir être orientés vers les solutions suivantes :

STRUCTURES :

- fondations superficielles ancrées dans les **colluvions/alluvions moyennement fermes dans l'ensemble de la formation « 2 », reconnues à partir de 0.3/0.5 m/TN actuel** ou au sein de la formation « 4 » lorsque la formation « 2 » est absente ou terrassée.

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 22 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	----------------

Nota : Un ancrage au sein de la formation « 3 » pourrait également être étudié localement, pour des ouvrages peu chargés → à étudier lors des missions G2 AVP dédiées pour chaque ouvrage

DALLAGES :

- planchers sur vide sanitaire ou technique quelle que soit la destination des locaux.

Remarques importantes :

- Compte tenu de l'importante sensibilité aux variations hydriques des formations superficielles, **une fiche minimale de - 1.5/2.0 m/Terrain Fini** devra impérativement être respectée,
- Les éventuels remblais de surélévation du terrain naturel **supérieurs à 0.5 m** contigus ou sous les ouvrages et notamment dissymétriques seront à **proscrire** (tassements différentiels, frottements négatifs sur les fondations, ...),
→ **privilégier les ouvrages de type terrasses portées sur vide technique, ...**
- Les sous-sols partiels et/ou niveaux décalés induisent des risques aggravants de désordres ; **les unités différemment chargées devront impérativement être séparées par des joints de fractionnement**,
- Les ouvrages devront être particulièrement bien rigidifiés (fondations filantes armées ou linéarisées au maximum, chaînages hauts, bas, longrines BA, raidisseurs verticaux, ...) pour pallier d'éventuels tassements différentiels,
- L'ensemble des dispositions à prendre vis-à-vis de l'environnement est détaillé en paragraphe 11.

7 – TERRASSEMENTS

7.1 - Déblai

La réalisation du projet pourrait nécessiter des terrassements en déblai sur des hauteurs inconnues à ce jour → ≤ 2.5 m/TN a priori. Dans le cas de déblais plus importants, des études spécifiques devront être prévues.

Ces terrassements pourront être réalisés partiellement à l'aide de matériel classique de moyenne puissance. Localement, notamment dans la zone des sondages PU2 et P4 et dans les bancs marneux compacts des matériels de plus forte puissance ou spécifiques (brise-roche, pelle puissante,...) pourront être nécessaires (notamment dans le cas de solutions de sous-sols enterrés.

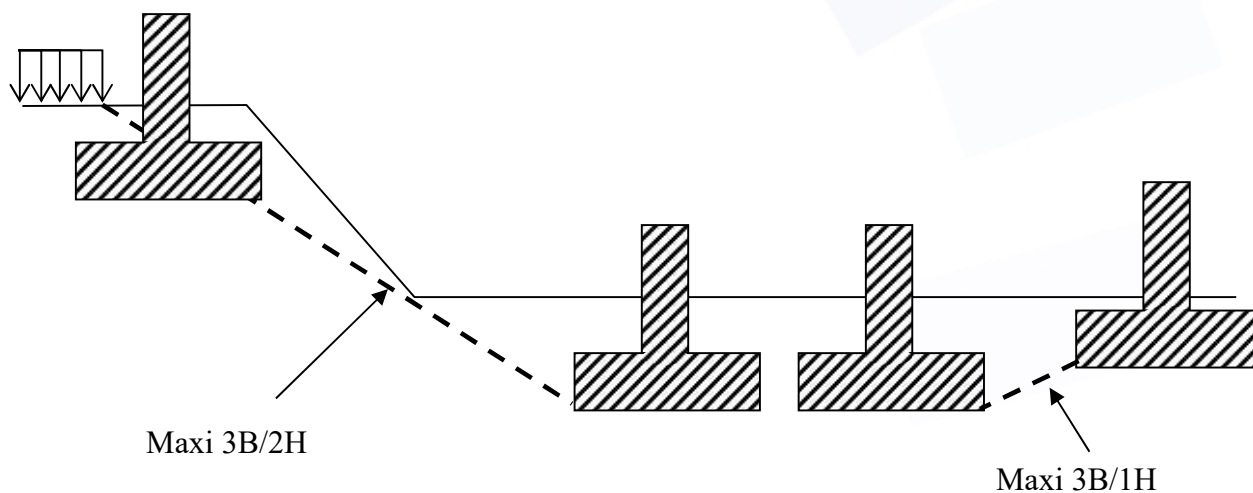
Dans les zones de talutage possible, les pentes de talus provisoire maximum suivantes seront adoptées :

- dans les **formations « 1 » à « 4 »** : **3 Bases/2 Hauteurs**, éventuellement à réduire à 2Bases/1 Hauteur au sein des niveaux alluviaux sablo-graveleux
→ à adapter en fonction des observations de chantier

Des mesures complémentaires devront être mises en œuvre pour assurer la stabilité des talus (à préciser impérativement en phase « étude de projet » et/ou en phase chantier) :

- blindage, clouage + béton projeté, enrochement localisé, grillage de protection contre la chute des blocs, ...
- adoucissements localisés des pentes des talus,
- neutralisation de toutes surcharges (y compris circulation) en tête des talus sur une largeur mini égale à 1,5 fois la hauteur des talus,
- protection des talus vis à vis des eaux de ruissellement,
- masques drainants sur les venues d'eau,
- collecte et évacuation des eaux superficielles,
- drainage, ...

Les éventuels terrassements, **notamment entre ouvrages projetés et vis-à-vis des ouvrages avoisinants**, devront être effectués en respectant les pentes de talus fictifs schématisées ci-après :



Dans les zones où le talutage serait impossible (zones exiguës, mitoyens, voiries, ...), des soutènements provisoires ou définitifs devront être envisagés (paroi, blindage ...).

Les soutènements éventuels devront impérativement être étudiés, dimensionnés et validés dans le cadre de missions G2 AVP et G2 PRO selon la norme NFP 94.500.

Les pentes de talus définitifs devront être dressées à maximum 3 Bases/1 Hauteur avec l'ensemble des dispositions habituelles :

- collecte et évacuation des eaux pluviales,
- végétalisation immédiate,
- enrochement localisé éventuel,
- drainage, masque drainant, ...,
- absence de surcharge en tête,
- ...

7.2 - Remblai

A priori sans objet. Si tel n'est pas le cas, ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés (tassements, ...), notamment vis-à-vis des tassements de consolidation consécutifs à leur mise en œuvre.

Rappelons que les remblais de surélévation du terrain naturel supérieurs à 0.5 m sont à proscrire.

7.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Avoisinants**

La réalisation du projet pourrait nécessiter la réalisation de terrassements (y compris terrassements des fouilles de fondations) à proximité d'avoisinants sensibles (déstabilisation éventuelle par les travaux de terrassement envisagés). Toutes dispositions (du type respect des angles d'influence à 3B/2H, blindage, soutènement provisoire, reprise en sous-œuvre, terrassement par tronçons alternés, toutes mesures éventuelles définies en 7.1, ...) devront être envisagées pour assurer leur stabilité.

Il devra être tenu compte dans l'implantation des fondations du fait que les fondations existantes peuvent être débordantes ➔ murets de clôture, ...

Dans le cadre de solutions de stabilisation des avoisinants, une étude complémentaire pourra être effectuée par ALPHA BTP dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 (Norme NFP 94.500).

- **Précautions de réalisation**

Les moyens spécifiques de terrassement (du type compacteur vibrant, BRH,...) devront être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

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

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 26 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	----------------

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.



8 – DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION DES FONDATIONS

- *Précautions de mise en oeuvre*

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, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- **de la sensibilité à l'eau des sols (éviter la dessiccation ou la saturation des sols d'ancrage avant bétonnage des fondations et des longrines),**
- des éventuelles venues d'eau (pompage, drainage, utilisation de tube plongeur, ...),
- 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 éventuelles, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront permettre la réalisation des terrassements de fouille (en tenant compte notamment de la présence de niveaux marneux localement peu profonds et compacts ...) => pelle de puissance moyenne.

L'entreprise devra d'autre part s'assurer que le matériel retenu lui permettra le terrassement des couches raides (présence de niveaux marneux compacts localement peu profonds, ...) et d'assurer les ancrages prévus dans les calculs des capacités portantes des fondations en tenant compte de la nécessité de limiter les vibrations pour éviter tous désordres sur les ouvrages avoisinants.

9 – PRINCIPE DE DALLAGE

9.1 - Type de dallages

Compte tenu de la nature très hétérogène et sensible aux variations hydriques (retrait/gonflement) des formations superficielles en fond de terrassement, **une solution de plancher sur vide sanitaire devra être retenue quelle que soit la destination des locaux.**

Nota : Rappelons que les solutions de dallages devront être précisées pour chaque ouvrage à l'issue des missions G2 AVP individuelles.

10 – DRAINAGE

Compte tenu de la géomorphologie du site et des terrassements possibles, il conviendra de prévoir le système de drainage suivant :

- drains routiers + fossés en tête et pied de talus existants ou à créer ;
- drains routiers périmétriques à l'amont des bâtiments (éloigné de 2/3 m) et aux ouvrages enterrés éventuels descendus à, au minimum, 0.2 m sous le niveau de la base du dallage ;
- collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement (y compris en tête et pied de talus et y compris en phase « chantier ») ;

Nota : les solutions de drainage devront être précisées dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 AVP + PRO, notamment dans le cas d'ouvrages enterrés ou de terrassements en déblai > 0.5 m.

11 – VOIRIE

11.1 - Généralités

Le pré-dimensionnement a été effectué en prenant comme hypothèse un projet de voiries établies au niveau du TN actuel, la couche de forme venant en substitution de la couche végétale superficielle purgée.

Dans le cas d'une voirie établie en remblai, ce dimensionnement devra être précisé en prenant en compte le traitement apporté au sol support (purge éventuellement limitée de la terre végétale) et l'épaisseur et la nature du remblai.

Le dimensionnement a, d'autre part, été mené en prenant en compte les caractéristiques de portance mesurées. Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels, ces portances peuvent évoluer, ce qui pourra conduire à un épaissement de la couche de forme en matériaux granulaires.

11.2 - Voirie « légère »

Caractéristiques générales

- Trafic : $\approx \leq 100$ véh. Légers + 1 P.L. /jour/sens => **à confirmer impérativement par la Maîtrise d'Œuvre pour valider le prédimensionnement fourni.**
- Durée de service : 10 ans
- Taux de croissance annuel : 0 %
- Classe de trafic : $t5 - N = 8640$

Portance et amélioration sol support

- Purge de la Terre Végétale sur 0.3/0.5 m (à adapter aux observations faites en chantier)
- Sol support « brut » - GTR A2 m : PST 2 – AR1 **pouvant chuter en PST 1 – AR1 voir en PST0 – AR0 sous conditions météorologiques défavorables**
- Poinçonnement éventuel en matériaux crus ($50 < D < 300$) au refus + réglage en 0/80 sous conditions météorologiques défavorables afin de reclasser la plateforme en PST 1 – AR1 a minima
- Mise en place géotextile anticontaminant de classe 7 minimum

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 30 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	----------------

- Couche de forme – épaisseur mini : 0.4/0.5 m à préciser impérativement en phase chantier en fonction de la portance de la PST lors des terrassements.
- Portance sur couche de forme : $P = 2$ (EV2 = 50 MPa à long terme)

Structure de chaussée

- Couche de fondation G.N.T. Catégorie 1: $h_f = 10$ cm
- Couche de base G.N.T. catégorie 1 : $h_b = 15$ cm
- Couche de roulement nature : BB
épaisseur : 6 cm hors zone de manœuvre.

11.3 - Observations

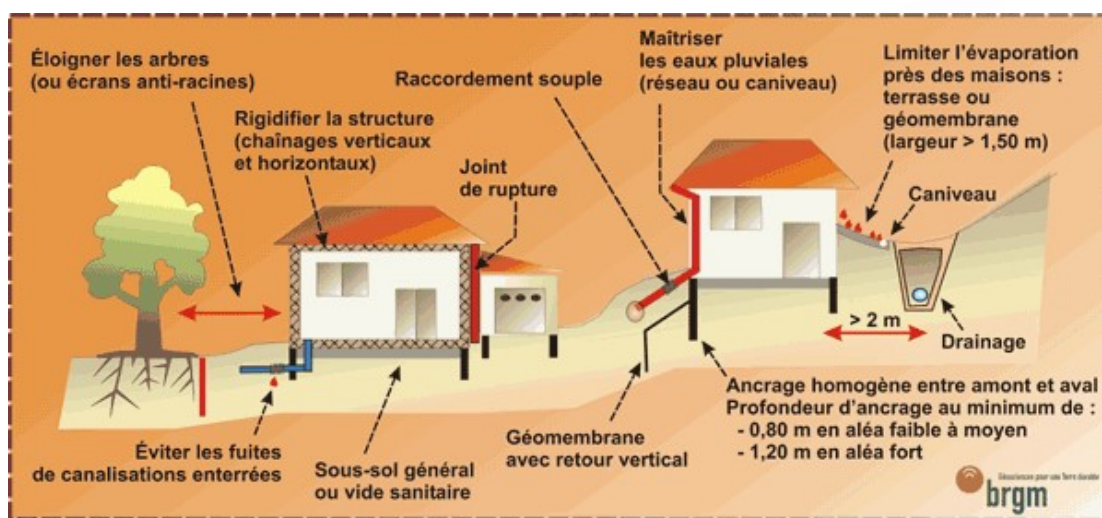
Les définitions des différentes catégories de G.N.T. (graves non traitées) sont données dans le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA) à partir duquel ont été dimensionnées les voiries.

Les propositions de dimensionnement ci-dessus pourront être précisées en fonction notamment :

- **du trafic réel et de son accroissement estimé,**
- **des portances réellement mesurées à l'issue de la phase terrassement,**
- des indices de résistance au gel éventuellement spécifiés,
- de la nature et de la catégorie de chacune des couches de chaussée envisagée

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

Les sols superficiels sont sensibles à l'eau (retrait/gonflement). Plusieurs arrêts « Catastrophe Naturelle Sécheresse » ont été pris sur la commune de LE CENDRE. Toutes mesures doivent donc être prises pour éviter les variations de teneur en eau des sols de fondation des ouvrages fondés superficiellement (structure, dallages, aménagements extérieurs, terrasses, piscine, plages, murets de clôture, ...).



Rappelons les mesures habituelles à mettre en œuvre :

- Protection périphérique vis à vis de l'évapotranspiration sur 2.5/3.0 m en périphérie des ouvrages et bèches verticales associées à un dispositif de drainage (ouvrages étanches + dallages de bordures avec cunettes de collecte des eaux superficielles, ...) ;
- Gestion des eaux de ruissellement et de pluie en phase « chantier » pour protéger les sols d'assise des fondations et des dallages (fossés, drains, exutoire, béton de propreté, couche de forme, ...) ;
- Absence de végétation à proximité des ouvrages → prévoir un abattage/dessouchage des arbres situés à une distance des villas ou bâtiments projetés inférieure à 1.5 fois leur hauteur ou prévoir la mise en œuvre d'un écran anti-racines ;
- Conception de réseaux avec raccordements « souples » aux ouvrages permettant le contrôle d'étanchéité et l'entretien ;

- Collecte et évacuation des eaux pluviales y compris en période chantier (pour éviter les saturations locales sous descentes non « branchées ») ;
- Membrane en PEHD ou équivalent sur les sols des vides sanitaires ;
- ...



13 – CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G1 ES + G1 PGC pour les villas et G2 AVP pour les voiries.

Rappelons l'impérative nécessité de compléter cette mission par la réalisation d'études géotechniques de conception - phase avant-projet (G2 AVP) pour chaque villa/bâtiment projeté(e).

ALPHA BTP se tient, d'autre part, à la disposition des différents intervenants pour la réalisation des études spécifiques et/ou complémentaires définies dans la norme dont copie est jointe, soit :

- Etude géotechnique de conception - phase Avant-Projet (G2 PRO) pour les villas/bâtiments projetés ;
- Etude géotechnique de conception - phase Projet (G2 PRO) ;
- Etude géotechnique de conception - phase DCE/ACT (G2 DCE/ACT) ;
- Etude et suivi d'exécution (G3) ;
- Supervision géotechnique d'exécution (G4).

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.

Rapport réalisé à ROMAGNAT, le 15 janvier 2021

L'Ingénieur chargé d'étude,

Anaïs IGONIN

ALPHA BTP	Rapport « AX20.11.117.a/I »	15/01/21	Page 34 sur 35
-----------	-----------------------------	----------	----------------

ANNEXES



Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géotechniques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société.

Le rapport géotechnique devient la propriété du client après paiement intégral du prix de la prestation. Le client devient alors responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuite judiciaire à l'encontre du contrevenant.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe,...), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. Conformément à la classification des missions géotechniques types, chaque mission ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution du projet.

En particulier :

- Une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante ;
- Une mission de sondages engage notre société sur la conformité des travaux aux documents contractuels et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- Une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part du projet décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- Une mission type G1 (ES+PGC), G2 AVP ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les dimensionnements, quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- Une mission type G2 PRO et/ou G2 ACT/DCE engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport : en particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (NFP 94.500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'Art.

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 :

Phase Etude 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).

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 :

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 DDC/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.

- 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 SIMULTANEEES)
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).



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU1 cote 104.0 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale + racines
0.4	
0.5	
1.0	Limons marron argileux à traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes + grosses racines
1.5	
1.6	
2.0	Argiles marneuses/sableuses beiges à cailloux et galets (colluvions/alluvions) voire sables graveleux argileux, moyennement fermes à fermes
2.5	
2.9	
3.0	Argiles marneuses beiges
	<i>Arrêt à 3.0 - Bonne tenue des parois – Pas d'eau</i>
3.5	
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU2 cote 101.8 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.4	
0.5	Limons argileux marron à quelques galets, peu fermes
0.8	
1.0	Marnes beiges fermes à raides
1.1	
1.5	<i>Refus à 1.1 m – Bonne tenue des parois – Pas d'eau</i>
2.0	
2.5	
3.0	
3.5	
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU3 cote 99.9 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.5	
1.0	Limons argileux marron à traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes
1.5	
2.0	Limons à quelques blocs, galets et tuiles marron légèrement plus clair, peu à moyennement fermes
2.5	
2.9	Argiles beige et limons marron mélangés ➔ colluvions marron clair
3.0	
3.5	<i>Arrêt à 2.9 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU4 cote 99.8 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale + racines
0.5	
0.6	
1.0	Limons marron à traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes à quelques blocs vers 1.6 m
1.5	
1.7	
2.0	Argiles plastiques beige-vert-gris-orange à tâches blanches et quelques blocs (colluvions), moyennement fermes
2.5	
3.0	
3.5	<i>Arrêt à 3.0 m – Pas d'eau – Bonne tenue</i>
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU5 cote 102.6 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale à galets
0.4	
0.5	Limons marron à galets, peu à moyennement fermes
1.0	
1.5	Argiles très marneuses/calcaires, blanches, sèches moyennement fermes à fermes
1.7	
2.0	Argiles beige-vert-gris et orange à quelques tâches, légèrement humides et plastiques, peu à moyennement fermes
2.5	
2.8	<i>Arrêt à 2.8 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>
3.0	
3.5	
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU6 cote 103.4 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.4 0.5	
1.0 1.2	Limons argileux marron à quelques galets et traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes
1.5 1.6	Alluvions : sables graveleux Ø 15 cm maxi, légèrement argileux, beiges, moyennement denses à denses
2.0 2.5 2.7	Argiles plastiques vert-beiges-gris à tâches blanches, moyennement fermes
3.0 3.5 4.0	<i>Arrêt à 2.7 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU7 cote 105.6 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale + racine
0.5	
1.0	Limons marron à galet et traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes
1.5	
1.6	
2.0	Limons et argiles mélangés marron clair, à cailloux calcaires blancs, moyennement fermes
2.5	
2.7	
3.0	<i>Arrêt à 2.7 m – Pas d'eau – Bonne tenue</i>
3.5	
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU8 cote 104.1 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.5	
1.0	Limons argileux marron à traces d'hydromorphisme, peu à moyennement fermes
1.3	
1.5	Argiles beige et limons marron mélangés, peu à moyennement fermes
1.8	
2.0	Niveau d'alluvions sablo-graveleux beige foncé moyennement dense à dense
2.5	Argiles marneuses beige-blanc plus ou moins plastique, moyennement fermes
3.0	
3.5	<i>Arrêt à 3.0 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU9 cote 101.9 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.3	
0.5	Argiles marneuses beige sèches, moyennement fermes
0.7	
1.0	Argiles plastiques beige foncé-vert-gris légèrement orangé à tâches blanches, sèches, sensibles, moyennement fermes
1.5	
1.8	Marnes beiges, sèches fermes
2.0	
2.5	Argiles marneuses/marnes très altérées beige légèrement orangé, débit en blocs Ø 2/15 cm, moyennement fermes
2.7	
2.8	Idem gris
3.0	<i>Arrêt à 2.8 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>
3.5	
4.0	



Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU10 cote 100.3 NI

Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.5	
1.0	Limons argileux marron à traces d'hydromorphisme et quelques cailloux et tuiles, peu à moyennement fermes
1.5	
1.6	
2.0	Argiles vert-gris foncé à taches blanches, assez sèches mais plastiques, moyennement fermes
2.5	
2.7	
3.0	<i>Arrêt à 2.7 m – Pas d'eau – Bonne tenue des parois</i>
3.5	
4.0	

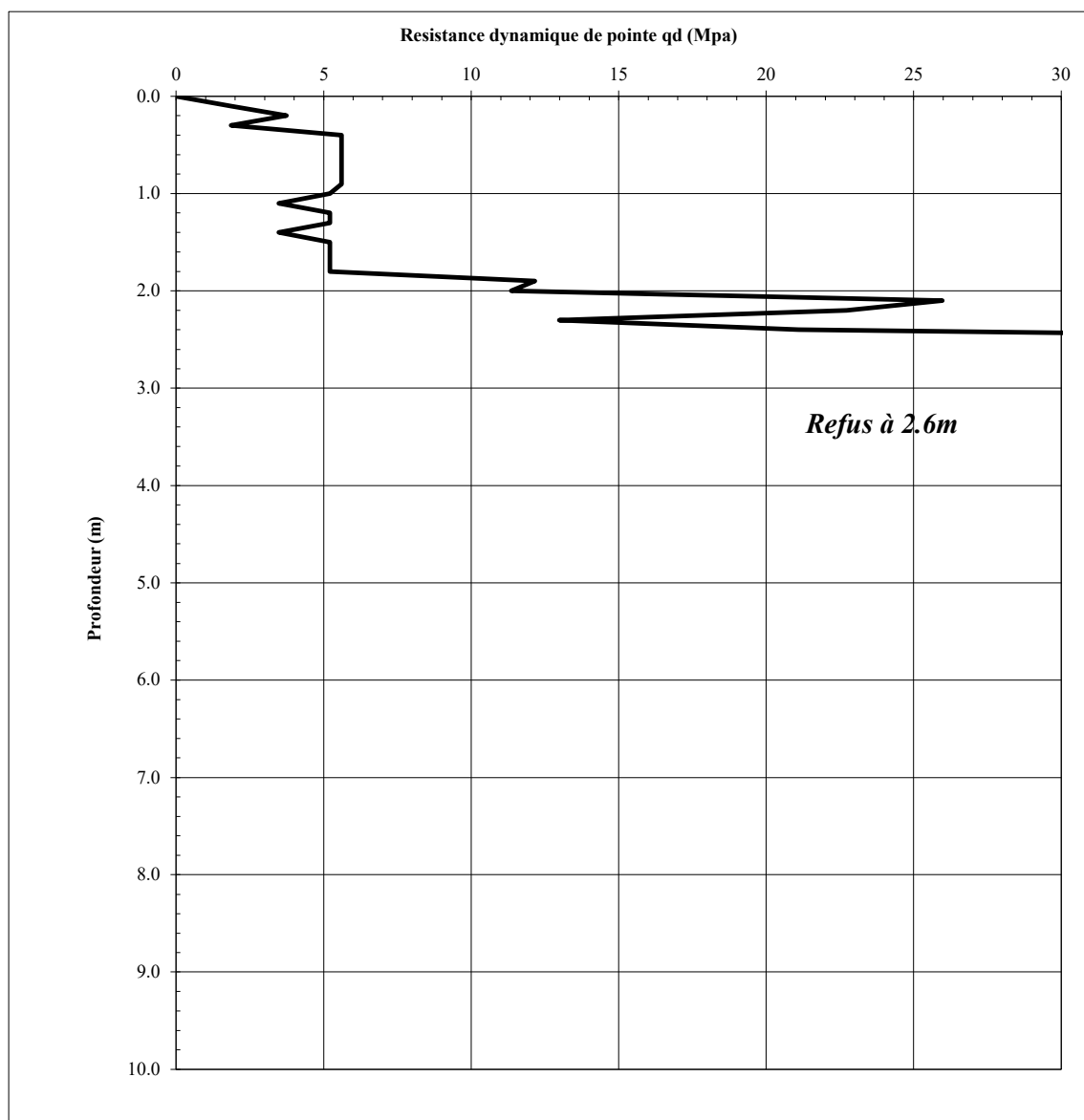


Projet de lotissement
La Fontenille
à
LE CENDRE
Dossier ALPHA BTP N°AX20.11.117.a/I

PU11 cote 103.0 NI

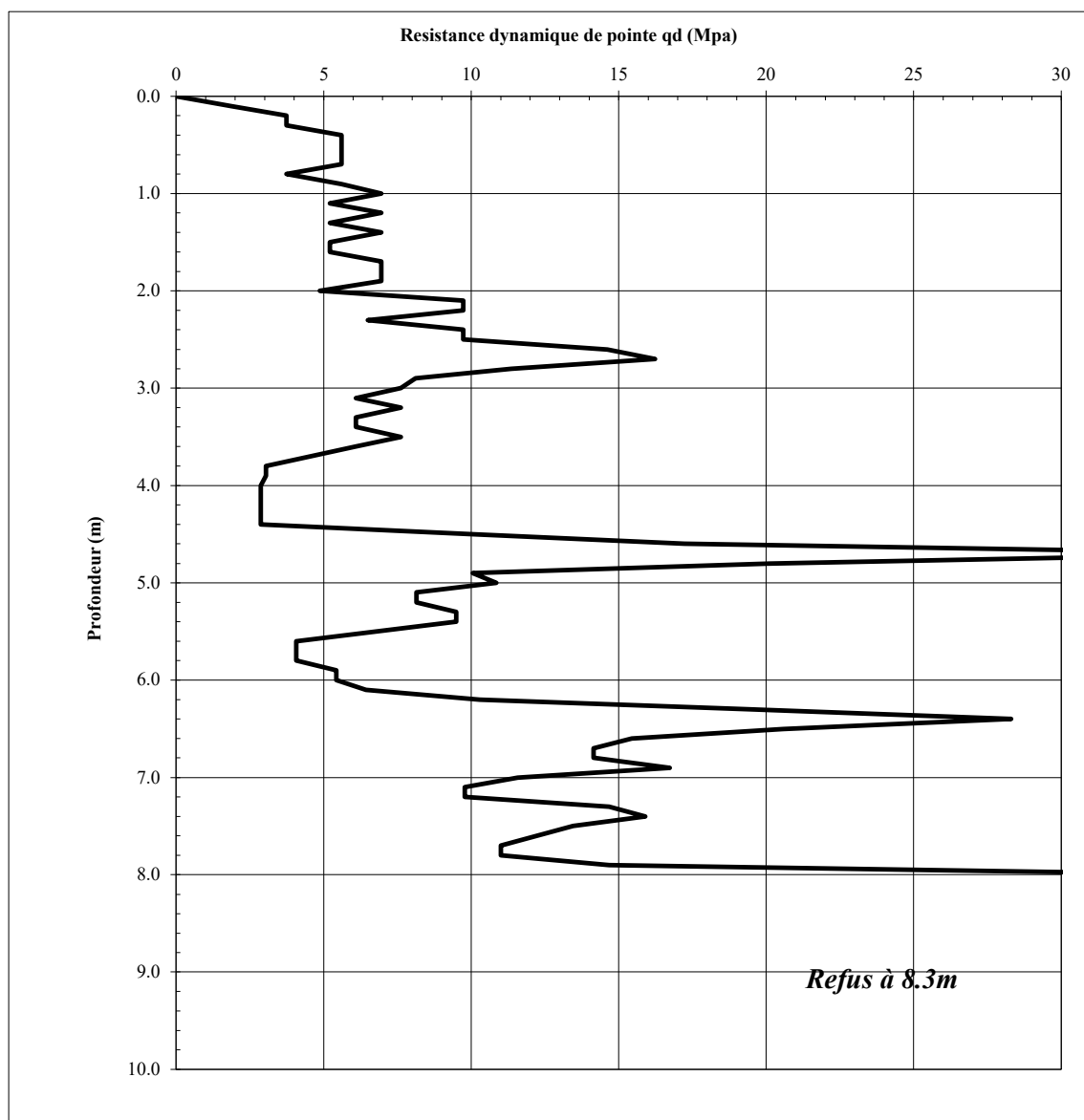
Profondeur (en m)	Nature
0.0	Terre végétale
0.5	
1.0	Alluvions gravelo-sableux blancs, secs, denses
1.4	
1.5	Argiles marneuses beige-blanc moyennement fermes à fermes
2.0	
2.4	
2.5	Banc marneux raide
	<i>Arrêt du sondage à 2.5 m – Pas d'eau – Bonne tenue</i>
3.0	
3.5	
4.0	

	Essai de pénétration dynamique		N° P1
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 104.0



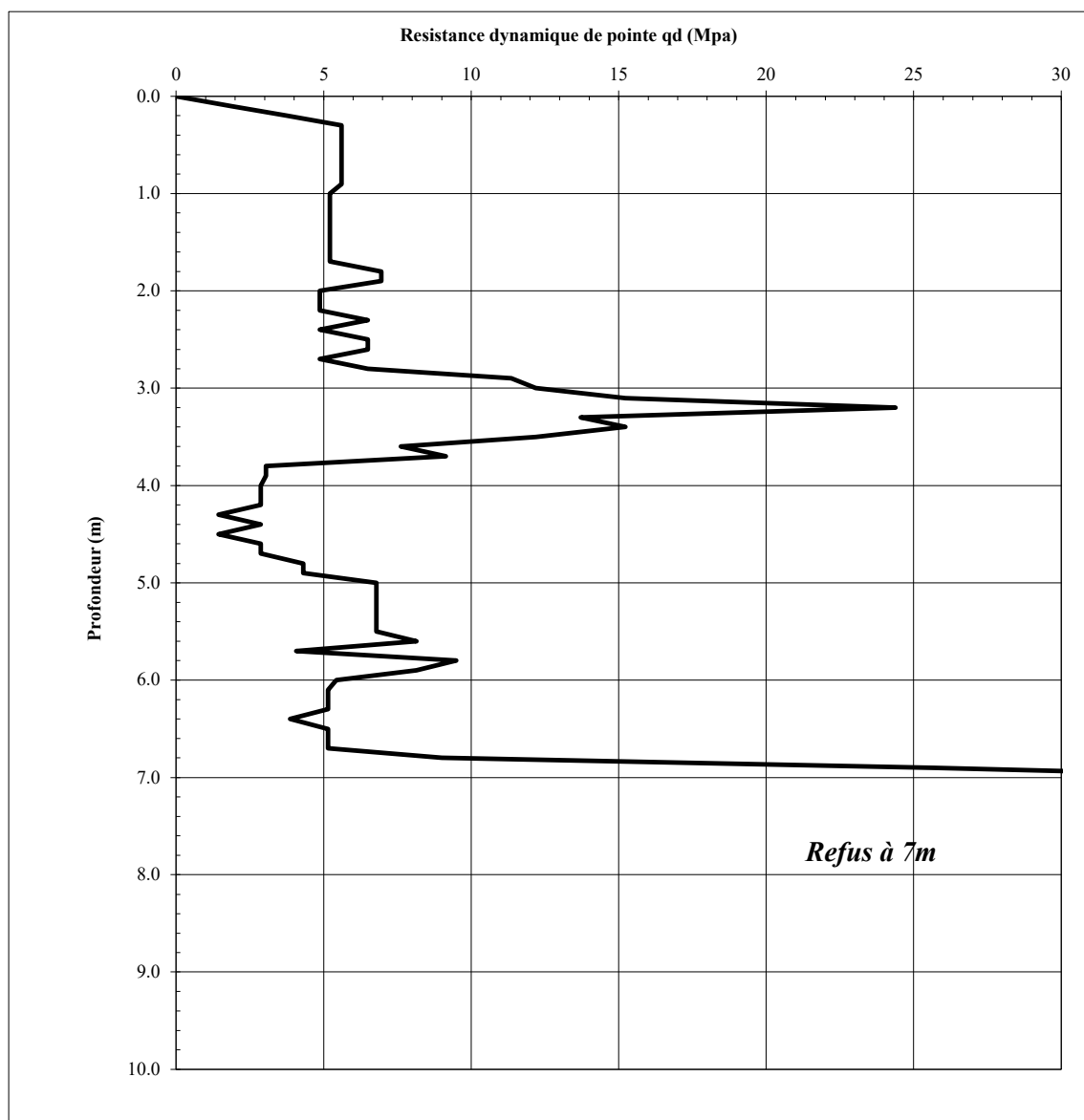
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P2
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 104.8



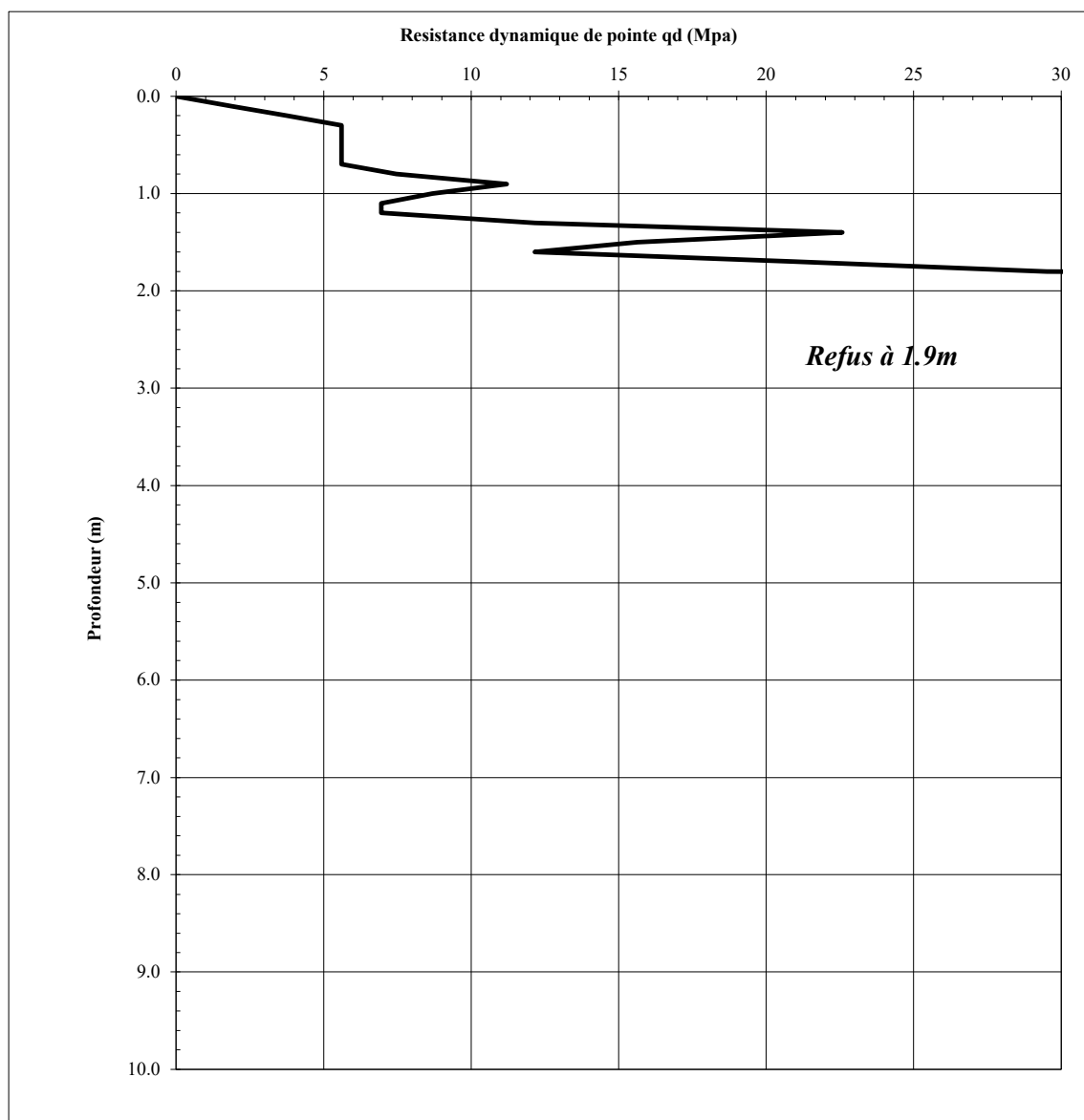
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P3
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 105.6



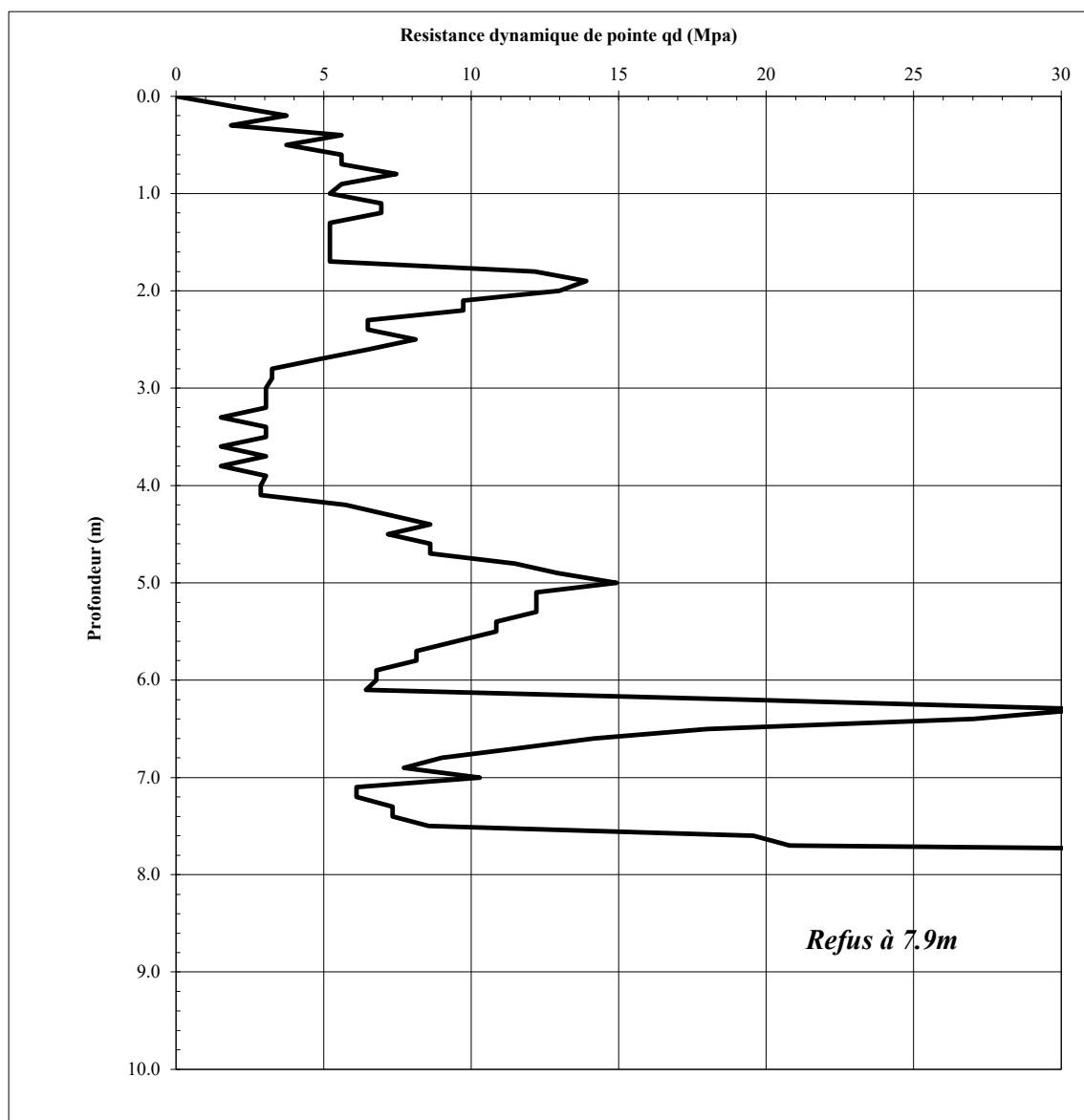
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P4
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 102.7



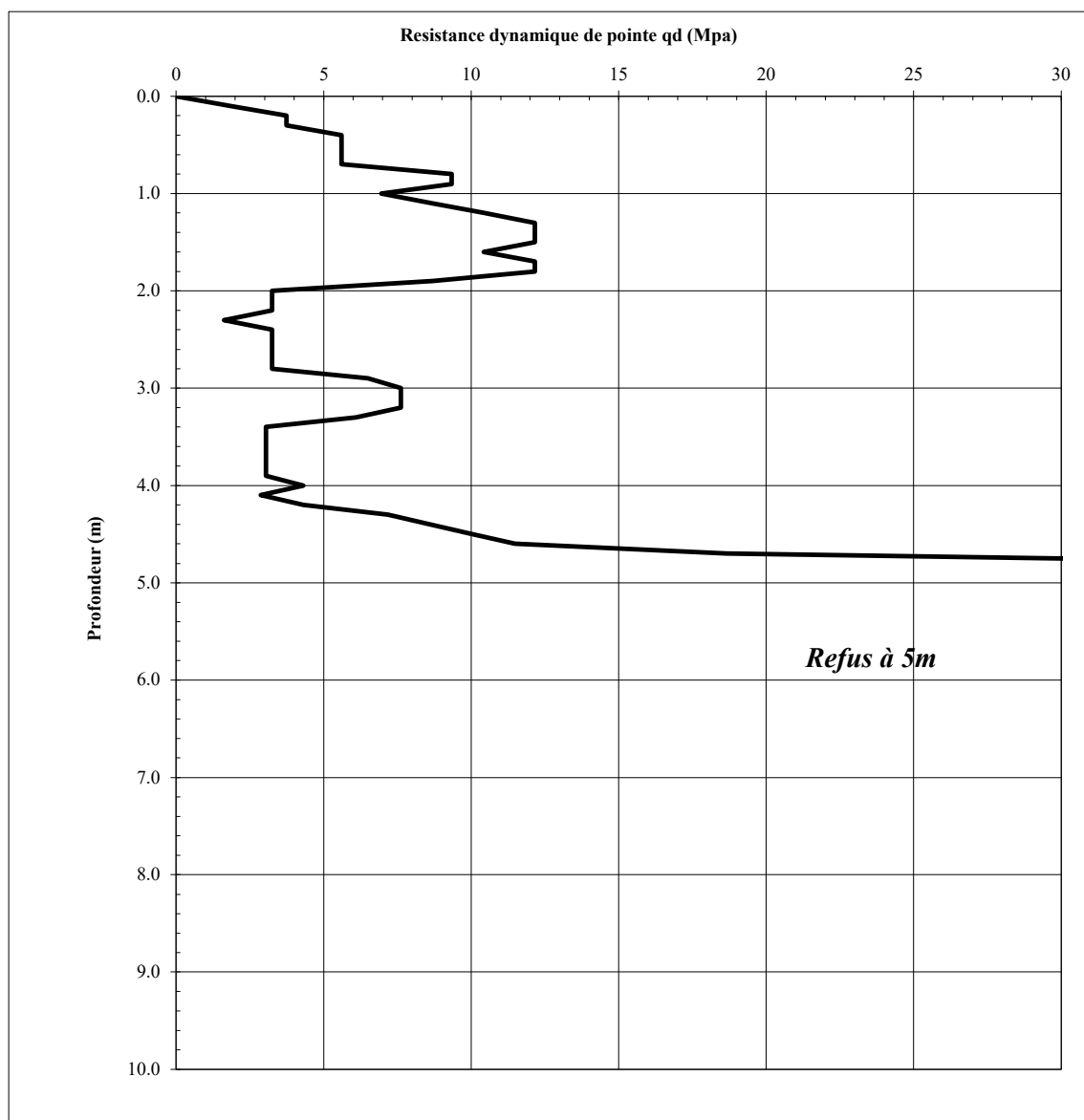
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P5
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 104.1



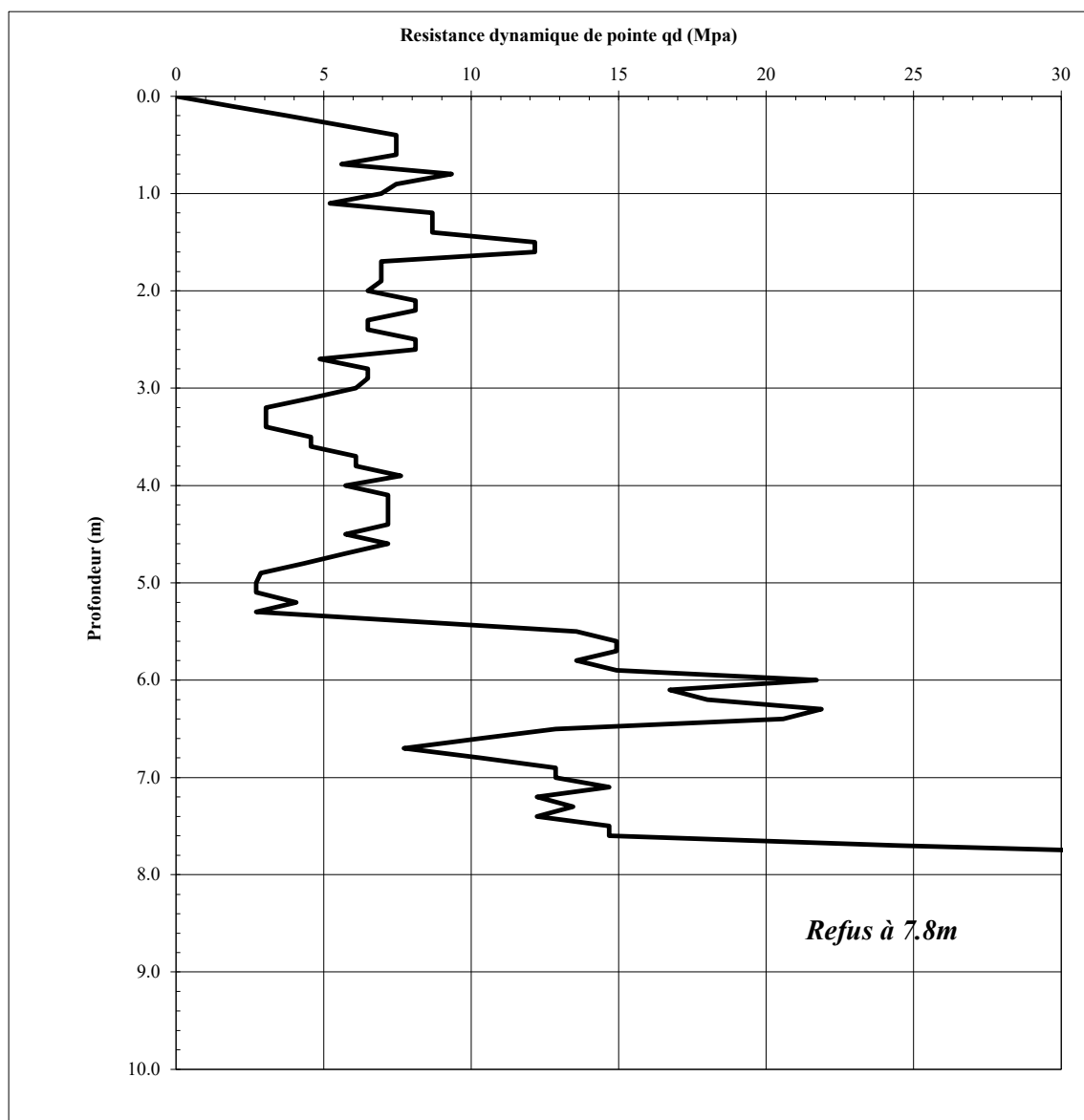
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P6
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 102.6



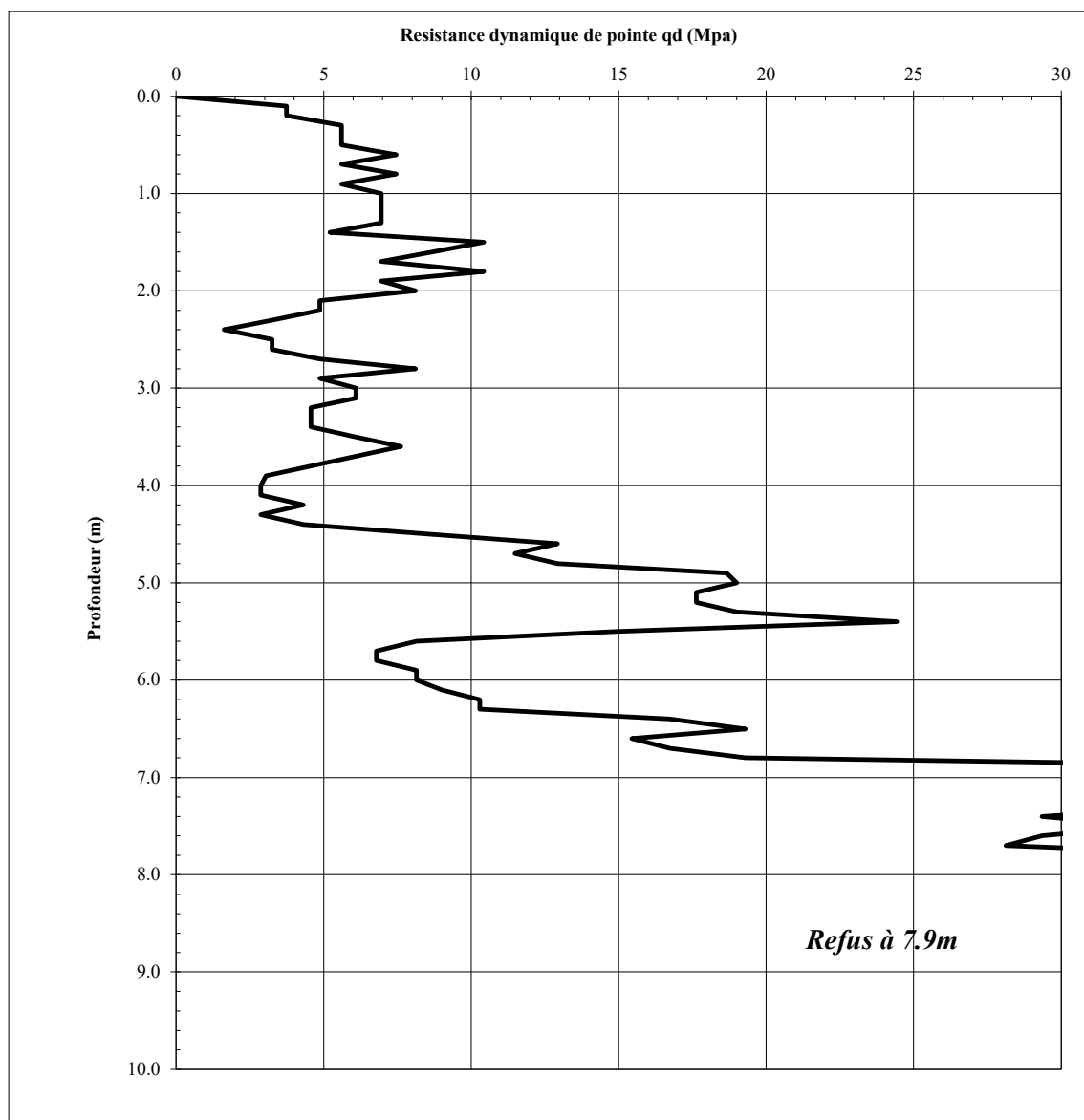
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique			N° P7
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117	
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE				<u>Altitude :</u> 99.9



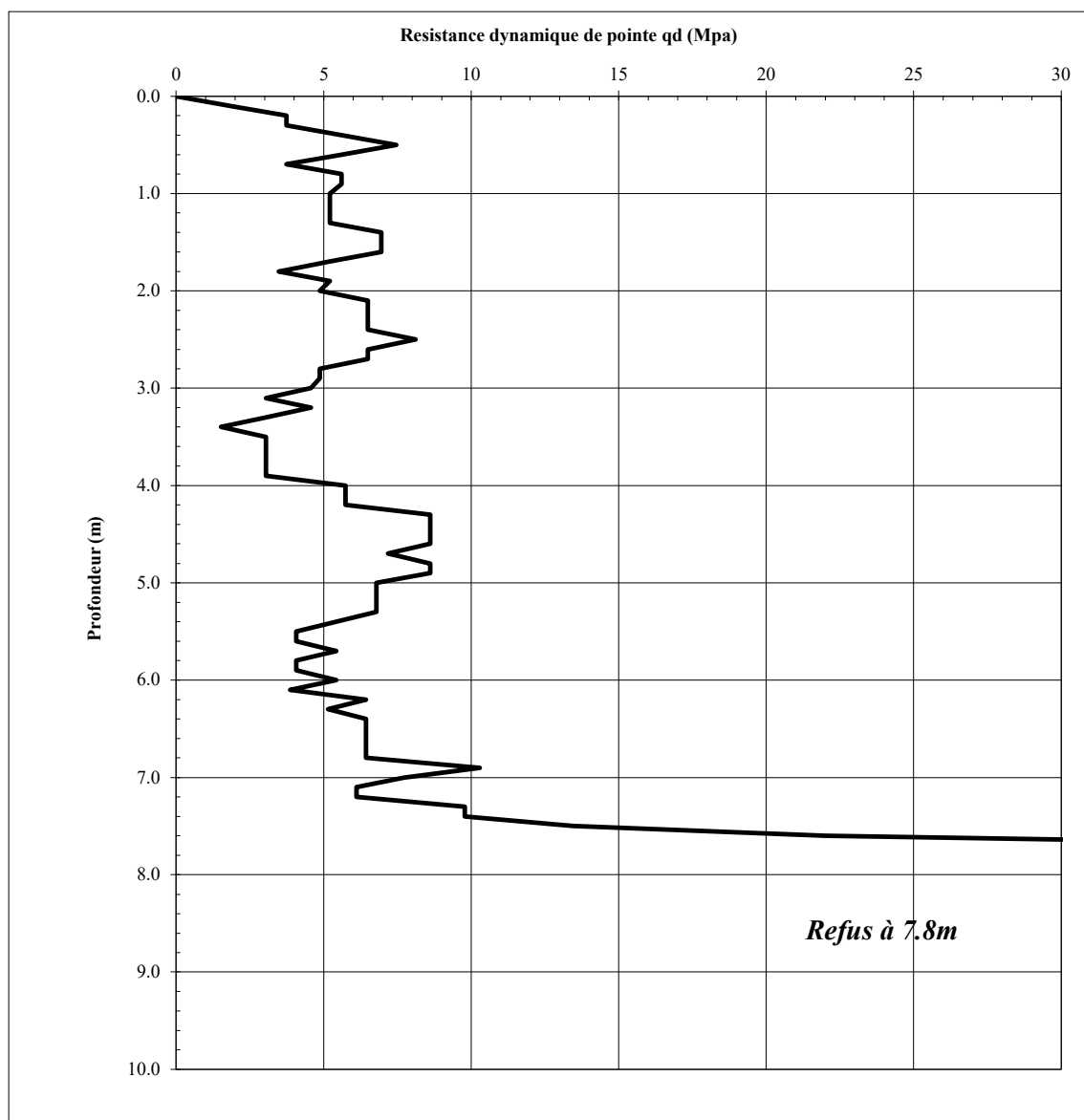
Masse du mouton (kg): 63.0 hauteur de chute (m) : 0.75 Section pointe (cm2) : 20.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7 Masse d'une tige (kg) : 6.0
--	---

	Essai de pénétration dynamique		N° P8
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 99.9



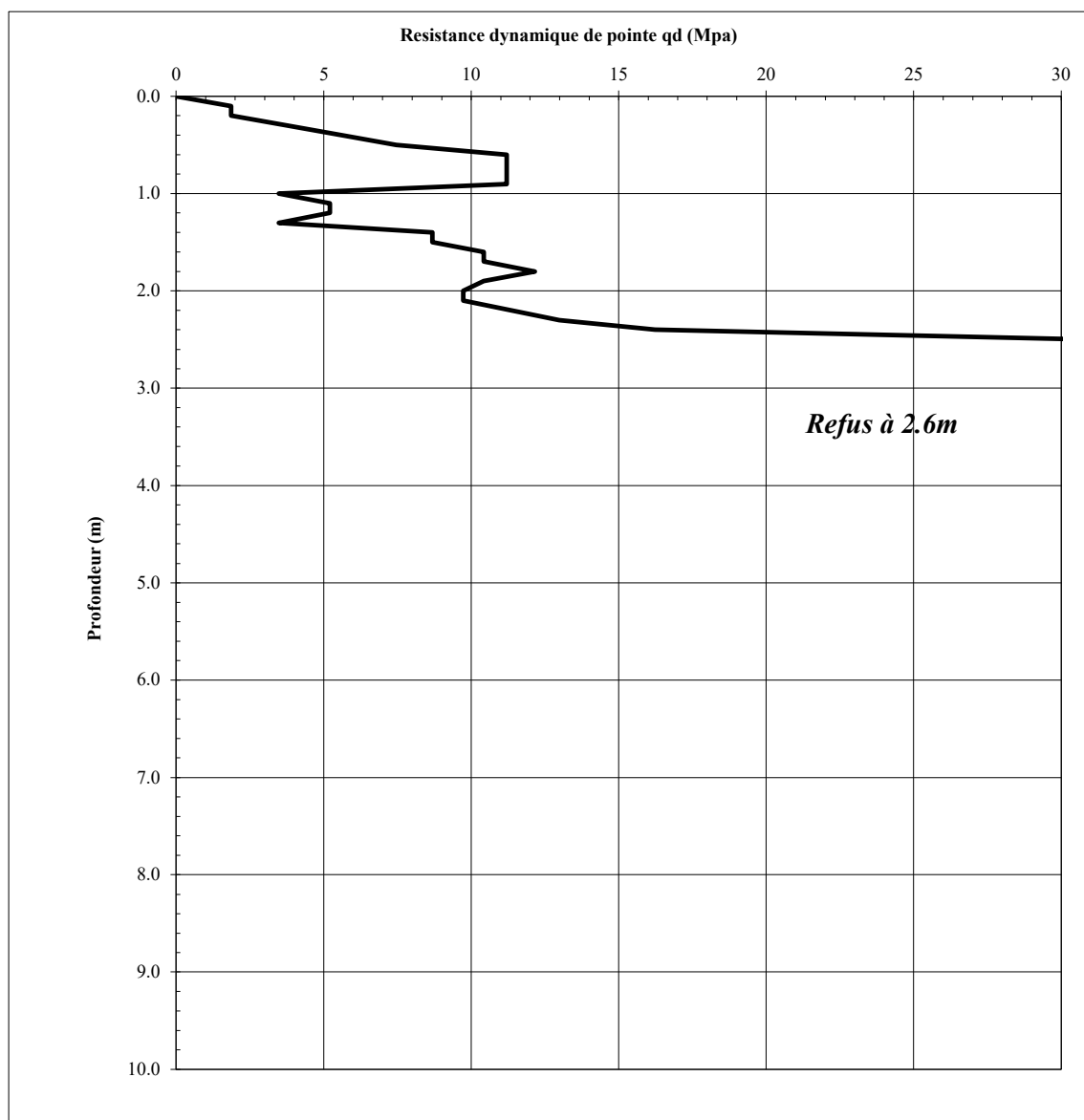
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P9
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 100.3



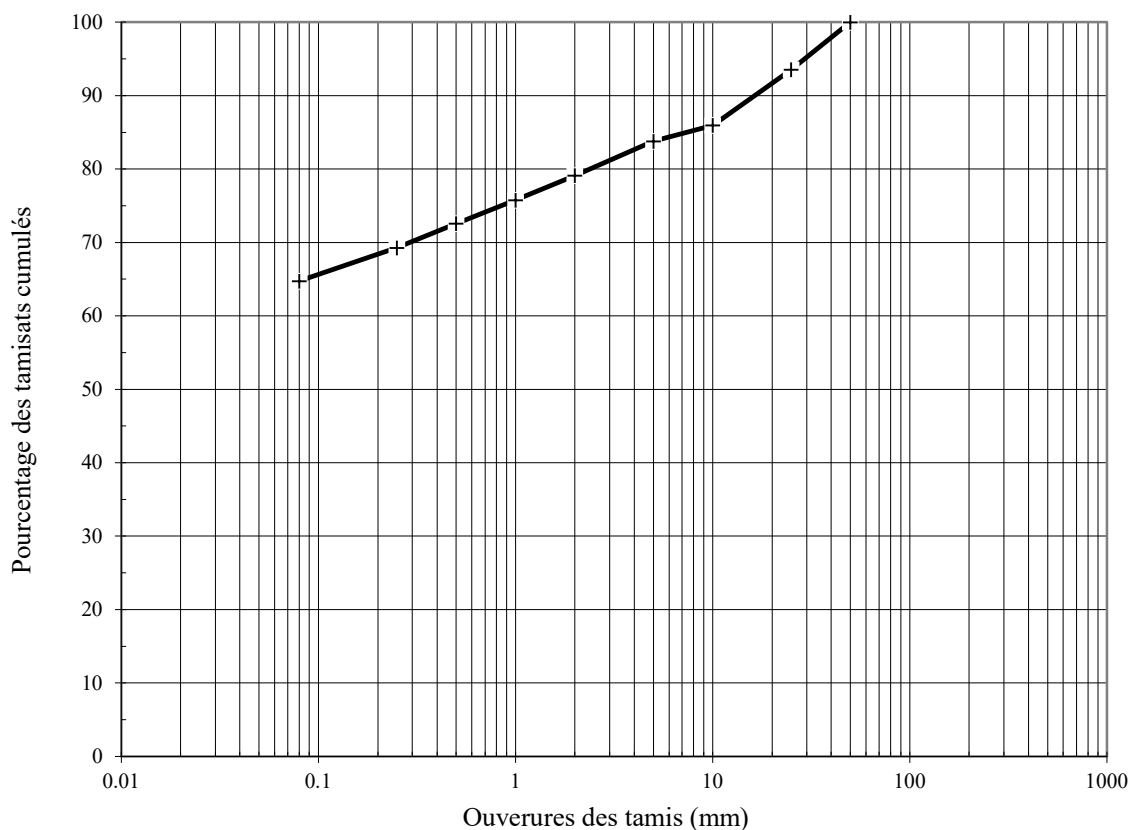
Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

	Essai de pénétration dynamique		N° P10
	<u>Date :</u> 04/12/2021	<u>Niveau d'eau</u>	<u>N° de dossier</u> AX20.11.117
<u>Affaire :</u> Projet de lotissement La Fontenille à LE CENDRE			<u>Altitude :</u> 103.0



Masse du mouton (kg): 63.0	Masse enclume+guidage mouton (kg) :	10.7
hauteur de chute (m) : 0.75	Masse d'une tige (kg) :	6.0
Section pointe (cm2) : 20.0		

Provenance: PU6 à 0.8 m	VBS = 4.7	W% = 21.5 %
Nature : Limons argileux à galets	IPI = 7.5	GTR = A2 m
Prélèvement par: ALPHA BTP NORD		



Tamis	% passants
50	100.0
25	93.5
10	85.9
5	83.8
2	79.1
1	75.8
0.5	72.6
0.25	69.3
0.08	64.7

Schéma d'implantation des sondages

LE CENDRE

Projet de lotissement

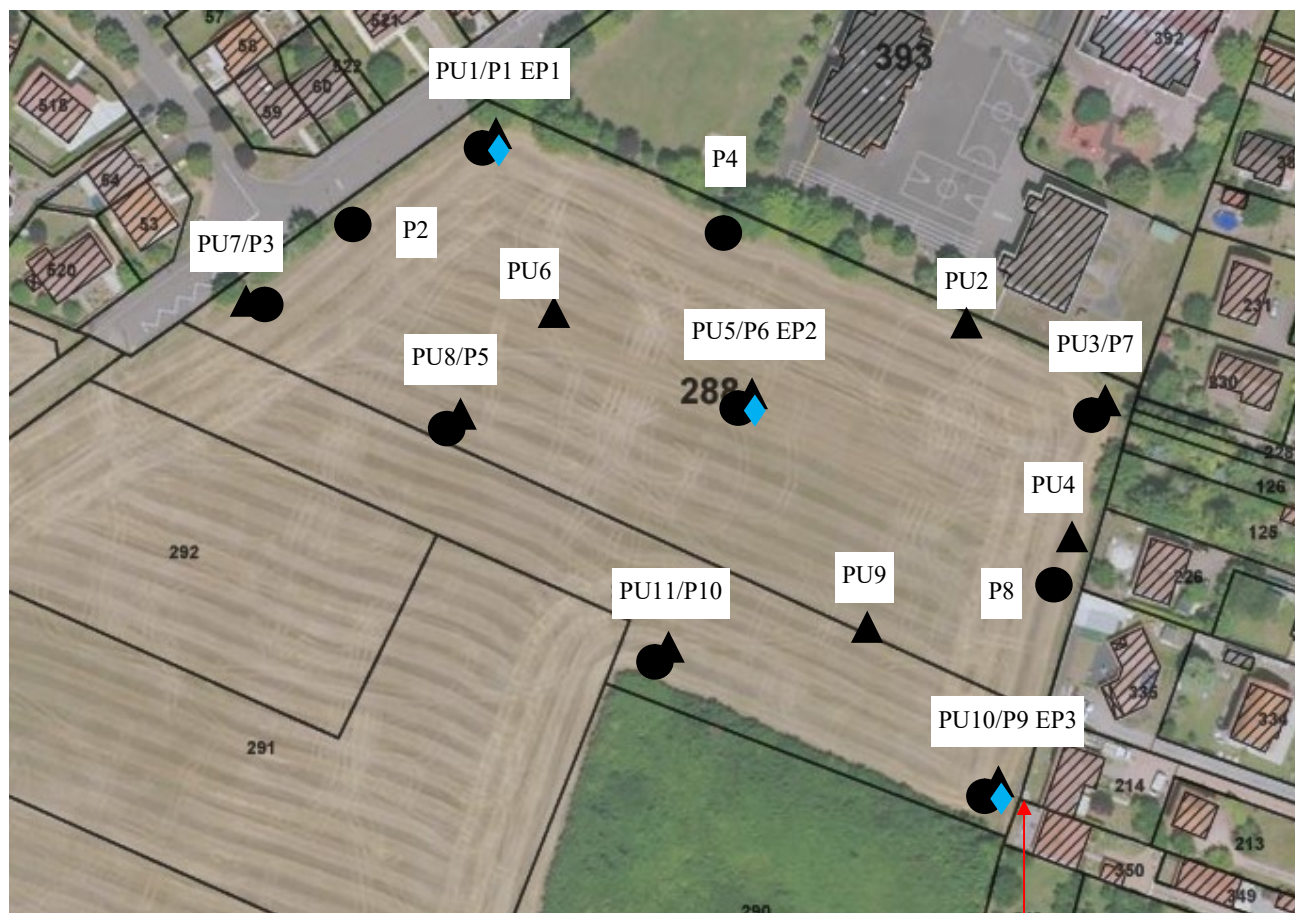
La Fontenille

AX20.11.117.a/l

- Sondage au pénétromètre dynamique (P)
- ▲ Sondage à la pelle (PU)
- ◆ Essai d'infiltration Porchet (EP)

Décembre 2020

Échelle : sans



Référence topographique
Pied du mur de clôture
Cote 100.0 NI