

RAPPORT D'ÉTUDE

SCI THEASER

14 Route de Vallière
23460 SAINT YRIEIX LA MONTAGNE

ETUDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Construction d'une surface commerciale à Aubusson (23)

Version de Novembre 2025

SOMMAIRE

PRÉAMBULE.....	4
1. EMPLACEMENT ET PRESENTATION DU PROJET	5
1.1. LOCALISATION DU PROJET	5
1.2. RÉFÉRENCES CADASTRALES ET PLU	6
1.3. NATURE, OBJET ET CONSISTANCE DE L'OPERATION.....	8
2. ANALYSE DE L'ETAT ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE	9
2.1. MILIEU NATUREL.....	9
2.2. MILIEU HYDROGRAPHIQUE.....	9
2.3. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE	10
2.4. RISQUES NATURELS	10
2.5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE.....	11
3. GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	13
3.1. DELIMITATION DU BASSIN VERSANT.....	13
3.2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT	14
3.3. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	15

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du site sur fond cartographique de l'IGN au 1/25000ème.	5
Figure 2. Extrait de cadastre	6
Figure 3. Identification photographique de l'emprise du projet.....	7
Figure 4. Zonage réglementaire du PLU	7
Figure 5. Réseau hydrographique à proximité du site.	9
Figure 6. Profil altimétrique.	10
Figure 7. Extrait de la carte géologique au 1/50 000-ème du BRGM.....	11
Figure 8. Implantation des sondages géologiques.	12
Figure 9. Dimensionnement de l'ouvrage de rétention des eaux pluviales.	15

PRÉAMBULE

La présente étude est établie dans le cadre d'un projet de création d'une cellule commerciale sur la commune d'Aubusson, dans la Creuse (23).

Elle a pour but de définir les modalités de gestion des eaux pluviales nécessaires pour la réalisation du projet.

La présente notice hydraulique est établie pour :

SCI THEASER

14 Route de Vallière

23460 SAINT YRIEIX LA MONTAGNE

1. EMPLACEMENT ET PRESENTATION DU PROJET

1.1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet d'aménagement est localisé sur la commune d'AUBUSSON (23), dans la Creuse. La commune fait partie de la communauté de communes Creuse Grand Sud.



Figure 1. Localisation du site sur fond cartographique de l'IGN au 1/25000ème.

Le projet est situé AU Nord-Est de la commune, sur une parcelle en espace vert et situé entre le Chemin du Mont au Nord, la D990 à l'Ouest, et la D941A au Sud. Le terrain fait partie de l'aire de la Zone d'Activité du Mont.

1.2. RÉFÉRENCES CADASTRALES ET PLU

Source : Cadastre.gouv.fr ; Géoportail ; PLU d'Aubusson ; ANNEXE 01 : Plan de bornage

Les références cadastrales et la superficie des parcelles concernées par le projet sont les suivantes :

Commune	N° de parcelle	Superficie (m ²)
AUBUSSON	000 ZA 27	3 920
AUBUSSON	000 ZA 37	1 078
AUBUSSON	000 ZA 214	2250
AUBUSSON	000 ZA 273	5 334
AUBUSSON	000 ZA 39	2 693
AUBUSSON	000 ZA 12	3 602
AUBUSSON	000 ZA 26	350
SAINT-AMAND	000 AI 4	6 285
TOTAL		25 512

La figure ci-dessous reprend ses contours cadastraux :

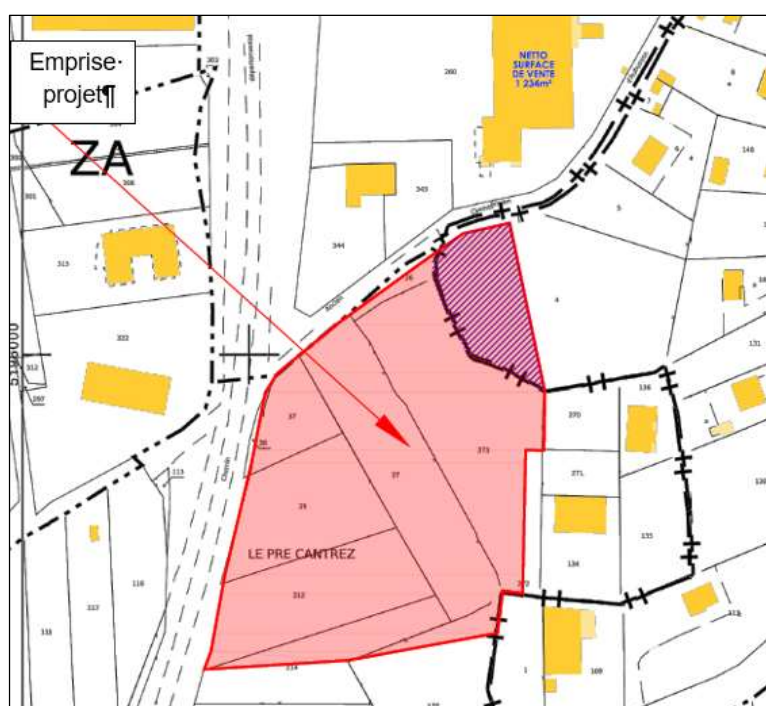


Figure 2. Extrait de cadastre

L'emprise projet ne concerne pas la totalité des parcelles, en effet, les parcelles AI 4, ZA 133 et ZA 214 ne seront que partiellement impacté. L'emprise projet totale est donc de **19 274 m²**.

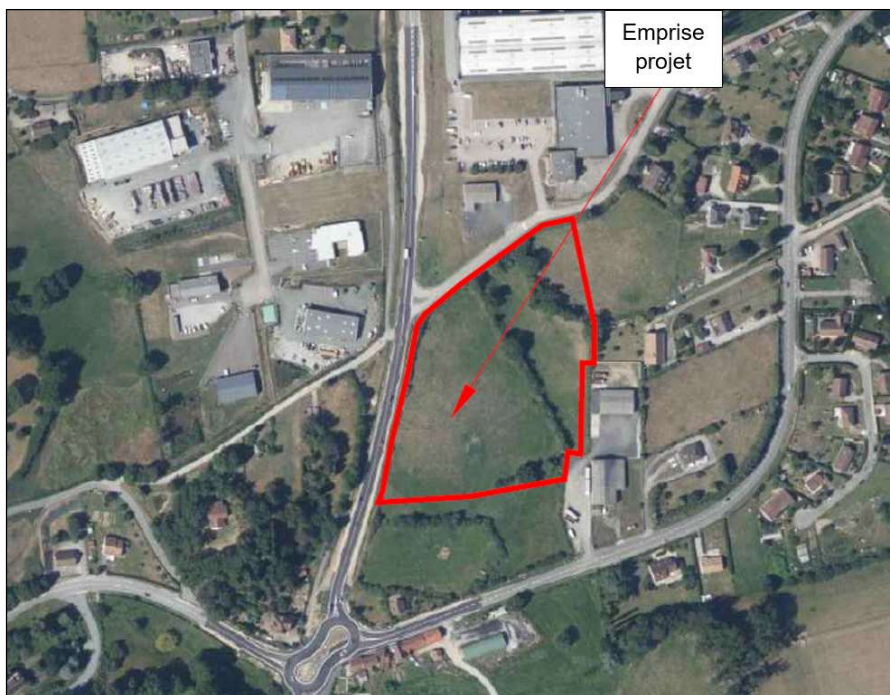


Figure 3. Identification photographique de l'emprise du projet.

L'environnement proche du projet est composé :

- Au Nord, de la ZAC du Mont ;
- A l'Est, de quartiers résidentiels ;
- Au Sud, de la D941A, puis de prairies ;
- A l'Ouest, de la D990, puis de prairies ;

Après consultation du Plan Local d'Urbanisme d'Aubusson, les parcelles du projet sont classées en zone urbaine Aui, soit zone à urbaniser (industrie, artisanat, commerce, bureaux, service).



Figure 4. Zonage réglementaire du PLU

1.3.NATURE, OBJET ET CONSISTANCE DE L'OPERATION

Source : ANNEXE 2 : Plan masse projet ;

Le projet est situé sur une parcelle actuellement en espaces verts, et anciennement à vocation de pâturage. Il consiste en la création d'une surface commerciale, de l'enseigne Intermarché, et de son parking associé.

Le projet consiste donc aux aménagements suivants :

- Terrassement des surfaces du projet ;
- Construction du bâtiment pour une surface totale de 5099 m² ;
- Création des voiries, du parking visiteurs et du parking personnel, pour un total de 168 places de parking, dont 146 perméables, 26 électriques, 4 PMR, et 2 familles ;
- Mise en place de 2090 m² de panneaux photovoltaïques en toiture et sur ombrière ;

Le tableau ci-dessous reprend la répartition des types de surface actuelle et après-projet :

Tableau 1 : Tableau de répartition des surfaces.

Type de surface	Etat actuel	Etat projet
	Surface (m ²)	Surface (m ²)
Toitures	0	5099
Enrobé	0	4439
Pavés drainant	0	2038
Espaces verts	19274	7353
Bâche extinction incendie	0	345
Total	19274	19274

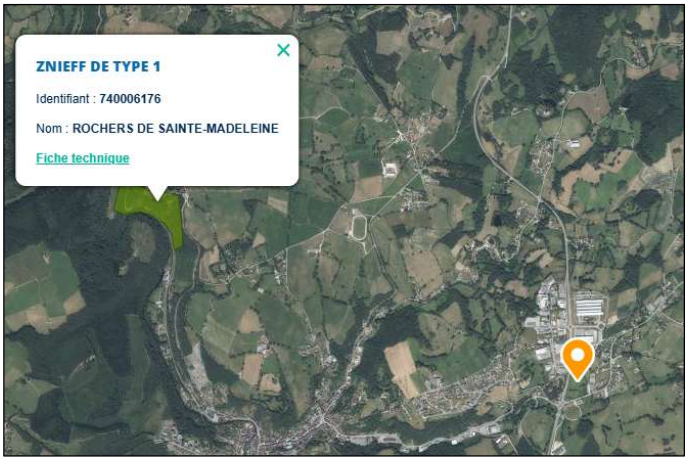
Le projet entraîne une augmentation des surfaces imperméabilisées, et donc une augmentation du ruissellement d'eaux pluviales pour lequel il conviendra de mettre en place une gestion adaptée.

2. ANALYSE DE L'ETAT ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE

2.1. MILIEU NATUREL

Sources : Géoportail

2.1.a. ZNIEFF et NATURA 2000

Type	Nom	Identifiant	Distance au site
ZNIEFF Type I	Rochers de Sainte- Madeleine	740006176	+ de 2.5 km 

Il n'y a pas d'autres zones naturelles protégées dans un rayon de 3 km autour du site.

2.2. MILIEU HYDROGRAPHIQUE

Le projet est situé dans le bassin versant de la Creuse.

Un cours d'eau circule en périphérie Sud du projet, et circule en direction de l'Ouest avant de se jeter dans la Creuse à environ 2 km à l'Ouest.



Figure 5. Réseau hydrographique à proximité du site.

2.3.CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

Le terrain est situé entre 517 et 509 m NGF, et présente une pente moyenne de 5% vers le Sud / Sud-Est.

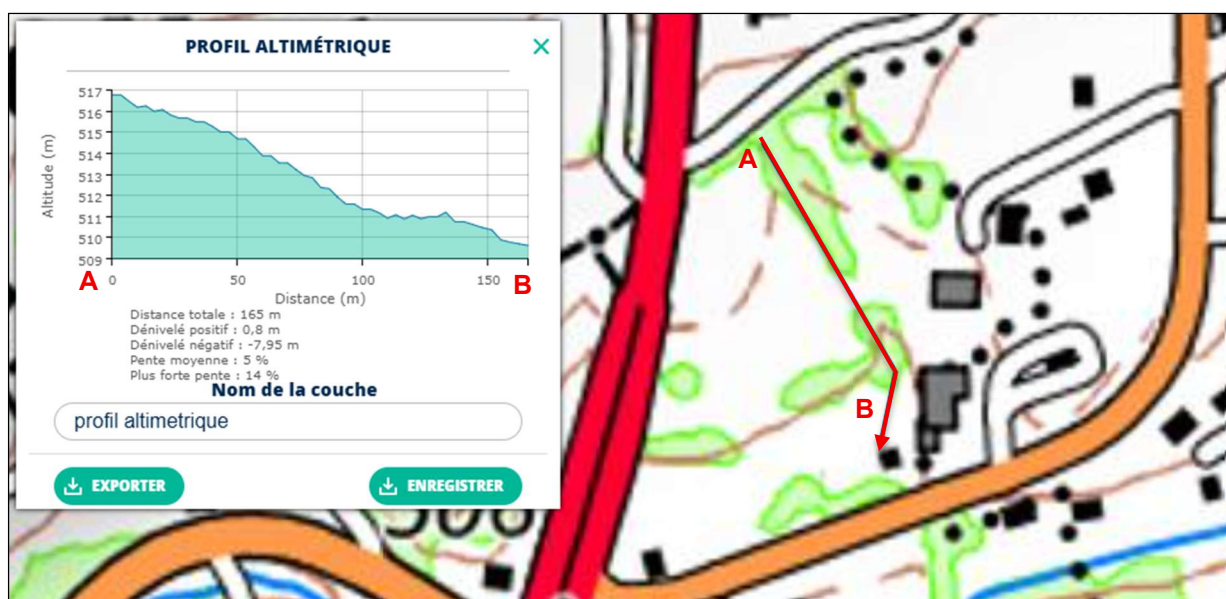


Figure 6. Profil altimétrique.

2.4.RISQUES NATURELS

Source : Géorisques

Les parcelles du projet sont concernées par trois risques naturels :

- Risque sismique classé à 2/5 ce qui correspond à un risque faible ;
- Risque radon classé à 3/3, ce qui correspond à un potentiel radon significatif.

La commune est également concernée par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPR) :

PPRN	Aléa	Prescrit le	Approuvé le	Site concerné
PPRI d'Aubusson	Inondation	05/10/95	13/08/2004	NON

Cependant le site du projet n'est pas situé dans le périmètre du PPRI.

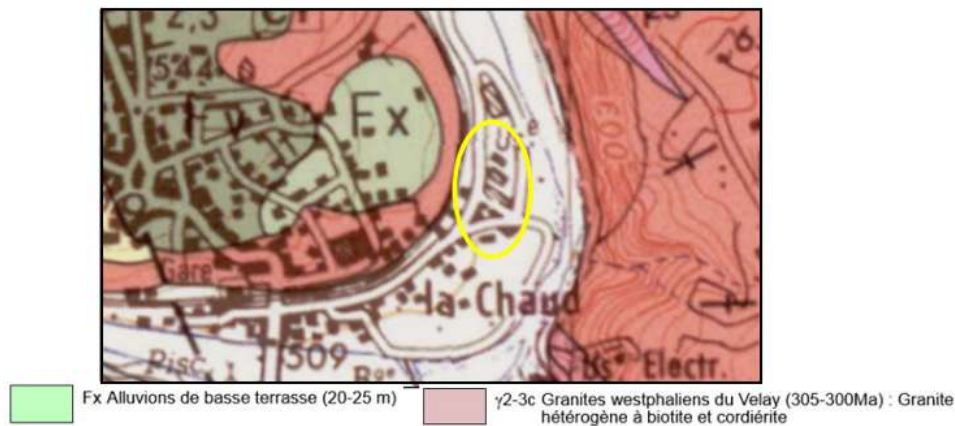
2.5.CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE

Sources : Infoterre ; Annexe 03 : Etude géotechnique

- **Contexte géologique et pédologique :**

Géologie :

D'après les renseignements apportés par la carte géologique du BRGM au 1/50 000ème de Monistrol-sur-Loire, les terrains sont composés d'un substratum granitique altéré en tête surmonté par des niveaux sableux à sablo-argileux meubles remblayés en tête.



Etude géotechnique :

Une étude géotechnique de conception a été réalisée par la société ALPHA BTP le 26/06/2025. Plusieurs sondages géologiques ont été réalisés à la pelle mécanique. Ils ont permis de mettre en évidence les formations lithologiques suivantes :

- Formation 1 : Terre végétale, limons sableux peu fermes à lâches ;
- Formation 2 : Sables limoneux à argileux marron peu denses à moyennement denses ;
- Formation 3 : Arènes granitiques sableuses marron denses à très denses ;
- Formation 4 : Granite ± altéré compact à raide ;

Des arrivées d'eau ont été observées au droit des sondages SP1, SP2, S3, S4, PU7, PU11. Cela correspond globalement au centre de l'emprise projet, sur le futur lieu d'implantation du bâtiment commerciale.

Ci-dessous le plan d'implantation des sondages :

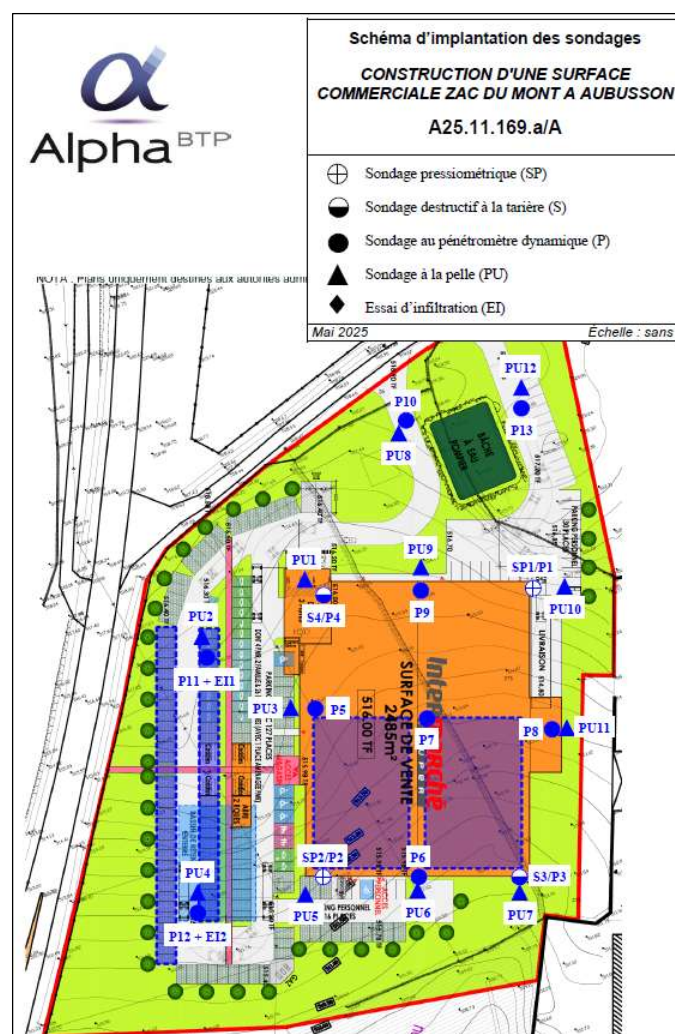


Figure 8. Implantation des sondages géologiques.

Deux essais d'infiltration de type Porchet (E11 et E12) ont été réalisés. Les résultats des mesures sont disponibles dans le tableau ci-dessous :

Nom essai	Frange de profondeur (m)	K (m.s ⁻¹)	K (mm/h)
Essai EI1	0.6 à 2.0 m/TN	1.94 x 10 ⁻⁶	≈ 7
Essai EI2	0.6 à 1.5 m/TN	< 2.78 x 10 ⁻⁷	<1

Ces résultats ont été qualifiés de très faibles à quasiment nuls par l'étude géotechnique. De plus, au vu des nombreuses arrivées d'eaux observées, nous préconisons une gestion des eaux pluviales via la mise en place d'un ouvrage de rétention imperméable.

3. GESTION DES EAUX PLUVIALES

3.1. DELIMITATION DU BASSIN VERSANT

Actuellement, il n'y a pas de gestion des eaux pluviales sur l'emprise projet, les eaux ruissellent donc en fonction de la topographie naturelle, soit en direction du Sud / Sud-Est. Le Chemin du Mont isole hydrauliquement le projet d'un potentiel écoulement provenant du Nord. De plus, la partie Nord du projet étant située en point haut, il ne reçoit pas d'écoulement en provenance de l'Est.

Le bassin versant considéré pour la gestion des eaux pluviales du projet correspond donc uniquement à l'emprise projet, soit 19 274 m² :

Tableau 2. Bassin versant considéré et coefficient de ruissellement associé.

Type de surface	Etat actuel			Etat projet		
	Surface (m ²)	Coef	Surface active	Surface (m ²)	Coef	Surface active
Toiture	0	1	0,00	5099	1	5099
Enrobé	0	0,9	0,00	4439	0,9	3995
Pavés drainant	0	0,5	0,00	2038	0,5	1019
Espaces verts	19274	0,1	1927,4	7353	0,1	735
Bâche extinction incendie	0	1	0	345	1	345
TOTAL	19 274	0,10	1927,40	19 274	0,58	11193

3.2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

Source : SDAGE Loire-Bretagne

3.2.a. Période de retour et débit de fuite

Période retour	10 ans	SDAGE Loire Bretagne
Débit de fuite (l/s)	3 l/s/ha	
Débit de fuite projet (l/s)	3*1.9 ha = 5.78 l/s	

3.2.b. Données météorologiques

La station pluviométrique la plus représentative de la zone d'étude en termes de climatologie et de données disponibles est la station météorologique d'Aubusson.

Les coefficients de MONTANA utilisés pour le calcul des débits sont issus des statistiques établies sur la période 1998 – 2023 et sont définis ci-dessous :

Durée de retour	Durée de pluie 6min à 2h		Durée de pluie 2h à 24h	
	a	b	a	b
10 ans	7.85	0.644	13.2	0.787

3.3.DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel **Hydrouti**, en prenant en compte les paramètres ci-après :

BV pris en compte	19 274 m ²
Coefficient de ruissellement	58 %
Période de retour	10 ans
Débit de fuite	5.8 l/s

The screenshot shows the 'Hydrouti' software interface. On the left, under 'Bassin versant', the 'Surface du B.V.' is 1.9 ha and the 'Coefficient d'apport du B.V.' is 58 %. Below this is a 'Sélection d'un bassin versant' button. Under 'Paramètres pluviométriques pour un résultat en mm/mn', there are fields for 'a' (7.85, 13.22) and 'b' (0.644, 0.787) with a 'Seuil (mn)' of 120. The 'Débit de fuite de la retenue' is 5.8 l/s. On the right, the 'Méthode des pluies' section shows calculation results: 'Calcul du volume maximum stocké', 'Durée = 300.63 mn', 'Hauteur de pluie = 44.57 mm', 'Hauteur de fuite = 9.49 mm', 'deltah = 35.077 mm', 'Volume ruisselé = 491.17 m³', and 'Volume de stockage = 386.553 m³' (highlighted in red). There are also checkboxes for 'Longueur', 'Largeur', 'Hauteur d'eau', and 'Rapport l/h', all set to 0.00. Buttons for 'Graphique' and 'Schéma' are visible.

Figure 9. Dimensionnement de l'ouvrage de rétention des eaux pluviales.

Ainsi, d'après la méthode des pluies, le volume utile minimal de rétention de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales à mettre en place est de **387 m³**.

3.3.a. Ouvrage mis en place et dispositions constructives

La gestion des eaux pluviales du projet se fera donc via la mise en place d'un ouvrage de rétention enterré **imperméable**, afin d'éviter d'éventuelles remontées d'eau dans les ouvrages compte tenu du phénomène de capillarité.

Le volume utile de l'ouvrage sera de 387 m³ et son rejet se fera à débit limité à 5.8 l/s au réseau public, situé au croisement de la D941A et de la D990 au Sud-Ouest du projet.

Un séparateur hydrocarbures sera installé en amont du bassin de rétention.

Le bassin devra être accessible pour faciliter son entretien. Un entretien régulier devra être effectué afin d'assurer sa pérennité dans le temps et de maintenir ses performances dont dépend la qualité des rejets. Ceci comprendra un entretien préventif et curatif avec :

- Inspection régulière de l'ouvrage après chaque épisode pluvieux significatif et au minimum **2 fois / an** ;
- Ramassage régulier des flottants au niveau des grilles de collecte ;
- Curage et entretien régulier de l'ouvrage de prétraitement des eaux pluviales (séparateur hydrocarbures), et au minimum 1 fois / an.
- Curage de l'ouvrage de rétention et / ou des grilles de collecte si encrassement important relevé lors de l'inspection ;

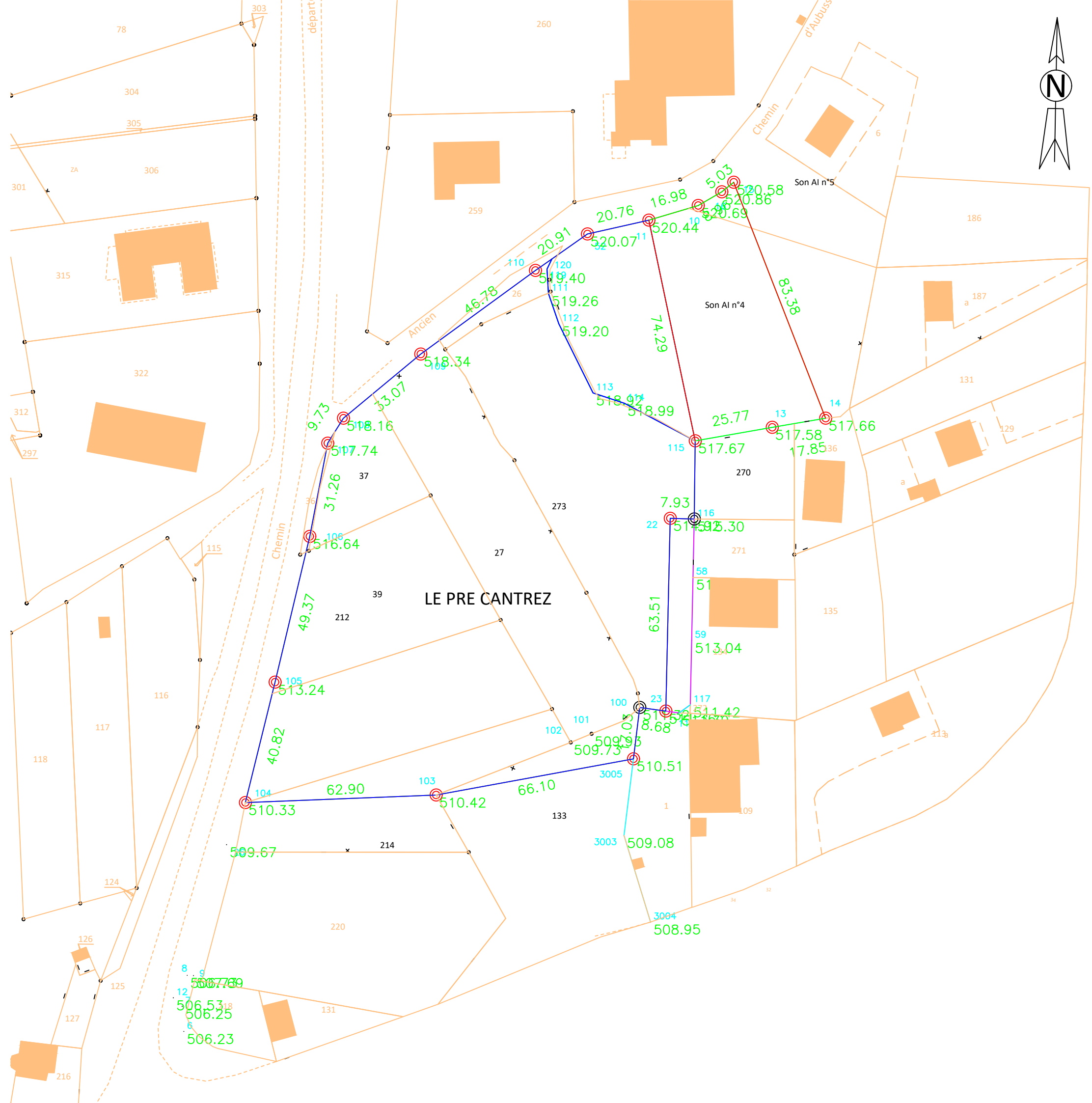
Dans le cas de figure où la maîtrise d'ouvrage souhaiterait installer une cuve de récupération des eaux pluviales, cette dernière devra être installée en amont hydraulique du bassin de rétention, avec une surverse reliée à ce dernier. Ceci afin de garantir pleinement le rôle tampon de l'ouvrage de rétention.

ANNEXES

Annexe 01 : Plan de bornage ;

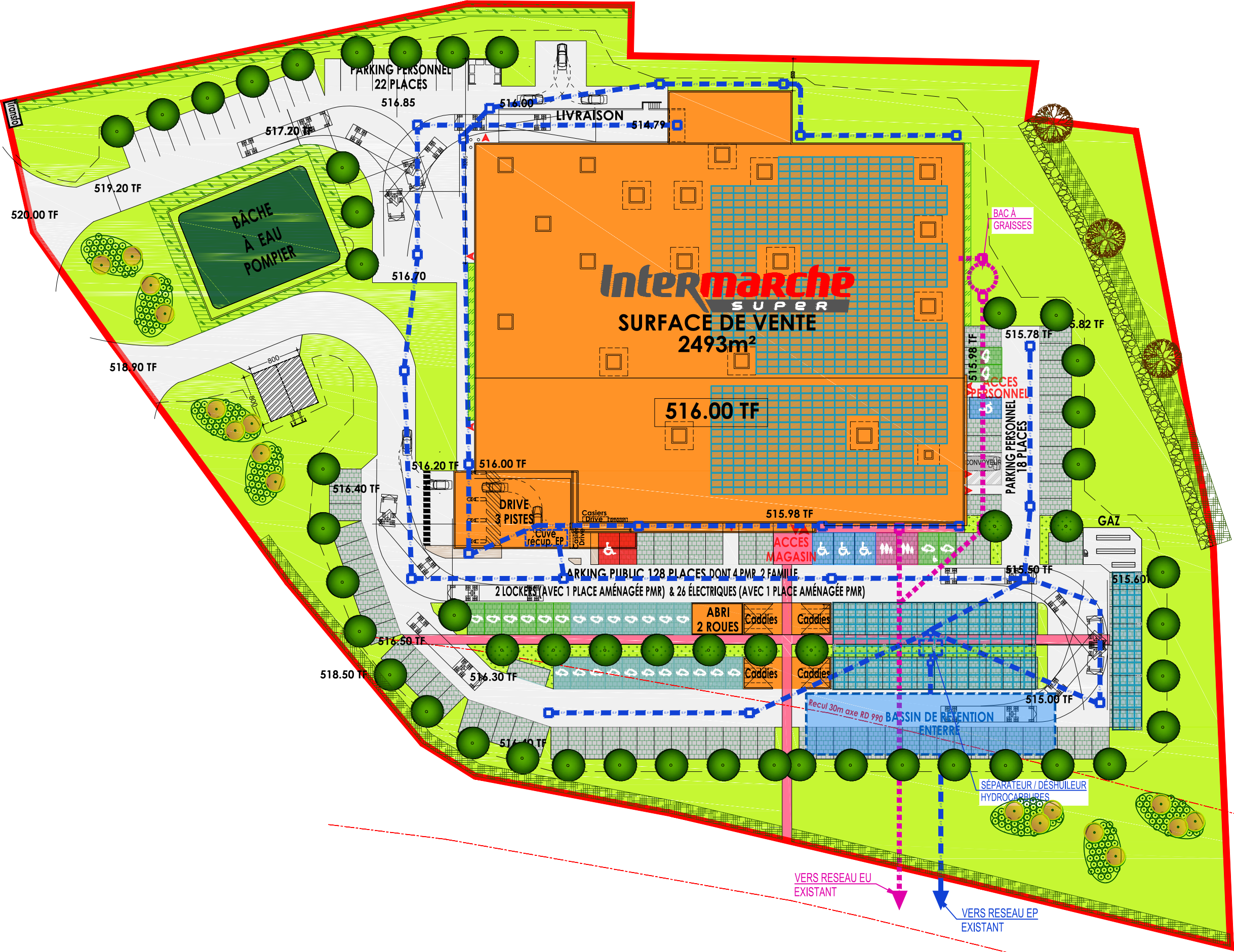
Annexe 02 : Plan masse projet

Annexe 03 : Etude géotechnique





NOTA : Plans uniquement destinés aux autorités administratives, ne pouvant faire office de plans d'exécution



SURFACE TERRAIN : 19 274m²

- LEGENDE -

- EMPRISE AUVENTS + BÂTIMENT
5 099m² dont magasin Intermarché 4 919m²
SP: 4 749m²
- ENROBÉ
4 138m²
- ZONE PARVIS + PIETONS
301 m²
- PAVES DRAINANTS
2 038m²
- ESPACES VERTS
7 353m²
- BÂCHE À EAU SUR GRAVE
345m²
- PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES
* 30% minimum en toiture soit 1 530m²
* Ombrage parking:
- en ombrières: 560m²
- en ombrage arbres

- ZONE ARTIFICIALISÉE
11 921m² - 61.80%
- ZONE NON ARTIFICIALISÉE
7 353m² - 38.20%

- ZONE IMPERMÉABLE
9 883m² - 51.30%
- ZONE PERMÉABLE
9 391m² - 48.70%

- LEGENDE -

- Haie champêtre conservée
- 51 Arbres tige flechée plantés
- 7 Bosquets plantés composés:
Arbustes jeunes plants
Arbres en baliveaux ramifiés,
- Haie champêtre créée
- Massifs couvre sols créés
- Plantes grimpantes sur filins
- Prairie fleurie
- Paves perméables type "écovégétal"
- Enrochement blocs pierres

CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE INTERMARCHE - ZAC DU MONT A AUBUSSON



Etude géotechnique de conception Phase Avant-projet 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

A25.11.169.a/A

MAITRE D'OUVRAGE

**SCI THEAZER
14 ROUTE DE VALLIERE
23460 SAINT-YRIEIX-LA-MONTAGNE**

ARCHITECTE

**ARCHI 3A
9 RUE DIDIER DAURAT
ZI BREZET EST
63100 CLERMONT-FERRAND**

MAITRE D'ŒUVRE

**FMH
6 RUE LOUIS VERDIER
63450 LE CREST**

Etude géotechnique de conception

Phase Avant-projet

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

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 44 pages comprenant :
 - l'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 novembre 2013)
 - les recommandations DGS et CSTB vis-à-vis du risque Radon
 - les coupes des sondages à la pelle
 - les résultats des sondages pressiométriques
 - les coupes des sondages destructifs en tarière
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - les résultats des essais de perméabilités
 - les résultats des essais de laboratoire
 - le schéma d'implantation des sondages

Affaire : CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE – ZAC DU MONT A AUBUSSON	Date : 23/06/25	
N° dossier : A25.11.169	Indice : a	
Agence de ROMAGNAT, le chargé d'étude	J. AMADON	
Contrôle interne	L. SANZELLE	

Sommaire

1 – CADRE DE L'ETUDE.....	6
1.1 - GENERALITES.....	6
1.2 - MISSION G2 AVP.....	6
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS	8
1.4 - 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 L'OUVRAGE.....	10
2.3 - ADMISSIBILITE DES DEFORMATIONS VIS-A-VIS DE L'OUVRAGE PROJETE	10
2.4 - CHAUSSEES/VOIRIES/PARKINGS.....	11
2.5 - AMENAGEMENTS EXTERIEURS/OUVRAGES ANNEXES.....	11
2.6 - DESCRIPTION DU SITE	12
2.7 - GEOLOGIE LOCALE	13
2.8 - SITUATION DU PROJET VIS-A-VIS DES RISQUES NATURELS	14
2.9 - CONTEXTE SISMIQUE	15
2.10 - AVOISINANTS	16
3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS.....	16
3.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	16
3.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE.....	18
4 – SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS.....	18
4.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	18
4.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE.....	20
4.3 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	22
4.4 - RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	23
4.5 - MESURES DE PERMEABILITE	26
4.6 - AVOISINANTS	27
5 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE.....	27
6 – TERRASSEMENTS.....	29
6.1 - PREAMBULE	29
6.2 - DEBLAIS	30
6.3 - REMBLAIS	33
6.4 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	38
7 – PRINCIPE ET PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS.....	40
7.1 - FONDATIONS SUPERFICIELLES	40
7.2 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	42
8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS	43
8.1 - TYPE DE NIVEAUX BAS	43
8.2 - DALLAGES SUR TERRE-PLEIN EVENTUELS	44
8.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	45
9 – DRAINAGE	46
10 – VOIRIE	47
10.1 - GENERALITES.....	47
10.2 - CARACTERISTIQUES GENERALES »	48
10.3 - PORTANCE ET AMELIORATION SOL SUPPORT	49
10.4 - STRUCTURES DE CHAUSSEES	49
10.5 - OBSERVATIONS	51

11 – OUVRAGES PARTICULIERS 51

12 – CONCLUSIONS..... 52



1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction d'une surface commerciale à AUBUSSON.

Elle est réalisée à la demande de FMH, représenté par M. MONTEILHET et d'ARCHI 3A, représenté par Mme BECHAREL et pour le compte de la SCI THEAZER.

Elle fait suite à notre devis du 04/04/2025 et à la commande du 07/04/2025.

Les différents intervenants connus sur cette opération sont les suivants :

Maitre d'ouvrage	SCI THEAZER, Mme BERGER et M. ANGELIBERT
Architecte	ARCHI 3A, Mme BECHAREL
Maître d'œuvre	FMH, M. MONTEILHET
BET Structure	Non-communicé
Bureau de contrôle	Non-communicé

1.2 - Mission G2 AVP

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

- de définir la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) ;
- de définir les types de fondations adaptées au projet et d'en effectuer le pré-dimensionnement (contraintes de calcul à l'ELU et l'ELS, tassements) ;
- de définir le risque lié à la présence d'argiles potentiellement gonflantes et de préconiser en conséquence le traitement des niveaux bas ;
- de définir le principe de traitement des niveaux bas ;
- de définir, le cas échéant, les modalités de réalisation des dallages et d'effectuer le 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 et de la stabilité des ouvrages avoisinants) ;
- *d'évaluer la possibilité de réutilisation des déblais en remblais y compris modalités de mise en œuvre ;*

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 6 sur 53
-----------	----------------------------	------------	---------------

- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- **d'évaluer ponctuellement la perméabilité des formations superficielles ;**
- d'évaluer la classe d'arase de la PST et les épaisseurs de couche de forme le cas échéant ;
- d'effectuer le pré-dimensionnement des structures de voiries/parkings à partir de la méthode du fascicule SETRA « Chaussées neuves à faible trafic » ;
- de proposer des solutions constructives dans le cadre :
 - des ouvrages enterrés sans pré-dimensionnement (stabilité, étanchéité, ...) ;
 - des ouvrages en terre sans pré-dimensionnement (mise en œuvre des remblais, stabilité des talus de déblais et de remblais) ;
 - des plates-formes support de voirie, de parkings et de dallage (traitement, modalités et critères de réception, ...) ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis à vis des conditions sismiques du site.

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

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

- les diagnostics géotechniques des ouvrages avoisinants situés dans la zone d'influence géotechnique (missions G5 dédiées à réaliser le cas échéant) ;
- les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (soutènements, terrasses, bassins de rétention, bassins d'orage, noues, réseaux, ...) ;
- les missions G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

Remarque : La mission G2 PRO d'ores et déjà confiée sera établie une fois la solution de fondation retenue, les descentes de charges combinées transmises ainsi que les plans de fondations.

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 7 sur 53
-----------	----------------------------	------------	---------------

1.3 - Documents fournis

- Plan de situation/cadastral du 14/02/2025
- Plan de masse du 14/02/2025
- Plan de masse sur fond de plan topographique du 11/06/2025 avec calages altimétriques de l'ouvrage projeté et des voiries périphériques

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

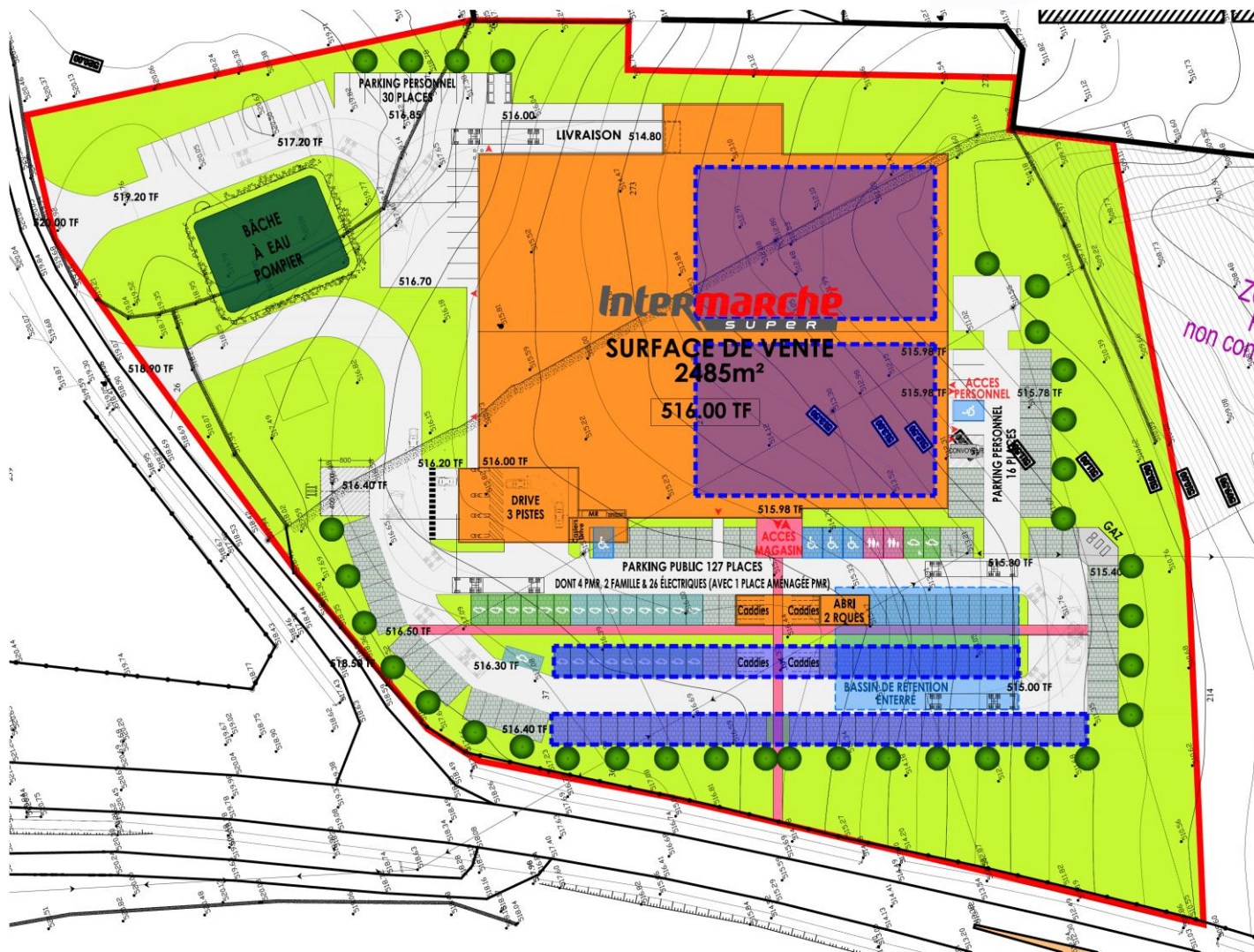
1.4 - Normes et règles de pré-dimensionnement utilisées

- 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 (SETRA)
- D.T.U. 13.3 dallages
- Eurocode 7 – Calcul Géotechnique – Norme NFP 94.251-1
- 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 (essais pressiométriques NFP 94-110-1 ; sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115, ...)

2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

2.1 - Description du projet

Ce projet concerne la construction d'une surface commerciale « INTERMARCHÉ », d'une superficie de l'ordre de 2485 m². Cet ouvrage devrait comporter 1 à 2 niveaux en superstructure sans niveau enterré, même partiellement.



La structure sera du type ossature métallique + bardage.

Le niveau bas de l'ouvrage projeté devrait être établi à l'altitude 516.0 NGF, soit **quasiment intégralement en remblais** par rapport au Terrain naturel Actuel, **de hauteurs maximales atteignant 5.5 m** au Sud-Est.

Le projet prévoit également la création d'un ensemble de voiries et parkings en périphérie de l'ouvrage projeté, avec :

- Une voirie lourde au Nord-Est établie totalement en déblais, de hauteurs maximales atteignant 3.5 m ;
- Une voirie d'accès légère au Nord établie en légers déblais (hauteur inférieure à 1.0 m) ;
- Un ensemble de voiries légères et de parkings à l'Ouest établis en remblais de hauteurs maximales atteignant 5.0 m au Sud.

Ces informations devront impérativement être vérifiées par la Maîtrise d'Œuvre pour valider les solutions de fondations/traitements des niveaux bas fournies dans le présent document.

2.2 - Descentes de charges apportées par l'ouvrage

Le projet étant au niveau APS, 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 de l'ouvrage. Dans le cas contraire, les conclusions de notre rapport devront éventuellement être modifiées.

2.3 - Admissibilité des déformations vis-à-vis de l'ouvrage projeté

Fondations : 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 cm maxi ;
- Tassements différentiels des fondations : 5/10 000° maxi.

Dallages : Aucune information ne nous a été communiquée concernant d'éventuelles prescriptions particulières (DPM) ; dans ce cadre les valeurs seuils définies par le DTU 13.3 (6.2) ont été retenues à ce stade :

- Déformation absolue maximale admissible par le dallage

$$W_{absolu} = MIN\left(\frac{L_1}{2000} + 20 ; 30\right)$$

- Déformation différentielle maximale admissible par le dallage :

$$W_{différentiel} = MIN \left(\frac{L_2}{2000} + 10 ; 20 \right)$$

Avec :

L_1 : plus petit côté du plus petit rectangle enveloppe de l'ouvrage (mm)

L_2 : distance entre deux points quelconques (mm)

Il conviendra de vérifier la compatibilité entre les solutions techniques fournies et les tassements estimés associés et les tassements admissibles par l'ouvrage afin de valider le pré-dimensionnement fourni.

2.4 - Chaussées/voiries/parkings

Les trafics **estimés par ALPHA BTP** sont les suivants :

- Chaussée lourde Nord-Est : $\approx 10 \text{ PL} + 60 \text{ VL/jour/sens}$;
- Chaussée légère Nord et Ouest : $\approx 1 \text{ PL} + 400 \text{ VL/jour/sens}$;
- Parking VL Sud : 50 VL/jour/sens .

Ces trafics devront impérativement être vérifiés/précisés 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 construction peut éventuellement comporter des aménagements extérieurs (bassins de rétention/d'orage, noues, réseaux, ...) et des ouvrages annexes (**soutènements**, murs de clôture, terrasses, ...) $\Rightarrow$ 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).

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 11 sur 53
-----------	----------------------------	------------	----------------

2.6 - Description du site

Lors de notre intervention, le site se présentait sous la forme d'un ensemble de parcelles agricoles enherbées, normalement accessibles et séparées par des haies denses (arbres, arbustes, ...).

Le site présentait dans sa globalité une pente importante en direction du Sud.



Notons la présence d'un **talweg en zone Sud-Est** du site, affectant partiellement l'ouvrage projeté et la présence d'une **zone humide à l'aval immédiat** de ce talweg au Sud → zone de circulation d'eau préférentielle probable.

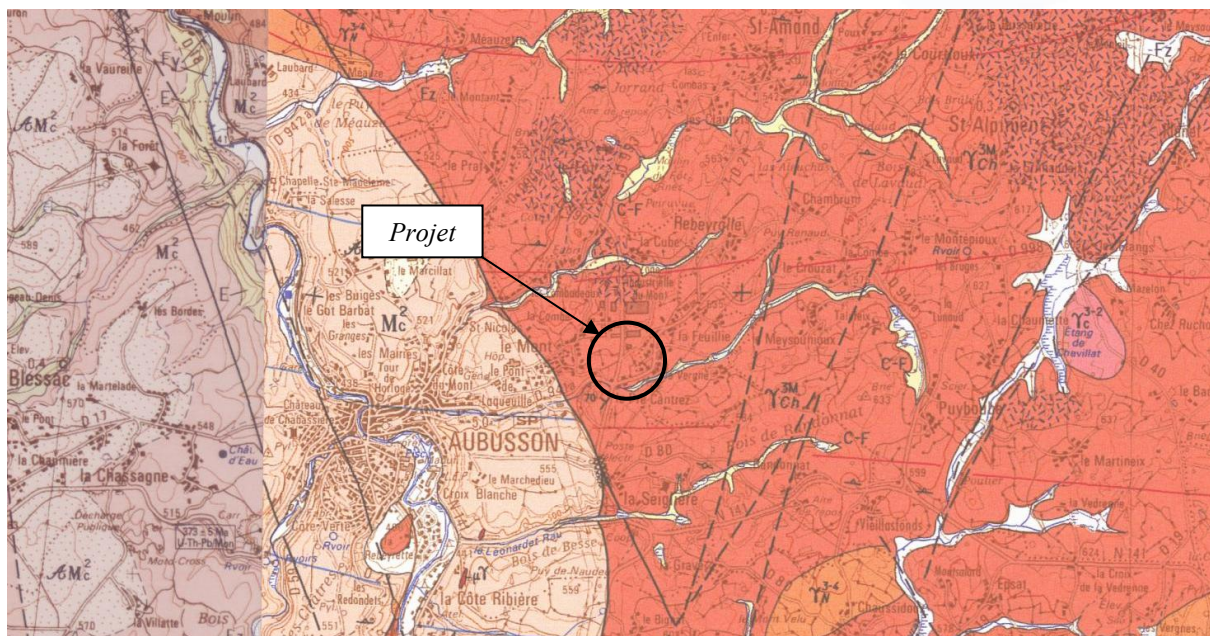
D'après la carte IGN et les données topographiques fournies, l'altitude du terrain au droit du projet était comprise entre 510.0 NGF au Sud-Est et 520.7 NGF au Nord.

Nota : Les têtes de sondages ont été nivelées par ALPHA BTP au GPS GNSS et sont rattachées au NGF → altitudes à vérifier impérativement par le Géomètre de l'opération.

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 12 sur 53
-----------	----------------------------	------------	----------------

2.7 - Géologie locale

Au droit du projet et en référence à la carte géologique au 1/50000^e (feuille d'Aubusson), le substratum est constitué du socle cristallin granitique → granitoïdes et monzogranites. Il est surmonté par des altérations de même origine (arènes) et par des dépôts de versant :



Notons les risques spécifiques liés :

- à la sensibilité hydrique des sols argileux potentiellement présents ;
- **la présence de probable de circulations d'eau notables au toit des horizons granitiques ;**
- à la possible hétérogénéité lithologique du site compte tenu du contexte colluvial et d'altération granitique présumé ;
- aux risques d'instabilité de pente associés à la topographie marquée du secteur et à la nature potentiellement colluviale des formations superficielles → mouvements de glissements/reptations/solifluxions des formations superficielles ;
- aux **fréquentes hétérogénéités d'altération des formations granitiques** ⇒ altération en « boules », associée aux diaclases, à la fracturation, aux circulations d'eau, ... ⇒ risques d'approfondissements locaux des niveaux porteurs ;

- à la présence possible de vestiges anthropiques enterrés (fondations, dalles, maçonnerie, ...) et/ou de fouilles/tranchées remblayées de façon précaire et pouvant générer des risques de tassements différentiels sous dallage et de risques d'approfondissement/disparition des niveaux porteurs ;
- 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 $\Rightarrow$ 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 $\Rightarrow$ diagnostic hors mission à prévoir le cas échéant ;
- ...

2.8 - Situation du projet 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	Hors zone d'aléa à proximité immédiate d'une zone d'aléa moyen au Sud Nombre d'arrêtés cat-nat « sécheresse » pris sur la commune : 0 Risques faibles
 Inondation	Non concerné Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) : non Plan de prévention du risque inondation (PPRn) : non Hors zone de prescription $\rightarrow$ cf. services préfectoraux

 Radon	Potentiel de catégorie : 3 Potentiel significatif 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	2 - Aléa faible
Accélération du sol a_{gr}	0.7 m/s²
Classification du sol	A
Paramètre S	1.0
Catégorie de l'ouvrage (*)	II à III
Coefficient d'importance γ_I (*)	1.0 à 1.2
Coefficient d'amplification topographique S_T	1.0
Classe de ductilité	<i>A définir par le BET Structure</i>
Coefficient de comportement/ de surcapacité	<i>A définir par le BET Structure</i>

(*) : *A définir par la Maîtrise d'Œuvre.*

Il revient aux concepteurs, en fonction de la catégorie d'importance de l'ouvrage projeté, 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.

Compte tenu de la définition du projet, des sols en place et des terrassements envisagés, la ZIG s'étend à une distance de 10.0 m autour de l'ouvrage projeté et des voiries associées.

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : Ouvrages existants au Nord et à l'Est, a priori hors ZIG ;
- Voiries : RD 990 à l'Ouest, Chemin du Mont au Nord, **en ZIG** ;
- Réseaux : Associés aux bâtiments, aux voiries et aux réseaux existants **en ZIG** ;
- Limites de propriété : **en ZIG** ;
- Talus : **En ZIG** ;
- Ouvrages de soutènement : Ouvrages de soutènement associés aux ouvrages à l'Est, potentiellement **en ZIG** (zone Sud-Est notamment) → *Etudes de stabilité hors mission, à réaliser le cas échéant dans le cadre de missions de diagnostic de type G5.*

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 et du niveau de complexité de l'adaptation au sol de l'ouvrage, le programme d'investigations suivant a été mis en œuvre :

3.1 - Reconnaissances in situ

- 12 sondages à la pelle (PUI à PUI2) pour :
 - la vérification de l'homogénéité du site,
 - l'identification des formations superficielles,
 - le prélèvement d'échantillons (remaniés).

- 2 sondages pressiométriques à la tarière (SP1 et SP2) pour :
 - l'identification des formations en profondeur,
 - la réalisation d'essais in situ (détermination des pressions limites et modules pressiométriques),
 - l'étalonnage des sondages pénétrométriques,
 - le prélèvement d'échantillons.

Nota : Ces forages ont été réalisés avec enregistrement des paramètres de foration (vitesse d'avancement, couple, pression sur l'outil, ...).

- 2 sondages destructifs paramétrés (S3 et S4) pour :
 - préciser la nature, le niveau et les caractéristiques relatives des différentes couches,
 - vérifier l'homogénéité du site (notamment niveau et caractéristiques des différentes formations dont le substratum)
 - **l'installation d'un piézomètre dans l'empreinte du sondage « S4 »,**

Nota : Ces forages ont été réalisés avec enregistrement des paramètres de foration (vitesse d'avancement, couple, pression sur l'outil, ...).

- 13 sondages au pénétromètre dynamique (P1 à P13) pour :
 - l'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons,
 - la vérification de l'homogénéité du site.

Nota : Ces sondages ont été descendus au refus.

- 2 essais d'infiltration de type PORCHET (EI1 et EI2) 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 :

- 24 mesures de la teneur en eau naturelle des formations superficielles du site afin de vérifier leur homogénéité hydrique ;
- 4 identifications GTR92 (analyse granulométrique, valeur au bleu de méthylène, ...) pour le classement des sols devant être réutilisés en remblai et/ou constitutifs des futures PST sous voiries ;
- 4 essais 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 ;
- 2 essais Proctor Normaux avec poinçonnements IPI pour déterminer les conditions optimales de mise en œuvre des horizons déblayés en remblais et couches de forme.

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, limons sableux peu fermes à lâches*
- *Formation « 2 » - Sables limoneux à argileux marron peu denses à moyennement denses*
- *Formation « 3 » - Arènes granitiques sableuses marron denses à très denses*
- *Formation « 4 » - Granite $\pm$ altéré compact à raide*

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

Sondages		SP1 + P1 + PU10	SP2 + P2 + PU5	S3 + P3 + PU7	S4 + P4 + PU1	P5 + PU3	P6 + PU6	P7
Altitudes NGF		≈ 517.0	≈ 512.3	≈ 510.7	≈ 515.9	≈ 515.1	≈ 511.1	≈ 513.5
Formation N°2	Prof (m/TN)	≈ 0.4	---	≈ 0.6	≈ 0.4	---	≈ 0.4	≈ 0.6
	NGF	≈ 516.6	---	≈ 510.1	≈ 515.5	---	≈ 510.7	≈ 512.9
Formation N°3	Prof (m/TN)	≈ 1.2	≈ 0.4	≈ 2.3	≈ 0.8	≈ 0.4	≈ 0.7	≈ 1.7
	NGF	≈ 515.8	≈ 511.9	≈ 508.4	≈ 515.1	≈ 514.7	≈ 510.4	≈ 511.8
Formation N°4	Prof (m/TN)	≈ 1.5	≈ 1.2	≈ 3.9	≈ 1.8	≈ 2.3	≈ 1.7	≈ 3.3
	NGF	≈ 515.5	≈ 511.1	≈ 506.8	≈ 514.1	≈ 512.8	≈ 509.4	≈ 510.2

Sondages		P8 + PU11	P9 + PU9	P10 + PU8	P11 + PU2 + EI1	P12 + PU4 + EI2	P13 + PU12
Altitudes NGF		≈ 513.6	≈ 515.7	≈ 518.0	≈ 518.0	≈ 512.7	≈ 520.0
Formation N°2	Prof (m/TN)	≈ 0.4	≈ 0.5	≈ 0.3	≈ 0.4	≈ 0.4	≈ 0.4
	NGF	≈ 513.2	≈ 515.2	≈ 517.7	≈ 517.6	≈ 512.3	≈ 519.6
Formation N°3	Prof (m/TN)	≈ 2.3	≈ 1.2	≈ 1.0	≈ 0.7	≈ 0.8	≈ 0.7
	NGF	≈ 511.3	≈ 514.5	≈ 517.0	≈ 517.3	≈ 511.9	≈ 519.3
Formation N°4	Prof (m/TN)	≈ 4.6	≈ 3.3	≈ 2.6	≈ 1.5	≈ 2.5	≈ 1.9
	NGF	≈ 509.0	≈ 512.4	≈ 515.4	≈ 516.5	≈ 510.2	≈ 518.1

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)	Pression limite P _l (MPa)	Module pressiométrique E _M (MPa)	Coefficient Rhéologique α
Formation « 1 »	0.3/0.6	1 à 2	Non-mesuré		1
Formation « 2 »	Inexistante à 2.3	1 à 6	0.59	5.5	2/3
Formation « 3 »	1.2/4.6	6 à >15	2.11	32.6	1/2
Formation « 4 »	> 9.0	Refus	>3.50	51.8 à 207.6	

Notons :

- Le contexte géologique hétérogène du site, avec :
 - Un contexte très favorable au Nord de la parcelle, marqué par la faible profondeur des horizons d'altération du granite de bonnes compacités (formation « 3 ») puis du substratum altéré sous-jacent (formation « 4 »),
 - Un contexte nettement moins bon au Sud et à l'Est de la parcelle, marqué par l'approfondissement des horizons de bonnes compacités (formations « 3 » et « 4 ») et **l'apparition d'épaisseurs moyennes à importantes de formations superficielles sablo-argileuses humides à saturées, peu fermes et localement fortement compressibles, y compris sous faibles charges** (formation « 2 »).
- Cette zone semble très bien corrélée avec la présence du talweg, matérialisé clairement par les courbes d'isohypses du plan topographique à notre disposition → zone probable de circulation préférentielle de l'eau avec altération très intense du granite et présence de matériaux sablo-argileux saturés.

4.3 - Synthèse hydrogéologique

Des venues d'eau ont été relevées aux profondeurs suivantes lors de la campagne de reconnaissance. De même des niveaux d'eau ont été mesurés en fin de journée d'intervention (le 15/05/2025) :

Sondages		SP1	SP2	S3	S4	PU7	PU11
Altitudes NGF		≈ 517.0	≈ 512.3	≈ 510.7	≈ 515.9	≈ 510.7	≈ 513.6
Venue d'eau	Prof (m/TN)	---	---	---	---	≈ 1.3	≈ 2.9
	NGF	---	---	---	---	≈ 509.4	≈ 510.7
Niveau d'eau	Prof (m/TN)	≈ 1.0	≈ 5.1	≈ 1.2	≈ 1.8	---	---
	NGF	≈ 516.0	≈ 507.2	≈ 509.5	≈ 514.1	---	---

Notons que ces niveaux ne sont pas stabilisés et sont donc susceptibles de varier dans des proportions importantes en fonction des conditions météo. Les venues d'eau semblent toutefois au moins partiellement associées à la présence du talweg.

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. Un piézomètre a été placé à cet effet dans l'empreinte du sondage « S4 ». 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

Classifications GTR :

4 classifications GTR 92 ont été menées sur les formations superficielles du site (formations « 2 » et « 3 »). Leurs résultats sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	PU1	PU4	PU6	PU9
Prof/TN (m)	0.8	1.3	0.4	0.5
Nature	Arènes sableuses marron	Arènes sableuses marron	Sables limoneux marron	Sables limoneux marron
Formation N°	3	3	2	2
Teneur en eau W (%)	10.4	9.3	16.5	16.1
Dmax (mm)	10	25	25	10.0
Passant à 2 mm (%)	75.0	75.0	84.6	87.8
Passant à 80 µm - fines (%)	11.3	8.6	28.6	24.1
Valeur au bleu (VBS)	0.4	0.4	0.6	0.7
Valeur d'IPI (Indice Portant Immédiat)	18.6	11.3	11.0	10.2
Classe GTR 92	B_{2m}	B_{2m}	B_{5h}	B_{5h}

Ces résultats permettent de formuler les observations suivantes :

- Les horizons granitiques peu altérés sont classés en catégorie « R₆ » du GTR. Compte tenu de l'intense altération de ces horizons, ceux-ci semblent toutefois pouvoir être assimilés aux catégories « C₁B₂ » à « C₂B₂ » selon la proportion de blocs, notamment après leur extraction ;
- Les horizons d'altération du granite (arènes granitiques denses, formation « 3 ») peuvent être classés en catégorie « B₂ » du GTR, représentatifs de sols sensibles à l'eau, susceptibles de **changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau** → plastification, chute de portance, ...

Les valeurs d'IPI de 11.3 et 18.6 sont représentatives d'états hydriques moyens « m » et de portance en PST de type « **PST2-AR1** » après décapage de la terre végétale et des remblais superficiels (portance de type « P₂ »).

Dans le cas de conditions météorologiques défavorables, **la portance de la PST pourra chuter en « P1 » voire « P0 »** → traficabilité des engins non-assurée.

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

- Les formations très superficielles du site (formation « 2 ») semblent issues de l'altération très intense altération des arènes sous-jacentes, avec une nature relativement similaire mais une proportion de fines plus importante et des valeurs de bleu plus élevées.

Ces matériaux peuvent être classés en catégorie « B₅ » du GTR → sols également sensibles à l'eau et susceptibles de **changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau** → plastification, chute de portance, ...

Les valeurs d'IPI de 11.0 et 10.2 sont représentatives d'état hydriques humides « h » et de portance en PST de type « **PST1-AR1** » après décapage de la terre végétale et des remblais superficiels → portance de type « P1 ».

Dans le cas de conditions météorologiques défavorables, **la portance de la PST chutera rapidement en « P0 »** → 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.

Essais Proctor :

Deux essais de type PROCTOR Normal ont été réalisés sur les formations susceptibles d'être terrassées en partie amont du projet et réutilisées en remblais « techniques » dans le cadre du projet → formation « 3 ». Leurs résultats sont repris dans le tableau suivant :

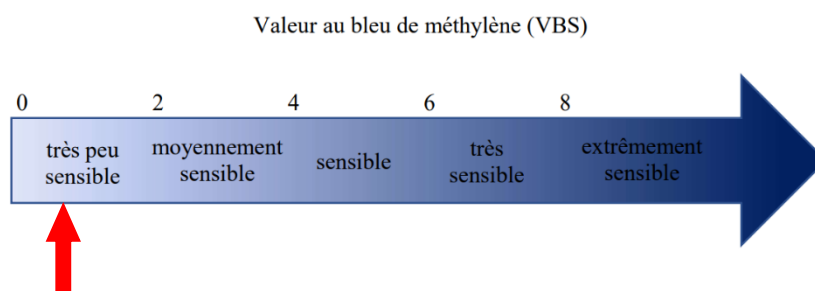
Sondage	Prof. m/TN	Formation	Classe GTR	W _{nat} %	IPI _{Wnat}	W _{OPN} %	Densité sèche OPN (T/m ³)	IPI _{OPN}
PU2	0.8	N°3	C ₁ B ₂ m	10.4 %	26.5	14.2 %	1.86	≈ 15
PU12	1.3	N°3	B ₂ m	8.8 %	14.4	13.5 %	1.88	≈ 15

Ces essais présentent des résultats homogènes appelant les observations suivantes :

- Lors du prélèvement des échantillons de sol, les teneurs en eau de la formation « 3 » étaient faibles par rapport à celles des Optimum Proctor Normaux → augmentation de la teneur en eau de l'ordre de 4 % nécessaire pour atteindre les valeurs de l'OPN ;
- Les masses volumiques enregistrées à l'OPN sont élevées mais cohérentes avec la nature des sols du site et les valeurs d'IPI sont globalement correctes à l'OPN.

Sensibilité aux variations hydriques :

Les valeurs au bleu de méthylène de **comprises entre 0.4 et 0.7** et les pourcentages de passant à 80 µm de **8.6 à 28.6 %** (formations « 2 » et « 3 ») sont caractéristiques de sols peu argileux à moyennement argileux et globalement peu sensibles aux phénomènes de retrait/gonflement sous déséquilibre hydrique (selon la classification du Guide Sécheresse et selon le Guide technique IFSTTAR).



Rappelons par ailleurs qu'aucun arrêté de catastrophe naturel sécheresse n'a été pris sur la commune d'AUBUSSON.

Les formations superficielles de la parcelle sont donc à considérer comme peu à très peu sensibles aux variations hydriques ⇒ risque faible de variations volumétriques sous déséquilibres hydriques (retrait).

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

Teneur en eau :

24 mesures de la teneur en eau naturelle des formations superficielles du site ont été réalisées. Les résultats obtenus sont les suivants :

- $W_{\min} = 8.8 \%$
- $W_{\max} = 33.6 \%$
- $W_{\text{moyenne}} \approx 14.0 \%$

Ces valeurs sont hétérogènes mais représentatives des importantes variations de nature et de faciès entre les formations « 2 » et « 3 » et de la présence de zones humides à saturées en partie aval du site.

4.5 - Mesures de perméabilité

Les essais d'infiltration, 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	0.6 à 2.0 m/TN	1.94×10^{-6}	≈ 7
Essai EI2	0.6 à 1.5 m/TN	$< 2.78 \times 10^{-7}$	< 1

Ces résultats, menés principalement au sein de la formation « 3 » et au toit de la formation « 4 », mettent en évidence des **perméabilités très faibles à quasiment nulles**.

Rappelons toutefois 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 les éventuelles interactions (terrassement/fondations) entre le projet et les fondations des ouvrages existants ou projetés dans la Zone d'Influence Géotechnique dans le cadre d'une mission spécifique G5 ou globale G2 PRO (étude géotechnique de conception-Phase Projet).

5 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

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

- Des épaisseurs modérées de formations superficielles peu fermes et compressibles (formations « 1 » et « 2 ») sur la majeure partie du site → épaisseurs de l'ordre de 0.4 à 1.2 m au droit de sondages.

Au droit de la partie Sud-Est de l'ouvrage, **ces formations superficielles deviennent plus épaisses, saturées et présentent des caractéristiques géomécaniques particulièrement faibles** → sondages S3/P3/PU7, P7 et P8/PU11 notamment avec des épaisseurs comprises entre 1.7 et 2.3 m au droit des sondages.

Cette géométrie semble très liée à la présence d'un talweg au droit de cette zone de l'ouvrage projeté ;

- Des horizons sous-jacents issus de l'intense altération du substratum granitique, se présentant sous la forme d'arènes sableuses de compacités globalement correctes (formation « 3 ») ;
- La profondeur hétérogène et localement importante du substratum granitique altéré compact à raide (formation « 4 »), avec un plongement notable en direction du Sud ;
- ...

Rappelons d'autre part qu'à l'exception des voiries amont, le projet devrait être édifié en remblais de surélévation du terrain naturel très dissymétriques et particulièrement importants à l'aval → hauteur atteignant au maximum 5.5 m a priori en zone Sud-Est.

Le niveau de l'ouvrage projeté devrait être établi à l'altitude 516.0 NGF, soit **quasiment intégralement en remblais** par rapport au Terrain naturel Actuel, **de hauteurs maximales atteignant 5.5 m** au Sud-Est.

Compte tenu de ce qui précède **il conviendra de prévoir préalablement à toute opération de construction (ouvrages rigides et souples) la purge de l'intégralité des formations « 1 » et « 2 » et leur substitution en remblais techniques granulaires** mis en œuvre conformément aux règles GTR.

Les conditions d'exécution des remblais sont reprises au chapitre 7 – Terrassements.

Les opérations de terrassement en déblais, notamment vis-à-vis des purges nécessaires en partie aval du projet, nécessiteront la mise en œuvre de **dispositions spécifiques de drainage permettant la mise en œuvre correcte des structures granulaires** → formes de pente, tranchées drainantes, puisards et pompes de relevage, ...

Les sujétions de drainage sont reprises au chapitre 10 – Drainage.

Compte tenu de ce qui précède et de la définition du projet (implantation, altimétrie, typologie, ...), les solutions de fondations/traitements des niveaux bas suivantes devraient pouvoir être envisagées :

- Purge de l'intégralité des formations « 1 » et « 2 » et substitution en remblais techniques granulaires ;
- Edification des remblais de surélévation en qualité de remblais techniques q3 ;
- Fondations superficielles ancrées au sein de la formation « 3 » en partie amont (profil rasant) ou au sein des remblais techniques en parties centrale et aval (remblais) ;
- Dallages sur terre-plein/dalles portées/plancher sur vide sanitaire (selon l'admissibilité des déformations/tassements pour leur exploitation).

Remarques importantes :

- Dans le cadre de surcharges d'exploitation de l'ordre de 1 Tonne/m² et en considérant les surcharges générées par les remblais de surélévation, les tassements de consolidation des sols support (formations « 3 » et « 4 ») devraient rester inférieurs à 2.0 cm. Cette valeur ne tient toutefois pas compte d'éventuels tassements intrinsèques des remblais techniques de substitution et de surélévation → qualité des matériaux et de leur mise en œuvre primordiale dans le cadre de ce projet,
- Compte tenu de l'altitude du projet (≈ 516 NGF), **un encastrement minimal de – 0.8 m/Terrain Extérieur Fini** devra impérativement être respecté vis-à-vis de la garde au gel ;
- Les sous-sols partiels et/ou niveaux décalés induisent des risques aggravants de désordres ; les unités différemment chargées et/ou présentant des niveaux bas différents devront impérativement être séparées par des joints de fractionnement, y compris au niveau des fondations ou de dilatation selon le cas ;
- L'ouvrage devra être particulièrement rigidifié (fondations armées, chaînages hauts, bas, longrines, raidisseurs verticaux, ...) pour pallier d'éventuels tassements différentiels.

6 – TERRASSEMENTS

6.1 - Préambule

En préambule, il semble important de rappeler que la zone Sud-Est du site est marquée par la présence d'un talweg, avec des **circulations d'eau à faibles profondeurs** et des **épaisseurs importantes de formations superficielles lâches et très compressibles** (formations « 1 » et « 2 »).

La traficabilité à des engins de chantier classiques (pelles à chenilles) ne sera localement pas assurée, notamment en période hivernale/printanière. Rappelons par ailleurs que les matériaux sont très sensibles aux conditions météorologiques (plastification, chutes de portance, risque d'orniérage et de glissance, ...).

Des mesures préalables aux travaux devront impérativement être mises en œuvre pour assurer la traficabilité du chantier et la réalisation du projet :

- **purge préalable de l'intégralité des formations lâches** (formations « 1 » et « 2 » en totalité),
- **fossés drainants périphériques profonds, drainage, pompage, ...**, notamment dans la zone concernée par le talweg ou par des circulations d'eau superficielles,
- **mise en place d'un géotextile** anticontaminant et de classe mécanique mini 7,
- ...

Un **assainissement de chantier efficace** devra être mis en place et maintenu durant toute la durée de l'intervention de façon à protéger les zones d'évolution des engins des eaux météoriques. Des exutoires devront être aménagés aux points bas afin de se prémunir de toutes stagnations qui pourraient conduire à détériorer les sols en présences (arases, remblais, ...).

Durant la période de terrassement, le **chantier devra être compacté quotidiennement avec création de formes de pentes en fin de poste.**

Dans le cas où les structures de dallages ou de chaussées ne seraient pas réalisées dans la continuité des terrassements, un enduit de cure sera mis en place sur la couche de forme pour la protéger des intempéries.

6.2 - Déblais

La réalisation du projet pourrait nécessiter des terrassements en déblai sur des hauteurs pouvant atteindre 3.5 m/TN a priori → voirie lourde au Nord-Est notamment. Dans le cas de déblais plus importants, des études spécifiques devront être prévues.

Ces terrassements ne pourront être réalisés que **très partiellement** à l'aide de matériel classique de moyenne puissance. **Au sein des formations « 3 » et « 4 », des matériels de très forte puissance ou spécifiques (brise-roche, pelle puissante, dent de déroctage, fracturation hydraulique/chimique, micro-minage, ...) seront indispensables.**

Dans les zones de talutage possible et exemptes d'avoisinants, les pentes de talus provisoire maximum suivantes seront adoptées :

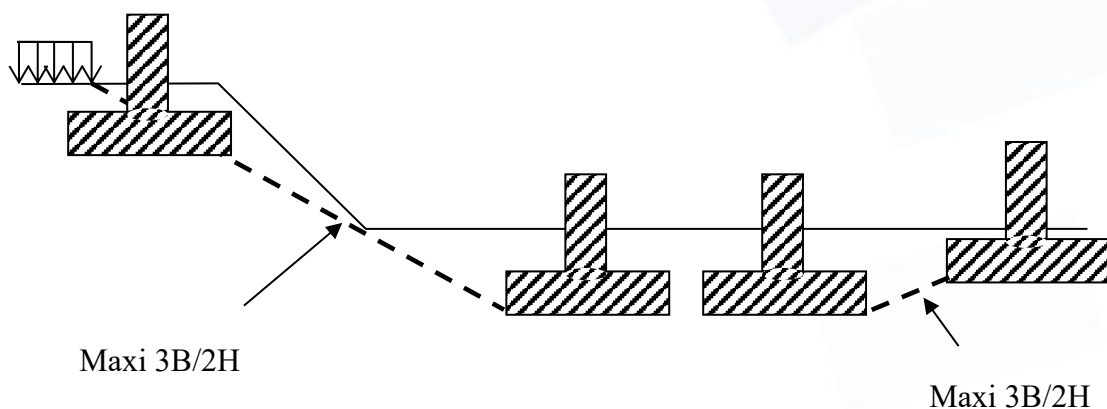
- dans les formations « 1 » et « 2 » : **2 Bases/1 Hauteur en l'absence d'eau, abaissées à 3 Bases/1 Hauteur en présence d'eau,**
- dans la formation « 3 » : **1 Base/1 Hauteur en l'absence d'eau, abaissées à 3 Bases/2 Hauteurs en présence d'eau,**
- dans la formation « 4 » : **1 Base/1 Hauteur à 1 Base/3 Hauteurs** → à préciser impérativement en phase terrassements de masse en fonction du degré d'altération du rocher, de la fracturation du massif et des circulations d'eau éventuelles.

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, ...**
- **masques drainants sur les probables venues d'eau,**
- 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,
- 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/mitoyens**, devront être effectués en respectant les pentes de talus fictifs schématisées ci-après :



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

Le type de soutènement devra être retenu en fonction :

- Des conditions de fondations des futurs mitoyens ;
- De la présence de voiries circulées le long de la parcelle ;
- **De la présence de réseaux le long des terrassements ;**
- Des sondages complémentaires à prévoir ;
- De la présence d'eau éventuelle en fond des fouilles et du calage altimétrique du sous-sol.

Les pentes de **talus définitifs** devront être dressées à **maximum 2 Bases/1 Hauteur** dans les formations superficielles 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,
- ...

Au sein de la formation « 4 », des pentes de talus définitifs plus importantes pourront éventuellement être envisagées → à définir le cas échéant en phase terrassements en fonction du degré d'altération du rocher, de la fracturation du massif et des circulations d'eau éventuelles.

Les éventuels soutènements devront impérativement être étudiés, dimensionnés et validés dans le cadre d'une mission G2 PRO dédiée selon la norme NFP 94.500.

6.3 - Remblais

Remblais techniques

Compte tenu de la **médiocrité et de la compressibilité des formations « 1 » et « 2 »**, celles-ci devront impérativement être préalablement **purgées en totalité** :

- avant toute mise en œuvre de remblais techniques granulaires de surélévation,
- avant mise en œuvre de couches de forme/structures de dallages/structures de chaussées et d'ouvrages sensibles.

Le projet étant établi principalement en remblais et composé d'ouvrages sensibles aux tassements (bâtiment, dallages, voiries, réseaux, ...), ces remblais (de substitution et de surélévation) devront impérativement être traités en **remblais techniques de qualité « couche de forme »**, permettant d'obtenir des **arases supérieures de type PF2 a minima** avec un **objectif de densification q3 toute hauteur**.

Ces remblais techniques seront réalisés à l'aide de matériaux sains (R61, D31, ...), insensibles à l'eau, sélectionnés et mis en œuvre conformément aux règles GTR après purge **en totalité** des formations « 1 » et « 2 » et des formations altérées/remaniées par les engins de terrassement ou la pluie ⇒ épaisseurs à adapter aux observations faites lors des terrassements.

Les caractéristiques des remblais seront sensiblement améliorées par :

- la mise en place de nappes de **géotextile anti-contaminant et de classe mécanique mini 7** à leur base,
- le poinçonnement éventuel du fond de purge à l'aide de matériaux rocheux crus ($50 < D \leq 200$ mm).

L'ensemble des dispositions habituelles devra être mis en œuvre :

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

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.

Objectif de couches de forme/fondation

Une **PF2** sera recherchée sur l'ensemble du projet, correspondant à un module **EV2 à long terme de 50 MPa** → en réception à court terme, on recherchera un module $EV2 > 70 \text{ MPa}$.

Cette **PF2** pourra être obtenue après **apport de 0.35/0.40 m de matériaux R₆₁** (ou équivalent) élaborés (i.e. 0/150 mm) sous conditions météo favorables.

Réutilisation éventuelle des déblais en remblais « techniques » avec une qualité « couche de forme »

Le projet devrait nécessiter la réalisation de terrassements en déblais de hauteurs importantes en partie amont du projet. Les possibilités de réutilisation des matériaux issus des déblais sont reprises dans les points suivants :

➤ Formations « 1 » et « 2 » :

Compte tenu de leurs natures, ces formations ne pourront en aucun cas être réutilisées en « remblais techniques » dans le cadre de ce projet → réutilisation éventuelle de ces matériaux en remblais paysagers à définir le cas échéant.

➤ Formation « 3 » → Arènes granitiques sableuses marron denses à très denses

La réutilisation de ces matériaux en qualité de « remblais techniques » pourra éventuellement être envisagée pour l'édification des remblais de substitution et de surélévation du projet.

Cette **réutilisation implique nécessairement un traitement avec un liant hydraulique** → étude de traitement à prévoir impérativement le cas échéant (dosage, gonflement, ...). Les conditions d'utilisation des matériaux selon le Guide des Terrassements Routiers sont reprises dans le tableau ci-après.

Notons que cette réutilisation n'est pas envisageable en conditions pluvieuses → maîtrise insuffisante de l'état hydrique des sols traités.

B ₂₁ ^h et B ₂₂ ^h	La grande sensibilité à l'eau des sols de ces classes impose de les traiter avec un liant hydraulique. Ces sols se traitent souvent en place mais lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec ils sont également susceptibles d'être traités en centrale.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
		= ou -	pas de pluie	T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 1 2					
B ₂₁ ^m et B ₂₂ ^m		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON					
		=	ni pluie ni évaporation	T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 1 2					
		-	évaporation importante	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 1 2					
B ₂₁ ^s et B ₂₂ ^s		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON					
		= ou -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 1 2					

Extrait du Guide des Terrassements Routiers - Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme

Rappelons :

- Que les analyses GTR ont permis de mettre en évidence un état hydrique « moyen » → classe « B_{2m} » ;
- Que les essais Proctor ont permis de mettre en évidence des teneurs en eau à l'Optimum Proctor Normal nettement plus élevées que les teneurs en eau naturelles mesurées → ≈ 4 %.

En période météorologique « normale », la mise en œuvre de ces matériaux nécessitera par conséquent une humidification très importante → humidification associée au traitement au liant hydraulique à prévoir et à contrôler impérativement lors de l'exécution par essais en laboratoire dédiés (mission G3 supervisée en G4).

➤ Formation « 4 » → Granite $\pm$ altéré compact à raide

Dans les zones **franchement rocheuses peu altérées**, ces horizons pourront être assimilés à la classe « R₆₂ » du GTR → à préciser en phase terrassements de masse avec essais de laboratoire dédiés le cas échéant.

Au sein des **matériaux plus altérés**, des classes GTR de type « C₁B₂ » à « C₂B₂ » devront être retenues selon la proportion résiduelle de blocs, avec un état hydrique « moyen » sous conditions météorologiques normales.

Les conditions d'utilisation des matériaux selon le Guide des Terrassements Routiers sont reprises dans les tableaux ci-après :

R ₂₂ R ₄₂ R ₆₂	Ces matériaux issus de roches relativement tendres forment une pellicule superficielle de boue lorsqu'ils sont circulés sous la pluie. Mise en œuvre dans de bonnes conditions météorologiques et s'ils ne comportent que peu, ou mieux, pas d'éléments fins, ils forment une croûte sous la circulation qui leur confère une très bonne tenue aux sollicitations du trafic. Ces matériaux peuvent également être traités avec un liant hydraulique dans les mêmes conditions que ceux des classes R ₂₁ , R ₄₁ , R ₆₁ .	++ OU +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,7 ou (2)	e = 0,5 ou (2)	e = 0,4 ou (2)	e = 0,3 ou (2)	(3)
		= OU -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,55 PF2	e = 0,4 PF2	e = 0,3 PF2	e = 0,2 PF2	
				Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau + liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
	Ces matériaux issus de roches calcaires ou argileuses très tendres nécessitent un traitement avec un liant hydraulique pour pouvoir être utilisés en couches de forme	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange matériau + liant G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau avec le	NON					

C₁B₂₁ C₁B₄₁ C₁B₅₁ C₂B₂₁ C₂B₄₁ C₂B₅₁ m et h	Les sols de ces classes sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction granulaire grossière résistante aux sollicitations du trafic. Dans leur état naturel ils sont sensibles ou très sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme deux techniques différentes peuvent être appliquées. a) Eliminer par tout moyen ad hoc (lavage, criblage, concassage) à la fois les gros éléments ne permettant pas un réglage correct de la plate-forme et la fraction o/d renfermant les éléments fins sensibles à l'eau. Il est également conseillé d'améliorer la stabilité du matériau ainsi corrigé en mettant en œuvre une couche de fin réglage de 1 à 5 cm d'épaisseur d'un matériaux sableux. b) Traiter ces matériaux avec des liants hydrauliques. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) est réalisable dans des conditions économiques acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.	++ OU +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65	e = 0,5 ou (2) e = 0,4	e = 0,4 ou (2) e = 0,3	e = 0,3 ou (2) e = 0,2	(3)
	C₁B₂₁s C₁B₄₁s C₁B₅₁s C₂B₂₁s C₂B₄₁s C₂B₅₁s	= OU -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	4 0 0 3	PF2	PF2	PF2	PF2	
		++ OU +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65	e = 0,5 ou (2) e = 0,4	e = 0,4 ou (2) e = 0,3	e = 0,3 ou (2) e = 0,2	(3)
		= OU -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant	4 0 0 3	PF2	PF2	PF2	PF2	

Extraits du Guide des Terrassements Routiers - Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme

Dans les deux cas, il conviendra :

- De prévoir le **criblage/concassage des blocs de grandes dimensions** empêchant la mise en œuvre correcte des matériaux ;
- Soit de prévoir le **lavage de la fraction fine** des matériaux les rendant sensibles à l'eau ;
- Soit de prévoir leur **traitement aux liants hydrauliques** → étude de traitement à prévoir impérativement le cas échéant.

6.4 - 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, réseaux, propriétés voisines et murs de clôture/soutènement associés, ... (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 le cadre de solutions de protection/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 PRO (Norme NFP 94.500).

- **Précautions de réalisation**

Les moyens spécifiques de terrassement (du type brise roche, compacteur vibrant, micro-minage, ...) 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 à 0.4 m en GNT 0/80 avec $EV2 \geq 35$ MPa, purge/substitution, 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.

- **Contrôle de mise en œuvre des remblais/réception des arases**

Remblais techniques

Des contrôles devront être effectués sur les fonds de purge/décapage, les couches de remblais techniques et les arases terrassement. Ces contrôles seront visuels pour le fond de purge puis par essais à la plaque – méthode LCPC pour les couches de remblai. A titre indicatif, les valeurs minima suivantes seront retenues :

- pour des contrôles par essais à la plaque :

	Ev2 (MPa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (MPa/m)
Fond de purge	Réception visuelle		
Remblai technique à FF au sein de la F3 + 0.35/0.40 m	≥ 50	≤ 2	≥ 50
Arase supérieure	≥ 50	≤ 2	≥ 50

- pour des contrôles au pénétrodensitomètre : un **objectif q3** sera recherché sur toute la hauteur des remblais → *qualité couche de forme*.

Tranchées

On se référera au Guide de Remblayage des Tranchées SETRA-LCPC (objectif de densification en fonction du type de tranchée et à la destination de la zone en question).

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai éventuelle.

ALPHA BTP ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

7 – PRINCIPE ET PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

7.1 - Fondations superficielles

Ce type de fondations pourra être retenu.

Un ancrage minimum de 0.2 m devra être assuré :

- En zone amont établie en profil rasant, **dans la formation « 3 »** (*Arènes granitiques sableuses marron denses à très denses*) → horizons reconnus à partir de 0.8/1.2 m/TN actuel au droit des sondages SP1/P1/PU10, S4/P4/PU1 et P9/PU9 (voir paragraphe 4.1), fiches de fondations à adapter impérativement aux fluctuations de l'horizon d'ancrage et à l'altitude de la plateforme de terrassement ;
- **Au sein des remblais techniques granulaires** dans les zones établies en remblais de surélévation du TN.

Un **encastrement minimal de 0.8 m/Terrain Extérieur Fini** tout en respectant l'ancrage précédemment décrit devra être assuré vis-à-vis de la garde au gel, hors ancrage au sein de remblais techniques non-gélifs.

Exhaure

Compte tenu des venues d'eau superficielles et des niveaux d'eau mis en évidence, l'exécution des fouilles de fondations pourra nécessiter la mise en œuvre de moyens d'exhaure de type pompage, drainage, rabattement, tube plongeur associés à l'utilisation de tubage/blindage pour assurer l'exécution des fouilles. Il conviendra également d'assurer un curage soigné des fonds de fouille.

Contraintes

Selon les Eurocodes 7 (Norme NF P 94.261), pour le pré-dimensionnement des fondations, les contraintes de calcul à retenir (pour des fondations du type semelles filantes de 0.6 m de largeur minimum ou semelles isolées de 1.0 x 1.0 m à 2.0 x 2.0 m) seront de :

$$q_{net} = k_p \times Pl_e^* \times i_\delta \times i_\beta$$

Avec :

P_{le}^* : pression limite nette

k_p : facteur de portance

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge

i_β : coefficient de réduction lié à l'influence d'un talus

A défaut d'information sur la nature des descentes de charges, il est considéré des coefficients de réduction équivalents à 1.

Il vient :

- contrainte caractéristique : q_v ; $k = q_{net}/1.2$ soit = 0.46 MPa
- contrainte de calcul à l'ELU : $q'_{ELU} - q_0 = q_v$; $k/1.4$ soit = 0.33 MPa
- **contrainte de calcul à l'ELS : $q'_{ELS} - q_0 = q_v$; $k/2.3$ soit = 0.20 MPa**

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

- nettoyage/curage soigné des fonds de fouille ;
- purge de tous niveaux argileux peu fermes ou douteux et substitution par un gros béton.

Déformations

Les tassements sous fondations sont intimement liés à la section des semelles, à leur répartition et à leur charge.

Dans le cas d'une répartition « normale » de fondation, en l'absence de remblai de surélévation, les tassements estimés au droit de chaque semelle de façon individuelle sous la contrainte fournie devraient rester inférieurs à 1.0 cm.

Nous attirons néanmoins l'attention des concepteurs sur les possibles déformations plus importantes pouvant être générées par une trop grande densité de fondations sur une emprise réduite (effet de groupe) malgré le respect de la contrainte fournie → comportement de type « radier ».

De même, la mise en œuvre des **remblais de surélévation** conduira à des tassements complémentaires et dissymétriques des fondations. Compte tenu de la qualité des sols d'assise, ces tassements devraient rester inférieurs à 1.0 cm y compris au droit des zones fortement remblayées ($H \approx 5.0$ m).

Ces déformations ne tiennent toutefois pas compte des **éventuels tassements intrinsèques des remblais techniques de substitution/surélévation** → qualité des matériaux et de leur mise en œuvre primordiale dans le cadre de ce projet.

Une estimation des tassements zone par zone en fonction du plan de fondations envisagé pourra donc être réalisée dans le cadre d'une mission G2 PRO dédiée ⇒ étude de conception de projet géotechnique.

ALPHA BTP se tient à la disposition des concepteurs pour réaliser cette prestation.

Remarque : Un suivi et/ou une supervision géotechnique d'exécution (mission G3 et/ou G4) devront impérativement être envisagés pour :

- suivre les opérations de purge des formations compressibles dans les zones remblayées,
- préciser le niveau d'encastrement des semelles dans les zones de profil rasant ;
- valider les fonds de fouille ;
- définir les profondeurs des purges/substitutions éventuellement nécessaires.

7.2 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

• Paramètres de pré-dimensionnement

Les tassements absolus intrinsèques des fondations superficielles devront être limités à 1,0 cm et les tassements différentiels devront être limités à $5/10\ 000^{\circ}$. Il conviendra de vérifier que cette valeur est compatible avec les dispositions prises pour le dimensionnement de la structure. Dans le cas contraire, la contrainte de calcul à l'ELS devra être modifiée. ALPHA BTP se tient dans ce cadre à la disposition des concepteurs pour étudier cette adaptation.

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

- **Précautions de mise en œuvre**

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

- de **l'instabilité potentielle des formations superficielles** (blindage, coffrage, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- des hors profils pouvant en résulter et des fortes surconsommations de béton associées,
- des **venues d'eau potentiellement importantes** (pompage, drainage, ...),
- du traitement des sols support de fondations (prévoir notamment le traitement des fonds de fouilles a priori remaniés lors de leur terrassement),
- du gel, **des arrivées d'eau**, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'éventuelle agressivité de l'eau ou du sol vis à vis du 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 la présence de **blocs de dimensions importantes voire d'éperons rocheux raides superficiels**, ...) → **pelle puissante, BRH, ...**

8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

8.1 - Type de niveaux bas

Comme évoqué dans les chapitres précédents, l'ouvrage projeté devrait être établi quasi-intégralement en remblais de surélévation de l'ancien terrain naturel, avec une purge complète préalable des horizons superficiels compressibles (formations « 1 » et « 2 ») et une édification de remblais « techniques » de substitution et de surélévation.

Des solutions de dalles portées ou de planchers sur vide sanitaire pourront être retenues dans le cas de tassements totalement indésirables (ouvrages « nobles » ou à mouvements/fissurations des dallages préjudiciables pour leur exploitation).

Des solutions de dallages sur terre-plein ne seront envisageables que sous réserve d'accepter et de tenir compte :

- des déformations dues aux tassements des sols d'assise (qui pourront être éventuellement limités par traitements spécifiques de renforcement),
- des risques consécutifs de désordres (fissurations, désaffleurements).

D'autres types de « dallages » sont envisageables (structure souple routière par exemple) pour permettre, sans rupture, des déformations plus importantes.

Le choix du système de traitement du niveau bas devra être fait en fonction de la destination des ouvrages, des tassements admissibles et également du risque « radon » en fonction des dispositions prises vis-à-vis de la ventilation.

8.2 - Dallages sur terre-plein éventuels

Ces ouvrages seront établis sur une couche de fondation en grave non traitée d'épaisseur minimale de :

- 0.35/40 m mini pour une surcharge $\leq 2 \text{ T/m}^2$,
- 0.50 m mini pour une surcharge $> 2 \text{ T/m}^2$.

Dans les zones de profil rasant (amont de l'ouvrage), ces ouvrages devront être mis en œuvre sur un géotextile anti-contaminant de classe 7 minimum et après purge de l'intégralité des formations « 1 » et « 2 » et des formations altérées et/ou remaniées par les engins de terrassement ou la pluie.

Les matériaux de fondations, insensibles à l'eau, seront sélectionnés et mis en œuvre conformément aux règles GTR. Nous rappelons que la couche de fondation devra être éventuellement épaissie et/ou renforcée (géotextile par exemple) pour permettre d'assurer le trafic du chantier (nécessité éventuelle de reprise avant mise en œuvre des dallages).

Dans les zones de remblais, ces ouvrages seront établis sur une couche de réglage de 0.1 m d'épaisseur en 0/31.5 mm en couronnement des remblais techniques décrits au chapitre 7.

Il conviendra de prévoir un compactage soigné en rive et dans les zones exiguës/non accessibles au compacteur (seuils de porte, ...). Des contrôles devront être réalisés pour valider la bonne exécution de la couche de fondation dans ces zones singulières (contrôle au pénétrodensitomètre, ...).

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 44 sur 53
-----------	----------------------------	------------	----------------

Compte tenu des bonnes caractéristiques géomécaniques des sols d'assise des remblais, les tassements de consolidation potentiels sous des surcharges réparties ≤ 1 Tonne/m² devraient rester inférieurs à 2.0 cm, y compris au droit des zones fortement remblayées.

Rappelons toutefois que ces tassements ne tiennent pas compte des éventuels tassements intrinsèques des remblais de substitution/surélévation dans le cas de matériaux de qualités médiocres et de mises en œuvre non-conformes aux règles de l'Art.

Rappelons que ce tassement peut être localement totalement différentiel (vis à vis des zones non chargées, de « points durs », ...) et qu'il convient d'en tenir compte dans la définition des sujétions de réalisation de l'ouvrage.

Pour rappel, d'après le DTU 13.3, une épaisseur mini de 20 cm de couche de fondations doit être intercalée entre l'arase supérieure des fondations et la base du dallage.

On devra prendre en compte également dans la définition des sujétions de réalisation, des tassements différentiels possibles pouvant se produire entre structure et dallage.

8.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Pré-dimensionnement/Conception**

Conformément au DTU 13.3 de décembre 2021, les caractéristiques géotechniques nécessaires au pré-dimensionnement des dallages sur terre-plein traditionnels sont fournies ci-après :

Couche	Epaisseur (m)	Coefficient Rhéologique α	Module Em/ α à retenir (MPa)
Couche de Fondation Surcharge $\leq 2T/m^2$	0.35/0.40	1/3	45
Couche de Fondation Surcharge $> 2T/m^2$	0.50		
Formations « 1 » et « 2 »*	A purger en intégralité		
Formation « 3 »	Variable	1/2	50
Formation « 4 »			200

(*) : A purger conformément au paragraphe 8.2.

- **Contrôle de mise en œuvre de l'arase/couche de fondation**

Des contrôles par essais à la plaque devront être effectués sur la couche de fondation des dallages. A titre indicatif, les valeurs minima suivantes seront retenues :

	Ev2 (MPa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (MPa/m)
Arase	Réception visuelle		
Couche de fondation Surcharge $\leq 2 \text{ T/m}^2$	≥ 50	≤ 2	≥ 50
Couche de fondation Surcharge $> 2 \text{ T/m}^2$	≥ 70	≤ 2	≥ 70

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai éventuelle.

ALPHA BTP ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

9 – DRAINAGE

Compte tenu des venues d'eau, des niveaux d'eau mis en évidence, des terrassements envisagés 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 de l'ouvrage et aux zones édifiées en déblais, descendus à, au minimum, 0.2/0.3 m sous le niveau de la base du niveau bas ;
- drains routiers à la limite entre zone déblai et remblai descendus à, au minimum, 0.2/0.3 m sous le niveau de la base du niveau bas ;
- drains routiers dans l'axe du talweg et évacuation vers un exutoire dédié ;
- 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 : La nécessité de mise en place de drains en épis sera analysée en phase chantier en fonction des circulations d'eau lors des terrassements de masse.

ALPHA BTP	Rapport « A25.11.169.a/A »	23/06/2025	Page 46 sur 53
-----------	----------------------------	------------	----------------

Les éventuelles fosses devront être cuvelées et dimensionnées aux sous-pressions.

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, plastification, ...).

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 PRO, notamment dans le cas d'ouvrages enterrés ou de déblais supérieurs à 0.5 m.

10 – VOIRIE

10.1 - Généralités

Le pré-dimensionnement a été effectué en prenant comme hypothèse un projet de voiries établies :

- soit en déblais ou en profil rasant à l'amont, la couche de forme venant en substitution des formations « 1 » et « 2 » éventuellement résiduelles purgées,
- soit en remblais, la couche de forme étant intégrée aux remblais techniques de surélévation édifiés conformément au chapitre 6.

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 soit à un épaissement de la couche de forme en matériaux granulaires, soit à adopter une solution de couche de forme traitée (ajustement du dosage en liant à la teneur en eau lors de la mise en œuvre).

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 - Caractéristiques générales »

Chaussée lourde Nord-Est

- Trafic : ≈ 60 véh. Légers + 10 P.L. /jour/sens
- Durée de service : 10 ans
- Taux de croissance annuel : 0 %
- Classe de trafic : $t = 13 \rightarrow t_5$

Facteur de cumul $C = 3.6$

$$t = k_{PL} \times nbr_{PL} + k_{VL} \times nbr_{VL}$$

- Trafic cumulé $N = 18720$

$$N = t \times C \times A \times 10^3$$

Avec :

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

Chaussée légère Nord et Ouest

- Trafic : ≈ 400 véh. Légers + 1 P.L. /jour/sens
- Durée de service : 10 ans
- Taux de croissance annuel : 0 %
- Classe de trafic : $t = 21 \rightarrow t_5$

Facteur de cumul $C = 3.6$

$$t = k_{PL} \times nbr_{PL} + k_{VL} \times nbr_{VL}$$

- Trafic cumulé $N = 30240$

$$N = t \times C \times A \times 10^3$$

Avec :

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

Parking VL Sud

- Trafic : ≈ 50 véh. Légers/jour/sens
- Durée de service : 10 ans
- Taux de croissance annuel : 0 %
- Classe de trafic : $t = 2.5 \rightarrow t_5$

Facteur de cumul $C = 3.6$

$$t = k_{PL} \times nbr_{PL} + k_{VL} \times nbr_{VL}$$

- Trafic cumulé $N = 3600$

$$N = t \times C \times A \times 10^3$$

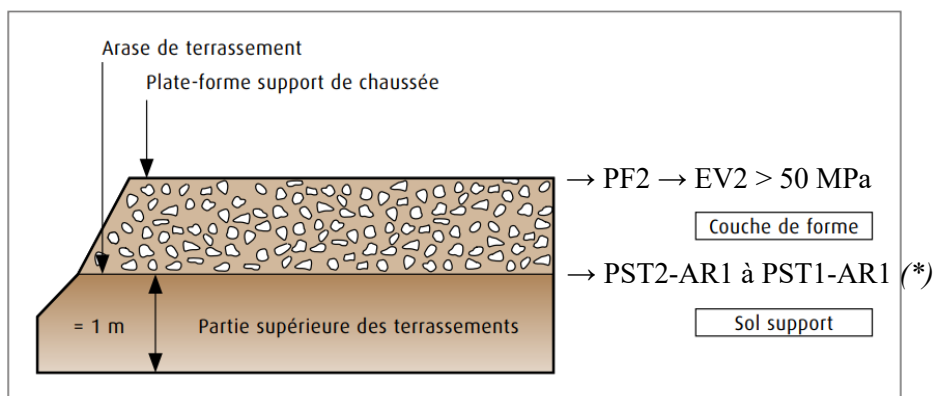
Avec :

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

10.3 - Portance et amélioration sol support

Zone de déblais ou de profil rasant

- **Purge de l'intégralité des formations « 1 » et « 2 »** éventuellement résiduelles (épaisseur à adapter aux observations faites lors des terrassements de masse)
- Sol support « brut » - GTR B_{2m} : PST2-AR1 (P = 2) pouvant chuter en P = 1 voire localement 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 : 0.35/0.40 m
- Portance sur couche de forme : PF2 → EV2 > 50 MPa



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

Zone de remblais

- Edification des structures de chaussées en couronnement des remblais techniques édifiés conformément au chapitre 6.

10.4 - Structures de chaussées

Chaussée lourde Nord-Est

- Couche de fondation G.N.T. Catégorie 1 : hf = 10 cm
- Couche de base G.N.T. Catégorie 1 : hb = 15 cm
- Couche de roulement :
 - Nature : BB
 - Epaisseur : 8 cm*

Chaussée légère Nord et Ouest

- Couche de fondation G.N.T. Catégorie 1 : hf = 15 cm
- Couche de base G.N.T. Catégorie 1 : hb = 15 cm
- Couche de roulement :
 - Nature : BB
 - Epaisseur : 6 à 8 cm*

Parking VL Sud

- Couche de fondation G.N.T. Catégorie 1 : hf = 5 cm
- Couche de base G.N.T. Catégorie 1 : hb = 15 cm
- Couche de roulement :
 - Nature : BB
 - Epaisseur : 6 cm*

(*) Notas :

- Les épaisseurs des couches de roulement sont estimées pour des zones de trafics « courantes ». Ces épaisseurs et les matériaux utilisés (enrobé, béton, ...) devront impérativement être **adaptés au cas par cas dans les zones spécifiques** → *quais béton (à traiter en dallages selon le DTU 13.3), zones de béquillage béton (à traiter en dallages selon le DTU 13.3), zones de manœuvre/retournement, zone de giration, ...*
- Les couches de formes et structure précédemment fournies devront impérativement être validées voire optimisées en fonction des zones de voiries projetées et des trafics zone par zone.

10.5 - Observations

Les définitions des différentes catégories de G.N.T. (graves non traitées) et de GB (graves bitumineuses) sont données dans le Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (CEREMA-2020) ou dans le Catalogue des structures type de chaussées neuves (SETRA-1998), documents à partir desquels 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.

11 – OUVRAGES PARTICULIERS

Les éléments de structure enterrés devront être traités en soutènement avec les hypothèses suivantes :

- Sols soutenus :

Sols soutenus	C' (kPa)	φ' (°)	γ_h (kN/m ³)
<i>Remblais techniques qualité q3</i>	0	35	19
<i>Formation « 1 »</i>	0	20	18
<i>Formation « 2 »</i>	2	20	19
<i>Formation « 3 »</i>	0	35	20
<i>Formation « 4 »</i>	20	40	22

- Eau : néant si drainage efficace
- Surcharges : à définir

Ces hypothèses pourront être vérifiées/validées/optimisées dans le cadre d'investigations complémentaires (missions G2 PRO, G3 ou G4).

12 – CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G2 AVP. ALPHA BTP se tient à la disposition des différents intervenants pour réaliser la mission G2 PRO nécessaire à l'élaboration du DCE du projet.

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 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 23 juin 2025

L'Ingénieur chargé d'étude,	L'ingénieur en charge du contrôle interne,
Jérôme AMADON	Loïc SANZELLE

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.

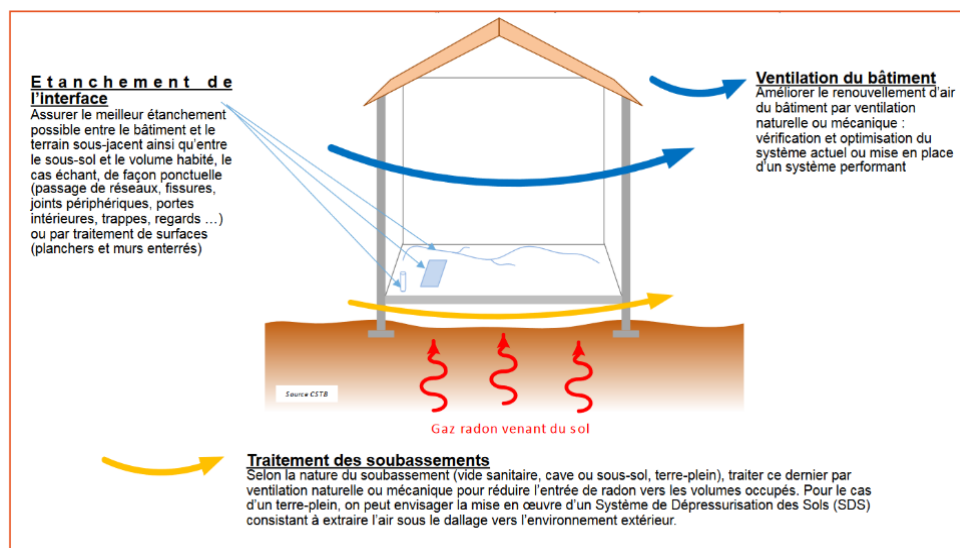
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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).

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.

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.2	
0.4	Limons sableux marron peu fermes
0.5	Sables limoneux marron moyennement denses
0.7	
1.0	Arènes granitiques sableuses marron denses
1.1	
1.5	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.9	
2.0	<i>Refus sondage</i>
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale à gros blocs
0.3	
0.5	Sables limoneux marron peu à moyennement denses
0.7	
1.0	Arènes granitiques sableuses marron denses, à blocs granitiques
1.1	
1.5	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
2.0	<i>Refus sondage</i>
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.2	
0.4	Sables limoneux marron peu denses
0.5	Arènes granitiques sableuses marron denses, quelques blocs granitiques
1.0	
1.2	
1.5	
2.0	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
2.3	
2.5	
3.0	<i>Refus sondage</i>

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.3	
0.5	Arènes granitiques sableuses marron denses, quelques blocs granitiques
0.7	
1.0	Idem denses à très denses
1.2	
1.4	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.5	<i>Refus sondage</i>
2.0	
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.2	
0.4	Sables limoneux marron peu denses
0.5	Arènes granitiques sableuses marron denses
0.7	
1.0	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.1	
1.5	<i>Refus sondage</i>
2.0	
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.3	
0.5	Sables limoneux marron peu denses
0.7	
1.0	Arènes granitiques sableuses marron denses, quelques blocs granitiques
1.1	
1.3	Idem denses à très denses, à blocs granitiques
1.5	Idem très denses, humides <i>Terrassement difficile</i>
1.7	
2.0	<i>Refus sondage</i>
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.2	
0.5	Limons sableux marron peu fermes
0.6	
1.0	Sables limoneux marron saturés, peu denses
1.3	
1.5	Sables argileux marron-gris saturés moyennement denses
2.0	
2.5	Arènes granitiques sableuses légèrement argileuses marron-gris, denses
2.8	
3.0	<i>Refus sondage</i>

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.3	
0.5	Sables argileux marron-gris humides, peu à moyennement denses
0.8	
1.0	Arènes granitiques sableuses marron denses
1.3	
1.5	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.7	
2.0	<i>Refus sondage</i>
2.5	
3.0	

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale
0.3	
0.5	Sables limoneux marron peu à moyennement denses
0.9	
1.0	
1.5	Arènes granitiques sableuses marron moyennement denses à denses
2.0	
2.1	Idem denses, à blocs granitiques
2.4	
2.5	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
3.0	
	<i>Refus sondage</i>

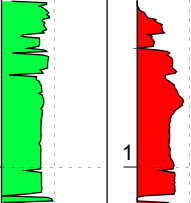
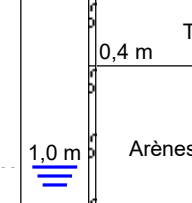
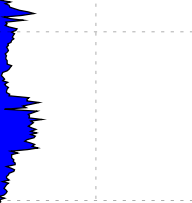
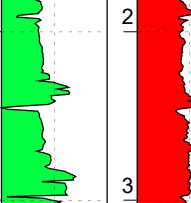
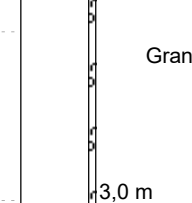
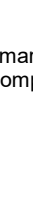
PU10 – Cote 516.9 NGF

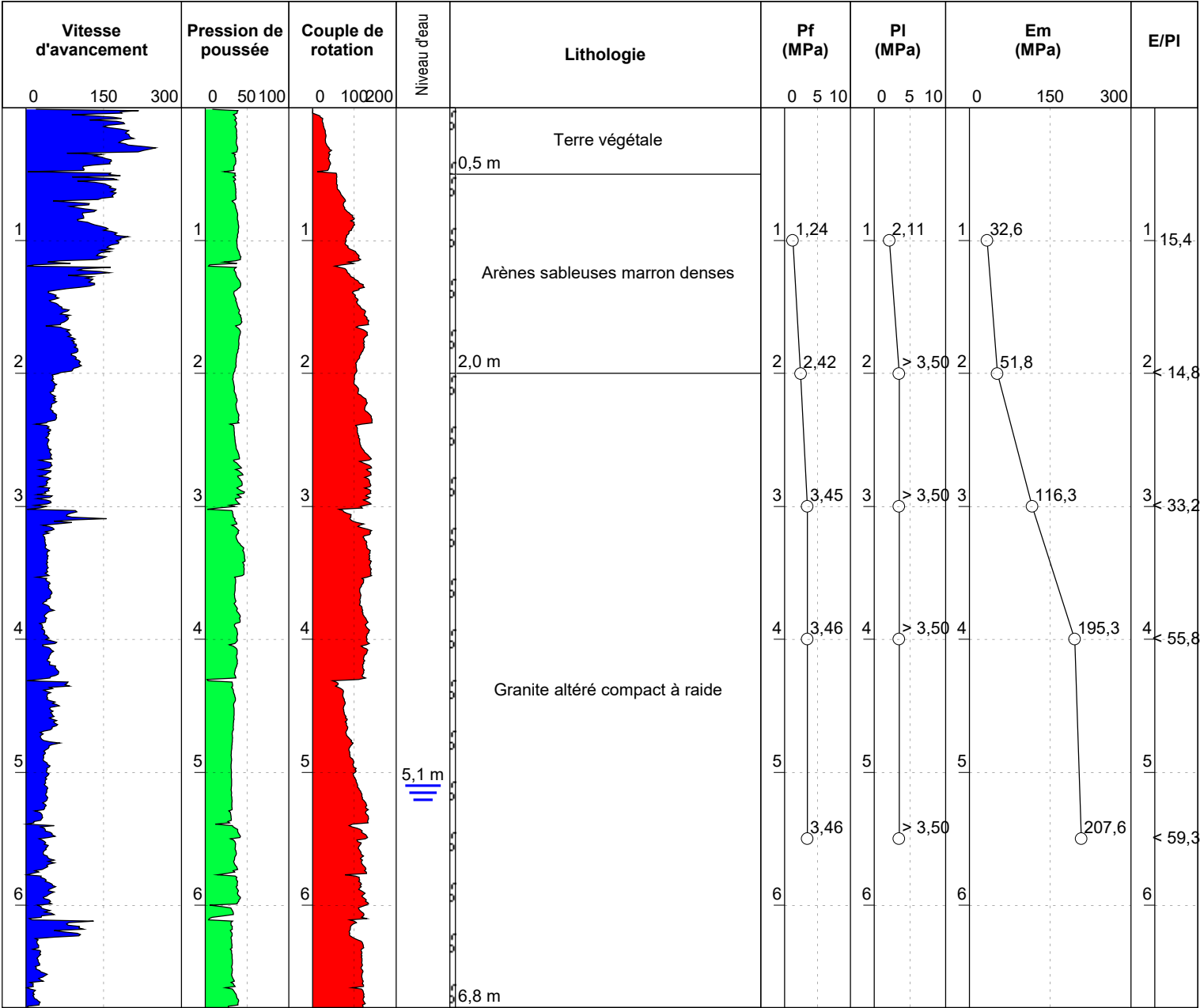
Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale et limons sableux marron à blocs granitiques et grosses racines
0.4	
0.5	Sables argileux marron-beige humides, moyennement denses
1.0	
1.1	Arènes granitiques sableuses marron denses
1.4	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.5	
1.6	
	<i>Refus sondage</i>
2.0	
2.5	
	<i>Refus sondage</i>
3.0	

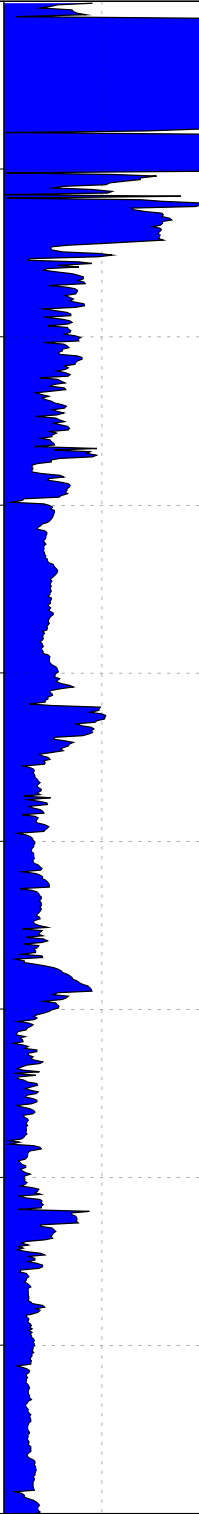
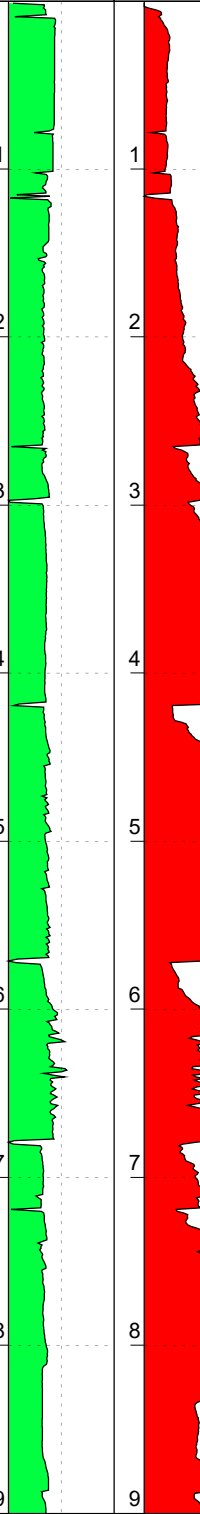
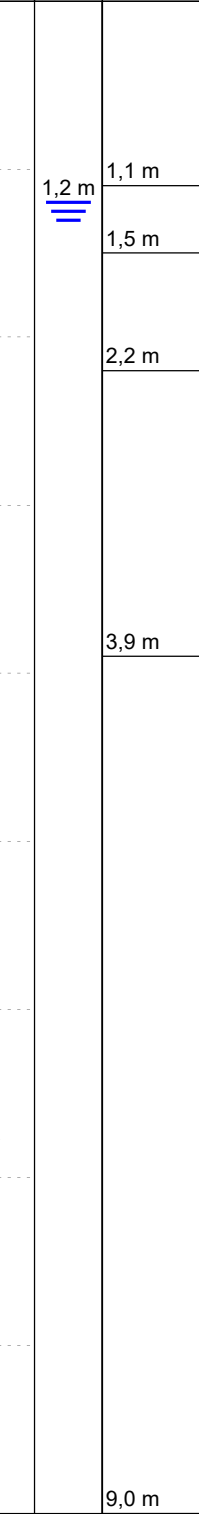
Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale et limons sableux bruns peu fermes
0.4	
0.5	Sables argileux marron peu à moyennement denses
0.8	
1.0	Idem moins argileux, moyennement denses
1.2	
1.5	Arènes granitiques sableuses marron moyennement denses
2.0	
2.5	
3.0	
3.1	

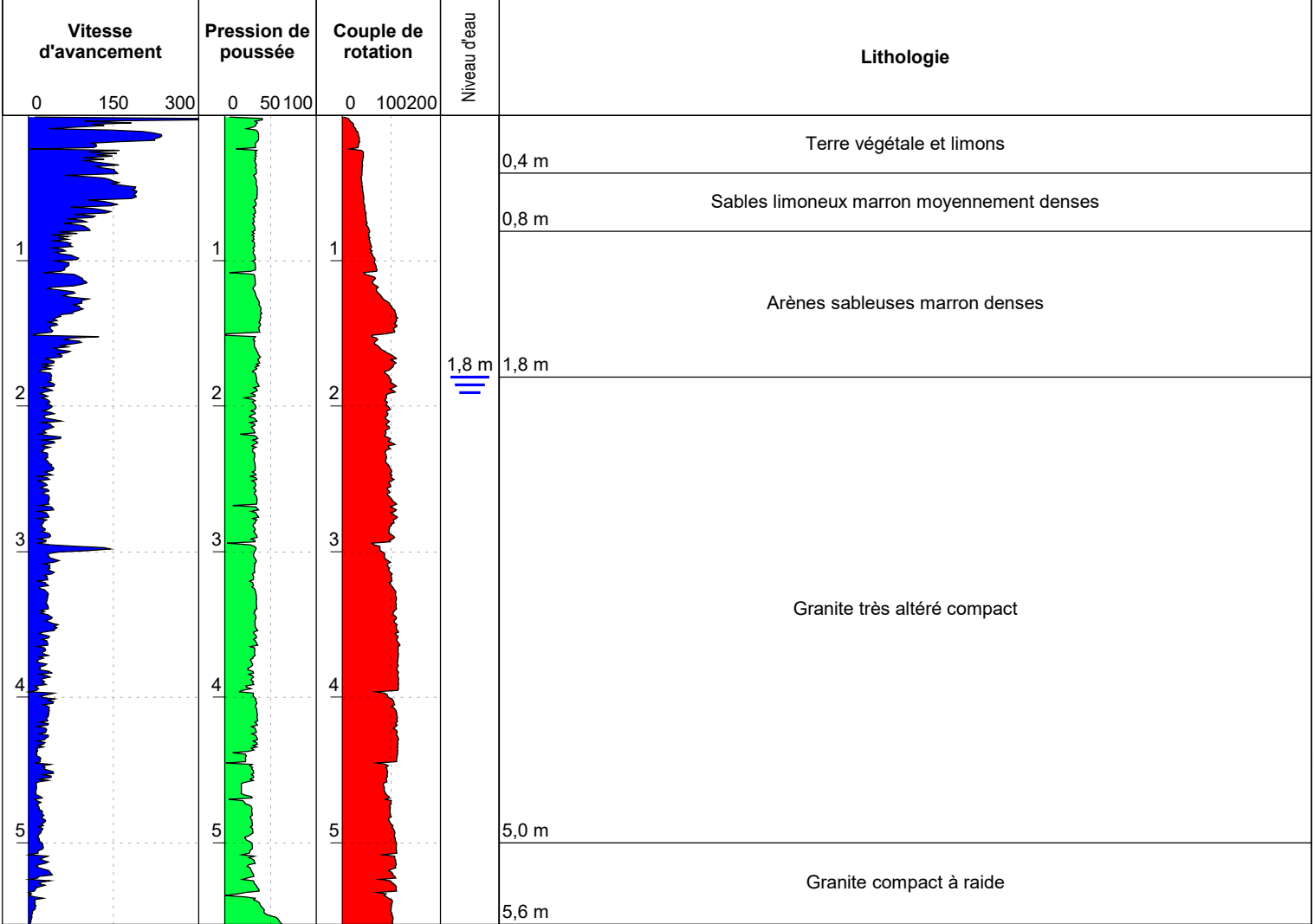
PU12 – Cote 520.0 NGF

Profondeur /m	Nature
0	Terre végétale et limons sableux bruns peu fermes
0.4	
0.5	Arènes granitiques sableuses marron moyennement denses à denses
0.7	
0.9	Idem denses
1.0	Idem très denses <i>Terrassement difficile</i>
1.5	
	<i>Refus sondage</i>
2.0	
2.5	
3.0	

Vitesse d'avancement	Pression de poussée	Couple de rotation	Niveau d'eau	Lithologie	Pf (MPa)	PI (MPa)	Em (MPa)	E/PI
0 150 300	0 50 100	0 100 200			0 5 10	0 5 10	0 150 300	
				0,4 m Terre végétale à blocs				
				1,0 m Arènes sableuses marron denses	1 0,35	1 0,59	1 5,5	1 9,2
				1,4 m Granite marron-beige humide, compact à raide	2 3,45	2 > 3,50	2 159,8	2 45,7
				3,0 m	3	3	3	3



Vitesse d'avancement	Pression de poussée	Couple de rotation	Niveau d'eau	Lithologie
0 150 300	0 50 100	0 100 200		
				
1	1	1	1,2 m	Terre végétale et limons sableux bruns lâches
			1,1 m	
			1,5 m	Sables argileux marron beige humides, moyennement denses
2	2	2	2,2 m	Arènes argileuses marron humides peu denses
3	3	3		Arènes sableuses marron denses à très denses
4	4	4	3,9 m	
5	5	5		
6	6	6		
7	7	7		Granite très altéré compact
8	8	8		
9	9	9	9,0 m	





Essai de pénétration dynamique

N° **P1**

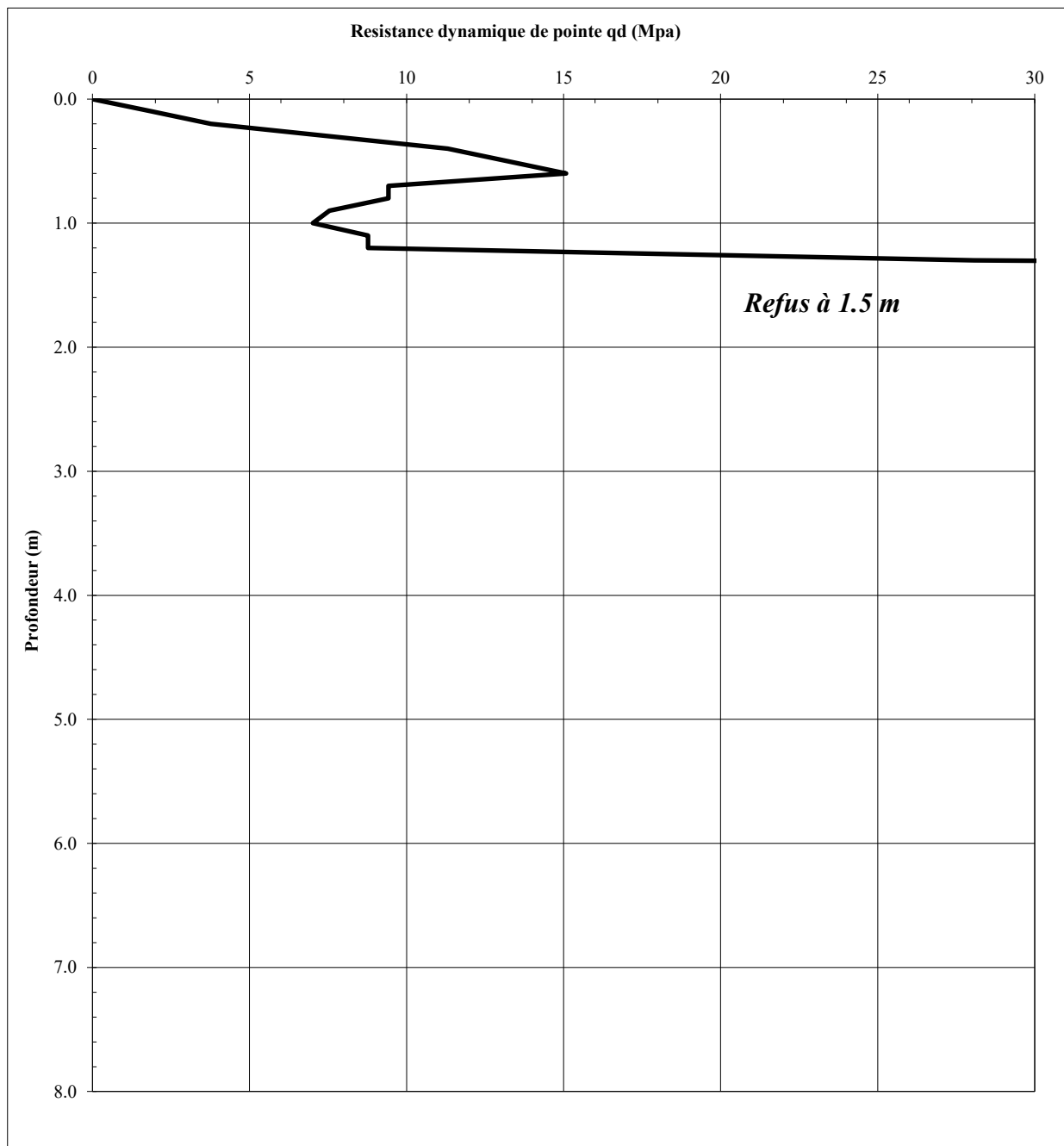
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
517.0 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° **P2**

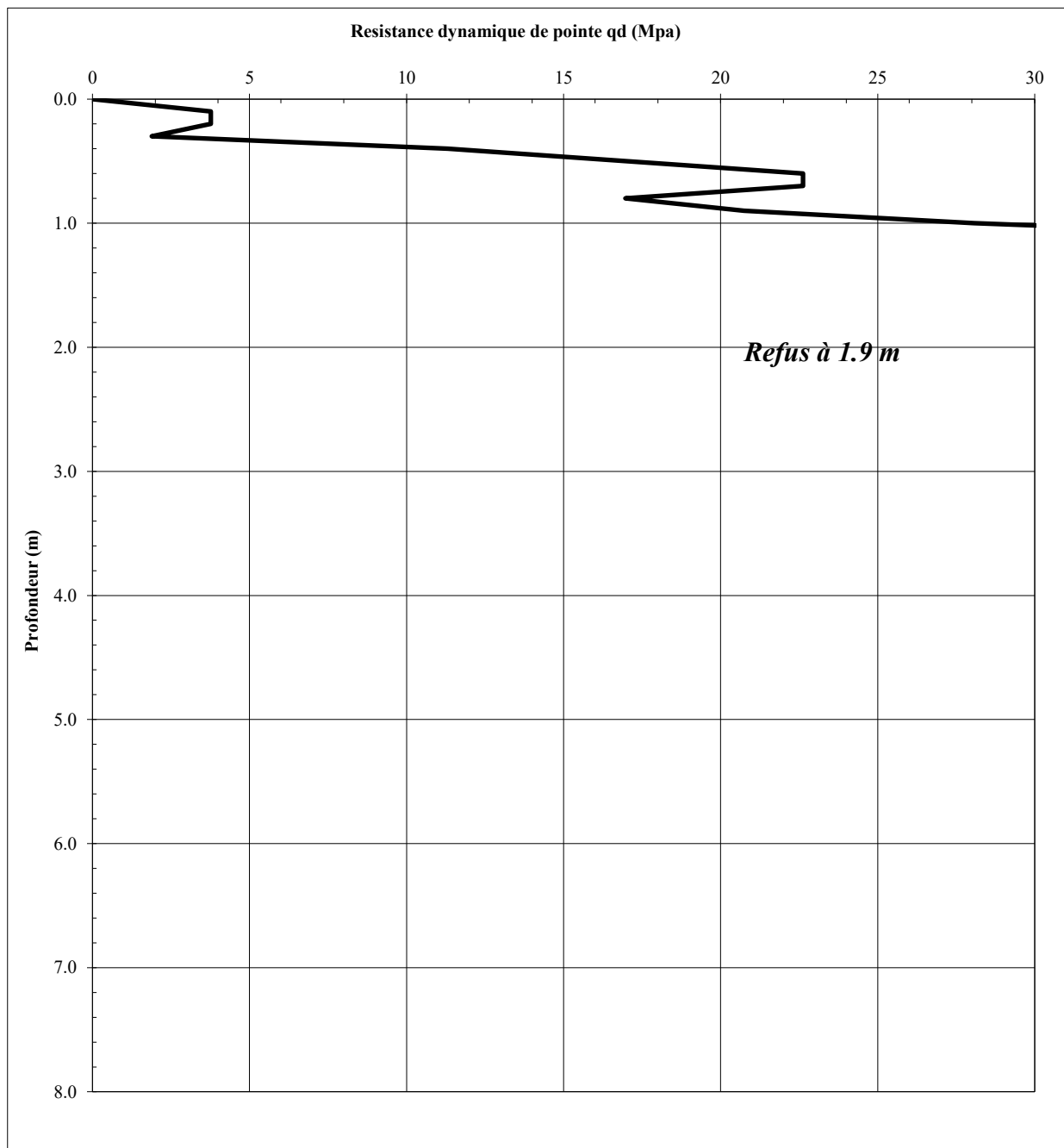
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
512.3 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

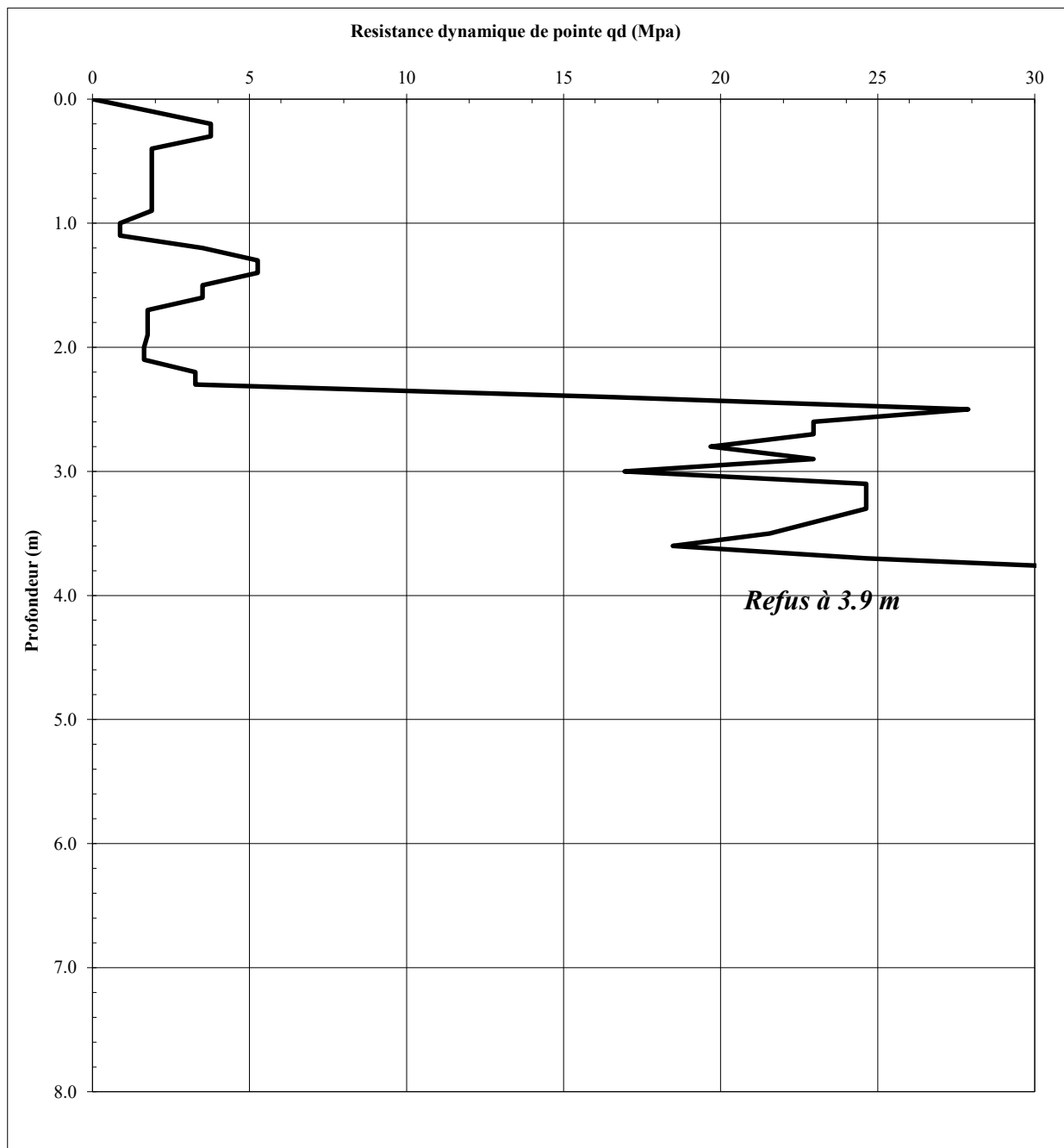
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
510.7 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

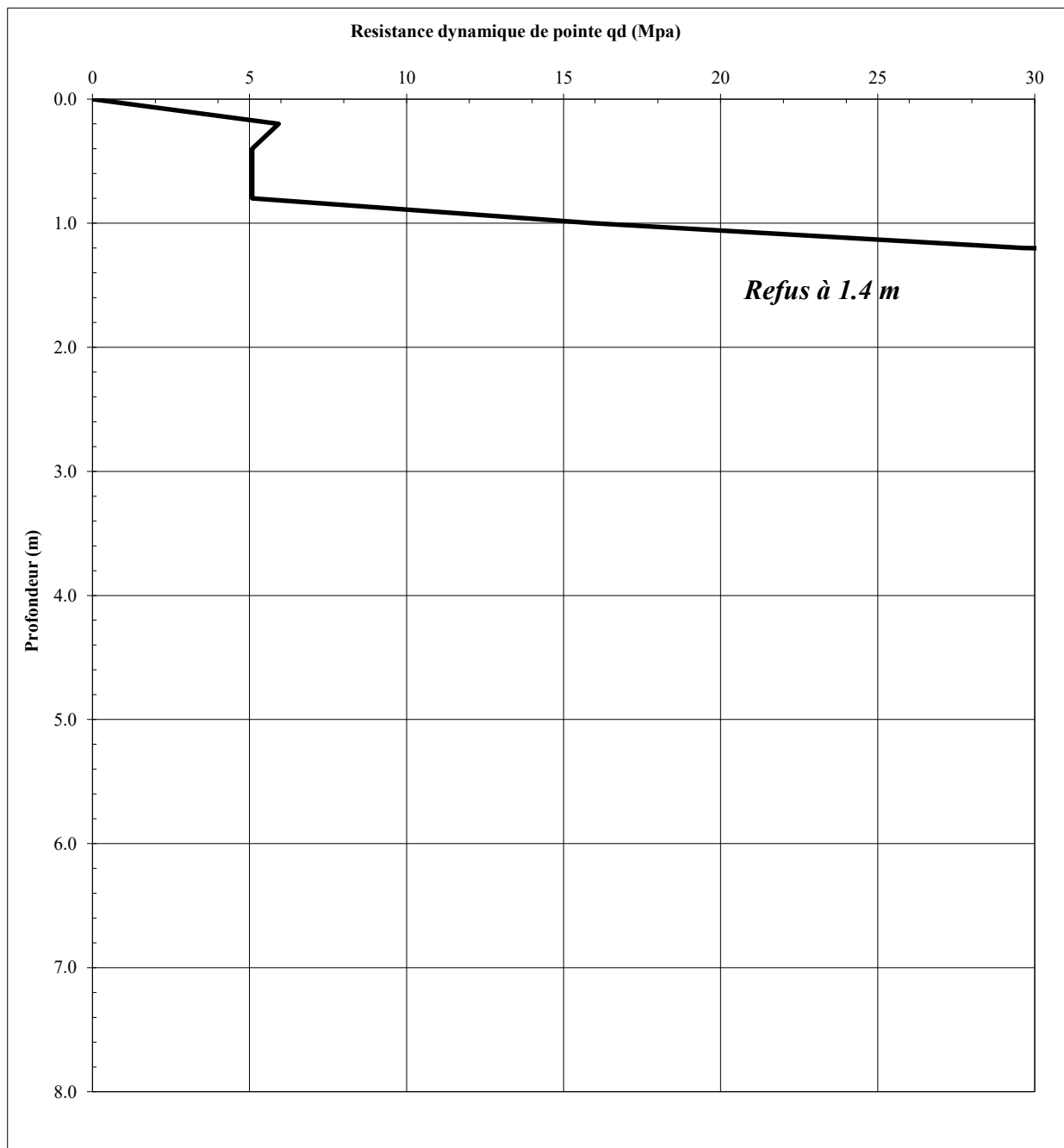
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
515.9 NGF



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

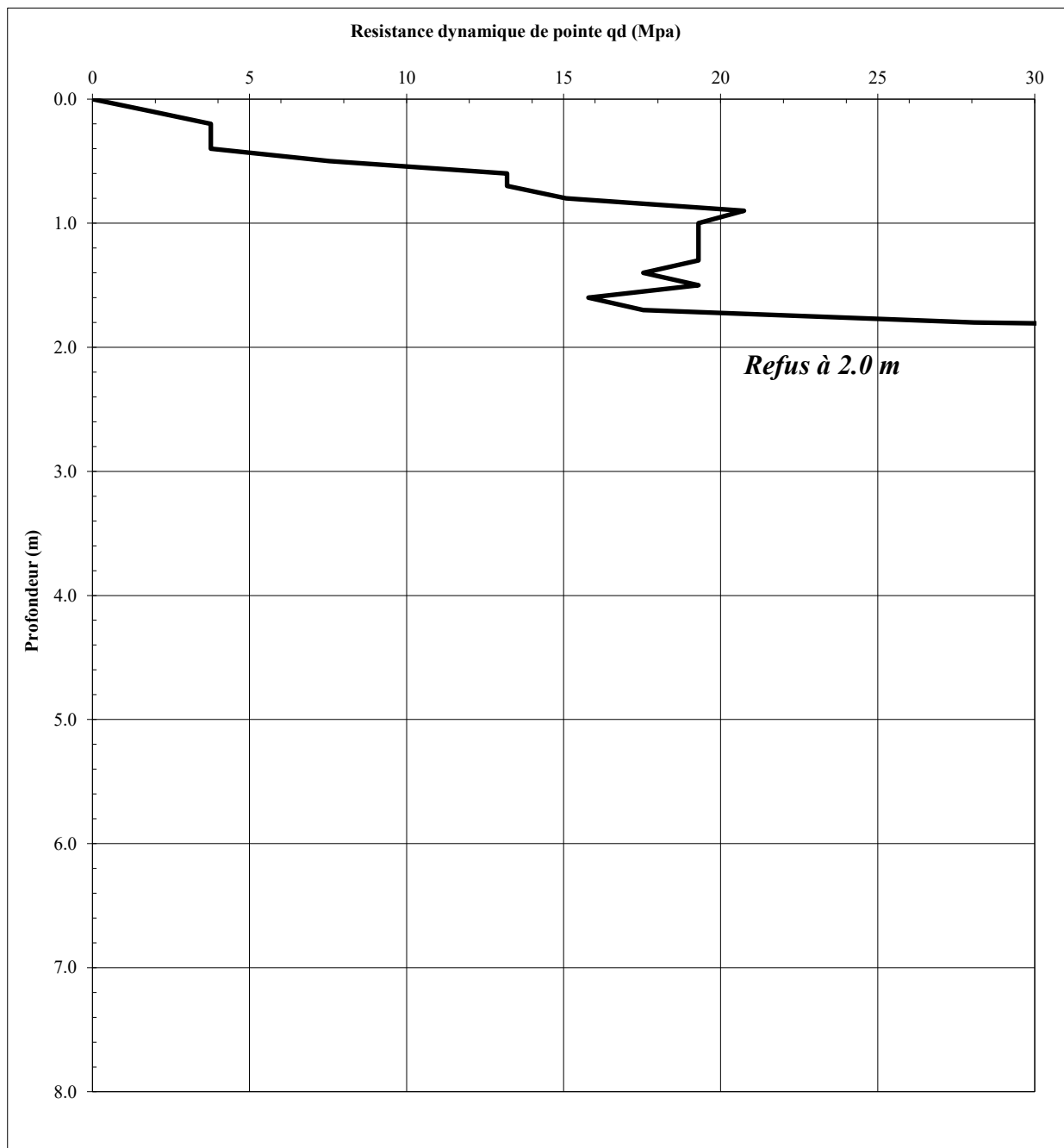
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
515.1 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° **P6**

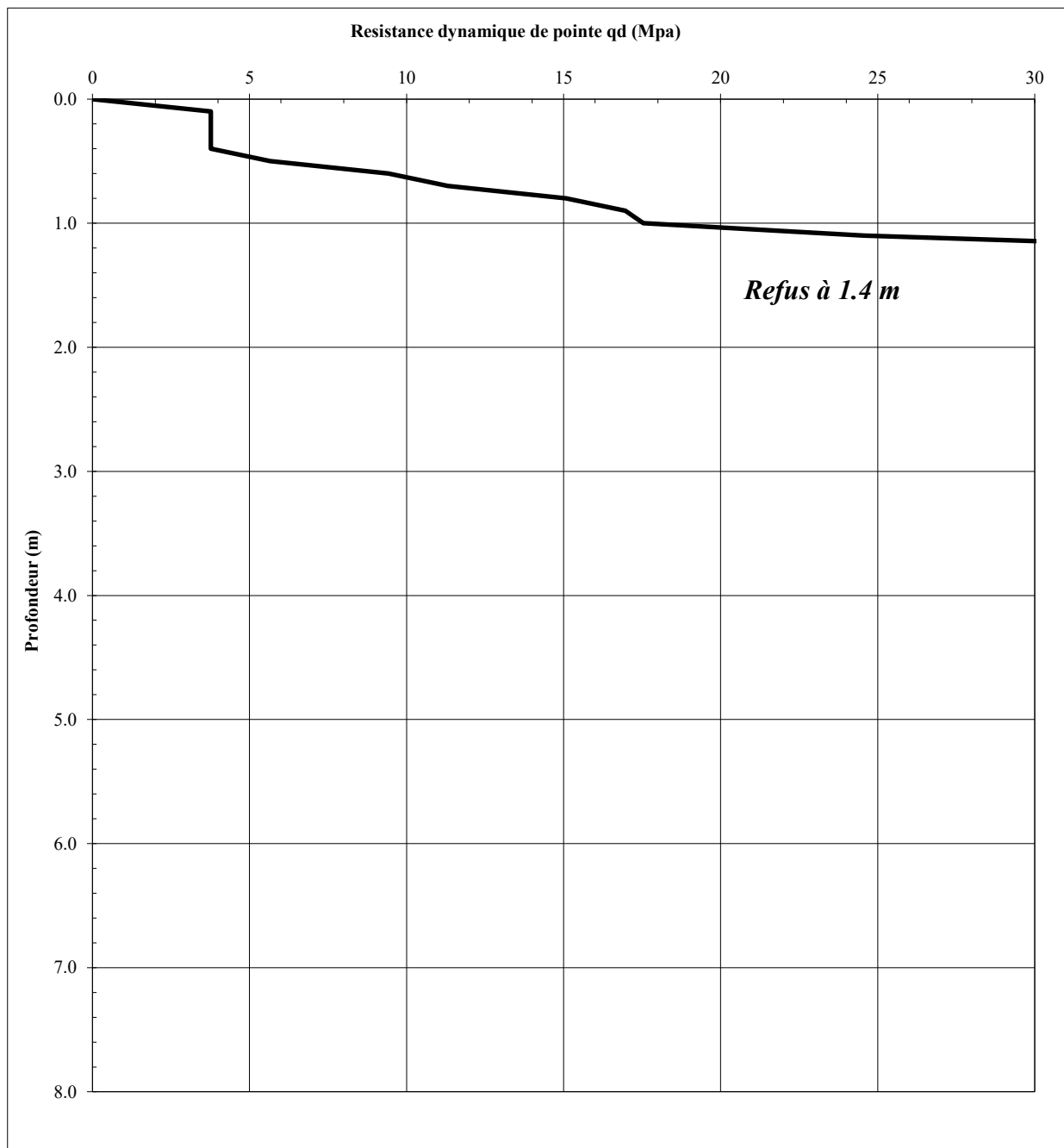
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
511.1 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

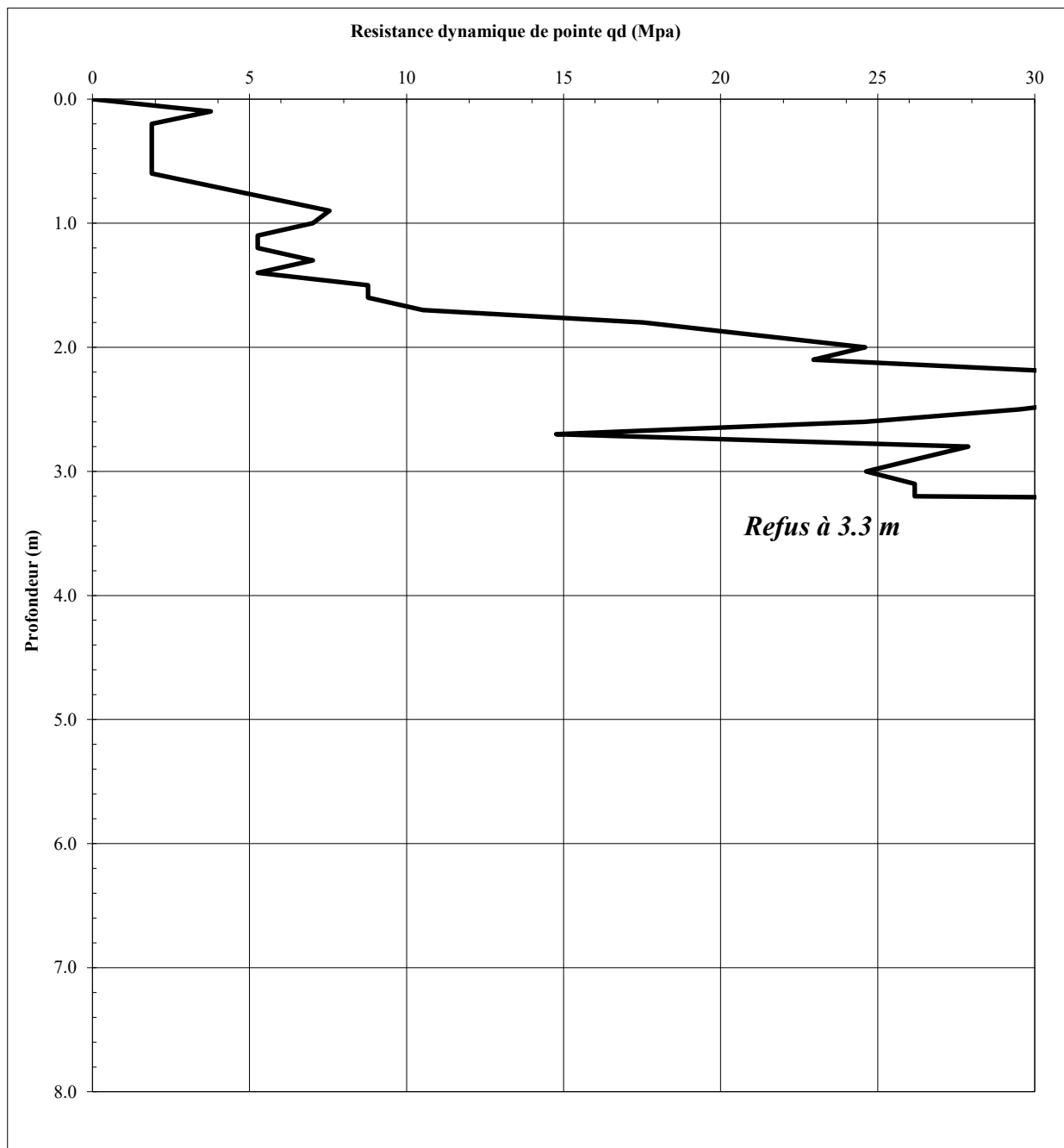
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
513.5 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° **P8**

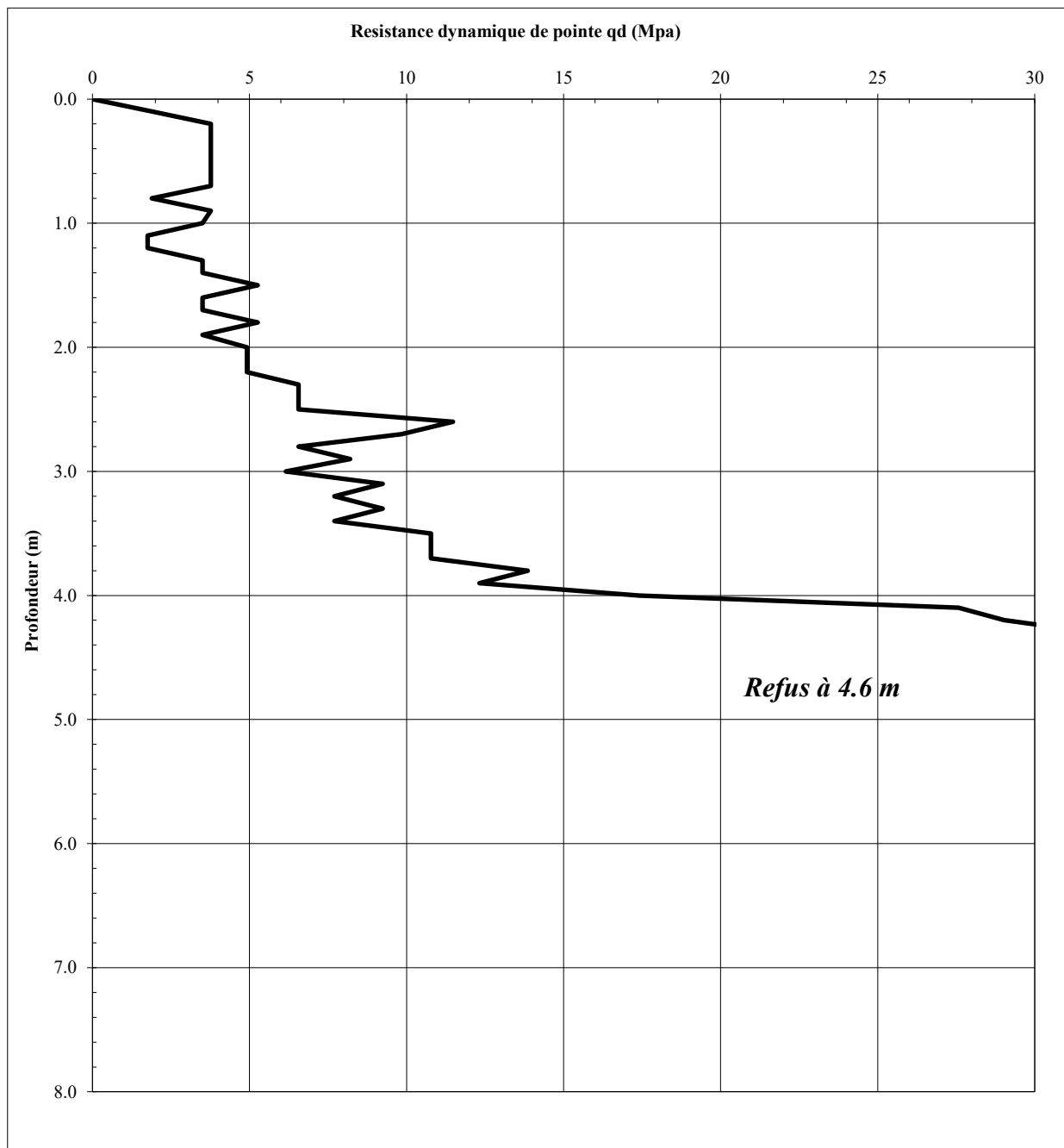
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
513.6 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

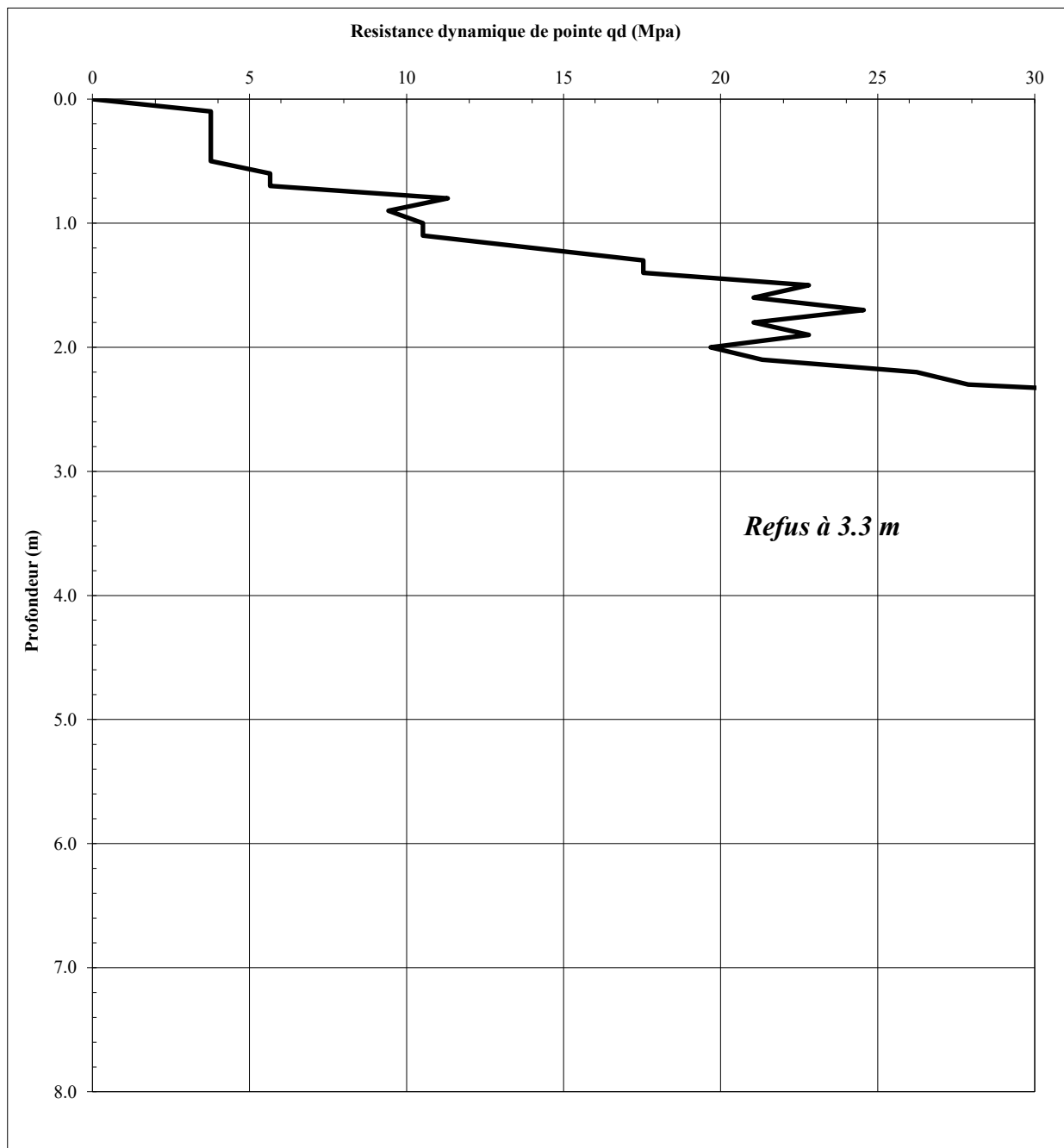
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
515.7 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

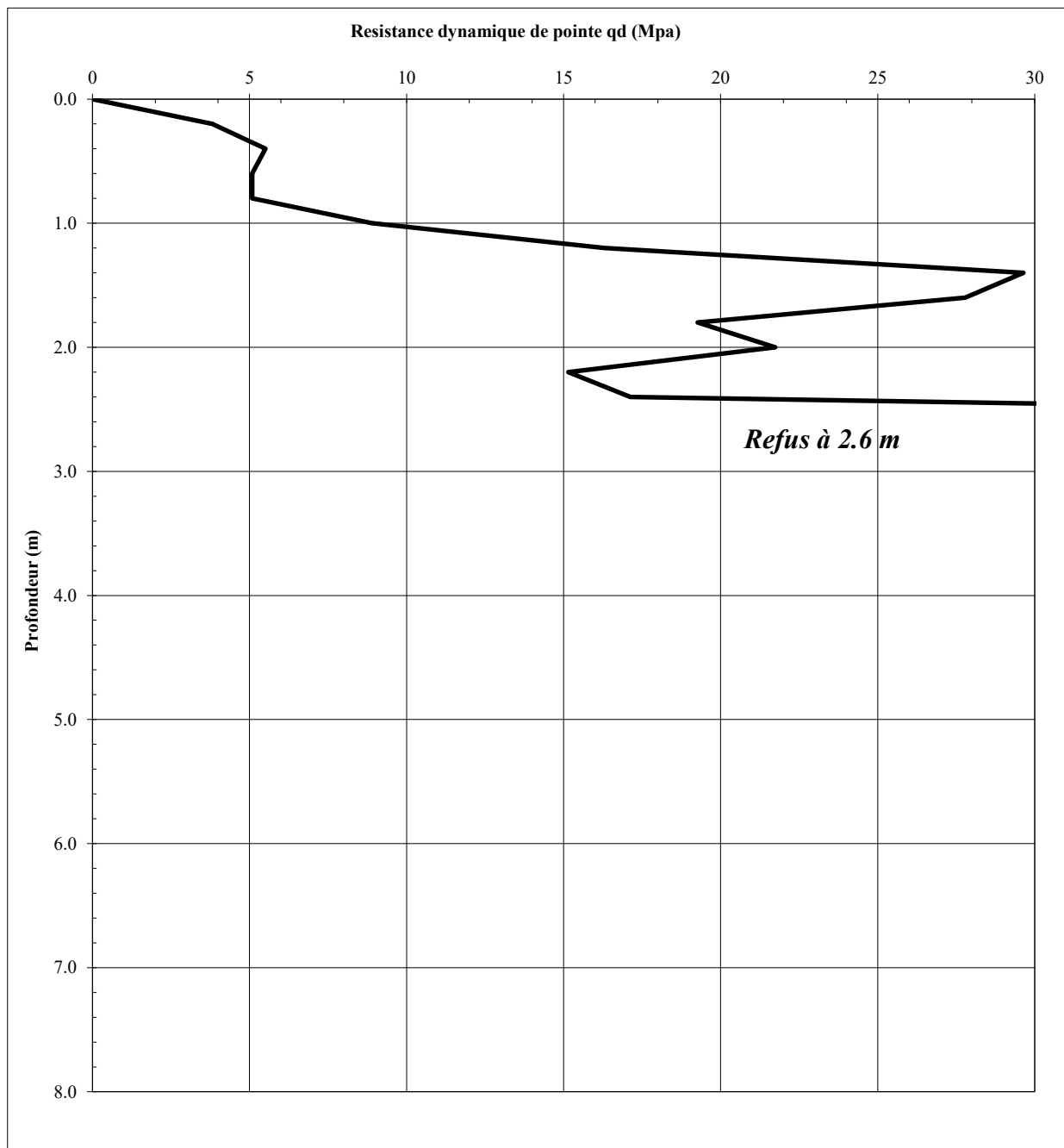
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
518.0 NGF



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8



Essai de pénétration dynamique

N° **P11**

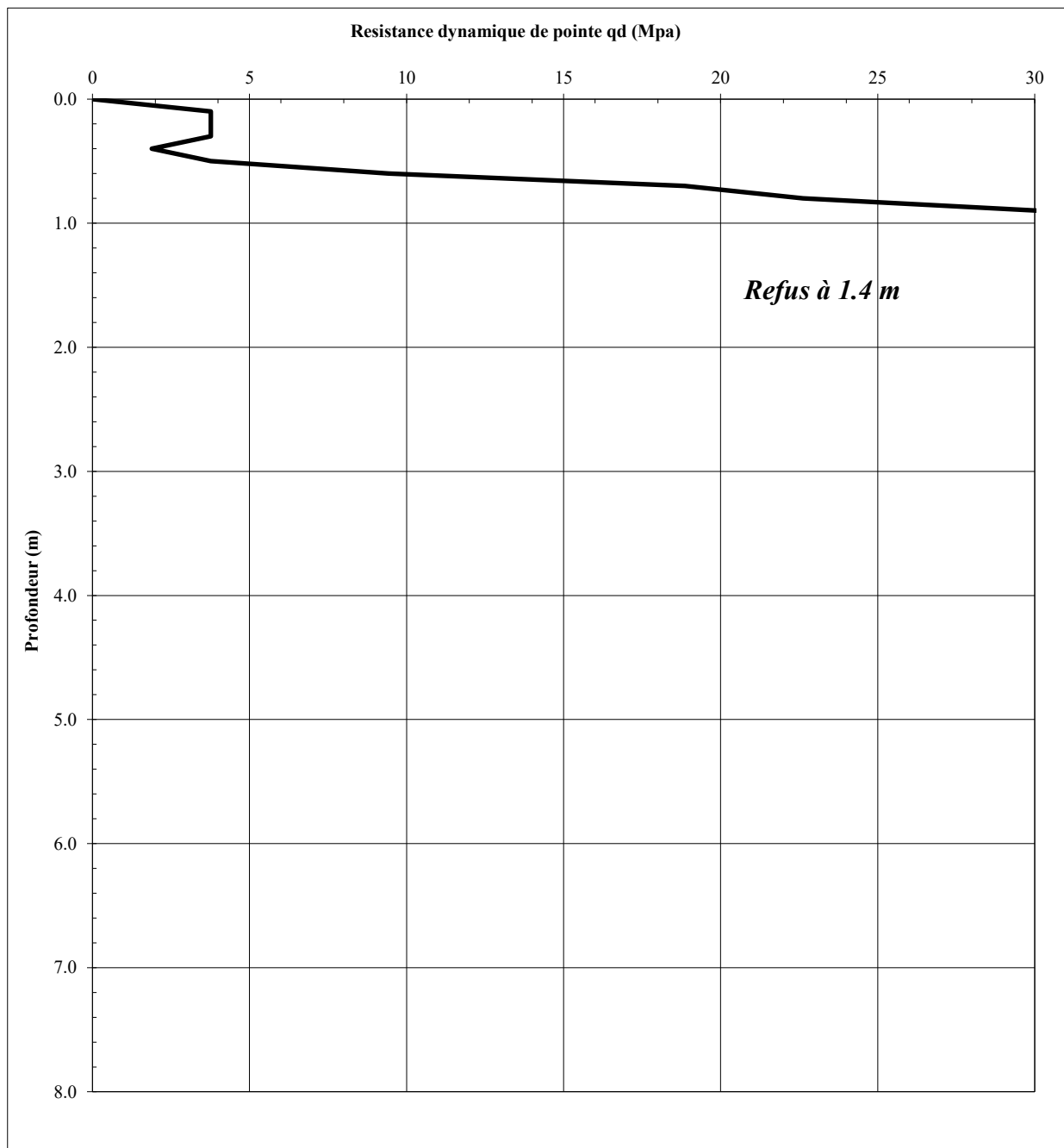
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
**CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON**

Altitude :
516.7 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

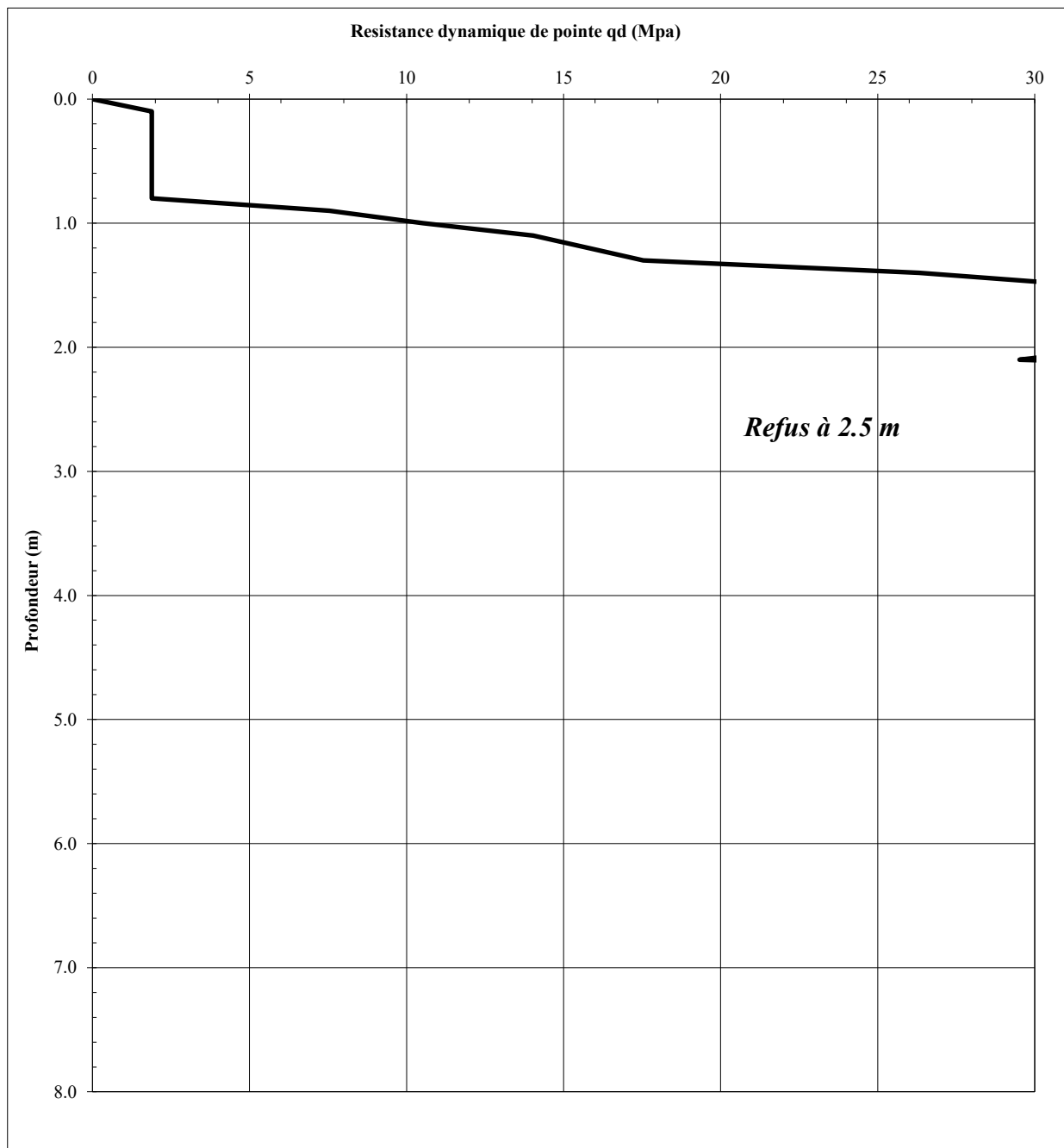
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
512.7 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

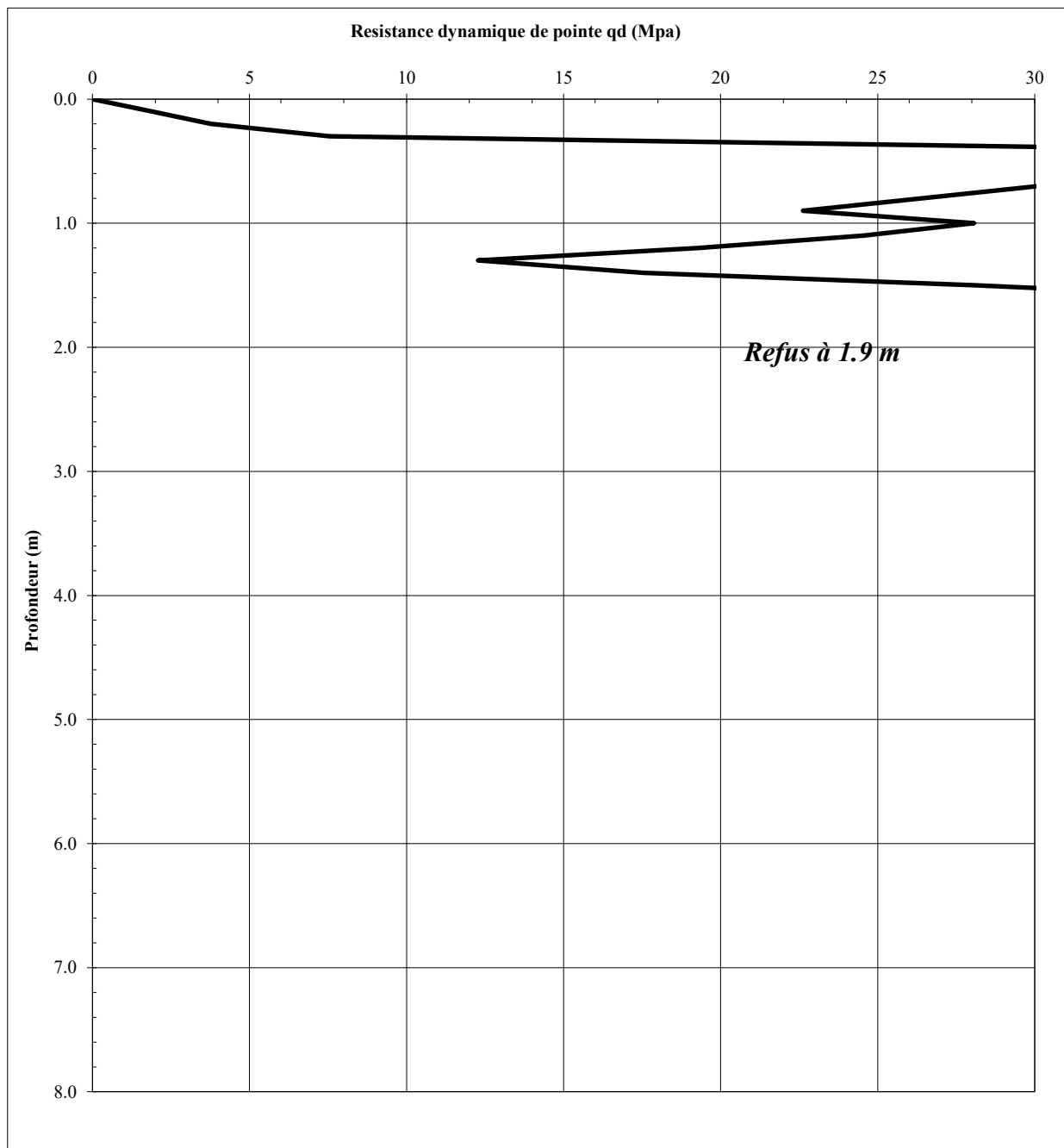
Date :
15/05/2025

Niveau d'eau

N° de dossier
A25.11.169.a/A

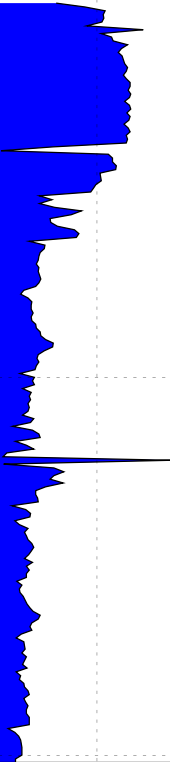
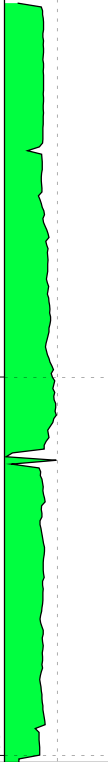
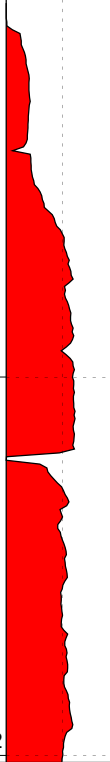
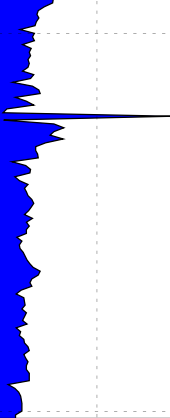
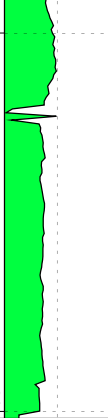
Affaire :
CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE
ZAC DU MONT A AUBUSSON

Altitude :
520.0 NGF



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

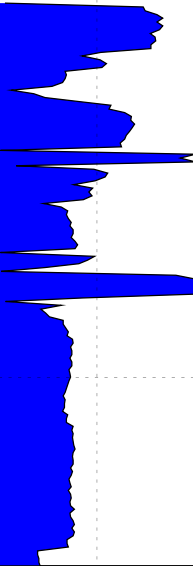
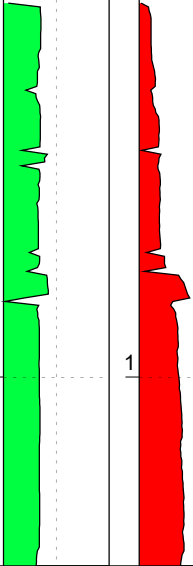
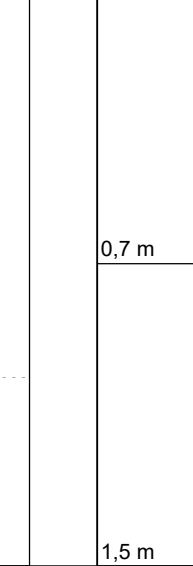
Masse enclume+guidage mouton (kg) : 10.7
Masse d'une tige (kg) : 6.0

Vitesse d'avancement	Pression de poussée	Couple de rotation	Niveau d'eau	Lithologie
0 150 300	0 50 100	0 100 200		
				Terre végétale et sables limoneux marron 0,5 m
				Arènes sableuses marron-beige denses 1,4 m
				Granite altéré marron dense 2,0 m

Essai d'infiltration mené entre 0.6 et 2.0 m/TN actuel

Perméabilité $k = 1.94 \times 10^{-6}$ m/s

$k = 7$ mm/h

Vitesse d'avancement	Pression de poussée	Couple de rotation	Niveau d'eau	Lithologie
0 150 300	0 50 100	0 100200		
				Terre végétale et limons sableux bruns peu fermes 0,7 m
1	1	1		Arènes sableuses marron-beige denses 1,5 m

Essai d'infiltration mené entre 0.6 et 1.5 m/TN actuel
Perméabilité $k < 2.78 \times 10^{-7}$ m/s
 $k < 1$ mm/h

Analyse Granulométrique

Date essai
02/06/2025

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :

Construction d'une surface commerciale - ZAC du Mont à AUBUSSON

Provenance : PU1 - 0.8 m

Nature : Arènes sableuses marron

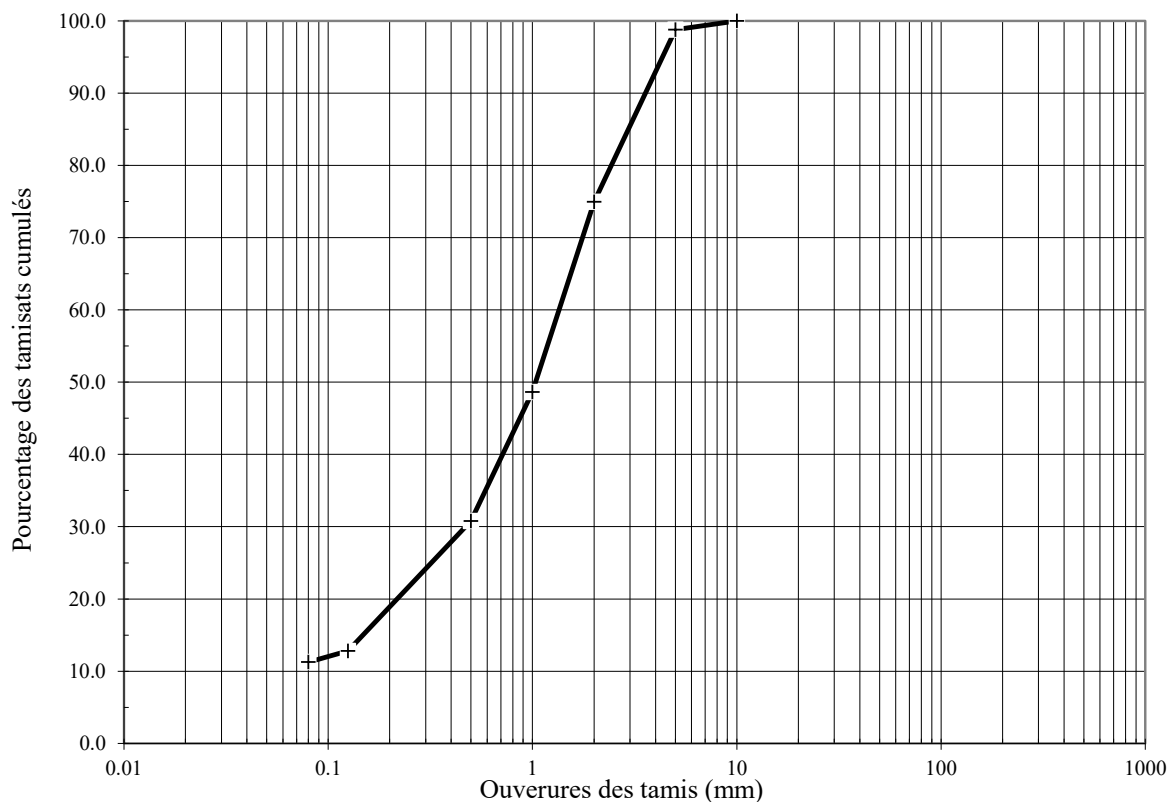
Prélevé par : ALPHA BTP

VB : 0.4

W% : 10.4 %

IPI : 18.6

GTR : B2m



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	98.8
2	75.0
1	48.6
0.5	30.8
0.125	12.8
0.08	11.3

Analyse Granulométrique

Date essai
02/06/2025

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :

Construction d'une surface commerciale - ZAC du Mont à AUBUSSON

Provenance : PU4 - 1.3 m

Nature : Arènes sableuses marron

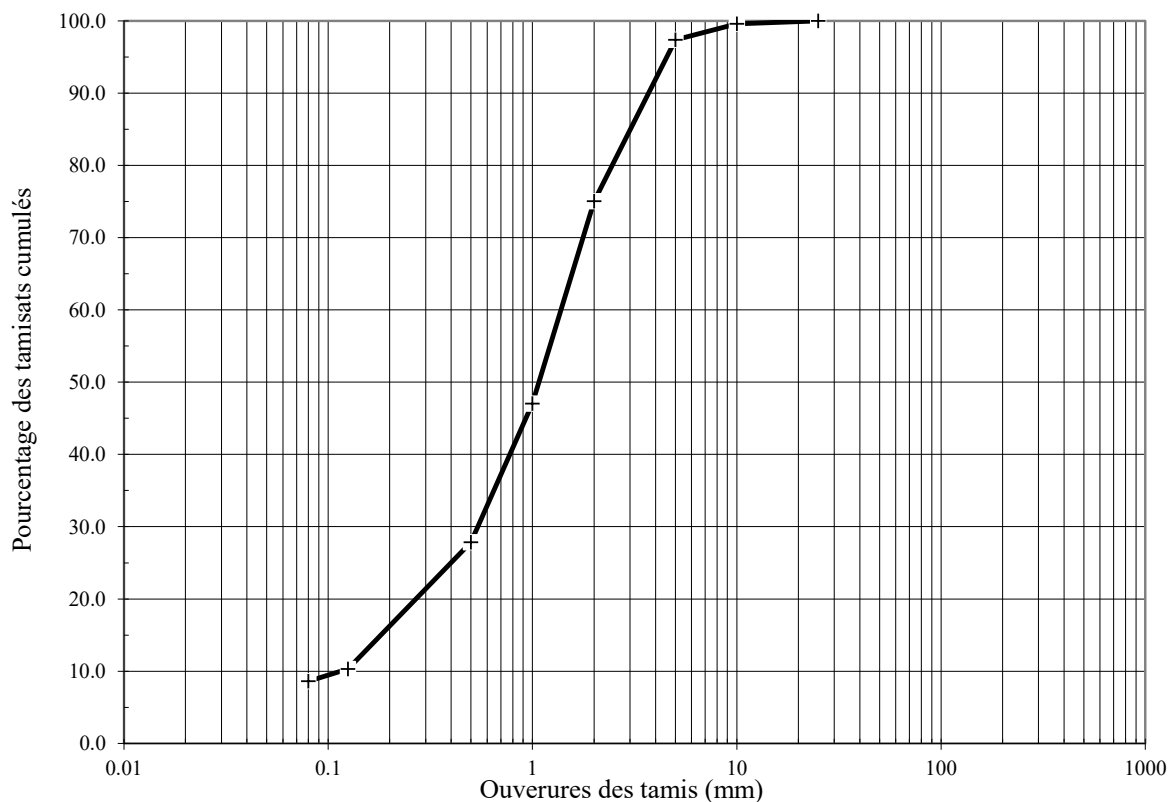
Prélévé par : ALPHA BTP

VB : 0.4

W% : 9.3 %

IPI : 11.3

GTR : B2m



Tamis	% passants
100	100.0
80	100.0
50	100.0
40	100.0
31.5	100.0
25	100.0
10	99.6
5	97.4
2	75.0
1	47.0
0.5	27.9
0.125	10.3
0.08	8.6

Analyse Granulométrique

Date essai
02/06/2025

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :

Construction d'une surface commerciale - ZAC du Mont à AUBUSSON

Provenance : PU6 - 0.4 m

Nature : Sables limoneux marron

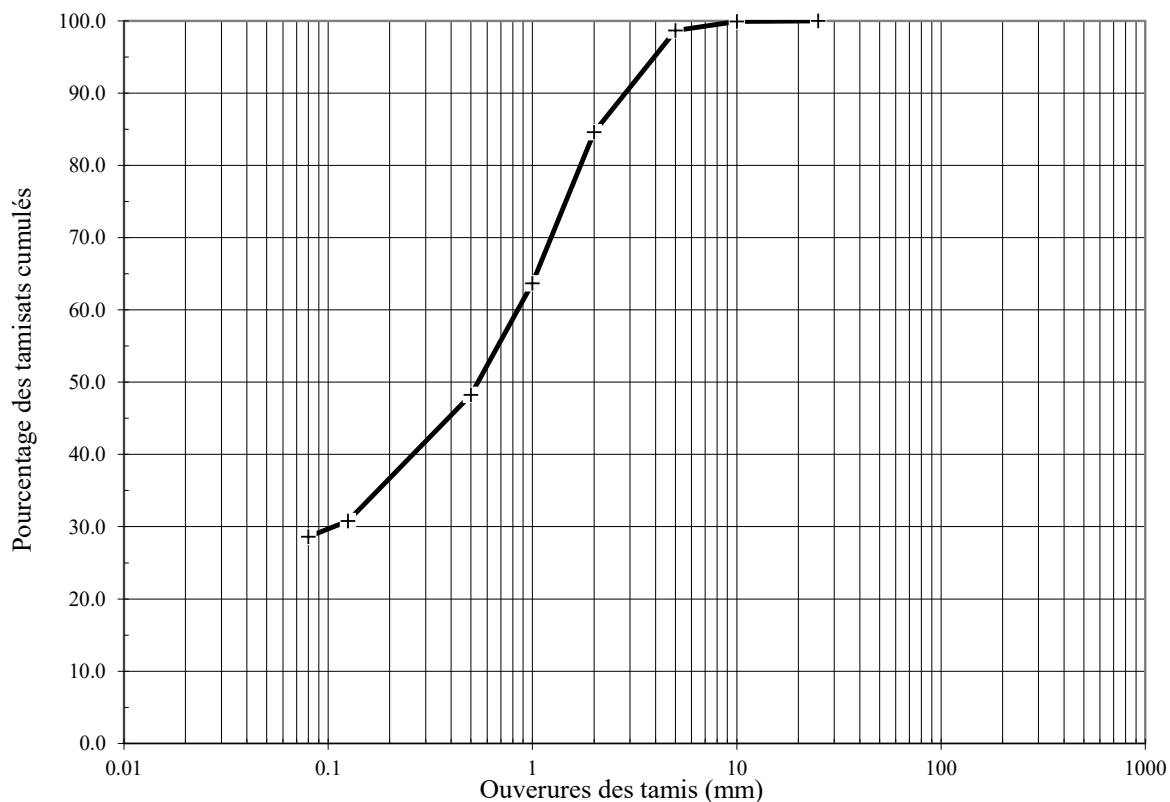
Prélevé par : ALPHA BTP

VB : 0.6

W% : 16.5 %

IPI : 11.0

GTR : B5h



Tamis	% passants
100	100.0
80	100.0
50	100.0
40	100.0
31.5	100.0
25	100.0
10	99.9
5	98.7
2	84.6
1	63.7
0.5	48.2
0.125	30.8
0.08	28.6

Analyse Granulométrique

Date essai
02/06/2025

N° de dossier
A25.11.169.a/A

Affaire :

Construction d'une surface commerciale - ZAC du Mont à AUBUSSON

Provenance : PU9 - 0.5 m

VB : 0.7

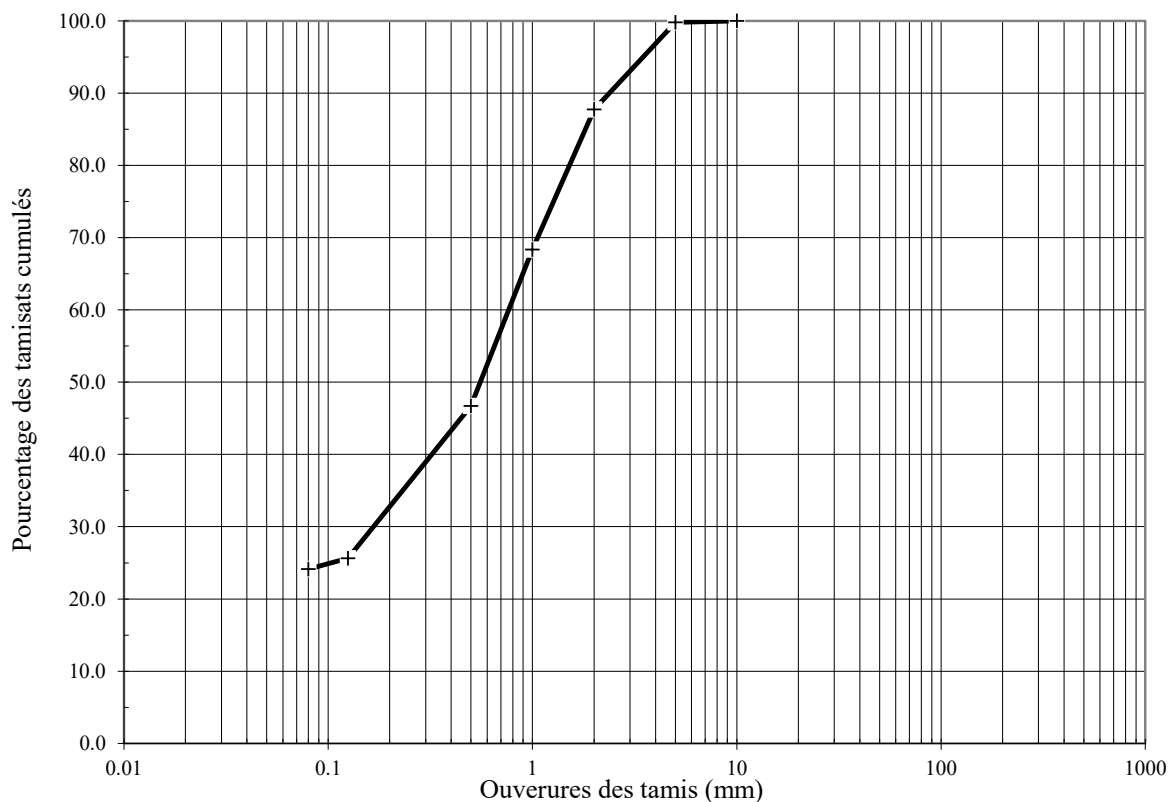
W% : 16.1 %

Nature : Sables limoneux marron

IPI : 10.2

GTR : B5h

Prélevé par : ALPHA BTP



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	99.8
2	87.8
1	68.4
0.5	46.7
0.125	25.6
0.08	24.1

Identification de l'échantillon

PU2 - 0.8 m

Teneur en eau naturelle (W_{nat} %)

10.4 %

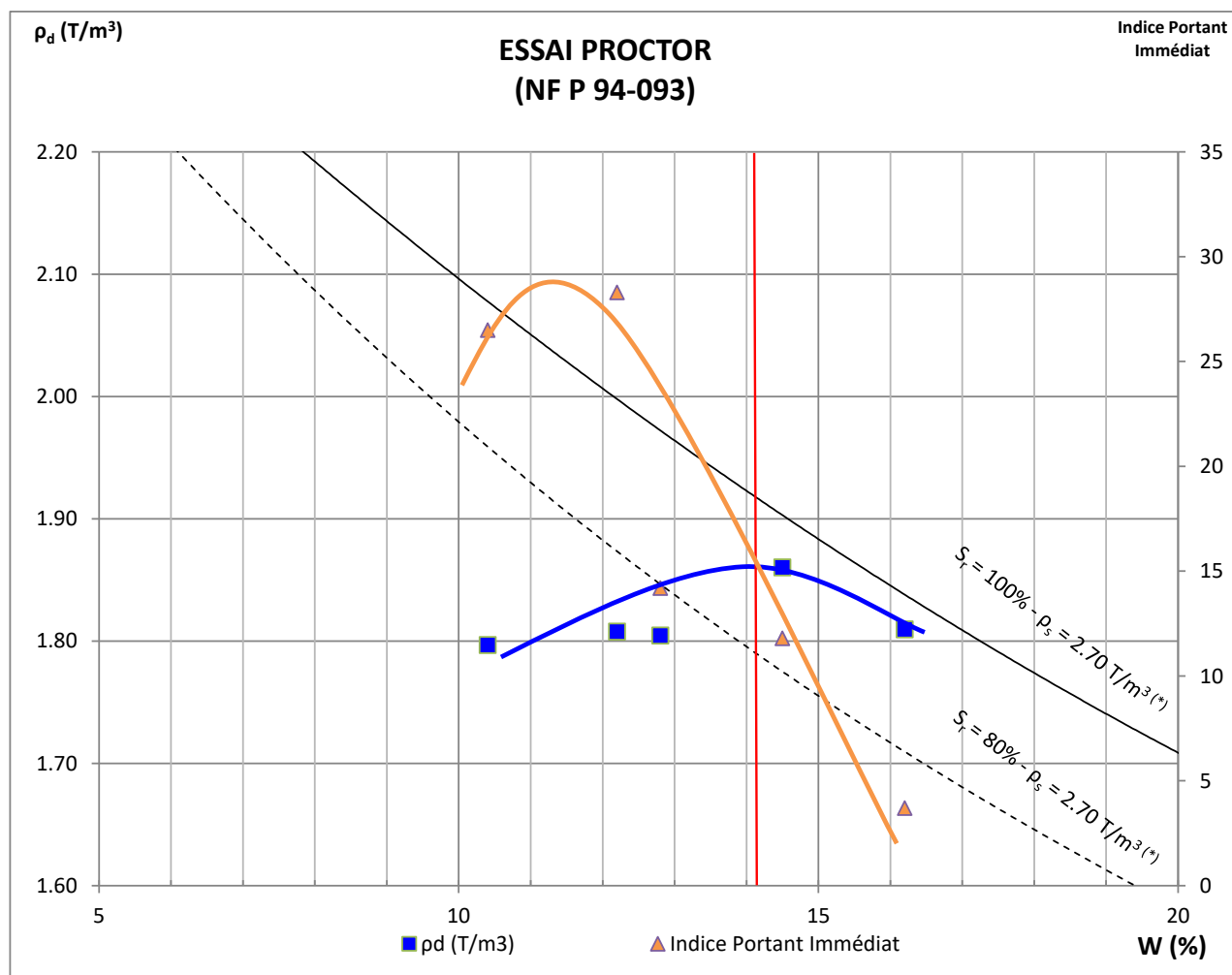
Teneur en eau $W\%$	Densité sèche ρ_d (T/m^3)	Valeur d'IPI
10.4	1.80	26.5
12.2	1.81	28.3
12.8	1.80	14.2
14.5	1.86	11.8
16.2	1.81	3.7

RESULTATS

ρ_d OPN = 1.86 t/m³

W OPN = 14.2 %

IPI OPN = 15



ENERGIE : normale

MOULE : CBR

(*) ρ_s estimée

Identification de l'échantillon

PU12 - 1.3 m

Teneur en eau naturelle (W_{nat} %)

8.8 %

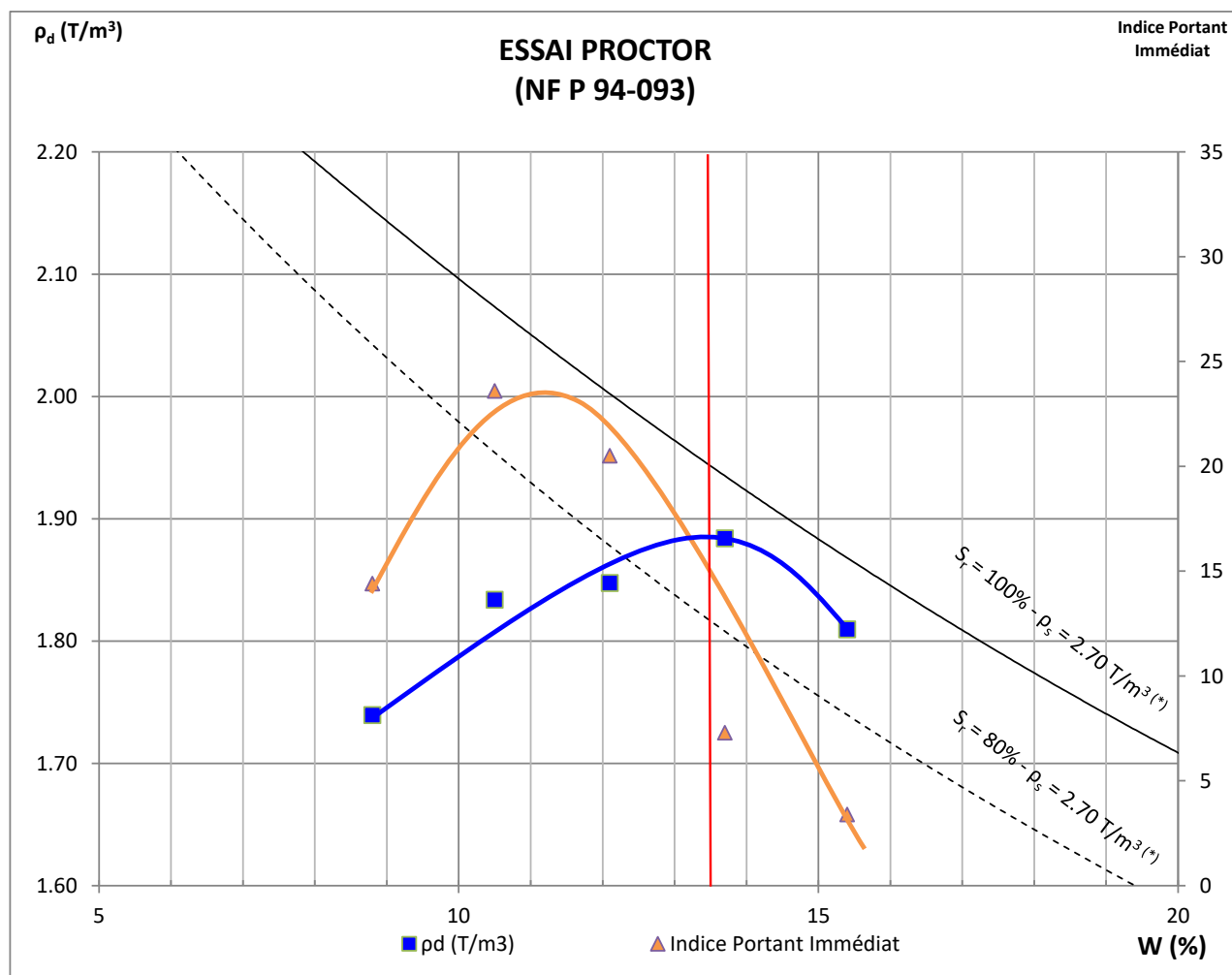
Teneur en eau $W\%$	Densité sèche ρ_d (T/m^3)	Valeur d'IPI
8.8	1.74	14.4
10.5	1.83	23.6
12.1	1.85	20.5
13.7	1.88	7.3
15.4	1.81	3.4

RESULTATS

ρ_d OPN = 1.88 t/m³

W OPN = 13.5 %

IPI OPN = 15



ENERGIE : normale

MOULE : CBR

(*) p_s estimée

Schéma d'implantation des sondages

CONSTRUCTION D'UNE SURFACE COMMERCIALE ZAC DU MONT A AUBUSSON

A25.11.169.a/A

- ⊕ Sondage pressiométrique (SP)
- ◐ Sondage destructif à la tarière (S)
- Sondage au pénétromètre dynamique (P)
- ▲ Sondage à la pelle (PU)
- ◆ Essai d'infiltration (EI)

Mai 2025

Échelle : sans

