



ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION


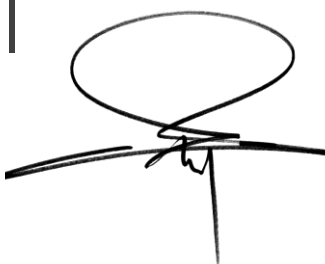
Phase PROJET

MISSION G2 - PRO

(31) TOULOUSE

Campus Rangueil

Annexe CAP

Référence dossier	Indice	Date d'émission	Rédigé par	Visé par
CC/19217.21 – G2PRO	0	11/07/2022	C. CONSTANT 	J.F. CHIAPPA 



— RÉSUMÉ —

*Ce résumé vise à présenter succinctement les conclusions de la présente étude.
En aucun cas, ces éléments ne peuvent servir seuls de justification.*

La présente étude (mission de type G2_{PRO}), réalisée préalablement à l'extension d'un bâtiment sur un terrain situé Campus Rangueil sur la commune de TOULOUSE (31), conduit aux solutions techniques suivantes.

FONDATIONS

Fondations profondes de type pieux

DALLAGE

Plancher porté



— SOMMAIRE —

I – MISSION	3
I.1 – Cadre de la mission	3
I.1.1 – Consultation	3
I.1.2 – Offre technique	4
I.1.3 – Commande	4
I.2 – Réalisation de la mission	5
I.2.1 – Investigations géotechniques	5
I.2.2 – Synthèse et interprétation des résultats	6
II – CONTEXTE DE L'ETUDE	7
II.1 – Documents de l'étude	7
II.2 – Caractéristiques du projet	7
II.3 – Description du site	8
II.3.1 – Situation géographique	8
II.3.2 – Topographie et occupation du site	8
II.3.3 – Contexte géologique et risques naturels	9
III – SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	10
III.1 – Modèle géologique	10
III.2 – Première estimation des caractéristiques mécaniques des sols	10
III.3 – Reconnaissance de fondation	11
III.4 – Synthèse hydrogéologique	11
IV – ETUDE DU PROJET	12
IV.1 – Hypothèses géotechniques	12
IV.2 – Zone d'Influence Géotechnique	12
IV.3 – Contraintes géotechniques	13
IV.4 – Conception et justification du projet	13
IV.4.1 – Fondations	14
IV.4.2 – Dallage	15
IV.4.3 – Conditions de terrassements	15
V – SUITE DE L'ETUDE	16
MISSIONS GEOTECHNIQUES	
ANNEXES	

I – MISSION

Les démarches entreprises par GFC dans le cadre de cette étude sont menées selon l'Eurocode 7 (Normes NF EN 1997 -1/NA de septembre 2006 et NF EN 1997-2 septembre 2007).

I.1 – Cadre de la mission

I.1.1 – Consultation

Date de la consultation : 19/02/21

Client : UFTMIP

Opération : Annexe CAP

Adresse : Campus Rangueil

Commune : TOULOUSE (31)

Pièces jointes à la consultation :

- Plan de situation
- Plan topographique
- Plan de masse EDL et PROJET
- Coupe
- Façades EDL et PROJET
- Plan de fondation

Description générale de l'ouvrage :

- Extension d'un bâtiment
- Type RdC sans sous-sol
- Plancher porté prévu
- Emprise au sol de l'ordre de 300 m²

Type de mission demandée : G₂ phase Projet

- Terrassements
- Fondations

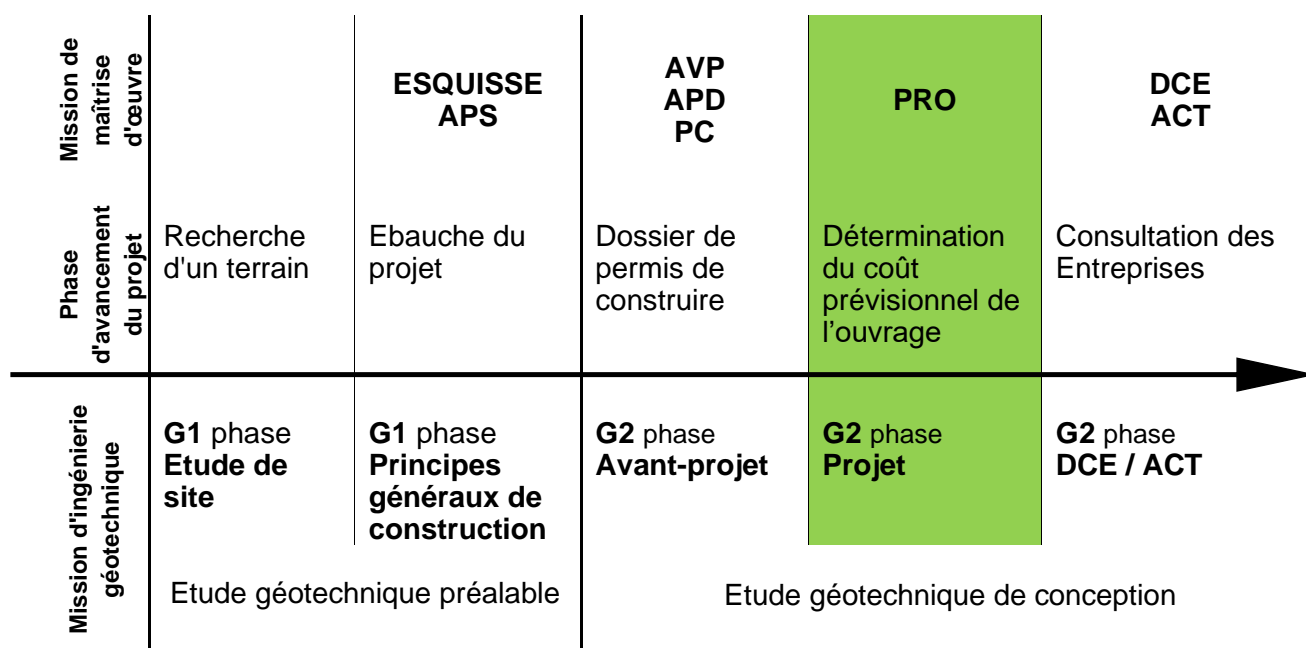
Document existant :

- Rapport d'étude géotechnique mission G2_{AVP} réalisé par GFC (réf. CC/19217.21-G2AVP daté du 19/05/21).

I.1.2 – Offre technique

La consultation et les différents éléments joints au dossier, ont permis à GFC d'établir l'offre technique référencée 30809P21 datant du 24/02/21 relative à la réalisation d'une **étude géotechnique de conception phase projet (mission de type G2_{PRO})**.

PRINCIPE D'ENCHAÎNEMENT ET SYNCHRONISATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Norme NF P 94-500 – 30 Novembre 2013) ET DE MAITRISE D'ŒUVRE



Afin de mener à bien cette mission, GFC a demandé les pièces complémentaires suivantes :

Dossier PRO / Plan de fondation / Descentes de charge

I.1.3 – Commande

La présente étude fait suite à l'acceptation de l'offre technique et financière le 17/03/21.



I.2 – Réalisation de la mission

La mission réalisée correspond à une **étude géotechnique de conception phase Projet (Mission G2_{PRO})** selon la norme NF P 94-500 du 30 Novembre 2013. Elle comprend une phase d'investigations géotechniques et une phase de synthèse et d'interprétation des résultats de ces investigations.

I.2.1 – Investigations géotechniques

Le programme d'investigation a été établi par GFC d'après les éléments de la consultation et conformément à la norme *NF EN 1997-2 - Eurocode 7 - Reconnaissance des terrains et essais de septembre 2007*.

Ces essais ont pour vocation l'identification des sols et l'évaluation de leurs caractéristiques géotechniques. Aucune détection de pollution ne peut être déduite de ces sondages et essais.

Implantation

Le plan d'implantation des différents sondages ainsi que les résultats des essais sont fournis en annexe.

L'implantation des sondages a été réalisée par triangulation à partir du plan de masse fourni, en fonction des réseaux existants.

Nivellement

Les cotes de la tête des sondages ont été relevées par GFC en prenant comme référence un regard sur le site (référence altimétrique 146,85 m NGF).

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de côtes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Sondages et essais in situ

Les sondages et essais qui suivent ont été effectués en avril 2021.

Sondage et essai	Qté	N°	Profondeur	Données	Normes NF
Sondage pressiométrique	1	PR1	10,0 m/TN	-Coupe approximative des sols -Module pressiométrique : E_M (MPa) -Pression limite nette : PI^* (MPa) -Pression de fluage nette : Pf^* (MPa) -Rapport EM / PI	NF EN ISO 22475-1 NF P94-110-1
Essai de pénétration dynamique (type DPSH-B)	2	PD1 et PD2	4,2 à 5,5 m/TN	-Résistance dynamique en pointe q_d (MPa)	NF EN ISO 22476-2
Piézomètre	1	PR1	10,0 m/TN	-Mesure du niveau d'eau après stabilisation -Suivi piézométrique continu	NF P 94-132
Sondage manuel	1	SM1	1,3 m/TN	-Reconnaissance de fondation	-

I.2.2 – Synthèse et interprétation des résultats

Conformément à l'offre technique acceptée et d'après les spécifications de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 relative aux missions d'ingénierie géotechnique, la présente mission comprend :

- la détermination du modèle géologique et hydrogéologique
 - Synthèse des éléments géologiques et hydrogéologiques connus
 - Définition des niveaux de nappe conventionnels
- la définition des caractéristiques géotechniques importantes
- la définition de la Zone d'Influence Géotechnique
- l'identification des contraintes géotechniques majeures
- la justification des principes généraux de construction envisageables
 - Conditions de terrassements
 - Types et horizons de fondations envisageables
 - Dimensionnement des ouvrages géotechniques

La présente mission exclut :

- l'étude des voiries,
- l'étude du rejet des eaux pluviales,
- l'étude de la stabilité des talus,
- l'étude des ouvrages de soutènement.

II – CONTEXTE DE L'ETUDE

II.1 – Documents de l'étude

Les documents en possession de GFC pour réaliser cette étude sont les suivants :

Document	Référence	Date	Echelle	Remarque
Dossier PRO	PRO	03/06/22	-	
Plan de fondation	PRO	16/06/22	-	

II.2 – Caractéristiques du projet

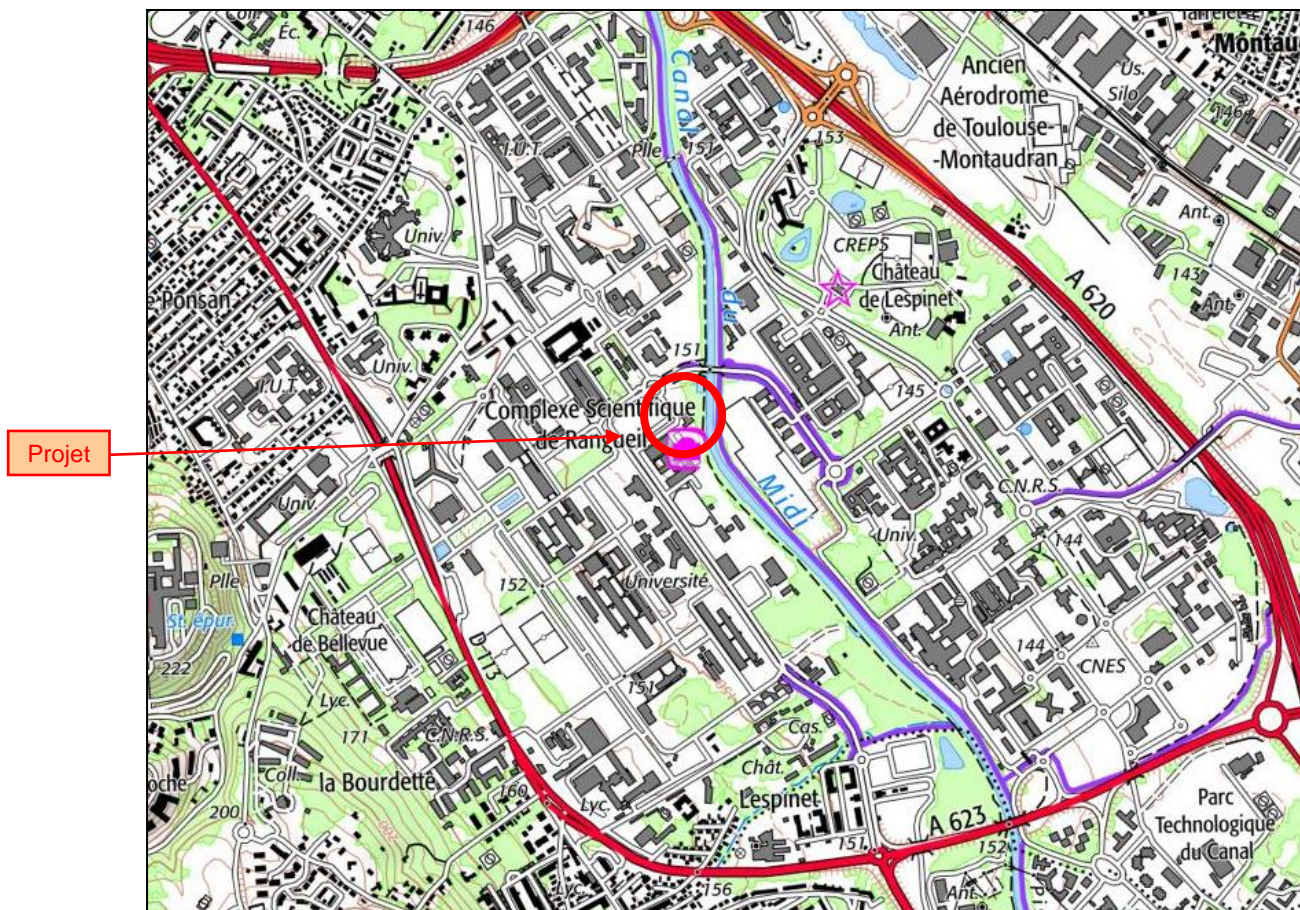
Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques principales de l'ouvrage tel qu'il a été soumis à GFC au stade du projet :

	Extension de bâtiment
Emprise au sol	300 m ²
Nombre de niveaux	RdC
Nombre de niveaux enterrés	Néant
Cote du plancher bas	146,89 m NGF
Dénivelé du terrain au droit du projet	Faible
Terrassements prévisibles	Faibles
Construction en mitoyenneté	Oui
Descentes de charges sur fondations	non communiqué

Les documents qui nous ont été remis nous ont conduits à établir des hypothèses pour réaliser notre étude. Si des modifications du projet s'opèrent ou si les hypothèses prises en compte dans le présent rapport ne sont pas conformes à ce qui sera effectivement réalisé, elles devront impérativement nous être soumises de façon à ce que nous puissions valider ou adapter les conclusions de notre rapport voire éventuellement proposer un programme d'étude complémentaire.

II.3 – Description du site

II.3.1 – Situation géographique



Extrait de carte IGN

II.3.2 – Topographie et occupation du site

D'un point de vue topographique, ce terrain, situé en plaine, est pratiquement plat.

D'après le plan topographique fourni, il est situé aux environs de la cote 147 m NGF.

Au moment de l'étude, il s'agissait d'un espace vert enherbé jouxtant le bâtiment existant.

On note la présence de réseaux dans l'emprise du bâtiment. Certains réseaux seront conservés dans le cadre du projet.



II.3.3 – Contexte géologique et risques naturels

⇒ Géologie

D'après la carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Toulouse Est, le contexte géologique du site est le suivant :

- Terrain sédimentaire, alluvions actuelles et modernes des cours d'eau secondaires ;
- Marnes et molasses du Stampien.

⇒ Risques naturels

La présente étude prend en compte les risques naturels identifiés ci-dessous.

Les éléments relatifs aux risques naturels identifiés sur la commune devant être pris en compte dans le cadre de la présente étude sont synthétisés ci-après :

Risque	Séisme	Inondation	Retrait / Gonflement
PPRn	-	Approuvé en 2011 Révisé en 2018	Approuvé en 2010
Arrêté de catastrophe naturelle	-	16 arrêtés entre 1983 et 2018	23 arrêtés entre 1989 et 2019
Aléa sur la parcelle	Zone de sismicité 1 (aléa très faible)	Non inondable	Fort

Sources : <http://www.georisques.gouv.fr>

<http://www.haute-garonne.gouv.fr>

III – SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

III.1 – Modèle géologique

Le modèle géologique suivant est déduit de l'ensemble des sondages réalisés in situ lors de la campagne de reconnaissance réalisée. Notons que la précision des données lithologiques (faciès, interfaces) peut varier en fonction de la méthodologie de sondage utilisée. Par ailleurs, chaque sondage donnant une information ponctuelle, les éventuelles variations liées aux changements de faciès géologiques ne peuvent être décelées sur l'ensemble du site.

Les sondages réalisés in situ ont permis l'identification suivante, sous une **couche superficielle végétalisée et de remblais limoneux** (épaisseur de l'ordre de 40 cm) :

- Des **sols limoneux, argileux et sableux**, jusqu'à 3,9/4,1 m de profondeur. Ces sols présentent des caractéristiques mécaniques très faibles à faibles.
- Le **substratum molassique marno-argileux** a été reconnu jusqu'à 10,0 m de profondeur. Il présente des caractéristiques mécaniques élevées.

III.2 – Première estimation des caractéristiques mécaniques des sols

Les essais réalisés in situ permettent de dresser le tableau de synthèse présenté ci-après.

Toit de la couche (m / TN)	Nature des sols	Valeurs mesurées	Caractéristiques géotechniques retenues
0,4	Sols limoneux, sableux et argileux	$PI^* = 0,5 \text{ à } 0,8 \text{ MPa}$ $E_M = 34 \text{ MPa}$ $q_d < 1 \text{ à } 5 \text{ MPa}$	$PI^* = 0,5 \text{ MPa}$ $E_M = 5 \text{ MPa}$ $\alpha = 2/3$
3,9/4,1	Substratum molassique	$PI^* > 2,9 \text{ MPa}$ $E_M > 100 \text{ MPa}$ $q_d = 15 \text{ à } > 30 \text{ MPa}$	$PI^* = 3,5 \text{ MPa}$ $E_M = 150 \text{ MPa}$ $\alpha = 2/3$

III.3 – Reconnaissance de fondation

Le sondage SM1 a mis au jour une fondation en béton, établie à 0,9 m de profondeur par rapport au terrain naturel, dans les limons. La fondation présente un débord de 40 cm à partir de 0,5 m de profondeur.

III.4 – Synthèse hydrogéologique

Lors de la campagne de reconnaissance réalisée en avril 2021, un niveau d'eau a été mesuré à 2,1 m de profondeur au droit du piézomètre PR1.

En août 1993, un niveau de nappe a été mesuré à 1,6 m de profondeur lors des sondages géotechniques réalisés dans le cadre de la construction du bâtiment aujourd'hui existant.

Il est connu dans ce contexte alluvionnaire, la présence d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue saisonnièrement.

Un suivi piézométrique continu a été réalisé sur le site, entre avril 2021 et juin 2022 (annexe 2). Dans cette période, le niveau d'eau oscille entre 143,4 m NGF (– 3,4 m/TN) et 145,0 m NGF (– 1,8 m/TN).

Le tableau suivant présente les niveaux d'eau conventionnels :

Niveau d'eau	Altimétrique (m NGF)	Profondeur (m/TN)
EB	143,6	3,2
EH	145,5	1,3
EE	146,0	0,8



IV – ETUDE DU PROJET

IV.1 – Hypothèses géotechniques

⇒ Modèle géologique et hydrogéologique

- Le terrain est pratiquement plat.
- Les sols limoneux, argileux et sableux sont peu compacts jusqu'à 3,9 m à 4,1 m de profondeur.
- Le toit du substratum molassique compact a été reconnu à partir de 3,9/4,1 m de profondeur.
- Le niveau de la nappe a été mesuré à 2,1 m de profondeur lors de la reconnaissance. Ce niveau peut atteindre 1,6 m de profondeur. Les niveaux conventionnels de la nappe devront être validés à l'issue du suivi piézométrique en cours.

⇒ Risques naturels

- Retrait / Gonflement : Le terrain est situé en zone d'aléa fort vis-à-vis du retrait et gonflement.

⇒ Ouvrage

- Le niveau bas de la construction est prévu établi quasiment au niveau du terrain naturel actuel.
- En l'absence d'éléments, les charges sur fondations sont supposées d'intensité faible.

IV.2 – Zone d'Influence Géotechnique

La Zone d'Influence Géotechnique au sens de la norme NF P 94-500 constitue la zone d'interaction entre l'ouvrage, le terrain et son environnement.

Après examen des hypothèses géotechniques, la Zone d'Influence Géotechnique est limitée à l'emprise de l'ouvrage, au bâtiment existant et aux réseaux conservés.



IV.3 – Contraintes géotechniques

Les **risques géotechniques identifiés au stade du projet** conditionnant l'adaptation de l'ouvrage, sont les suivants:

- Hétérogénéités entre les différents points de sondages réalisés.
- Sols de très faible compacité.
- Sols présentant un risque de retrait et/ou de gonflement

IV.4 – Conception et justification du projet

N.B. : Les choix constructifs sont du ressort de la maîtrise d'ouvrage ou de la maîtrise d'œuvre.

Compte tenu des éléments précédents et dans la limite de la mission G2_{PRO}, il pourra être envisagé les principes constructifs ci-après qui seront détaillés séparément dans les paragraphes suivants.

- **Fondations**

Fondations profondes de type pieux

- **Dallage**

Plancher porté

- **Eléments enterrés**

Le projet, tel qu'il nous a été défini ne comporte aucun élément enterré (sous-sol, cave, etc...). Si des parties enterrées devaient être réalisées, des dispositions spécifiques devraient être prises pour s'affranchir de la nappe phréatique à faible profondeur.

IV.4.1 – Fondations

Références normatives :

NF P 94-262 - Justification des ouvrages géotechniques - Eurocode 7 - Fondations profondes, Juillet 2012

⇒ Niveau de l'horizon de fondation

Il pourra être envisagé de fonder la construction **dans le substratum molassique dont le toit a été rencontré au droit de nos sondages à partir de 3,9 m à 4,1 m de profondeur par rapport au terrain naturel.**

⇒ Éléments de prédimensionnement

Conformément à la norme NF P 94-262 de juillet 2012, les fondations de type pieux forés à la tarière creuse (pieux de classe 2 – Catégorie 6) pourront être prédimensionnées, **en première estimation**, au droit des sondages réalisés à partir des éléments figurants dans le tableau ci-après. Tout autre type de pieu nécessitera une adaptation des paramètres énoncés.

Paramètres de calcul pour des pieux de classe 2 - Catégorie 6						
Toit de la couche d'ancrage	Nature	Résistance de frottement axial			Résistance de pointe	
		Courbe	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	q_s	$K_{p\text{max}}$	P_l^*
4,0 m/TN	Substratum molassique	Q4	1,6	173 kPa	1,6	3,5 MPa

Les valeurs de $K_{p\text{max}}$ et P_l^* ci-dessus sont données en considérant un ancrage minimal dans le substratum molassique, de 3 diamètres pour des pieux $\varnothing \leq 400$ mm et de 1,5 m pour les pieux $\varnothing \geq 500$ mm.

⇒ Calcul des pieux

Le tableau ci-après récapitule les profondeurs d'ancrage de pieux **dans le substratum compact**. Les notes de calcul sont présentées en annexe 3.

Charge à reprendre (T)	Diamètre pieu	Longueur d'ancrage dans le substratum
≤ 34	400 mm	1,2 m (*)
45	400 mm	1,9 m
55	400 mm	2,8 m
69	400 mm	4,1 m

(*) ancrage minimal de 3 diamètres



⇒ Sujétions d'exécution

Les principes généraux d'exécution devant être retenus, à ce stade de l'étude, sont les suivants :

- L'ensemble des fondations de l'ouvrage devra impérativement être établi sur un sol d'assise homogène (sols de nature et compacité identiques). **Compte tenu de la profondeur variable du toit de l'horizon de fondation, des surprofondeurs de fondations ne sont pas exclues.**
- Le mode de réalisation des fondations profondes devra prendre en compte la présence de la nappe générant une mauvaise tenue des parois de forage. Nous préconisons la réalisation de pieux à l'aide d'une tarière creuse.
- L'entreprise de fondations devra s'assurer que son matériel et la technique de forage prévue lui permettent de réaliser les ancrages dans le substratum.
- La fiche des pieux sera fonction des charges à reprendre et l'ancrage des pieux dans le substratum sera au minimum de 3 diamètres pour des pieux $\varnothing \leq 400$ mm et de 1,5 m pour les pieux $\varnothing \geq 500$ mm.
- Lors de la réalisation des pieux, il conviendra de vérifier précisément la nature des matériaux extraits et les enregistrements de paramètres de forage pour s'assurer du bon ancrage dans le substratum molassique sain.
- Les longrines ne devront pas reposer directement sur le sol en place.

Remarque importante

Les choix constructifs sont du ressort de la maîtrise d'œuvre et les sujétions d'exécution devront être validées dans le cadre d'une mission de type G3.

IV.4.2 – Dallage

Dans le cadre de la réalisation d'une dalle portée, il pourra être envisagé sa mise en œuvre sur fond de forme foisonné sur une épaisseur minimale de 0,25 m ou l'utilisation d'un système de coffrage putrescible.

IV.4.3 – Conditions de terrassements

Les travaux de terrassement devront s'opérer selon les règles de l'Art.

Nous attirons l'attention sur les éventuels problèmes de portance médiocre en période humide qui pourraient nécessiter la mise en œuvre d'une couche de forme pour assurer la traficabilité du site.

Etant donné la nature des sols rencontrés, des moyens de terrassement classiques pourront être utilisés.



V – SUITE DE L'ETUDE

Conformément à l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, une supervision géotechnique d'exécution (mission G4) doit être réalisée afin de valider les hypothèses géotechniques prises en compte. L'entreprise aura par ailleurs à sa charge la réalisation d'une étude et suivi géotechniques d'exécution (Mission G3).

GFC reste à la disposition du demandeur pour fournir les renseignements qu'il pourrait désirer et pour participer à la suite de la mission.

N.B. : Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des documents joints ci-après :

- Conditions générales des missions géotechniques ;
- Classification des missions géotechniques types ;
- Schéma d'enchaînement des missions géotechniques types ;



Norme NF P 94-500 *(Novembre 2013)*

CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique, il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique 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 du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant-projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques.

De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ; une mission d'étude géotechnique de conception phase projet G2-PRO 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 d'ingénierie 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.

2. Recommandations

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 à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle 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 (notamment 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.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

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. 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 entraîner des poursuites judiciaires.

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (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'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-Projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

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

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs

justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Suite)

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 (le 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 GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)	Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)	Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Suite)

Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du 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
À 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



— ANNEXES —

ANNEXE 1 : COUPES DES SONDAGES

ANNEXE 2 : SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE

ANNEXE 3 : NOTE DE CALCUL FOXTA

ANNEXE 4 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



ANNEXE 1

COUPES DES SONDAGES



31 - TOULOUSE

Annexe CAP

PR1

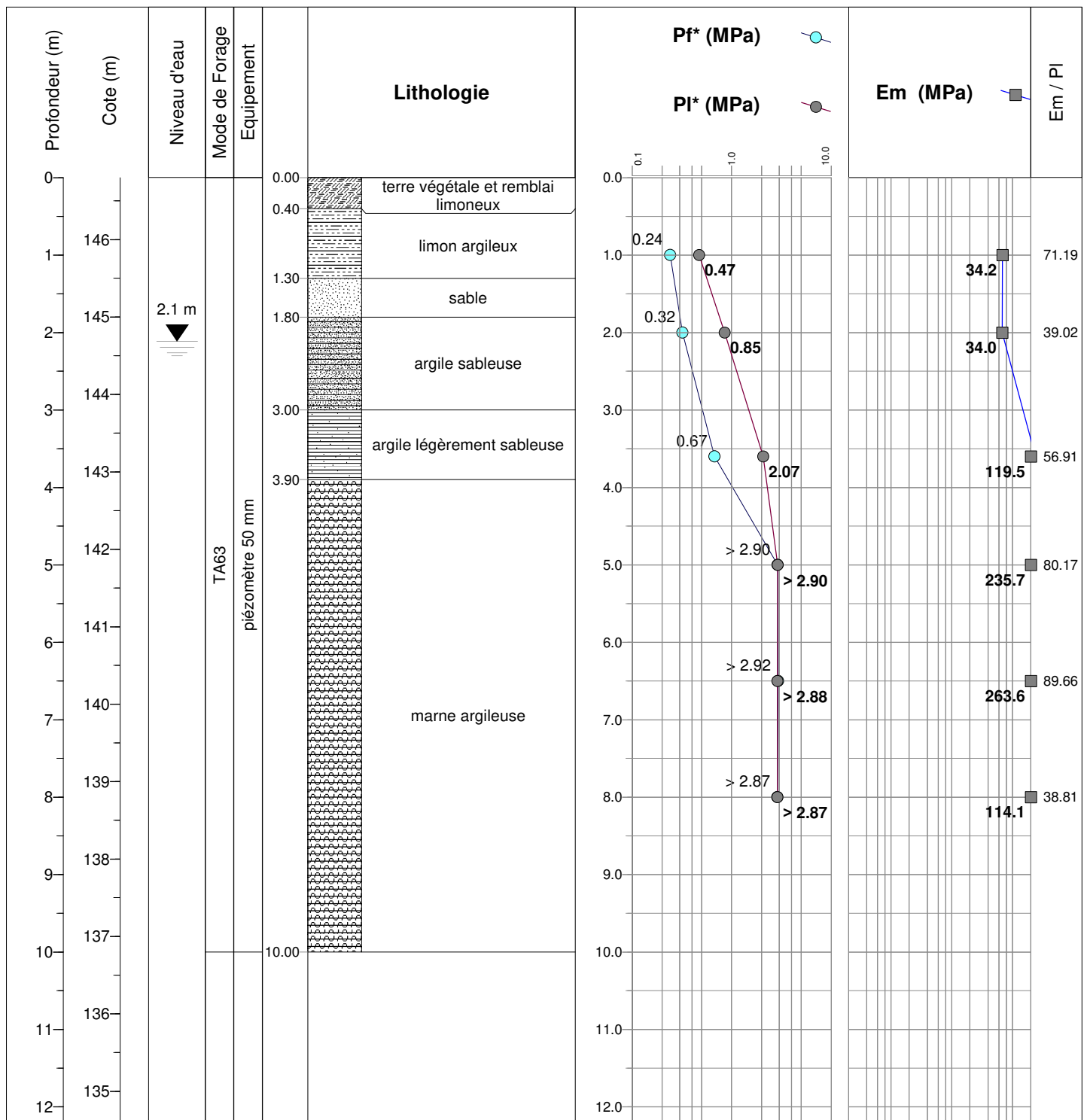
Dossier : 19217.21

Date : 12/04/2021

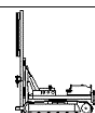
Z = 146.8 m

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Essais pressiométriques réalisés conformément à la norme NF P 94-110



Mode de Forage : MFT : Marteau Fond de Trou
TC : Tarière continue
...



ABYSS 50



31 - TOULOUSE

Annexe CAP

PD1

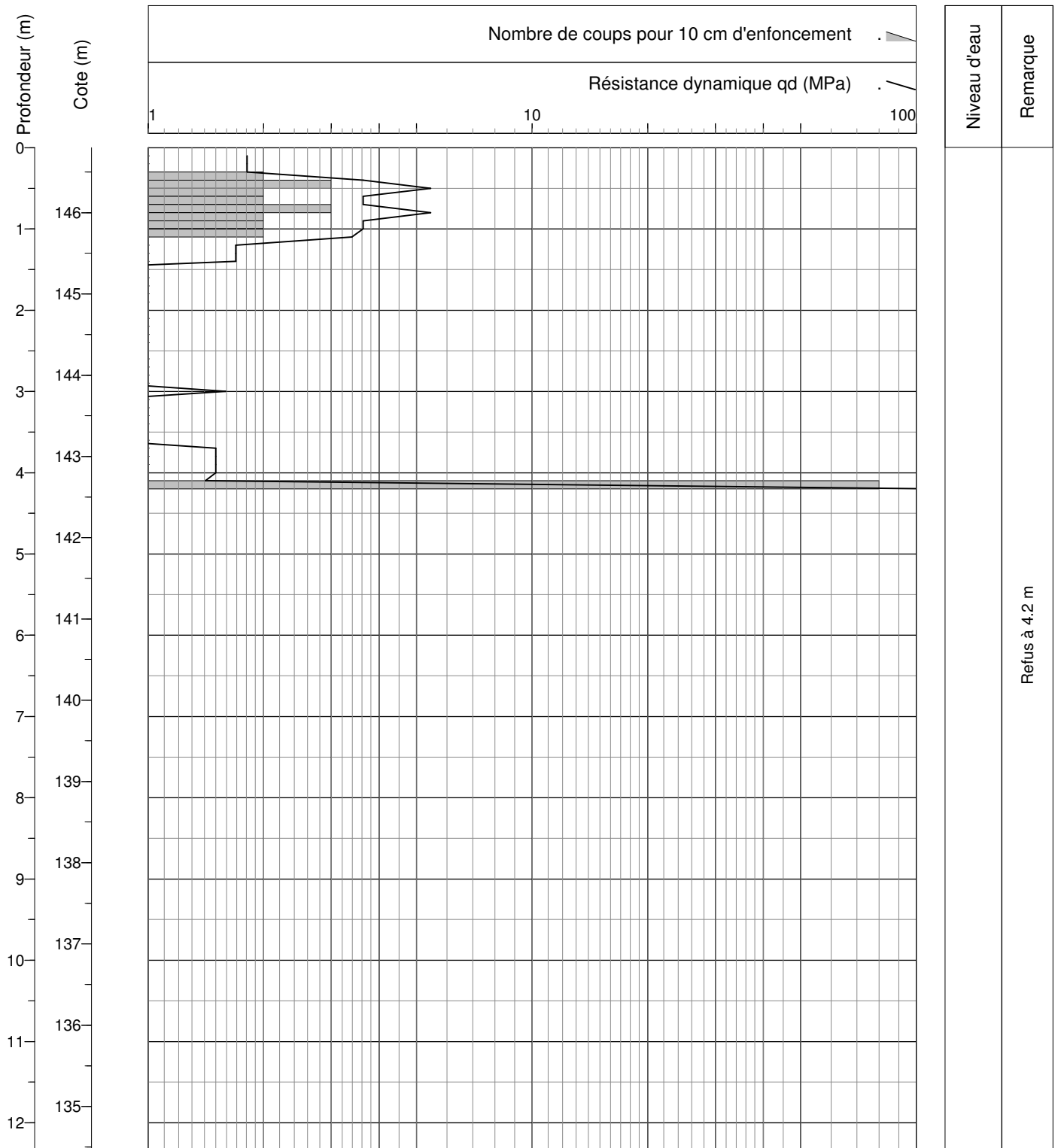
Dossier : 19217.21

Date : 12/04/2021

Z = 146.8 m

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE TYPE B

Réalisé conformément à la norme NF P 94-115



Nombre total de coups :

Machine : GéoTool



31 - TOULOUSE

Annexe CAP

PD2

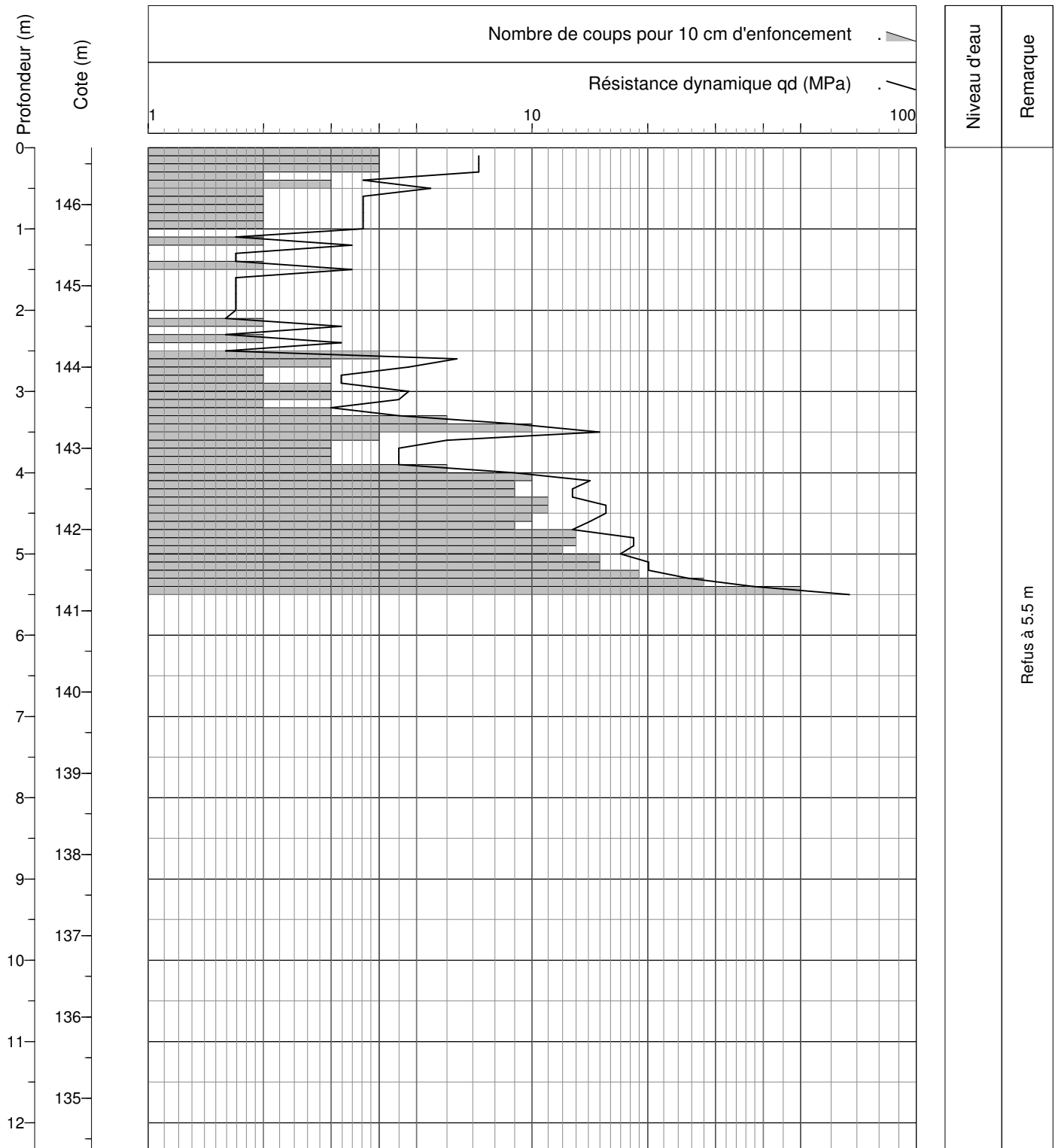
Dossier : 19217.21

Date : 12/04/2021

Z = 146.7 m

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE TYPE B

Réalisé conformément à la norme NF P 94-115



Nombre total de coups :

Machine : GéoTool



ANNEXE 2

SUIVI PIEZOMETRIQUE



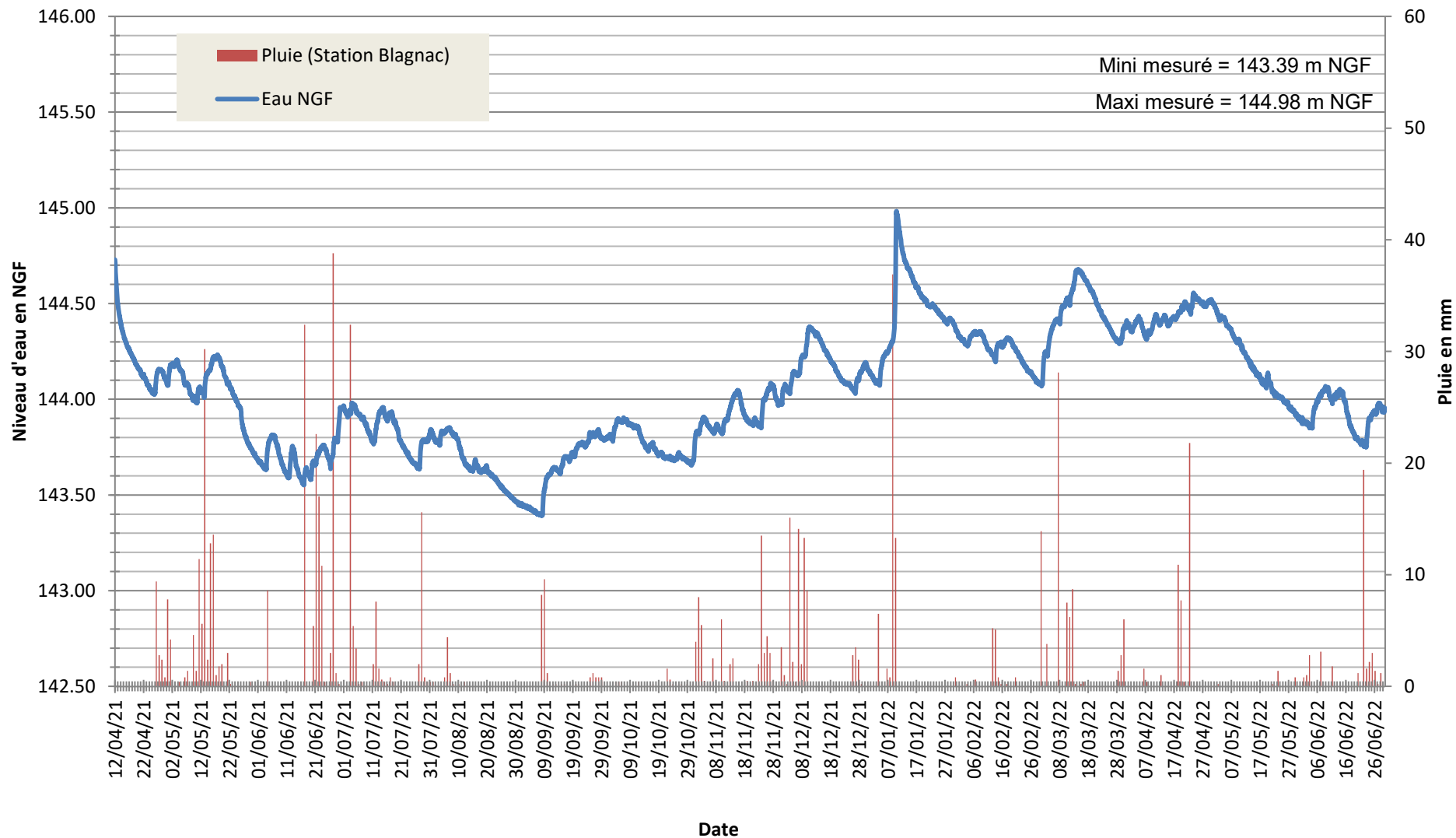
Dossier : 19217.21

31 - TOULOUSE

Annexe CAP

Altitude TN : 146.8 m NGF

Piézomètre N° : PR1





ANNEXE 3

NOTE DE CALCUL FOXTA

Données

Titre du projet : TOULOUSE - extension CAP (pieu n°1)
Numéro d'affaire : 19217.21
Commentaires : N/A
Titre du calcul : pieux 400 mm
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas du calcul (m) : 0,10
Section de calcul : Section de calcul circulaire
Diamètre de calcul (m) : 0,40
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation
Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	substratum		Marne et calcaire marneux	-10,00	3500,00	172,80	1,60	1,265

Critère de calcul : Contrainte imposée en tête
Contrainte en tête (kPa) : 5500,00
Critère appliqué à la combinaison : ELS-QP



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 11/07/2022 - 15:42:49
Calcul réalisé par : GFC

Projet : 19217 foxta
Module : Fondprof (Pieu 1/1)

File : C:\Users\Claire\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\28300\temp[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 11/07/2022 à 15h42
par : GFC

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.126

Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-10.00	3500.0	172.80	1.00	1.60	1.26

Pas du calcul : 0.10

 SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 691.2 vis à vis de la combinaison : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	172.80	3500.0	1.000	0.0	439.8	158.2	193.3	316.0	347.7
01	-0.10	172.80	3500.0	1.030	21.7	453.0	173.9	212.5	341.1	375.3
01	-0.20	172.80	3500.0	1.060	43.4	466.2	189.5	231.6	366.2	402.9
01	-0.30	172.80	3500.0	1.090	65.1	479.4	205.2	250.8	391.3	430.5
01	-0.40	172.80	3500.0	1.120	86.9	492.6	220.9	269.9	416.4	458.1
01	-0.50	172.80	3500.0	1.150	108.6	505.8	236.5	289.1	441.5	485.7
01	-0.60	172.80	3500.0	1.180	130.3	519.0	252.2	308.2	466.6	513.3
01	-0.70	172.80	3500.0	1.210	152.0	532.2	267.8	327.4	491.6	540.9
01	-0.80	172.80	3500.0	1.240	173.7	545.4	283.5	346.5	516.7	568.5
01	-0.90	172.80	3500.0	1.270	195.4	558.6	299.2	365.7	541.8	596.1
01	-1.00	172.80	3500.0	1.300	217.1	571.8	314.8	384.9	566.9	623.6
01	-1.10	172.80	3500.0	1.330	238.9	585.0	330.5	404.0	592.0	651.2
01	-1.20	172.80	3500.0	1.360	260.6	598.2	346.2	423.2	617.1	678.8
01	-1.30	172.80	3500.0	1.390	282.3	611.4	361.8	442.3	642.2	706.4
01	-1.40	172.80	3500.0	1.420	304.0	624.5	377.5	461.5	667.2	734.0
01	-1.50	172.80	3500.0	1.450	325.7	637.7	393.1	480.6	692.3	761.6
01	-1.60	172.80	3500.0	1.480	347.4	650.9	408.8	499.8	717.4	789.2
01	-1.70	172.80	3500.0	1.510	369.1	664.1	424.5	518.9	742.5	816.8
01	-1.80	172.80	3500.0	1.540	390.9	677.3	440.1	538.1	767.6	844.4
01	-1.90	172.80	3500.0	1.570	412.6	690.5	455.8	557.2	792.7	872.0
01	-2.00	172.80	3500.0	1.600	434.3	703.7	471.5	576.4	817.7	899.6
01	-2.10	172.80	3500.0	1.600	456.0	703.7	482.4	589.8	833.4	916.8
01	-2.20	172.80	3500.0	1.600	477.7	703.7	493.3	603.1	849.0	933.9
01	-2.30	172.80	3500.0	1.600	499.4	703.7	504.2	616.5	864.6	951.1



FoXta v3
v3.3.6

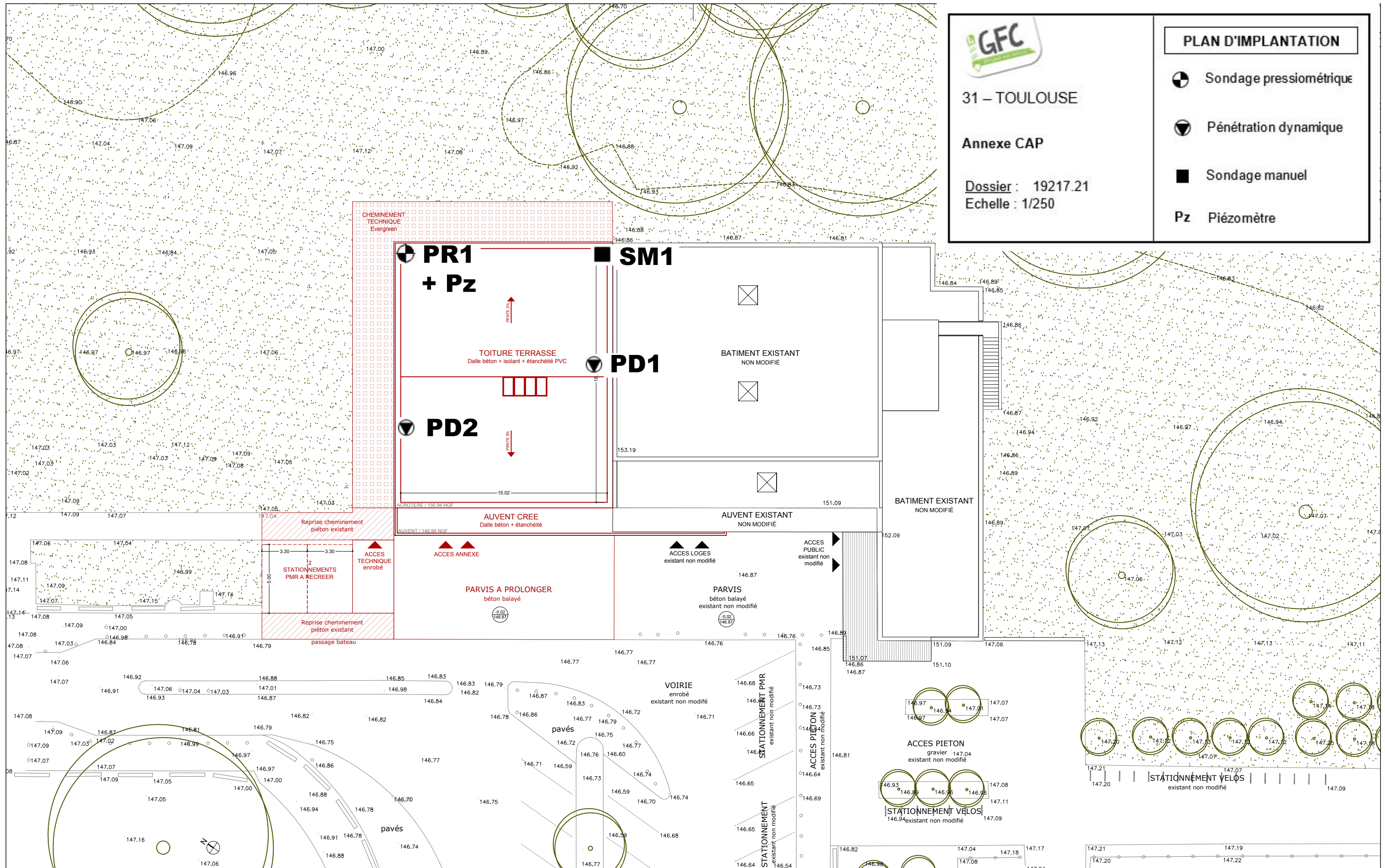
Imprimé le : 11/07/2022 - 15:42:50
 Calcul réalisé par : GFC
 Projet : 19217 foxta
 Module : Fondprof (Pieu 1/1)

01	-2.40	172.80	3500.0	1.600	521.2	703.7	515.1	629.8	880.2	968.3
01	-2.50	172.80	3500.0	1.600	542.9	703.7	526.1	643.2	895.8	985.4
01	-2.60	172.80	3500.0	1.600	564.6	703.7	537.0	656.5	911.4	1002.6
01	-2.70	172.80	3500.0	1.600	586.3	703.7	547.9	669.9	927.0	1019.8
01	-2.80	172.80	3500.0	1.600	608.0	703.7	558.8	683.2	942.6	1036.9
01	-2.90	172.80	3500.0	1.600	629.7	703.7	569.7	696.6	958.2	1054.1
01	-3.00	172.80	3500.0	1.600	651.4	703.7	580.6	710.0	973.8	1071.3
01	-3.10	172.80	3500.0	1.600	673.2	703.7	591.6	723.3	989.4	1088.4
01	-3.20	172.80	3500.0	1.600	694.9	703.7	602.5	736.7	1005.0	1105.6
01	-3.30	172.80	3500.0	1.600	716.6	703.7	613.4	750.0	1020.6	1122.8
01	-3.40	172.80	3500.0	1.600	738.3	703.7	624.3	763.4	1036.2	1139.9
01	-3.50	172.80	3500.0	1.600	760.0	703.7	635.2	776.7	1051.8	1157.1
01	-3.60	172.80	3500.0	1.600	781.7	703.7	646.1	790.1	1067.4	1174.3
01	-3.70	172.80	3500.0	1.600	803.4	703.7	657.1	803.4	1083.0	1191.4
01	-3.80	172.80	3500.0	1.600	825.2	703.7	668.0	816.8	1098.6	1208.6
01	-3.90	172.80	3500.0	1.600	846.9	703.7	678.9	830.1	1114.2	1225.8
01	-4.00	172.80	3500.0	1.600	868.6	703.7	689.8	843.5	1129.8	1242.9
01	-4.01	172.80	3500.0	1.600	871.2	703.7	691.2	845.1	1131.7	1245.0



ANNEXE 4

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



31 – TOULOUSE

Annexe CAP

Dossier : 19217.21

Echelle : 1/250

PLAN D'IMPLANTATION

Sondage pressiométrique

Pénétration dynamique

Sondage manuel

Pz Piézomètre

MAÎTRE D'OUVRAGE /
Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées
41 allée Jules Guesde - CS 61321 - 31013 TOULOUSE



ARCHITECTE MANDATAIRE /
ATELIER D'ARCHITECTURE A4
Patrick PINEL - Murielle PIRIOU
59, avenue Crampel - 31400 TOULOUSE
tél/ 05 61 14 95 95 mail contact@ateliera4.fr
www.ateliera4.fr

CONSTRUCTION DE L'ANNEXE DU CAP - RANGUEIL / TOULOUSE

PLAN /

PLAN MASSE

DESSIN PAR /

C.C.

DATE /

08/03/2020

ECHELLE /

1/250

PHASE /

APS

BATIMENT / NIVEAU

RDC

NUMERO PLAN /

01

INDICE /

a