

## **Dossier n° 19-365-2-A1 MONTPELLIER (34)**

**Campus de la Gaillarde  
Bâtiment 28**

**Diagnostic géotechnique  
Mission G5 (NF P94-500)**

**Client :** **Montpellier Sup Agro**  
Campus de la Gaillarde  
2 Place Pierre Viala  
34060 MONTPELLIER Cedex 2

*Vos réf. : CDE-2019-004324  
Devis N°19P563-2*

**Rédigé par  
Christophe TEIXEIRA**



**Contrôlé par  
Rémy CAPO**



A Jacou, le 18 novembre 2019

19-365-2-A		Tableau de suivi	
Indice	Date	Modifications apportées à l'indice précédent	
		Texte	Annexes
1	18/11/19	Première diffusion	

## SOMMAIRE

<b>AVANT-PROPOS : CONSISTANCE DE LA MISSION ET DOCUMENTS FOURNIS.....</b>	<b>3</b>
<b>I – DESCRIPTION DU SITE (ENQUETE DOCUMENTAIRE) .....</b>	<b>4</b>
<b>I.1. Situation, topographie et état actuel.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2. Géologie, hydrogéologie et principaux risques naturels .....</b>	<b>5</b>
<b>II – INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>6</b>
<b>II.1. Description .....</b>	<b>6</b>
<b>II.2. Résultats.....</b>	<b>6</b>
II.2.1 CARACTERISATION LITHOLOGIQUE ET GEOMECHANIQUE DES TERRAINS .....	6
II.2.2 CONFIGURATION D'ASSISE DES FONDATIONS .....	7
II.2.3 ANALYSES EN LABORATOIRE .....	8
II.2.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE .....	8
II.2.5 SISMICITE.....	9
<b>III – DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (MISSION G5).....</b>	<b>10</b>
<b>III.1. Description sommaire de la construction et de la pathologie .....</b>	<b>10</b>
<b>III.2. Causes probables des désordres .....</b>	<b>10</b>
<b>III.3. Travaux d'amélioration envisageables.....</b>	<b>11</b>

## ANNEXES

Plan d'implantation des investigations		13
Sondages de découverte de fondations	F1 et F2	14 - 15
Essais de pénétration dynamique	Pd1, Pd2 et Pd2bis	16 - 18
Analyses en laboratoire		19 - 20
Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013		21 - 23

## AVANT-PROPOS : CONSISTANCE DE LA MISSION ET DOCUMENTS FOURNIS

Le présent rapport concerne la reconnaissance de sol et la prestation d'ingénierie géotechnique que nous avons réalisées dans le cadre du diagnostic du bâtiment 28, situé au sein du campus de la Gaillarde à MONTPELLIER (34).

Selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (cf. extrait fourni en annexe), cette mission est de type **G5** : *diagnostic géotechnique* comprenant la définition, la réalisation et l'interprétation de reconnaissances in situ et d'analyses en laboratoire.

Elle a été exécutée à la demande et pour le compte de **Montpellier Sup Agro – Campus de la Gaillarde – 2 Place Pierre Viala – 34060 MONTPELLIER Cedex 2.**

Les documents qui nous ont été transmis pour mener à bien cette mission sont listés ci-après :

- Plan du campus (au format Autocad)
- Rapport d'étude de sol type G2-AVP (anciennement G12), référencé 934-426, établi en avril 1994 par SICSOL et relatif à la construction du bâtiment Cœur d'Ecole
- Rapport d'étude de sol type G2-AVP (anciennement G12), référencé 978-706, établi en juin 1998 par SICSOL et relatif à la construction d'une extension au bâtiment Economie Rurale
- Rapport d'étude de sol type G1-PGC (anciennement G11), référencé 14M CK 149 B1G (201-461), établi en juin 2001 par SICSOL et relatif à la construction de l'institut de Production Végétale
- Rapport d'étude de sol type G2-AVP (anciennement G12), référencé 34M CK 159 B1G, établi en mars 2003 par FUGRO et relatif à la construction de l'institut de Production Végétale
- Rapport d'étude de sol type G2-AVP (anciennement G12), référencé 09M-0059-a00, établi en juin 2009 par FUGRO et relatif à la construction d'une plateforme technique, implantée au Sud-Est de l'institut de Production Végétale

## I – DESCRIPTION DU SITE (ENQUETE DOCUMENTAIRE)

### I.1. SITUATION, TOPOGRAPHIE ET ETAT ACTUEL

Le bâtiment 28 faisant l'objet du diagnostic géotechnique se situe au Nord du campus de la Gaillarde (Ecole Sup Agro) à MONTPELLIER (34).

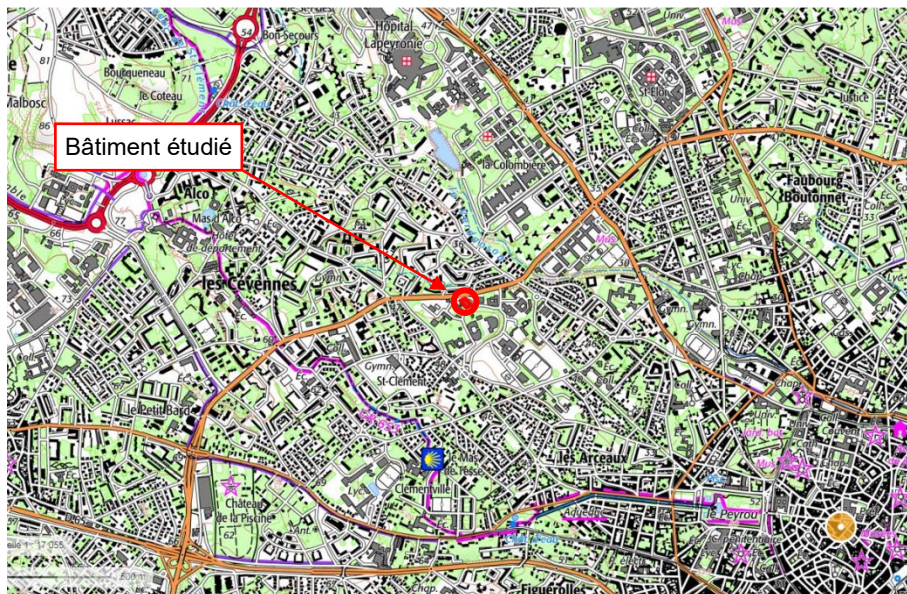


Figure 1 : Extrait de la carte IGN (source : site internet Géoportail), [sans échelle]

D'après le plan du campus transmis, le site englobant le bâtiment 28 est en pente faible à modérée vers le Nord-Est et présente des altimétries comprises entre 44.5 et 39.1 NGF (Nivellement Général de France). La limite Nord de la parcelle est bordée par un mur de soutènement ayant une hauteur de 3 m environ et par l'avenue Henri Mares. Le trottoir de cette avenue est placé entre 37.5 et 36.4 NGF.

Le bâtiment 28 est de type R-1 semi-enterré à R+2. Au niveau de son sous-sol, une partie de son emprise est occupée par un préau recouvert par de la terre battue (cf. plan d'implantation en annexe). Le bâtiment possède un joint de dilatation dans sa largeur sur toute sa hauteur. Sa position est également représentée sur le plan d'implantation.

Une passerelle relie la façade Sud-Ouest du bâtiment 28 à un local de type R+1.

Le diagnostic concerne uniquement la partie Nord-Ouest du bâtiment 28.



Figure 2 : Vue aérienne du bâtiment 11 (source : site internet Géoportail), [sans échelle]

## I.2. GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE ET PRINCIPAUX RISQUES NATURELS

D'après la carte géologique de la France au 1/50000 (feuille de MONTPELLIER) et les nombreuses études de sol réalisées sur le campus, le substratum local est constitué par les marnes argileuses de Fontcaude (Miocène inférieur), masqué par des colluvions et/ou des altérites. Compte tenu de l'aménagement actuel de la parcelle, des remblais sont également à attendre en recouvrement.

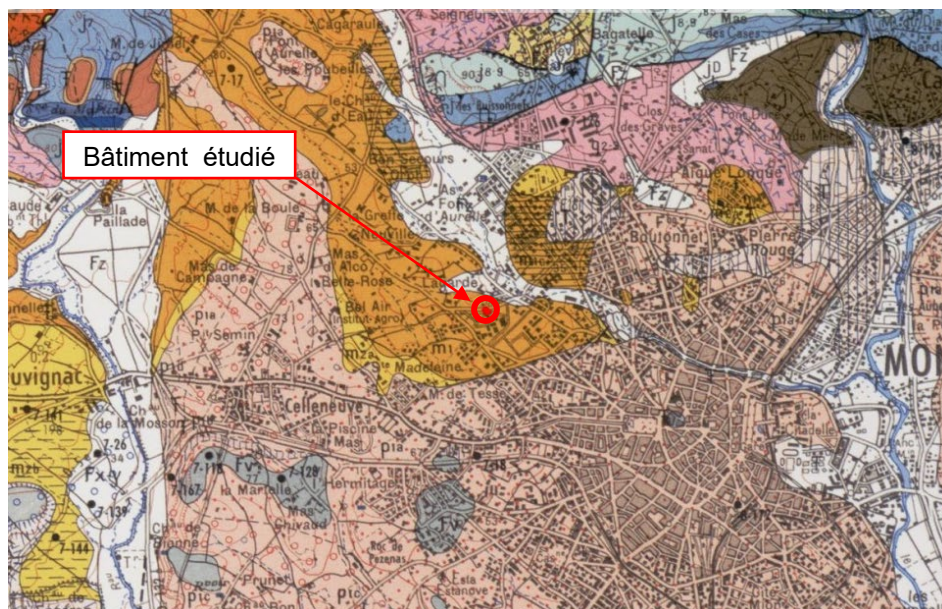


Figure 3 : Extrait de la carte géologique (source = site internet Infoterre), [sans échelle]

La nouvelle cartographie établie par le BRGM classe le terrain étudié en zone d'exposition « forte » vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles (risque d'impacter la stabilité de constructions légères fondées superficiellement de niveau « 4 » sur une échelle en comportant 4).

D'autre part, la commune de MONTPELLIER a fait l'objet de 8 arrêtés préfectoraux de catastrophe naturelle « mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols » entre 1998 et 2018.

Le contexte hydrogéologique et le risque sismique sont respectivement abordés dans les paragraphes II.2.4 et II.2.5 du présent rapport.

## II – INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

### II.1. DESCRIPTION

Compte tenu de la nature des désordres et du contexte géotechnique local prévisible, nous avons réalisé les investigations suivantes :

- ➔ **2 fouilles manuelles de découverte**, notées **F1** et **F2**, afin de déterminer ponctuellement la géométrie des fondations du bâtiment et la nature des matériaux sur lesquels elles reposent. Elles ont été arrêtées à respectivement 0.35 et 0.5 m de profondeur et ont permis le prélèvement d'échantillons remaniés de sol.  
La fouille F1 a été complétée par **2 sondages au fleuret** électrique (diamètre de 32 mm et longueur de tige de 120 cm), notés **F11a** et **F11b**, afin d'estimer la profondeur d'assise des fondations du bâtiment. Ils ont été descendus à 1.2 m de profondeur par rapport à l'arase supérieure des fondations.
- ➔ **3 essais de pénétration dynamique**, notés **Pd1**, **Pd2** et **Pd2bis**, pour préciser, à partir de la mesure en continu de la résistance dynamique apparente  $q_d$ , la géométrie et la capacité portante des différents horizons. Ils ont été exécutés au moyen d'un pénétromètre lourd normalisé de type B de marque Géotool GTR 790. Ils ont été arrêtés sur le refus de la pointe ( $q_d > 50$  MPa) à 2.2 m de profondeur en Pd1 et à 0.6 m de profondeur en Pd2 et Pd2bis. L'essai Pd1 a été réalisé sous le préau, tandis que les essais Pd2 et Pd2bis ont été réalisés dans une zone enherbée.
- ➔ **L'analyse en laboratoire** d'un échantillon de sol prélevé en F2 sous fondation, afin d'évaluer qualitativement sa sensibilité vis-à-vis du retrait-gonflement par dessiccation-imbibition (détermination des limites d'Atterberg).

Les altitudes des têtes des sondages et essais ont été déduites à partir du plan du campus qui nous a été communiqué et qui est rattaché au système de Nivellement Général de France. Les altitudes sont donc approchées (précision estimée à +/- 0.3 m).

Sur les sorties graphiques annexées, les profondeurs sont données en mètre par rapport au niveau du terrain actuel (m/TA) à la date de notre intervention (le 10 octobre 2019) et en NGF.

### II.2. RESULTATS

#### II.2.1 Caractérisation lithologique et géomécanique des terrains

Les reconnaissances ont permis de distinguer les formations décrites ci-dessous.

##### II.2.1.1 Remblais

Les fouilles F1 et F2 ont recoupé des remblais composés de sables gris à passages limoneux marron, à gravés et divers débris, jusqu'à -0.3 m/TA.

Au droit des essais pénétrométriques Pd1, Pd2 et Pd2bis, les remblais semblent présents jusqu'à -1.2 m/TA en Pd1 et -0.2 m/TA en Pd2 et Pd2bis, par corrélation avec les fouilles et compte tenu des valeurs de résistance dynamique apparente  $q_d$  mesurées modérées ( $q_d = 6.4$  à  $12.9$  MPa).

##### II.2.1.2 Altérites

Au-delà des remblais, les fouilles F1 et F2 ont rencontré jusqu'à leur profondeur d'arrêt (à respectivement -0.35 et -0.5 m/TA), des sables limoneux marron à concrétions carbonatées et des gravés à matrice limoneuse marron-rouge. Il s'agit des altérites du substratum local sous-jacent.

Par ailleurs, les sondages au fleuret F11a et F11b ont remontés sous l'assise des fondations, des limons argileux beiges jusqu'à environ -1.45 m/TA.

Les essais Pd1, Pd2 et Pd2bis ont traversé les altérites jusqu'à leur refus ( $q_d > 50$  MPa) obtenu à -2.2 m/TA en Pd1 et -0.6 m/TA en Pd2 et Pd2bis. La bonne compacité des altérites a provoqué le refus prématuré de ces essais.

Il peut être retenu les valeurs de résistance dynamique apparente  $q_d$  suivante au sein des altérites :

$$q_d = 17.5 \text{ MPa à plus de } 50 \text{ MPa (refus)}$$

## II.2.2 Configuration d'assise des fondations

Deux fouilles manuelles F1 et F2 et des sondages au fleuret FI1a et FI1b ont été réalisés afin de reconnaître la géométrie des fondations du bâtiment.

Une coupe et une vue en plan schématisent le relevé que nous avons réalisé sur place pour la fouille F1. Pour la fouille F2, une coupe a été réalisée. Des photographies sont également fournies pour les deux fouilles.

La fouille F1 a été réalisée le long de la façade Nord-Est du bâtiment, au droit de deux poteaux séparés par le joint de dilatation.

Elle a été descendue à -0.35 m/TA et a permis de reconnaître l'arase supérieure d'un massif et d'une longrine en béton.

Elle a été complétée par deux sondages au fleuret FI1a et FI1b descendus jusqu'à -1.45 m/TA. Ils ont permis de visualiser le massif en béton assis vers -1.05 m/TA et la longrine en béton assise vers -0.9 m/TA, dans les altérites composées d'un limon argileux beige.

Les poteaux ont une section de 25 x 20 cm<sup>2</sup>.

Le massif béton présente des débords supérieurs de 38 et 40 cm par rapport aux poteaux (côté perpendiculaire à la façade) et de 50 cm de part et d'autre des poteaux (côté parallèle à la façade). Il semble que les poteaux soient centrés sur le massif ; ce dernier aurait ainsi une section de 1.3 x 1.2 m<sup>2</sup>.

Il semble que les massifs recevant les poteaux de la façade Nord-Est du bâtiment sont reliés entre eux par des longrines béton. Celles-ci auraient une largeur de 20 cm et une hauteur de 65 cm.

La fouille F2 a été réalisée le long d'un pignon intérieur côté Nord-Ouest du bâtiment, depuis le préau. Elle a été descendue à -0.5 m/TA et a permis de reconnaître une fondation en béton assise vers -0.35 m/TA dans les altérites composées de graves à matrice limoneuse marron-rouge. La fondation présente un débord supérieur de 20 cm par rapport au nu extérieur du mur et un débord de 5 cm au niveau de son assise.

Les deux tableaux suivants synthétisent les informations collectées lors de l'exécution de ces sondages :

		F1 / FI1a et FI1b	
Localisation		Façade Nord-Est	
Type de structure		2 poteaux en béton	
Ouvrage reconnu		Massif en béton	Longrine en béton
Altitude de la tête du sondage	NGF	40.2	
Niveau de l'arase supérieure de la fondation	m/TA	-0.25	
	NGF	39.95	
Longueur du plot ( // à la façade)	cm	130	
Largeur du plot ( ⊥ à la façade ) / largeur de la longrine	cm	120	20
Débord par rapport aux poteaux (côté // à la façade)	cm	50	Dans l'axe des poteaux
Débord par rapport aux poteaux (côté ⊥ à la façade)	cm	38 et 40	
Epaisseur de la fondation	cm	80	55
Niveau d'assise de la fondation	m/TA	-1.05	-0.9
	NGF	39.15	39.3
Nature des matériaux d'assise - Formation géologique		Limon argileux beige - Altérites	

		F2
Localisation		Pignon intérieur Nord-Ouest
Type de structure		Mur enduit
Type de fondation		Semelle en béton
Altitude de la tête du sondage	NGF	40.3
Niveau de l'arase supérieure de la fondation	m/TA	-0.05
	NGF	40.25
Débord supérieur par rapport au nu extérieur du mur	cm	20
Débord inférieur par rapport au nu extérieur du mur	cm	5
Epaisseur de la fondation	cm	30
Niveau d'assise de la fondation	m/TA	-0.35
	NGF	39.95
Nature des matériaux d'assise - Formation géologique		Limon argileux beige - Altérites

Nous constatons que la fondation reconnue en F2 ne respecte pas la profondeur de mise hors-gel de 0.5 m.

#### Synthèse des investigations :

D'après les investigations réalisées, le bâtiment semble fondé superficiellement de la manière suivante :

- Massifs et longrines en béton sous les poteaux de la façade Nord-Est,
- Semelle filante en béton sous le mur reconnu du pignon intérieur Nord-Ouest.

### II.2.3 Analyses en laboratoire

Un échantillon de sol remanié a été prélevé au droit de la fouille F2 au sein des altérites.

Les limites d'Atterberg ont été déterminées sur l'échantillon précité.

Les principaux résultats obtenus sont récapitulés ci-dessous :

		F2
Profondeur de prélèvement (m/TA)		-0.5 à -0.6
Limite de liquidité (%)	WL	34
Indice de plasticité (%)	Ip	15
Classification GTR probable		A <sub>2</sub>

Sur le diagramme de Casagrande annexé, le point représentatif de l'échantillon se situe à proximité de la zone des argiles sensibles au retrait-gonflement.

D'après la nomenclature du Guide du Terrassement Routier (GTR), l'échantillon prélevé en F2 se classe probablement A<sub>2</sub> (proche B<sub>6</sub>) : il s'agit de graves à matrice limoneuse moyennement plastique. **Ces matériaux peuvent changer radicalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau (leur portance chute conséquemment lorsqu'ils sont imbibés).**

D'après les analyses des essais en laboratoire réalisés dans le cadre des différents projets de construction sur le campus, les altérites peuvent être moyennement sensibles vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement par dessiccation-imbibition.

### II.2.4 Contexte hydrogéologique

Aucune arrivée d'eau n'a été constatée lors de la réalisation des fouilles manuelles qui ont été néanmoins arrêtées à très faible profondeur (au maximum à -1.45 m/TA).

Les essais de pénétration ne permettent pas de déceler un éventuel niveau d'eau.

D'après les différentes études de sol effectuées sur le campus, il n'existe pas de nappe phréatique à faible profondeur. Des circulations préférentielles se produisent vraisemblablement à la base des altérites.

Par ailleurs, des circulations superficielles peuvent exister au sein des remblais, notamment en période d'intempérie. La fraction fine peu perméable de ces matériaux et des altérites peut pour sa part faire l'objet de rétentions.

#### **II.2.5 Sismicité**

Selon le décret n° 2010-1255 du 22/10/2010, applicable depuis le 01/05/2011, **MONTPELLIER** (34) se situe en zone de sismicité « 2 » dite « faible ».

Au vu des reconnaissances réalisées et de notre expérience locale, nous proposons de retenir, en première approche, un sous-sol de classe « A » (substratum compact présent à faible profondeur), d'après la nomenclature de l'Eurocode 8.

### III – DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (MISSION G5)

#### III.1. DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA CONSTRUCTION ET DE LA PATHOLOGIE

Nous n'avons pas d'informations sur la date d'apparition des désordres.

D'après notre visite, les désordres se traduisent par un écartement important du joint de dilatation entre les deux parties du bâtiment 28.



Figure 4 : Photographie de la façade Nord-Est (désordres entourés en rouge)

#### III.2. CAUSES PROBABLES DES DESORDRES

Au vu de nos reconnaissances, nous formulons les principaux constats suivants :

- D'après les analyses en laboratoire effectuées sur l'échantillon de sol prélevé, les altérites présentent une forte sensibilité à l'eau (dans la mesure où leur portance chute radicalement en cas d'imbibition).  
D'après les différentes études réalisées sur le campus, les altérites peuvent contenir des passées argileuses moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement par dessiccation-imbibition.
- La gestion des eaux pluviales en périphérie du bâtiment n'est pas optimale car on constate une absence de protection superficielle.  
En effet, les façades Nord-Est, Nord-Ouest et la partie Nord de la façade Sud-Ouest du bâtiment ne possèdent pas de protection (espaces verts et terre battue) ; ce qui expose les matériaux d'assise aux variations de teneur en eau en fonction de la période climatique.  
De plus, compte tenu de la pente du site orientée vers le Nord-Est, les eaux de pluie peuvent s'infiltrer dans la partie Nord du bâtiment ; ce qui peut accentuer l'imbibition des terrains d'assise.
- La fouille F2 réalisée au droit du pignon intérieur Nord-Ouest a mis en évidence une fondation qui ne respecte pas la profondeur de mise hors-gel.

**En conséquence, nous sommes amenés à considérer que les désordres affectant la partie Nord-Ouest du bâtiment sont principalement liés à la sensibilité à l'eau des sols d'assise des fondations et à la mauvaise gestion des eaux.**

La proximité du mur de soutènement peut amplifier les variations de teneur en eau des sols d'assise. Des causes d'ordre structurel peuvent également jouer un rôle non négligeable dans l'apparition et

l'évolution des désordres. Un diagnostic structurel confié à un BET spécialisé permettrait de statuer sur ce point.

### III.3. TRAVAUX D'AMELIORATION ENVISAGEABLES

Compte tenu des désordres observés, des résultats des reconnaissances et afin de protéger le bâtiment contre une aggravation de la pathologie qui l'affecte (sans toutefois garantir une stabilisation totale), il faut mener des travaux visant à limiter l'exposition des matériaux d'assise des fondations aux variations hydriques.

Pour ce faire, il faut envisager la mise en place d'une protection étanche et continue en périphérie des façades Nord-Est et Nord-Ouest du bâtiment sur une largeur minimale de 2.0 m (terrasse, trottoir ou géomembrane par exemple). De plus, nous recommandons de réaliser un revêtement en béton par exemple sur le préau.

Il devra également être envisagé de procéder à des injections de résine expansive sous l'ensemble des fondations de la partie Nord-Ouest du bâtiment (refends inclus).

La définition de la méthode reviendra à une entreprise spécialisée dans le domaine.

Le principe consistera à densifier par injection les sols compressibles sous fondations, afin de réduire la sensibilité des sols d'assise aux variations de teneurs en eau. Le procédé permettra de compenser, autant que faire se peut, le tassement de la structure.

Etant donné que les travaux de réparation concernent uniquement la partie Nord-Ouest du bâtiment, un suivi de déplacement devra être mené au cours de l'injection avec pour objectif de ne pas impacter la partie Sud-Est du bâtiment.

Il revient à l'entreprise d'adapter ces travaux en fonction de la réaction des ouvrages et de prendre toutes les précautions pour éviter d'endommager les réseaux.

L'autocontrôle de l'Entreprise comportera notamment un suivi laser permettant de vérifier en continu l'évolution du relevage de la structure afin d'être dans la capacité d'adopter le traitement à l'avancement des travaux jusqu'à l'obtention de l'objectif.

Suite aux travaux de confortement et de traitement des fissures, une mise en observation du bâtiment sur une période minimale d'1 an devra être envisagée avant la réfection définitive des enduits. Cela permettra de limiter les désordres de seconde génération.

Les travaux de confortement précités devront être conçus par une maîtrise d'œuvre compétente en ingénierie géotechnique et des structures.

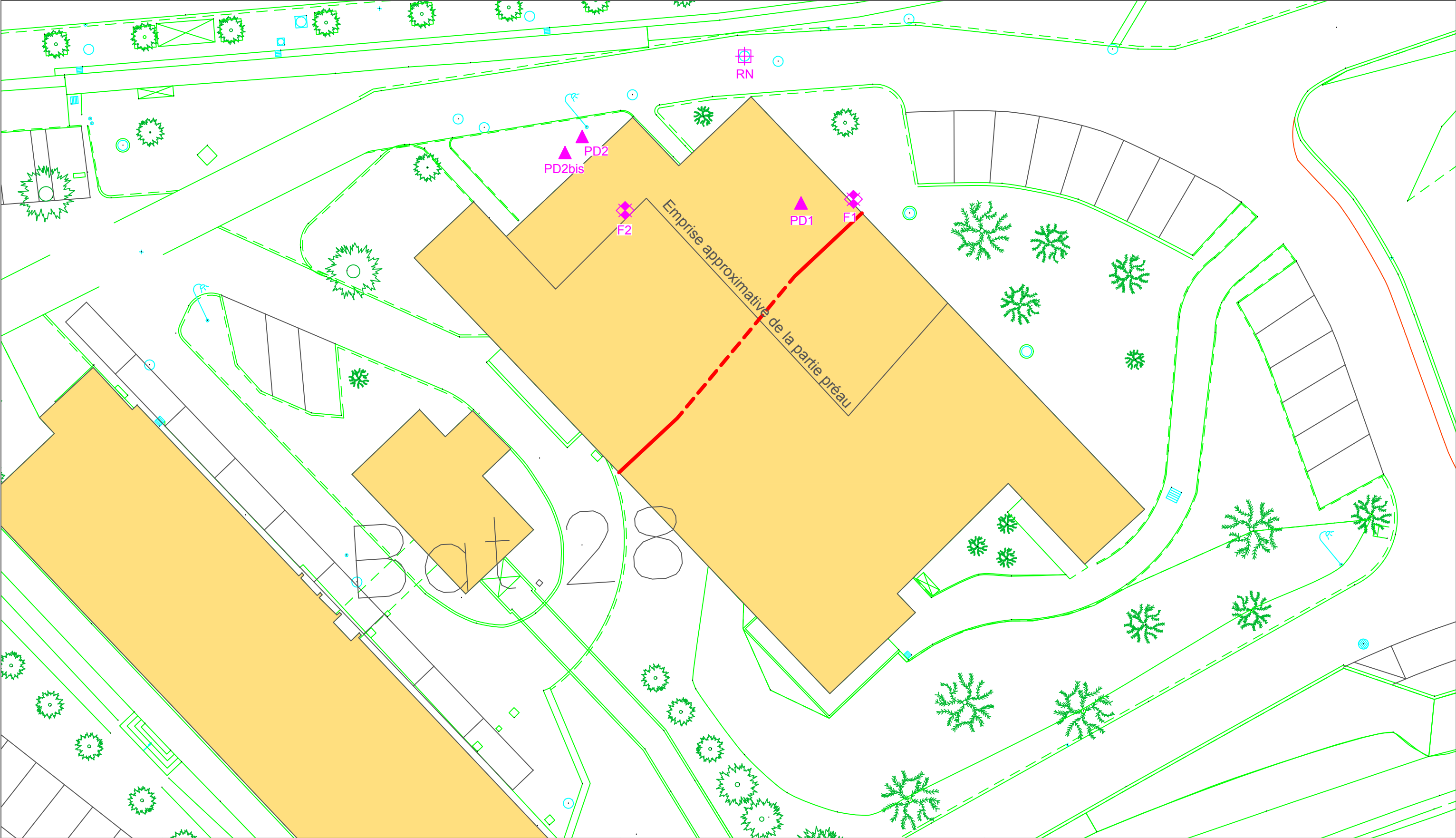


Nous restons à la disposition de l'Expert et de la Compagnie d'assurance pour réaliser toutes missions complémentaires de reconnaissance, étude et suivi d'exécution.

## ANNEXES

Plan d'implantation des investigations		13
Sondages de découverte de fondations	F1 et F2	14 - 15
Essais de pénétration dynamique	Pd1, Pd2 et Pd2bis	16 - 18
Analyses en laboratoire		19 - 20
Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013		21 - 23

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS



LÉGENDE

- PD ESSAI DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE
- F SONDAGE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION
- RN REPÈRE DE NIVELLEMENT
- JOINT DE DILATATION

INDICE	DATE	MODIFICATION
01	16/10/19	Première diffusion
Fond du plan : Plan masse		



Echelle : 1/250

19-365-2  
MONTPELLIER

Campus Sup Agro - Diagnostic bâtiment 28

Client : Montpellier Sup Agro  
Fait par : P. LE CORRE  
Visé par : Rémy CAPO



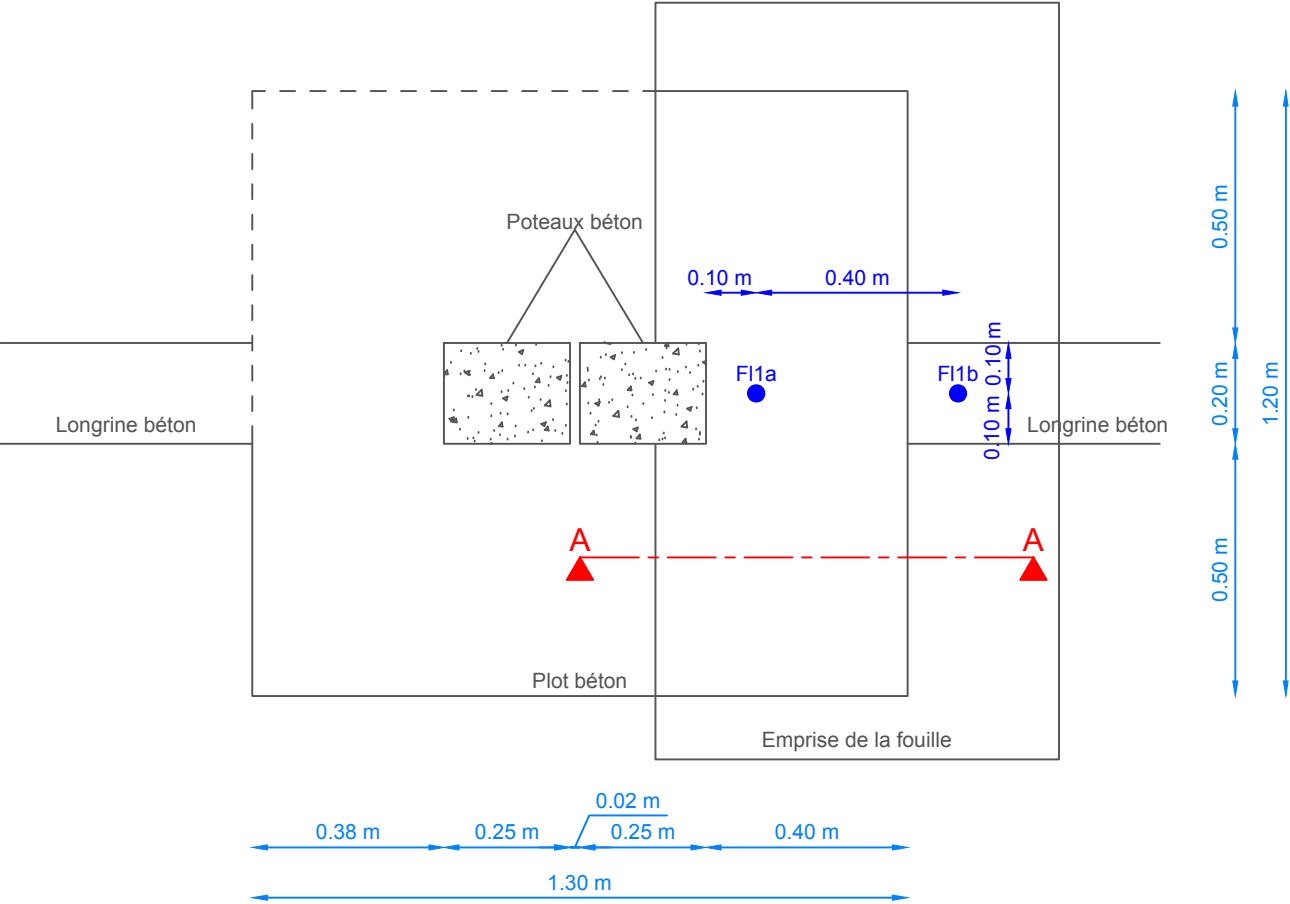
EGSA  
btp

EXPERTISE - GÉOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

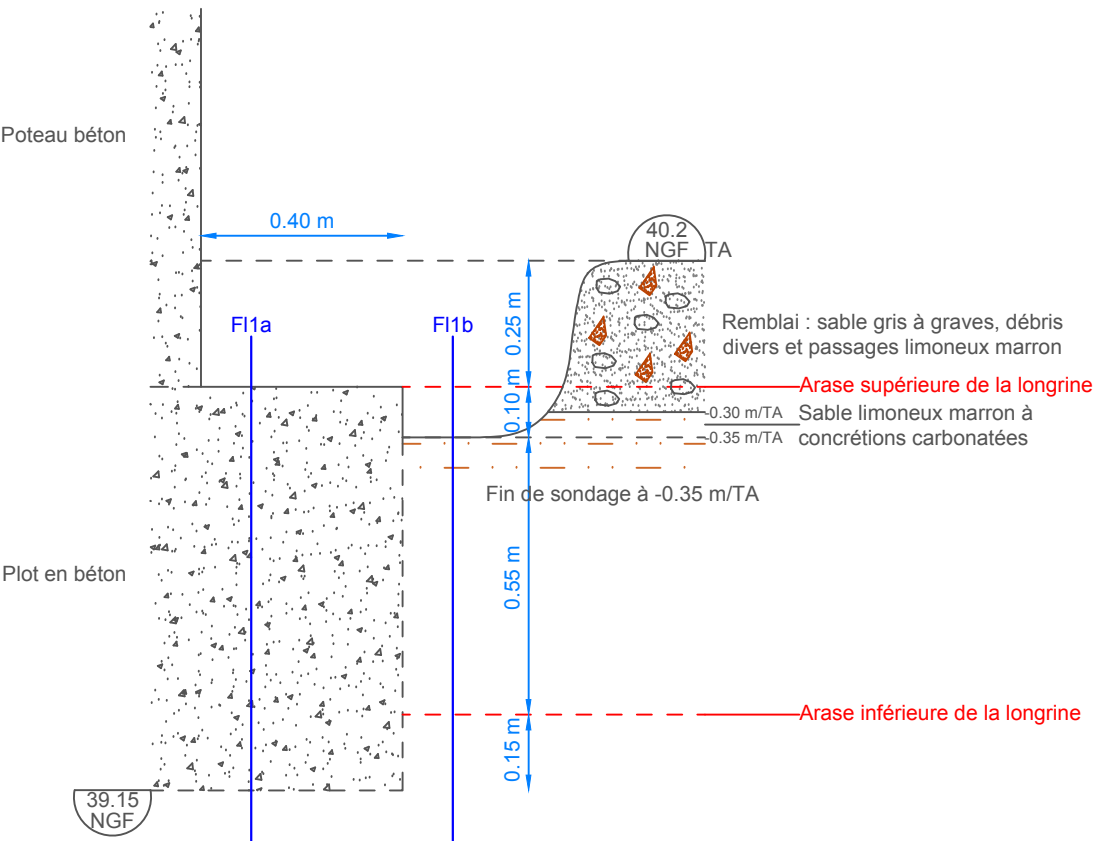
EGSA btp  
Parc d'activités Clément Ader  
19 rue Louis Breguet  
34830 JACOU  
Tel : 04 67 13 86 80  
Fax : 04 67 13 86 82

SONDAGE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION F1

VUE EN PLAN



COUPE A-A



**Fleurets :**

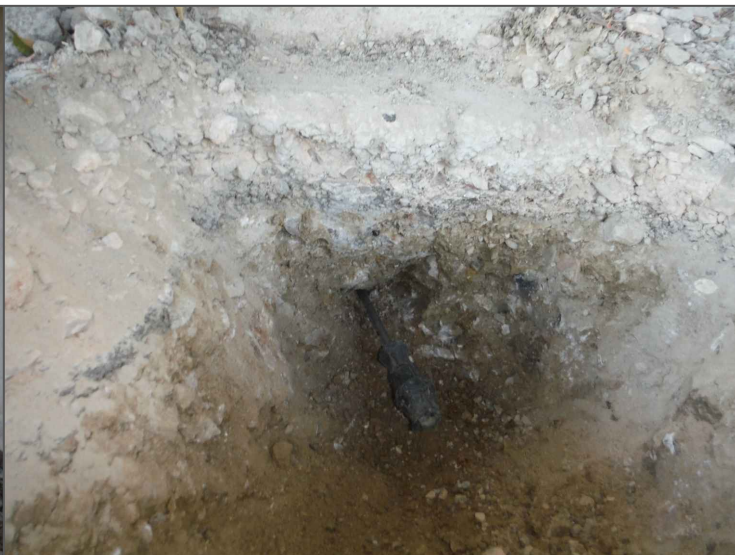
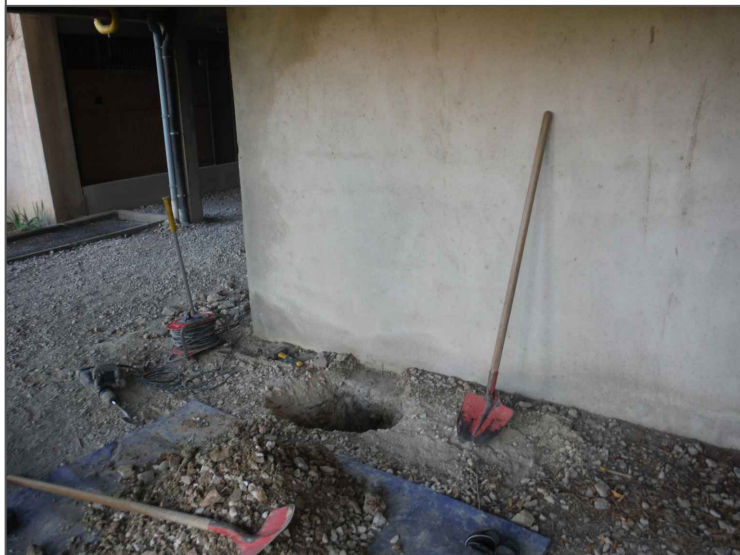
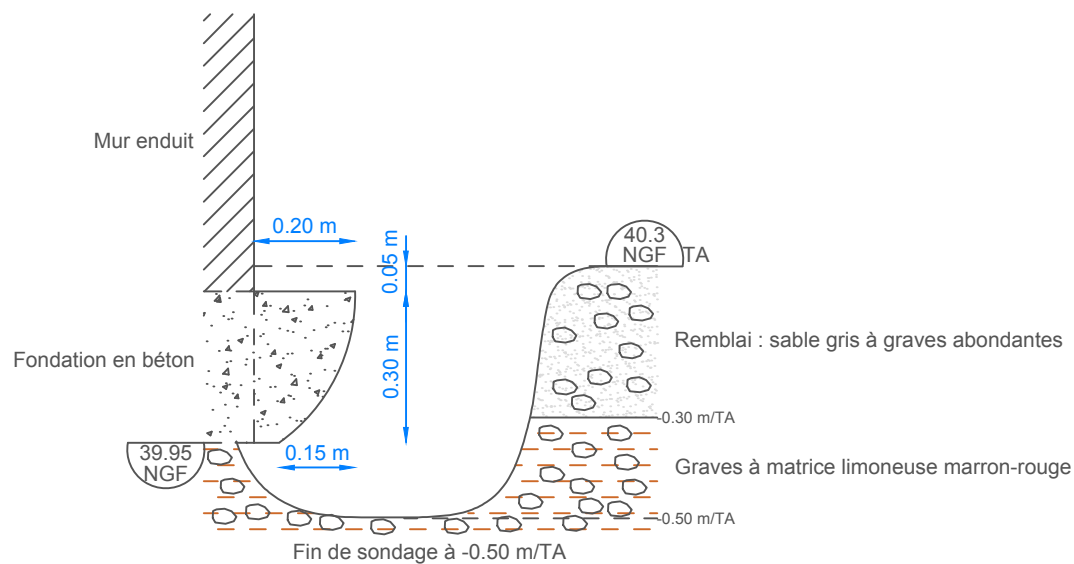
**FI1a :** débouche à -0.80 m/point d'attaque dans limon argileux beige

**FI1b :** débouche à -0.65 m/point d'attaque dans limon argileux beige



 <p>EGSA btp Parc d'activités Clément Ader 19 rue Louis Breguet 34830 JACOU Tel : 04 67 13 86 80 Fax : 04 67 13 86 82</p>	INDICE	DATE	MODIFICATION				19-365-2 MONTPELLIER Campus Sup Agro - Diagnostic bâtiment 28
	01	16/10/19	Première diffusion				
					Sondage réalisé le : 10/10/19	Echelle : 1/15	
					Fait par : P. LE CORRE	Visé par : C. TEIXEIRA	

# Fouille de reconnaissance de fondation F2



INDICE	DATE	MODIFICATION
01	16/10/19	Première diffusion

Sondage réalisé le : 10/10/19

Echelle : 1/15

Fait par : Pierrick LE CORRE

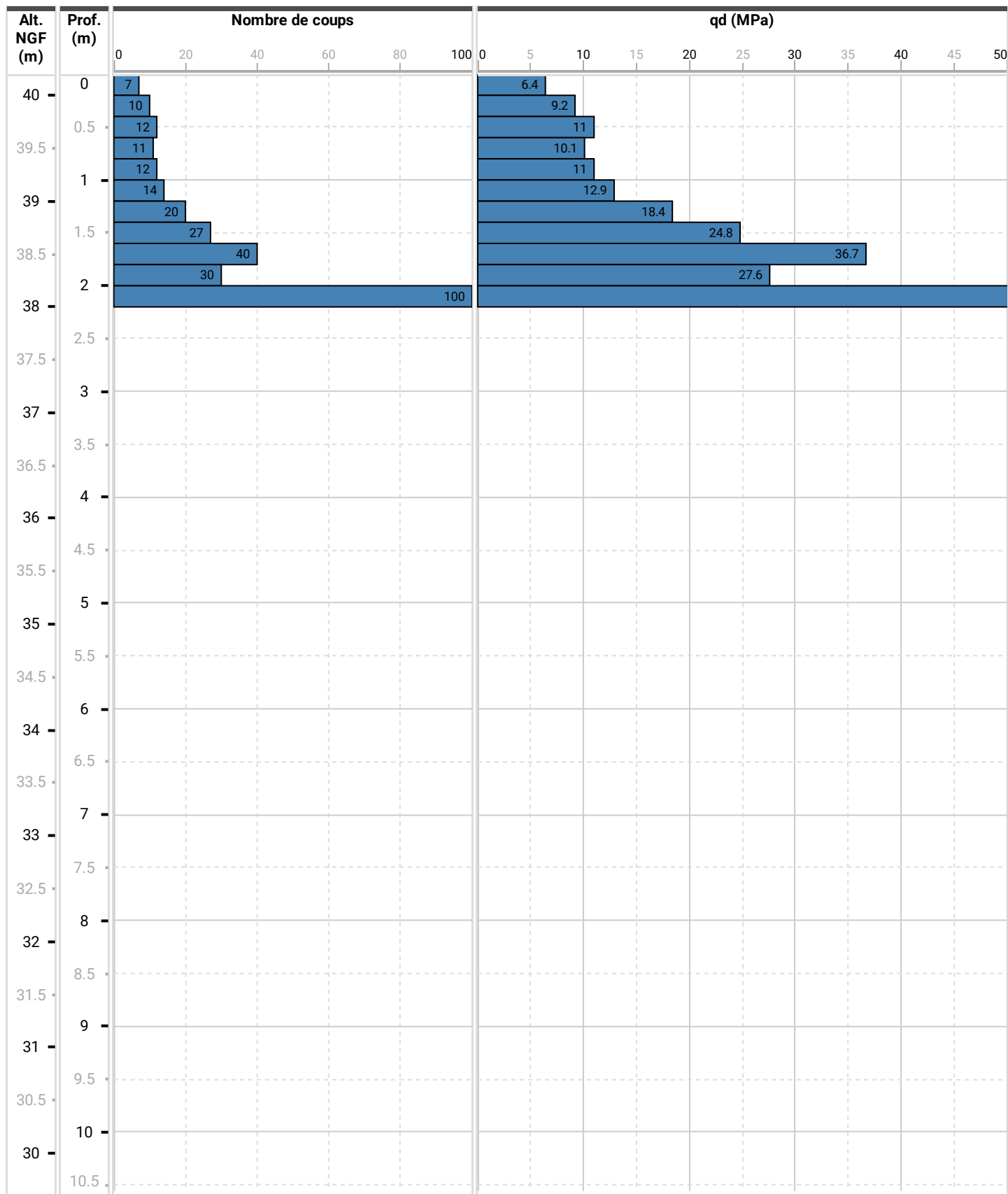
Visé par : Christophe TEIXEIRA



EGSA btp  
Parc d'activités Clément Ader  
19 rue Louis Breguet  
34830 JACOU  
Tel : 04 67 13 86 80  
Fax : 04 67 13 86 82

19-365-2  
MONTPELLIER

Campus Sup Agro - Diagnostic bâtiment 28





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Opérateur  
PLC

Type de forage  
Pénétromètre dynamique

Forage  
PD2

Dossier  
19-365-2

Chantier

MONTPELLIER - Campus SUP AGRO - Diagnostic bâtiment  
28

Client

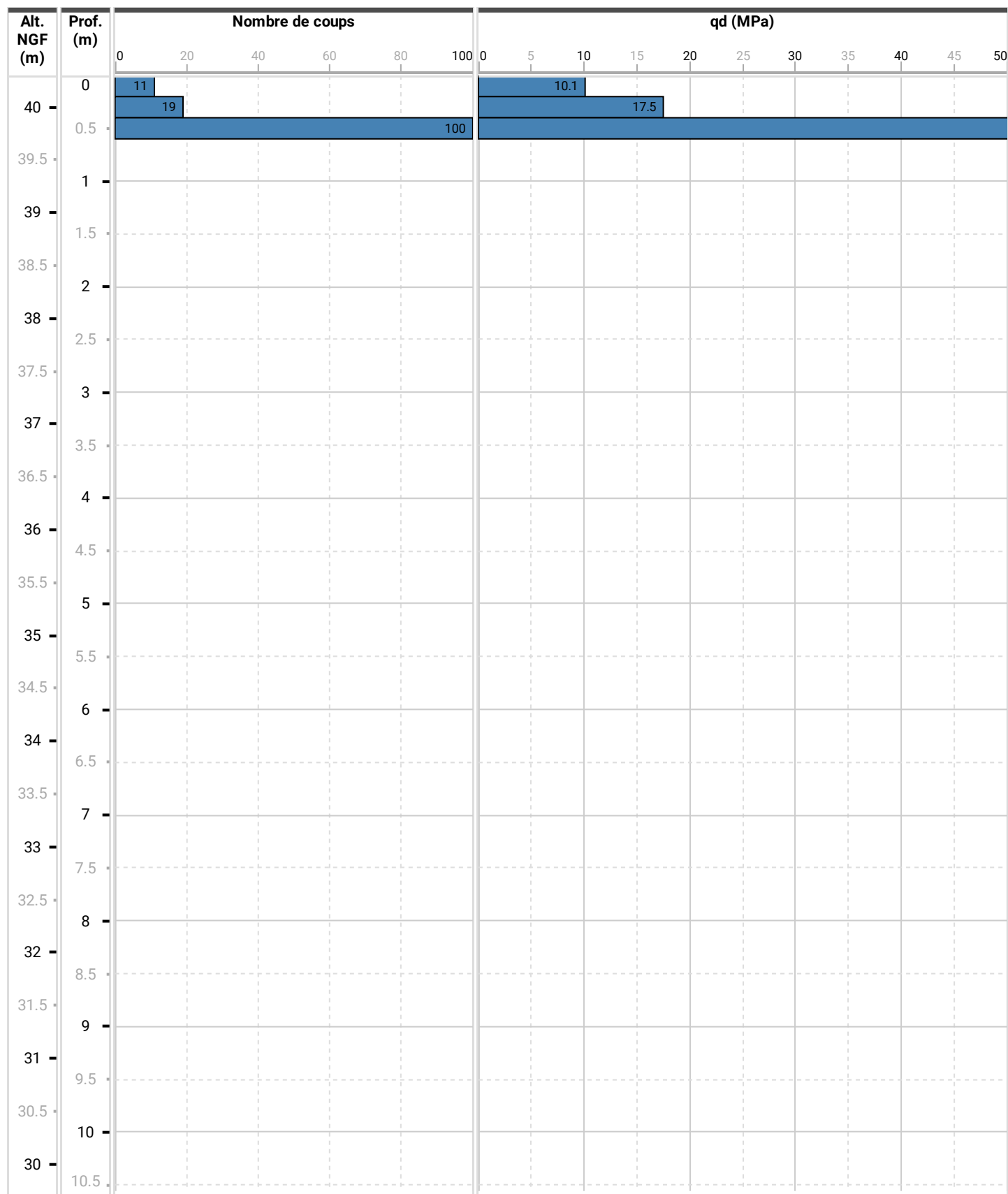
Montpellier Sup Agro

Date de fin  
10/10/2019 10:45:02

Altitude (NGF)  
40.3 m

Observation

Echelle : 1/50 - Refus à -0.6 m/TA  
Niveau d'eau





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Opérateur  
PLC

Type de forage  
Pénétromètre dynamique

Forage  
PD2bis

Dossier  
19-365-2

Chantier

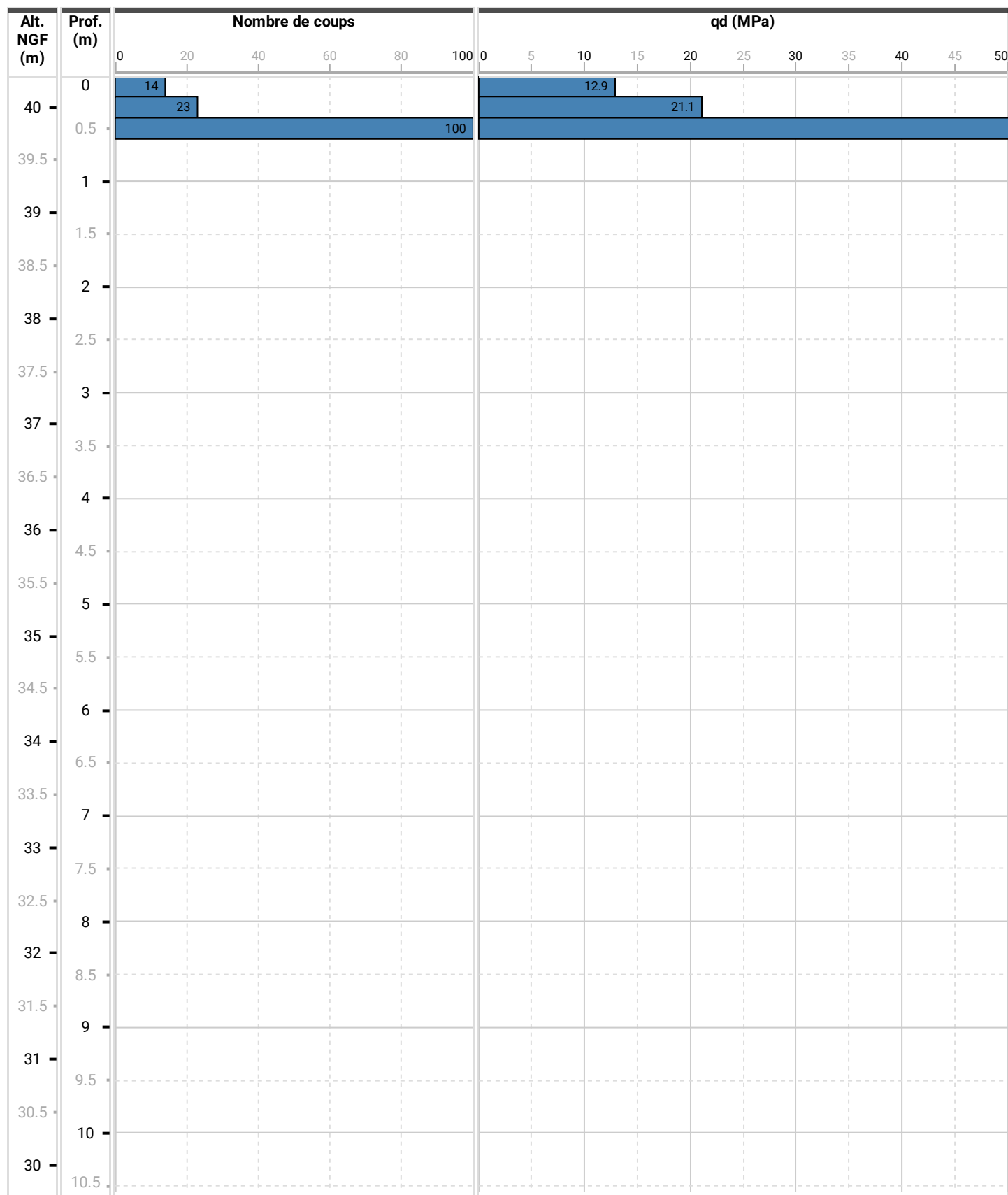
MONTPELLIER - Campus SUP AGRO - Diagnostic bâtiment  
28

Client  
Montpellier Sup Agro

Date de fin  
10/10/2019 10:45:02

Altitude (NGF)  
40.3 m

Observation  
Echelle : 1/50 - Refus à -0.6 m/TA  
Niveau d'eau



**DOSSIER :** 19-365-2

**COMMUNE :** MONTPELLIER

**CHANTIER :** Sup Agro Bât. 28

**DATE :** nov.-19

<b>Echantillon</b>		
Point de prélèvement		F2
Profondeur	en mètres	0,5-0,6
<b>Description</b>		
Graves et matrice limoneuse rouge verdâtre		
<b>Limites d'Atterberg</b>		
Limite de liquidité	w <sub>l</sub> en %	34
Indice de plasticité	I <sub>p</sub> en %	15
<b>Classe GTR probable</b>		<b>A<sub>2</sub></b>

# DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG


Norme NF P 94-051

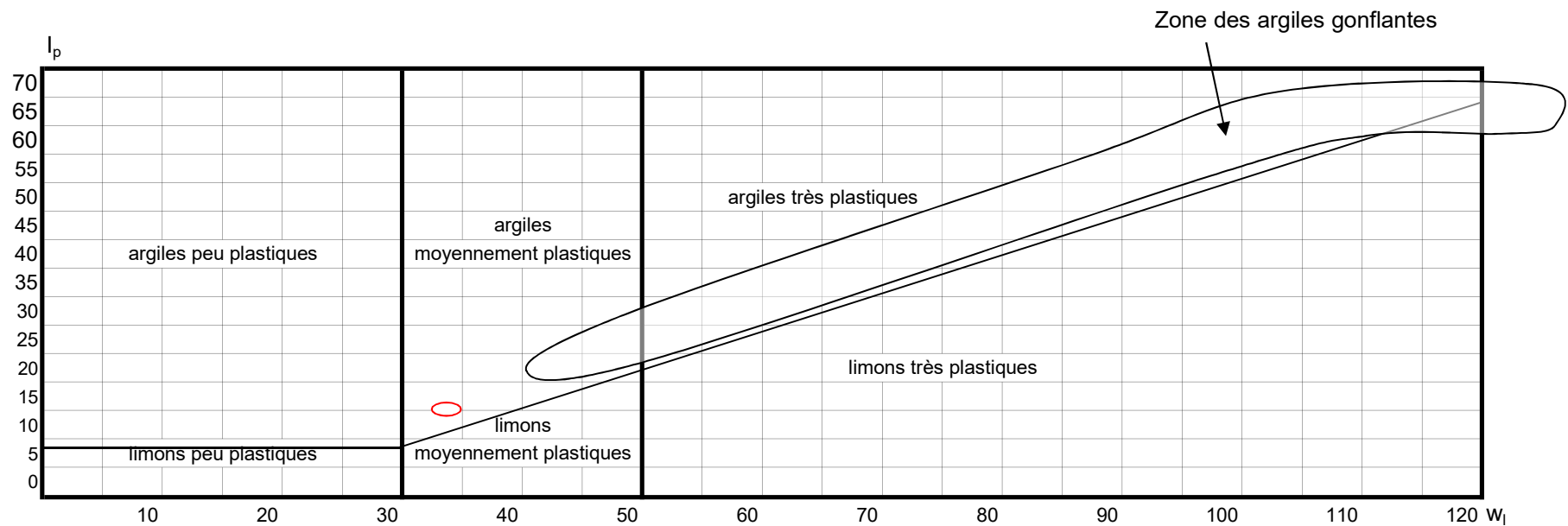
Dossier : 19-365-2

Date d'essai : nov.-19

Commune : MONTPELLIER

Chantier : Sup Agro Bât. 28

Sondage	Profondeur en m/TA	w (%)	w <sub>l</sub> (%)	w <sub>p</sub> (%)	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	Refus à 400µm	Repère
<b>F2</b>	<b>0,5-0,6</b>	-	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	-	-	



w=teneur en eau naturelle

w<sub>l</sub>=limite de liquidité

w<sub>p</sub>=limite de plasticité

I<sub>p</sub>=indice de plasticité

I<sub>c</sub>=indice de consistance

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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
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,	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	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)
	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		
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

**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 géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

#### **ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

##### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

##### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

#### **ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

##### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

##### Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

##### Phase DCE / ACT

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

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

### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

#### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

##### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

##### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

#### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

#### 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).