

# CEA CADARACHE

## STL

### Extension bâtiment 151 SAINT PAUL LES DURANCE (13)

## ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PRO

r:\la seyne - data\grands projets (pg)\marches cadres (pg)\3 cea\dossiers\02 cadarache\25pg304 extension bat 151\9 rapport\g2-pro\25pg304ab rapport g2 pro.docx

N° DOSSIER	24	PG	304	A	b	GE	ABN	SNT	PIECE	1/1	AGENCE	GRANDS-PROJETS
28/04/2025	38971	A. BROSSIN		L. ARMAIGNAC		34 + ANNEXE		PREMIERE DIFFUSION				
DATE	CHRONO	REDACTION		VERIFICATION		Nb Pages		MODIFICATIONS - OBSERVATIONS				

GEOTECHNIQUE · RISQUES NATURELS · INVESTIGATIONS · REHABILITATION DES SOLS · ENVIRONNEMENT · EAU



ABO ERG GEOTECHNIQUE · SAS au capital de 368 000 € · SIRET 339 110 611 00086 · code NAF 7112B-RC TOULON 1986 B 00645 · www.abo-erg.fr  
agence GRANDS PROJETS · 243, avenue de Bruxelles · 83500 LA SEYNE S/ MER · ☎ 04 94 110 110 · grands-projets@erg-sa.fr

BASTIA · BORDEAUX · GRENOBLE · LYON · MARSEILLE · MONTPELLIER · NANCY · NICE · PARIS · STRASBOURG · TOULON · TOULOUSE



## SOMMAIRE

1	CONTENU DE LA MISSION	4
1.1	Cadre de l'intervention	4
1.2	Objectif de la mission	4
1.3	Limites de validité de la mission	4
1.4	Sondages et investigations réalisés	5
2	DOCUMENTS / LOGICIELS	6
2.1	Documents fournis	6
2.2	Documents de référence	6
2.3	Logiciels	6
3	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	7
3.1	Description sommaire du site	7
3.2	Caractéristiques du projet	8
3.3	Descentes de charges	11
4	DONNEES DOCUMENTAIRES (RAPPEL G2AVP)	12
4.1	Géologie générale	12
4.2	Hydrogéologie générale	12
4.3	Risques naturels	13
5	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	14
5.1	Lithologie	14
5.2	Indentification physique	14
5.3	Caractéristiques mécaniques	15
5.4	Niveaux d'eau	15
6	HYPOTHESES GEOTECHNIQUES	16
6.1	Modèle géotechnique retenu (GEO)	16
6.2	Contexte sismique	16
6.3	Aléa liquéfaction	17
7	PREAMBULE	18
8	ETUDE DES FONDATIONS	19
8.1	Type de fondations	19
8.2	Ancrage des fondations – sol d'assise	19
8.3	Méthode de justification	19
8.4	Principe de justification	20
8.4.1	Contrainte de calcul	20
8.4.2	Vérification de la dimension des appuis	20

8.4.3	Méthode de calculs Tassements	21
8.4.4	Vérification de l'excentrement	21
8.4.5	Vérification au glissement	21
8.5	Résultats	21
8.6	Conditions de mitoyenneté	22
8.7	Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles	23
9	TERRASSEMENTS	25
9.1	Moyens des travaux de terrassement	25
9.2	Maintien des parois de fouille	25
10	DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX SOUTERRAINES	27
10.1	Phase travaux	27
10.2	Phase définitive	27
11	RECOMMANDATIONS GENERALES	28
11.1	Étude de l'influence sur les avoisinants	28
11.2	Étude d'exécution	28
11.3	Nécessité du suivi et de la supervision géotechnique d'exécution	28
11.4	Méthode observationnelle	28
	ANNEXES	34

## 1 CONTENU DE LA MISSION

### 1.1 Cadre de l'intervention

À la demande et pour le compte du CEA, la société ABO-ERG GÉOTECHNIQUE a effectué l'étude géotechnique G2 PRO dans le cadre du projet d'extension du bâtiment 151 situé sur le Centre de Cadarache à SAINT PAUL LES DURANCE, dans le département des Bouches-du-Rhône (13).

Rappelons qu'ABO-ERG GEOTECHNIQUE a réalisé l'étude géotechnique G2 AVP sur ce projet (dossier référencé 24pg304Aa indice A en date du 20/03/2025). Ce document est réputé connu du lecteur.

Cette étude a fait l'objet de la commande n° 4001072007 datée du 17/01/2025

### 1.2 Objectif de la mission

Cette mission géotechnique G2 PRO a pour objectifs de :

- faire l'analyse et la synthèse des données géotechniques et proposer des paramètres de calculs des fondations des ouvrages projetés
- pré-dimensionner les fondations selon 1 cas de charges caractéristiques par ouvrage
- définir les dispositions constructives pour les ouvrages projetés.

Cette étude comprend les missions normalisées suivant la version 2013 de la norme NF P 94-500 : phase Projet de l'étude géotechnique de conception (G2 PRO).

### 1.3 Limites de validité de la mission

Ne font pas partie de notre mission :

- les études relatives au contexte hydrogéologique du site (pompage, drainage, NPHE)
- **l'étude des terrassements de masse et du reprofilage du talus existant (terrassement, soutènement en phase provisoire comme en phase définitive) ; en effet, les travaux de reprofilage du talus existants étaient initialement prévus en amont de notre intervention (puis finalement décalés), et n'ont donc pas été intégrés au périmètre de la présente étude**
- l'étude des conditions de fondations des bâtiments existants
- l'étude du prédimensionnement des soutènements/reprofilage du talus existant
- les études hydrauliques et environnementales
- l'étude de tout autre ouvrage géotechnique que ceux précités (cf. § 1.1),
- la pose, la mesure et l'exploitation des résultats d'instrumentation ou d'essais de contrôle
- les études et le suivi géotechniques d'exécution, entrant dans le cadre de missions spécifiques G3 ou G4
- l'accomplissement de toutes les démarches et demandes d'autorisations nécessaires et suffisantes pour la réalisation du projet.

Compte tenu du contexte géotechnique et des ouvrages à réaliser, il conviendra en cours ou en fin de travaux, d'adapter les dispositions prévues dans le cadre de cette étude, en fonction des terrains effectivement mis à jour ou rencontrés lors des travaux.

Ces adaptations se feront en concertation avec un géotechnicien dans le cadre des missions spécifiques de suivi et supervision géotechniques, du suivi d'exécution de types G3/G4 selon la norme NF P 94-500.

Enfin, précisons qu'en raison des contextes géotechnique et hydrogéologique du site, et malgré les reconnaissances réalisées, les terrains du site peuvent être très variables :

- remblais, zones altérées, par exemple, non mise en évidence au droit de sondages ponctuels
- arrivées d'eau localisées
- ...

#### **1.4 Sondages et investigations réalisés**

---

ABO-ERG GEOTECHNIQUE a réalisé en février 2025 dans le cadre de la mission G2 AVP, les investigations géotechniques suivantes :

- 2 sondages pressiométriques, notés SP1 et SP2, descendus respectivement à 10 et 13 m/TN(\*) de profondeur, avec des essais pressiométriques réalisés tous les mètres ; notons que le sondage SP1 a été réalisé au niveau du RDC du bâtiment 151 existant, tandis que le SP2 a été réalisé en haut du talus
- 1 prélèvement d'échantillon intact au carottier poinçonneur, désigné SC1, descendu jusqu'au refus à 1.9 m/TN de profondeur
- 1 série d'essais d'identification GTR en laboratoire, incluant teneur en eau, analyse granulométrique et valeur au bleu

*(\*) m/TN : profondeur exprimée en mètres par rapport à la surface du terrain lors de l'intervention.*

NB : Le programme initial prévoyait également la réalisation d'un couple d'essais de cisaillement en laboratoire ; toutefois, la granulométrie grossière des échantillons (présence de graviers) n'a pas permis la confection des éprouvettes nécessaires à la réalisation de ces essais.

Notons que l'ensemble des investigations a fait l'objet d'un récolement par un géomètre expert (prestation confiée au cabinet ATGTSM).

Les résultats obtenus ainsi que le schéma d'implantation des sondages figurent en annexe A1.

## **2 DOCUMENTS / LOGICIELS**

### **2.1 Documents fournis**

Pour cette mission, il nous a été transmis les documents suivants :

- mail de consultation du 25/11/2024 avec plan d'implantation du local technique (202307\_02-Plan pour étude géotechnique.pdf) ;
- mail de précision du 11/12/2024 avec plan des fondations existantes (HPSCANNER1136.pdf) ;
- mail du 18/03/2025 avec extrait plan APS (PROJET BT 151 EXTRAIT APS.pdf) ;
- retours des concessionnaires des réseaux du CEA à la demande du permis fouille n° 5505 (7 fiches réponse) ;
- mail avec descentes de charges sur semelle filante du 02/04/2025 ;
- un dossier de demande de permis de construire en date du 15/04/2025.

### **2.2 Documents de référence**

Les documents consultés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- NF P 94-500 : Missions Géotechniques
- Eurocode 7 : NF P 94-261 : fondations superficielles
- Normes du domaine géotechnique pour les sondages et essais réalisés.

### **2.3 Logiciels**

Le logiciel utilisé est FOXTA V4, avec le module Fondsup pour le prédimensionnement des semelles au stade projet.

### 3 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

#### 3.1 Description sommaire du site

Le futur local sera accolé au bâtiment 151 existant, situé dans le quartier de la Porte. La figure ci-après permet de localiser le projet sur une carte IGN, tandis que la figure 3 permet de visualiser l'environnement du futur ouvrage, notamment par rapport au bâtiment existant.



**Figure 1 : localisation du projet sur extrait de carte IGN (source = [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr))**

Actuellement, la zone envisagée est occupée par un talus d'environ 3 m de hauteur, comme l'indique la photographie ci-après. Ce talus sera terrassé jusqu'à la cote du RDC du bâtiment 151 existant. Les voiles extérieurs de l'extension seront dimensionnés pour servir de soutènement au reste du talus.

D'après les informations transmises (plan de fondations et coffrage en date du 14/06/1962 - source = CEA), le bâtiment 151 existant serait fondé superficiellement (semelles filantes et isolées) ; la profondeur d'assise des fondations serait d'environ 0.7 m/TN (altimétrie d'environ 289 m NGF). Le débord n'est pas exactement connu. Cette information n'est toutefois pas fiabilisée à ce stade et suivant les éléments transmis.





**Figure 2 : Photographie du site existant (extrait du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025)**

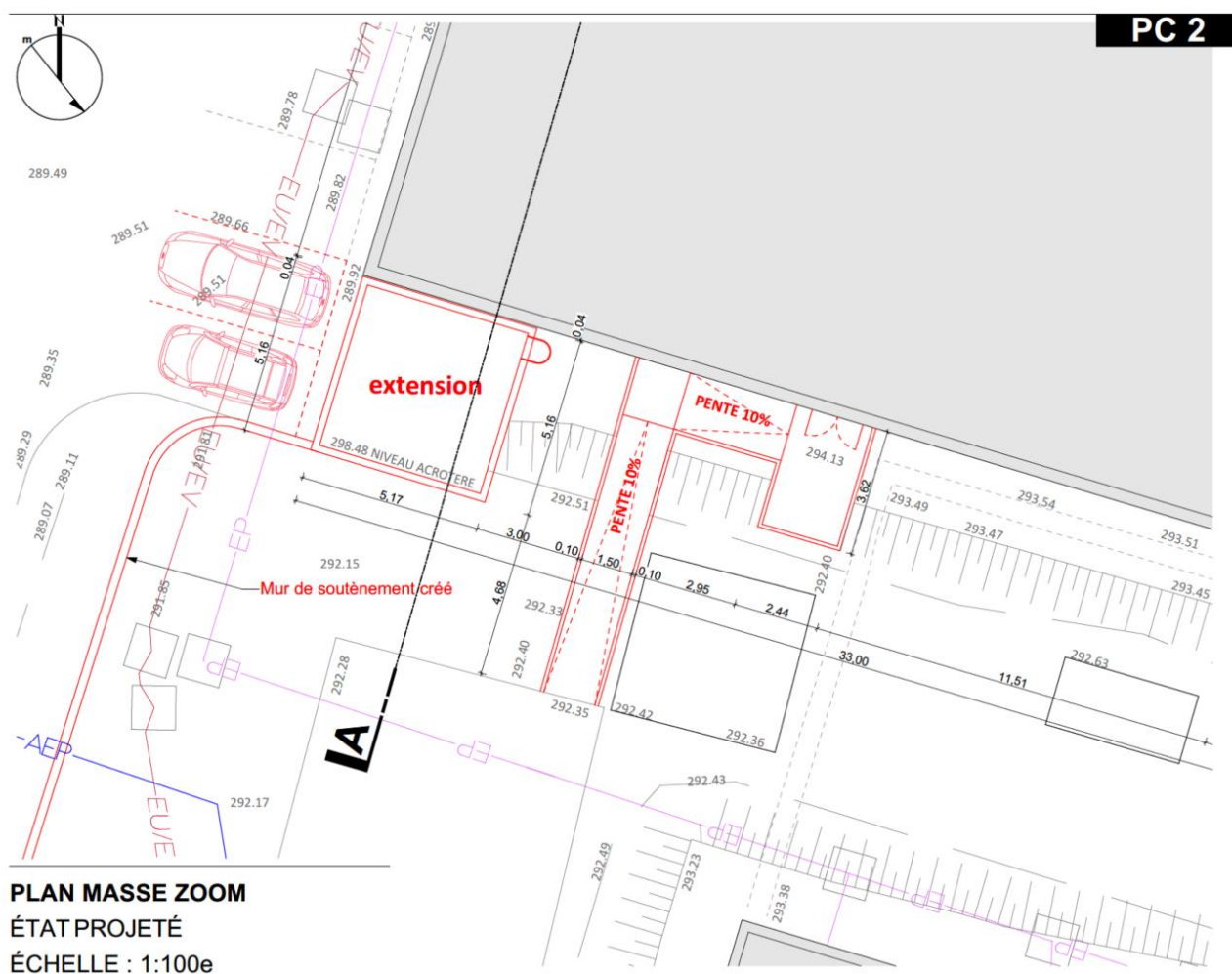
### **3.2 Caractéristiques du projet**

Le projet consiste à construire une extension au bâtiment 151 existant, présentant les caractéristiques suivantes :

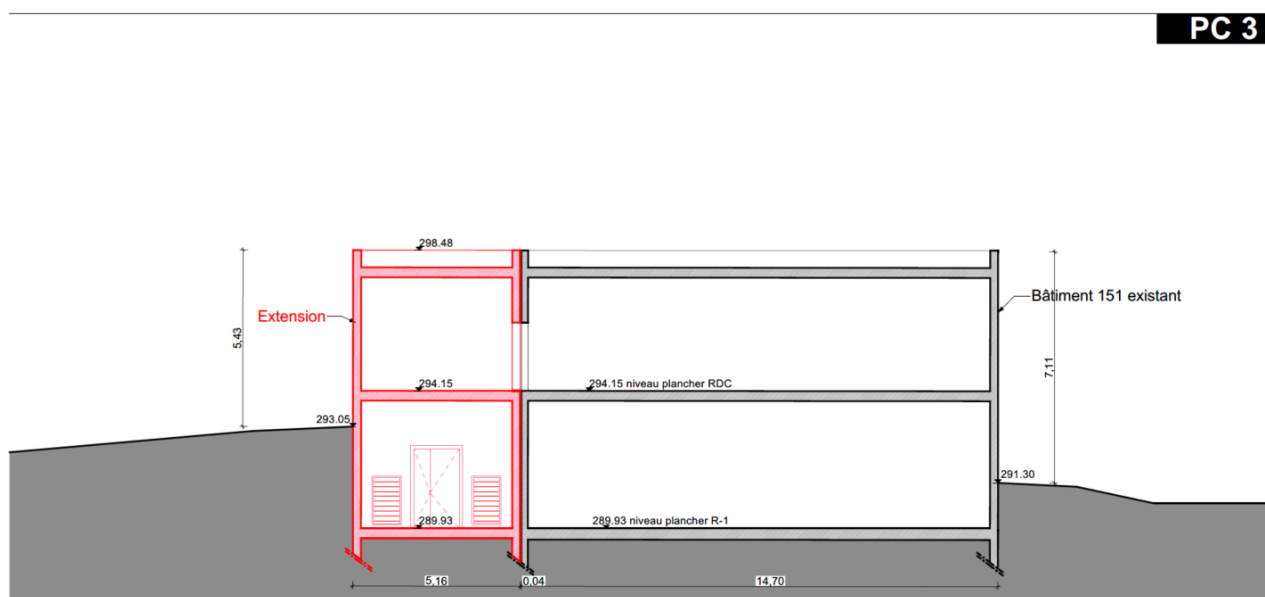
- extension constituée d'un local technique d'environ 5.2 x 5.2 m, accolé au bâtiment 151 existant, au niveau de sa façade Sud,
- un niveau RdC (partie haute du talus) situé à la cote 294.15 m NGF
- un niveau en R-1 (partie basse du talus) situé à la cote 289.93 m NGF.

Les figures ci-dessous sont des extraits du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025 et présentent le projet d'extension.

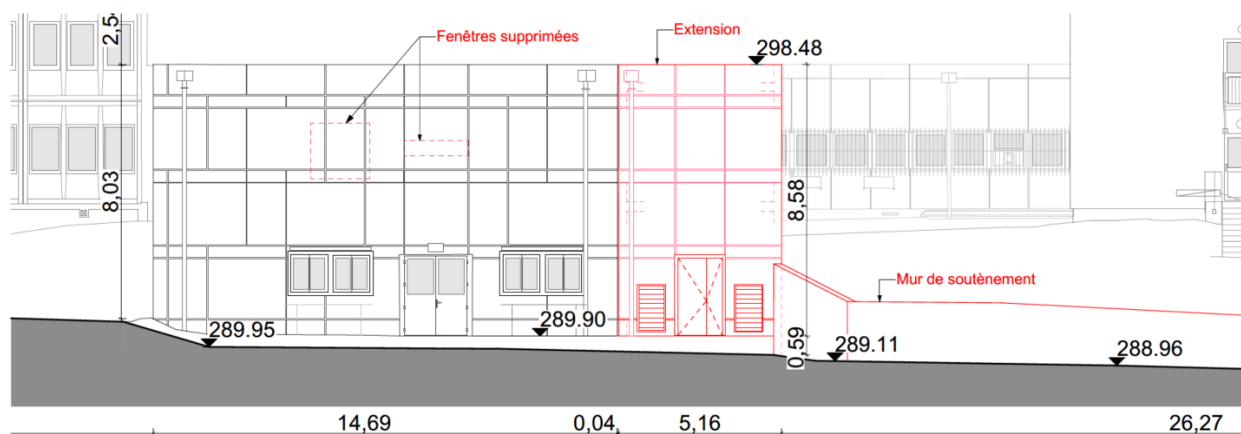




**Figure 3 : vue en plan du RDC de l'extension (extrait du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025)**



**Figure 4 : vue coupe du bâtiment existant et de l'extension (extrait du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025)**



**Figure 5 : élévation ouest du bâtiment existant et de l'extension (extrait du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025)**



**Figure 6 : Vue 3D du site après travaux (extrait du dossier de demande de permis de construire du 15/04/2025)**

### 3.3 Descentes de charges

Le cas de charges étudié pour l'extension du bâtiment 151, considéré sur une semelle filante, est issu du mail de BET SUDEX du 01/04/2025 :

- $G = 70 \text{ kN/ml}$
- $Q = 80 \text{ kN/ml}$

Nous avons alors considéré les combinaisons d'actions suivantes :

ELS		ELU	
caractéristique / quasi-permanente	$G + Q$	durable et transitoire	$1.4 (G + Q)$

**Tableau 1 : combinaisons d'action prises en compte**

Ainsi, nous retiendrons pour les semelles filantes de l'extension les cas de charges suivants :

Combinaisons	Vd (kN/ml)	H (kN/ml)	M (kN.ml)
ELS	150	-	-
ELU	210	-	-

**Tableau 2 : DDC au droit du bâtiment**

V : effort vertical  
 H : effort horizontal  
 M : moment

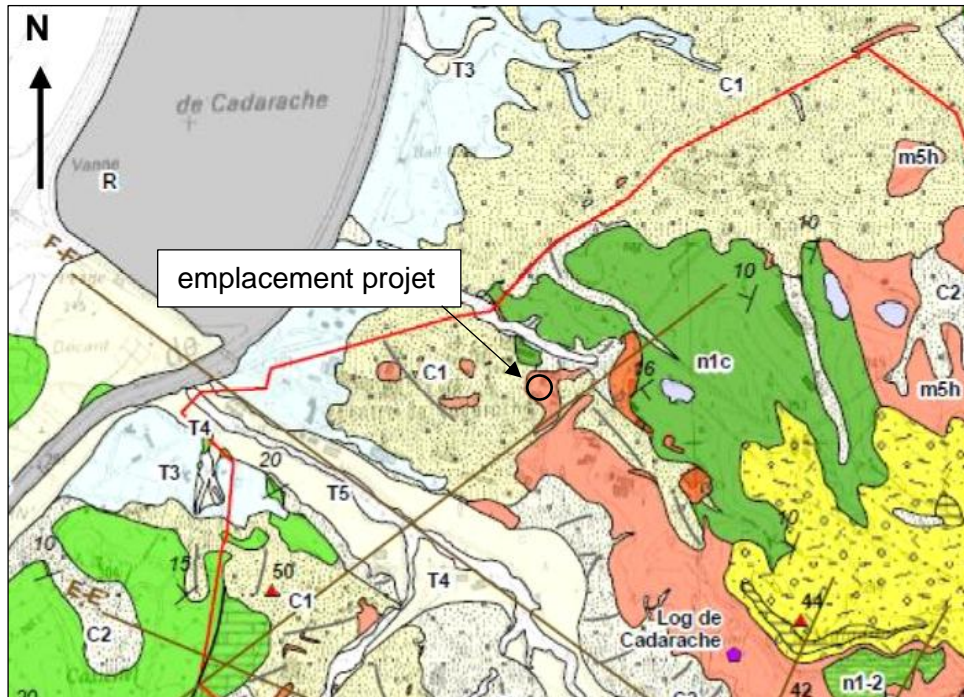
L'ensemble des combinaisons d'actions devra donc être vérifié/complété en phase exécution, dans le cadre de la mission G3 à la charge de l'entrepreneur.

## 4 DONNEES DOCUMENTAIRES (RAPPEL G2AVP)

### 4.1 Géologie générale

Selon les données de la carte géologique au 1/50 000, feuille de PERTUIS, le site se trouverait au droit de marnes et calcaires marneux de l'Hauterivien moyen (n3b).

Toutefois, d'après la carte géologique affinée du Centre de Cadarache, dont un extrait est donné ci-dessous, le projet se situerait au droit des formations des Sables et grès de la Sicarde (m5h), datées du Miocène.



**Figure 7 : extrait de la carte géologique de Cadarache (source = CEA)**

Ces formations sont constituées essentiellement de sables +/- argileux et +/- indurés, avec des passages grésifiés. La transition avec le substratum calcaire sous-jacent peut se marquer par un banc de brèches à éléments calcaires.

Nous ne disposons pas de sondages réalisés à proximité qui pourraient permettre de préciser le contexte géologique du site.

### 4.2 Hydrogéologie générale

Le site de Cadarache est caractérisé par la présence de 2 nappes : la première, siège dans le réseau karstique des formations calcaires du Crétacé, tandis que la seconde, siège dans les formations du Miocène et du Quaternaire (nappe mio-quaternaire).


Nous ne disposons cependant pas d'informations nous permettant de préciser le contexte hydrogéologique au droit du site étudié.

Il pourrait être intéressant de se rapprocher du LMTE pour vérifier si des données existent sur les niveaux de nappe à proximité du site étudié.



### 4.3 Risques naturels

Les résultats de l'enquête documentaire sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Risques	Site	Analyse des risques
Mouvements de terrain et cavités souterraines	<a href="http://www.georisques.gouv.fr">www.georisques.gouv.fr</a>  <a href="#">QR code d'accès à la fiche de la commune</a> <a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	Pas de mouvement de terrain ni de cavité souterraine recensée à moins de 500 m Aléa karstique avéré sur le Centre de Cadarache PPR mouvement de terrain applicable sur la commune
Retrait-gonflement des argiles		Exposition forte du projet au retrait gonflement des argiles Pas de PPR vis-à-vis du retrait gonflement des argiles applicable sur la commune
Inondabilité/Remontée de nappes		Risque de remontée de nappe possible, à confirmer selon données locales PPR inondation applicable sur la commune
Risque sismique		Zone 4 : sismicité moyenne
Radon*		Potentiel faible de catégorie 1

\* l'étude spécifique de ce risque, de la compétence d'un spécialiste, est exclue du cadre des missions géotechniques, et en particulier n'entre pas dans le cadre de la présente étude.

**Tableau 3 : résultats de l'enquête documentaire sur les risques naturels**

## 5 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

### 5.1 Lithologie

Les sondages réalisés dans le cadre de cette mission ont permis de mettre en évidence la présence de formations suivantes :

- des remblais, constitués de cailloux et blocs anthropiques (béton) à matrice sableuse (**sol 0**), jusqu'à 0.5 m de profondeur au droit de SP1 et SC1 uniquement (en bas du talus)
- des argiles sableuses marron à cailloux et blocs (**sol 1**), jusqu'à 3.3 m au droit de SP2 (en haut du talus) ; ces formations constituent le talus adjacent au bâtiment 151 existant, elles seront terrassées préalablement à la construction de l'extension ; ces formations pourraient correspondre à des anciennes colluvions remaniées lors de la construction du bâtiment 151
- des graviers à matrice sablo-limoneuse ocre (**sol 2**), jusqu'à 2.5 à 5 m de profondeur ; ces formations semblent correspondre aux formations du Miocène
- au-delà et jusqu'au terme des sondages (10 à 13 m), des brèches ou calcaires présumés à passages altérés argileux (**sol 3**) ; ces formations pourraient correspondre à un passage de brèches compacts du Miocène, ou bien au toit du substratum calcaire du Crétacé ; la description comporte des imprécisions inhérentes à la méthode de forage (cf. note ci-dessous).

Les coupes des sondages figurent en annexe A1 au présent rapport.

NB :

- on rappelle que le sondage SP1 a été réalisé au niveau du RDC du bâtiment 151 existant, tandis que le SP2 a été réalisé en haut du talus
- au droit des sondages pressiométriques, la description des terrains traversés et la position des interfaces, comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Les sondages en 60 mm de diamètre ne peuvent donner une représentation objective de l'horizon, d'autant plus que l'outil (tricône) taillant ou la tarière, peuvent broyer facilement des horizons rocheux plus ou moins friables.

Le tableau ci-après indique les profondeurs et les cotes altimétriques des bases de chaque couche de sol décrite ci-dessus.

Couche	base des couches (m/TN et NGF)	
	SP1/SC1	SP2
Terrain Actuel	289.6 m NGF	292.4 m NGF
remblais (sol 0)	0.5 m / 289.1 m NGF	/
argile sableuse à cailloux et blocs (sol 1)	/	3.3 m / 289.1 m NGF
graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)	2.5 m / 287.1 m NGF	5 m / 287.4 m NGF
brèches ou calcaire présumés (sol 3)	> 10 m / < 279.6 m NGF	> 13 m / < 279.4 m NGF

**Tableau 4 : cotes altimétriques des bases des couches de sol**

### 5.2 Identification physique

Une série d'essais d'identification ont été réalisés en laboratoire sur un échantillon de graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2) prélevé dans le sondage SC1.



Le tableau ci-après reprend les résultats de ces essais.

sondage	Profondeur échantillon	Sol	Teneur en eau w (%)	Passant (%)		VBs	Classe GTR *
				2 mm	63 µm		
SC1	1 – 1.2	graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)	5.1	42.2	17.2	0.3	I1 (B5)

\* les classes de sols indiquées entre parenthèses correspondent à la norme NF P 11-300

**Tableau 5 : résultats des essais d'identification en laboratoire**

Les PV de chaque essai sont remis en annexe A1.

### 5.3 Caractéristiques mécaniques

D'un point de vue mécanique, les caractéristiques ont été mesurées in-situ au pressiomètre, selon les recommandations de la norme NF EN ISO 22476-4 ; les données acquises sont le module de déformation  $E_M$  et la pression limite nette  $p_l^*$ , exprimés en MPa.

Les essais pressiométriques ont été réalisés tous les 1 m de profondeur. Au total, 21 essais pressiométriques ont ainsi été réalisés. Le tableau suivant reprend, pour chaque couche décrite précédemment, le nombre d'essais pressiométriques disponibles, ainsi que les minimum et maximum des grandeurs représentatives.

Couche	Base de la couche* (m NGF)	Nb essais exploitables disponibles	$E_M$ (MPa)			$p_l^*$ (MPa)		
			Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
remblais (sol 0)	289.1 (SP1)	0	pas d'essais					
argile sableuse à cailloux et blocs (sol 1)	289.1 (SP2)	3	35	269	127	2.47	5.25	4.1
graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)	287.1 à 287.4	3	21.4	45.5	35.5	2.12	3.24	2.7
brèches ou calcaire présumés (sol 3)	< 279.4 à 279.6	27	23	451	270	2.8	>4.8	4.7

\* base de la couche estimée au droit des sondages SP1 à SP2

**Tableau 6 : résultats des essais pressiométriques**

### 5.4 Niveaux d'eau

Lors de notre intervention en février 2025, aucun sondage n'a mis en évidence de niveau d'eau.

Il est important de noter que l'absence d'eau, lors de nos investigations, ne constitue pas un paramètre caractéristique du régime hydrogéologique du secteur. Les terrains de surface (sols 1 et 2) sont susceptibles d'héberger une nappe superficielle d'imbibition en saison pluvieuse. Seule l'observation des variations aquifères à partir d'un ou plusieurs piézomètres, permet de définir les niveaux des eaux souterraines, dont celui des plus hautes eaux HE et exceptionnel EE au sens du DTU 14,1, dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique.

## 6 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

### 6.1 Modèle géotechnique retenu (GEO)

Les valeurs issues de l'interprétation des investigations réalisées in-situ dans le cadre de cette étude sont synthétisées dans le tableau suivant :

Nature	Base de la couche (m NGF)	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	pf* MPa	pl* MPa	$E_M$ MPa	$\alpha$ -	c' kPa	$\phi'$ °
remblais (sol 0)	289.1 (SP1)	18	-	-	-	0.5	0	28
argile sableuse à cailloux et blocs (sol 1)	289.1 (SP2)	19	-	-	30	0.67	5	30
graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)	287.1 à 287.4	19	0.8*	1.1*	20	0.33	0	35
brèches ou calcaire présumés (sol 3)	< 279.4 à 279.6	21	4.5	>4.5	>100	0.5	30	35

**Tableau 7 : Caractéristiques géotechniques retenues**

\* ces valeurs ont été réduites pour tenir compte des possibles passages plus mous dans les sols 2

$\gamma$  : poids volumique

$E_M$  : module pressiométrique

c' : cohésion à long terme

pf / pl : pression de fluage / limite nettes

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol

$\phi'$  : angle de frottement à long terme

#### Commentaires :

Les paramètres de sols (c',  $\phi'$  et  $\gamma'$ ) ont été estimés à partir des résultats des essais pressiométriques, en laboratoire lorsque disponible et de la description des faciès.

Dans ce modèle, les caractéristiques des sols sont considérées comme homogènes au sein de chaque formation sous l'ensemble du projet.

### 6.2 Contexte sismique

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite « à risque normal » et l'Eurocode 8 - partie 5 (aspect géotechnique), les principales données parasismiques figurent dans le tableau qui suit :

<b>Zone de sismicité (commune de ST PAUL LES DURANCE)</b>	4 – moyenne
<b>Catégorie de l'ouvrage</b>	III <sup>(1)</sup>
<b>Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux <math>a_{gr}</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	1.6
<b>Coefficient d'importance <math>\gamma_i</math></b>	1.2
<b>Accélération nominale correspondante <math>a_g = a_{gr} \cdot \gamma_i</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	1.92
<b>Accélération <math>a_{vg} = 0.8 \cdot a_g</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	1.53
<b>Classe de sol <sup>[2]</sup> / Paramètre S</b>	E <sup>(2)</sup> / 1.8

<sup>(1)</sup> Donnée à confirmer par le CEA ; Rappelons que la catégorie de l'ouvrage n'est pas une donnée géotechnique

<sup>(2)</sup> Classe de sol, déterminée à partir d'une interprétation des investigations géotechniques menées au droit du site par ABO ERG GEOTECHNIQUE lors de la présente mission G2 AVP

**Tableau 8 : données relatives à la sismicité**

### **6.3 Aléa liquéfaction**

---

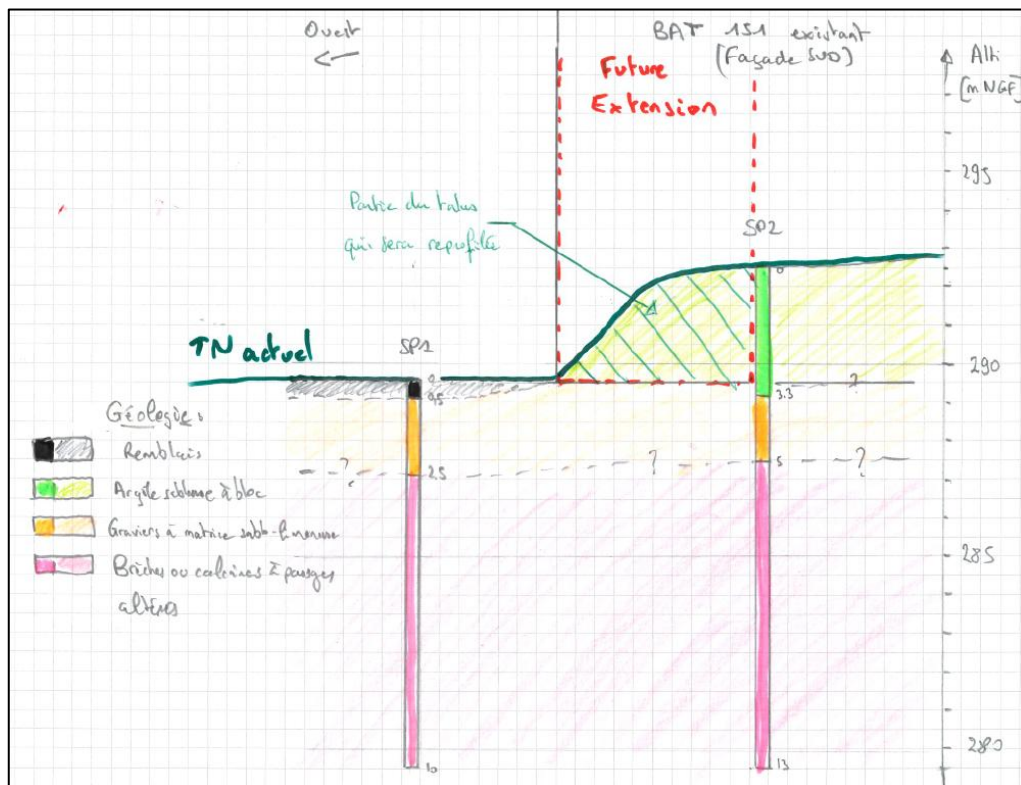
Compte tenu de l'absence supposée de nappe au sein des graviers à matrice sablo-limoneuse (absence d'eau lors de nos investigations) et de la présence d'un substratum induré vers 2.5 m de profondeur, l'aléa liquéfaction n'est pas avérée en première approche.

## 7 PREAMBULE

On rappelle que le projet prévoit la création d'un local technique d'environ 25 m<sup>2</sup>, avec une partie semi-enterrée, en extension d'un bâtiment existant fondé superficiellement. Un talus d'environ 3 m est actuellement présent en façade Sud du bâtiment ; ce talus sera terrassé et reprofilé pour permettre la création du local technique.

On rappelle que le terrassement et le reprofilage du talus, qui devait être effectué préalablement à notre intervention, a finalement été reporté.

Le contexte géotechnique est caractérisé par la présence, au-delà des formations du talus et des remblais superficiels, de graviers à matrice sablo-limoneuse, de résistance mécanique moyenne jusqu'à la cote d'environ 287.2 m NGF (soit environ 2.5 m par rapport au TN au niveau du RDC du bâtiment existant), surmontant des brèches ou calcaires à passages altérés très résistants. La coupe ci-après permet de visualiser le contexte géologique au droit du projet.



**Figure 8 : coupe géologique schématique au droit du projet**

Compte tenu du contexte décrit ci-avant, nous proposons un mode de fondation superficielle pour le futur local technique.

## 8 ETUDE DES FONDATIONS

### 8.1 Type de fondations

Le futur local technique sera fondé selon un mode de **fondation superficielle par semelles filantes ou isolées**.

Les fondations superficielles seront dimensionnées à partir des règlements en vigueur et plus spécifiquement avec la norme NF P 94-261.

### 8.2 Ancrage des fondations – sol d'assise

Les fondations seront ancrées au-delà des horizons de recouvrement (remblais – sols 0 et argile sableuse à blocs – sol 1 ; elles mobiliseront donc les **graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)**, en respectant **un ancrage minimal de 0.5 m** au sein de cette formation.

À titre indicatif, le tableau ci-dessous présente les profondeurs minimales d'assise au droit des sondages réalisés à proximité des ouvrages projetés :

Ouvrages concernés	sondages	profondeur min d'assise <sup>1</sup> /TN (m)	profondeur min d'assise /R-1 <sup>2</sup> (m)	cote d'assise min (m NGF)
local technique	SP1	1.0	1.3	288.6
	SP2	3.8		

<sup>1</sup> ces profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain le jour de notre intervention ; elles ne tiennent pas compte des terrassements projetés pour les futurs ouvrages (notamment sur SP2)

<sup>2</sup> niveau R-1 pris à la cote 289.9 d'après les coupes transmises

**Tableau 9 : profondeurs minimales d'assise des massifs**

NB : Rappelons que le sondage SP2 a été réalisé en partie haute du talus, soit à une altimétrie de + 2.8 m par rapport au niveau du terrain au droit de SP1.

Ces profondeurs seront à adapter en plus ou en moins en fonction de la nature et de la profondeur du sol d'assise effectivement rencontrées, lors de l'ouverture des fouilles.

On veillera dans tous les cas à atteindre un horizon mécaniquement homogène et résistant, en veillant à bien s'affranchir des remblais superficiels, des argiles sableuses à blocs et de tout passage mou éventuellement rencontré et présent localement.

Il conviendra également de respecter les conditions de mitoyenneté mentionnées ci-après au § 8.6.

La compacité et l'homogénéité des fonds de fouilles devront **systématiquement** être vérifiées dans le cadre des missions G3 et G4 (cf. §11).

### 8.3 Méthode de justification

La justification des radiers a été réalisée en considérant des fondations dimensionnées, exécutées et contrôlées suivant de la norme NF P 94-261.

Les différentes vérifications effectuées sont les suivantes :

- capacité portante :
  - ELU Fondamental
  - ELS Caractéristique
  - ELS Quasi-Permanent
- tassement : ELS Quasi Permanent
- glissement : ELU Fondamental

En l'absence d'efforts transmis, les vérifications au séisme n'ont pu être réalisées.

## 8.4 Principe de justification

### 8.4.1 Contrainte de calcul

La contrainte de calculs  $\sigma_{R,d}$  est déterminée à partir de la contrainte  $q_{net}$ , elle-même calculée à partir de la pression limite pressiométrique (cf. annexe D de la norme NF P 94-261) et des coefficients de pondération, suivant les états considérés (ELU/ELS).

Les contraintes au sein des sols d'ancrage composées de **graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2)** sont les suivantes :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d \text{ ELS}} &= 300^* \times i_\delta \times i_\beta \text{ kPa} \\ \sigma_{R,d \text{ ELU}} &= 500^* \times i_\delta \times i_\beta \text{ kPa} \end{aligned}$$

\* ces valeurs ont été réduites pour tenir compte des possibles passages plus mous dans les sols 2

$i_\beta$  : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus

$i_\delta$  : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge.

La prise en compte des coefficients  $i_\beta$  et  $i_\delta$  s'effectuera suivant les règles des § D.2.4 à D.2.6 de l'annexe D de la norme NF P 94-261.

### 8.4.2 Vérification de la dimension des appuis

Nous avons déterminé les dimensions des fondations à partir des cas de charge proposés dans le §3.3 et de la contrainte donnée dans le paragraphe précédent :

Semelle filante	largeur B	longueur L	hauteur D
	0.5 m	5.2 m	1.3 m*

Tableau 10 : dimensions de la semelle filante

\*profondeur donnée par rapport au niveau fini du R-1 pris à la cote 289.9 m NGF d'après les coupes transmises

Conformément aux règles de l'art, une largeur minimale de 0.50 m pour les semelles filantes devra être adoptée.



#### 8.4.3 Méthode de calculs et tassements

Les tassements doivent être vérifiés pour les combinaisons de charges aux ELS quasi-permanents. Le tassement a été calculé suivant la méthode pressiométrique pour un sol hétérogène et selon l'annexe H de la norme NF P 94-261.

Les calculs ont été réalisés en considérant un ancrage au sein des graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2) de 0.7 m.

Le calcul des tassements a été réalisé à l'aide du module Fondsup du logiciel FOXTA.

#### 8.4.4 Vérification de l'excentrement

L'excentricité des charges devra respecter les critères définis dans le §9.5 de la norme NF P 94-261.

Suivant les combinaisons d'actions, et la valeur de l'excentrement, les relations suivantes doivent être vérifiées :

Type semelle	ELU	ELS quasi-permanent	ELS caractéristiques
Filante	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15}$	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{2}{3}$	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{2}$
Rectangulaire	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{B}\right) \geq \frac{1}{15}$	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{B}\right) \geq \frac{2}{3}$	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{B}\right) \geq \frac{1}{2}$

$e$  : excentrement de la surcharge

$B$  : largeur de la semelle

$L$  : longueur de la semelle

La vérification devra être réalisée lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

#### 8.4.5 Vérification au glissement

La vérification au glissement s'effectue conformément au § 10.1 de la norme NF P 94-261.

En l'absence d'efforts horizontaux transmis, cette vérification n'a pas été faite à ce stade. La valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain (approche 2, pour des fondations coulées en place) pourra être prise à  $\delta = \varphi' = 35^\circ$  pour le sol 2.

La vérification devra être réalisée lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

### 8.5 Résultats

Les résultats sont donnés ci-dessous avec les réserves émises quant aux hypothèses relatives aux caractéristiques géotechniques, à l'hétérogénéité des sols et aux charges prises en compte selon les informations transmises.

Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
ELS-Quasi-permanentes	163,00	0,00	9,00	1,00	261,96	-	Ok	Ok	-	0,31
ELU-Fondamentales	227,55	0,00	9,00	1,00	430,36	131,68	Ok	Ok	Ok	-

**Tableau 11 : résultats des calculs pour la semelle filante – secteur SP1**

Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
ELS-Quasi-permanentes	163,00	0,00	11,70	1,00	263,27	-	Ok	Ok	-	0,25
ELU-Fondamentales	227,55	0,00	11,70	1,00	432,51	131,68	Ok	Ok	Ok	-

**Tableau 12 : résultats des calculs pour la semelle filante – secteur SP2**

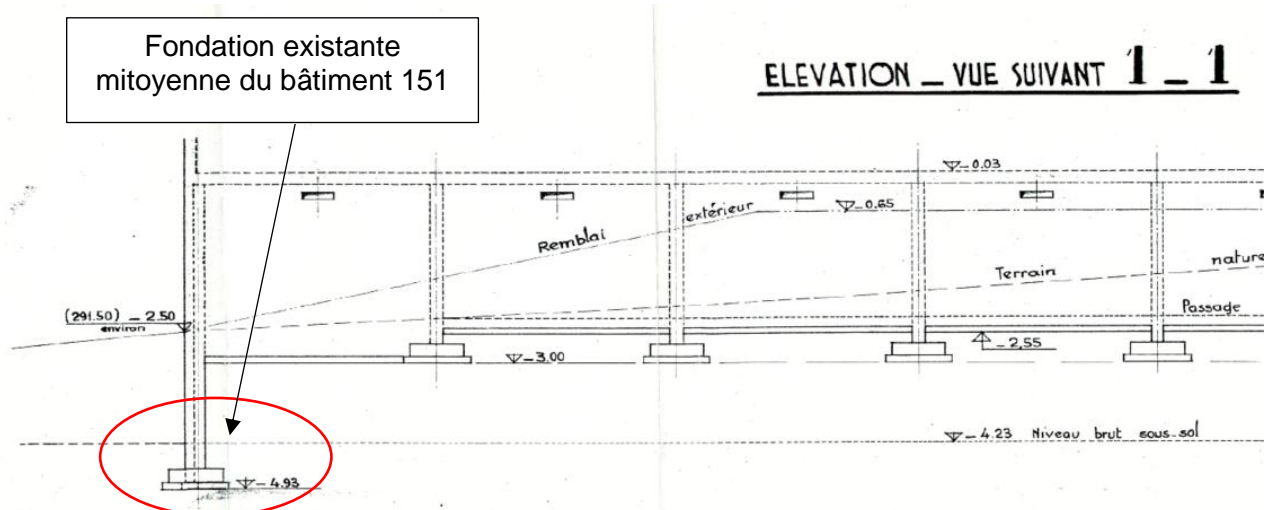
Les tassements absolus et les tassements différentiels de l'ordre du demi-centimètre pour la semelle filante étudiée selon les cas de charges transmis. Le bureau d'études structures devra toutefois confirmer que ces valeurs sont compatibles avec l'ouvrage projeté.

Les fichiers de résultats FOXTA sont joints en annexe A2.

## 8.6 Conditions de mitoyenneté

Le futur local technique étant construit en extension du bâtiment 151 existant, il conviendra de respecter, conformément aux règles de l'art, les conditions de mitoyenneté mentionnées ci-après.

Afin d'éviter toute interaction avec les existants conservés et les ouvrages projetés, l'assise des fondations à créer devra être descendue à une profondeur **au moins égale à celle des fondations existantes et projetées**, si celles-ci sont suffisamment ancrées au sein des graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2). On rappelle que l'assise des fondations du bâtiment existant serait située à une altimétrie d'environ 289 m NGF (voir figure ci-dessous), sans que cette information puisse être confirmée. **Il conviendra de vérifier cette information par la recherche de plans d'exécution et/ou par la réalisation de fouilles de dégagement de fondations.**



**Figure 9 : extrait du plan de fondations et coffrage du bâtiment 151 en date du 14/06/1962 (source = CEA)**

En effet, le déchaussement des fondations existantes est de nature à générer des désordres en cas d'instabilité des fouilles. Les fouilles de fondations pourront être ouvertes perpendiculairement ou suivant un phasage, afin de ne pas déstabiliser les fondations existantes.

On veillera donc à assurer la bonne tenue des fouilles des fondations à proximité des fondations existantes. Celle-ci est fonction des conditions d'exécution à définir (ouverture rapide et coulage immédiat, blindage, phasage par plots alternés, reprise en sous-œuvre, etc...).

Dans tous les cas, des déformations résultant de tassements par influence du projet sur l'existant pourront se produire sur le bâtiment existant. La reprise de certains désordres apparus localement sur les existants ne peut être totalement exclue, et devra donc être prévue au niveau de l'économie et du fonctionnement du projet.

## **8.7 Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles**

Un certain nombre de recommandations doit être pris en compte lors de la conception et de l'exécution des infrastructures :

- Il conviendra de prévoir une réception attentive des fouilles des fondations lors de leur ouverture, afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages.
- Toute zone douteuse (remblais, passages très mous, ancienne infrastructure, etc.) ou remaniée sera purgée, et remplacée par un rattrapage en gros béton. Rappelons notamment, la présence de remblais au droit des sondages SP1 et SC1 jusqu'à 0.5 m de profondeur environ.
- A l'occasion de cette réception, il sera vérifié que la compacité des sols d'assise des fondations soit identique sous la totalité de l'emprise de chaque construction projetée.
- En cas d'arrivées d'eaux intempestives (infiltrations, ruissellements, pluie etc.), il est impératif de purger et de curer les fonds de fouilles des matériaux remaniés ou saturés d'eau.
- Compte tenu de la sensibilité possible des sols vis-à-vis des variations hydriques, il conviendra de bétonner les fondations immédiatement après ouverture des fouilles.
- Elles seront coulées à pleine fouille afin d'assurer un bon contact sol en place/béton, et de limiter le risque d'infiltrations d'eau à ce niveau.
- Les fondations devront être mises hors-gel en respectant une profondeur minimale de 0.7 m/niveau extérieur fini
- Les fonds de fouille devront être horizontaux.
- Le projet sera totalement désolidarisé des mitoyens existants par la réalisation de joints de rupture descendus jusqu'à la base des fondations.
- Dans le cas d'un niveau d'assise variable, il conviendra de prévoir la réalisation de redans ; ils seront établis de manière à respecter la règle des trois pour un : les niveaux de fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de trois (3) de base pour un (1) de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.

Cette règle devra être respectée :

- entre fondations projetées et fondations mitoyennes (voir § 7.6) ; en effet, le déchaussement des fondations existantes est de nature à générer des désordres en cas d'instabilité des fouilles
- entre fondations projetées et pied de talus mitoyens amonts et avals éventuels.

Nous rappelons qu'il sera impératif d'éviter toutes interactions entre les futures fondations et celles actuellement en place. Le projet sera totalement désolidarisé des mitoyens existants.

Toutes les précautions devront ainsi être prises vis-à-vis de l'existant pour éviter tout mouvement tant en phase provisoire que définitive, et pour éviter de modifier de manière défavorable l'état d'équilibre actuel. En particulier, on veillera à ne pas générer de vibrations intempestives sur les existants conservés. Dans le cas où des engins vibratoires seraient utilisés, ils seront employés avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet afin notamment de limiter la propagation des vibrations. Il y aurait lieu d'effectuer des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés par la circulaire ministérielle de juillet 1986.

Par ailleurs, les fondations mitoyennes seront réalisées après avoir vérifié, par des fouilles complémentaires, la géométrie des fondations existantes (profondeur, largeur et nature des terrains d'assise) de manière à éviter toute interaction entre les deux systèmes et définir, si nécessaire, les dispositions / reprises en sous-œuvre à mettre en place pour assurer la stabilité des infrastructures actuelles.

Contre l'existant, on préférera un système de fondation par semelles isolées ou par semelles filantes perpendiculaires aux infrastructures mitoyennes, qui seront ouvertes puis immédiatement coulées par passes alternées (selon la technique dite « en touches de piano »), afin d'éviter tout désordre sur la construction actuelle. Le cas échéant, la reprise en sous-œuvre des fondations de l'existant devra être prévue (dans le cas où les fondations existantes seraient situées à un niveau supérieur à celui des fondations projetées). La réalisation de semelles filantes parallèles aux existants est dans tous les cas à proscrire.

Les dispositions de mise en œuvre devront faire l'objet d'une étude spécifique selon la géométrie réelle des fondations des existants à définir suite à des vérifications complémentaires comme vu plus haut. Les travaux de reprise en sous œuvre des fondations existantes qui s'avèreraient nécessaires le cas échéant, devraient dans tous les cas faire l'objet d'une étude spécifique par le BET des structures (largeur des ouvertures de passe à définir en fonction notamment de la rigidité des structures actuelles). Un diagnostic géotechnique G5 accompagnera cette étude structure (portances, tassements, modes opératoires des confortements, etc..).

## 9 TERRASSEMENTS

L'étude approfondie des conditions de terrassement sera à préciser dans le cadre des études d'exécution (mission G3) qui doivent suivre, selon la norme NFP 94-500, la présente mission G2-PRO.

On rappelle que la phase de terrassement et de reprofilage du talus accolé au bâtiment 151, qui devait être réalisé préalablement à notre intervention, ne fait pas partie du périmètre de la présente étude.

Les excavations des fondations intéresseront, au-delà des remblais à blocs sableux (sol 0) et des argiles sableuses à cailloux et blocs (sol 1), des graviers à matrice sablo-limoneuse (sol 2) de résistance mécanique moyenne.

### 9.1 Moyens des travaux de terrassement

La méthodologie est de la responsabilité de l'entreprise. Elle devra notamment permettre d'atteindre les profondeurs requises et garantir l'absence de désordres sur les infrastructures et/ou ouvrages existants.

Il devra être pris en compte en particulier les points suivants :

- l'éventuelle présence de substructure au sein des formations de remblais superficiels, rencontrés dans le secteur des sondages SP1/SC1
- la sensibilité des fondations du bâtiment 151 existant.

Les terrassements devront être réalisés à l'aide de moyens adaptés (pelle mécanique de puissance adaptée en raison de la présence de sols compacts à dominance graveleuse, etc.), notamment pour atteindre les profondeurs d'assises requises plus haut.

Dans le cas de la rencontre d'anciennes substructures avérées et/ou de gros blocs, l'utilisation du BRH sera nécessaire. L'usage du brise roche serait fait avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet. Il y aurait, par exemple, d'effectuer des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes (**bâtiment 151 notamment**) et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés par la circulaire ministérielle de Juillet 1986 (ou des textes applicables aux ouvrages environnants).

### 9.2 Maintien des parois de fouille

Le projet comporte la réalisation de terrassements en déblais, conduisant à la création de parements de fouilles qu'il convient de maintenir stable. On rappelle que le soutènement du talus actuellement accolé au bâtiment au 151 ne fait pas partie du périmètre de la présente étude.

D'une manière générale, les fouilles de fondations intercepteront, un horizon de remblais à blocs sableux (sol 0), reconnu jusqu'à 0.5 m de profondeur au droit des sondages SP1 et SC1, présentant une mauvaise tenue en fouille. Les graviers à matrice sablo-limoneuse (sols 2), qui constituent l'horizon d'assise recherché, risquent également de présenter une mauvaise tenue en fouille.

Compte tenu de la présence d'avoisinants, la mise en œuvre de soutènement (blindage voir micro berlinoise) sera à prévoir.

Les ouvrages de soutènement seront conçus de manière à éviter tout déplacement et mouvement des terres amont et aval, des fondations mitoyennes et de leurs terrains d'assise (bâtiment 151 notamment) et devront permettre d'assurer une parfaite gestion des eaux, notamment en phase chantier.

Ils devront être dimensionnés lors de la mission G3.

Le suivi de la réalisation des terrassements (à l'abris des ouvrages de soutènements) sera effectué à l'avancement des travaux de terrassement, lors des missions de suivi géotechnique et de supervision géotechnique du suivi d'exécution (missions G3 et G4).

D'après les investigations réalisées, on pourra retenir pour le dimensionnement de ces ouvrages, les caractéristiques intrinsèques pour les sols concernés, données au paragraphe 6.1.

On veillera donc à assurer la bonne tenue des fouilles de fondations à proximité des ouvrages existants. Celle-ci est fonction des conditions d'exécution à définir (ouverture rapide et coulage immédiat, blindage, phasage par passes alternées, reprise en sous-œuvre, etc...). Si aucune disposition n'est prise, la reprise en sous-œuvre des existants devra être prévue dans l'économie du projet.

Des fouilles de reconnaissance de fondations du bâtiment 151 pourront être à réaliser, afin de préciser les conditions de fondations.



## **10 DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX SOUTERRAINES**

### **10.1 Phase travaux**

Nous rappelons que les investigations réalisées dans le cadre de la présente étude n'ont pas mis en évidence de niveau d'eau.

La présence d'une nappe interceptant le projet ne semble donc pas avérée. Cependant, la présence de circulations d'eau, notamment à la faveur des remblais et des horizons grossiers (sables, graviers des sols 1 et 2 par exemple), est possible selon les périodes de l'année.

En cas d'arrivées d'eaux intempestives (infiltrations, ruissellements, pluies, ...), un dispositif d'épuisement en fond de fouille associé à des blindages pourra être à prévoir. La réalisation des fouilles devra dans tous les cas, s'effectuer idéalement dans des conditions météorologiques favorables.

### **10.2 Phase définitive**

Un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement sera également mis en place aux abords des fondations, afin d'éviter toute réinjection des eaux de surface au niveau des sols d'assise.

## 11 RECOMMANDATIONS GENERALES

### 11.1 Étude de l'influence sur les avoisinants

Il pourra être nécessaire de prévoir une auscultation des avoisinants (notamment du bâtiment 151 existant), par la mise en place d'une instrumentation adaptée (système d'auscultation en continue avec cibles topographiques, tiltmètres, fissuromètres...).

Un état initial de ces ouvrages et un suivi devront être réalisés, avant le démarrage des travaux, pour apprécier l'influence des saisons et des différentes phases d'exploitation sur les mesures réalisées.

### 11.2 Étude d'exécution

L'entreprise retenue pour la réalisation des ouvrages devra dimensionner les ouvrages géotechniques dans le cadre de sa mission G3 phase étude (norme NF P 94-500).

Elle pourra réaliser une campagne d'investigations géotechniques complémentaire, pour préciser les conditions d'exécution, adapter et éventuellement optimiser le dimensionnement des ouvrages.

Des investigations complémentaires seraient notamment à prévoir, pour vérifier le niveau d'assise des fondations du bâtiment 151, si les documents existants ne permettent pas de statuer avec certitude sur ce point ; dans ce cas, on pourra envisager la réalisation de fouilles de reconnaissance de fondation

### 11.3 Nécessité du suivi et de la supervision géotechnique d'exécution

Il est primordial et indispensable d'effectuer un suivi d'exécution des travaux pour confirmer, adapter et éventuellement optimiser les dispositions proposées.

Des contrôles et vérifications devront être réalisés en phase travaux, afin de valider certaines hypothèses et, si nécessaire, recalculer les modèles en cours de travaux. Les entreprises en charge de l'exécution des travaux devront assurer un suivi géotechnique d'exécution, dans le cadre d'une mission de type G3 suivi.

Conjointement aux missions de type G3 réalisées par l'entreprise, une supervision géotechnique d'exécution (mission de type G4) devra être prévue par la maîtrise d'œuvre/d'ouvrage. Elle permettra de vérifier la conformité de l'étude et du suivi géotechnique aux objectifs du projet. Cette mission est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

### 11.4 Méthode observationnelle

Il conviendra de mettre en place un suivi d'exécution, selon le principe de la méthode observationnelle.

L'objectif de cette méthode est d'aboutir à une optimisation du dimensionnement de l'ouvrage, par une itération entre les résultats d'un calcul du comportement le plus probable, et les résultats d'une instrumentation durant la construction.

La méthode observationnelle constitue une approche pertinente qui permet, compte tenu du contexte géotechnique, d'aboutir à des ouvrages qui ne sont pas inutilement surdimensionnés et coûteux, sans concession sur les objectifs de sécurité et de comportement.

*En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une mission de conception normalisée de type G2 PRO selon la norme NF P 94-500 des Missions Géotechniques, relative à l'étude d'une extension de bâtiment. Il conviendra de prévoir un suivi d'exécution (G3) et une supervision (G4) afin d'adapter les dispositions préconisées dans la présente étude compte tenu des hypothèses retenues et des aléas géotechniques éventuellement mis à jour lors des terrassements.*

A. BROSSIN  
Ingénieur Géotechnicien

**Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013**

**CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE**

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

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 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

Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p><b>ETAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)</b>          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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u>          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.</p> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u>          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).</p>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b>          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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u>          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.</p> <p><u>Phase Projet (PRO)</u>          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.</p> <p><u>Phase DCE / ACT</u>          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.</p>
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b>  <b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b>          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 :</p> <p><u>Phase Étude</u>          — 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.</p> <p><u>Phase Suivi</u>          — 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)</p> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b>          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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u>          — 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.</p> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u>          — 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.</p>
<p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b>          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).</p>

## CONDITIONS GENERALES

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis, dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client.

Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes 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.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. 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 actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

.../-



Conditions générales (suite)

**11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes**

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

**12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation**

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

**13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport**

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

**14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie**

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

**15. Résiliation anticipée**

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

**16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

**Assurance décennale obligatoire**

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

**Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance**

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

**17. Cessibilité de contrat**

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de portefort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

**18. Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

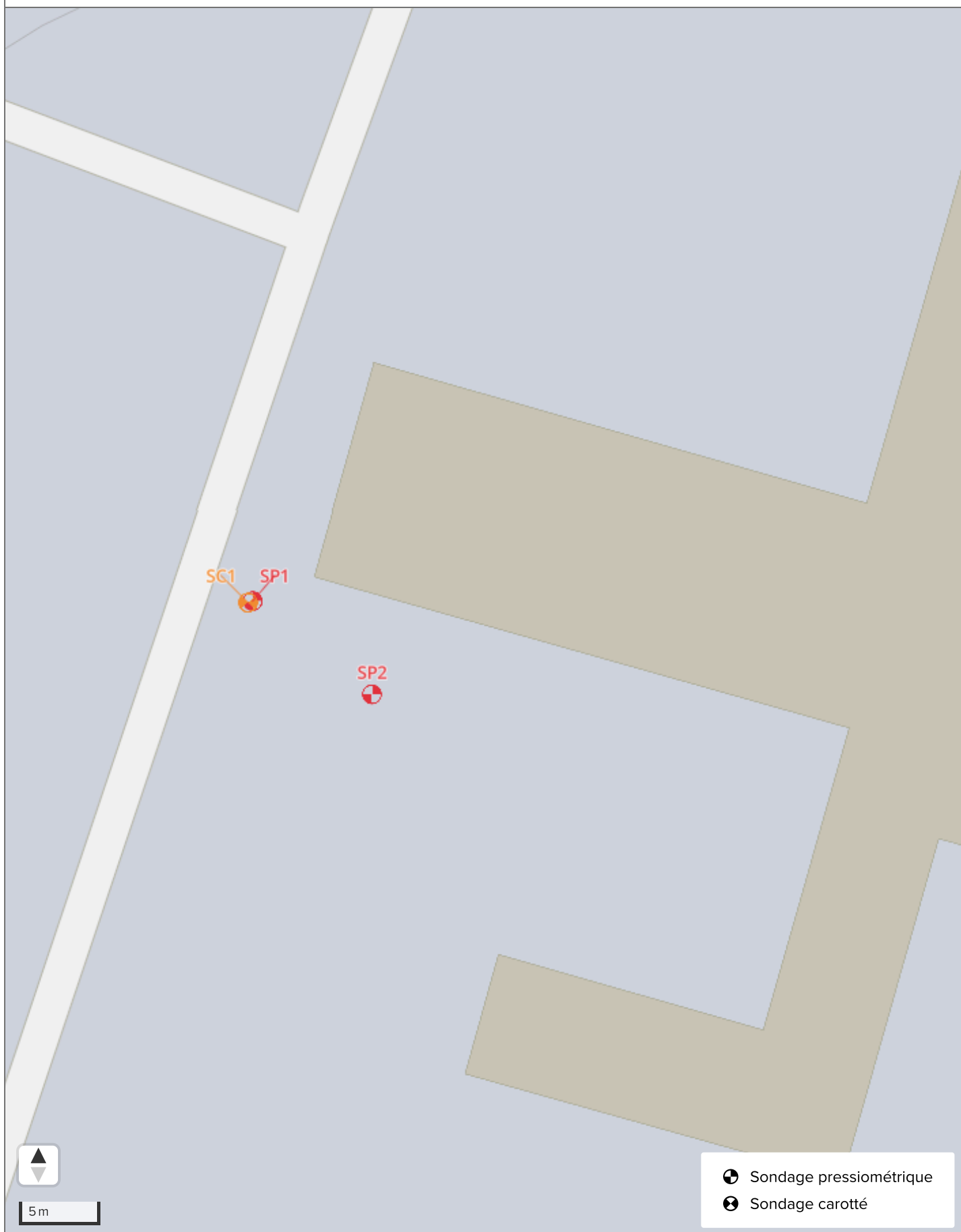
## **ANNEXES**

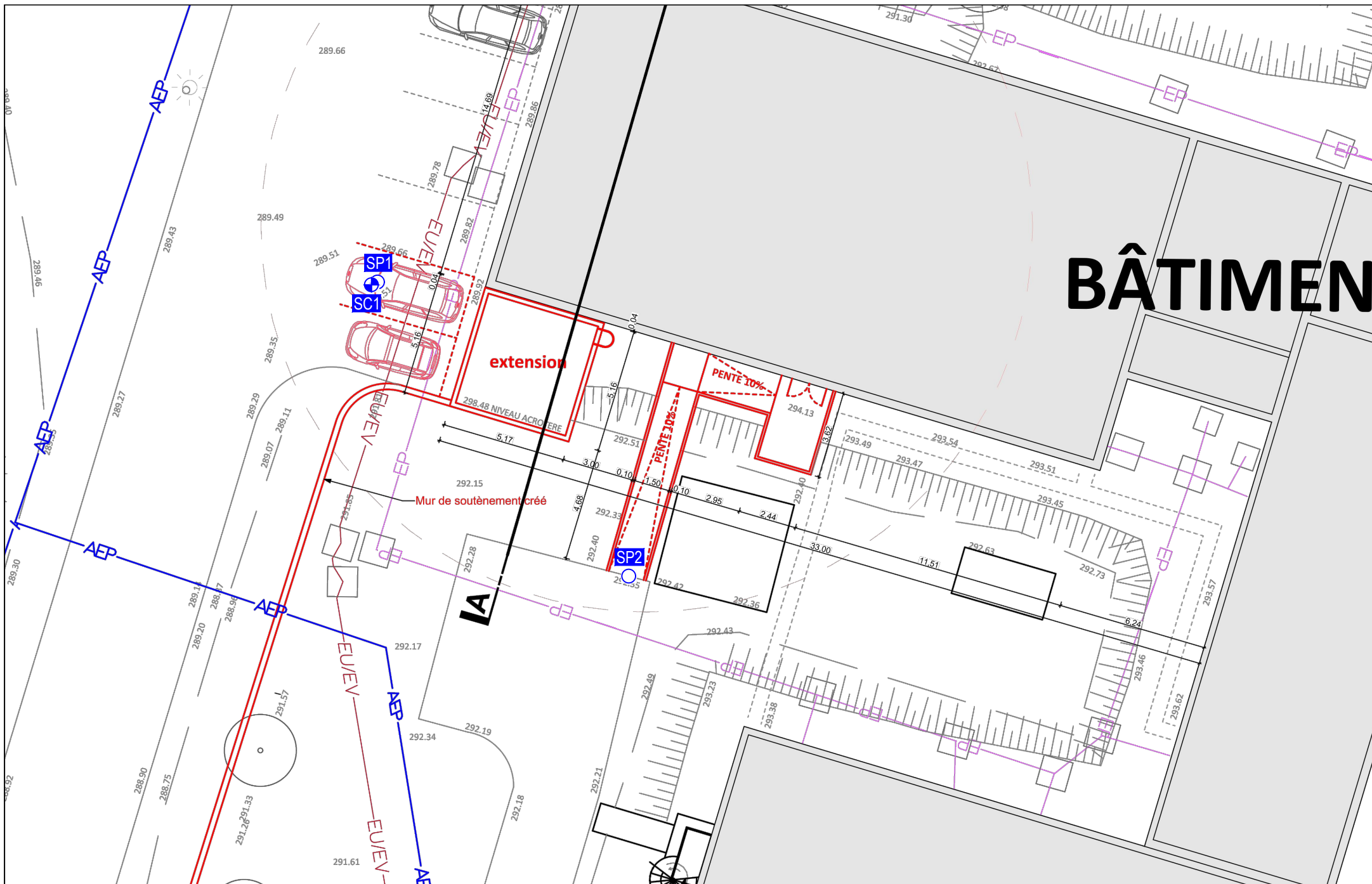
**A1 - PLAN D'IMPLANTATION, COUPES DES SONDAGES, ESSAIS EN  
LABORATOIRE**

**A2 – RESULTATS DES CALCULS DE PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES  
FILANTES (FONDSUP)**

## **A1 - PLAN D'IMPLANTATION, COUPES DES SONDAGES, ESSAIS EN LABORATOIRE**

## PLAN D'IMPLANTATION





	Client:	<b>PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES</b> CHANTIER : EXTENSION BATIMENT 151 - CADARACHE VILLE : SAINT PAUL LEZ DURANCE (13)	Dossier: 25PG304Aa	Réf: PL00A	Légende:			Destructif		Pelle mécanique
			Echelle A4: 1/200	Date: 17/04/2025		2/2 Pressiomètre		Pénétromètre dynamique		Fouille
						1/1 Carotté		Pénétromètre statique		Piézomètre

PLAN D'IMPLANTATION

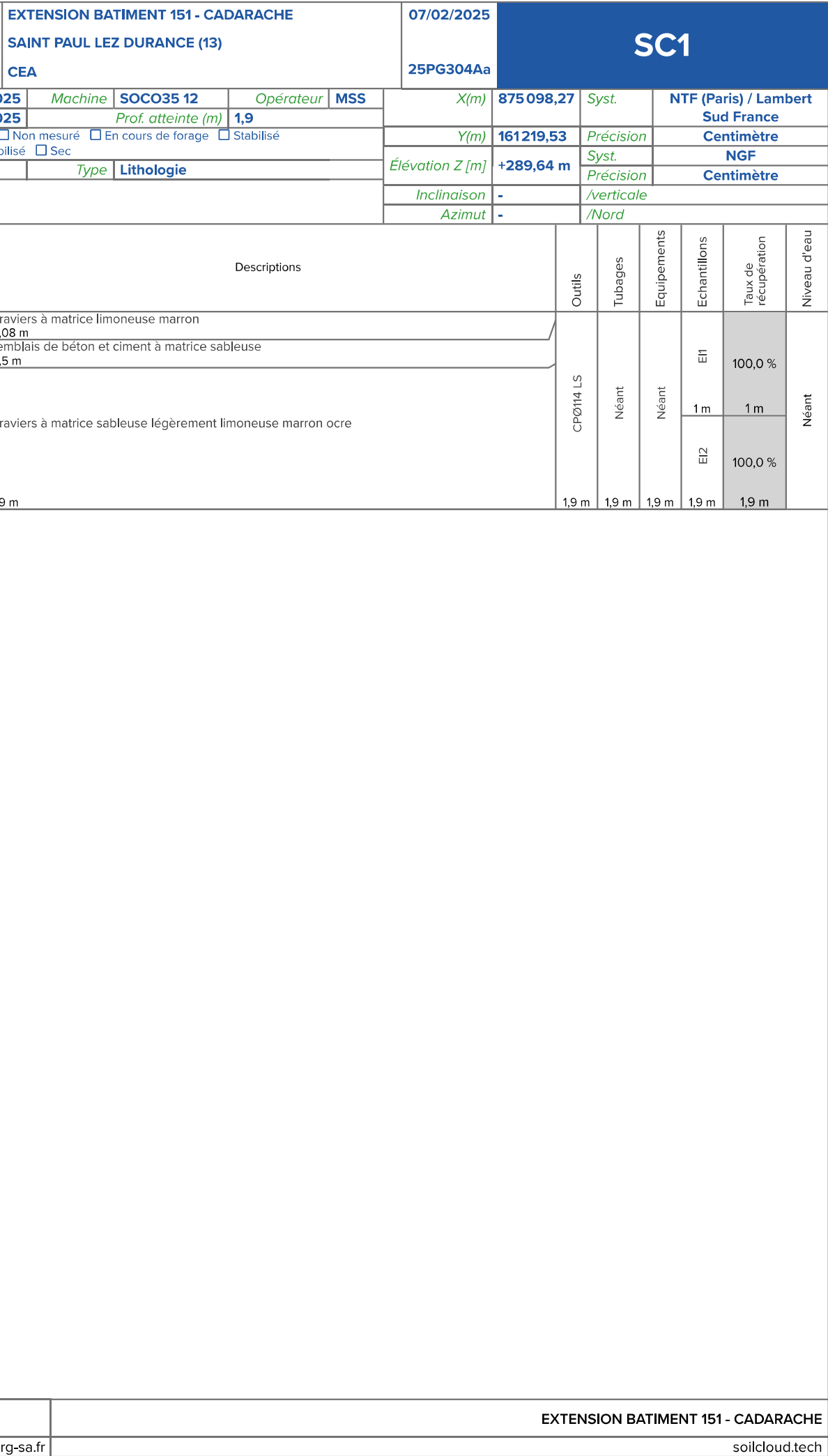
Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Centimètre	Oui
Système de coordonnées du projet	Nivellement
NTF (Paris) / Lambert Sud France	NGF


WGS 84			NTF (Paris) / Lambert Sud France		
Nom	Longitude	Latitude	X	Y	Élévation [m]
SC1	5,7505773	43,6996002	875 098,27	161219,53	289,64
SP1	5,7505809	43,6996011	875 098,55	161219,64	289,66
SP2	5,750672	43,6995496	875 106,13	161 214,23	292,43



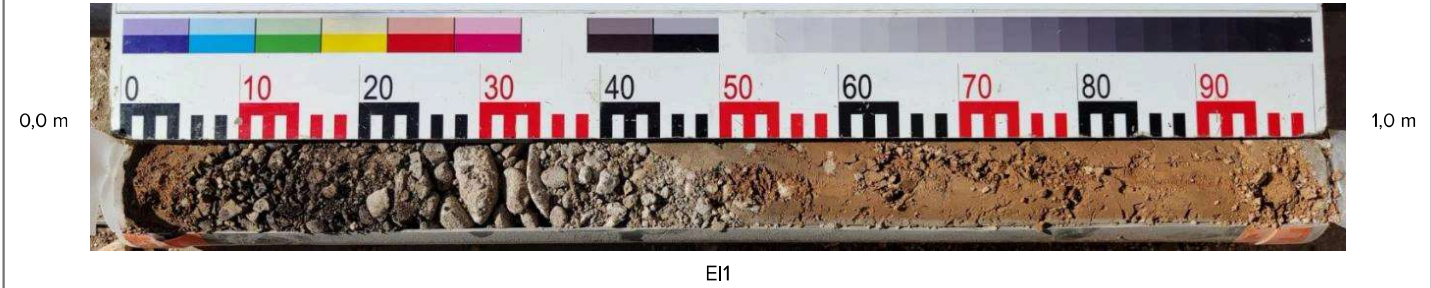
<div><div>ABO</div><div>ERG</div><div>GÉOTECHNIQUE</div></div>		EXTENSION BATIMENT 151 - CADARACHE				07/02/2025		SP1												
		SAINT PAUL LEZ DURANCE (13)				25PG304Aa														
		CEA																		
Début		03/02/2025		Machine		SOCO35 12		Opérateur		MSS		X(m)		875 098,55		Syst.		NTF (Paris) / Lambert		
Fin		04/02/2025		Prof. atteinte (m)		10,0						Y(m)		161219,64		Précision		Sud France		
Niveau d'eau		<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé										Élévation Z [m]		+289,66 m		Syst.		Centimètre		
		<input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec														Précision		NGF		
Données		SP1		Type		Combiné						Inclinaison		-		/verticale		Centimètre		
												Azimut		-		/Nord				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	Em [MPa]	P <sub>lm</sub> * [MPa]	PLM* [MPa]	Em/PLM							
289,66	0		remblai sableux à blocs 0,5 m graviers à matrice sablo-limoneuse ocre 2,5 m  brèche ou calcaire beige fracturé à passages argileux	THC063 1,1 m	TC064 + air	Néant	Sondage rebouché au coulis de ciment													
289,16	1														14,0					
	2														10,1					
287,16	3									199,2	> 4,81	> 4,81	< 41,4							
	4									163,6	> 4,82	> 4,82	< 34,0							
	5									91,6	> 4,81	> 4,81	< 19,0							
	6									208,1	> 4,83	> 4,83	< 43,1							
	7									393,6	> 4,84	> 4,84	< 81,4							
	8									255,7	> 4,84	> 4,84	< 52,9							
	9									378,5	> 4,85	> 4,85	< 78,0							
279,66	10		10 m	10 m	10 m	10 m														







		EXTENSION BATIMENT 151 - CADARACHE SAINT PAUL LEZ DURANCE (13) CEA				07/02/2025  25PG304Aa		SC1	
Début	03/02/2025	Machine	SOCO35 12	Opérateur	MSS	X(m)	875 098,27	Syst.	NTF (Paris) / Lambert
Fin	03/02/2025	Prof. atteinte (m) 1,9				Y(m)	161219,53	Précision	Centimètre
Niveau d'eau	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec					Élévation Z [m]	+289,64 m	Syst.	NGF
Données	SC1	Type	Lithologie			Inclinaison	-	Précision	Centimètre
						Azimut	-	/verticale /Nord	

ECHANTILLONS





<b>CHANTIER</b>  <b>LIEU</b>  <b>CLIENT</b>  <b>N° DOSSIER</b>		<b>EXTENSION BAT 151</b>  <b>13 - CADARACHE</b>  <b>CEA</b>  <b>25PG0304Aa</b>			
<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI2</b> <i>échantillon</i>	<b>1,00</b>	à <i>profondeurs (m)</i>		<b>1,90</b>
<b>description lithologique</b> graviers à matrice sableuse légèrement limoneuse brun-ocre		<b>1,00</b>	<b>1,20</b>		
<i>Date prélèvement</i>		<b>07/02/2025</b>			

<p align="center"><b>DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX</b></p> <p align="center"><i>Norme NF EN ISO 17892-1</i></p>
---

<i>Température d'étuvage</i>	<b>105°C</b>	<i>opérateur</i>	<b>NRR</b>	<i>date essai</i>	<b>14/02/2025</b>
------------------------------	--------------	------------------	------------	-------------------	-------------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) $m_1$	masse totale sèche (g) $m_2$	masse de la tare (g) $m_c$	n° tare	masse totale humide (g) $m_1$	masse totale sèche (g) $m_2$	masse de la tare (g) $m_c$
B53	2744,8	2630,1	395,3				
<b>teneur en eau (%)</b> <b>w</b>				<u>COMMENTAIRES</u>			
<b>moyenne</b>	<b>essai 1</b>	<b>essai 2</b>					
<b>5,1</b>	5,1						



CHANTIER		EXTENSION BAT 151		
LIEU		13 - CADARACHE		
CLIENT		CEA		
N° DOSSIER		25PG0304Aa		
<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI2</b> <i>échantillon</i>	<b>1,00</b>	à <b>1,90</b>	
		<i>profondeurs (m)</i>		
<b>description lithologique</b>		1,00 1,20		
graviers à matrice sableuse légèrement limoneuse brun-ocre				
<i>Date prélèvement</i>		07/02/2025		

<p align="center"><b>DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS</b></p> <p align="center">Méthode par trousse coupante</p> <p align="center">Norme NF EN ISO 17892-2</p>
---

<i>Température d'étuvage</i>	105°C	<i>opérateur</i>	NRR	<i>date essai</i>	14/02/2025
------------------------------	-------	------------------	-----	-------------------	------------

Masse volumique humide (kg/m <sup>3</sup> )					Masse volumique humide (kg/m <sup>3</sup> )				
essai 1	température (°C)	masse échantillon avec trousse (g) m <sub>1</sub>	masse trousse (g) m <sub>2</sub>	Volume de la trousse (cm <sup>3</sup> ) V	essai 2	température (°C)	masse échantillon avec trousse (g) m <sub>1</sub>	masse trousse (g) m <sub>2</sub>	Volume de la trousse (cm <sup>3</sup> ) V
1980	21	2744,8	395,3	1186,70					
<b>masse volumique sèche (kg/m<sup>3</sup>)</b> $\rho_d$					<u>COMMENTAIRES</u>  La masse volumique sèche est obtenue par calcul à partir de la masse volumique humide et de la teneur en eau du sol.				
$\rho_d$		$\rho_h$		$W_{nat}$					
<b>1880</b>		1980		5,1					



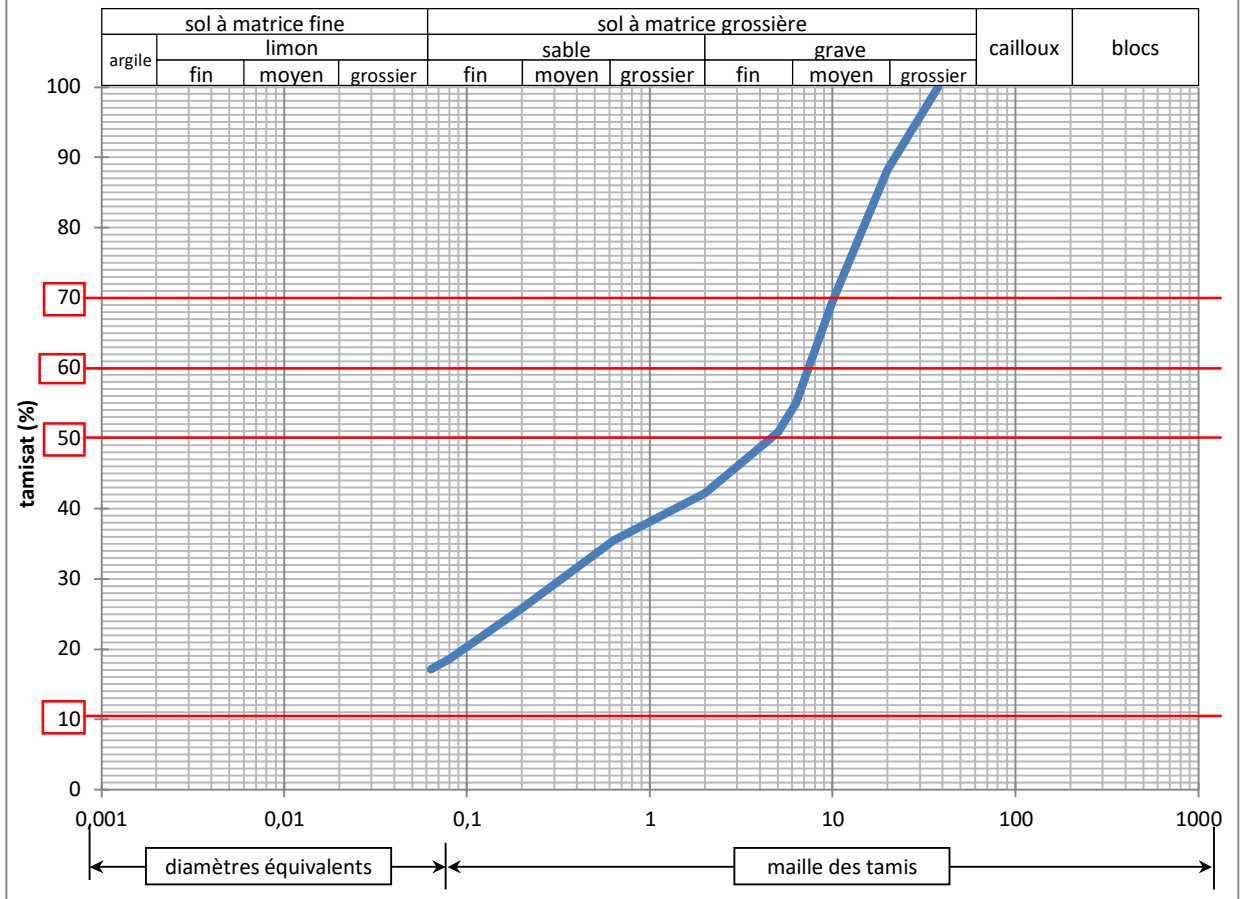
CHANTIER		EXTENSION BAT 151		
LIEU		13 - CADARACHE		
CLIENT		CEA		
N° DOSSIER		25PG0304Aa		
SC1 sondage	EI2 échantillon	1,00	à	1,90
		profondeurs (m)		
description lithologique		1,00	1,20	
graviers à matrice sableuse légèrement limoneuse brun-ocre				
Date prélèvement	07/02/2025			

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE**



Norme NF EN ISO 17892-4

Température d'étuvage	105°C	opérateur	AZE	date essai	20/02/2025
					classification GTR 2023
					I1
					classification NF P 11-300
					B5
					Cu \

$w_{nat}$	5,1%	NF EN ISO 17892-1	$D_m$	37,500 mm
$w_L$	1	NF P 94-052 & NF P 94-051	$D_{70}$	10,296 mm
$I_p$	1		$D_{60}$	7,590 mm
$VB_s$	0,3	NF P 94-068	$D_{50}$	4,707 mm
passant à 2mm	42,2%		$D_{15}$	
passant à 63 µm	17,2%		$D_{10}$	



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
125		10	69,45	0,063	17,16				
100		6,3	54,94						
80		5,0	50,84						
63		2,0	42,23						
50		0,63	35,47						
37,5	100,00	0,20	25,75						
20	88,19	0,08	18,55						

CHANTIER		EXTENSION BAT 151		
LIEU		13 - CADARACHE		
CLIENT		CEA		
N° DOSSIER		25PG0304Aa		
<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI2</b> <i>échantillon</i>	<b>1,00</b>	à	<b>1,90</b>
		<i>profondeurs (m)</i>		
<b>description lithologique</b> graviers à matrice sableuse légèrement limoneuse brun-ocre		<b>1,00</b> <b>1,20</b> 		
<i>Date prélèvement</i>		07/02/2025		
<b>ESSAI AU BLEU DE METHYLENE</b> <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	NRR	date essai	24/02/2025
-----------	-----	------------	------------

$w_{nat}$	5,1%	NF P 94-050
-----------	------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	<b>V.B.S.</b> <b>0,3</b>
65,935	50,84	40	

<u>Remarque</u>  
-------------------------

## **A2 – RESULTATS DES CALCULS DE PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES FILANTES (FONDSUP)**

# Données

Titre du projet : Extension batiment 151

Numéro d'affaire : 24PG304Ab

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Semelle filante extension bat 151 - zone SP1 (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,50

Cote du TN initial Zini (m) : 289,60

Cote du TN final Zfin (m) : 289,60

Cote de base fondation Zd (m) : 288,60

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 35,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	remblai (sol 0)		289,10	100,00	0,01	0,50
2	graviers à matrice sablo limoneuse (sol 2)		287,10	1100,00	20000,00	0,33
3	brèche ou calcaire (sol 3)		279,60	4500,00	100000,00	0,50

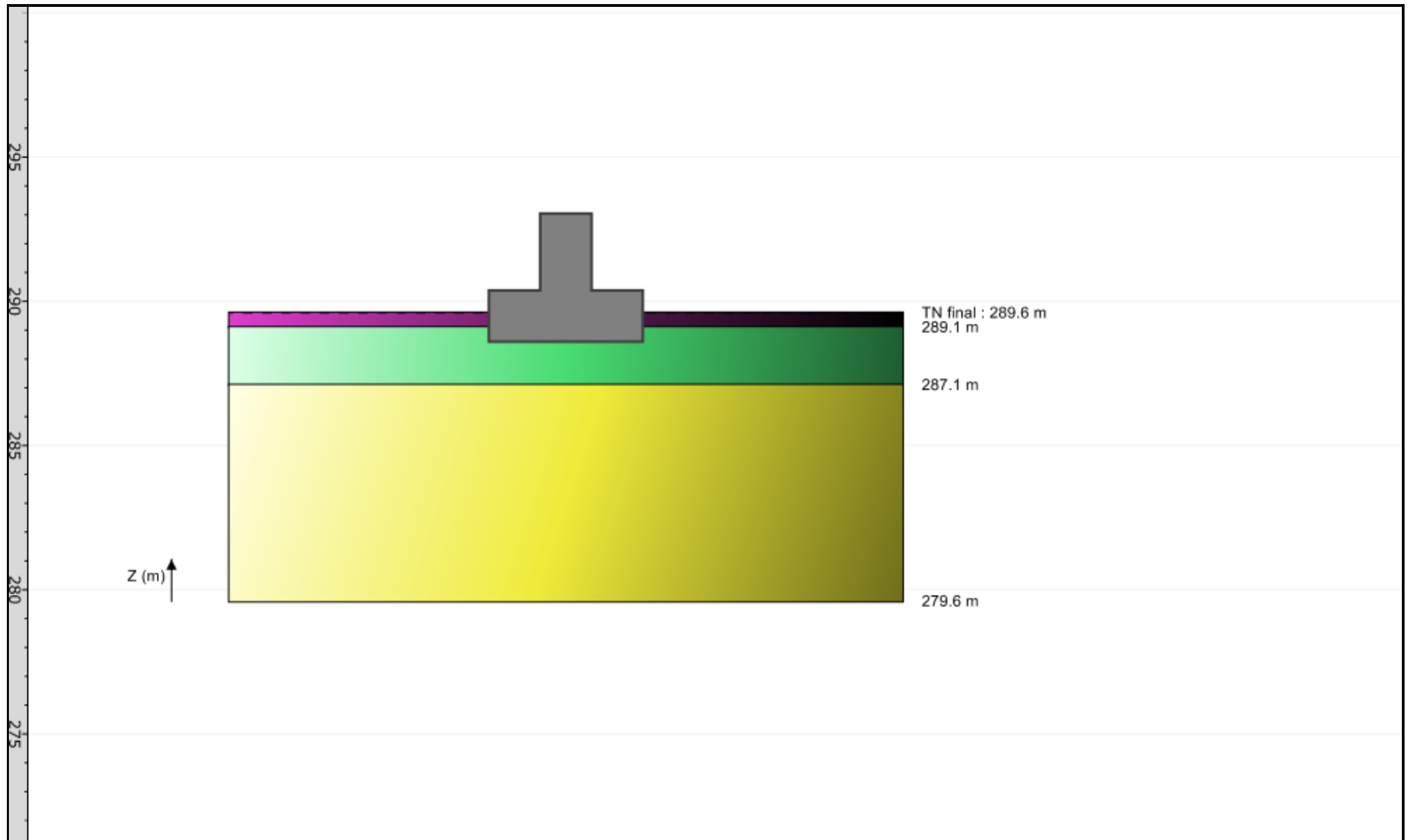
Poids propre de la semelle (P0) : 13,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 288,60

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	150,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	210,0	0,0	0,0	1,35	ELU-Fondamentales

# Onglet "Définition du sol"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	163,00	0,00	9,00	1,00	261,96	-	Ok	Ok	-	0,31
2	ELU-Fondamentales	227,55	0,00	9,00	1,00	430,36	131,68	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4  
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 14:47:11  
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : Extension bâtiment 151  
Module : Fondsup (Cas 1/2)  
Titre du calcul : Semelle filante extension bat 151 - zone SP1



# Données

Titre du projet : Extension batiment 151

Numéro d'affaire : 24PG304Ab

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Semelle filante extension bat 151 - zone SP2 (Cas 2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,50

Cote du TN initial Zini (m) : 292,40

Cote du TN final Zfin (m) : 289,90

Cote de base fondation Zd (m) : 288,60

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 35,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	argile sableuse à cailloux et blocs (sol 1)		289,10	100,00	0,01	0,67
2	graviers à matrice sablo limoneuse (sol 2)		287,40	1100,00	20000,00	0,33
3	brèche ou calcaire (sol 3)		279,40	4500,00	100000,00	0,50

Poids propre de la semelle (P0) : 13,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 288,60

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	150,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	210,0	0,0	0,0	1,35	ELU-Fondamentales

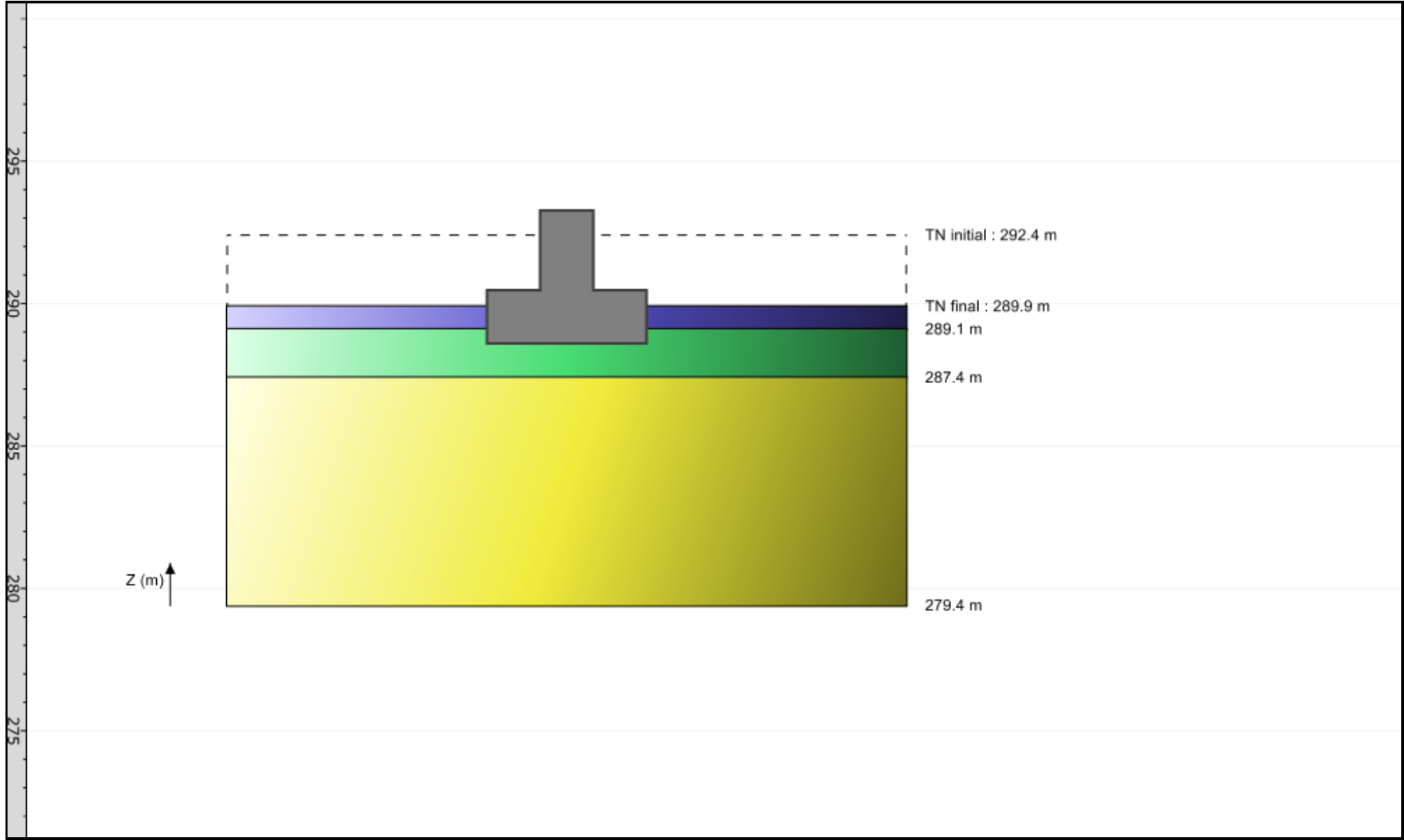


FoXta v4  
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 14:48:40  
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : Extension batiment 151  
Module : Fondsup (Cas 2/2)  
Titre du calcul : Semelle filante extension bat 151 - zone SP2

# Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	163,00	0,00	11,70	1,00	263,27	-	Ok	Ok	-	0,25
2	ELU-Fondamentales	227,55	0,00	11,70	1,00	432,51	131,68	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4  
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 14:48:40  
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : Extension bâtiment 151  
Module : Fondsup (Cas 2/2)  
Titre du calcul : Semelle filante extension bat 151 - zone SP2