Demandeur:

MINISTÈRE DES ARMÉES ET DES ANCIENS COMBATTANTS
SERVICE DE L'ÉNERGIE OPÉRATIONNELLE
CET SEO
M. Arnaud GERVAIS
Chef de Section Infrastructure – matériel
Bureau soutien technique
Centre d'expertise technique
Service de l'énergie opérationnelle
Tél : +33(0)4 95 05 20 30 - PNIA : 864 421 20 30
arnaud.gervais@intradef.gouv.fr

302 Chemin de Sainte Marthe
MARSEILLE (13)

Étude G5 Diagnostic géotechnique

Affaire n°2026/0146/G5/MR/PB

INDICE	DATE	REDACTION	VERIFICATION	OBSERVATIONS
1	10/06/2026	M.REZINE	P.BARNEOUD	1ère diffusion

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 25 02 6242

Le présent rapport comporte pages 27. Sauf autorisation écrite préalable, sa reproduction n'est autorisée que dans son intégralité. Toute modification ou utilisation frauduleuse sera passible de poursuites.

SOMMAIRE

1 Objet de l'étude 3

2 Normes et documents de références 4

3 Présentation du projet 5

3.1 Caractéristiques du projet 5

3.2 Exigences du projet 7

3.2.1 Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrage 7

4 Le site 8

4.1 Description du site 8

4.1.1 Situation et topographie 8

4.1.2 Le site et son environnement 8

4.1.3 - Zone d'influence géotechnique 8

5 Résultats de l'enquete documentaire 9

5.1 Géologie du site 9

5.2 Synthèse des risques géotechniques 9

6 Résultats des investigations et interpretation 10

6.1 Résultats des sondages 10

6.2 Aspect géomécanique 10

6.3 Données hydrogéologiques 10

6.3.1 Niveaux d'eaux 10

6.4 Données liées au risque sismiques 11

6.4.1 Classe de sol sismique 11

6.4.2 Paramètres de calcul liés au séisme 11

7 Ouvrage géotechnique 12

7.1 Modèle géotechnique 12

7.2 Portance et ebauche dimensionelle 12

7.2.1 Contraintes de calcul pour les fondations 12

7.2.2 Vérification de la portance: 13

8 Recommandations 14

9 Utilisation du rapport de l'étude 14

ANNEXES

- Carte de situation géographique ;
- Plan de masse avec implantation des sondages ;
- Résultats des sondages et essais
- Schéma d'enchaînement des missions géotechniques ;
- Classification des missions géotechniques.

1 OBJET DE L'ÉTUDE

La société CETSEO (Centre d'expertise technique du Service de l'énergie opérationnelle) a confié à la société d'ingénierie géotechnique GÉOTERRIA une mission d'étude géotechnique dans le cadre de la réhabilitation d'un bâtiment existant destiné à accueillir de nouveaux équipements de la Cellule EXCEL-ÉNERGIE Défense, sur le site du 302 chemin de Sainte Marthe, commune de Marseille (13).

Cette étude correspond à une mission géotechnique normalisée de type G5 – Diagnostic géotechnique (Norme Française NF P 94-500 de novembre 2013). Elle s'appuie sur les résultats de la campagne d'investigations réalisée par GÉOTERRIA le 26 mai 2026.

Le projet consiste à installer des équipements (bancs d'essais, armoires, cellule climatique, etc.) sur la dalle de sol existante du bâtiment. La présente mission G5 a pour objet, de façon strictement limitative :

- De déterminer la capacité portante du sol support situé sous la dalle existante ;
- D'apprécier l'aptitude de ce sol à reprendre les charges d'exploitation induites par les nouveaux équipements envisagés ;

Les investigations entreprises dans le cadre de la présente mission G5 comprennent

- **1 sondage au carottier battu SC1** descendu à 2,0 m de profondeur, avec relevé lithologique ;
- **3 essais de pénétration dynamique P1, P2 et P3** descendus à 6,0 m de profondeur.
- **Une analyse en laboratoire (Classification GTR)** est en cours. Ce rapport sera mis à jour à la réception des résultats.

Remarque importante : à ce stade, les équipements à installer ne sont pas définis de manière détaillée (ni dimensions d'emprise, ni descentes de charges – DDC). En conséquence, la partie relative à la portance et aux tassements est traitée à titre d'ébauche, sur la base d'hypothèses de charges proposées par GÉOTERRIA ; ces hypothèses devront être confirmées par le Maître d'oeuvre et le constructeur des équipements.

Cette mission comprend :

- Synthèse et interprétation des investigations réalisées ;
- Établissement du modèle géologique et géotechnique du site ;
- Analyse de la compacité des terrains et de la capacité portante du sol support ;
- Estimation des tassements sous charges d'exploitation et appréciation de l'aptitude du sol à recevoir les équipements ;
- Définition des principes d'adaptation de la dalle et orientations associées.

Non compris **:**

- Diagnostic structurel du dallage
- Estimation des quantités, coûts et délais ;
- Étude hydrogéologique spécifique ;
- Missions G2, G3 et G4 ;

2 NORMES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCES

Les documents à notre disposition pour réaliser cette étude sont les suivants :

- Demande de consultation et proposition technique et commerciale CETSEO (réf. devis O260215, du 09/03/2026, M. Mohamed REZINE) ;
- Présentation du programme d'aménagement « Cellule EXCEL-ÉNERGIE Défense » (équipements envisagés) ;

Normes et règlements :

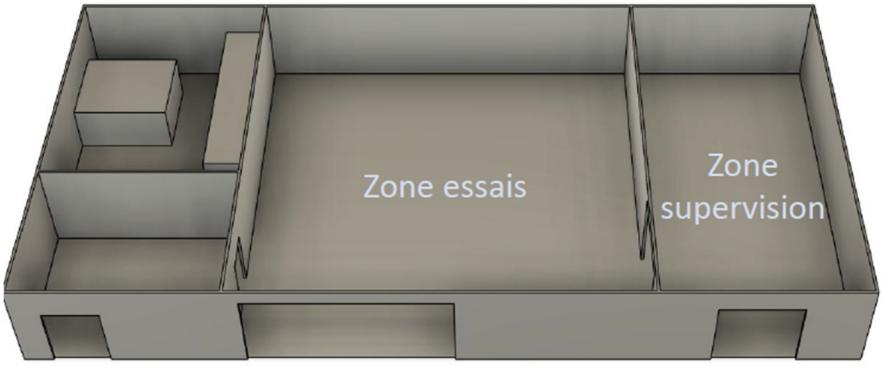
- Norme NF P 94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013 ;
- Norme NF EN 1997 : Eurocode 7 - Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales, l'amendement NF EN 1997-1/A1 et l'annexe nationale NF EN 1997-1/NA ;
- NF EN ISO 22476 – Essai de pénétration dynamique ;
- NF P 94-261 : Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles ;
- Norme EN 1998-5 - Eurocode 8-5 - Application aux fondations (constructions parasismiques).
- NF P 11-300 : Exécution des terrassements-Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routière ;
- Guide des terrassements des remblais et des couches de forme Edition mai 2023 (GTR 2023) ;

3 PRÉSENTATION DU PROJET

3.1 CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Le projet prévoit l'installation, au sein d'un bâtiment existant (hangar), des équipements de la Cellule EXCEL-ÉNERGIE Défense, sur une surface de l'ordre de 95 m^2 (zone d'essais et zone de supervision). Les équipements envisagés, d'après le document de présentation transmis, sont synthétisés ci-après :

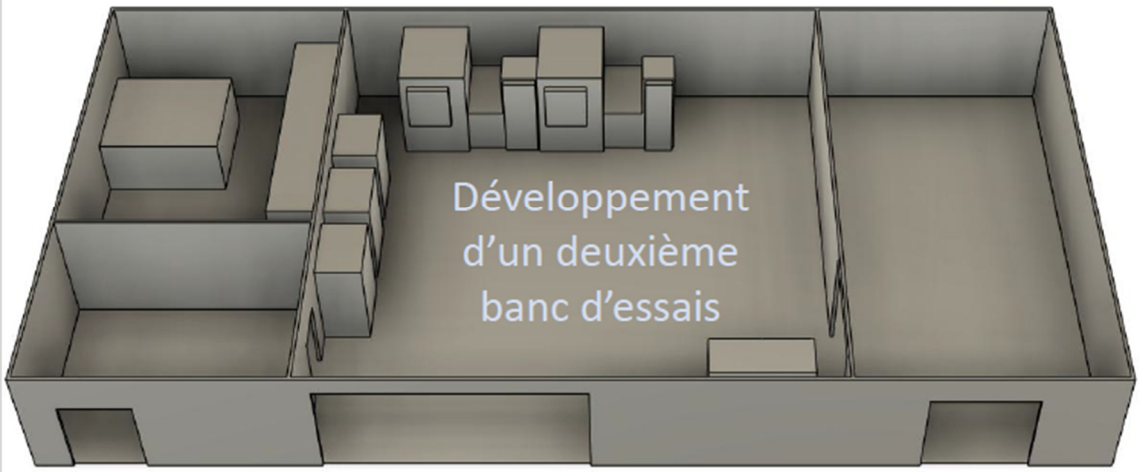
Équipement	Caractéristiques principales	Charge (DDC)
Banc d'essais EIA	75 kW – 3 voies 80 V / 950 A – plage −30 °C / +50 °C	À définir
Armoires de stockage / sécurité	Stockage longue durée à température contrôlée −20 °C / +50 °C	À définir
2e banc d'essais	150 kW – 6 voies – 50 V / 3 200 A (parallèle) · 400 V / 500 A (série)	À définir
Cellule climatique	−80 °C / +150 °C – 10–95 % HR – 0 à 30 000 m d'altitude simulée	À définir
Centrale de supervision	Pilotage des moyens d'essais, centralisation des données	À définir
Mur pyrotechnique + phonique	Renforcement de la sécurité	À définir
Banc d'essais à rouleaux	VL 4WD – −30 °C / +60 °C – 200 km/h	À définir



95m2 dédiés pour des essais sur vecteurs d'énergie électrique



75kW de puissance
3 voies de 80V _ 950A
-30°C / +50°C



6 voies simultanées
150kW
En parallèle : 50V _ 3200A
En série : 400V _ 500A

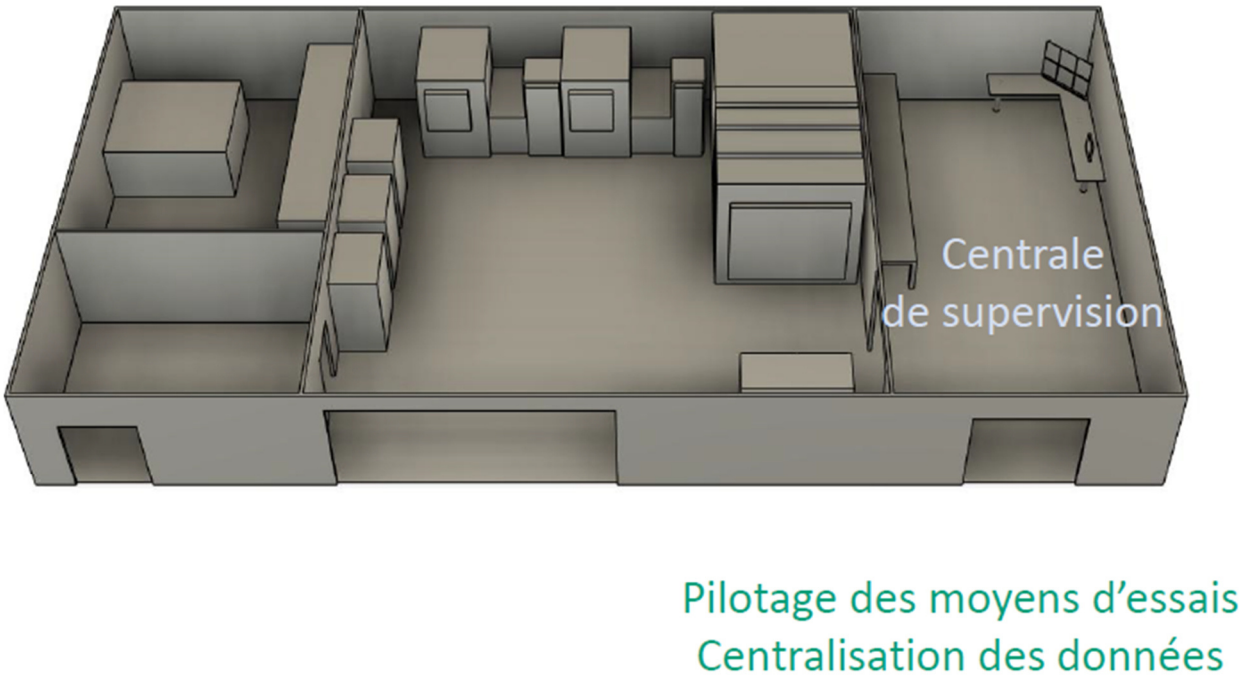


Figure 1 Équipements projetés de la Cellule EXCEL-ÉNERGIE (source : document projet CETSEO)

À ce stade, les emprises au sol, les masses et les descentes de charges (DDC) des équipements ne sont pas définies. Les charges d'exploitation retenues plus loin dans le présent rapport (§ 7) constituent des hypothèses proposées par GÉOTERRIA à titre illustratif, à confirmer par le constructeur et la Maîtrise d'Œuvre.

3.2 EXIGENCES DU PROJET

3.2.1 Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrage

À défaut d'indication du maître d'ouvrage, nous proposons de retenir en référence aux normes NF P 94-261 (annexe N), NF EN 1997-1 et NF EN 1997-1/NA, les hypothèses suivantes :

- **Durée d'utilisation : 50 ans ;**
- **Classe de conséquence CC2 ;**
- **Un ouvrage de catégorie géotechnique 2.**

Ces hypothèses seront à confirmer par le Maître d'ouvrage.

4 LE SITE

4.1 DESCRIPTION DU SITE

4.1.1Situation et topographie

Le projet se situe sur la commune de Marseille (13), au 302 chemin de Sainte Marthe, au sein du bâtiment du Centre d'expertise technique du Service de l'énergie opérationnelle (CETSEO).

Les coordonnées WGS 84 du sondage carotté SC1, représentatives de l'emprise étudiée, sont :

- Longitude : 5,3924° Est ;
- Latitude : 43,3360° Nord.

Les investigations ont été réalisées à l'intérieur du bâtiment, sur la dalle de sol existante, en zone globalement plane. L'accès et l'implantation des sondages sont reportés sur le plan d'implantation joint en annexe.

4.1.2 Le site et son environnement



Figure 2 Photographies du site

D'après les données disponibles (visite de site et plan d'implantation) :

- Emprise du projet : intérieur d'un bâtiment existant accueillant la Cellule EXCEL-ÉNERGIE ; les équipements prennent place sur la dalle de sol existante ;
- Occupation actuelle : dalle béton de sol existante;
- Topographie : plateforme intérieure plane, intégrée au niveau du dallage existant.

4.1.3- Zone d'influence géotechnique

La Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) représente le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Compte tenu de la nature du projet et de la faible hauteur des terrassements, la ZIG se limite à l'emprise des radiers

5 RÉSULTATS DE L'ENQUETE DOCUMENTAIRE

5.1 GÉOLOGIE DU SITE

D'après la carte géologique au 1/50 000ème du BRGM (feuille d'Aubagne-Marseille), le terrain d'assise du projet est constitué des alluvions reposées sur les conglomérats, grès, marnes ou argiles du Stampien.

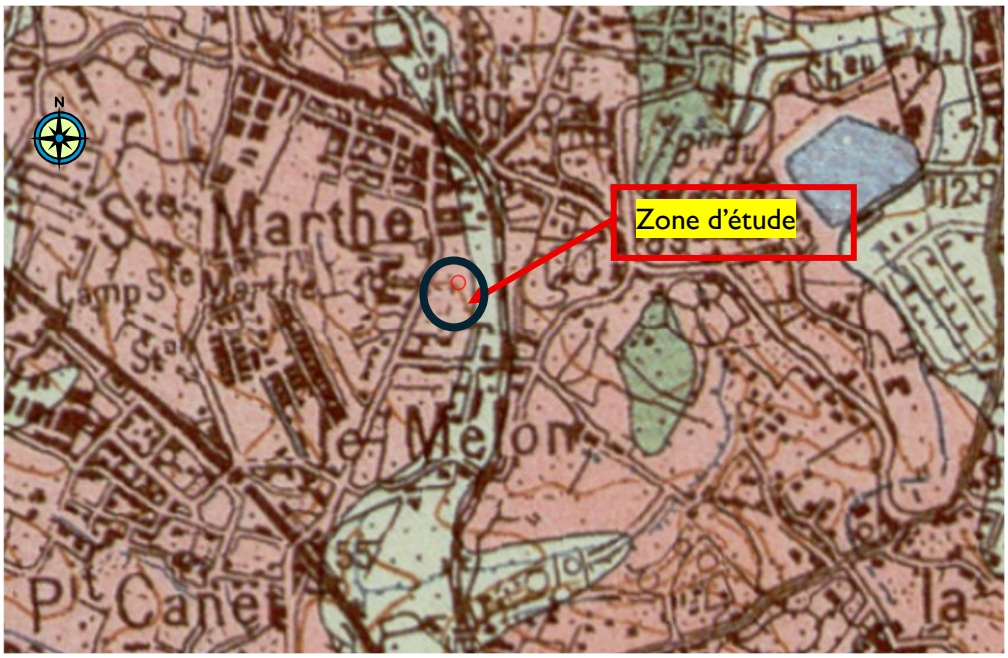


Figure 3 Extrait de la carte géologique d'Aubagne-Marseille au 1/50000ème (Infoterre ©)

5.2 SYNTHÈSE DES RISQUES GÉOTECHNIQUES

La synthèse des différents risques géotechniques à prendre en compte pour le projet est rappelée ci-après :

Type de risque	Aléa / Sensibilité
Risque d'inondations de cave et de débordements de nappe	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave. L'indication de fiabilité associé à votre zone est : FAIBLE *(Géorisques ©).*
Mouvements de terrain et cavités souterraines abandonnées d'origine non minière	*Aucun mouvement de terrain et aucune cavité ne sont référencés dans un rayon de 500 m autour du site (Géorisques ©).*
Risque lié au retrait gonflement des argiles	Aléa fort (*Géorisques ©).*
Risque sismique	Zone sismique 2, faible *(Géorisques ©)*
Risque amiante environnemental	Non concerné (Infoterre ©)
Risque RADON	Modéré 2 *(Géorisques ©).*

Cette liste n'est pas exhaustive. Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte des prescriptions liées à l'ensemble des risques, y compris non géotechniques.

6 RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRETATION

6.1 RÉSULTATS DES SONDAGES

Le sondage carotté SC1 et les pénétromètres dynamiques P1 à P3, réalisés par GÉOTERRIA le 26 mai 2026, ont mis en évidence la succession lithologique suivante :

- **Formation C0 — Dalle béton :** dallage (non feraillé) de sol existant, d'épaisseur ≈ 0,06 m au droit de SC1 ;
- **Formation C1 — Remblais et couche de forme :** de 0,06 m à environ 0,45 m de profondeur ;
- **Formation C2 — Limon sableux :** à partir de 0,45 m, se prolongeant au-delà de la base du sondage SC1 (2,0 m) ;

Les pénétromètres confirment la présence de ce terrain jusqu'à au moins 6,0 m de profondeur, sans refus sur un substratum compact.

6.2 ASPECT GÉOMÉCANIQUE

La compacité des terrains a été appréciée à partir des essais de pénétration dynamique (résistance de pointe dynamique q_d). Les valeurs caractéristiques sont synthétisées ci-dessous :

Formation	Nature	qd min (MPa)	qd max (MPa)	Qd moy (MPa)	Compacité
C1	Remblais / couche de forme	4.2	16.6	9.7	Compacte mais hétérogène
C2	Limon sableux (0,45 à > 6 m)	0.7	10.4	2.2	Lache à peu compact

Synthèse des résistances de pointe dynamiques mesurées (P1 à P3)

6.3 DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES

6.3.1 Niveaux d'eaux

Aucune venue d'eau n'a été observée lors de l'exécution du sondage SC1 (0,00 à 2,0 m / TN) ni signalée lors des essais de pénétration.

Compte-tenu du contexte géologique et topographique, des venues d'eau par ruissellement et circulations préférentielles au gré des couches +/- perméables ou fracturées peuvent se produire et varier en fonction des saisons et des intempéries.

Une mission spécifique hydrogéologique de type G5 pourra être réalisée par le Maître d'Ouvrage (hors mission GÉOTERRIA).

6.4 DONNÉES LIÉES AU RISQUE SISMIQUES

6.4.1 Classe de sol sismique

En première approche, au sens des règles de l'EUROCODE 8 en vigueur, la succession lithologique au droit des différents sondages constitue un sol de **classe B**.

6.4.2 Paramètres de calcul liés au séisme

Zone de sismicité :	2	D'où l'accélération maximale au rocher : a_{gr} =	0,7
Catégorie d'importance du bâtiment :	II	D'où le coefficient d'importance : γI =	1
Classe de sol :	B	D'où le paramètre de sol : S =	1,35

D'où **$a_{max} = a_{gr} \times \gamma I \times S =$ 0,945 m/s²**

Remarques importantes :

Pour un ouvrage de catégorie II en zone 2 le cas sismique n'est pas étudié.

Pour un ouvrage à risque normal en zone sismique faible, l'analyse de risque liquéfaction n'est pas requise.

Les paramètres sismiques ci-dessus (catégorie d'importance) restent à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage.

7 OUVRAGE GÉOTECHNIQUE

Nota : *la présente section constitue une ébauche. En l'absence de descentes de charges définies (cf. § 1 et § 3.1), les charges d'exploitation ci-après sont des hypothèses proposées par GÉOTERRIA. Les valeurs seront à ajuster dès réception des fiches techniques et des DDC des équipements, dans le cadre d'une mission de conception G2.*

7.1 MODÈLE GÉOTECHNIQUE

Au stade de l'avant-projet, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des fondations, le modèle géotechnique et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes :

N°	Formation	Prof. approximative de la base (m/TA)	qd (MPa)	p_{LM}* (MPa)	E_M (MPa)	α
C1	Remblai	0.45	5.0	1.0	10	1/2
C2	Limon sableux	>6	1.5	0.45	4.5	1/2

7.2 PORTANCE ET EBAUCHE DIMENSIONELLE

Nota : la présente section constitue une ébauche dimensionnelle. Les emprises et descentes de charges (DDC) des équipements ne sont pas définies à ce stade (cf. § 1 et § 3.1) ; les valeurs ci-après, établies pour la couche support de limon sableux, seront ajustées dès réception des caractéristiques des équipements par le constructeur / le BET structure.

La portance est déterminée pour la couche de limon sableux (C2), terrain d'assise situé sous la dalle et la couche de forme, suivant la norme NF P 94-261.

7.2.1 Contraintes de calcul pour les fondations

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées à partir de la pression limite nette équivalente p_{le}* calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance k_p.

p_{le}* estimé à 0.45 MPa

k_p = 0.8

q_0 négligé

Les contraintes de calcul sont alors de :

$$q'_{ELS} = 0{,}13\ i_\delta\ i_\beta \quad \text{(en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0{,}22\ i_\delta\ i_\beta \quad \text{(en MPa)}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

7.2.2 Vérification de la portance:

En l'absence de descentes de charges définies, la vérification est menée pour deux hypothèses de charge d'exploitation répartie appliquées sur le sol support, proposées par GÉOTERRIA à titre illustratif (cf. § 7.3):

- DDC n°1 : q = 20 kPa (≈ 2 t/m^2) : charges réparties modérées (armoires, stockage) ;
- DDC n°2 : q = 50 kPa (≈ 5 t/m^2) : équipement lourd (banc d'essais).

Les contraintes appliquées sont comparées aux contraintes de calcul déterminées au § 7.2.1 (chargement vertical centré : iδ = iβ = 1) :

État limite	Contrainte appliquée — DDC n°1	Contrainte appliquée — DDC n°2	Contrainte admissible	Vérification
ELS	20 kPa	50 kPa	130 kPa	OK
ELU (1,35·q)	27 kPa	68 kPa	220 kPa	OK

La portance vis-à-vis de la rupture est assurée dans les deux hypothèses de charge, avec une marge de sécurité confortable. Pour ce type de terrain compressible, le critère dimensionnant n'est toutefois pas la rupture mais le tassement, examiné ci-après.

8 RECOMMANDATIONS

Suivant le tableau 2 « Classification des missions types d'ingénierie géotechnique » de la norme NF P 94-500 (joint en annexe), le présent diagnostic G5 — strictement limité à l'élément géotechnique étudié (sol support de la dalle) — devra être complété, dès que les équipements et leurs descentes de charges seront définis, par :

- une mission G2 PRO pour la conception et le dimensionnement des dispositions à retenir (renforcement, reprise du dallage, fondations des équipements lourds) ;

GÉOTERRIA reste à la disposition des intervenants pour tout complément d'information relatif aux conclusions de la présente étude, dans le respect des critères mentionnés dans les conditions générales jointes en annexe.

9 UTILISATION DU RAPPORT DE L'ÉTUDE

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable ; la mauvaise utilisation qui pourrait en être faite lors d'une communication ou à l'issue d'une reproduction partielle sans l'accord écrit de la **SASU GÉOTERRIA** ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de celle-ci ;

2. Les modifications de conception et d'implantation par rapport aux données de la présente étude seront susceptibles de conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent être portées à la connaissance de la **SASU GÉOTERRIA** ;

3. Des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : venues d'eaux importantes, vides de grande taille, hétérogénéité localisée, etc.) peuvent rendre caduques tout ou partie des conclusions du rapport ;

4. Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant en cours des travaux (éboulement de fouille, glissement de talus, dégâts occasionnés aux constructions périphériques, etc.) doivent être signalés à la **SASU GÉOTERRIA** pour lui permettre éventuellement de reconsidérer et d'adapter les solutions initialement préconisées ;

5. La **SASU GÉOTERRIA** ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où elle aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.

Nous précisons que cette étude géotechnique bénéficie d'une responsabilité civile et d'une responsabilité décennale souscrite auprès de la SMA BTP, sous réserve de l'application des recommandations faites et en fonction des plans qui nous ont été transmis et annexés au présent rapport.

Fait à Éguilles, le 10/06/2026

Rédacteur :

Mohamed REZINE
Ingénieur géotechnicien

Approbateur :

Pierre BARNEOUD
Directeur technique

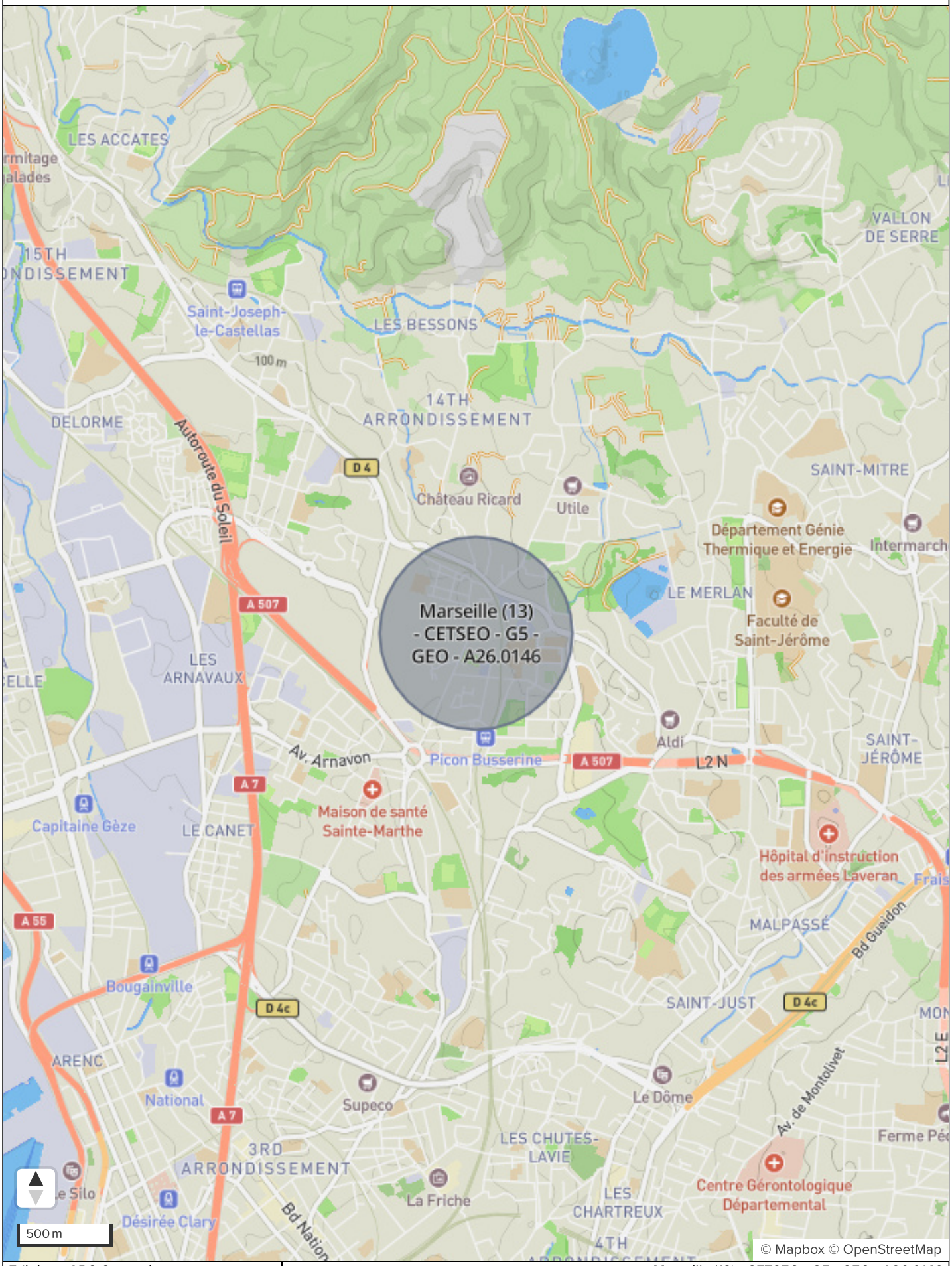
GÉOTERRIA
Géotechnique
B.P. 540 - 83041 TOULON CEDEX 9
Tél. 04.94.27.87.40 - www.geoterria.com
S.A.R.L. Au Capital de 10 000 €
RCS Toulon B 420 586 547 - APE 742 C

ANNEXES

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

Date
09/06/2026

PLAN DE LOCALISATION

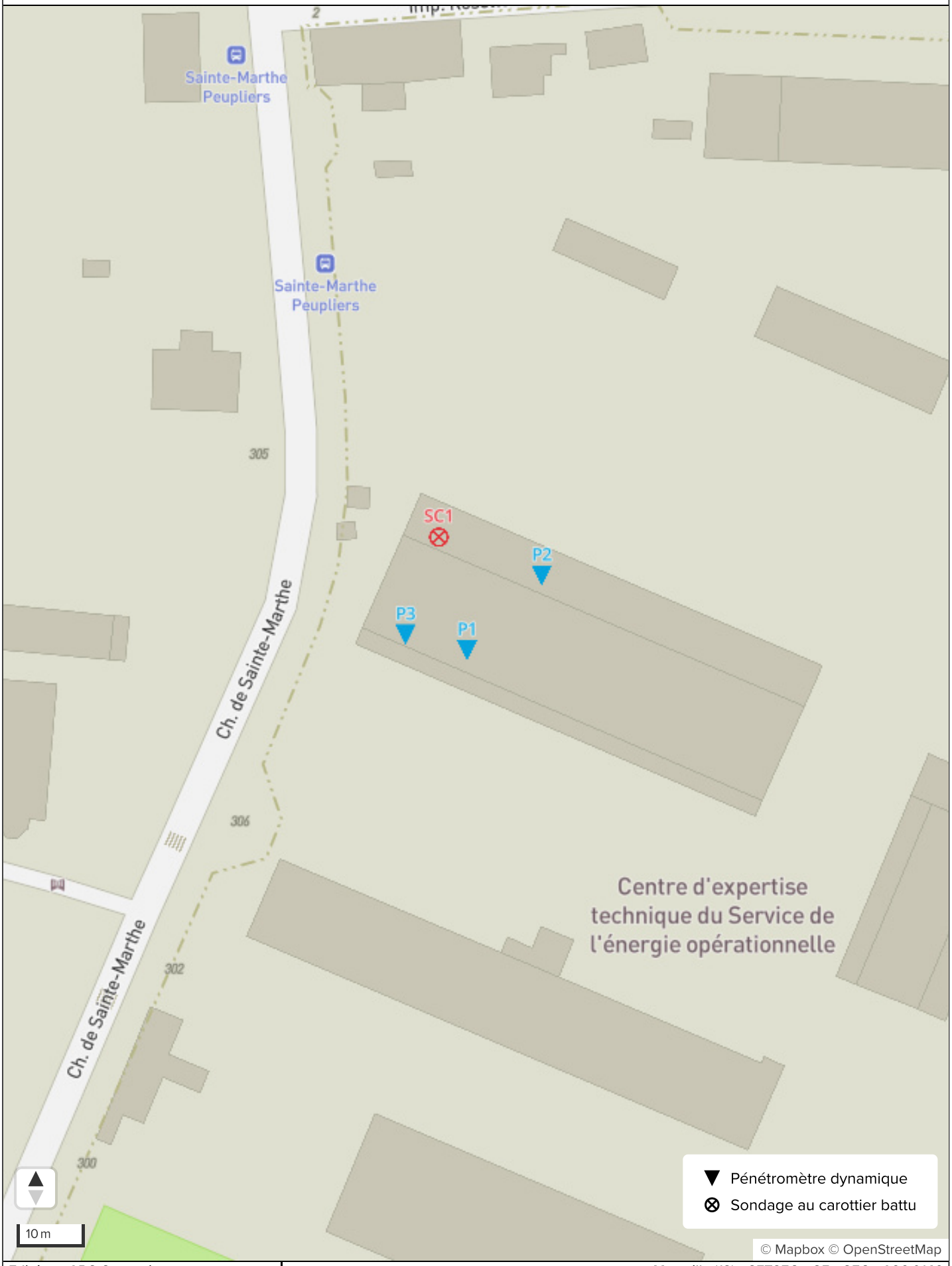


Edité par APC Geoterria	Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146
Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com	soilcloud.tech

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

Date: 09/06/2026

PLAN D'IMPLANTATION



Edité par APC Geoterria

Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

Date
09/06/2026

PLAN D'IMPLANTATION

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Non renseigné	Non
Système de coordonnées du projet	**Nivellement**
WGS 84	Non renseigné

	WGS 84		
Nom	**Longitude**	**Latitude**	**Élévation** [m]
SC1	5,3924	43,336	Non renseigné
P1	5,3924	43,3359	Non renseigné
P2	5,3926	43,336	Non renseigné
P3	5,3923	43,3359	Non renseigné

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

Date
09/06/2026

SC1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
5,3924	43,3360	WGS 84			Non renseigné
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**
Non renseigné	2,0 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/05/2026	26/05/2026	PAGANI	–

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
0		Dalle en béton 0,06 m Remblais et couche de forme 0,45 m	Carottier battu Ø 50 mm
1		Limon sableux	
		2 m	2 m
2			

Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

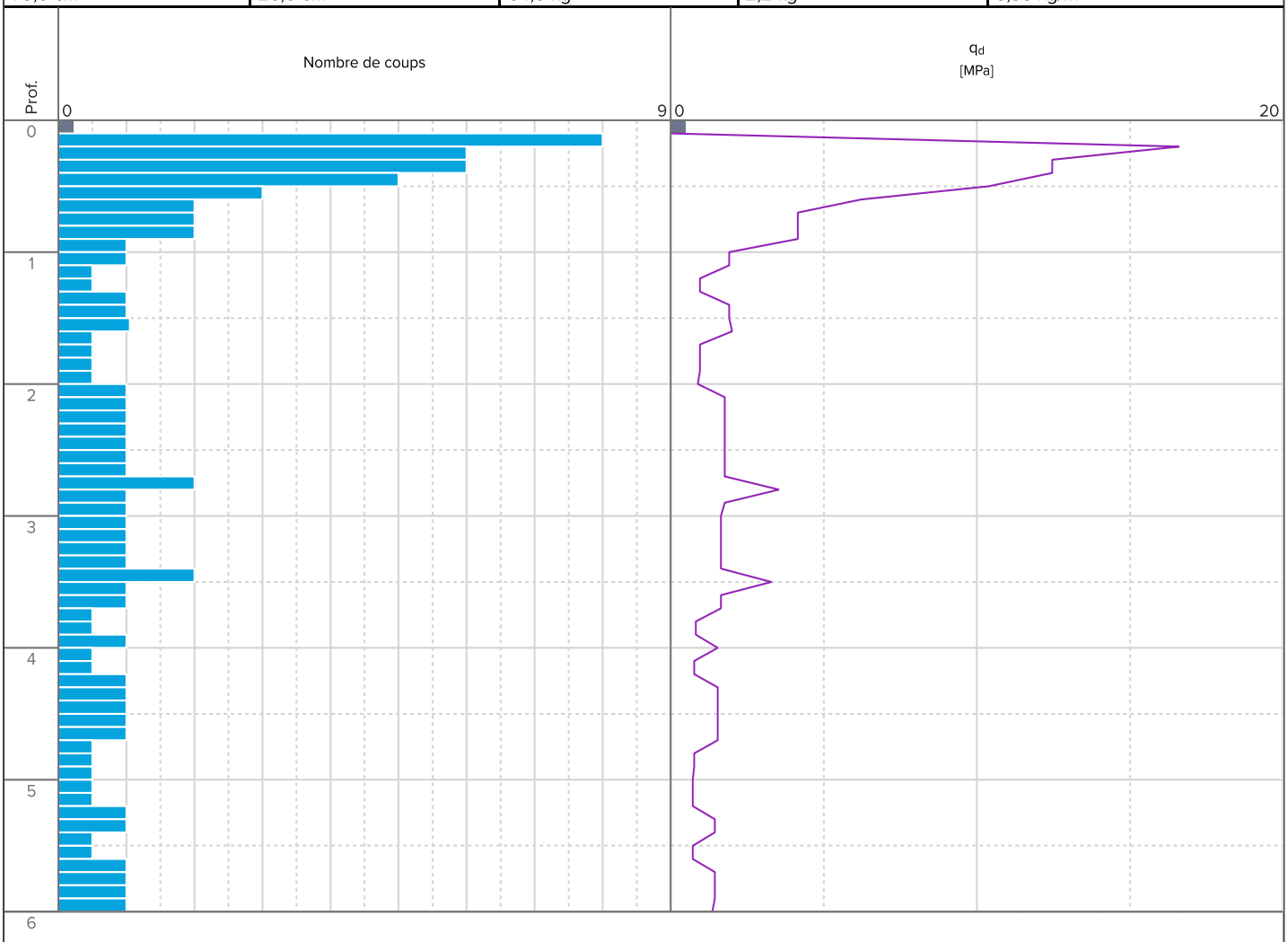
Date
09/06/2026

P1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	5,3924	43,3359	WGS 84		
	Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
	Non renseigné	Non renseigné	-	-	6,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P1-DPRB	Pénétromètre dynamique	26/05/2026	26/05/2026	PAGANI	–

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	64,0 kg	2,2 kg	6,35 kg/m



Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com | soilcloud.tech

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

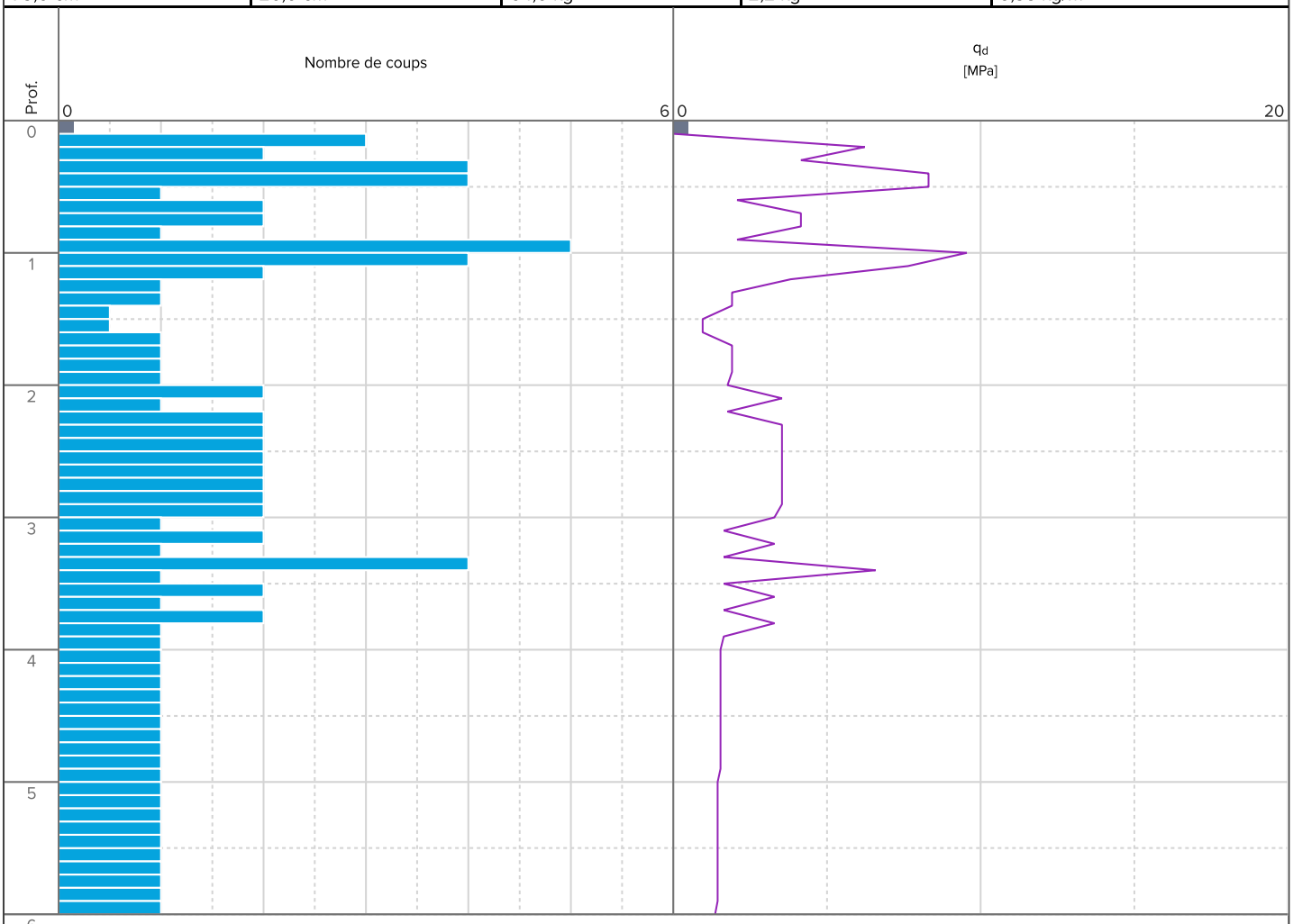
Date
09/06/2026

P2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	5,3926	43,3360	WGS 84		
	Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
	Non renseigné	Non renseigné	-	-	6,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P2-DPRB	Pénétromètre dynamique	26/05/2026	26/05/2026	PAGANI	–

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	64,0 kg	2,2 kg	6,35 kg/m



Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com | soilcloud.tech

Marseille (13) - CETSEO - G5 - GEO - A26.0146

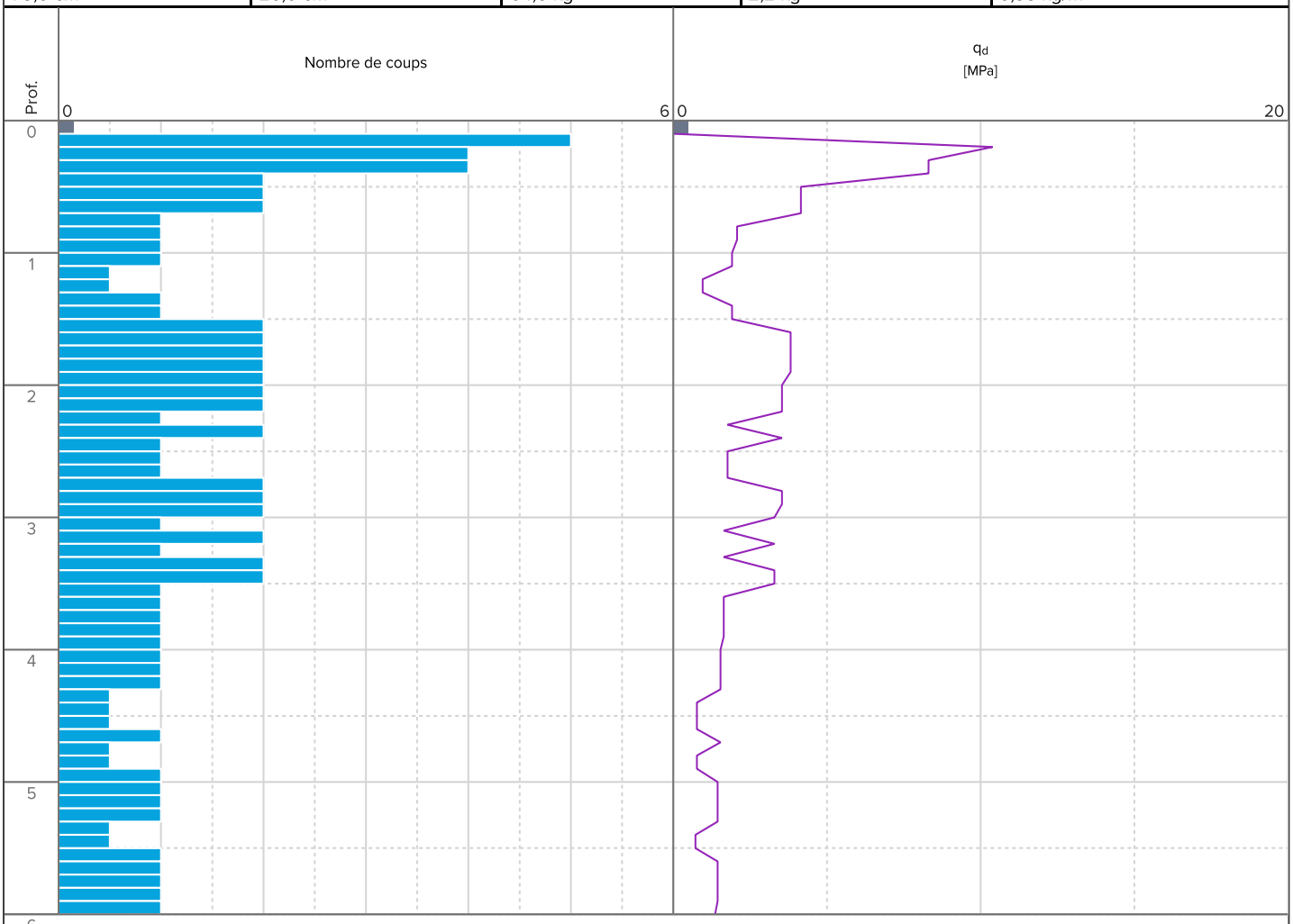
Date
09/06/2026

P3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	5,3923	43,3359	WGS 84		
	Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
	Non renseigné	Non renseigné	-	-	6,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P3-DPRB	Pénétromètre dynamique	26/05/2026	26/05/2026	PAGANI	–

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	64,0 kg	2,2 kg	6,35 kg/m



Mohamed Rezine | mrezine@geoterria.com | soilcloud.tech

4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, 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 d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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