

**École d'ingénieur Sea Tech – Avenue de l'Université
Commune de LA VALETTE-DU-VAR (83)**

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G2 AVP POUR L'INSTALLATION
D'UNE OMBRIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE**



01 mars 2023

Un bureau d'études d'ingénierie géotechnique au service des bâtisseurs
Des outils performants et des conseils qui vont à l'essentiel

Nous menons nos expertises dans le souci permanent de vous fournir la connaissance la plus approfondie de votre terrain afin que vous puissiez prendre vos dispositions en toute connaissance de causes, avant travaux.

Nous faisons l'inventaire des risques naturels éventuels qui pourraient affecter votre terrain et nous évaluons les conséquences des travaux envisagés sur la sécurité des propriétés voisines. Nous répondons ainsi aux exigences des autorités municipales dans les zones où le plan d'occupation des sols est réglementé par un Plan de Prévention des Risques (P.P.R.). Une fois les risques identifiés par des observations de terrain, nous préconisons les solutions qui s'imposent pour que la sécurité des biens et des personnes soit assurée après construction. Nous formulons toutes les recommandations qui s'imposent afin que vos projets ne soient pas à l'origine du déclenchement d'évènements qui pourraient être préjudiciables à autrui (glissement de terrain, éboulement, modification du schéma de ruissellement des eaux pluviales).

L'analyse du sous-sol, qui va permettre de choisir et de dimensionner le type de fondations le plus adapté à votre projet, est effectuée en réalisant des reconnaissances in-situ sur votre terrain. Nous exécutons un nombre variable de sondages avec un pénétromètre hydraulique PAGANI TG 64-100, SOCOMAFOR 15 ou au pénétromètre dynamique portable DPM30 dans n'importe quelles situations d'accessibilité. Pour des bâtiments plus importants, pour des ouvrages d'art ou simplement pour détecter les anomalies profondes du sous-sol, nous pouvons exécuter tous les types de sondages avec enregistrement des paramètres de la foration, essais pressiométriques ou sondages carottés grâce à notre foreuse polyvalente EMCI E 4.50. Notre laboratoire de mécanique des sols nous permet de réaliser les principaux essais d'identification sur échantillons de sol ainsi que les essais mécaniques nécessaires au dimensionnement des voiries ou des plateformes support de dallage (essais PROCTOR, CBR ou essais à la plaque sur site).

Notre équipe d'ingénieurs et de techniciens spécialisés est à votre service pour effectuer tout type d'expertises sur bâtiments sujets à fissuration ou pour étudier toute solution de fondations spéciales, de la préconisation, au dimensionnement et jusqu'au suivi d'exécution. Notre bureau d'études est à votre disposition pour assurer toutes les missions géotechniques décrites dans la norme AFNOR NF P 94-500 de Novembre 2013 dans l'application de l'EUROCODE 7.

INTERVENTION DANS TOUTE LA RÉGION PACA



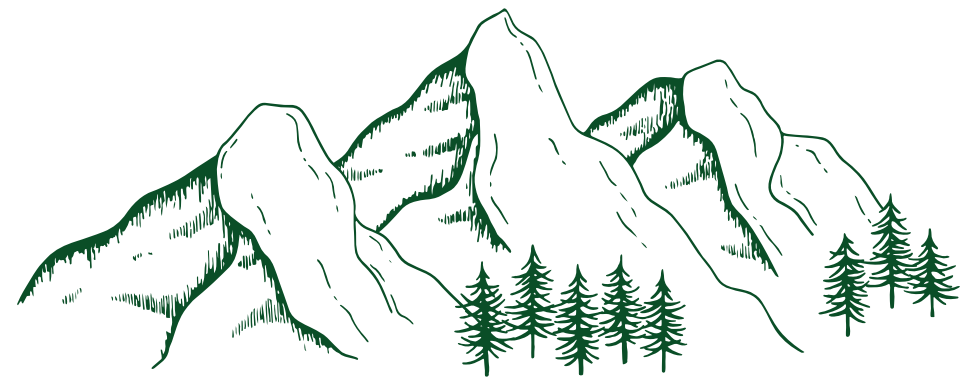
Géoterra

Bureau d'études géotechniques

42 avenue Irène et Jean-Frédéric Joliot Curie
Z.I. Toulon Est - 83130 LA GARDE

Adresse postale : B.P. 540 - 83041 TOULON Cedex 9

Tél : 04 94 27 87 40 - Fax : 04 94 27 89 98
contact@geoterra.com - www.geoterra.fr



SOMMAIRE

1	Objet de l'étude	2
2	Présentation du projet	3
3	Situation géographique	3
3.1	Description du site	3
3.2	Topographie	4
4	Géologie – Hydrogéologie	4
4.1	Contexte géologique	4
4.2	Hydrogéologie	4
5	Situation du terrain par rapport aux risques naturels	6
6	Synthèse des risques géotechniques	8
7	Investigations	9
7.1	Personnel	9
7.2	Sondages pressiométriques	9
8	Contexte géotechnique	10
9	Application au projet	11
9.1	Fondations	11
9.1.1	Principe	11
9.1.2	Paramètres à prendre en compte	12
9.1.3	Tassements	12
9.2	Murs de soutènement	12
9.2.1	Conditions de faisabilité	12
9.2.2	Vérification de la stabilité	12
10	Terrassement - Soutènement	13
11	Drainage	13
12	Sujétions d'exécution	14
12.1	Sujétions générales	14
12.2	Mesures de prévention	14
13	Recommandations	14
14	Utilisation du rapport de l'étude	15

ANNEXES

- Situation géographique sur un extrait de la carte I.G.N. au 1/25 000^{ème}.
- Situation sur une vue aérienne.
- Plan de masse projet au 1/400^{ème} avec situation des sondages.
- Coupes des sondages pressiométriques SP1 et SP2.
- Coupes des sondages destructifs SD1 et SD2.
- Schéma d'enchaînement des missions géotechniques.
- Classification des missions géotechniques.

I OBJET DE L'ÉTUDE

L'UNIVERSITÉ DE TOULON a confié à la société d'ingénierie géologique **GÉOTERRIA** une mission d'étude géotechnique dans le cadre du projet d'installation d'une ombrière photovoltaïque sur la commune de LA VALETTE-DU-VAR (83).

Cette étude correspond à une mission géotechnique normalisée de type G2 – Phase AVP (Norme Française NF-P-94 500 de novembre 2013) et elle présente les résultats de la campagne de sondages réalisée du 01 au 02 février 2023 afin d'en déduire les recommandations pour les fondations du projet.

Les investigations entreprises dans le cadre de cette mission comprennent :

- **2 sondages pressiométriques** SPI et SP2 descendus respectivement à **6,08 m et 6,00 m** de profondeur.
- **2 sondages destructifs** SDI et SD2 descendus respectivement à **6,01 m et 6,11 m** de profondeur.

Ces sondages doivent permettre de fournir :

- **Le contexte géologique et hydrogéologique du sous-sol.**
- **La résistance des différents horizons lithologiques du sous-sol.**

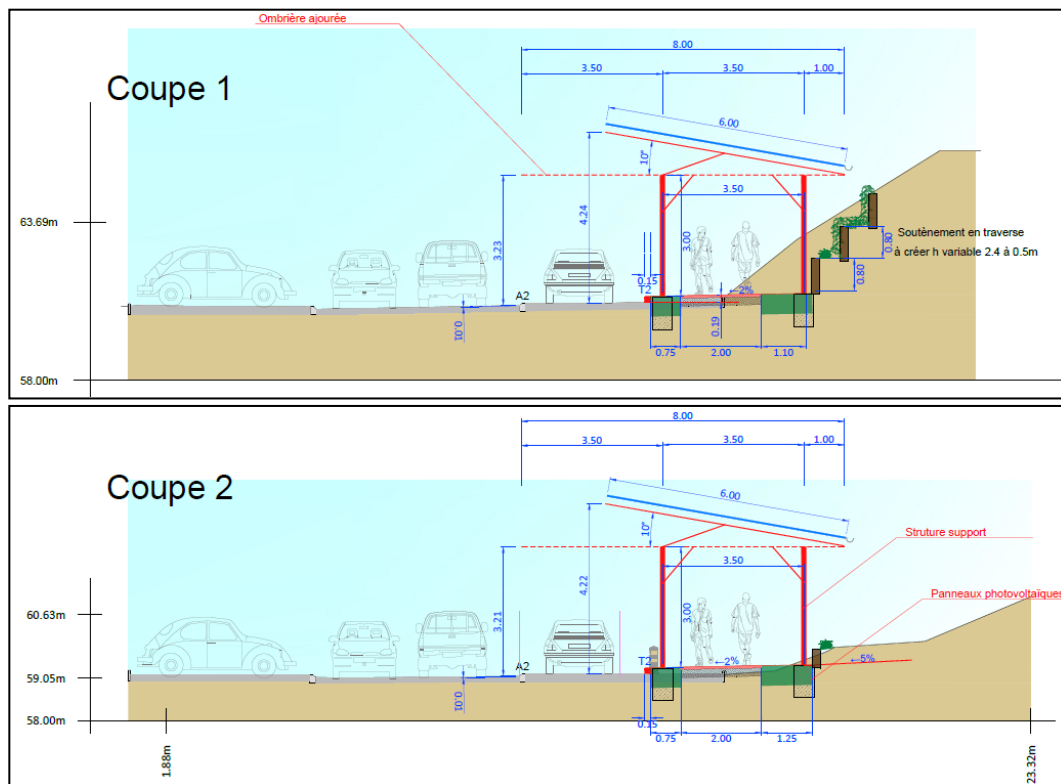
L'interprétation de ces paramètres doit permettre de déterminer :

- **Les caractéristiques géomécaniques de l'assise de fondation du projet.**
- **Les valeurs de contrainte de calcul, aux états limites ultime (q_{ELU}) et de service (q_{ELS}) de l'assise d'appui du projet.**
- **Les modalités de fondation de la construction (type, profondeur).**
- **Les modalités de terrassement.**
- **Les modalités de drainage et d'évacuation des eaux.**

2 PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet prévoit :

- La création de murs de soutènement pour l'aménagement d'un chemin piéton.
- L'installation d'ombrières photovoltaïques surmontant le chemin piéton.



D'après les informations fournies, nous avons considéré un niveau fini du chemin piéton situé jusqu'à environ 2,4 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel.

3 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

3.1 DESCRIPTION DU SITE

Le projet est situé au Sud de la commune de LA VALETTE-DU-VAR (83), avenue de l'université, aux abords de l'école d'ingénieur Sea Tech.

La parcelle concernée par le projet est inscrite au cadastre sous la référence AR n°182, qui présente une surface de 75 096 m².

Lors de notre intervention, le terrain d'étude était occupé par des places de stationnement en enrobé.

On trouvera en annexes un extrait de la carte IGN et une vue aérienne sur lesquels le projet est repéré.

3.2 TOPOGRAPHIE

L'altitude des sondages a été relevée par rapport au plan topographique fourni.

Le site présente une légère pente orientée vers le Nord-Est, son altitude variant des cotes +59.95 NGF à +57.15 NGF, au droit des sondages réalisés.

Il faut noter la présence d'un talus d'environ 2,40 m de hauteur en bordure Sud-Est du terrain d'étude.

4 GÉOLOGIE – HYDROGÉOLOGIE

4.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique au 1/50 000^{ème} (feuille de Toulon) et nos sondages, la géologie locale du sous-sol est représentée par le substratum grés-pélicite du Permien (noté r).

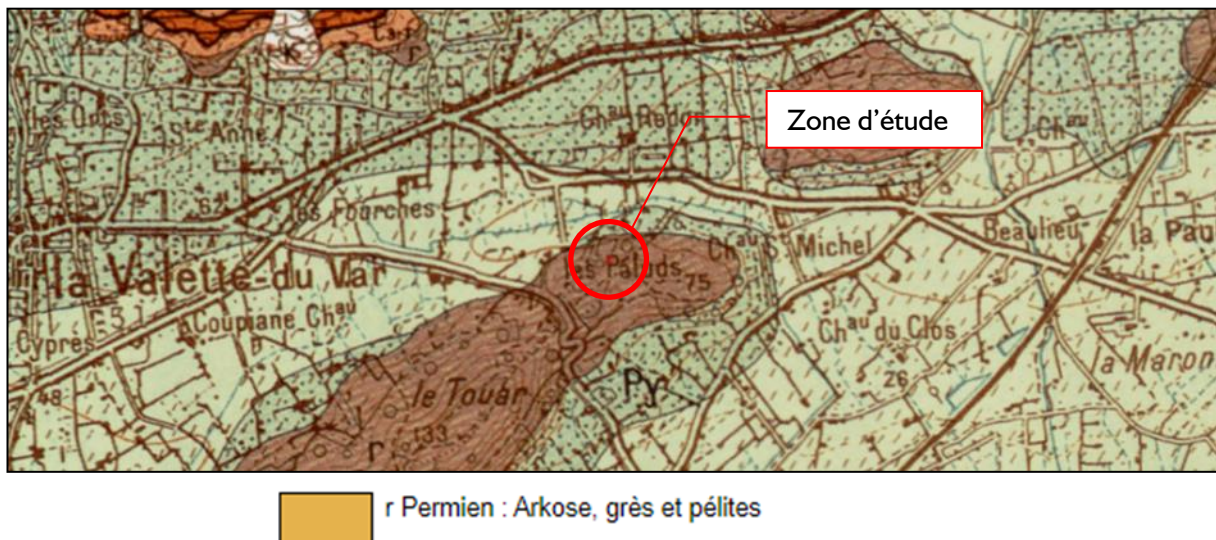


Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Toulon au 1/50 000^{ème} – Source : InfoTerre BRGM

4.2 HYDROGÉOLOGIE

Les sondages ont été réalisés avec injection d'eau. Par conséquent, il n'a pas été possible d'observer les venues d'eau dans le sol au cours des forages.

Cependant, des circulations et des remontées d'eau ne sont pas à exclure. Une mission spécifique hydrogéologique pourra être réalisée par le Maître d'Ouvrage (mission G5), celle-ci n'est pas du ressort du bureau d'études géotechniques en phase G2 AVP. Ce type de mission nécessite un suivi piézométrique sur une période minimale de 6 mois à 1 an (relevés mensuels).

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.

D'autre part, la parcelle étudiée :

- Est cartographiée dans une **zone potentiellement sujette** aux inondations de cave.

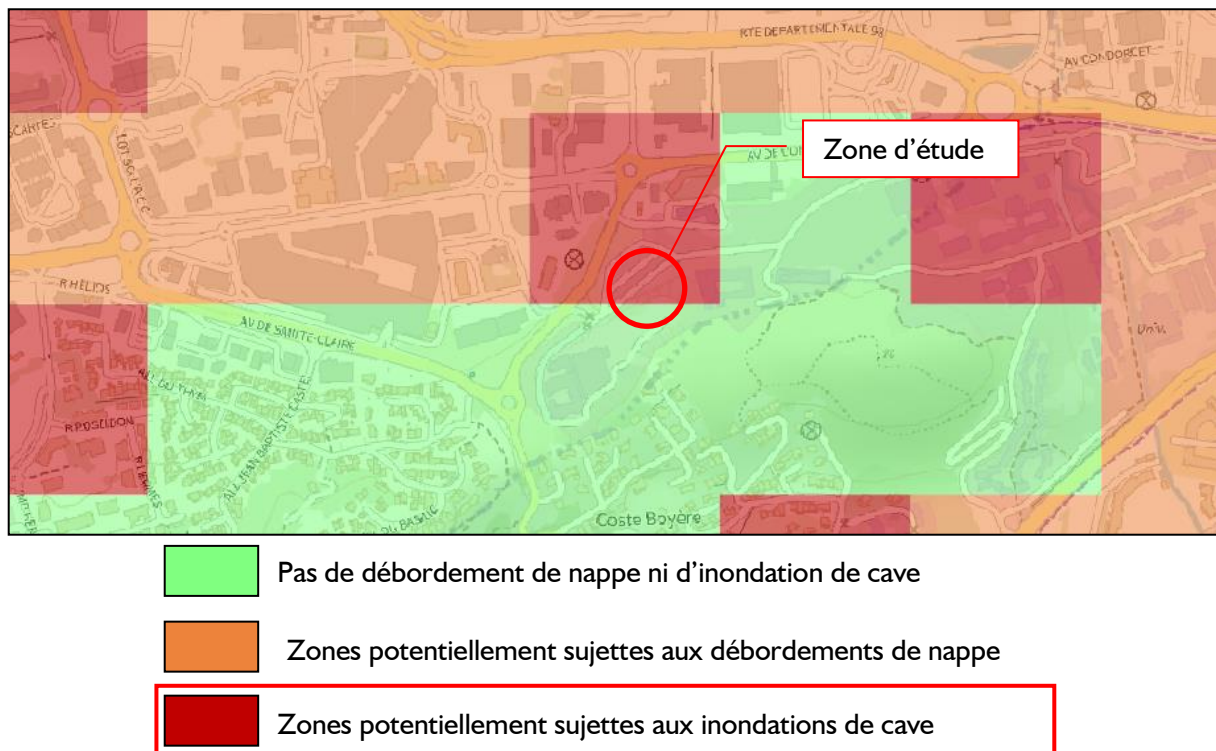


Figure 2 : Extrait de la carte vis-à-vis du risque de remontées de nappes – Source : géorisques.gouv.fr

- Est cartographiée dans une **zone non concernée** par des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare.



Figure 3 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du risque d'Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marin de plus d'un hectare - Source : géorisques.gouv.fr

Cependant, ces cartes comportent de fortes incertitudes dues :

- À une accumulation d'informations manquantes, incomplètes ou imprécises.
- À l'ordre de grandeur des valeurs recherchées.
- À la complexité des milieux mis en jeu.
- À l'échelle d'utilisation (inférieure à 1/100 000^{ème}).

De plus, la carte réalisée n'est pas valide pour les zones karstiques (manifestant un comportement particulier et relativement mal connu sur certains secteurs), les zones urbaines (dont les aménagements modifient les écoulements souterrains) et les secteurs après mine (subissant des modifications des écoulements souterrains dues aux pompages des eaux d'exhaure ou à l'arrêt des pompages).

5 SITUATION DU TERRAIN PAR RAPPORT AUX RISQUES NATURELS

D'après les cartes du BRGM, le terrain étudié :

- Est localisé dans une zone d'**aléa moyen** vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles.

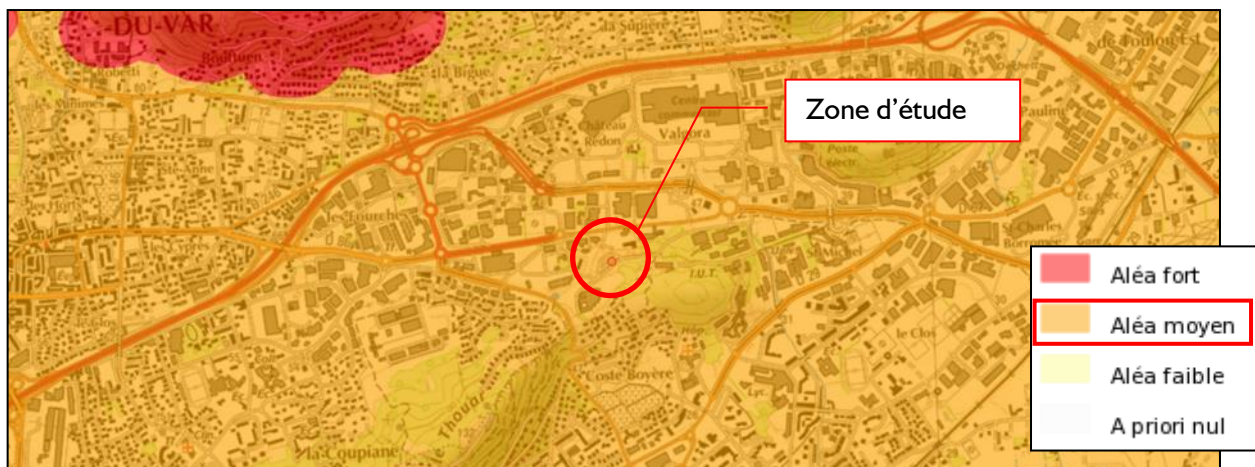


Figure 4 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles –
Source : InfoTerre BRGM

- **N'est pas concerné** par le DCS Mouvements de terrain de La Valette-du-Var.

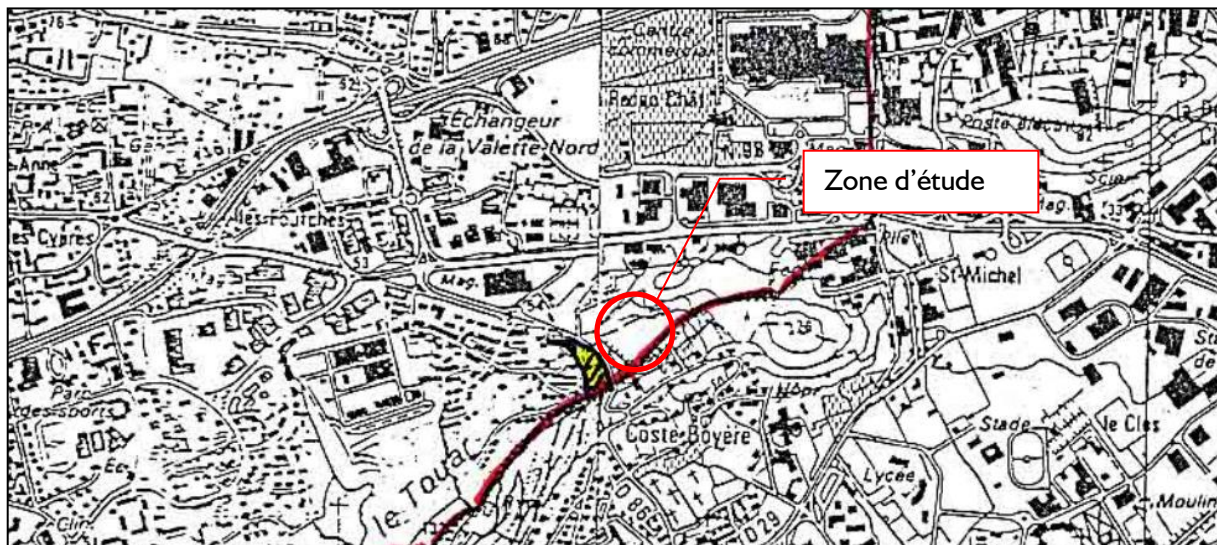


Figure 5 : Extrait du DCS Mouvements de terrain de La Valette-du-Var – Source : var.gouv.fr

Massif de la Vieille Valette	CB	Baudouvin	EF
Coudon	CB	Bouttuen	EF
Quartier de Bouttuen	GL	La Calabro	EF
Colline de Pierascas	GL	Baudissart	EF
Quartier des moulières	GL	Les Favières	EF
		Coudon	EF

- Est situé en **zone sismique 2 (aléa faible)**, d'après le nouveau zonage sismique (décret N°2010-1255 du 22 Octobre 2010).

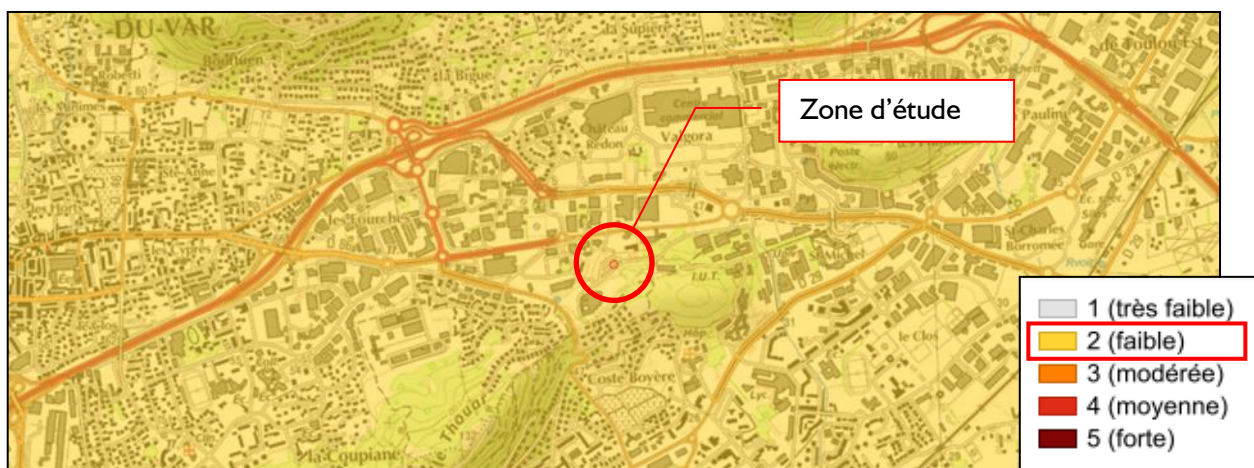


Figure 6 : Extrait de la carte vis-à-vis du risque sismique – Source : géorisques.gouv.fr

Selon l'**EUROCODE 8** et l'**arrêté du 22 octobre 2010**, les paramètres à prendre en compte sous condition de séisme sont :

- Accélération maximale de référence : $a_{GR} = 0,70 \text{ m/s}^2$.
- Catégorie d'importance de l'ouvrage (à valider par le Maître d'Ouvrage) : II.
- Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_i : I.
- Accélération nominale correspondante : $a_G = a_{GR} * \gamma_i = 0,70 \text{ m/s}^2$.
- Classe de sol : A.
- Coefficient de Sol : $S = I$.

6 SYNTHÈSE DES RISQUES GÉOTECHNIQUES

La synthèse des différents risques géotechniques à prendre en compte pour le projet est présentée dans le tableau suivant :

Type de risque	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Risque débordement de nappe et inondation de cave	Zone potentiellement sujette			
Risque inondations potentielles de cours d'eau et submersion marine	Zone non concernée			
Risque mouvements de terrain	Zone non concernée			
Risque sismique			X	
Risque lié au retrait gonflement des argiles		X		

En fonction de ces différents éléments et sous réserve que les prescriptions faites dans le présent rapport soient respectées, ainsi que les dispositions du Plan Local d'Urbanisme (P.L.U.), nous rendons donc **un avis favorable** à ce projet.

7 INVESTIGATIONS

7.1 PERSONNEL

Deux techniciens ont été mis à disposition sur ce chantier pour la réalisation des sondages et un ingénieur géotechnicien pour l'interprétation et l'exploitation des résultats.

7.2 SONDAGES PRESSIOMÉTRIQUES

Nous avons réalisé 2 sondages pressiométriques (numérotés **SPI** et **SP2**), et 2 sondages destructifs (numérotés **SDI** et **SD2**), implantés conformément aux plans en annexes.

Ces sondages ont été exécutés à la tarière de 63 mm de diamètre et au taillant de 64 mm de diamètre, avec injection d'eau.

La sondeuse utilisée est une GEO 205 d'une puissance de 48 CV.

Les enregistrements de paramètres de forages et les observations effectuées lors de l'exécution de ces sondages ont permis de dresser les coupes lithologiques présentées en annexes.

L'essai pressiométrique MÉNARD, exécuté conformément à la norme NF EN ISO 22476-4 de mai 2015, consiste à dilater radialement une sonde cylindrique tri-cellulaire placée dans le terrain grâce au sondage.

On mesure et on enregistre pour chaque essai, réalisé tous les mètres, les pressions appliquées par la sonde et les variations volumiques de celle-ci afin de déterminer la relation entre la pression appliquée au terrain et l'expansion de la sonde.

On se reportera à la norme NF EN ISO 22476-4 pour le descriptif détaillé du mode opératoire de l'essai.

À partir de la loi pression/déformation, on peut déduire les caractéristiques pressiométriques suivantes :

- La pression de fluage nette P_f^* qui définit la limite entre le comportement pseudo-élastique et plastique du sol.
- La pression limite nette P_l^* qui caractérise la résistance de rupture du sol et qui varie en fonction de sa consistance.
- Le module pressiométrique E_m qui définit le comportement pseudo-élastique du sol et dont la valeur est inversement proportionnelle à la déformation du sol.

8 CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

L'ensemble des sondages a mis en évidence les couches suivantes :

- Couche C0 :
Terrains de recouvrement : enrobé et couche de forme (remblais graveleux).
Pas de mesure de portance.
- Couche C1 :
Pélites altérées.
Bonne portance.
- Couche C2 :
Substratum Permien compact (grès et pélites).
Très bonne portance.

Profondeur de la base de la couche	Sondages (cotes NGF)	SPI (59.95)	SP2 (57.15)	SD1 (59.05)	SD2 (58.00)
	C0 – Remblais graveleux	-0,30 m	-0,80 m	-0,80 m	-0,50 m
	C1 – Pélites altérées	-1,80 m	-	-	-2,00 m
	C2 – Substratum Permien compact	-6,08 m (arrêt)	-6,00 m (arrêt)	-6,01 m (arrêt)	-6,11 m (arrêt)

Les valeurs caractéristiques de chaque couche de sol sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Type de sol	P_l^* moyen (MPa)	E_m moyen (MPa)	α
C0 – Remblais graveleux	-	-	-
C1 – Pélites altérées	0,83	8,43	2/3
C2 – Substratum Permien compact	4,77	127,08	1/2

Avec :

- α Coefficient rhéologique des sols pour le calcul des tassements.
- P_l^* Pression limite nette.
- E_m Module pressiométrique.

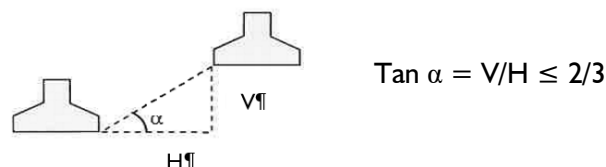
9 APPLICATION AU PROJET

9.1 FONDATIONS

9.1.1 Principe

Pour l'ombrière photovoltaïque et les murs de soutènement, on respectera le mode de fondation suivant :

- Type de fondations :
 - Pour les ombrières photovoltaïques : **massifs isolés**.
 - Pour les murs de soutènement : **semelles filantes ou isolées**.
- Nature de l'assise : **pélites altérées** (couche C1) ou **substratum Permien compact** (couche C2).
- Profondeur d'assise :
 - Ancrage minimum de **-0,40 m** dans les pélites altérées (couche C1) ou de **-0,30 m** dans le substratum Permien compact (couche C2).
 - Respect de la profondeur de garde à la sécheresse : ancrage minimum de **-1,20 m** de profondeur par rapport au niveau fini du terrain après travaux.
- **Les remblais seront exclus pour l'assise des fondations.**
- Rattrapage au gros béton pour atteindre le sol d'ancrage des fondations si nécessaire (présence de poches décomprimées).
- Rigidification des fondations et soubassements.
- Égalisation du fond de fouille par béton de propreté.
- Soubassements en béton armé vibré.
- Respect de la règle des fondations à niveau décalé avec un arc de décharge à $3H/2V$ en tout point du projet.



9.1.2 Paramètres à prendre en compte

Pour le dimensionnement des fondations et de l'infrastructure, on se référera en particulier aux règles « EUROCODE 7 – Fondations superficielles NF P 94-261 ». Le bureau d'études structure prendra en compte les valeurs de contrainte de calcul suivantes :

q_{ELS} de 0,20 MPa (20 t/m² aux ELS).

q_{ELU} de 0,33 MPa (33 t/m² aux ELU).

Soit

$q_{Net} = 0,56 \text{ MPa}$ (56 t/m²)

Avec des facteurs partiels combinés : ($\gamma_{R,v} - \gamma_{R,d}$) = **2,76** aux ELS et ($\gamma_{R,v} - \gamma_{R,d}$) = **1,68** aux ELU

Remarque : dans tous les cas, l'ingénieur Structures dimensionnera les fondations en fonction des descentes de charges effectives du projet.

9.1.3 Tassements

Les tassements absolus et différentiels seront inférieurs au centimètre sous réserve de respecter les consignes de collecte des eaux pluviales énoncées au § 11.

9.2 MURS DE SOUTÈNEMENT

9.2.1 Conditions de faisabilité

La construction de murs de soutènement nécessite préalablement un talutage à l'arrière selon les préconisations décrites au § 10 « Terrassement - Soutènement ».

Le remblaiement à l'arrière de ce mur sera réalisé avec des matériaux graveleux de type 0/31,5 à 0/60 élaborés à partir de roches insensibles à l'eau, de classes D1, D2, R21, R41 ou R61 selon le GTR.

9.2.2 Vérification de la stabilité

La stabilité des murs au renversement devra être vérifiée en tenant compte :

- De la butée en pied au niveau de la fondation.
- Des efforts de poussée des remblais mis en œuvre à l'arrière du mur.
- De la surcharge des terrains alentours.

Il ne sera pas pris en compte de poussée d'eau sous réserve de la mise en place d'un drain à l'arrière des murs relié à un exutoire, de barbacanes, et de l'utilisation de matériaux drainants en remblai.

Dans les conditions de remblaiement précédemment décrites, les caractéristiques suivantes seront prises en hypothèse dans le remblai :

- Densité : $\gamma_d = 22 \text{ kN/m}^3$.
- Cohésion : $C = 0 \text{ kPa}$.
- Angle de frottement interne : $\Phi = 25 \text{ à } 30^\circ$ (en fonction des matériaux et de la granulométrie retenus).

10 TERRASSEMENT - SOUTÈNEMENT

Le niveau fini du chemin piéton nécessitera la réalisation de terrassements en déblais pouvant atteindre 2,4 m de profondeur.

La réalisation des terrassements dans les terrains de recouvrements (terre végétale, limons végétalisés, éventuels remblais) et dans les pélites altérées se feront aisément à la pelle mécanique.

La réalisation des terrassements dans le substratum Permien compact nécessitera l'emploi d'engins de terrassement puissants, et notamment du BRH, sans toutefois provoquer de vibrations pouvant être dommageables aux avoisinants.

Pour la réalisation des terrassements en déblais, il pourra être envisagé la réalisation d'un **talutage provisoire** selon les pentes maximales suivantes :

- **2H/1V** (Horizontal/Vertical) dans les terrains de recouvrement (terre végétale, limons végétalisés, remblais éventuels).
- **3H/2V** (Horizontal/Vertical) dans les pélites altérées.
- **1H/1V** (Horizontal/Vertical) dans le substratum Permien compact, à sub-vertical en fonction de l'état d'altération ou de fracturation du massif rocheux.

Les parois des talus devront être protégées des intempéries par un polyane. Une cunette devra être réalisée en crête de talus et au niveau de chaque banquette en pied de talus, afin d'évacuer les eaux de ruissellement et les arrivées d'eau dans les talus.

Les venues d'eau éventuelles lors de la réalisation des terrassements seront collectées et évacuées par pompe pendant toute la durée des travaux.

Toute zone paraissant faible, très fracturée ou instable à l'ouverture des fouilles devra être signalée et reconnue par un géotechnicien qualifié qui pourra définir les dispositions spécifiques à adopter.

11 DRAINAGE

Un soin tout particulier devra être accordé au drainage des eaux de ruissellement pluviales, afin qu'elles ne s'infiltrant pas en pied des ouvrages.

Dans ce sens, on réalisera des arases étanches par mortier hydrofuge pour éviter les remontées d'humidité par capillarité.

12 SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

12.1 SUJÉTIONS GÉNÉRALES

- Vérification de l'homogénéité du fond de fouille.
- Purge des zones souillées et remaniées par du gros béton.
- Bétonnage en période non pluvieuses.

12.2 MESURES DE PRÉVENTION

En complément et pour limiter les variations d'état hydrique des sols de fondation et donc les phénomènes de retrait-gonflement potentiels, les dispositions suivantes seront également retenues :

- Rigidification de la structure pour résister à des mouvements différentiels (chaînage horizontal et verticaux).
- Mise en place d'un trottoir périphérique, ou d'une géo-membrane protégée et pouvant être recouverte de terre végétale, sur une largeur au minimum de 1,5 m autour des ouvrages, avec forme de pente opposée aux façades.
- Éloignement des plantations, et en particulier des arbres et arbustes, à une distance au minimum de 1,00 fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte, à 1,50 fois la hauteur pour les espèces hydrophiles, ou mise en place d'un écran anti-racines (les arbres à proximité directe des ouvrages restant toutefois exclus).
- Absence de dispositifs d'infiltration des eaux dans le sol (puisard...), qui devront être collectées et rejetées aux réseaux.
- Raccordement des réseaux avec des joints souples à la transition avec la construction, pour éviter les ruptures puis les fuites, l'infiltration ayant pour conséquence d'augmenter les mouvements.

D'une manière générale, une bonne gestion des eaux météoriques est nécessaire pendant le chantier, par fossés de collecte reliés à des exutoires.

13 RECOMMANDATIONS

Suivant le tableau 2 "Classification des missions types d'ingénierie géotechnique" de la norme NF P94-500 joint en annexe, il est conseillé de compléter cette étude avec une étude géotechnique de conception G2 phase projet (G2 PRO suivant dénomination de la norme NF P94 500 de novembre 2013). Il est également conseillé d'adjoindre une mission de type G3 Suivi d'exécution à la charge de l'Entreprise et une mission G4 (Supervision géotechnique d'exécution) à la charge de la Maîtrise d'Ouvrage.

GEOTERRIA 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 annexes.

I4 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 La Garde, le 01 mars 2023

Thibaut DRUMÉZ
Ingénieur géotechnicien

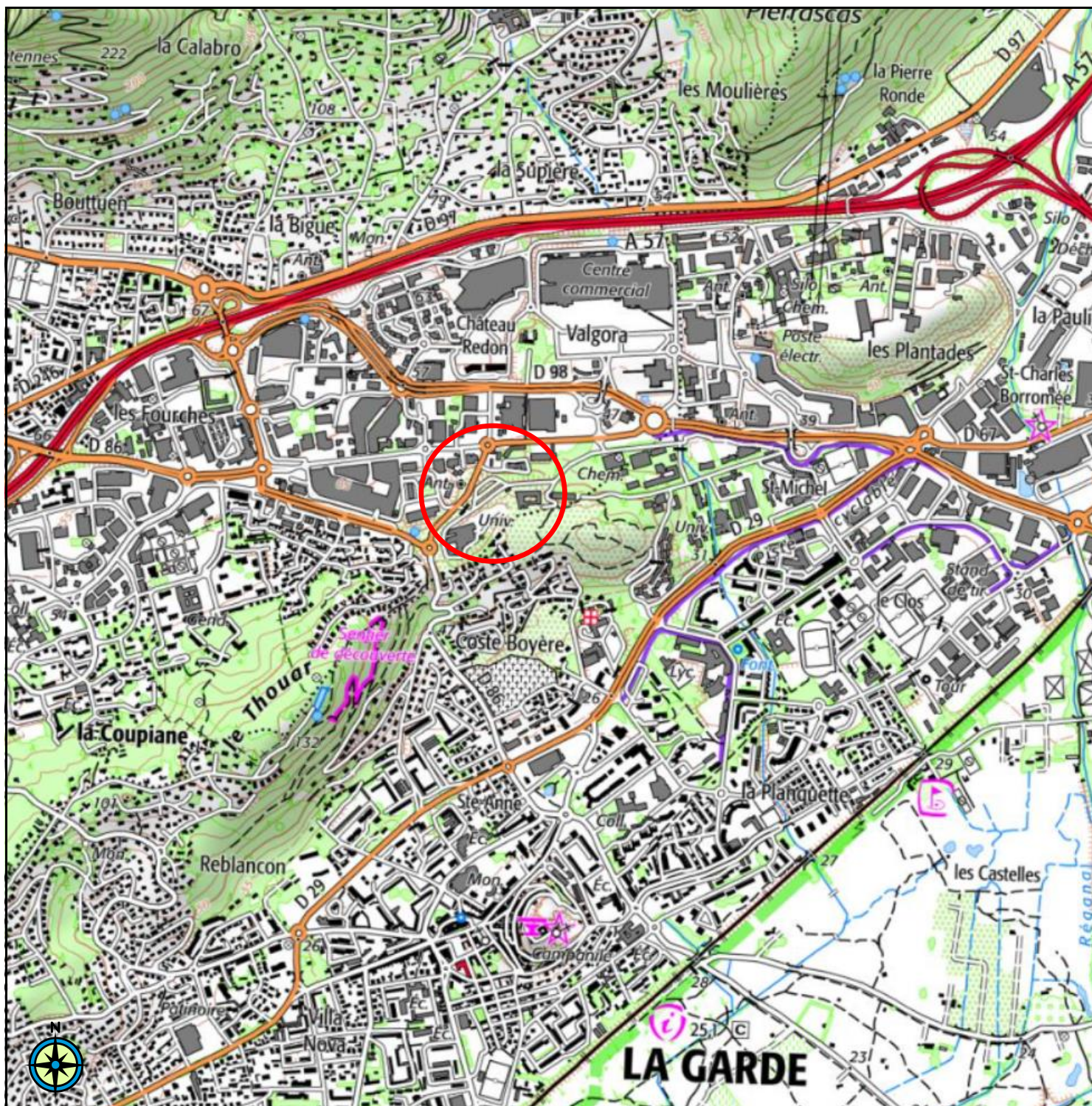


Samuel TURLE
Directeur

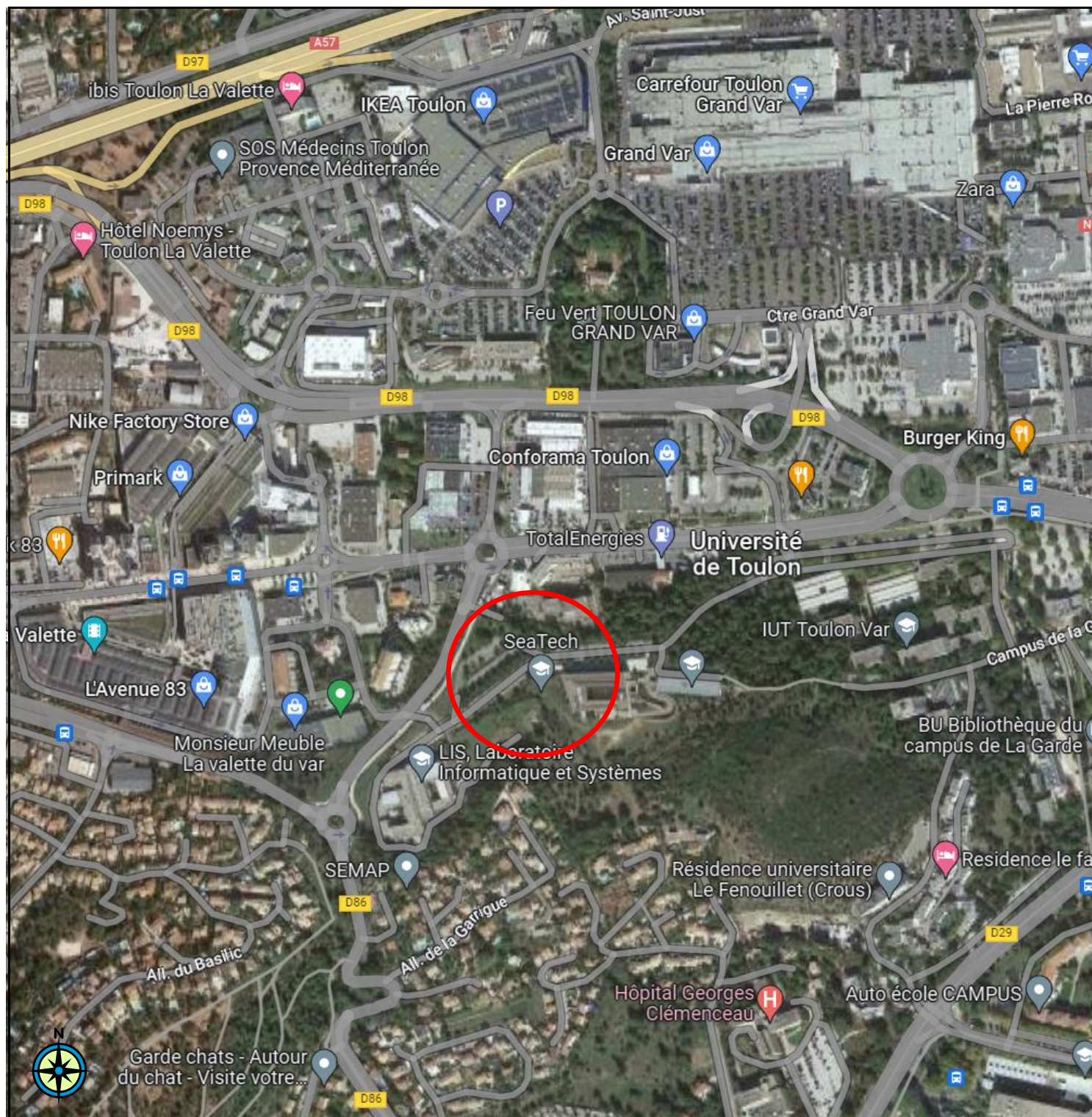


GÉOTERRIA
Géotechnique
B.P. 540 - 83041 TOULON CEDEX 9
Tél. 04.94.27.87.40 - www.geoterrria.com
S.A.R.L. Au Capital de 10 000 €
RCS Toulon B 420 586 547 - APE 742 C

ANNEXES



	<p>UNIVERSITÉ DE TOULON</p> <p>Installation d'une ombrière photovoltaïque</p> <p>École d'ingénieur Sea Tech – Avenue de l'université</p> <p>LA VALETTE-DU-VAR (83)</p>		
	<p>SITUATION GEOGRAPHIQUE</p>		
	<p>Dossier N : A23.0031</p>	<p>Date : 17/02/2023</p>	<p>-</p>



	<p>UNIVERSITÉ DE TOULON</p> <p>Installation d'une ombrière photovoltaïque</p> <p>École d'ingénieur Sea Tech – Avenue de l'université</p> <p>LA VALETTE-DU-VAR (83)</p>		
	<p>PLAN DE SITUATION</p>		
	<p>Dossier N : A23.0031</p>	<p>Date : 17/02/2023</p>	<p>-</p>



Géoterra

Bureau d'études géotechniques

LA VALETTE-DU-VAR (83)

Type: Destructif

Sondage : SP1

Date début : 01/02/2023

Date fin : 02/02/2023

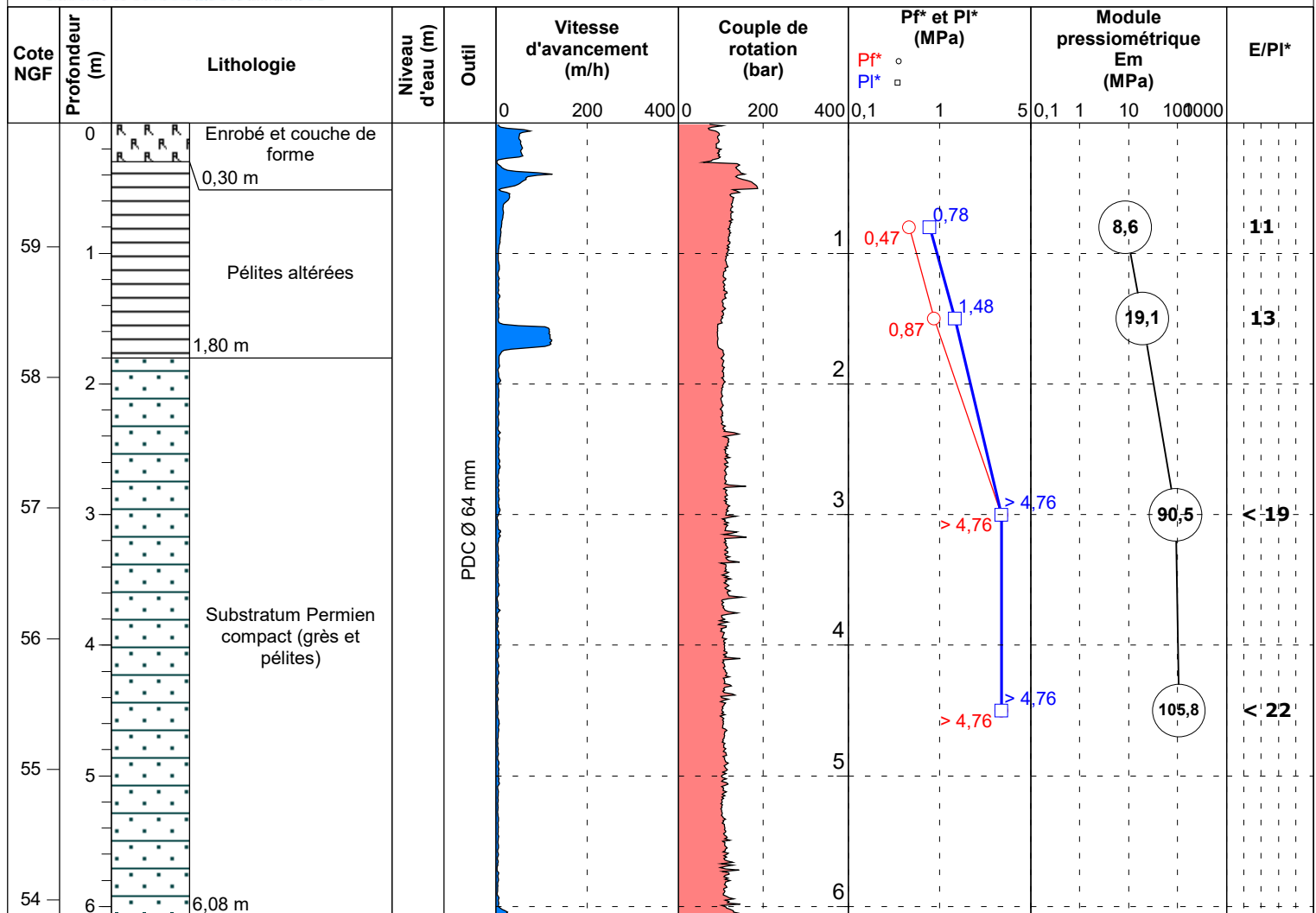
Profondeur : 6,08 m

Cote NGF : 59.95 NGF

Machine : GEO 205

Remarques : Forage avec injection d'eau

Numéro de dossier : 23.0031



EXGTE 3.23/LB2EPF587FR



Géoterra

Bureau d'études géotechniques

LA VALETTE-DU-VAR (83)

Type: Destructif

Sondage : SP2

Date début : 02/02/2023

Date fin : 02/02/2023

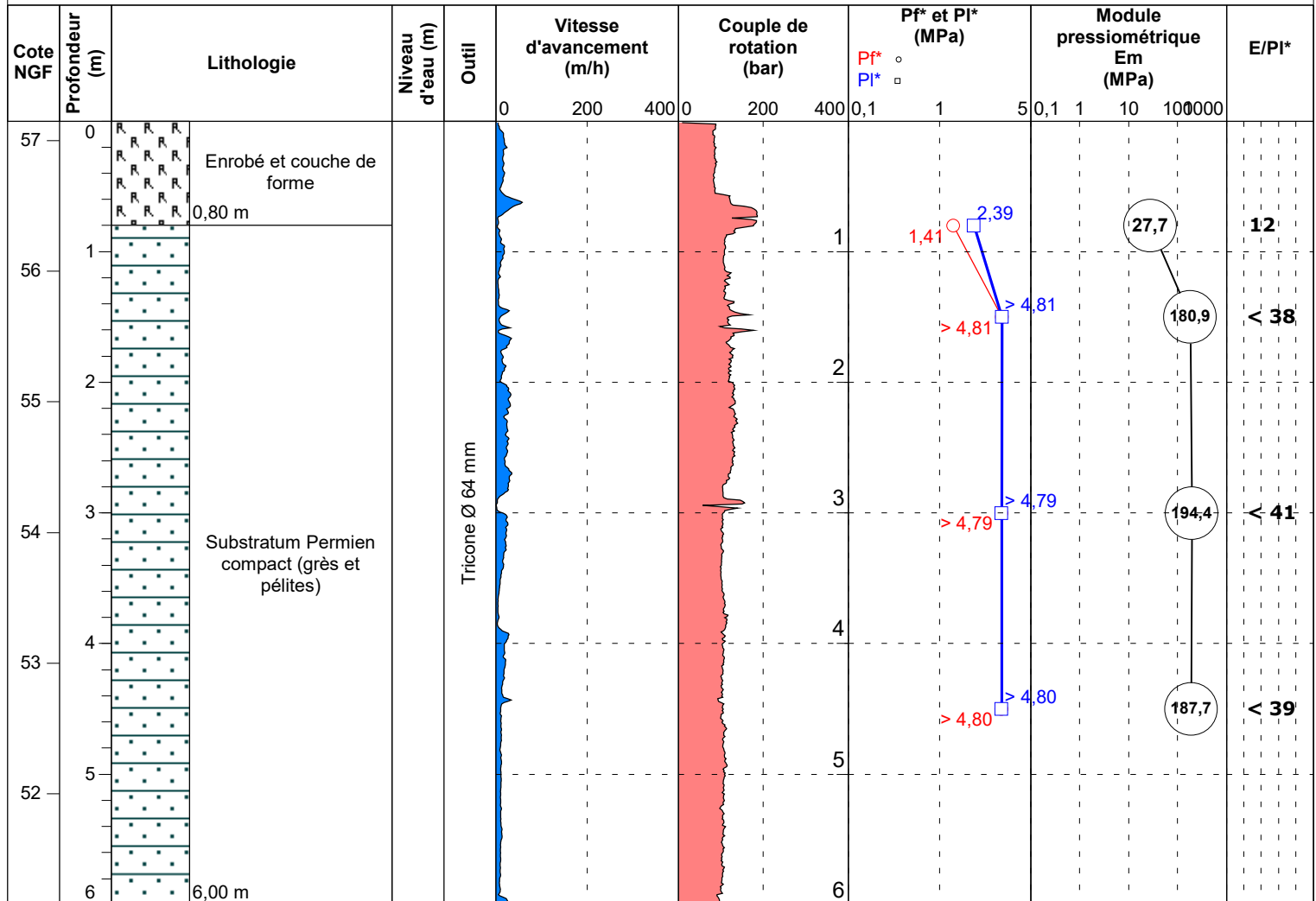
Profondeur : 6,00 m

Cote NGF : 57.15 NGF

Machine : GEO 205

Remarques : Forage avec injection d'eau

Numéro de dossier : 23.0031



EXGTE 3.23/LB2EPF587FR



Géoterra

Bureau d'études géotechniques

LA VALETTE-DU-VAR (83)

Numéro de dossier : **23.0031**

Type: Destructif

Profondeur : **6,01 m**

Sondage : SD1

Cote NGF : **59.05 NGF**

Date début : **02/02/2023**

Machine : **GEO 205**

Date fin : **02/02/2023**

Remarques : **Forage avec injection d'eau**

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Vitesse d'avancement (m/h)	Couple de rotation (bar)	Pf* et Pl* (MPa)			Module pressiométrique Em (MPa)				E/Pf*
							Pf* °	Pl* □						
59	0	Enrobé et couche de forme 0,80 m			0 200 400	0 200 400	0,1	1	5	0,1	1	10	100000	
58	1	Substratum Permien compact (grès et pélites)		Tricone Ø 64 mm			1							
57	2						2							
56	3						3							
55	4						4							
54	5						5							
	6						6							

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR



Géoterra

Bureau d'études géotechniques

LA VALETTE-DU-VAR (83)

Numéro de dossier : 23.0031

Type: Destructif

Profondeur : 6,11 m

Sondage : SD2

Cote NGF : 58.00 NGF

Date début : 02/02/2023

Machine : GEO 205

Date fin : 02/02/2023

Remarques : Forage avec injection d'eau

Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Vitesse d'avancement (m/h)	Couple de rotation (bar)	Pf* et Pl* (MPa)			Module pressiométrique Em (MPa)				E/Pf*
							Pf* °	Pl* □						
58	0	Enrobé et couche de forme 0,50 m			0 200 400	0 200 400	0,1	1	5	0,1	1	10	100000	
57	1	Pélites altérées ocre à rougeâtre					1							
56	2	2,00 m					2							
55	3			Tricone Ø 64 mm			3							
54	4	Substratum Permien compact (grès et pélites)					4							
53	5						5							
52	6	6,11 m					6							

EXGTE 3.23/LB2EPF587FR

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	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	avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat 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).