



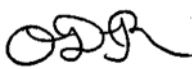

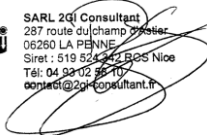
GEOLOGIE - GEOPHYSIQUE - INGENIERIE

N° Dossier : P21.0443

Etude Géophysique et Géotechnique de type G1-PGC (Phase Principes Généraux de Construction)

Concernant la vente d'une parcelle – Loi ELAN pour
l'aménagement de la parcelle en lots à bâtir

Lotissement « Domaine du Prieuré » - Lot 2
24 Bis Chemin de San Peyre
06650 Opio

	Rédacteur		Vérificateur
Nom	O. DE RACO	B. HUON	G. BAUDRY
Fonction	Chargée d'étude	Chargé d'étude	Coordinateur technique
Contact	o.deraco@2gi-consultant.fr	b.huon@2gi-consultant.fr	06 47 58 34 33 g.baudry@2gi-consultant.fr
Signature			 <small>SARL 2Gi Consultant 287 route du champ d'astier 06260 LA PENNE Siret : 519 524 342 BPS Nice Tél: 04 93 02 58 10 contact@2gi-consultant.fr</small>
Date	Juillet 2022		
Version	V1		

2Gi Consultant

287 Route du Champ d'Astier
06260 La Penne
04.93.02.58.10

contact@2gi-consultant.fr

Siret /RC Nice 519 524 342

Sommaire

1. Nature et objectifs de la Mission (NFP 94-500) :	4
1.1. Contexte de l'étude	4
1.1.a) Objectif de l'étude	4
1.2. Documents mis à disposition	5
2. Situation géographique de la zone d'étude :	5
3. Caractéristiques du sous-sol :	8
3.1. Contexte géologique :	8
3.2. Contexte hydrogéologique général :	9
3.3. Situation du Projet par rapport aux risques naturels :	10
3.3.a) Risque lié au retrait - gonflement des argiles :	12
3.3.b) Risque lié à la présence de cavités :	12
3.3.c) Risque lié aux inondations et aux crues torrentielles :	13
3.3.d) Risque lié aux mouvements de terrain :	14
3.3.e) Risque Sismique :	14
4. Méthodes de prospections géophysique et géotechnique :	16
4.1. Naturaliste :	16
4.2. Sismique réfraction :	16
4.3. Sondage électrique :	17
5. Nos Investigations	18
5.1. Etats des lieux	18
5.1.a) Description du terrain :	18
5.1.b) Implantation des sondages :	19
5.2. Sondages sismiques :	20
Sismique S1	20
5.3. Sondage électrique :	21
6. Synthèse : conseils pour les fondations	22
ANNEXE 1 – Horizon des sols	25
ANNEXE 2 – Prescription terrains argileux	26
ANNEXE 3 - CONDITIONS D'UTILISATION DU CONTENU DU RAPPORT	27
ANNEXE 4 - Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94.500 - version de Novembre 2013)	28

Sommaire des figures

Figure 1 - Localisation de la ville	5
Figure 2 - Situation géographique sur fond IGN	6
Figure 3 - Situation géographique sur fond cadastral	6
Figure 4 - Situation géographique sur photographie aérienne (Echelle élargie)	7
Figure 5 - Situation géographique sur photographie aérienne (Echelle rapprochée)	7
Figure 6 - Extrait de la carte géologique au 1 :10 000 (source : www.infoterre.brgm.fr).	8

Figure 7 - Extrait de la carte d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles. (Source : www.infoterre.brgm.fr)	12
Figure 8 - Extrait de la carte d'aléa lié à la présence de cavités. (Source : www.infoterre.brgm.fr)	13
Figure 9 - Extrait de la carte d'aléa lié aux inondations et aux crues torrentielles. (Source : www.infoterre.brgm.fr)	13
Figure 10 - Extrait de la carte d'aléa lié aux mouvements de terrain. (Source : www.infoterre.brgm.fr)	14
Figure 11 - Extrait de la carte de risque sismique.	15
Figure 12 - Implantation des mesures géophysiques	19
Figure 13 - Coupe sismique S1	20
Figure 14 - Graphique géo-électrique SE1	21
Figure 15 - Extrait de schéma d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles. (Source : www.brgm.fr)	26

Sommaire des tableaux

Tableau 1 - Synthèse des risques à prendre en compte pour le projet	11
Tableau 2 - Synthèse des profondeurs des vitesses sismiques S1	20

1. Nature et objectifs de la Mission (NFP 94-500) :

1.1. Contexte de l'étude

Le bureau d'études 2GI Consultant a été missionné pour réaliser une étude G1 PGC selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur le terrain de **Domaine du Prieuré**, situé à **Opio**.

Cette mission ne comprend pas le diagnostic de pollution du site, l'évolution de la présence d'eau ou le suivi des nappes, toute approche des quantités, délais et cout d'exécution des ouvrages géotechniques.

1.1.a) Objectif de l'étude

Le projet consiste conformément à la loi Elan en l'étude géologique en vue de la vente d'un terrain pour l'aménagement de la parcelle en 10 lots à bâtir.

Il est rappelé que la mission d'étude géotechnique G1 (Principe généraux de construction), doit être complétée par les autres phases de mission de conception :

- Phase AVP ou PRO et phase DCE/ACT: Mission G2 ;
- Phase de suivi géotechnique d'exécution : Mission G3 ;
- Phase de supervision géotechnique d'exécution : Mission G4.

L'enchaînement de ces missions permet de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. 2GI Consultant reste à disposition des intervenants, et notamment du maitre d'ouvrage, pour l'exécution des missions complémentaires G2-AVP, G2-PRO, G2-DCE/ACT et G4, la mission G3 étant généralement réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *conditions d'utilisations du présent document* » données en fin de rapport.

L'étude présentée ici se fixe comme principaux objectifs :

- La description des différentes couches du sous-sol dans la zone du projet ;
- L'évaluation des paramètres géotechniques du sous-sol dans la zone d'édification du projet ;
- L'énoncé des mesures particulières à prendre éventuellement lors de la construction du projet ;

Il convient de rappeler que la mission ne comprend pas les points suivants :

- Les reconnaissances structurelles ou le diagnostic des bâtiments existants ;
- Les études de pollutions ;
- L'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale ;
- La reconnaissance de zones d'anomalies géotechniques en dehors de la zone d'investigation et du projet.

1.2. Documents mis à disposition

Les documents mis à disposition pour le déroulement de cette étude :

- Le plan cadastral : ☞

2. Situation géographique de la zone d'étude :

La zone d'étude se situe dans le département des Alpes-Maritimes (06), sur la commune d'Opio (Fig.1).

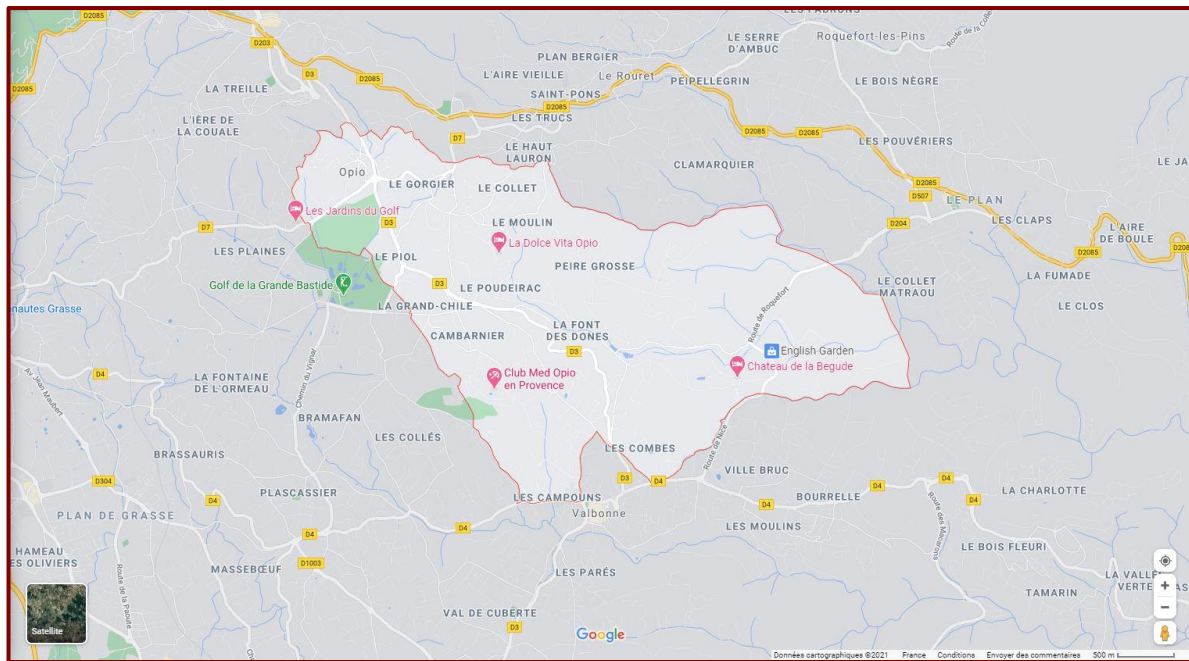


Figure 1 - Localisation de la ville

Adresse du projet du Domaine du Prieuré

24 bis Chemin de San Peyre – Lot 2
06650 Opio

Coordonnées GPS : N 43.663808° et E 6.991483°

Coordonnées cadastrales : Section A parcelle N°1121,

Coordonnées Altimétriques : ~298.38 N.G.F. (données Géoportail)

Nous retrouvons ci-dessous différentes cartes permettant de justifier les contextes environnant de notre zone d'étude

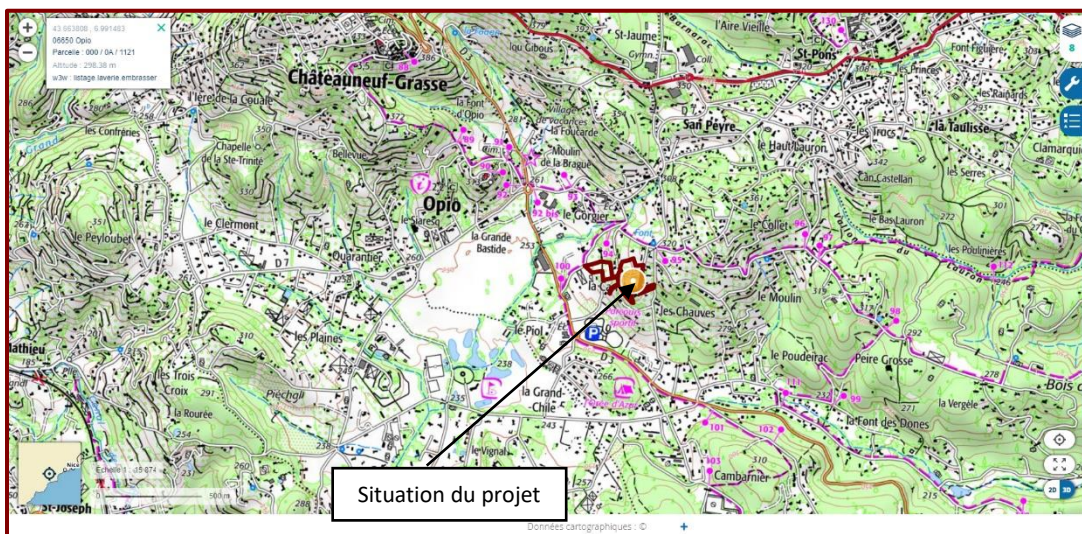


Figure 2 - Situation géographique sur fond IGN

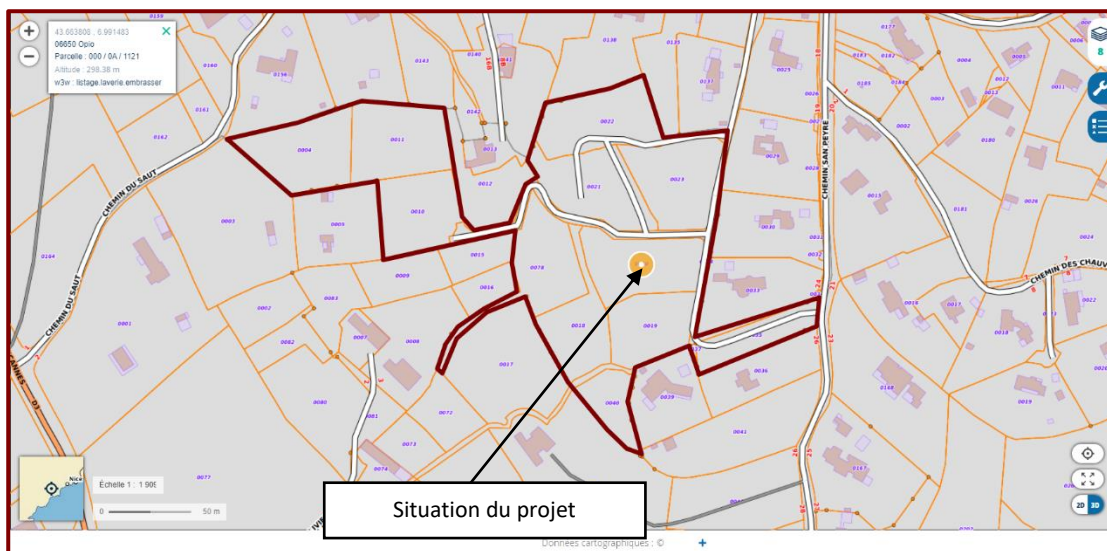


Figure 3 - Situation géographique sur fond cadastral

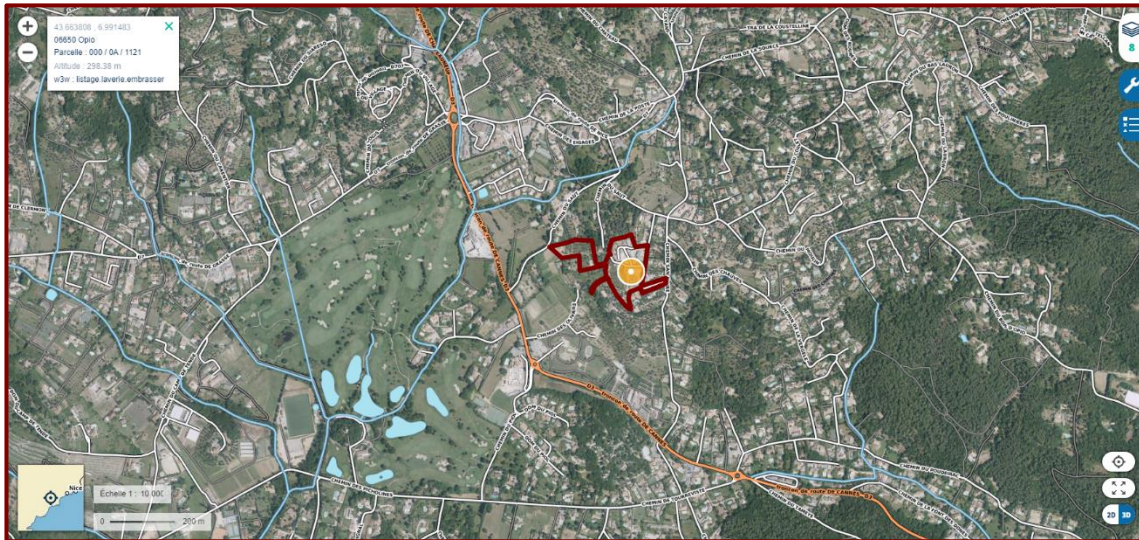


Figure 4 - Situation géographique sur photographie aérienne (Echelle élargie)



Figure 5 - Situation géographique sur photographie aérienne (Echelle rapprochée)

3. Caractéristiques du sous-sol :

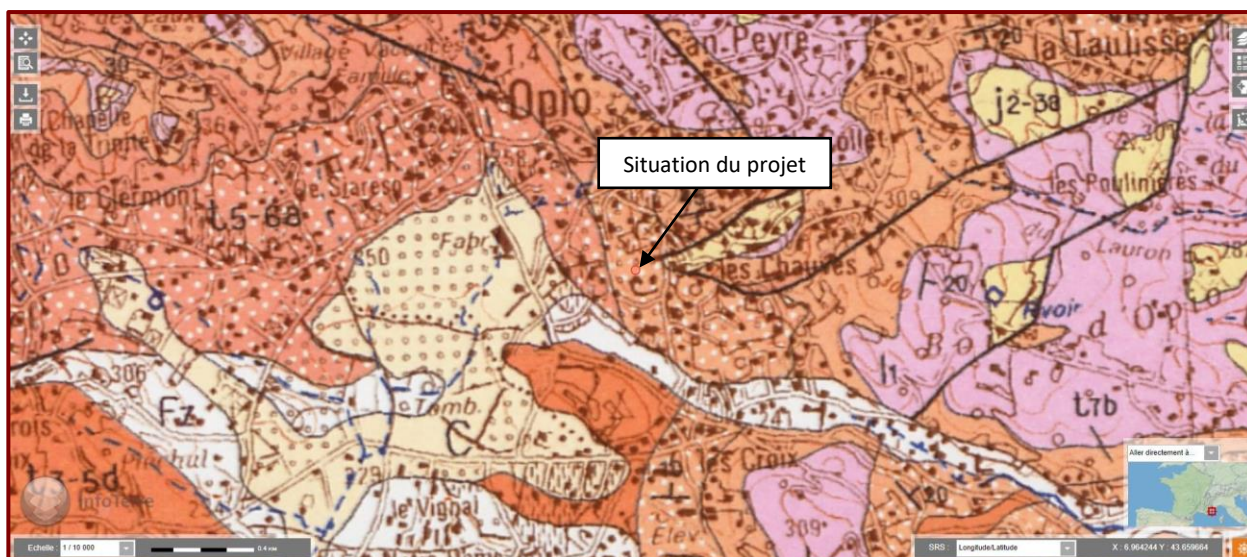
3.1. Contexte géologique :

Nature du sous-sol dans la zone étudiée : extrait de la carte géologique de Grasse-Cannes (N°999) au 1/50 000ème du BRGM (fig.6).

D'après la notice géologique du BRGM, la zone étudiée est indiquée (**T5-6a et t7a**).

Cela correspond à des formations du :

- T5-6a : Marnes gris-bleu à bancs de calcaires roux. Quelques affleurements existent au Nord de Peymeinade, entre Grasse et Cabris ; ailleurs ces marnes sont identifiables par la morphologie de talus qu'elles déterminent et par de rares affleurements discontinus où l'érosion a exhumé quelques bancs de calcaires roux. Ces marnes existent presque partout sauf entre Opio, Plascassier et Valbonne, ainsi qu'entre Vallauris et le collet Saint-Antoine. L'épaisseur maximum est entre le Tignet, Grasse, Pré du Lac et Bar-sur-Loup. Leur contact avec le Trias moyen n'a pas été observé ; il semble brutal, sur les dolomies terminant t3-5d (vers le Tignet) ou plus souvent sur les calcaires à entroques de t3-5d (entre Grasse et Mougins).
- T7a : Marnes vertes, alternances marnes-calcaires bioclastiques gris-beige (Norien ou Rhétien p.p. ?) (0 à 40 m). La formation affleure bien à Courmettes, et, avec une morphologie de plateau, entre Mouans-Sartoux, Plascassier, Valbonne, Opio et le Rouret. Elle existe jusque vers Cannes, le collet Saint-Antoine et Vallauris ; elle manque entre Cabris, le Tignet, Grasse, Pré du Lac, les Gorges du Loup, Tourrettes-sur-Loup et dans toute la partie nord de la feuille, dans les écaillés de Saint-Vallier, de Caussols et de la Montagne de Thiey.



3.2. Contexte hydrogéologique général :

Nous sommes, d'après le BRGM, dans un contexte d'une géologie semi-perméable avec un sol permettant l'infiltration des eaux de pluie. Dans ce contexte géologique et morphologique global, il est probable :

- D'avoir des résurgences d'eau lors de contre pente, ou de changement de géologie ;
- De retrouver des écoulements épidermiques au toit du substratum plus compact.

Etant donnée que l'eau est étroitement liée à son environnement local à un instant bien précis, seul une étude hydrogéologique peut définir plus précisément le contexte local.

3.3. Situation du Projet par rapport aux risques naturels :



Argile



Cavité



Inondation


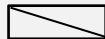







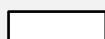




Mouvement de terrain



Sismique

Ci-dessous, un tableau récapitulatif des risques naturels recensés pour la zone d'étude sur la commune. (Source : www.infoterre.brgm.fr pour le type de risques et <http://observatoire-regional-risques-paca.fr> pour les différents PPR)

Type de risque et réglementation	Niveau de risque et identification dans réglementation (si existante)
 Retrait gonflement des argiles* (Fig.7)	<input type="checkbox"/> A priori nul.  <input type="checkbox"/> Faible.  <input type="checkbox"/> Moyen.  <input checked="" type="checkbox"/> Fort. 
 Cavités souterraines (Fig.8)	<input type="checkbox"/> Cavité recensée dans un rayon de 500m. <input checked="" type="checkbox"/> Aucune cavité recensée dans un rayon de 500m.
PPR Cavité (Fig.8 bis)	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun PPRc prescrit sur la commune. <input type="checkbox"/> PPRc prescrit sur la commune.
 Inondation par remontée de nappe * (Fig.9)	<input type="checkbox"/> Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe  <input type="checkbox"/> Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave  <input checked="" type="checkbox"/> Pas de débordement de nappe, ni d'inondation de cave  <input type="checkbox"/> Entités Hydrogéologiques imperméables à l'affleurement  <input type="checkbox"/> Enveloppes approchées des inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare 
PPR Inondation (Fig.9 bis)	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun PPRI prescrit sur la commune. <input type="checkbox"/> PPRI prescrit sur la commune.








Type de risque et réglementation	Niveau de risque et identification dans réglementation (si existante)
 Mouvements de terrain (Fig. 10)	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun recensé dans un rayon de 500m <input type="checkbox"/> Mvt recensé dans un rayon de 500m
PPR Mouvements de terrain (Fig.10 bis)	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun PPR MVT prescrit sur la commune <input type="checkbox"/> Risque mouvements de terrain PPR MVT <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> « G » Glissement <input type="checkbox"/> « Eb » Eboulement <input type="checkbox"/> « E » Effondrement <input type="checkbox"/> « Ra » Ravinement <input type="checkbox"/> « NE » Exempt de risque de mouvement de terrain - zone non exposée
 Risque Sismique (Fig. 11)	<input type="checkbox"/> Zone 1 (sismicité très faible)  <input type="checkbox"/> Zone 2 (sismicité faible)  <input checked="" type="checkbox"/> Zone 3 (sismicité modérée)  <input type="checkbox"/> Zone 4 (sismicité moyenne)  <input type="checkbox"/> Zone 5 (sismicité forte) 
PPR Séisme (Fig.11 bis)	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun PPR Séisme prescrit sur la commune <input type="checkbox"/> PPR séisme prescrit sur la commune <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zone B0 <input type="checkbox"/> Zone B1 <input type="checkbox"/> Zone B2 <input type="checkbox"/> Zone B3 <input type="checkbox"/> Zone B4

Tableau 1 - Synthèse des risques à prendre en compte pour le projet

3.3.a) Risque lié au retrait - gonflement des argiles :

Cet aléa peut être très problématique car certaines argiles ont un comportement variable en fonction de la présence d'eau ou non dans le sol.

En effet, celles-ci gonflent quand elles sont saturées en eau provoquant des déstabilisations en surface et se rétractent, créant des fissures importantes, quand le sol est très sec.

Le terrain étudié se situe en zone d'aléa **fort de retrait et gonflement des argiles** (fig.7).

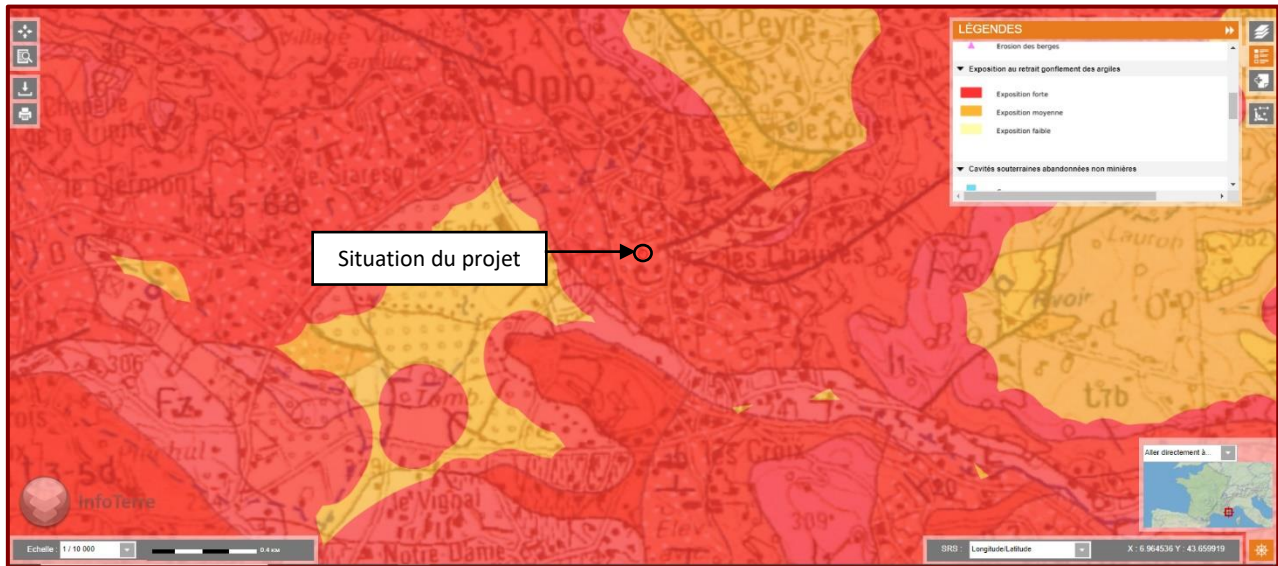


Figure 7 - Extrait de la carte d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles. (Source : www.infoterre.brgm.fr)

3.3.b) Risque lié à la présence de cavités :

Ce risque se manifeste par des désordres susceptibles d'apparaître à tout moment et souvent sans signe précurseur au cœur même des zones urbanisées.

Les cavités présentes dans le sous-sol entraînent une altération des propriétés du massif rocheux et sans entretien ou confortement, elles sont susceptibles de générer à terme des désordres en surface, difficilement prévisibles et potentiellement dangereux pour les personnes et les biens.

Pour la présence de cavités, aucune cavité n'est recensée dans un rayon de 500m autour de la zone d'étude.

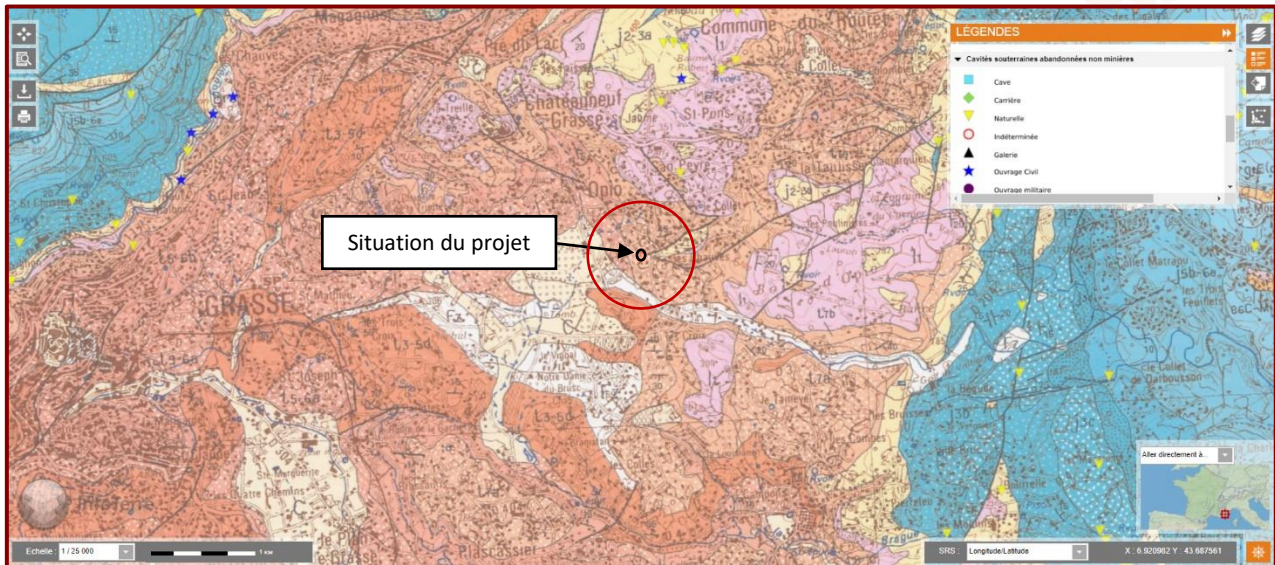


Figure 8 - Extrait de la carte d'aléa lié à la présence de cavités. (Source : www.infoterre.brgm.fr)

La commune d'Opio n'est soumise à aucun plan de prévention des risques cavité (PPRc). Aucune prescription particulière n'est à prendre en compte pour le projet.

3.3.c) Risque lié aux inondations et aux crues torrentielles :

La zone d'étude est classée en **zone sans débordement de nappe ni inondation de cave** au niveau du **risque d'inondation par remontée de nappe** (fig.9).

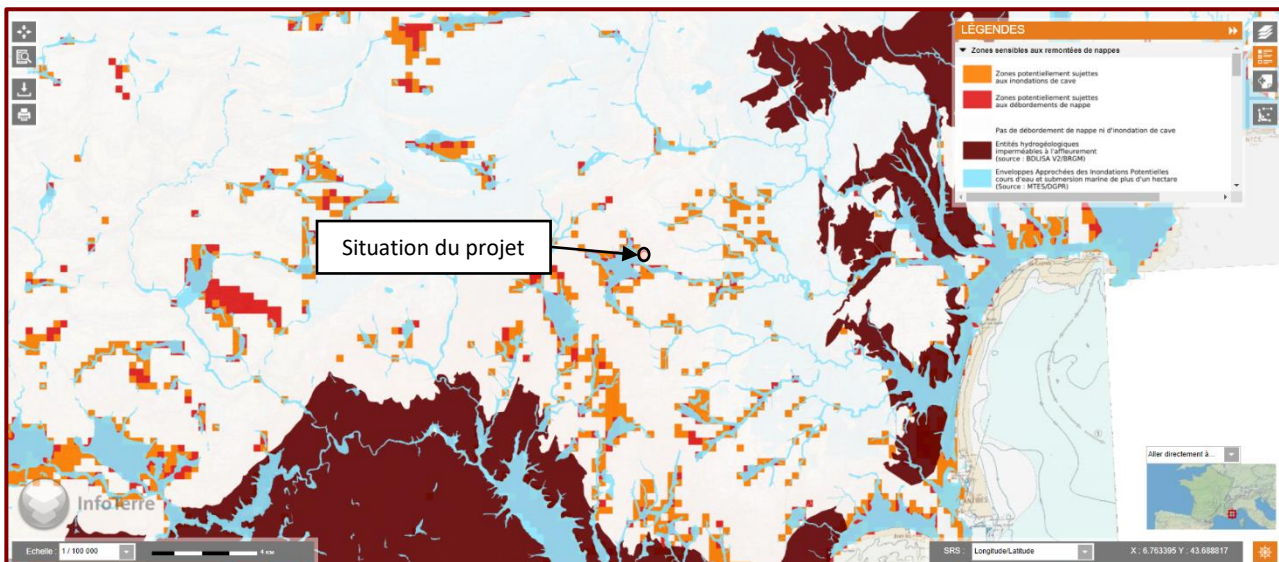


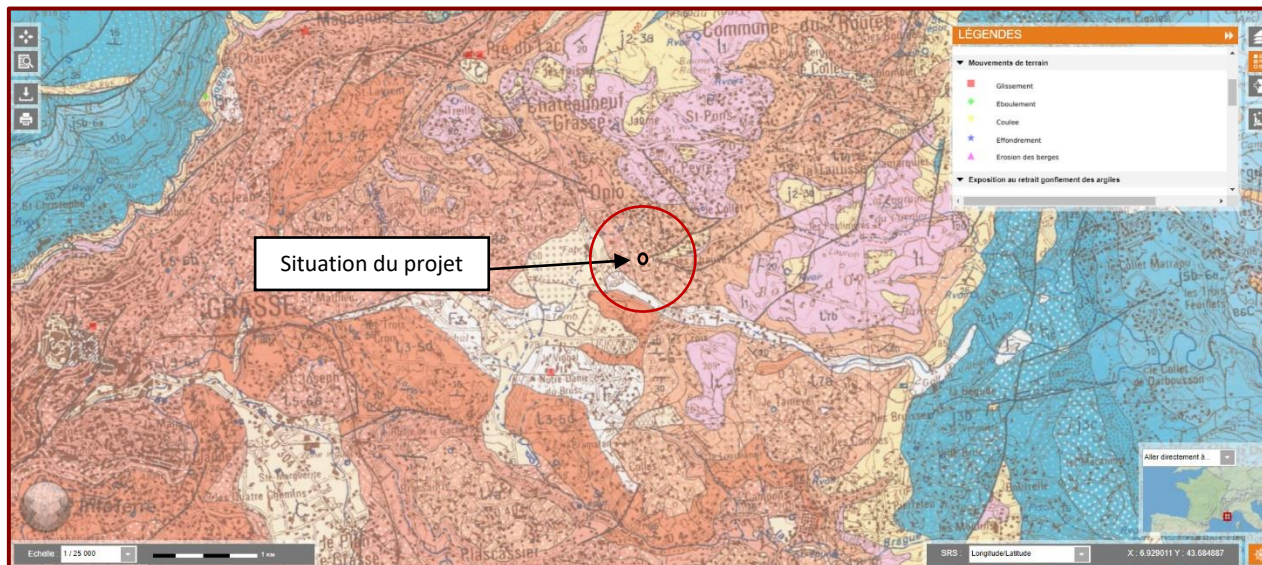
Figure 9 - Extrait de la carte d'aléa lié aux inondations et aux crues torrentielles. (Source : www.infoterre.brgm.fr)

De plus d'après le site Géorisques, la commune se situe dans un atlas de zone inondable mais pas dans un territoire à risque important d'inondation (TRI).

La commune d'Opio n'est soumise à aucun Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi). Aucune prescription particulière n'est à prendre en compte pour le projet à ce jour.

3.3.d) Risque lié aux mouvements de terrain :

D'après le site www.infoterre.brgm.fr, aucun mouvement de terrain de type glissement éboulement, effondrement ou autres ne sont recensés dans un rayon de 500m autour de la zone d'étude.



La commune d'Opio n'est soumise à aucun plan de prévention des risques mouvements de terrain (PPRMvt). Aucune prescription particulière n'est à prendre en compte pour le projet.

3.3.e) Risque Sismique :

Le risque sismique d'un site est un risque naturel lié à l'activité sismique. Il est la conjonction d'un aléa sismique et d'une vulnérabilité des personnes, des biens et des activités sur ce site. La nature et la vulnérabilité des enjeux (économiques, patrimoniaux, sociaux...) sont primordiales pour l'évaluation du risque sismique.

Un séisme (ou tremblement de terre) correspond à une fracturation (processus tectonique aboutissant à la formation de fractures des roches en profondeur), le long d'une faille généralement préexistante.

D'après le site www.georisques.fr, la commune d'Opio se situe en zone d'aléa sismique **modérée (3)**.

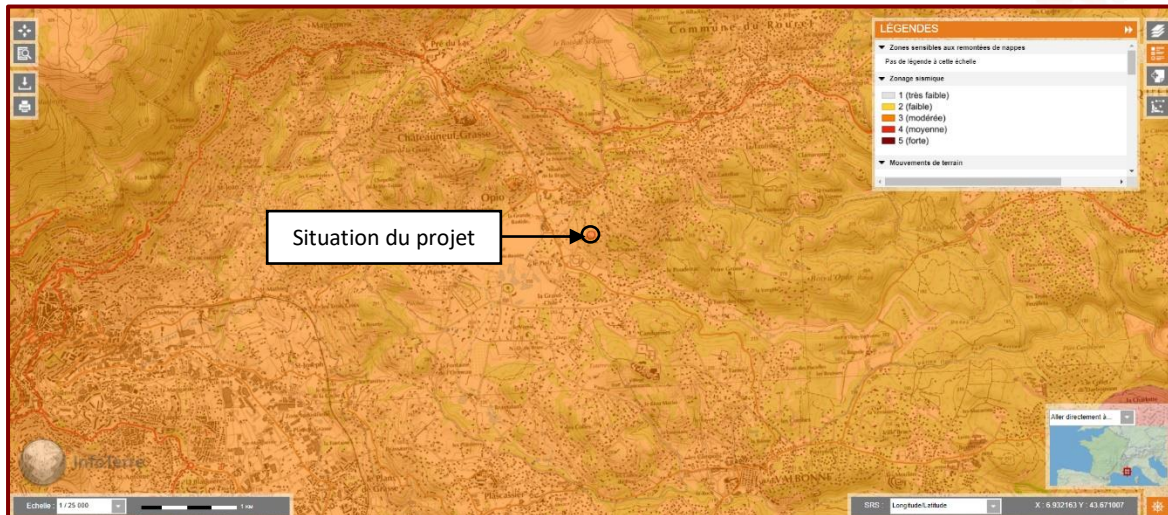


Figure 11 - Extrait de la carte de risque sismique.

La commune d'Opio n'est soumise à aucun Plan de Prévention des Risques sisme (PPRs). Aucune prescription particulière n'est à prendre en compte pour le projet à ce jour.

Conformément à l'**Eurocode 8**, chaque catégorie d'importance est associée à un coefficient d'importance γ_1 qui vient moduler l'action sismique de référence.

Pour notre projet $\gamma_1 = 1$

On veillera à appliquer les prescriptions de l'Eurocode 8 se rattachant aux règles EN 1998-1 :2004, 1.1.1. (Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes). Voir tableau ci-dessous :

	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³
Zone 2	aucune exigence			$a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Figure 11 ter - Tableau de calcul des structures pour leur résistance aux séismes

Afin de définir les conditions optimales de fondation, nous avons réalisé des sondages géophysiques non destructifs.

4. Méthodes de prospections géophysique et géotechnique :

Dans l'objectif de déterminer les contraintes admissibles pas le sol, nous utilisons des méthodes de prospections géophysiques. Ces méthodes sont la sismique de réfraction et le sondage électrique. Ces techniques, en ciblant des caractéristiques physiques du sol permettent lors du traitement du signal (données acquises lors du terrain) de donner une image continue du sous-sol.

4.1. Naturaliste :

Nous réalisons une lecture du paysage de la zone d'étude en caractérisant le sol, la végétation et la morphologie ainsi que les avoisinants en les corrélant au contexte du biome local (aire de morphologie et écosystème similaires).



4.2. Sismique réfraction :



On provoque une onde de choc à la surface du sol. Les ondes induites se propagent à des vitesses différentes suivant les terrains qu'elles traversent. On peut ainsi connaître la coupe du sous-sol en connaissant les vitesses sismiques.

On présente les résultats sous forme d'une coupe verticale où sont figurés en abscisse les différents points de tir et en ordonnées les profondeurs.

La méthode A.C.P.tm (GIRAUD et coll. 1999) permet, en accord avec la DTU 13 -12 fondations superficielles, de connaître les contraintes du sous-sol en fonction des compacités.

Nous retrouvons 4 horizons de compacité distincts, définies par la vitesse sismique au travers :

- En surface des terres de recouvrement peu compactes caractérisées par des vitesses sismiques très faibles (vitesse sismique « V » comprise entre 100 et 500 m/sec). Cet horizon est figuré en blanc ;
- En dessous un horizon à faible compacité. La vitesse sismique est faible (vitesse sismique « V » comprise entre 500 et 600m/sec) Cet horizon est représenté en gris et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 3.6 et 4.5 bars** ;
- Puis un horizon à moyenne et forte compacité. La vitesse sismique est moyenne à forte (vitesse sismique « V » comprise entre 600 et 1500m/sec). Cet horizon est représenté en jaune et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 4.5 et 9bars** ;

- En profondeur, un horizon à forte compacité représentés par le substratum compact. La vitesse sismique est élevée ($V > 1500\text{m/sec}$). Cet horizon est représenté en bleu et la contrainte admissible par le sol **$Qu > 9\text{bars}$** .

Le signal acquis lors de la prospection de sismique réfraction nous permet également d'obtenir la classification des sols de l'Eurocode 8.

4.3. Sondage électrique :



On injecte dans le sol un courant électrique de voltage et d'intensité connus. Ceci permet de connaître la résistance électrique des terrains traversés.

On présente les résultats sous forme d'une coupe du sol (Log) identique à une coupe stratigraphique dans laquelle les terrains seraient caractérisés par leur résistivité électrique exprimée en $\Omega.m$.

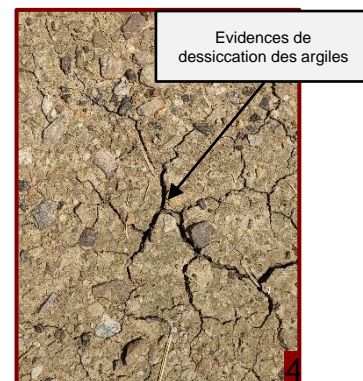
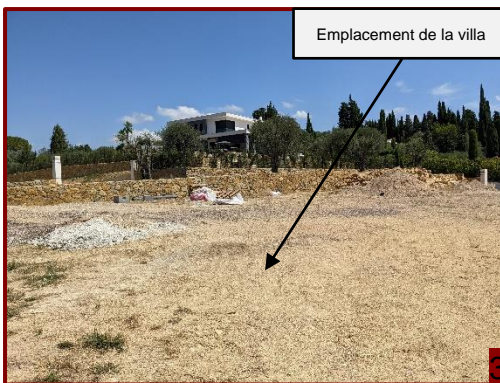
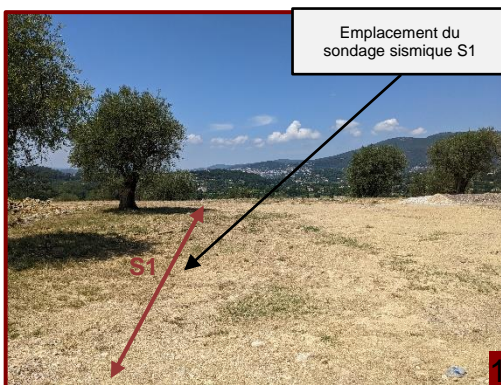
Il nous permet de confronter les données bibliographiques générales (BRGM) à la réalité géologique du terrain en termes de risque argile et de niveau hydrostatique (zone saturée en eau).

5. Nos Investigations

5.1. Etats des lieux

5.1.a) Description du terrain :

La parcelle s'insère dans une zone péri-urbaine, bordée par le chemin San Peyre en amont, à l'Ouest et au Nord ainsi qu'un avoisinant proche au Nord et des villas plus lointaines au niveau des autres points cardinaux. L'accès au Lot 2 se fait directement depuis un chemin d'accès goudronné qui relie le chemin San Peyre. Le terrain est pincé dans sa limite parcellaire par des restanques en pierres sèches de moins d'un mètre de hauteur. Le projet de la villa est situé sur une planche relativement tabulaires. Au lieu et place de notre sondage la planche a subi une compaction du fait du passage d'engins de chantier. La végétation y est donc limitée et est surtout constituée de plusieurs oliviers et localement d'herbe rase.



Aucune venue d'eau n'a été repérée en surface sur le terrain. Aucun signe d'instabilité majeure n'a été observé le jour de l'étude.

5.1.b) Implantation des sondages :

Les reconnaissances de terrain ont été réalisées par sondages géophysique avec les appareils de mesures de chez Abem (le *Daqlink III* et le *Terrameter SAS1000*).

Les sondages sont localisés sur le plan de la Figure 12 ci-dessous :

- Une ligne sismique notée S1 d'une longueur totale respective de 26 m linéaire ;
- Un sondage électrique noté SE1.

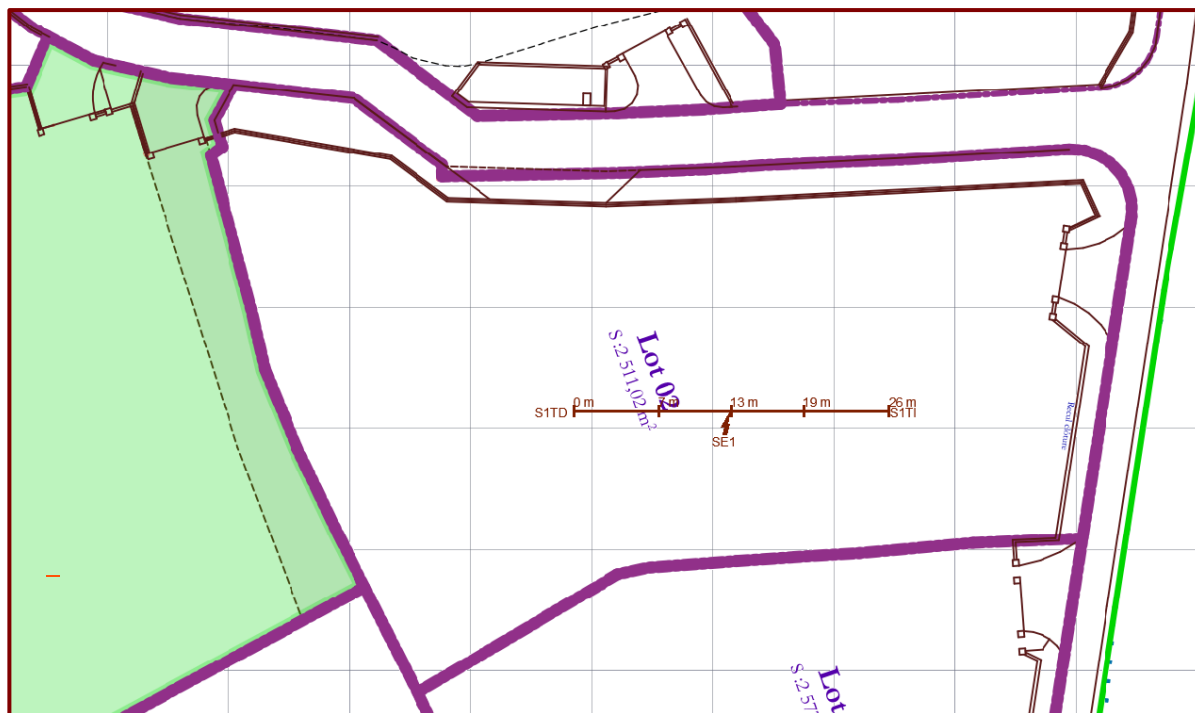


Figure 12 - Implantation des mesures géophysiques

Légende

- SE : sondages électriques
- S : lignes sismiques
- TD : Tir Direct (Début de ligne)
- TI : Tir Inverse (Fin de ligne)

5.2. Sondages sismiques :

On représente sur la figure 13 ci-dessous, la coupe sismique S1, ainsi qu'un tableau descriptif apportant les profondeurs des horizons en fonction du TN sous chaque tir sismique.

Sismique S1

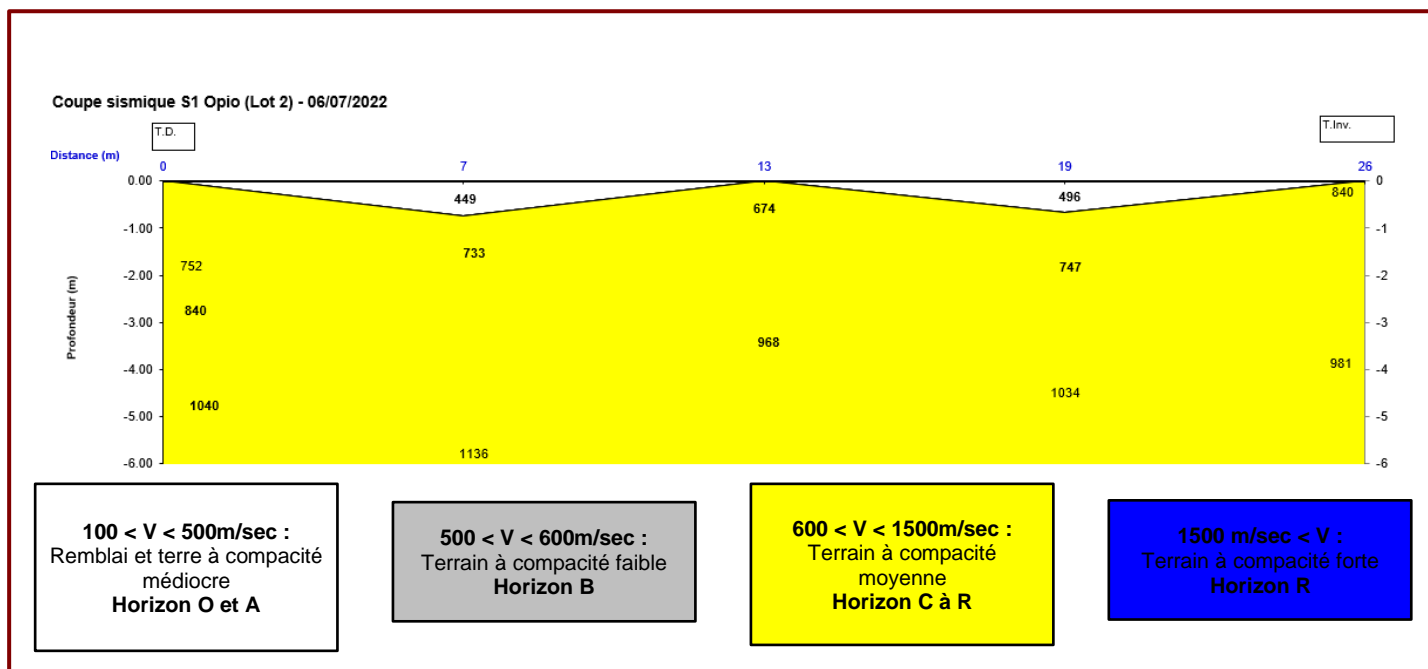


Figure 13 - Coupe sismique S1

Profondeur m/TN	0m	7m	13m	19m	26m
Horizon 1	-	0m/TN à -0.74m/TN	-	0m/TN à -0.67m/TN	-
Horizon 2	-	-	-	-	-
Horizon 3	0m/TN à + de 6m	-0.74m/TN à + de 6m	0m/TN à + de 6m	-0.67m/TN à + de 6m	0m/TN à + de 6m
Horizon 4	+ de 6m	+ de 6m	+ de 6m	+ de 6m	+ de 6m

Tableau 2 - Synthèse des profondeurs des vitesses sismiques S1

5.3. Sondage électrique :

Pour vérifier la disposition du sondage sismique, on a réalisé un sondage électrique. Le sondage électrique est repéré SE1, son implantation est représentée sur le plan de la Fig.12. On représente sur la Figure 14 ci-dessous, la coupe du sondage électrique SE1.

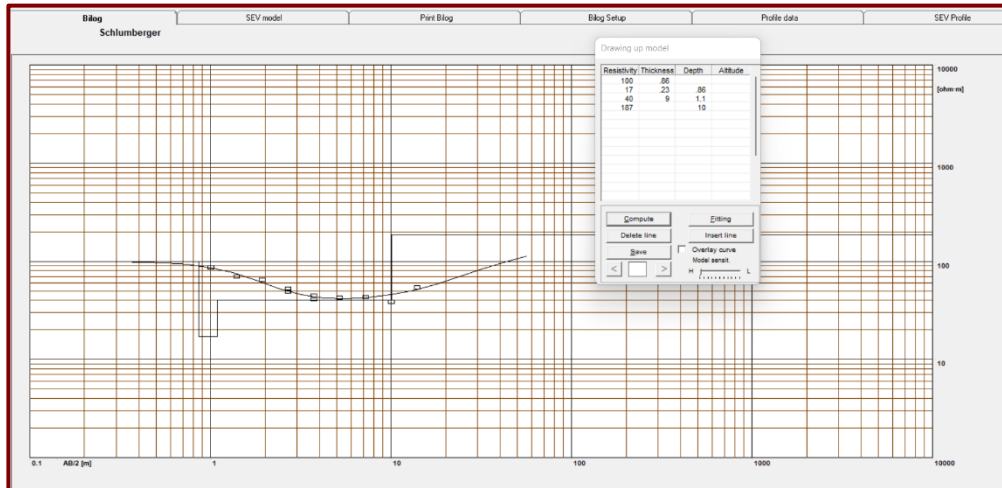


Figure 14 - Graphique géo-électrique SE1

Les résistivités enregistrées sur le sondage SE1 mettent en évidence :

- De 0.00m à 0.086m : une formation superficielle composé de terres superficielles et de marnes et calcaires avec une résistivité de **100Ω.m** ;
- De 0.86m à 1.10m : une formation composée de marnes argileuses avec une résistivité de **17Ω.m** ;
- De 1.10m à 10.0m : une formation composée de marnes avec une résistivité de **40Ω.m** ;
- A partir de 10.0m : une formation de calcaires avec une résistivité de **187Ω.m**.

6. Synthèse : conseils pour les fondations

La présente étude a pour objectif d'identifier de manière générale les risques géologiques sur la parcelle étudiée afin de définir les contraintes particulières et donner une première analyse des principaux aléas géologiques pour l'aménagement de la parcelle en 10 lots à bâtir de type villa individuelle. Pour cela nous combinons recherches bibliographiques (BRGM, ORRM, Géorisques) avec des prospections effectuées par sondages géophysiques et naturalistes.

La mission G1PGC est réalisée en amont d'une étude d'avant-projet. Elle permet de définir le modèle géologique préalable du site et de faire la première identification des risques géologiques d'un site à travers une enquête documentaire.

Le sondage sismique nous donne un sol porteur **peu profond**.

D'après les sondages réalisés, on observe de 0.00m à 0.70m/TN un terrain composé principalement de terre à texture argileuse (terrain de couleur blanc sur les coupes sismiques S1 et S2) avec des capacités portantes très faible. A partir de la surface à -0.70m/TN, on observe l'horizon de moyenne compacité (terrain de couleur jaune sur les coupes sismiques) composé de marnes à blocs calcaires. En profondeur se trouve le substratum rocheux (calcaires) qui n'est pas observable sur nos sondages.

A ce stade de l'étude, en l'absence de donnée précise sur le projet, on peut considérer que le sol a des caractéristiques géotechniques favorables à l'implantation de fondations de types **superficielles**. Le choix du mode de fondations envisageable pourra être déterminé après la connaissance et la définition du projet avec les cotes de niveaux bas envisagées.

Le sol d'assise des fondations devra être situé au niveau d'un horizon homogène et de bonne compacité et pouvant supporter les charges apportées par le projet.

Un dimensionnement pourra être donné lors d'une mission complémentaire de type G2AVP ou G2PRO après établissement de l'implantation et des caractéristiques du projet sur un plan de masse définitif et réalisation de sondages complémentaires.

La résistivité électrique **confirme la présence d'argile ce qui corrobore le risque argile**. On veillera à respecter les prescriptions habituellement édictées dans les terrains argileux comme le montre et décrit l'extrait en annexe 2 de ce rapport.

Pour le futur projet de construction, on prévoira tout de même, la mise en place d'un système de gestion des eaux pluviales. On privilégiera la mise en place d'un exutoire gravitaire avec une déclivité suffisante ou la mise en place d'une pompe de relevage, si l'exutoire l'impose, afin d'éviter toute saturation du réseau et toute inondation à l'aval ou sur la parcelle.

On veillera à mettre en place des dispositifs qui auront pour rôle de limiter les variations hydriques des sols d'assise.

Au niveau des fondations et des parties enterrées, elles devront être protégées au stade définitif par un système de drainage périphérique adapté et pérenne, mis en place

verticalement le long des murs enterrés. Ces eaux devront être collectées et évacuées gravitairement ou par un système de relevage, et raccordées au réseau ou dans un exutoire autorisé.

On veillera à prévoir une imperméabilisation des murs enterrées ou semi enterrées, si la mise en place du système de drainage périphérique n'est pas réalisable.

Pour les parties non enterrées, il sera aussi indispensable de détourner au maximum les eaux de ruissèlement provenant des surfaces imperméabilisées et les eaux d'infiltration en dehors du périmètre du futur projet. Pour cela on préconise la mise en place d'un trottoir étanche suffisamment large présentant une pente de manière à éloigner les écoulements épidermiques. Cet exutoire devra être entretenu afin que les eaux s'évacuent gravitairement et ne s'accumulent pas autour de la villa.

A ce stade de l'étude les profondeurs de terrassement pour l'aménagement du site ne sont pas connues. Le projet nécessitera tout de même les terrassements suivants :

- Terrassement pour la mise en place d'une plateforme (reprofilage du terrain)
- La réalisation des fouilles de fondation.

Les travaux de terrassement seront réalisables avec des moyens classiques au niveau de l'horizon 1. Au niveau de l'horizon 3 on privilégiera l'utilisation de matériel de plus forte puissance (pelle mécanique de fort tonnage) étant donné la présence de marnes calcaires plus indurées et la possibilité de blocs (terrains de couleur jaune sur les coupes sismiques dont la vitesse sismique $V > 700\text{m/s}$)

Nous rappelons que selon la norme NF P 94-500, l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) devra respecter les étapes de conception et de réalisation de tout projet et devra contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique globale.

Au moment des travaux une mission de contrôle des fonds de fouilles sera nécessaire afin de vérifier l'homogénéité et la nature du terrain ainsi que le niveau d'assise des fondations. 2GI Consultant se tient à la disposition du client pour la réalisation de cette mission et demande à être présent lors de l'ouverture des fouilles de fondation afin de valider les résultats de la présente étude.

2GI Consultant - Agence PACA -
Mission : G1PGC - Concernant la vente d'une parcelle
Affaire : Domaine du Prieuré – Lot 2 – 06650 Opio – P21.0443



Nous donnons un **AVIS GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE FAVORABLE** à la réalisation de ce projet sous réserve de mettre en œuvre les recommandations techniques développées dans ce rapport.

Nous restons à la disposition du maitre d'ouvrage et de son représentant pour tout renseignement complémentaire qu'ils jugeraient nécessaire.

Fait à la Penne, le 11/07/2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. BAUDRY', is written over a faint, light blue circular stamp or watermark.

Gérard BAUDRY
Coordinateur Technique
2GI consultant

ANNEXE 1 – Horizon des sols

Les principaux horizons des sols

- **Horizon H** : Humus, milieu saturé par l'eau plus de 6 mois dans l'année. La matière organique n'est pas décomposée due aux conditions anaérobies (ex : tourbe) ;
- **Horizon O** : Horizon organique, cet horizon correspond à la litière (formation liée à l'activité biologique du sol) ;
- **Horizon A** : Horizon organo-minérale. C'est dans cet horizon que l'on retrouve la rhizosphère, niveaux riches en vie et en matière organique. C'est également à partir de là que la matière organique est décomposée et se transforme en matière minérale ;
- **Horizon B** : C'est un horizon minéral où la structure lithologique a disparu, provenant de l'altération de la roche mère et de la pédogénèse locale. En fonction d'un engorgement prolongé (lessivage) cet horizon peut s'être différenciée en une texture argileuse, le rendant moins perméable ;
- **Horizon C** : Horizon minéral d'altération de la roche mère, à structure lithologique et non pédologique ;
- **Horizon R** : Horizon originel non altéré, endogène (roche volcanique) ou exogène (roche sédimentaire, roche métamorphique).

ANNEXE 2 – Prescription terrains argileux

Extrait des prescriptions habituellement édictées dans les terrains argileux :

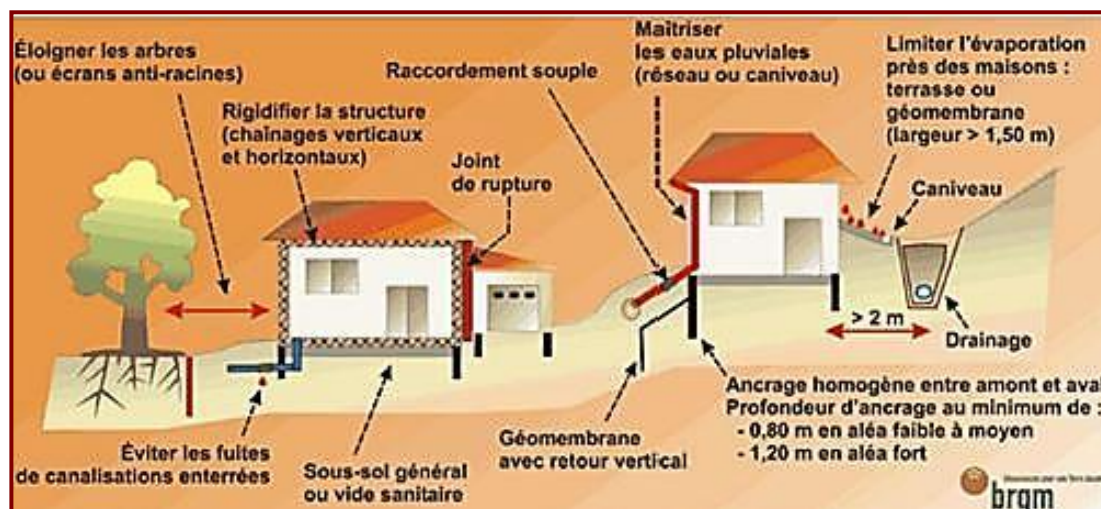


Figure 15 - Extrait de schéma d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles. (Source : www.brgm.fr)

- On limitera au maximum les variations hydriques des sols et des sous-sol à proximité des fondations, quel que soit l'origine de l'eau par la mise en place d'un drainage adapté, placé à 2m minimum des fondations, par la collecte des eaux de toiture et de toutes les surfaces imperméabilisées autour de la construction, par le rejet des eaux collectées vers un exutoire éloigné de la construction (pas d'infiltration ni de pompage dans une nappe superficielle à moins de 10m du projet, en cas d'infiltration vérifier la perméabilité du sol par une étude spécifique).
- Tous les réseaux d'eau seront conçus pour encaisser des déformations (raccords souples).
- L'ensemble de la structure sera rigidifié par des chaînages verticaux et horizontaux.
- On éloignera toute plantation d'arbre ou arbuste à une distance inférieure à la hauteur adulte H (1H pour les arbres isolés et 1,5H pour les haies) sauf avec la mise en place d'un écran anti racines d'une profondeur minimale de 2m
- Il est interdit d'exécuter un sous-sol partiel sous une même partie de bâtiment, les parties de constructions fondées différemment (villa, garage ou autre) devront être désolidarisé au moyen d'un joint de rupture sur la hauteur de la construction. (À voir avec un BET Structure)

ANNEXE 3 - CONDITIONS D'UTILISATION DU CONTENU DU RAPPORT

- Voir les « **Conditions générales des missions géotechniques** » en annexe 4.
- **2GI Consultant** ne peut être en aucun cas tenue à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature ; **2GI Consultant** n'est donc tenue qu'à une obligation de moyens.
- Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société **2GI Consultant**. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
- Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **2GI Consultant**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caduc certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
- Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **2GI Consultant** a été amenée dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **2GI Consultant** sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison lui être reproché d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
- Des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (*failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc., ...*) peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie. Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (*éboulement des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc., ...*) doivent être immédiatement signalés à **2GI Consultant** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.
- Pour les raisons développées précédemment, et sauf stipulation contraire explicite de la part **2GI Consultant**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **2GI Consultant**.
- **2GI Consultant** ne pourrait être rendue responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
- Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers travaux, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **2GI Consultant** lorsqu'elle est chargée d'une mission spécifique G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le maître d'ouvrage est alors prié de prévenir **2GI Consultant** en temps utile. Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
- Le Maître d'Ouvrage devra informer **2GI Consultant** de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **2GI Consultant** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.
- Il appartient à l'assurance dommage ouvrage de vérifier que nos garanties suffisent à couvrir les risques liés à cet ouvrage.

ANNEXE 4 - Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94.500 - version de Novembre 2013)

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'avoisnants 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 avoisnants), 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 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

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

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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