

Etude Géophysique et Géotechnique d'avant-projet de type G2 (phase AVP)

Concernant le projet de construction d'une villa avec piscine

Lotissement « Domaine du Prieuré »
LOT 5
16 chemin du Saut
06650 Opio

Chargé d'étude :

Jonathan Sabidussi

Chargé d'étude

Port : 06 37 44 71 89

E-mail : j.sabidussi@2gi-consultant.fr

2Gi Consultant

287 Route du Champ d'Astier

06260 La Penne

Tel : 04.93.02.58.10

Email : contact@2gi-consultant.fr

Siret /RC Nice 519 524 342

Sommaire

1. Nature et objectifs de la Mission (NFP 94-500) :	3
2. Situation géographique de la zone d'étude:	3
3. Description du projet soumis à l'étude et de son Environnement :	
3.1. Nature du projet:	6
3.2. Description du terrain :	6
4. Caractéristiques du sous-sol :	8
4.1. Contexte géologique:	8
4.2. Situation du Projet par rapport aux risques naturels :	9
5. Etude géophysique dans la zone du Projet :	14
5.1. Principe des méthodes géophysiques :	14
5.2. Implantation des sondages :	15
5.3. Résultats des sondages :	16
6. Caractéristiques Géotechniques du Sous-sol :Corrélation vitesse sismique- contraintes du sol :	19
7. Conclusions : conseils pour les fondations	20
8. Remarque importante :	22
Annexes :	24

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

Le bureau d'études 2GI Consultant a été missionné pour réaliser une étude G2AVP selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur le lot n°5 du domaine du Prieuré situé à Opio (06650)

Il est rappelé que la mission d'étude géotechnique de conception (Phase avant-projet/mission partielle), doit être complétée par les autres phases de cette mission de conception :

- Phase 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 maître d'ouvrage, pour l'exécution des missions complémentaires 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

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 à l'Est de Grasse (Fig.1).

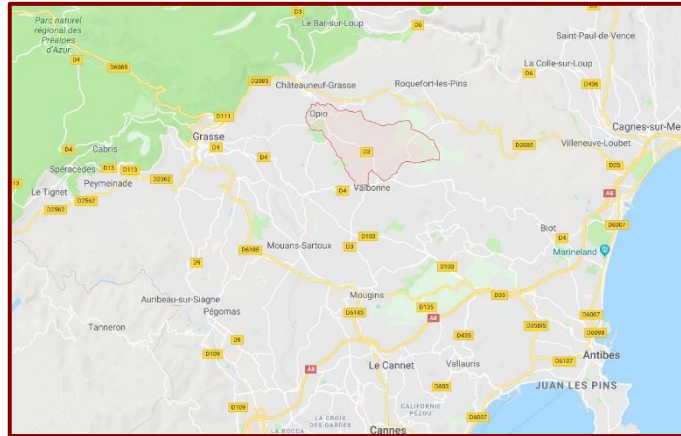


Fig.1 : Situation d'Opio

Adresse du projet de M FREGA

Lotissement « Le Domaine du Prieuré », lot n°5
16 chemin du Saut
06650 Opio

Coordonnées GPS : N. = 43°66376et E 6°991747

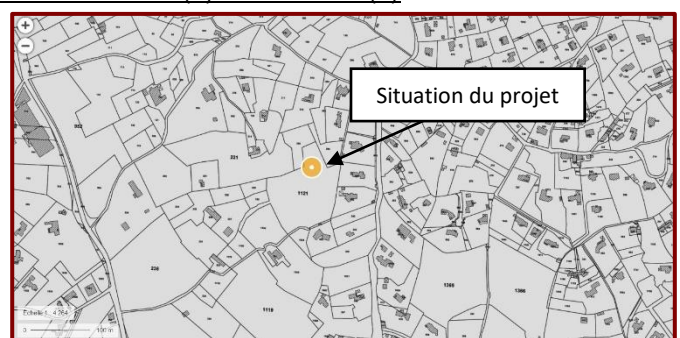
Coordonnées cadastrales : Section A parcelle N°1121,

Coordonnées Altimétriques : ~302.33 N.G.F. (données Géoportail)

Figures 2 et 3 - Situation du Projet de sur carte IGN (a) et Cadastre (b)



(a)



(b)

On représente sur les Fig.4 et 4bis ci-dessous, la vue aérienne de la zone d'étude

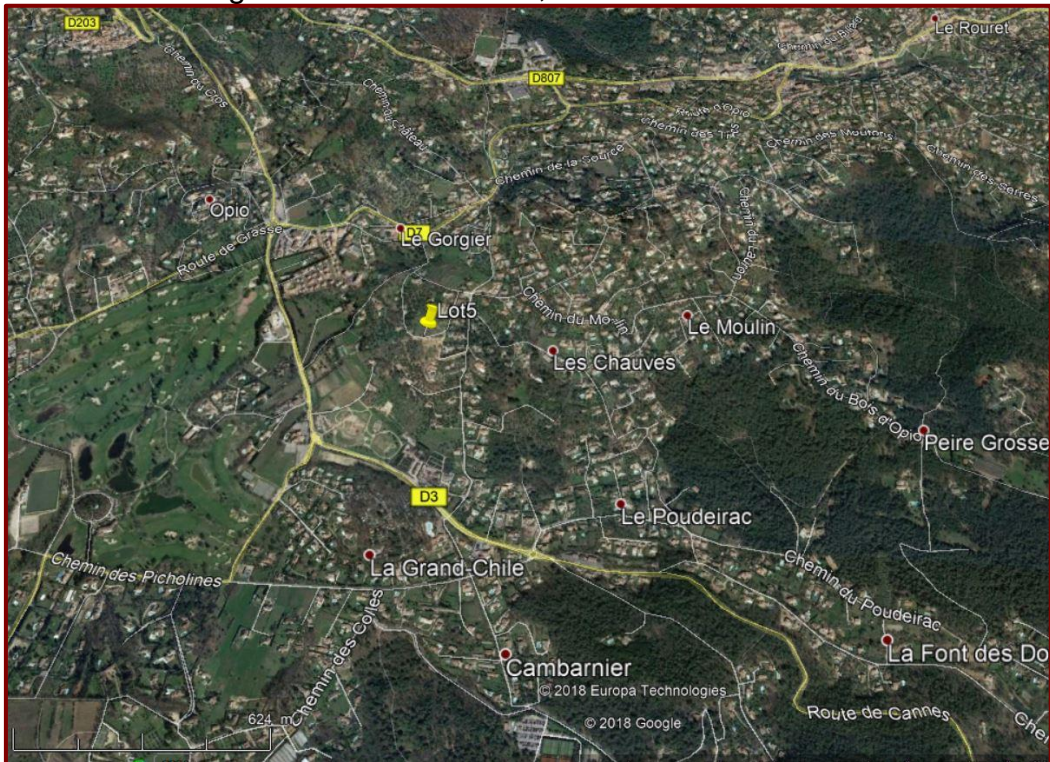


Fig.4 : Vue aérienne du projet. (Source : google earth)

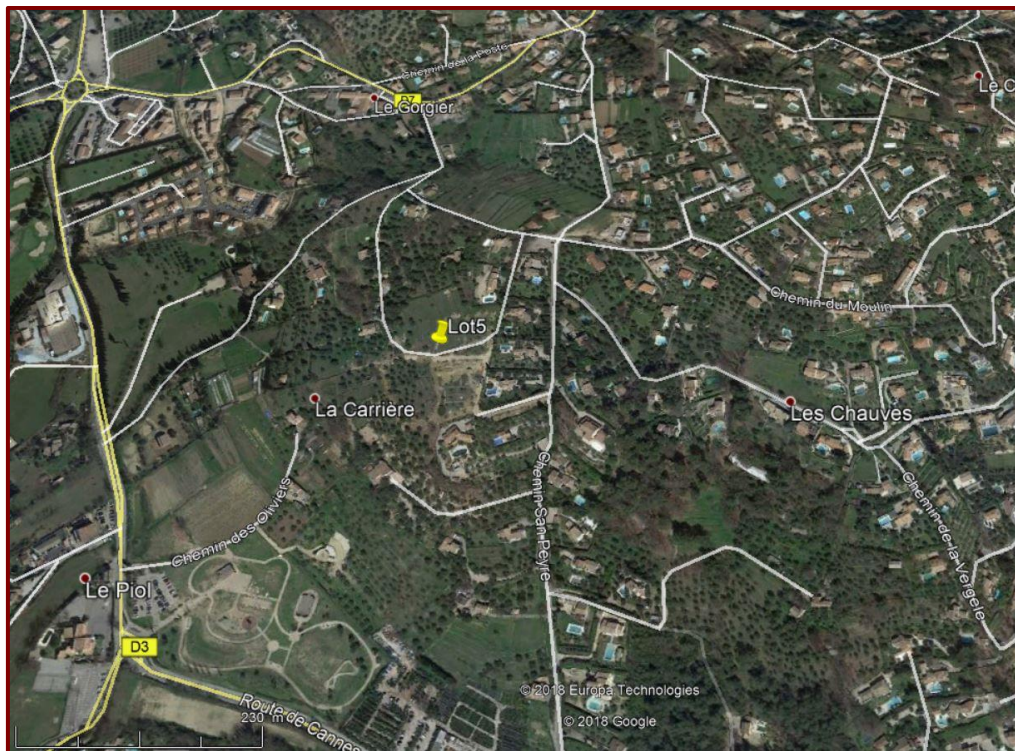


Fig.4 bis : Vue aérienne du projet agrandie. (Source : google earth)

3. Description du projet soumis à l'étude et de son

Environnement :

3.1. Nature du Projet :

Le projet de M Frega consiste en la construction d'une villa avec piscine. La parcelle étudiée fait partie d'un projet de lotissement nommé « le Domaine du Prieuré » sur la commune d'Opio et le lot étudié dans ce rapport est le lot n°5.

3.2. Description du terrain:

Le sol est constitué en surface d'un matériau rocheux de couleur marron clair. La plateforme est existante. Des terrassements importants en amont ont été effectués. La végétation est inexistante de par les travaux d'aménagement du lotissement.



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

4. Caractéristiques du sous-sol :

4.1. 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.5).

D'après la notice géologique du BRGM, la zone étudiée est indiquée **(t7a)**.

Cela correspond à des Marnes vertes, alternances marnes-calcaires bioclastiques gris-beige

À la partie inférieure, des marnes vertes et des calcaires bioclastiques en bancs minces, de faciès comparable à ceux qui terminent l'unité suivante du Rhétien, affleurent de façon discontinue avec de fortes variations d'épaisseur, vers Plascassier et Valbonne. Au-dessus, viennent des marnes et des bancs épais (0,5 à 1 m) de calcaires bioclastiques gris-beige ou bruns, riches en débris de lamellibranches, qui affleurent largement autour de Plascassier. Ces différents faciès viennent sur des assises triasiques d'âge varié : Norien (entre Mougins et Cannes) ou Ladinien-Carnien (entre Valbonne et Opio) ; cette formation semble donc cartographiquement discordante

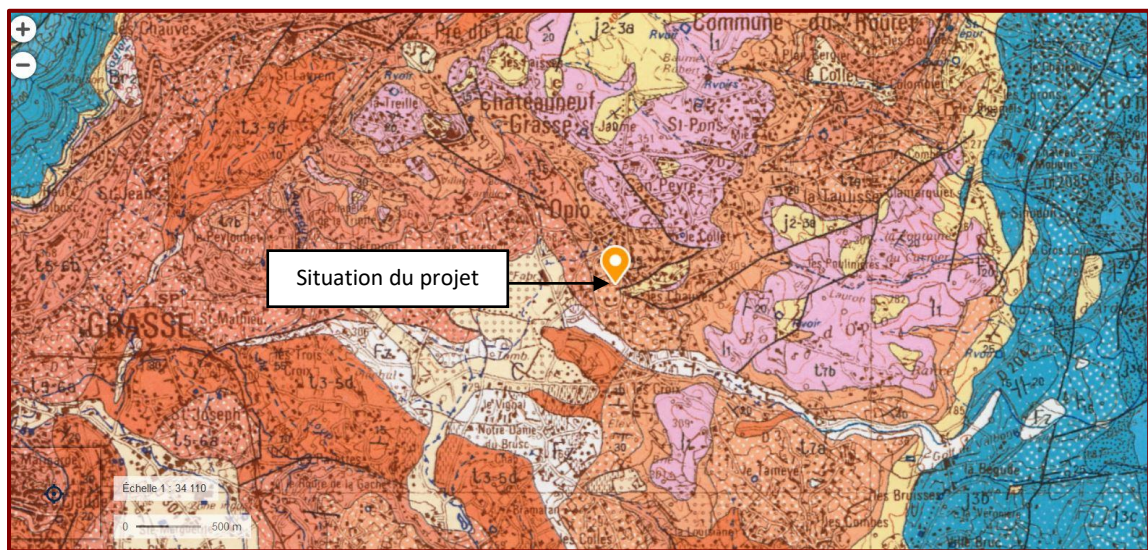


Fig.5 - Extrait de la carte géologique au 1:50 000 (source : www.infoterre.brgm.fr).

4.2. Contexte hydrogéologique général :

Le jour de nos investigations aucune arrivée d'eau n'a été observée.

La géologie et la morphologie du site est favorable à des infiltrations d'eau dans le sol, au niveau des premiers mètres de manière gravitaire et la mise en charge de petits sourcins lors de fortes précipitations. Il faudra donc prendre en compte dans l'élaboration et la réalisation du projet la mise en place d'un drainage pour canaliser les eaux d'infiltrations et épidermiques.

4.3. 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 orrm.fr pour les ppr

Type de risque et réglementation		Niveau de risque et identification dans réglementation (si existante)		
Retrait gonflement des argiles*		Moyen (fig.6)		
Cavités souterraines		Aucune recensée dans un rayon de 500m (fig.7)		
Inondation par remontée de nappe *		Pas de débordement		
Mouvements de terrain		Aucun recensé dans un rayon de 500m (Fig 9)		
Sismicité		3 (modérée) (Fig 10)		
Type de PPR	Prescrit-le	Approuvé le	Risques exposés	
PPR Inondation	-	-	-	
PPR Mouvement de terrain	-	-	-	
PPR Séisme	-	-	-	

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

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 **moyen de retrait et gonflement des argiles** (fig.6).

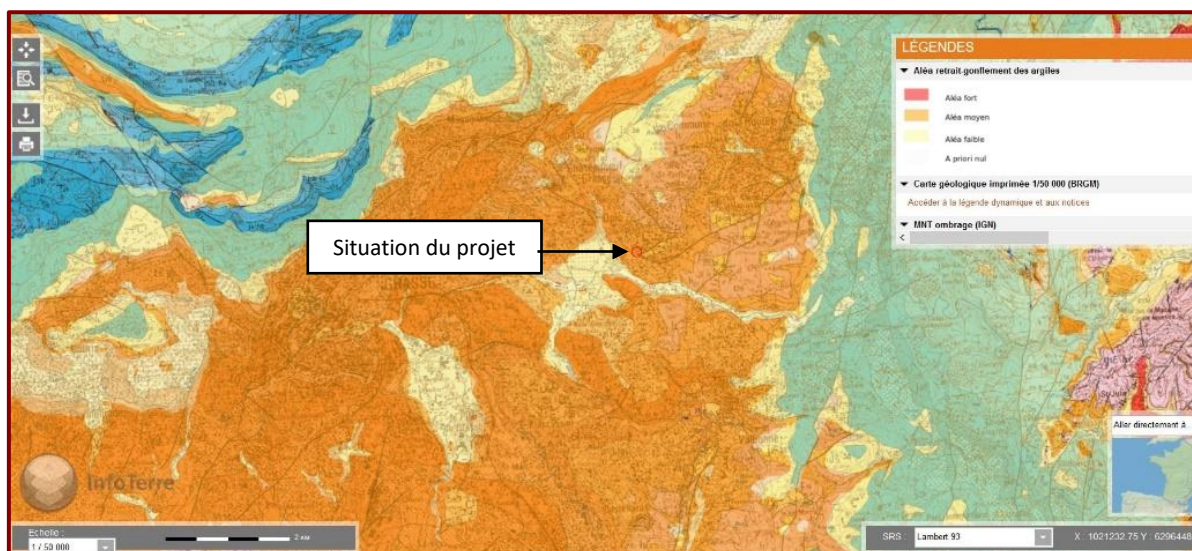


Fig. 6 : Extrait de la carte d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles. (source : www.infoterre.brgm.fr)

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.

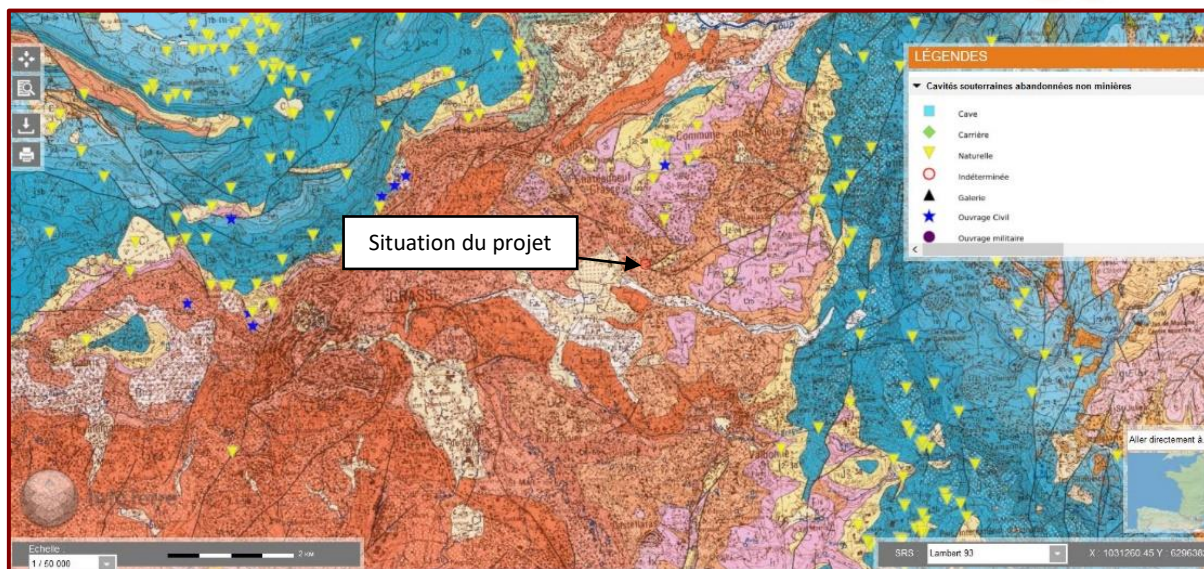


Fig. 7 : Extrait de la carte d'aléa lié à la présence de cavités.
(source : www.infoterre.brgm.fr)

c)  Risque lié aux inondations et aux crues torrentielles :

La zone d'étude est classée en **zone d'absence de débordement de nappe et d'inondation de cave** au niveau du **risque d'inondation par remontée de nappe** (fig.8).

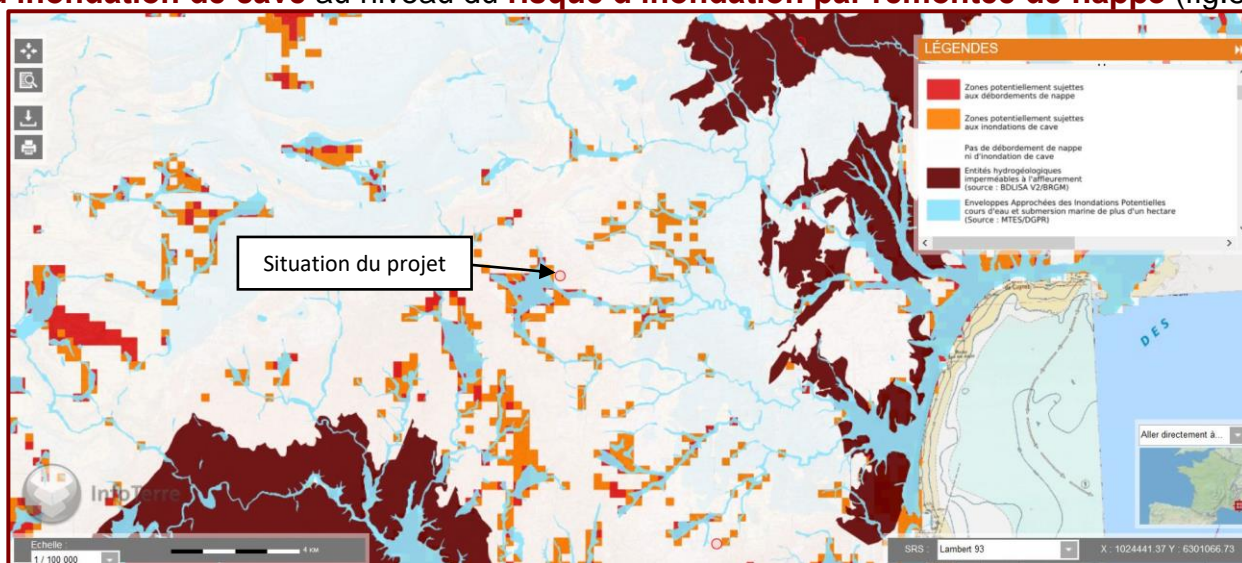
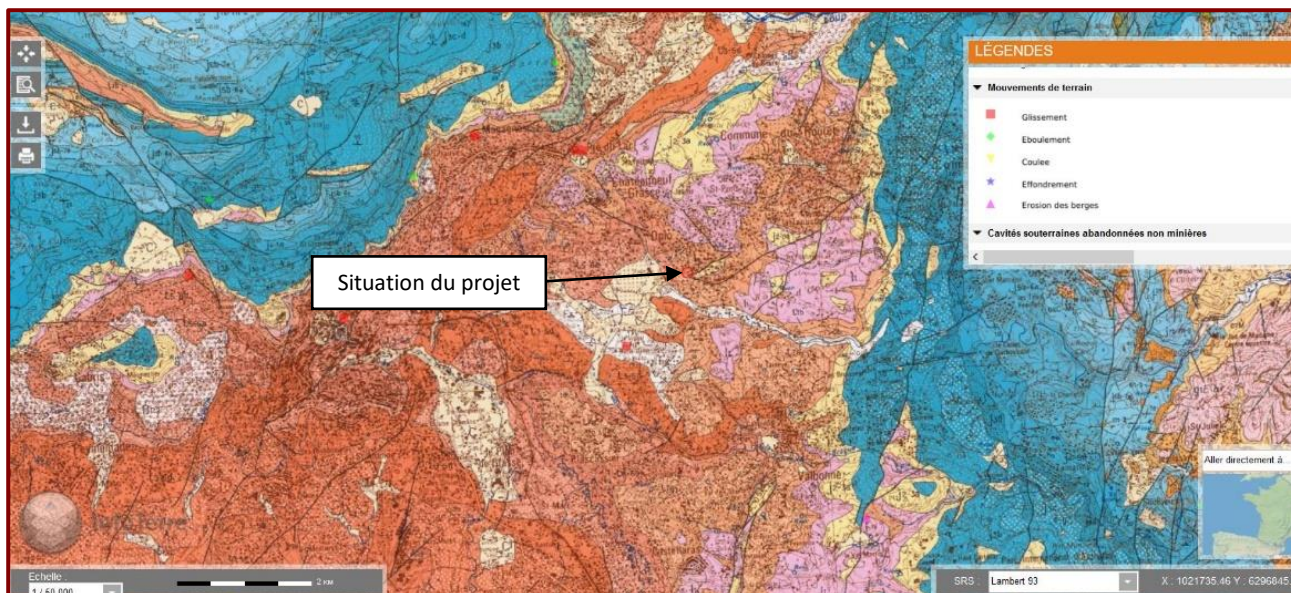


Fig.8 : Extrait de la carte d'aléa lié aux inondations et aux crues torrentielles.
(source : www.infoterre.brgm.fr)

La commune d'Opio n'est pas soumise à un plan de prévention des risques inondations. Aucune prescription concernant ce risque n'est à considérer pour le projet.

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 pas soumise à un plan de prévention des risques mouvement de terrain. Aucune prescription concernant ce risque n'est à considérer pour le projet.

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).

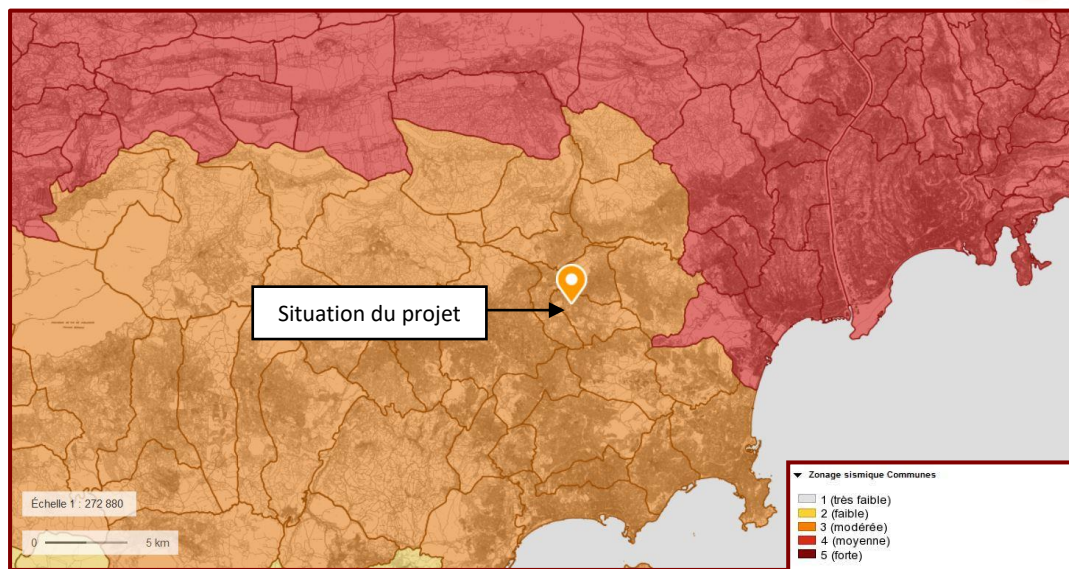


Fig. 10 : Extrait de la carte de risque sismique.

Afin de définir les conditions optimales de fondation, on a réalisé des sondages géophysiques non destructifs.

5. Investigations géophysique et géotechnique dans la zone du Projet :

5.1. Investigations par méthodes géophysiques :

On utilise les techniques de la géophysique que sont la sismique réfraction et le sondage électrique. Ces techniques permettent de donner une image continue du sous-sol dont elles analysent les propriétés physiques.

a) La 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. Les nombres inscrits dans le cadre sont les vitesses sismiques (exprimées en mètres/seconde).

b) Le 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 $\Omega.m$.

5.2. 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 11 ci-dessous :

- Trois lignes sismiques notée S1 S2 et S3 d'une longueur totale respective de 26m linéaire,
- Un sondage électrique noté SE1

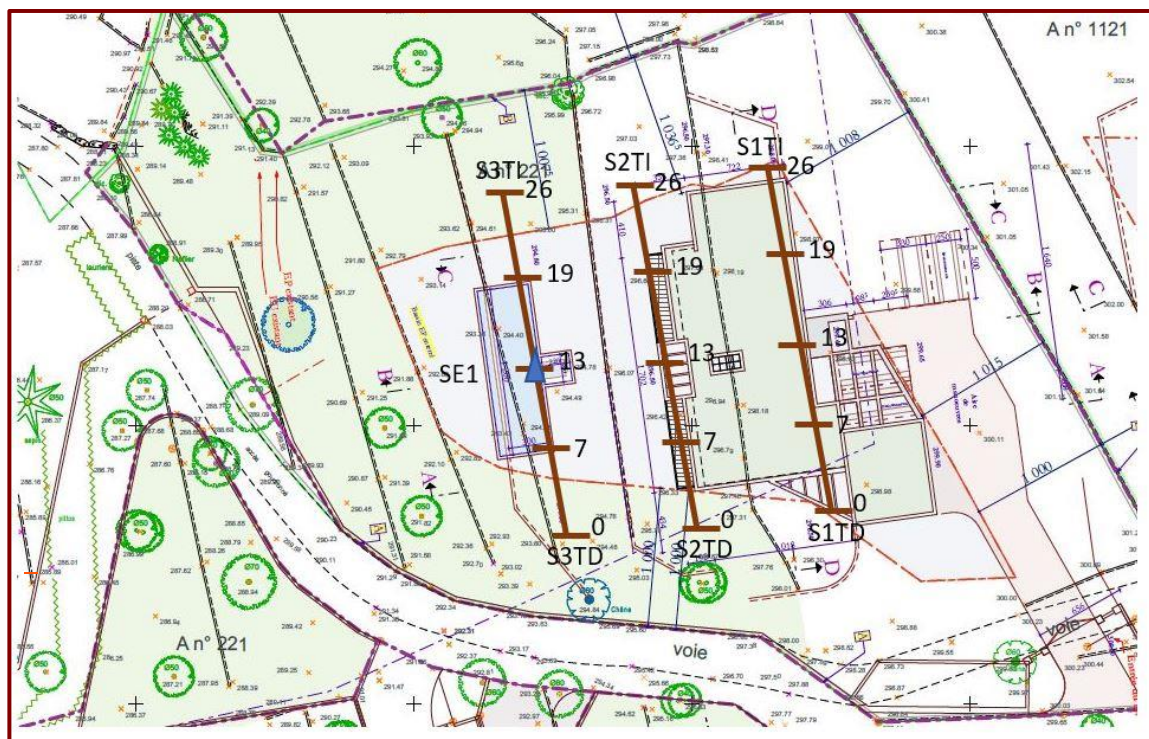


Fig.11 : Implantation des mesures géophysiques

Légende

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

5.3. Résultats des sondages :

a) Le sondage sismique :

On représente sur les figures 12 13 et 14 ci-dessous, les coupes sismiques S1 S2 et S3

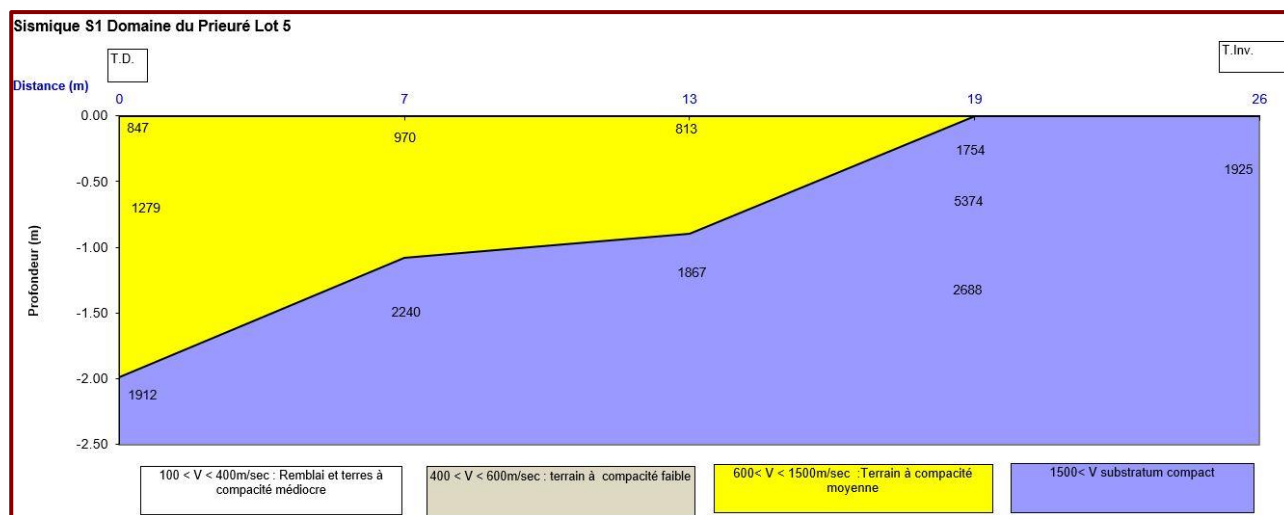


Fig.12 - Coupe sismique S1

Le sous-sol est constitué de 2 terrains :

En surface, des terrains à moyenne et forte compacité. La vitesse sismique est moyenne à forte (vitesse sismique « V » comprise entre 813 et 1279 m/sec) Ces terrains sont représentés en jaune et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 3.0 et 7.5bars**.

En profondeur, des terrains à forte compacité représentés par le substratum compact. La vitesse sismique est élevée ($V > 1500\text{m/sec}$). Ce sont les terrains représentés en bleu.

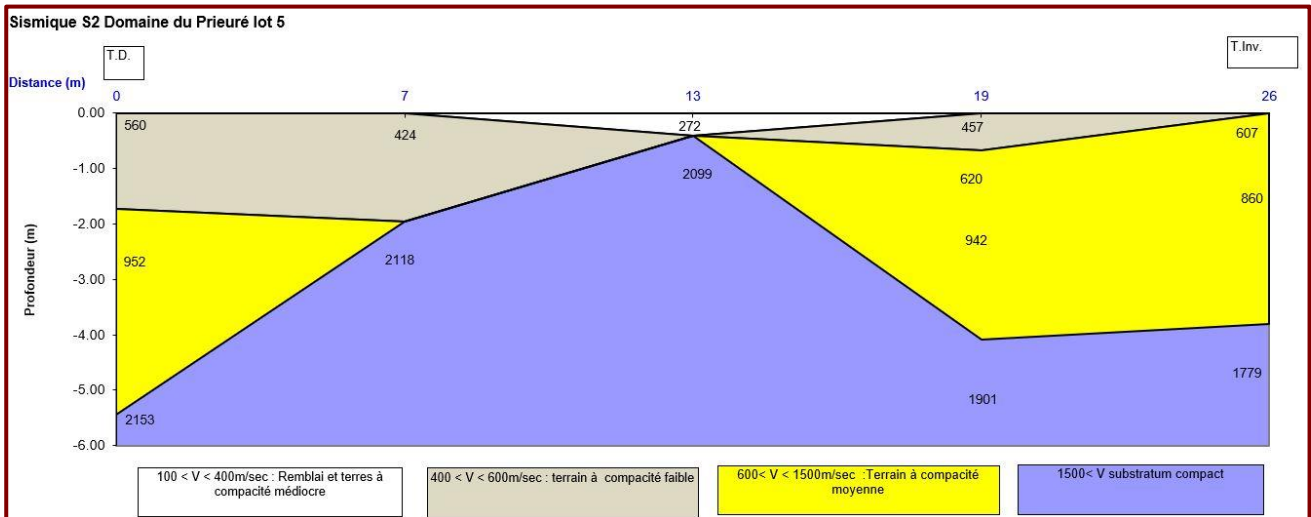


Fig.13 : Coupe sismique S2

Le sous-sol est constitué de 4 terrains :

En surface on trouve des terrains hétérogène (en blanc) La vitesse est égale à 272m/s.

On trouve en surface des terrains à faible compacité. La vitesse sismique est faible (vitesse sismique « V » comprise entre 424 et 560m/sec) Ces terrains sont représentés en gris et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 1.5 et 3.0bars**

En dessous, des terrains à moyenne et forte compacité. La vitesse sismique est moyenne à forte (vitesse sismique « V » comprise entre 607 et 952 m/sec) Ces terrains sont représentés en jaune et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 3.0 et 7.5bars**.

En profondeur, des terrains à forte compacité représentés par le substratum compact. La vitesse sismique est élevée ($V > 1500$ m/sec). Ce sont les terrains représentés en bleu.

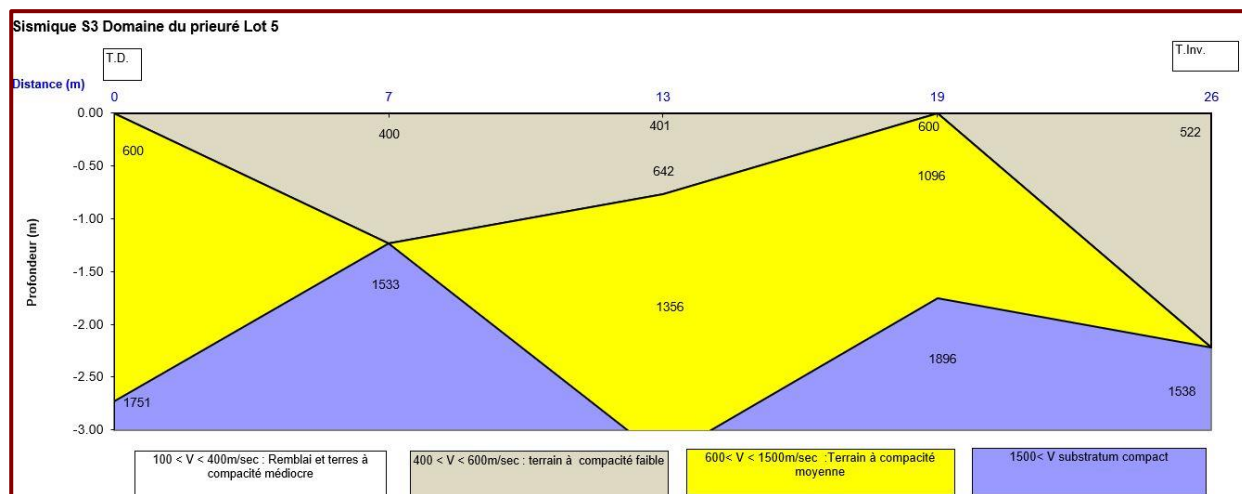


Fig.13 : Coupe sismique S3

Le sous-sol est constitué de 3 terrains :

On trouve en surface des terrains à faible compacité. La vitesse sismique est faible (vitesse sismique « V » comprise entre 400 et 522 m/sec) Ces terrains sont représentés en gris et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 1.5 et 3.0bars**

En dessous, des terrains à moyenne et forte compacité. La vitesse sismique est moyenne à forte (vitesse sismique « V » comprise entre 600 et 1356 m/sec) Ces terrains sont représentés en jaune et la contrainte admissible par le sol **Qu** est comprise entre **de 3.0 et 7.5bars**.

En profondeur, des terrains à forte compacité représentés par le substratum compact. La vitesse sismique est élevée ($V > 1500\text{m/sec}$). Ce sont les terrains représentés en bleu.

b) Le 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.11. On représente sur la Figure.14a ci-dessous, la coupe du sondage électrique SE1.

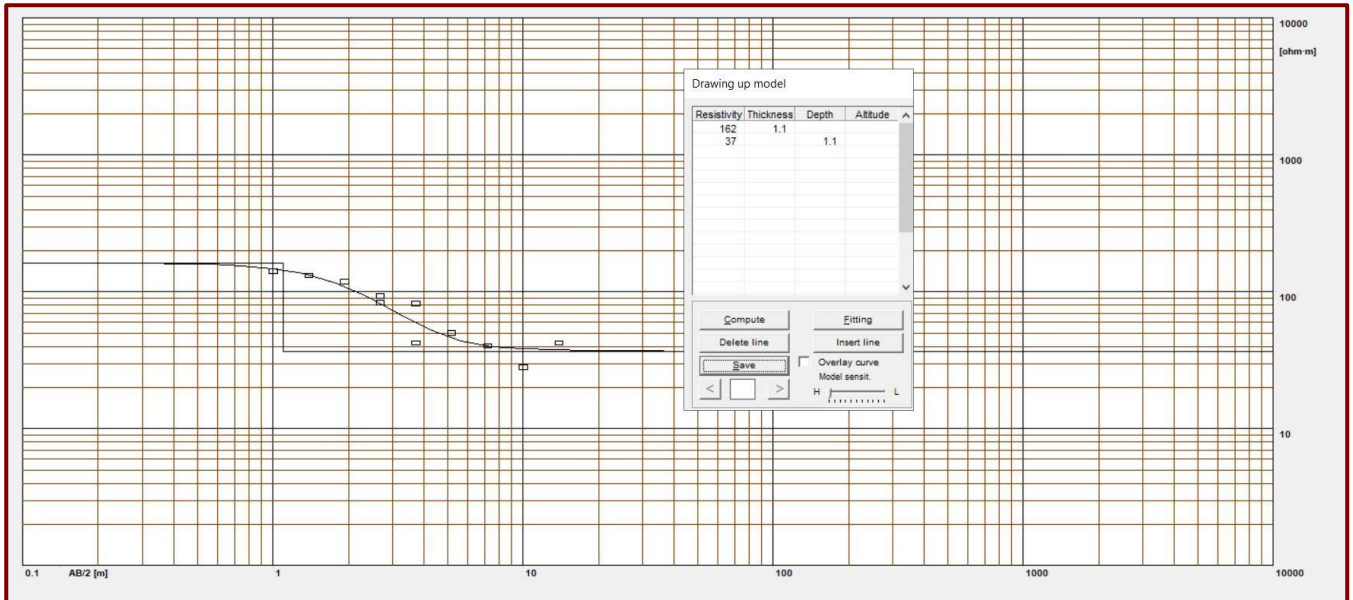


Fig.14a - Graphe géo-électrique du SE1

Le sondage électrique a donné la superposition de terrains suivante (Fig.14b) :

162 Ω.m	Terres superficielles 1.10m
37Ω.m	Marnes calcaires

Fig.14b - Interprétation du sondage SE1

6. Caractéristiques Géotechniques du Sous-sol :

Corrélation vitesse sismique - contraintes du sol :

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.

Le tableau 1 ci-dessous permet de visualiser ces correspondances :

Tableau 1 : Corrélation Vitesse sismique, qELS, qELU, et Qu

Vitesse Sismique (m/s) Type de terrain	200 400 600 1000 1500 2000 5000 (m/s)	Interprétation en fonction de la géologie locale	Q ELS	Q ELU	Qu
Niveau à compacité Médiocre	100 à 400 m/s	Terre superficielles et marnes	Portance Faible		
Niveau à compacité Faible	400à 600 m/s	Marnes décomprimées	1,2bars	1,8 bars	3.6bars
Roche à compacité Moyenne	600 à 1500 m/s	Marnes et marnes calcaires à compacité moyenne et forte	1,5 bars	2.3 bars	4.5 bars
Roche Saine à bonne compacité	+ de 1500 m/s	Substratum Compact	3 bars	4.5 bars	9bars

Il apparaît au vu de ce Tableau que dans la zone prévue pour l'implantation de la villa et de la piscine, le terrain porteur correspond à des marnes calcaires. Il convient de se reporter aux coupes des Fig.12, 13 et 14 pour connaître la profondeur du bon sol et appliquer les valeurs de contraintes admissibles.

La mission G2AVP consiste à caractériser les données géotechniques du sol de fondation en l'absence de dimensionnement précis. Toutefois, sans les dimensionner précisément, on peut donner des indications sur le type de fondation optimal

7. Conclusions : conseils pour les fondations

La zone d'étude se trouve d'après la carte du BRGM, dans une zone d'aléa **moyen** au niveau du risque gonflement – dégonflement des argiles. Il conviendra d'appliquer les prescriptions habituellement édictées dans ce genre de terrain (voir annexe 2 de ce rapport).

Le projet consiste à la construction d'une villa avec piscine. Les reconnaissances de sol ont été effectuées par sondages géophysiques et nous donnent les résultats suivants :

- Le sondage sismique :

Le sondage sismique S1 a été réalisé au niveau de la partie terrassée et se trouve sur la partie amont du projet. On observe depuis la surface, sur la première partie du sondage l'horizon de moyenne à forte compacité correspondant à des marnes calcaires et sur la seconde partie, un horizon fortement consolidés correspondant au substratum rocheux correspondant à des calcaires marneux.

Au niveau du sondage sismique S2 réalisé sur la partie aval du projet, on observe depuis la surface, sur la première partie du sondage, un horizon de faible compacité correspondant à des marnes calcaires décomprimées jusqu'à -1.70m voire -1.90m/TN. Sur la seconde partie, on observe à partir de -0.30m/TN un horizon de moyenne compacité mais aussi une partie fortement consolidée correspondant au substratum rocheux.

Au niveau du sondage sismique S3 réalisé sur l'implantation du projet de piscine, on observe depuis la surface jusqu'à -1.20m/TN, un horizon de faible compacité correspondant à des marnes calcaires décomprimées. A partir de -0.80m/TN et -1.20m/TN on observe un horizon de moyenne compacité alternant avec l'horizon fortement consolidé correspondant au substratum rocheux.

- Le sondage électrique Se1 :

Les résistivités enregistrées sur le sondage SE1 mettent en évidence :

- De 0.00m à 1.10m : une formation superficielle composé de terres superficielles avec une résistivité de **162Ω.m**
- A partir de 1.10m : une formation composée de marnes calcaires avec une résistivité de **37 Ω.m**

- Pour le projet de villa :

A ce stade de l'étude, en l'absence de donnée précise sur les descentes de charges du projet et compte tenu les capacités portantes obtenues sur les sondages, la villa peut être fondée superficiellement sur des **semelles filantes**.

On peut considérer, à partir de -0.80m/TN, que la contrainte admissible par le sol est **$Q = 0.15\text{MPa}$ soit **1.5bars aux Els**** pour une **$Qu = 0.45\text{MPa}$ soit **4.5bars**** au niveau de l'horizon 3. Des sur-profondeurs sont possibles jusqu'à -1.50m/TN en aval.

Les semelles filantes devront être descendues en tout point de manières homogènes au sein de l'horizon 3 et 4 sur les coupes sismiques S1 et S2.

Les semelles filantes seront donc ancrées de -0.30m et encastrées à partir de -0.50m en partie amont. Sur la partie aval du projet les semelles seront encastrées à -0.80m/TN. Le principe d'homogénéité du sol d'assise des fondations devra être respecté sur l'ensemble du projet. Compte tenu de la présence de poches d'altération et de faible compacité, il sera donc possible que des sur-profondeurs soient occasionnées jusqu'à -1.70m/TN voire -1.90m/TN à certains endroits (surépaisseur possible de poches marneuses décomprimées par exemple). Toute surépaisseur excaver pourra être comblé par du gros béton après la purge de celle-ci.

On peut préconiser une largeur minimale de fondations de 0.50m. Cette largeur devra quand même être dimensionnée par un cabinet spécialisé (ingénieur béton) car elle dépendra des descentes de charges du projet et de la contrainte de calcul précédemment fournie.

Les fouilles devront être sèches et purgées de tout élément compressible. Le béton devra être coulé en pleine fouille après le coulage d'un béton de propreté à la base des fouilles d'une épaisseur de 5 à 10 cm environ dont l'objectif est l'isolation des armatures

Les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné, dimensionné et réalisé selon les préconisations de la norme DTU 20-1 (ouvrages de maçonnerie en petits éléments ; règles de calcul et dispositions constructives minimales).

Le niveau bas pourra être réalisé sur vide sanitaire. Il sera conçu sous la forme de plancher porté sur V.S.

La rigidification des sous-bassement est conseillée. Celle-ci reste à l'appréciation d'un bureau d'étude structure béton.

On veillera à respecter la profondeur de mise hors front de dessiccation des terrains moyennement argileux, et la profondeur de mise hors gel. Si la profondeur des fondations proposée y est inférieure, il conviendra de mettre en place une épaisseur de remblais sain sur le pourtour du projet afin de garantir l'absence de retrait gonflement des argiles ou de gel des fondations.

- **Pour le projet de piscine :**

Sur le sondage S3, au niveau de la piscine, à partir de -1.20m/TN, on observe un terrain de compacité moyenne composé de calcaires marneux avec une contrainte admissible par le sol **Q de 2.0bars aux Els** pour une **Q_{elu} de 3.0bars** (terrain de couleur jaune) sur la coupe sismique.

A ce stade de l'étude, les charges du projet de piscine ne sont pas connues. A titre indicatif, pour les fondations de la piscine, on peut préconiser la mise en place d'un **radier**. Les

formations superficielles et les remblais seront impérativement purgés. On creusera le fond de fouille de la profondeur du bassin). Le fond de fouille devra être plat et horizontal.

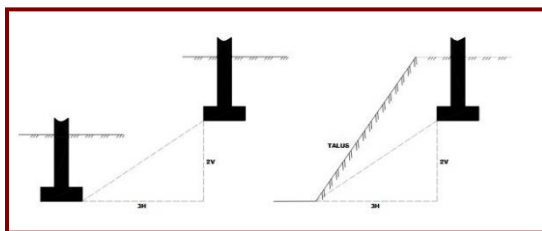
Le radier pourra être composé de ballast (environ 0.20m) et sera également dimensionné par un ingénieur béton. Sa mise en place devra se faire dans le respect des normes et des DTU en vigueur.

Il sera peut-être nécessaire d'adapter la solution retenue en fonction du choix de type de piscine (coque polyester, béton, inox...)

- **Pour le projet de la villa et de la piscine :**

Le sol appartient, selon la classe de sol de l'Eurocode, à la classe **B (dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseurs, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur).**

En cas de dénivelé entre les fondations, une pente maximale de 2V/3H sera à respecter entre deux fondations voisines ou deux redans successif (*règle DTU 13.12*) (voir schéma ci après) :



Nous ne disposons d'aucune information sur les terrassements prévus. Cependant compte tenu de la morphologie du site, le projet nécessitera les terrassements suivants :

- Des terrassements en déblai pour niveler un fond de forme (plateforme).
- La réalisation des fouilles de fondation.

Les travaux de terrassements seront réalisables avec des moyens de forte puissance (pelle hydraulique de fort tonnage pouvant être équipé d'un déroqueteur ou un BRH) pour extraire et entamer les formations de marnes calcaires et calcaires de moyenne et forte compacité.

Le jour de notre intervention le temps était sec et la pluviométrie assez faible les semaines précédant notre intervention. Aucune venue d'eau n'a été relevée en surface et au droit des sondages. Par contre, compte tenu de la morphologie du site et le caractère marneux du terrain, il est tout de même probable que des circulations et/ou infiltrations d'eau se produisent au sein des marnes pendant et après de forts épisodes pluvieux ou prolongés. Cette géologie favorise les infiltrations d'eau et la création de poches d'eau avec des variations du volumes d'eau plus ou moins importantes. Les infiltrations des eaux météoriques s'écoulent généralement gravitairement dans les zones perméables et peuvent devenir latérales en fonction de la nature minéralogique des composant argileux qu'elle traverse. Lorsque ces eaux rencontrent une couche moins perméable (rencontre du substratum rocheux ou des matériaux plus argileux) des sourcins ou des retenues d'eau peuvent se former en fonction du pendage des couches rencontrées.

Si des venues d'eau sont rencontrées avant ou lors des travaux de terrassements, il conviendra de nous informer le plus tôt possible afin d'émettre des prescriptions complémentaires. La présence d'eau peut modifier considérablement les caractéristiques mécaniques du sous-sol et provoquer des tassements différentiels.

Dans tous les cas, il sera indispensable de détourner au maximum les eaux de ruissèlement provenant des surfaces imperméabilisées et d'infiltration en dehors du périmètre de la villa. Les parties enterrées ou semi-enterrées devront être protégées au stade définitif par un système de drainage périphérique ou semi périphérique pérenne et vérifiable afin de prévenir toute accumulation d'eau en amont de la construction. Pour cela on préconise la mise en place d'un exutoire (cunette ou rigole) possédant une légère pente afin de pouvoir évacuer les eaux vers l'aval du terrain. Ces eaux seront drainées et rejetées vers un exutoire adapté et autorisé. Les murs enterrés ou semi enterrés devront être traités et imperméabilisés.

On limitera au maximum les variations hydriques des sols et des sous-sols à proximité des fondations en collectant les eaux de toitures et toutes les eaux de surface étanche autour du projet qui seront rejetées vers un exutoire autorisé.

On veillera aussi à évacuer les rejets d'eaux usées et eaux pluviales vers des exutoires autorisés. Si aucun réseau collectif ne se situe à proximité de la parcelle, une étude hydrogéologique devra être réalisée afin de déterminer un type d'exutoire approprié pour les eaux usées et pluviales et sans conséquence néfaste pour le projet et ses avoisinants. On note aussi que pour l'évacuation des eaux usées et pluviales on devra mettre en place des dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation (raccords souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...).

Lors du terrassement, s'il apparaissait la présence localisée d'une quelconque anomalie (anomalie de portance ou autres structures diverses), il faudra procéder à une nécessaire adaptation des fondations. Nous invitons à cet effet, le Maître d'Ouvrage à prévoir une mission de suivi géotechnique (mission G4 de la norme NF P 94-500) afin de gérer tout aléa géotechnique lors de la réalisation des travaux.

Nos préconisations de profondeurs sont données au niveau du TN. Si la profondeur des terrassements dépasse nos préconisations, les conclusions de ce présent rapport ne s'appliquent plus et une mission complémentaire devra être réalisée. Une caractérisation plus précise des fondations avec sa justification pourra être donnée dans le cadre d'une étude géotechnique de projet lorsque les descentes de charges du projet seront connues.

8. Remarque importante :

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.

En outre, le projet se situe dans une zone de risque **sismique modérée (3)** et appartient à la **catégorie d'importance de niveau II** (habitation individuelle).

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

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

Sous réserve de l'application des prescriptions édictées dans le présent rapport, nous donnons un avis favorable au projet de la villa avec piscine situé sur le lot 5 du domaine du prieuré à Opio

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

Gérard BAUDRY
 Coordinateur Technique
 2GI Consultant



ANNEXE 1

VS30 et Classes de sol :

La VS30 correspond à la vitesse de propagation des ondes S, correspondant aux ondes de Rayleigh.

La vitesse moyenne de propagation de ces ondes permet de classer les sols suivant les réglementations en vigueur (Eurocode 8).

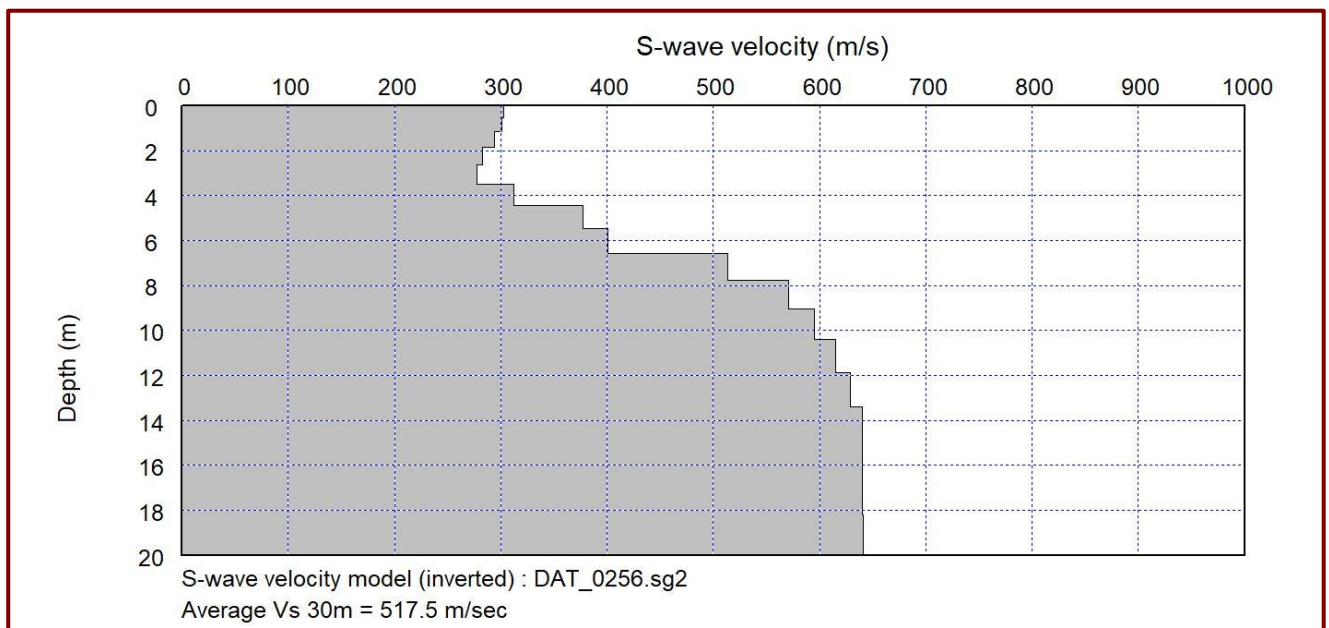


Fig.17 : VS30 mesurée (517.5 m/s).

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	c_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	—	—
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s			
S_1	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($PI > 40$) et une teneur en eau importante.	< 100 (valeur indicative)	—	10 – 20
S_2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S_1 .			

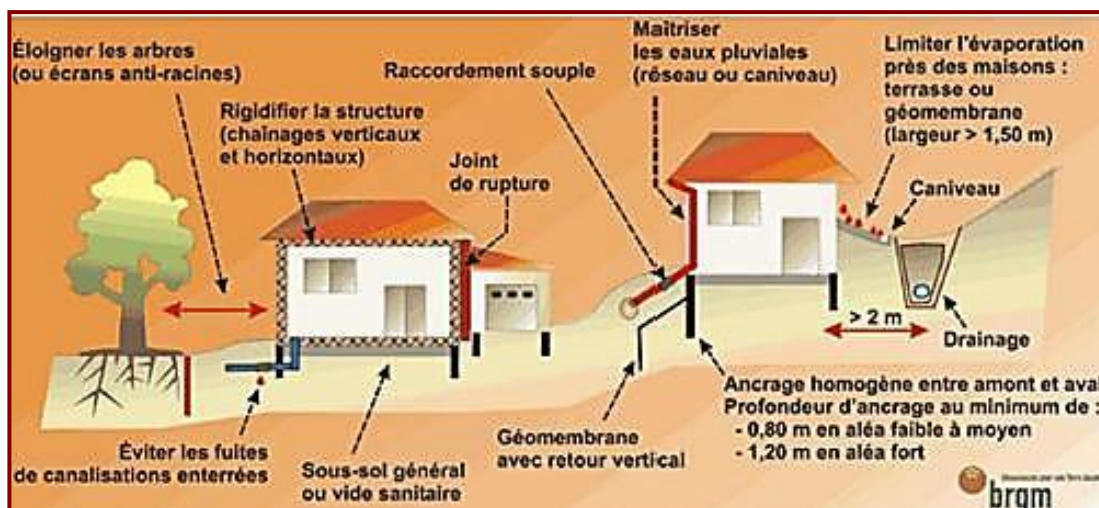
Tableau 3.1 Classes de sol

Fig. 18 : Classes de sol (Eurocode 8).

V_{s30} moyenne = 517.5m/s, correspond à la classe de sol B.

ANNEXE 2

Extrait des prescriptions habituellement édictées dans les terrains argileux :



Extrait de schéma d'aléa lié au retrait - gonflement des argiles.

(source : www.brqm.fr)

- On limitera au maximum les variations hydriques des sols et des sous-sol à proximité des fondations, quelque 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 chainages 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 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 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'état 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).