



**Maître d'Ouvrage**

Commune de LA REMAUDIERE  
22, rue Olivier Clisson  
44430 LA REMAUDIERE

**NOTE COMPLÉMENTAIRE**  
**Reconnaissance géologique et hydrogéologique**  
**SUIVI PIEZOMETRIQUE**

*Projet d'extension du cimetière communal*

*Parcelle cadastrale n°667 - Section A*  
*44430 LA REMAUDIERE*

*Rédigée par : Romain MORVAN*  
*Vérifiée par : Samy BOUSSEFFA*

*Réf. dossier : 2557*  
*Juillet 2018*

**Siège social**  
12, boulevard de la Vie  
Belleville-sur-Vie  
85170 BELLEVIGNY  
Tél. 02 51 24 40 28 - Fax 02 51 24 40 29  
E-mail : [contact@igesol-bet.fr](mailto:contact@igesol-bet.fr)

S.A.R.L au capital de 10 000 €  
Siret 490 004 900 00026  
R.C.S. La Roche sur Yon 490 004 900  
D.B. : CRCAM 14706 00131 - 902 643 77 000 - 70  
APE 7112B  
N° TVA Intracommunautaire : FR 82 490 004 900

**Agence de Bretagne**  
1, place de la Voile  
4, Le Belem  
56390 LOCMARIA - GRANDCHAMP  
Tél. 02 97 44 23 35 - Fax 02 97 44 25 30  
E-mail : [contact@igesol-bet.fr](mailto:contact@igesol-bet.fr)

## Table des matières

<b>1 - INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - CONTEXTE GENERAL .....</b>	<b>2</b>
2.1 - CONTEXTE GEOGRAPHIQUE .....	2
2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	2
2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	2
2.4 - EXPOSITION AUX RISQUES NATURELS.....	3
<b>3 - SUIVI PIEZOMETRIQUE.....</b>	<b>5</b>

## 1 - INTRODUCTION

### → Type de l'étude

À la demande et pour le compte de la commune de LA REMAUDIERE (44), nous avons réalisé un suivi piézométrique au droit de la parcelle retenue dans le cadre de l'extension du cimetière communal.

### → Description du projet

La commune prévoit l'extension du cimetière dans le prolongement ouest du cimetière existant sur une parcelle voisine propriété de la commune.

Le projet d'extension, d'une surface de 1 164 m<sup>2</sup>, est prévu selon une bande d'environ 30 m de large et 40 m de long.

### → Objectifs de l'étude

Notre intervention s'inscrit dans la suite de la mission de reconnaissance géologique et hydrogéologique réalisée par Igésol en Mai 2017 (réf. Igésol : 1430). Cette dernière n'imposait pas de contraintes d'inhumation compte tenu de l'absence de niveaux d'eau constatés lors de nos investigations. La commune nous a demandé de confirmer cette donnée par la réalisation d'un suivi piézométrique en période de nappe haute.

### → Investigations

Cette nouvelle mission n'a pas nécessité la réalisation d'investigations géotechniques complémentaires. La sonde automatique a été posée le 10/04/2018.

### → Documents en notre possession :

Aucun document ne nous a été fourni pour la réalisation de notre reconnaissance.

### → Remarques complémentaires

Si les prescriptions du présent rapport ne sont pas respectées dans leur totalité, la responsabilité de notre bureau d'études ne pourra être engagée.

Notre bureau d'étude devra être tenu informé de toutes les modifications pouvant être apportées au projet.

## **2 - CONTEXTE GENERAL**

### **2.1 - CONTEXTE GEOGRAPHIQUE**

Le site étudié se localise sur la commune de LA REMAUDIERE (44), rue d'Anjou.

La zone d'étude, d'une superficie totale d'environ 1 164 m<sup>2</sup>, correspond à la parcelle cadastrale n°667 – Section A. Le terrain était enherbé et limité :

- à l'est, par le cimetière existant ;
- à l'ouest, par une haie arborée puis par la STEP communale ;
- au sud, par la rue René Guy Cadou.

D'après la carte IGN au 1/25 000, l'altitude de la zone d'étude, au droit du projet, est de l'ordre de 70 m NGF. D'après les cotes relevées par nos soins, la pente du terrain présente une pente orientée vers le nord-ouest, d'une intensité de l'ordre de 3 à 4%.

### **2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE**

D'après la carte géologique au 1/50 000 – feuille « VALLET », le sous-sol de la zone étudiée est caractérisé par une formation de micaschistes et gneiss à deux micas (cf. planche 1).

### **2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE**

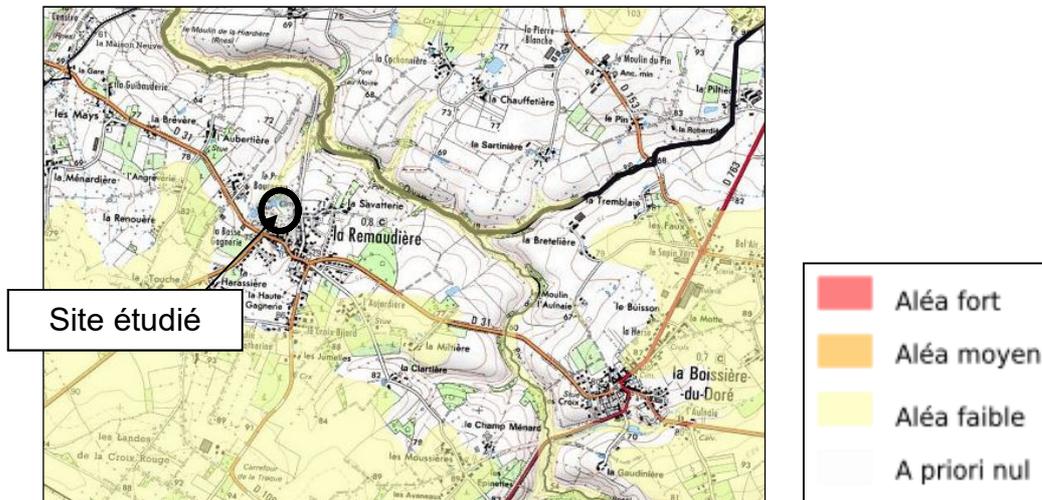
Du point de vue hydrologique, un ruisseau non pérenne s'écoule entre la STEP existante et la limite ouest de la parcelle d'étude (cote relative fil d'eau : 5,46 à 5,24 m).

Du point de vue hydrogéologique, la formation mise en évidence lors de nos investigations constitue un niveau aquifère dont la productivité est liée à son degré d'altération et de fissuration. De plus, les colluvions, présentes au toit du socle altéré peu perméable, peuvent être saturées en eau en période humide.

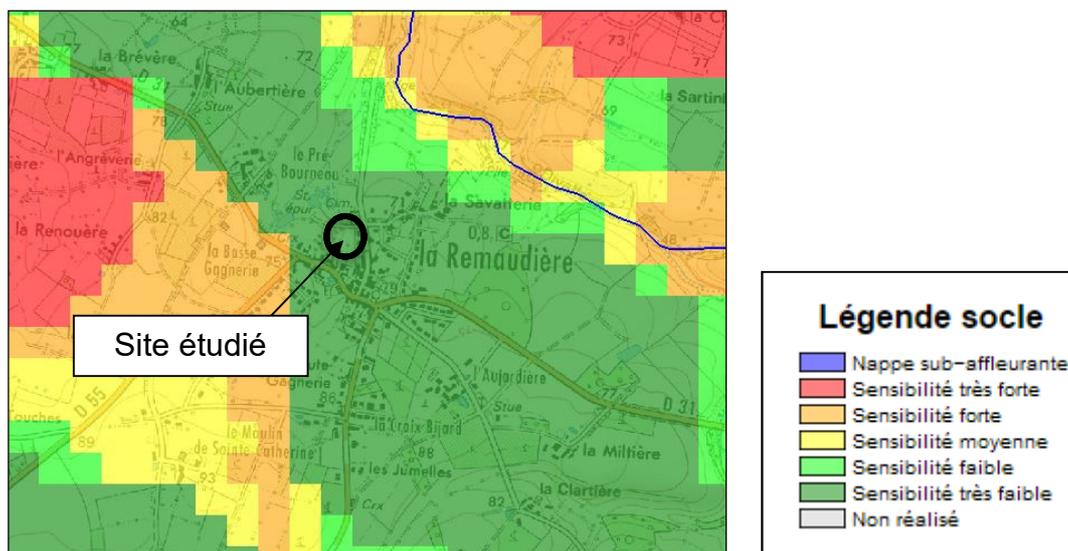
## 2.4 - EXPOSITION AUX RISQUES NATURELS

D'après la Banque de Données du Sous-Sol (brgm.fr), 3 risques naturels sont référencés au niveau de la zone d'étude :

- **l'aléa « retrait-gonflement » des argiles** : celui-ci est **à priori nul** sur une échelle à 4 unités (à priori nul, faible, moyen et fort) ;



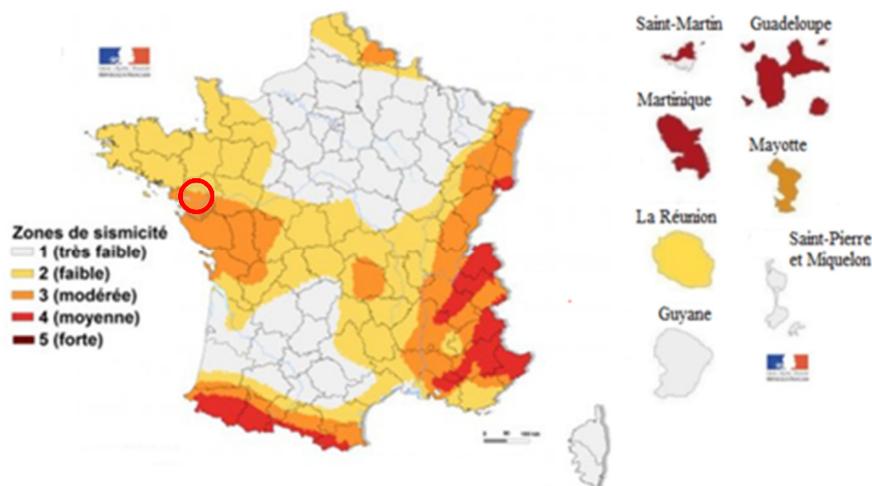
- **le risque de « remontée de nappe » dans le socle** : celui-ci est **très faible** sur une échelle à 6 unités (très faible, faible, moyenne, forte, très forte et nappe sub-affleurante) ;



▪ **le risque « sismique » :**

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'étude est classée **modérée** (zone 3) du découpage administratif de la France métropolitaine. A cette zone de sismicité est rattachée une magnitude conventionnelle de 5,5.

Les ouvrages envisagés ne sont cependant pas soumis à la réglementation parasismique.

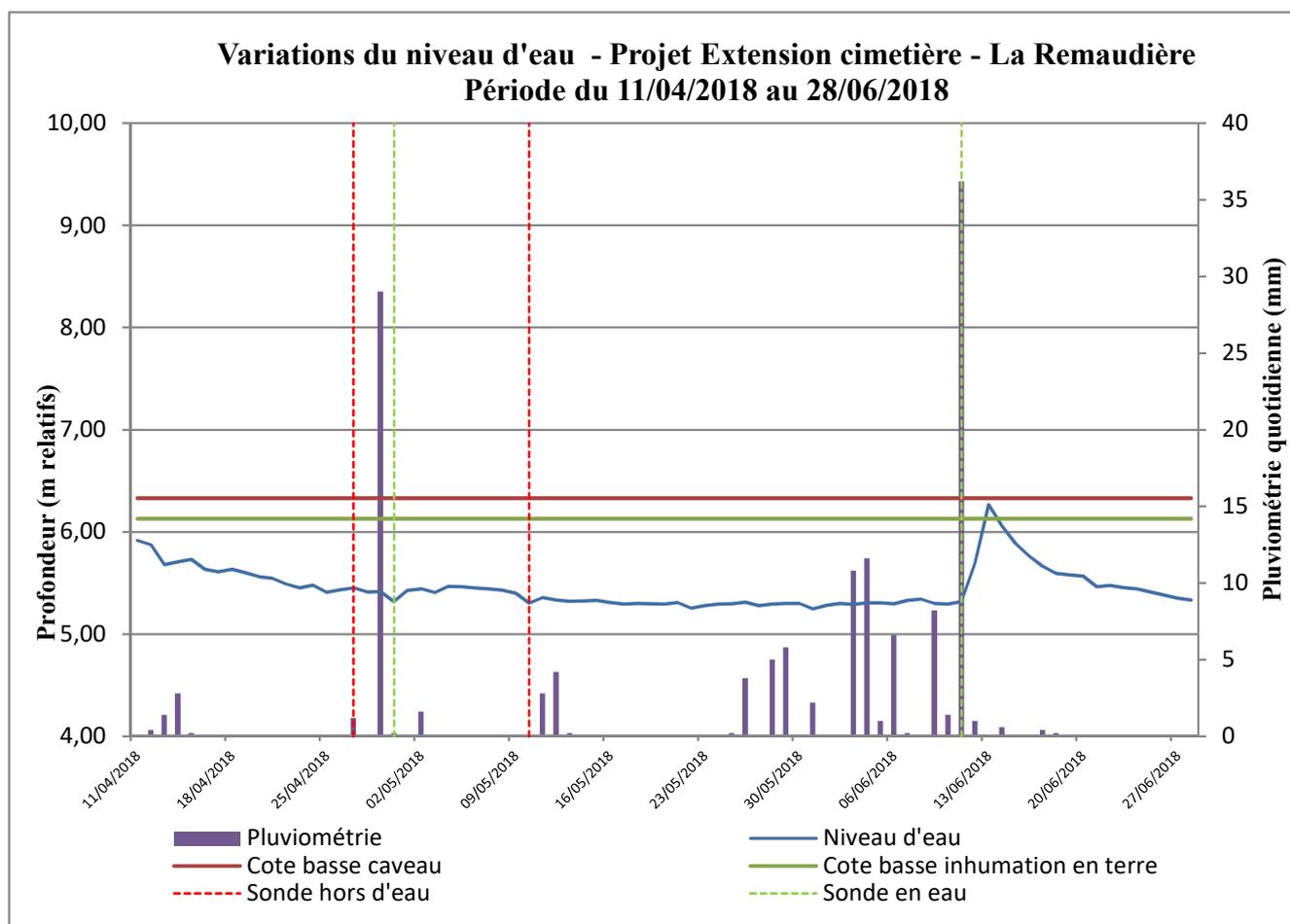


### 3 - SUIVI PIEZOMETRIQUE

Le 10/04/2018, nous avons installé, au sein du sondage S4-Pz, dont la coupe est reportée en annexe, une sonde piézométrique automatique programmée avec un pas de 8h (3 mesures quotidiennes). Le suivi a couru du 11/04/2018 et jusqu'au 28/06/2018, date à laquelle nous avons procédé au retrait des sondes pour collecte et analyse de leurs données.

Pour la réalisation de cette étude, nous avons considéré une cote basse d'un caveau une place à 1,50 m de profondeur, soit à la cote 6,33 m relatifs au droit du sondage S4-Pz, et une cote basse pour une inhumation en terre à 1,70 m de profondeur, soit à la cote 6,13 m relatifs au droit du sondage S4-Pz.

Les résultats sont reportés sur le diagramme ci-dessous.



Sur la période du suivi, le niveau d'eau au sein de ce sondage a varié entre 5,25 et 6,30 m relatifs, soit une variation de 1,05 m entre le 11/04/2018 et le 28/06/2018.

Lors de la mise en place de la sonde, le niveau d'eau observé a eu une tendance à la baisse régulière et peu marquée, jusqu'à atteindre un niveau inférieur au niveau de la sonde le 27/04/2018. Puis, suite à un épisode pluvieux d'intensité moyenne à forte (29 mm), le 29/04/2018, le niveau d'eau est remonté jusqu'à la cote maximale de 5,47 m relatifs, avant de reprendre une baisse régulière et peu marquée jusqu'au 09/05/2018 où le niveau est repassé sous le niveau de la sonde.

Suite à un épisode pluvieux de forte intensité (36,2 mm) le 11/06/2018, le niveau d'eau est remonté rapidement le 12/06/2018 à la cote relative 6,30 m, puis à repris une baisse régulière et peu marquée jusqu'au 28/06/2018, date à laquelle la sonde a été retirée.

La masse d'eau souterraine semble assez réactive aux épisodes pluvieux dont les plus importants ont permis de relever une remontée rapide du niveau d'eau au-dessus du niveau de la sonde. Le niveau d'eau maximal relevé lors de cette campagne dépasse la cote basse de l'inhumation en terre retenue dans le cadre de notre étude.

Ainsi, les conclusions de ce suivi piézométrique confirment la nécessité de mise en œuvre d'inhumations en caveaux étanches dès 1 place afin de ne pas contaminer la masse d'eau souterraine relevée lors de notre suivi piézométrique, bien qu'aucun captage sensible ne soit situé dans un rayon de moins de 100 m.

Si l'on considère que le niveau d'eau suit la topographie, cette préconisation s'étend à l'ensemble de la surface d'emprise de l'extension.

Note rédigée par :

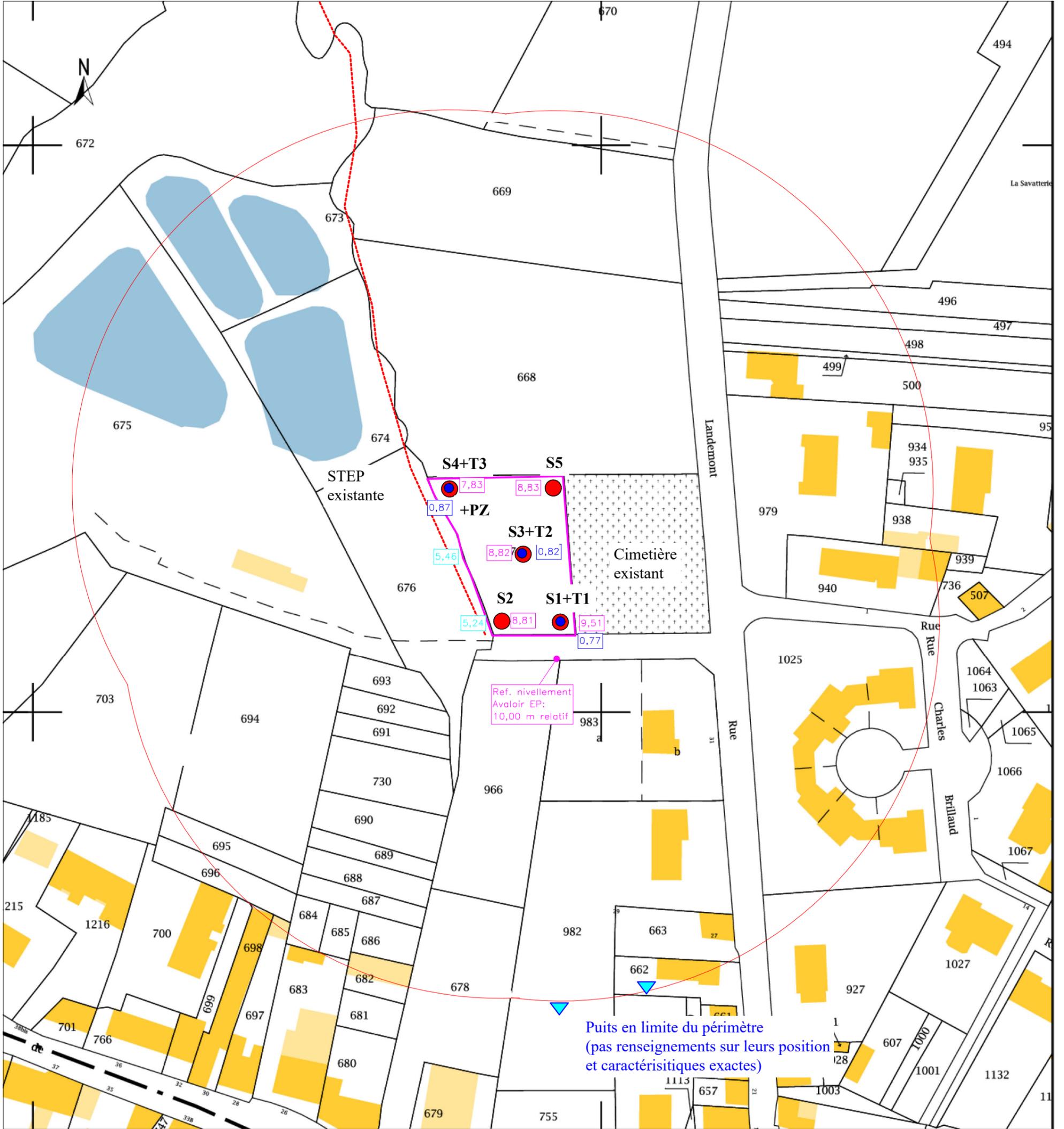
*Romain MORVAN*

Vérifiée par :

*Samy BOUSSEFFA*

**ANNEXE 1**

**Plan d'implantation des sondages**



**Légende :**

==> Investigations :

- S1** ● : Sondage à la tarière hélicoïdale
- +PZ** ● : Sondage équipé d'un piézomètre provisoire
- T1** ● : Essai de perméabilité

==> Observations :

- : Emprise du projet d'extension
- - - : Cours d'eau non pérenne
- ▼ : Puit existant

8,81

: Cote relative du terrain naturel

0,77 mm/h

: Perméabilité du sol (en mm/h)

9,25

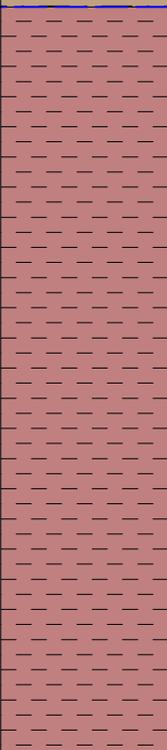
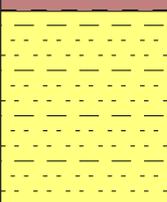
: Cote relative de fil d'eau en bordure ouest du projet

: Rayon de 100 m autour du projet

**ANNEXE 2**

**Coupe du sondage destructif**

**Sondage à la tarière hélicoïdale Ø140 mm : S4+PZ + T3 - Cote relative: 7,82 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (en m)	Lithologie
					Terre végétale: limon argileux brun
			0,20	7,62	<i>Test de perméabilité T3 : K = 0,87 mm/h (2,40.10-7 m/s)</i>
0,50					
			1,70	6,12	Colluvions: argile brune très humide
1,00					
			2,10	5,72	Altérite de schiste: sable argileux grisâtre
1,50					
			2,10	5,72	<i>Refus à la foration</i>
2,00					
2,50					

*Parois des sondages : stables*

*Circulation d'eau : colluvions très humides*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : néant (piézomètre provisoire)*

*Profondeur du refus : -2,10 m/TN (cote relative: 5,72 m)*

**ANNEXE**

**Conditions générales des prestations géotechniques  
d'Igesol**

## ***Objet et nature des prestations***

Ce rapport fixe le terme de la mission. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations qui pourraient être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager notre bureau d'étude. En particulier, l'utilisation même partielle de ce rapport par un autre Maître d'Ouvrage, un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société. Enfin, notre société ne pourrait être rendue responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.

Considérant l'enchaînement des missions géotechniques, il est vivement conseillé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou au constructeur de faire procéder à une visite de chantier par un géotechnicien à la fin de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des puits ou des pieux. Ce contrôle a pour objet de vérifier que la nature et la profondeur du sol d'assise des fondations sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un procès verbal.

Le Maître d'Ouvrage devra nous informer 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 de nous informer du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage

## ***Responsabilité et assurances***

### ***→ Assurance décennale***

Pour ces prestations, Igesol bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance.

### ***→ Responsabilités autres que la responsabilité décennale***

La responsabilité de notre société ne peut être retenue que dans les limites de la mission qui lui a été confiée (nommée en introduction du présent rapport). Le contenu de chaque mission est développé en annexe 2. Les Prescriptions découlant de notre mission devront être respectées dans leur totalité. Dans le cas contraire, la responsabilité de notre société ne pourra être engagée.

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en cas de dommage causés à la végétation, à des cultures ou à des ouvrages (réseaux enterrés, ...) dont la présence et l'emplacement précis ne nous aurait pas été communiqué préalablement au commencement des investigations.

## ***Recommandations***

Notre société devra être informée de toutes modifications qui pourraient être apportées au projet (conception, implantation, niveau, taille) ou à son site d'implantation. En effet, ces modifications pourraient être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de la présente étude.

Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des investigations. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un géomètre expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Il est reconnu que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. Ainsi, des éléments nouveaux (glissement, érosion, remblais, ...) 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 peuvent rendre caduques les conclusions du présent rapport en tout ou en partie. Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux doivent être immédiatement signalés à notre société pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les prescriptions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, notre société est amenée à faire une ou plusieurs hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou toute autre entreprise intervenant en aval de notre étude de nous indiquer le projet définitif afin de valider ou d'affiner les résultats obtenus à partir d'hypothèses.

**ANNEXE**

**Enchaînement et Classification  
des missions types d'ingénierie géotechnique  
(Norme NF-P 94 500 – novembre 2013)**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

## **ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)**

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

### ***Etude de site (G1 ES)***

Elle est réalisée avant l'étude préliminaire ou l'esquisse ou l'APS, et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisinants,
- fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, avec ses principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs pour un futur ouvrage non encore étudié.

### ***Principes Généraux de Construction (G1 PGC)***

Elle est réalisée au stade de l'étude préliminaire ou de l'esquisse ou de l'APS, et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- définir 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle permet de compléter le modèle géologique et de définir le contexte géotechnique, et de réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs en cas de survenance.

Cette étude ne comprend pas d'ébauche dimensionnelle et sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

## **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

### ***Phase Avant-projet (G2 AVP)***

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.
- Fournir une première approche des quantités et conclure sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Ce rapport sert de donnée d'entrée pour la phase suivante.

### ***Phase Projet (G2 PRO)***

- Définir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de projet, notamment méthodes d'exécution et notes techniques pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations des sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants).
- Fournir les notes de calcul de dimensionnement niveau projet pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction, et les valeurs seuil associées. Elle permet une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages.
- Si nécessaire, fournir les principes de maintenance des ouvrages géotechniques.

Ce rapport sert de base à l'élaboration du DCE.

### ***Phase DCE / ACT (G2 DCE / ACT)***

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises et à leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cahier des charges techniques particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le Maître d'Ouvrage ou la maîtrise d'œuvre pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres concernant les ouvrages géotechniques.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**

#### ***ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)***

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### ***Phase Etude***

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### ***Phase Suivi***

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

#### ***SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)***

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ***Phase Supervision de l'étude d'exécution***

Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### ***Phase Supervision du suivi d'exécution***

Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

## DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (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.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.