



Ingénierie des Mouvements de Sol
et des *Risques Naturels*

Demandeur :



**Chambre de Métiers
et de l'Artisanat de la Haute-Garonne**

Construction d'une antenne de la Chambre de Métiers

- étude géotechnique d'avant projet -



parcelle 169, section BK,
espace Pégot
commune de Saint Gaudens (31)

affaire	indice	date	réalisation	vérification	pages	mission	
2012/P1/ 31/0978	0	juillet 2012	P.A. PETER	Y. PECOURT	9 + 10 annexes	G12	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	2
2. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES.....	3
2.1. Morphologie.....	3
2.2. Lithologie, résistance mécanique	3
2.3. Analyses laboratoire	4
2.4. Hydrogéologie	4
3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	5
3.1. Implantation	5
3.2. Terrassements	5
3.3 Fondations	5
3.3.1. Fondations superficielles	6
3.3.2. Fondations semi profondes.....	7
3.4. Dallage.....	8
3.5. Drainage	8
3.6. Réseaux.....	8
3.7. Murs enterrés.....	8
3.8. Aspect sismique	9
3.9. Aléas géotechniques et conditions contractuelles	9
ANNEXES	10

1. INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte de la Chambre des Métiers et de l'Artisanat de la Haute Garonne, 18 bis boulevard Lascrosses à Toulouse (31).

D'après les plans fournis, elle concerne le projet de construction d'un bâtiment de type R+1 destiné à accueillir du public, sis parcelle 169, section BK à Saint Gaudens (31), voir plan de situation en annexe.

Elle correspond à une étude géotechnique d'avant projet (mission G12 au sens de la NF P 94-500 jointe au devis et en annexe) et a pour objectifs de :

- préciser le contexte géologique et géotechnique local,
- définir les caractéristiques mécaniques des terrains au droit du projet (hypothèses géotechniques),
- présenter les principes généraux de fondation, de terrassement.

Les reconnaissances suivantes ont été effectuées les 5 et 20 juillet 2012 (voir schéma d'implantation des reconnaissances en annexe) :

- observations géologiques, hydrogéologiques et morphologiques de surface,
- 3 sondages au pénétromètre dynamique type B (masse 30 kg), notés Pdy1 à Pdy3, descendus entre 2,80 m (arrêt sur refus du battage) et 6,00 m de profondeur (arrêts volontaires),
- le sondage Pdy2 a été doublé d'un forage à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm, descendu à 5,00 m de profondeur (arrêt volontaire),
- 1 sondage noté SP1 foré jusqu'à 8,00 m de profondeur à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm, avec mise en œuvre de 6 essais pressiométriques (sonde Ø 44 mm munie d'un tube fendu, norme NFP 94-110-1),
- le nivellement de l'ensemble des sondages par rapport à la plaque d'égout cotée « 402,72 m » sur le plan transmis et située à l'angle sud est de la parcelle a été prise comme référence,
- en laboratoire, la mesure de la teneur en eau de 2 échantillons prélevés en Pdy2.

Des sondages à la minipelle et des analyses laboratoire ont été réalisées en 2006 pour la réalisation du parking voisin (notre dossier 3106-4253). Ces analyses sont réexploitées dans ce rapport.

Les documents suivants ont été consultés :

- Carte topographique n°1946 O (1/25 000),
- Carte géologique n°1055 de Saint Gaudens (1/50 000) ,
- Dossier de plans fourni par le demandeur : extrait de plan cadastral, plan de masse (1/500).

2. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

2.1. Morphologie

Du point de vue morphologique, la parcelle est un parking bordé d'une plate bande enherbée, d'un mur de clôture et de garages en RdC à l'est. Le terrain est quasi plat et horizontal ; son altitude est de 402 m environ.

2.2. Lithologie, résistance mécanique

D'après la carte géologique, le terrain est constitué des alluvions anciennes de la terrasse de Saint Gaudens, reposant sur les Flyschs du Crétacé (substratum). Les sondages mettent en évidence, de haut en bas :

- **Couche 0** : en tête, des **remblais** (béton bitumineux recouvrant une couche de forme sablo-graveleuse), compacts avec $q_d > 8$ MPa, et rencontrés jusqu'aux profondeurs et cotes suivantes :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	0,50	0,50	0,80	absent
cote en m (/ réf. 402,72 m)	402,2	402,3	402,2	-

- **Couche 1** : vient ensuite un **limon sableux** (sable fin) **brun à brun-gris** humide et de très faible compacité avec :

$$0,05 \text{ MPa} \leq q_d \leq 4 \text{ MPa}, q_{d \text{ moyen}} = 1,5 \text{ MPa}.$$

Cette couche a été rencontrée jusqu'à des profondeurs variables :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	1,20	1,00	1,40	0,90
cote en m (/ réf. 402,72 m)	401,5	401,8	401,6	401,9

- **Couche 2** : puis on a des terrains plus argileux avec un **limon argileux ocre à orange**, peu à moyennement compact avec :

$$2 \text{ MPa} \leq q_d \leq 8 \text{ MPa}, q_{d \text{ moyen}} = 2 \text{ puis } 6 \text{ MPa},$$

$$0,81 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 0,86 \text{ MPa}, 5,6 \text{ MPa} \leq E_m \leq 6,5 \text{ MPa}.$$

Cette couche a été rencontrée jusqu'à :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	2,10	2,10	2,20	2,30
cote en m (/ réf. 402,72 m)	400,6	400,7	400,8	400,5

- **Couche 3** : viennent ensuite des terrains plus grossiers avec un **limon argileux et sablo-graveleux brun-ocre voire rouge**. Il est moyennement compact à compact avec :

$$q_d > 4,5 \text{ MPa et refus}, q_{d \text{ moyen}} = 15 \text{ à } 6 \text{ MPa},$$

$$1,05 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 3,97 \text{ MPa}, 12,9 \text{ MPa} \leq E_m \leq 41,1 \text{ MPa}.$$

Cette couche a été rencontrée jusqu'à des profondeurs et cotes variables :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	5,10	4,00	5,50	5,50
cote en m (/ réf. 402,72 m)	397,7	398,8	397,5	397,3

- **Couche 4** : au delà et jusqu'à plus de 8 m de profondeur en sondage, on a une **argile sableuse et peu graveleuse brun-grise**, moyennement compacte avec :

$$5 \text{ MPa} \leq q_d \leq 40 \text{ MPa}, p_l^* = 1,70 \text{ MPa}, E_m = 15,1 \text{ MPa}.$$

2.3. Analyses laboratoire

Les analyses laboratoire réalisées sur des matériaux prélevés en janvier 2006 dans la couche 1 avaient les caractéristiques suivantes :

Echantillon (et profondeur)	PM1 (0,70 m)	PM5 (0,70 m)
Nature	Limon brun clair	Argile limoneuse ocre
Passant à 80 μm	89,5 %	84,8 %
Ip	10,6	16,0
Classe GTR	A1 th	A2 ts
W_{OPN}	14,5 %	-
Wn	19,4 %	9,1 %
OPN (kN/m^3)	18,9	-

Les teneurs en eau mesurées sur les couches 1 et 2 en Pdy2 sont les suivantes :

sondage	date	profondeur prélevée	sol concerné	poids total humide	poids total sec	tare	teneur en eau (%)
Pdy2	05/07/2012	0,5-0,9 m	couche 1	998.89	850.17	16.49	17.8
Pdy2	05/07/2012	1-2 m	couche 2	1024.34	850.18	16.4	20.9

On constate que les états hydriques de ces prélèvements étaient élevés (humide de 0,5 à 0,9 m, soit un sol de classe GTR A1h, et très humide de 1 à 2 m, soit un sol de classe GTR A1th).

2.4. Hydrogéologie

On ne note pas de venues d'eau en sondages. Cependant, on gardera à l'esprit la présence :

- de circulations d'eau éparses et temporaires au sein des couches 1 et 2 (entre 0,5 et 2 m de profondeur), notamment après des périodes pluvieuses prolongées,
- d'une nappe d'eau souterraine présente entre 12 et 14 m dans le secteur (nappe de la terrasse alluviale de Saint Gaudens).

3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

L'état de constructibilité décrit ne tient pas compte d'aménagements futurs, en dehors de la parcelle, aboutissant à des modifications substantielles du contexte et affectant sa stabilité (remblaiement, excavation, rejets d'eau...).

Ces règles s'appliquent au projet présenté lors de la demande d'étude et ne sauraient s'appliquer à un autre projet, même situé sur la même parcelle.

3.1. Implantation

L'implantation du projet n'est pas restreinte du point de vue géotechnique, d'après l'emprise figurant sur le plan de masse nous ayant été transmis.

La présence d'une canalisation au droit du projet nécessitera des dispositions spécifiques (déplacement de la canalisation ou renforcement de sa structure ; cf §3.6.).

3.2. Terrassements

D'après les renseignements fournis sur le projet, il consiste en la réalisation d'un bâtiment sans sous sol. Vu la topographie, les terrassements seront limités.

On retiendra les pentes suivantes en l'absence de soutènements spécifiques :

Déblais :
- talus provisoire $\rightarrow \leq 35^\circ$
- talus définitif $\rightarrow \leq 25^\circ$

Remblais (matériaux locaux) :
- talus provisoire $\leq 30^\circ$
- talus définitif $\leq 25^\circ$

Toute surcharge même provisoire en tête de talus est proscrite. Les eaux pluviales seront collectées et évacuées du chantier vers des fossés pérennes ou le réseau E. P.

Au vu de la nature limoneuse humide des terrains, il sera nécessaire de réaliser une piste de chantier en matériaux graveleux insensibles à l'eau, afin de garantir l'accès et la traficabilité du chantier en période pluvieuse.

3.3 Fondations

Les descentes de charge sur fondation ne sont pas connues à ce stade du projet.

Les sondages mettent en évidence des sols mous (couche 1), puis peu à moyennement compacts (couche 2), et enfin moyennement compacts à compacts (couches 3 et 4). L'une ou l'autre de ces solutions est donc envisageable :

1. fondations type superficielles par semelles ancrées dans la couche 2,
2. fondations type semi-profondes par puits, ancrés dans la couche 3.

3.3.1. Fondations superficielles

D'après les résultats obtenus au sein des sondages, on pourra envisager un système de fondations type **semelles filantes**, de largeur minimale 0,40 m, armées et constituant un chaînage bas sous la périphérie du bâtiment et tous les murs de refends. On s'ancrera au sein de la **couche 2** (limon argileux ocre à orange) en respectant parmi les critères suivants, **le plus restrictif** :

- encastrement D minimum de 30 cm dans cette couche, soit aux profondeurs et cotes minimales suivantes :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	1,50	1,30	1,70	1,20
cote en m (/ réf. 402,72 m)	401,2	401,5	401,3	401,6

- respect de la garde au hors gel, ici fixée à **- 0,70 m/terrain fini**.

Capacité portante

Pour des semelles filantes de largeur $B = 0,40$ m, en considérant $p_{le}^* = 0,81$ MPa et au sens du DTU 13.12, il vient la contrainte maximale admissible suivante pour une charge verticale centrée, avec K_p pris = 0,8 et $q'_0 = 0,01$ MPa :

$$q'_U = K_p \cdot p_{le}^* + q'_0 = 0,65 \text{ MPa}, \quad q_{ELU} = (q'_U - q'_0)/2 + q'_0 = 3,3 \text{ bar} = 0,33 \text{ MPa}, \\ q_{ELS} = (q'_U - q'_0)/3 + q'_0 = 2,2 \text{ bar} = 0,22 \text{ MPa}.$$

En pratique, afin de limiter les tassements au droit de passées moins compactes (comme décelées en Pdy2 de 1 à 1,6 m), **on limitera q_{ELS} à 1,2 bar (soit 0,12 MPa)**. Pour cette valeur de calcul, on envisagera des tassements de l'ordre de 0,4 à 0,8 cm.

Mise en œuvre

Le béton sera coulé pleine fouille, afin de bénéficier du frottement latéral des parois, dans des fouilles sèches, purgées de tout élément compressible et rapidement après décaissement.

En cas de difficulté pour identifier le sol d'assise, nous sommes à la disposition de tous les intervenants (voir l'enchaînement des missions géotechniques suivant la norme NFP 94-500 jointe en annexe, chaque mission faisant l'objet d'un contrat spécifique).

3.3.2. Fondations semi profondes

D'après les résultats obtenus au sein des sondages, on pourra envisager un système de fondations type **puits** ou **massifs**, de largeur minimale 0,80 m, armés et reliés entre eux par des armatures. On s'ancrera au sein de la **couche 2** (limon argileux et sablo-graveleux brun-ocre voire rouge) en respectant parmi les critères suivants, le plus restrictif :

- encastrement D minimum de 50 cm dans cette couche, soit aux profondeurs et cotes minimales suivantes :

n° sondage	Pdy1	Pdy2	Pdy3	SP1
profondeur (m)	2,60	2,60	2,70	2,80
cote en m (/ réf. 402,72 m)	400,1	400,2	400,3	400,0

- respect de la garde au hors gel, ici fixée à - 0,70 m/terrain fini.

Capacité portante

Pour des puits de largeur $B = 0,80$ m et limitant ple^* à 1,66 MPa, au sens du DTU 13.12, il vient la contrainte maximale admissible suivante pour une charge verticale centrée, avec K_p pris = 0,9 ($D/B = 0,6$) et $q'_0 = 0,03$ MPa :

$$q'_U = K_p \cdot ple^* + q'_0 = 1,52 \text{ MPa}, \quad q_{ELU} = (q'_U - q'_0)/2 + q'_0 = 7,7 \text{ bar} = 0,77 \text{ MPa},$$

$$q_{ELS} = (q'_U - q'_0)/3 + q'_0 = 5,2 \text{ bar} = 0,52 \text{ MPa}.$$

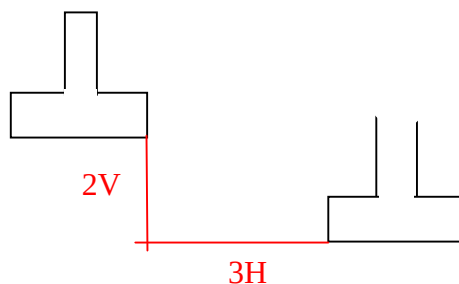
En pratique, on limitera q_{ELS} à 4,0 bar (0,40 MPa) afin de limiter les tassements.

Mise en œuvre

Le béton sera coulé pleine fouille, afin de bénéficier du frottement latéral des parois, dans des fouilles sèches, purgées de tout élément compressible et rapidement après décaissement.

En cas de difficulté pour identifier le sol d'assise, nous sommes à la disposition de tous les intervenants (voir l'enchaînement des missions géotechniques suivant la norme NFP 94-500 jointe en annexe, chaque mission faisant l'objet d'un contrat spécifique).

En cas de fondations à niveaux décalés ou proches de fondations existantes, il conviendra de respecter une pente maximale entre les deux arêtes de fondations opposées ou entre les fondations existantes et la base des fouilles de 2 de hauteur pour 3 de base, comme spécifié dans le schéma ci-dessous :



3.4. Dallage

Le sol en place est de classe GTR A1 en état hydrique élevé (A1h), de mauvaise portance (couche 1). Au droit du projet, il est pour partie surmonté d'une couche de forme sablo-graveleuse compacte (couche 0). Pour la réalisation du dallage, deux solutions sont envisageables :

- réalisation d'un plancher porté par les fondations, sur vide sanitaire,
- réalisation d'un dallage sur terre plein ; après mise à niveau des terres, le sol d'assise sera constitué des remblais de la couche 0 ou du limon mou de la couche 1. Les matériaux de la couche 0 pourront être réutilisés après tri et contrôle ; la terre végétale sera purgée sur une épaisseur minimale de 40 cm.

Cela nécessitera la réalisation d'un dallage reposant sur une couche de forme en matériaux graveleux insensibles à l'eau de classe GTR D₂/D₃ correctement compactés sur 50 cm d'épaisseur minimale (ramenée à 40 cm si intercalation d'un filtre géotextile entre l'horizon d'ancrage et la couche de forme). Les paramètres de réception de la plate-forme seront les suivants :

Dallage type « commerce/habitation » : $EV2 \geq 30$ MPa et $Kw \geq 50$ MPa/m

Dallage industriel « léger » : $EV2 \geq 50$ MPa et $Kw \geq 60$ MPa/m

La mise en place de la couche de forme du dallage se fera en conditions météorologiques favorables.

Pour le dimensionnement du dallage, on utilisera les paramètres de sols suivants, avec le module d'Young des différentes couches Esol déterminé par la formule $0,76 \cdot Em/\alpha$:

couche	Esol (MPa)	α
1 (limon brun-gris mou)	2.3	0.667
2 (limon argileux ocre-orange)	8.5	0.5
3 (limon sablo-graveleux brun ocre)	28.9	0.5

3.5. Drainage, sujétions liées à l'eau

Les sols d'assise sont fins et a priori peu perméables. Des circulations d'eau se produisent occasionnellement au sein de la couche 1 et pourront gêner les terrassements (prévoir des moyens de pompage).

Un drainage périphérique aux fondations superficielles est conseillé afin de les protéger contre l'humidité et éviter les stagnations d'eau néfastes à leur portance.

L'ensemble des eaux collectées (drainages périphériques du bâtiment, toiture, voiries...) sera évacué dans le réseau E.P. ou vers un fossé pérenne.

3.6. Réseaux

Le projet s'implante sur une canalisation existante. Si celle-ci vient à être conservée, il faudra s'assurer qu'elle résistera aux efforts apportés par l'ouvrage (dallages et/ou fondations). Si elle est démantelée, le vide ainsi créé sera comblé par un matériau insensible à l'eau et graveleux, compacté par passes successives (objectif de compactage $q_3 : p_d > 95\%$ de l'OPN du matériau employé).

3.7. Murs enterrés

Sans objet ici (pas de sous sol).

3.8. Aspect sismique

Le site se trouve en **zone sismique 3** (soit Ib au sens des recommandations PS92) à cet effet, il peut être caractérisé vis-à-vis des effets directs et induits des séismes en référence à l'Eurocode 8 :

- **effets directs** :

Vibration

Le site est quasi plat et horizontal, donc le coefficient d'amplification **ST = 1** (anciennement $\tau = 1,0$). Le sol est de classe C.

Accident géologique majeur

Le site est dans le secteur de la faille nord pyrénéenne. Le contexte sismique est donc à prendre en compte.

- **effets induits** :

Mouvements de terrains

Sans objet vu la topographie. L'absence de falaise voisine écarte tout risque de chute de blocs.

Raz de marée

Sans objet ici.

Liquéfaction

Sans objet au droit du sol de fondation (absence de nappe pérenne).

3.9. Aléas géotechniques et conditions contractuelles

1. Les reconnaissances de sols procèdent par sondages, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale, variations de position des interfaces) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager IMS RN.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Introduction » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à IMS RN afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
4. De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venue d'eau...) peuvent rendre caduques certaines recommandations figurant dans ce rapport.
5. Compte tenu de la spécificité géotechnique des travaux proposés, nous recommandons d'être associés à l'équipe d'ingénierie pour la conception et le suivi des travaux.
6. Nous rappelons qu'il est de la responsabilité du maître d'œuvre de faire appliquer l'enchaînement des missions géotechniques dans le cadre de l'étude, de la conception et de l'exécution des travaux en référence à la norme NFP 94-500 12/2006.

ANNEXES

Plan de localisation

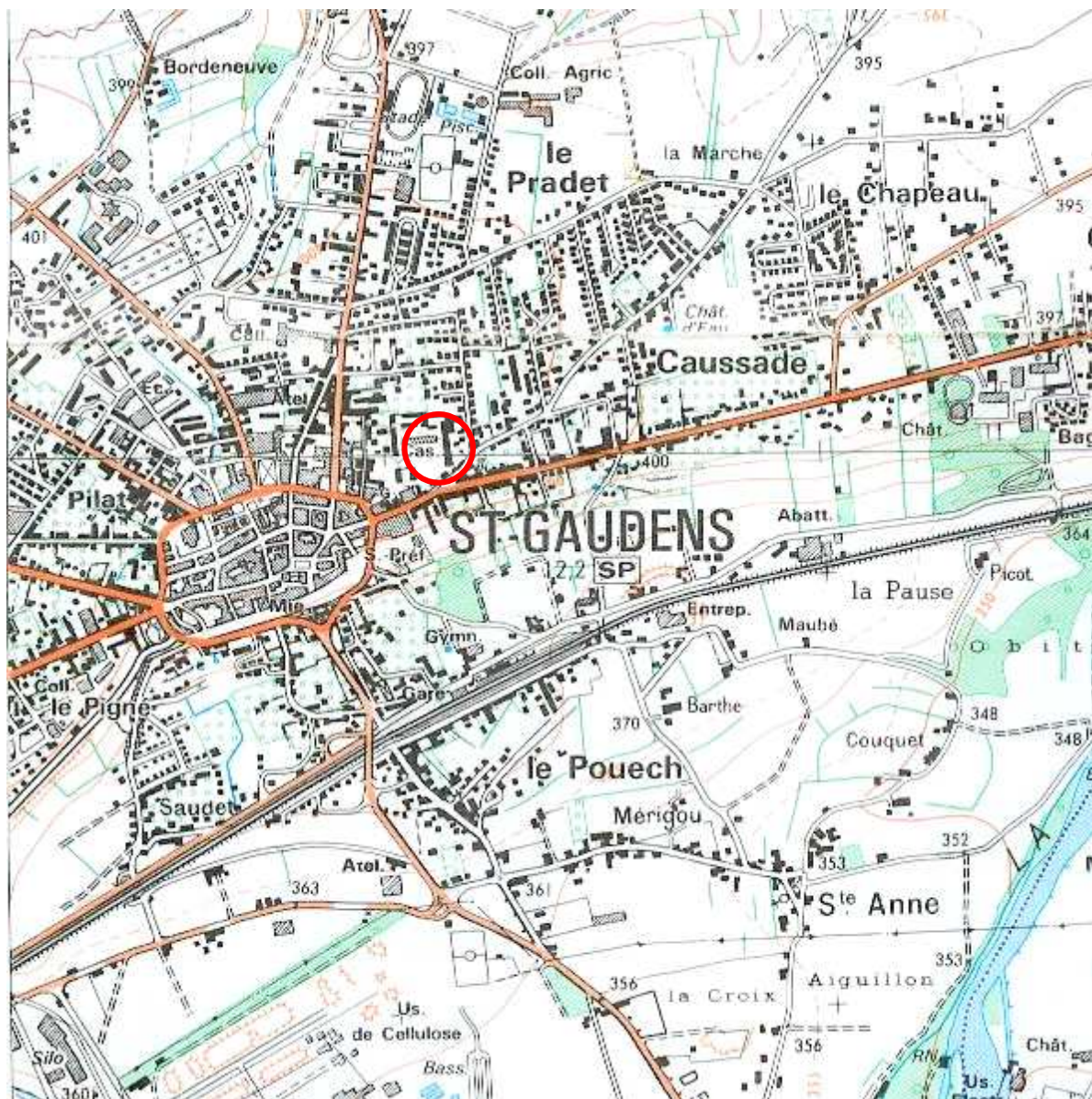
Schéma d'implantation des sondages

Coupes des sondages

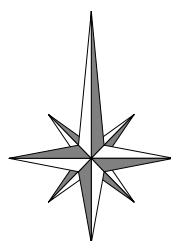
**Rappel des missions géotechniques
(extrait norme NF P 94 500)**

Plan de localisation

extrait carte topographique au 1/25 000
échelle non respectée



Nord

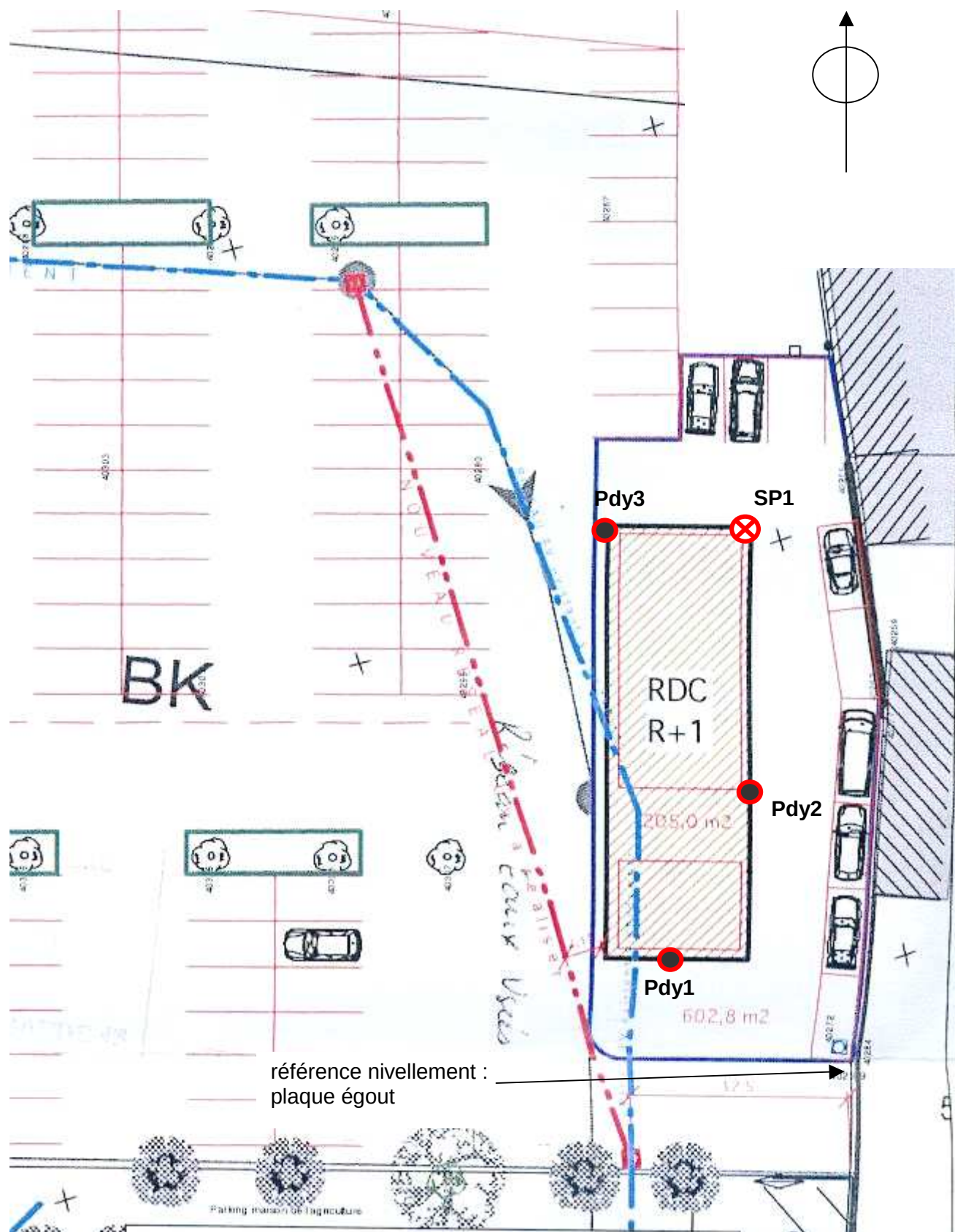
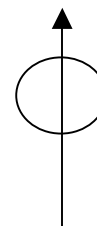


Plan d'implantation des sondages

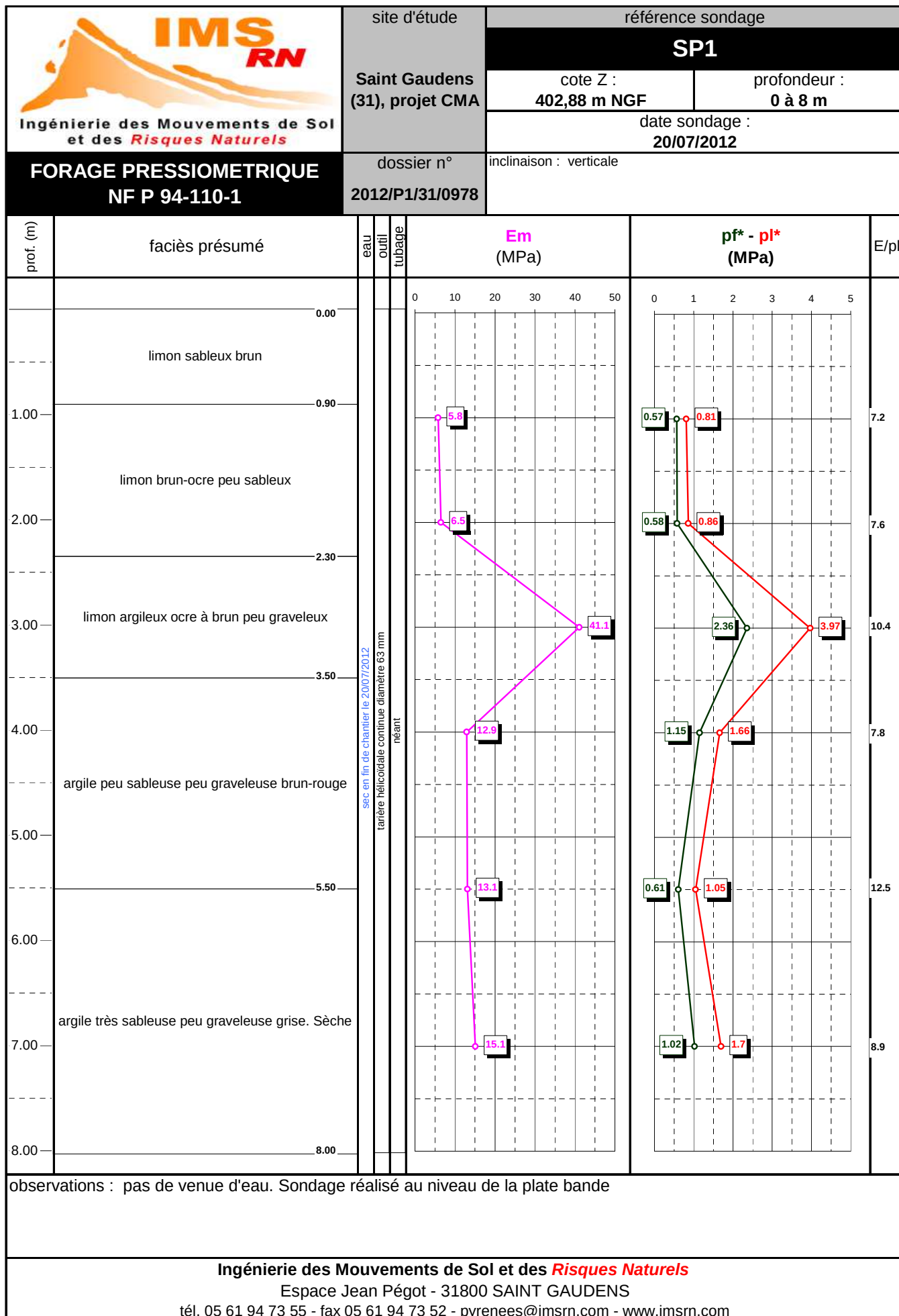
extrait plan masse fourni

échelle ~ 1/300

nord



Coupes des sondages

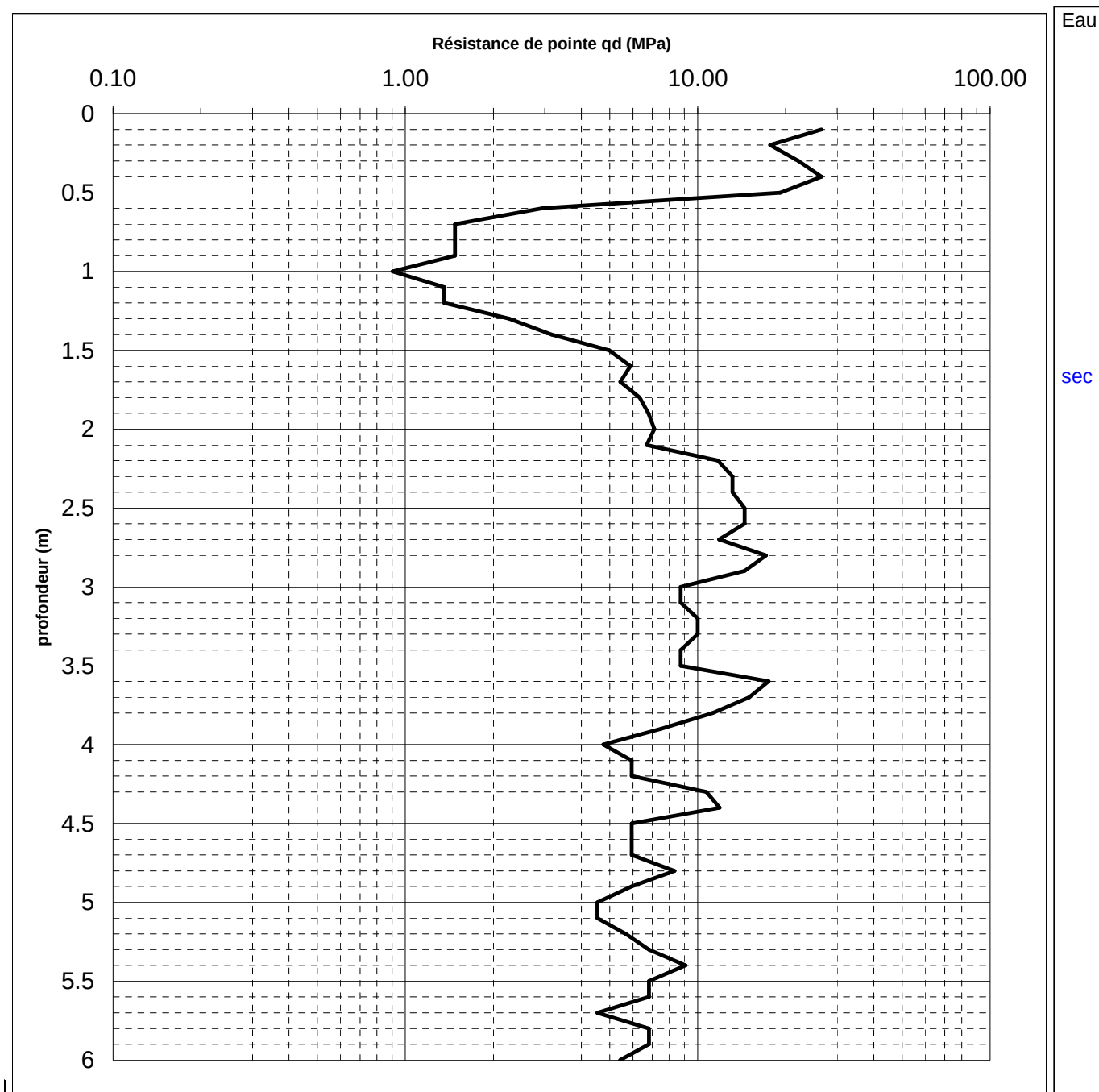




SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Date :	05/07/2012	SONDAGE	Pdy 1
Commune :	Saint Gaudens (31)	AFFAIRE	2012/P1/31/0978
LOCALISATION GPS:		CMA de la Haute Garonne	
/	/		

Cote TN (/réf. 402,72 m)	402,76 m	Matériel de sondage	GEOTOOL GTR S
Hauteur chute	75 cm	Surface pointe	20 cm ²
Masse tige	6 kg	Masse mouton	30 puis 63,5 kg



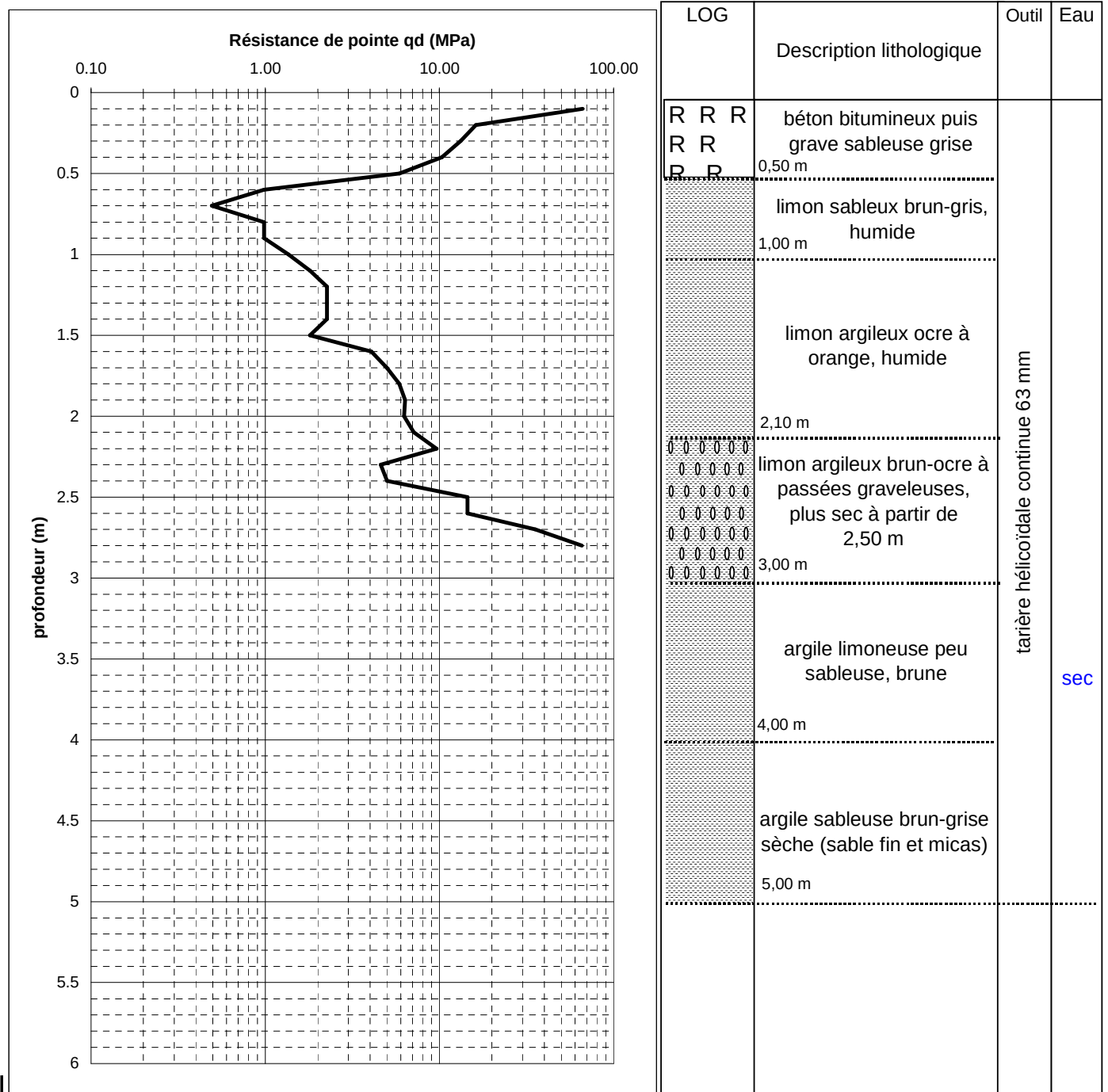
Observations : arrêt volontaire à 6,00 m. Sondage bouche à 4,70 m en fin de chantier



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Date :	05/07/2012	SONDAGE	Pdy 2
Commune :	Saint Gaudens (31)	AFFAIRE	2012/P1/31/0978
LOCALISATION GPS:		CMA de la Haute Garonne	
/	/		

Cote TN (/réf. 402,72 m)	402,76 m	Matériel de sondage	GEOTOOL GTR S
Hauteur chute	75 cm	Surface pointe	20 cm ²
Masse tige	6 kg	Masse mouton	30 puis 63,5 kg



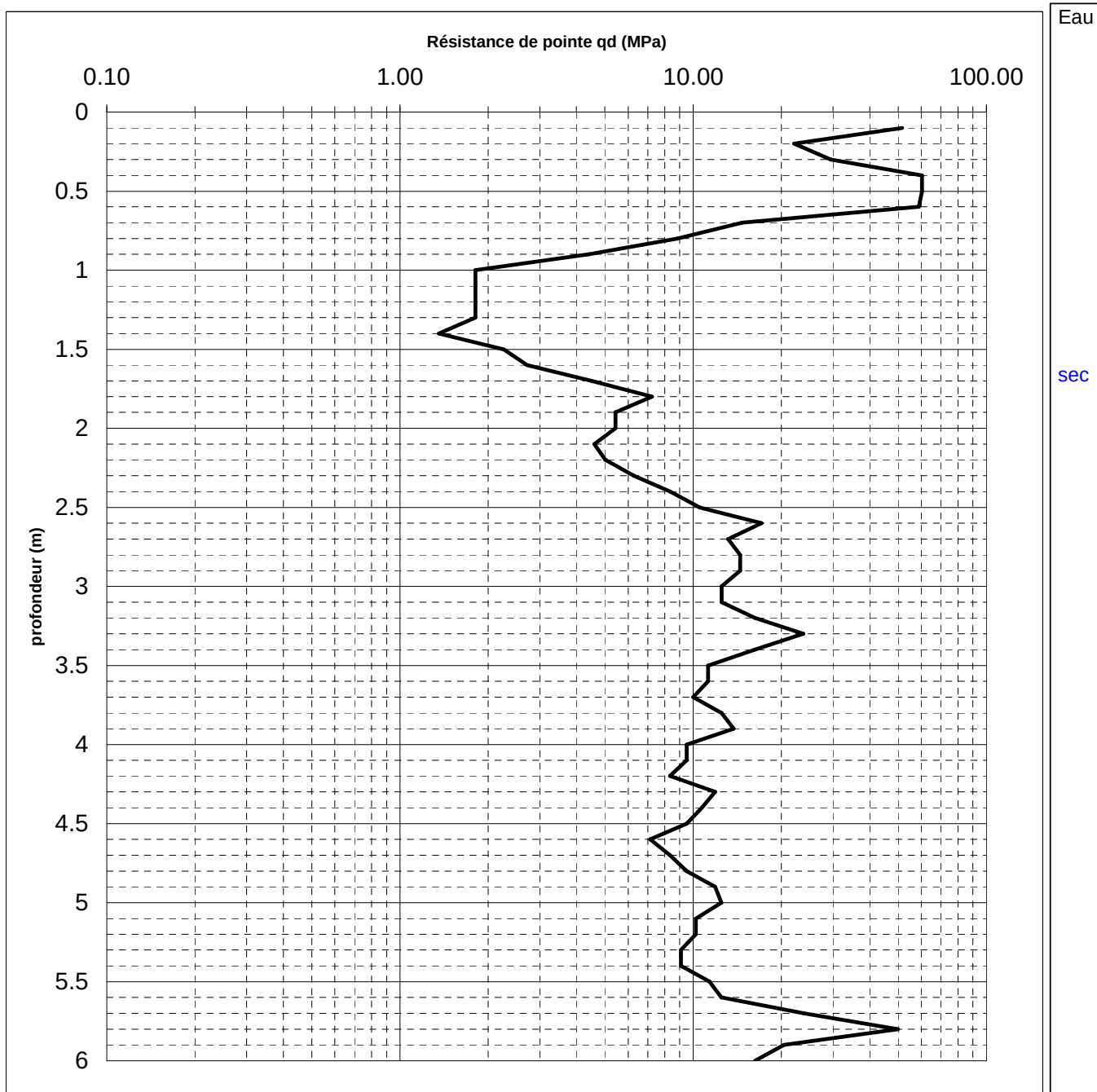
Observations : Fin de sondage tarière: 5,00 m (arrêt volontaire); pénétromètre: refus à 2,80 m (> 65 MPa)
sondage sec.



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Date :	05/07/2012	SONDAGE	Pdy 3
Commune :	Saint Gaudens (31)	AFFAIRE	2012/P1/31/0978
LOCALISATION GPS:	/ /	CMA de la Haute Garonne	

Cote TN (/réf. 402,72 m)	403,02 m	Matériel de sondage	GEOTOOL GTR S
Hauteur chute	75 cm	Surface pointe	20 cm ²
Masse tige	6 kg	Masse mouton	30 puis 63,5 kg



Observations : arrêt volontaire à 6,00 m. Sondage bouche à 0,30 m en fin de chantier

Analyses laboratoire, parking Pégot (2006)

CHANTIER: Saint Gaudens

DATE: janvier 2007.

Echantillon	point de prélèvement	PM1	PM5
	profondeur en mètres	0,80m	0,70 m

Teneur en eau	W nat en %	19.4	9.1
----------------------	------------	------	-----

Limites d'Atterberg

limite de liquidité	WL	28.2	37.0
indice de plasticité	Ip	10.7	16.0
indice de consistance	Ic	0.8	1,7*
* valeur d'Ic augmentée par le refus à 400µm			

Granulométrie

pourcentage (sol sec) passant à	10mm		100
	5mm	100	95.1
	2mm	99.8	93.6
	400µm	96.7	90.0
	80µm	89.5	84.8

Essai de compactage type Proctor Normal	voir annexe
--	-------------

ESSAI DE COMPACTAGE TYPE PROCTOR NORMAL

CE RGT 01.010

Chantier **Saint Gaudens**

Date **janvier 2007.**

Teneur en eau W_{opt}/m **OPN 14.5 %**

Echantillon **PM1**

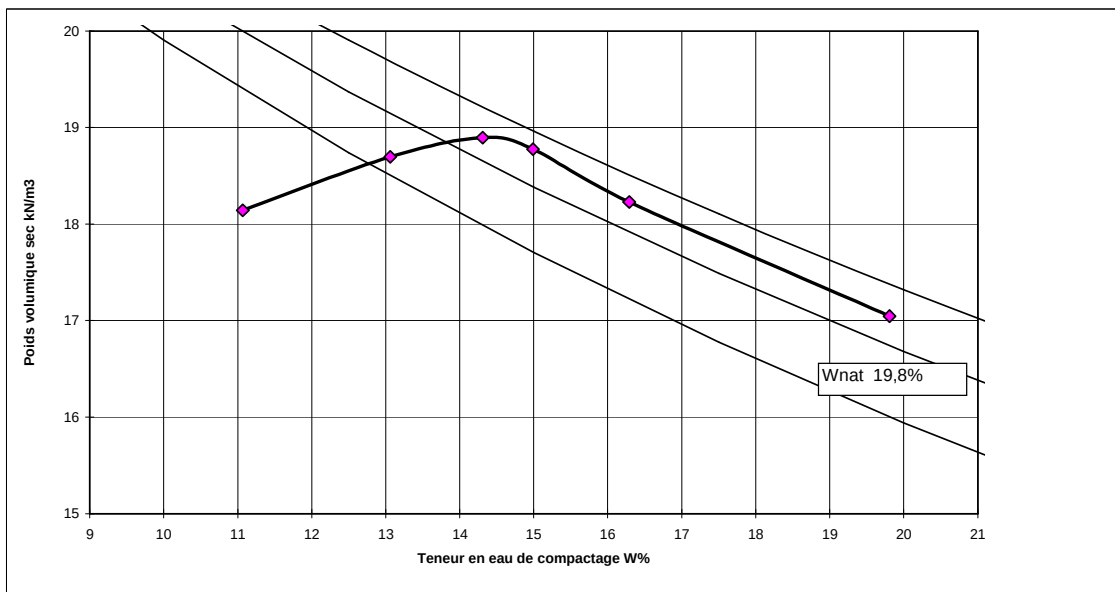
Type de moule **Proctor**

Densité maximale (OPN ou M) **18.90 kN/m³**

Profondeur **0,80m**

Fraction testée **0/5mm**

Taux de refus **0 %**



NF P 94-500 Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES 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.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet 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). Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (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 Projet

- 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, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, 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 Étude

- Définir 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 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 Étude.
- 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 GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques 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 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.
- 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, 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.