

Client :



1, Impasse de la ferme de Varâtre
77127 LIEUSSAINT

OPERATION IMMOBILIERE

Adresse du projet :

Lot 3 – Quartier du Mont-Mesly
94000 CRETEIL

RAPPORT GEOTECHNIQUE – MISSION G2 AVP

Date	N° Affaire	Ind.	Rédacteur	Contrôle	Commentaire
19/12/2018	18588	1	O. MBENGUE	C. DROCHON	Première diffusion.
--		--	--	--	--

SOMMAIRE :

1. CADRE DE L'AFFAIRE	3
1.1. Projet.....	3
1.2. Mission Géotechnique confiée.....	4
1.3. Reconnaissance géotechnique.....	4
1.4. Documents transmis	5
2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE	6
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).....	6
2.2. Cadre Géologique.....	6
2.3. Cadre Géomorphologique	7
2.4. Cadre Hydrogéologique	7
2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques.....	7
2.6. Etude historique du site.....	9
3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES	10
3.1. Lithologie.....	10
3.2. Présence d'eau	10
3.3. Caractéristiques mécaniques.....	11
3.4. Essais de perméabilité	11
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	12
4.1. Synthèse du contexte géotechnique	12
4.2. Fondations.....	13
4.3. Excavation des terres et réalisation des voiles enterrés	14
4.4. Protection des ouvrages enterrés	16
4.5. Traitement du niveau bas	16
5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES	17
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION	18
ANNEXES	19

1. CADRE DE L'AFFAIRE

1.1. Projet

Le projet consiste en la réalisation d'une opération immobilière, sur la parcelle 219, située à l'intersection entre la rue du Petit Bois et la rue Jean Jaguin à CRETEIL (94). Il se traduit par la construction d'un bâtiment de type R+2 à R+2+C sur 1 niveau de sous-sol total et débordant.

D'après les plans transmis, le niveau du RDC est fixé à 52,0 NGF. Ainsi le niveau bas du projet, situé à -2,92 m du RDC, serait calé à 49,08 NGF.

Lors de notre intervention, le site était en friche avec une clôture périphérique sur une partie de l'emprise du projet. Un ancien bâtiment occupait une partie du site. Il avait déjà été démoli avant notre intervention.

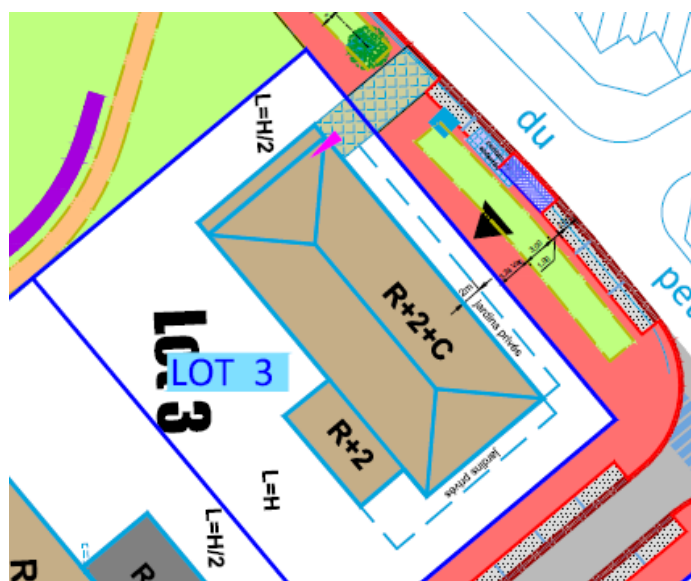


Figure 1 – Extrait du plan de masse du projet

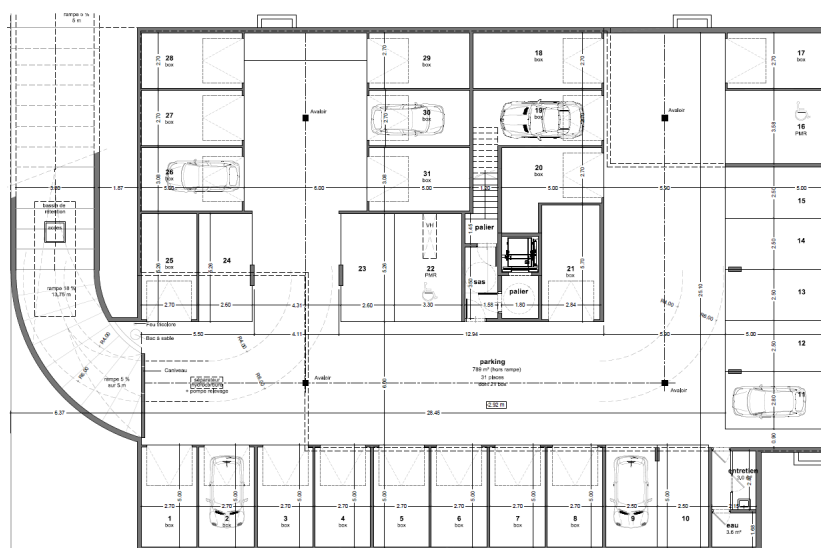


Figure 2 – Extrait du plan du R-1 du projet

1.2. Mission Géotechnique confiée

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une mission G2 AVP, soit une Etude Géotechnique de Conception en phase Avant-Projet, selon la dernière version de la norme NFP94-500 du 30 novembre 2013.

Elle aborde les principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et le suivi d'un programme d'investigations, détaillé dans le chapitre suivant.

1.3. Reconnaissance géotechnique

• Programme des investigations géotechniques

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé, du 21/11/2018 au 23/11/2018, les travaux suivants :

- ✓ 3 sondages pressiométriques, notés SP1 à SP3 dont 2 (SP1 et SP3) menés à 10,0 m de profondeur et 1 (SP2) mené à 20,0 m de profondeur,
- ✓ 24 essais pressiométriques répartis dans les sondages pressiométriques, tous les 1,0 / 1,5 m,
- ✓ 2 sondages à la tarière notés ST1 et ST2, menés respectivement à 2,0 et 3,0 m de profondeur,
- ✓ 2 essais d'eau (de type Porchet et Nasberg), réalisés au sein des sondages à la tarière,
- ✓ Les sondages SP1 et SP3 ont été équipés en piézomètres jusqu'à 10 m de profondeur,
- ✓ Mesure du niveau d'eau en fin de chantier et une mesure complémentaire effectuée le 29/11/2018.

Nota : Un piézomètre d'une précédente étude a été retrouvé sur site. Nous le noterons Pz dans la suite de ce rapport.

• Matériel et supports utilisés

Pour réaliser notre mission, nous avons utilisé le matériel et supports suivants :

- ✓ Sondeuses : de marques TEREDO de type DC 3.8 et COMACCHIO de type GEO 305,
- ✓ Enregistreur des paramètres de forage : POCKET LIM,
- ✓ Logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 4 (LIM S.A.),
- ✓ Logiciel de dessin : AUTOCAD / Word.

- **Nivellement des sondages**

Les différents sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R10. Ci-joint les coordonnées X-Y (en Lambert 93) et l'altitude Z (en NGF) des sondages relevés :

Sondages	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	Profondeur (m)
SP1+Pz	1660893,5	8176002,9	52,2	10,0
SP2	1660893,3	8175982,5	52,1	10,0
SP3+Pz	1660909,5	8175977,3	52,3	20,8
ST1	1660884,1	8175991,9	52,2	2,0
ST2	1660902.533	8175970.644	52,1	3,0
Pz	1660912.533	8175971.644	52,1	10,0

Ces cotes, mesurées par nos soins, ne sont données qu'à titre indicatif, elles doivent être vérifiées et/ou corrigées par un géomètre expert.

1.4. Documents transmis

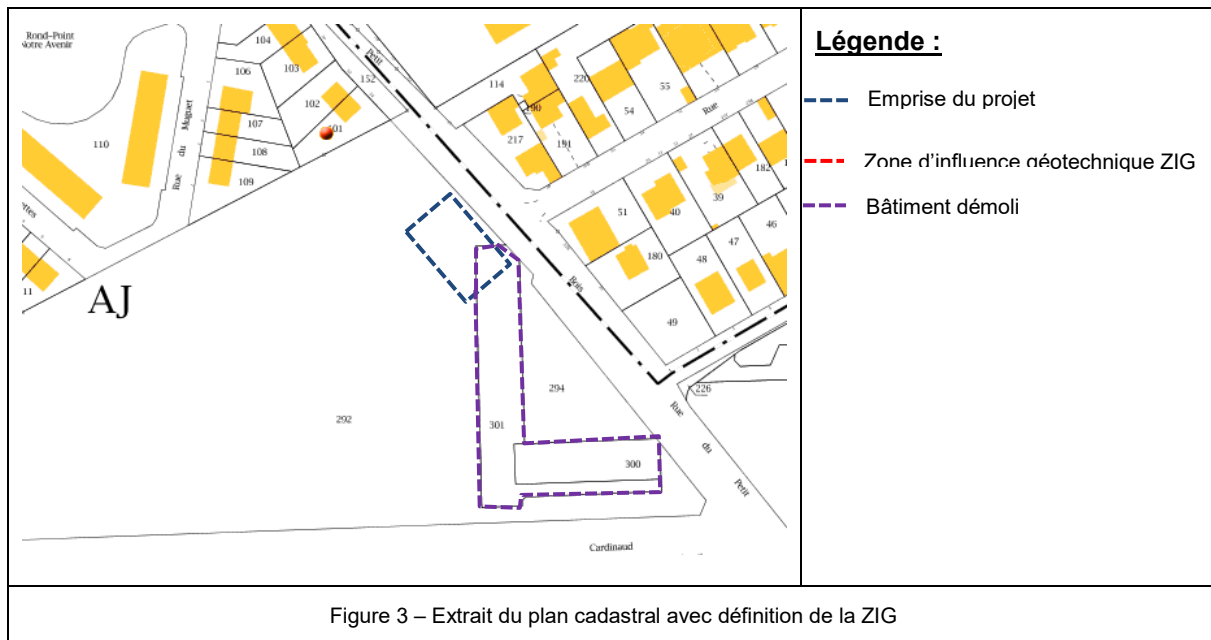
La présente étude s'appuie sur les documents transmis par le Maître d'Ouvrage listés ci-après :

- ✓ Plan de revêtement de voirie phase avant-projet référencé «RU020016CP02_Annexe 17_VRD Ind E-Plan des Revêtements » et daté du 07/03/2017,
- ✓ Plan du R-1 du bâtiment du lot 3 référencé « Créteil Mont Mesly_RI2_PLAN-08.10.2018-» et daté du 04/10/2018.

2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE

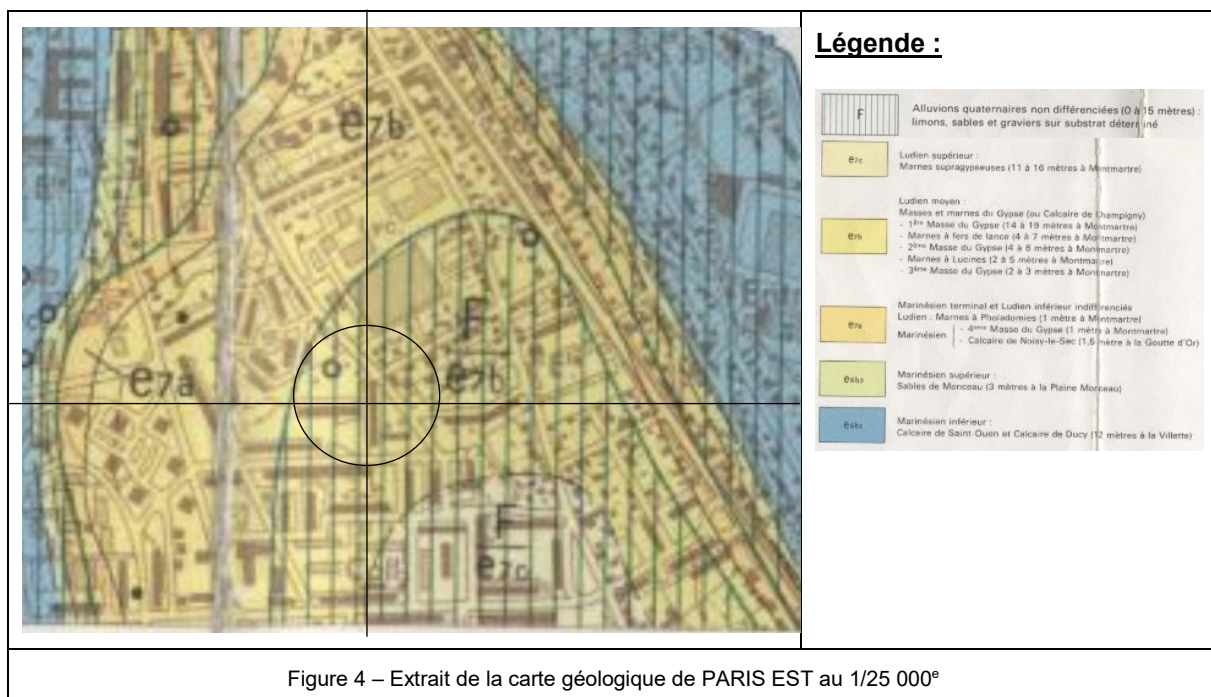
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Le projet sera réalisé dans un secteur urbanisé. Au vu du projet, aucune construction voisine ne sera impactée par les travaux. Il n'y a donc pas d'ouvrage situé dans la zone d'influence géotechnique (ZIG). Néanmoins, une attention particulière sera apportée en limite de propriété afin de ne pas déstabiliser les éventuelles structures mitoyennes (clôtures, réseaux,...).



2.2. Cadre Géologique

La figure ci-après montre la position du terrain, sur la carte géologique au 1/25 000° de PARIS EST.



Ainsi, le site présenterait la succession lithologique suivante :

- *Alluvions Quaternaires,*
- *Calcaire de Champigny,*
- *Marnes Infragypseuses.*

2.3. Cadre Géomorphologique

Le site se trouve dans la commune de CRETEIL (94), en contexte de plaine alluviale, en rive gauche de la *Marne*. Le terrain est quasiment plat avec un dénivelé inférieur à 1,0 m entre le point le plus haut et le point le plus bas. En moyenne, le niveau du terrain naturel se situe vers 52,0 NGF.

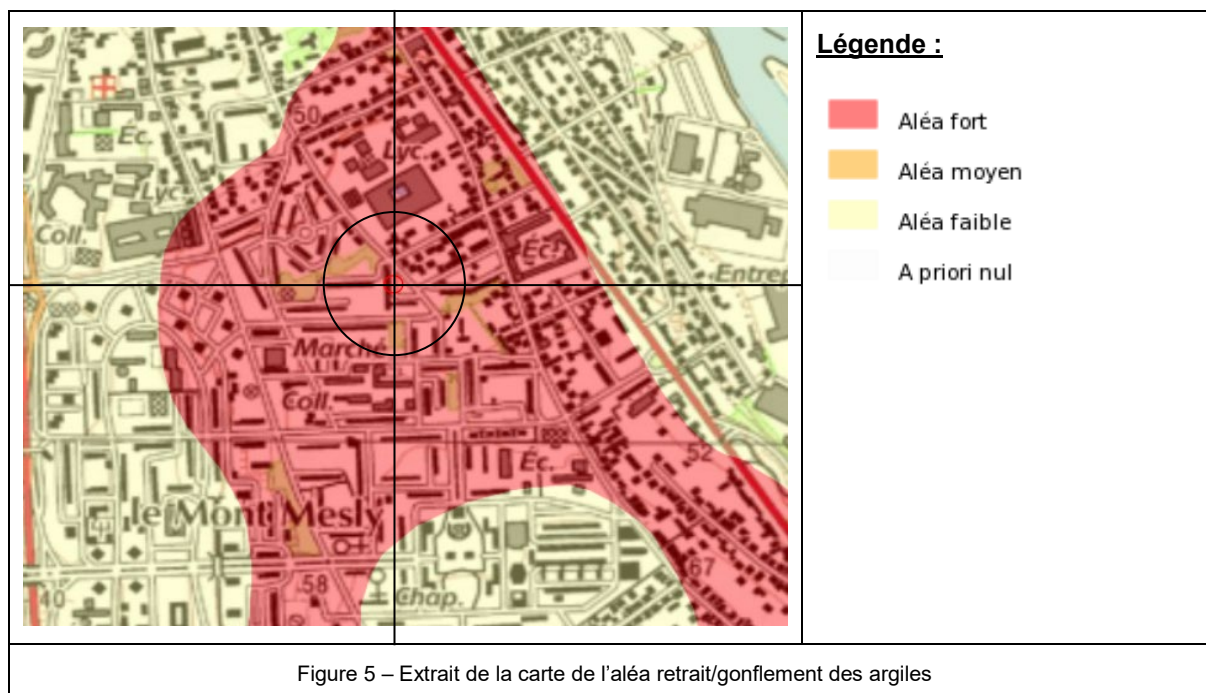
2.4. Cadre Hydrogéologique

Le premier aquifère qui pourrait être traversé, au droit du secteur, serait la nappe de l'*Eocène supérieur* contenue dans les formations ludiennes. Cependant, celle-ci serait suffisamment en profondeur.

2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques

- **Retrait / gonflement des argiles**

Le terrain se trouve dans une zone d'aléa faible, selon le site <http://www.georisques.gouv.fr/>.

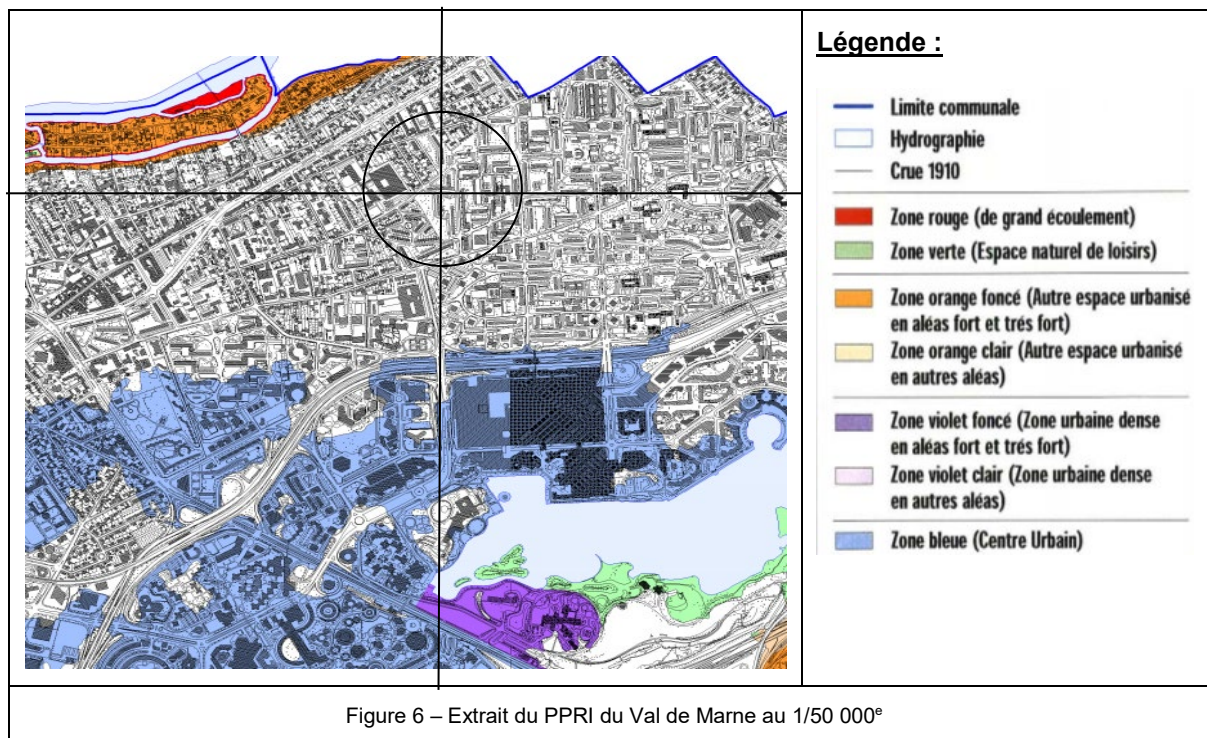


- **Sismicité**

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante. La commune de CRETEIL (94) se trouve dans une zone de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal ».

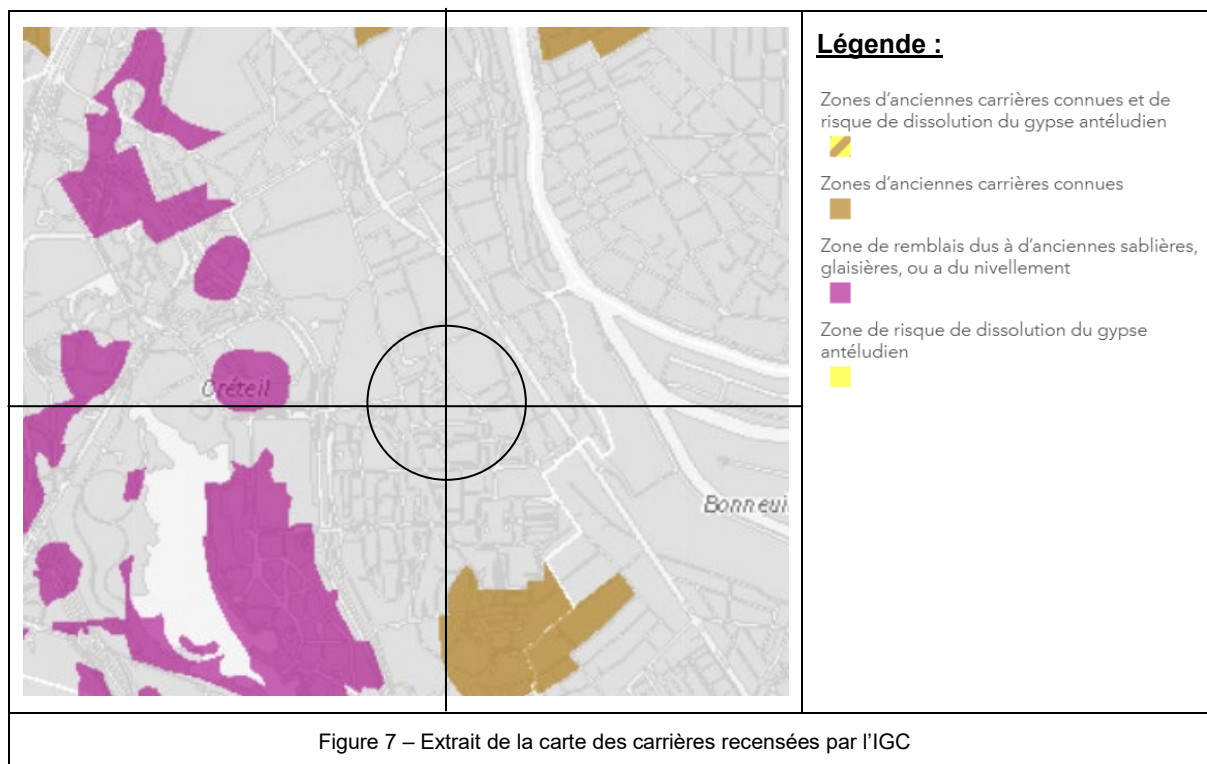
• Inondations

Le site étudié se trouve en dehors des zones inondables par débordement de la *Marne*.



• Carrières

Le site est en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert recensées et également en dehors du périmètre de risque de dissolution du gypse antéludien.



2.6. Etude historique du site

La parcelle impartie au projet (en jaune sur les photos ci-après), est actuellement en friche et partiellement clôturée.

La consultation des photographies aériennes a permis de constater que différentes activités se sont succédées sur la zone d'étude. En 1921, la parcelle était inoccupée et exploitée pour des activités agricoles. Dès 1960, on remarque sur le terrain des bâtiments (barres d'immeubles...). Le site était ainsi fortement urbanisé.

Il n'a pas connu de travaux significatifs entre 1960 et 2011, d'après les photographies aériennes disponibles. Depuis lors, les trois bâtiments situés dans l'emprise du projet d'aménagement du quartier de Mont-Mesly, ainsi que les aménagements extérieurs (parking...), ont été démolis.



3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1. Lithologie

Les niveaux géologiques et géotechniques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport à la surface du sol naturel au moment de notre intervention. Ainsi, nous avons rencontré les horizons suivants :

- ✓ De la **Terre végétale** sablo-limoneuse marron a été rencontrée sur une épaisseur de 0,15 / 0,8 m,
- ✓ Des **Remblais**, uniquement au droit des sondages SP1 et SP2, ont été mis en évidence sous forme de sable marron jusqu'à 1,1 / 1,5 m de profondeur soit 51,0 / 50,7 NGF. La présence de surépaisseurs et de vestiges de démolition n'est pas à exclure, compte tenu de l'historique du site,
- ✓ Les **Alluvions Quaternaires** ont été observées sous forme de limon sableux marron, puis sous forme de sable beige orangé (SP1 et SP3) jusqu'à 2,5 / 4,0 m de profondeur, soit jusqu'à 49,6 / 48,3 NGF,
- ✓ Le **Calcaire de Champigny** a été reconnu sous forme de marno-calcaire beige blanchâtre jusqu'à 17,0 m, soit jusqu'à 35,1 NGF. Des niveaux ultra-indurés sont présents au sein de cette formation,
- ✓ Les **Marnes Infragypseuses**, sous forme de marno-calcaire beige ont été traversées jusqu'à l'arrêt volontaire du sondage profond, SP2, à 20,0 m de profondeur, soit 32,1 NGF.

Nota : Les sables limoneux marron orangé, assimilés à ce stade aux *Alluvions Quaternaires*, pourraient également être un remblai technique de comblement d'éventuels anciens sous-sols.

3.2. Présence d'eau

Les niveaux d'eau ont été relevés comme suit :

Mesures initiales fin de chantier entre le 21/11/2018 et le 23/11/2018				
Sondages	SP1+Pz	SP2	SP3+Pz	Pz
m/TN	7,0	12,0	6,0	sec
NGF	45,2	40,1	46,3	-
Mesures complémentaires du 09/11/2018				
Sondages	SP1+Pz	SP2	SP3+Pz	Pz
m/TN	sec	-	sec	sec
NGF	-	-	-	-

Les niveaux d'eaux mesurés en fin de chantier sont compris entre 6,0 et 12,0 m de profondeur soit entre 46,3 et 40,1 NGF. Ils représenteraient des niveaux non stabilisés, perturbés par la technique de forage avec injection de fluide. Les forages à la tarière ST1 et ST2 étaient sec jusqu'à 2,0 et 3,0 m de profondeur soit 50,2 / 49,1 NGF. Les mesures complémentaires réalisées le 29/11/2018 ont mis en évidence des piézomètres secs jusqu'à 10,0 m de profondeur soit 42,2 / 42,1 NGF.

Toutefois ,des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

3.3. Caractéristiques mécaniques

• Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_m : module pressiométrique, PI^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués à partir de 1,5 m de profondeur et selon un espacement de 1,0 / 1,5 m au droit des différents sondages. Ci-joint l'analyse statistique des résultats obtenus :

Horizons	Profondeur de la base		Caractéristiques Pressiométriques				Commentaire sur la compacité
	m/TN	Cote NGF	E _m (MPa)	P _i * (MPa)	Nb	α	
Terre végétale + Remblais	-1,1 / -1,5	51,0 / 50,7	Aucune mesure n'a été réalisée au sein de ces horizons				
Alluvions Quaternaires	-2,5 / -4,0	49,6 / 48,3	6,4 ≤ E _m ≤ 22,9 E _{m Moy} = 15,6	0,54 ≤ P _i * ≤ 1,98 P _i * _{Moy} = 1,32 σ = 0,31	6	1/2	Médiocre à élevée
Calcaire de Champigny	-17,0	35,1	18,1 ≤ E _m ≤ 54,4 E _{m Moy} = 36,3	1,41 ≤ P _i * ≤ 5,00 P _i * _{Moy} = 3,02 σ = 1,16	16	1/2	Assez élevée à très élevée
Marnes Infragypseuses	< -20	< 32,1	41,3	3,60	1	1/2	Elevée

En raison de leur faible épaisseur, les *Remblais* n'ont pas été testés mécaniquement. Les *Alluvions Quaternaires* présentent des compacités médiocres à élevées. Le *Calcaire de Champigny* possède des compacités assez élevées à très élevées avec des niveaux ultra-indurés. Au-delà, les *Marnes Infragypseuses* possèdent des compacités élevées.

3.4. Essais de perméabilité

Deux essais de perméabilité dont un de type Porchet entre 0,0 m et 2,0 m et un de type Nasberg dans une lanterne d'environ 1,0 m de hauteur entre 2,0 et 3,0 m de profondeur, ont été réalisés au droit des sondages ST1 et ST2. Le coefficient de perméabilité calculé à partir de ces essais est résumé comme suit :

Sondages	ST1	ST2
Type Essai	Porchet	Nasberg
Faciès	Limon sableux orangé	Limon sableux orangé / Marne beige
Profondeur	0 – 2 m	2 – 3 m
Coef. de perméabilité « k » (m/s)	$7,75 \cdot 10^{-6}$	$1,42 \cdot 10^{-7}$

En prenant en compte la nature des terrains et les résultats des essais obtenus, les sols sont de **perméabilité faible ou peu perméables** selon les classifications en vigueur.

Nous rappelons que ces valeurs obtenues sont cohérentes avec les faciès traversés, mais ne peuvent être généralisées sur l'ensemble du site. Il n'est pas exclu que des variations de la constitution lithologique puisse modifier les capacités d'absorption du sol (passages plus sableux ou graveleux donc plus perméables, ou passées argileuses plus imperméables).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1. Synthèse du contexte géotechnique

Il est prévu la réalisation d'une opération immobilière avec la construction d'un bâtiment de type R+2+C sur un niveau de sous-sol, total et débordant dont le niveau bas serait calé à 49,08 NGF. L'étude documentaire et la reconnaissance du site ont mis en évidence les éléments suivants, sous 0,15 / 0,8 m de *Terre végétale* :

Lithologie:

- ✓ Des **Remblais**, uniquement au droit des sondages SP1 et SP2. Ils ont été mis en évidence sous forme de sable marron jusqu'à 1,1 / 1,5 m de profondeur soit 51,0 / 50,7 NGF. La présence de surépaisseurs et de vestiges de démolition n'est pas à exclure, compte tenu de l'historique du site,
- ✓ Les **Alluvions Quaternaires*** de compacités médiocres à assez élevées, ont été observées sous forme de limon sableux marron et sous forme de sable beige orangé (SP1 et SP3) jusqu'à 2,5 / 4,0 m de profondeur, soit jusqu'à 49,6 / 48,3 NGF. Des niveaux très denses ont été mis en évidence au sein de cette formation,
- ✓ Le **Calcaire de Champigny**, très compact, a été reconnu sous forme de marno-calcaire beige blanchâtre jusqu'à 17,0 m, soit jusqu'à 35,1 NGF. Des niveaux ultra-indurés sont présents au sein de cette formation,
- ✓ Les **Marnes Infragypseuses** de compacités très élevées, présentes sous forme de marno-calcaire beige, ont été traversées jusqu'à l'arrêt volontaire du sondage profond SP2, à 20,0 m de profondeur, soit 32,1 NGF.

*Comme évoqué précédemment, cette formation pourrait également être associée à un remblai propre de comblement d'éventuels anciens sous-sols.

Hydrologie

- ✓ Aucun niveau de nappe n'a été recoupé. En effet, les piézomètres étaient secs jusqu'à 10,0 m de profondeur.
- ✓ Des circulations anarchiques d'eau d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

4.2. Fondations

• Principe

Le projet prévoit la réalisation d'un bâtiment de type R+2 à R+2+C sur un niveau de sous-sol dont la cote du niveau bas est fixée à 49,08 NGF, soit un fond de fouille vers 48,5 NGF.

Le fond de fouille sera donc au sein des *Alluvions Quaternaires** voire dans le *Calcaire de Champigny* présentant des caractéristiques mécaniques globalement élevées. Ainsi on pourra orienter le projet vers un système de fondations superficielles de type **semelles filantes et/ou isolées**, ancrées de 0,30 m au minimum, exclusivement au sein du *Calcaire de Champigny*.

*En effet, compte tenu du doute sur la nature des sols sablo-limoneux marron orangé, nous conseillons de traverser cette couche pour s'ancrer dans le calcaire en place.

• Contrainte admissible

En respectant un ancrage d'au moins 0,30 m dans le *Calcaire de Champigny*, et conformément à la norme NF P 94-261 « Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles », la capacité portante des fondations pour le dimensionnement des semelles, soumises à des charges verticales centrées et calculée à partir de la méthode pressiométrique, devra être prise comme suit :

$$q_{ELS} \leq 0,45 \text{ MPa} \quad ; \quad q_{ELU} \leq 0,74 \text{ MPa}$$

Nota : dans le cas d'une charge inclinée d'un angle « δ » sur la verticale, la capacité portante devra être affectée par un coefficient minorateur « $i_{\delta\beta}$ » qui tient compte de l'inclinaison de la charge. Cet avis concernant principalement, la capacité portante pour le dimensionnement des semelles des butons.

• Déformations et tassements :

Dans les conditions aux ELS, en respectant le niveau d'ancrage précédemment défini et sous réserve d'une assise homogène, le tableau suivant reprend les tassements totaux et différentiels du sol sous les charges verticales suivantes, données à titre indicatif :

Fondation			Charge Théorique (kN)	Capacité Portante à l'ELS (MPa)	Tassement absolu (mm)	Tassement différentiel (mm)
Type	L (m)	B (m)				
Semelle isolée	1,5	1,5	1000	0,45	4,3 à 4,9	≈ 5
	2,2	2,1	2000		5,5 à 6,1	
	2,6	2,6	3000		6,5 à 7,0	
Semelle filante	-	0,5	225 kN/ml		2,2 à 2,9	

* Les surfaces proposées des semelles sont considérées entièrement comprimées sous l'effet de la charge verticale centrée.

Ainsi, pour les charges considérées, les tassements absolus prévisibles seraient compris entre 2,2 et 7,0 mm soit un différentiel de l'ordre de 5 mm.

Ces tassements paraissent admissibles pour la structure prévue. Cependant, nous rappelons que le tassement admissible « W » dépend de la distance entre deux porteurs (L) tel que : $W = L / 500$. Le BET Structure devra ainsi vérifier la compatibilité des estimations de tassements avec la conception du projet.

- **Préconisations d'exécution :**

Lors de l'exécution des fondations, on veillera à respecter les préconisations suivantes :

- Les fondations devront être coulées en pleine fouille immédiatement après terrassements. Alternativement, afin d'éviter une décompression du fond de la fouille, celui-ci devra être protégé par un béton de propreté,
- En cas d'arrivée d'eau lors de la réalisation des fouilles de fondations, l'entreprise devra prévoir un système de pompage adapté afin d'assurer le bétonnage à sec des semelles,
- Compte tenu de la nature sableuse des sols superficiels, le blindage des fouilles et rigoles de fondations pourrait s'avérer nécessaire afin d'assurer la tenue des parois, d'éviter les hors profils et les surconsommations de béton,
- Si les fondations voisines doivent être ancrées à des niveaux différents, on respectera la règle du redan, soit 3H/2V entre bords de semelles isolées. De même, des adaptations spécifiques peuvent avoir lieu contre ou à proximité des avoisinants,
- L'homogénéité des fonds de fouilles de fondations devra soigneusement être vérifiée. Dans le cas de présence de poches molles ou décomprimées ainsi que de points durs (Blocs ou bancs indurés), ils devront être purgés et remplacé par un rattrapage en gros béton,
- La largeur minimale des fondations sera déterminée par un BE structure ; elle ne sera toutefois pas inférieure à 0,7 m pour les semelles isolées et 0,5 m pour les semelles filantes,
- Dans le cas de parties chargées différemment, la structure devra être adaptée en conséquence (comportement différentiel), notamment à la jonction des sous-sols débordants avec les superstructures.

4.3. Excavation des terres et réalisation des voiles enterrés

Le niveau du R-1 du projet a été calé à 49,08 NGF soit un fond de fouille situé à 48,5 NGF (à confirmer). Ainsi les hauteurs de terrassements seront de l'ordre de 3,5 / 3,7 m.

- **Disposition vis-à-vis de la présence d'eau**

Aucun niveau de nappe n'a été recoupé jusqu'à 10,0 m de profondeur soit 42,2 NGF. En effet, la nappe serait suffisamment en profondeur. Ainsi, les terrassements devraient être réalisés à sec.

Toutefois, des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses. Ainsi, l'entreprise devra prévoir un système de gestion des eaux adapté pour assurer la réalisation des travaux de terrassement à sec, notamment en périodes pluvieuses défavorables.

- **Excavation des terres**

Les travaux de terrassements intéresseront les *Remblais* et les sables limoneux, voire localement le *Calcaire de Champigny*. En premier lieu, ils devront prendre en compte la faible cohésion (voire nulle à long terme) de ces formations.

D'autre part, la présence de vestiges n'est pas exclue au sein des *Remblais* et notamment ceux issus de la démolition. Ainsi, l'entreprise devra mettre les moyens nécessaires pour les traverser et les extraire ainsi que des niveaux indurés au sein du *Calcaire de Champigny*.

- **Techniques de terrassements**

Compte tenu de l'emprise du sous-sol qui occupe la quasi-totalité de la parcelle, la réalisation de talutage ou de pré-talutage n'est pas envisageable. Ainsi il conviendra de prévoir des dispositions particulières de soutènement des terres de type voiles contre terre réalisés par passes alternées avec butonnage à l'avancement, ou tout autre système de soutènement équivalent permettant de garantir la stabilité de la fouille (puits blindés, ...). La hauteur et largeur des passes doivent être adaptées à la faible cohésion, à court terme des *Remblais* et des *Alluvions Quaternaires*.

Le butonnage pourra être oblique et ancré dans le *Calcaire de Champigny*.

- **Paramètres de dimensionnement des ouvrages de soutènements**

Pour le prédimensionnement des ouvrages de soutènement, on prendra les éléments suivants :

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne ϕ' (°)	Cohésion C' (kPa)
<i>Remblais</i>	1,8	20	0
<i>Alluvions Quaternaires</i>	1,9	27	0
<i>Calcaire de Champigny</i>	1,9	26	5

- **Plateforme chantier**

En périodes pluvieuses défavorables, la circulation des engins sur les sols locaux pourra s'avérer délicate en raison de la sensibilité de ces sols aux variations de la teneur en eau (chute de portance, phénomène de matelassage, rainures, ...). Ainsi, il est nécessaire de prévoir une piste provisoire de chantier, permettant la circulation des engins en fond de fouille.

4.4. Protection des ouvrages enterrés

Nous rappelons qu'aucun niveau de nappe n'a été recoupé lors de la campagne de reconnaissance jusqu'à 10,0 m de profondeur soit 42,2 / 42,1 NGF. Dans ces conditions, la nappe n'interagira pas avec le projet.

Cependant, des circulations d'eau pourraient exister au sein des formations superficielles. Ainsi, les parties enterrées devront être protégées par le biais d'un drainage vertical périphérique soigné, dirigé vers un exutoire extérieur indépendant. Dans les parkings, si l'apparition de traces d'humidité et de suintement sur les voiles est tolérée, on pourra envisager la mise en place d'un système de barbacanes et de cunettes afin de récupérer l'eau et l'évacuer vers un exutoire à créer.

Nous rappelons que les locaux techniques doivent être étanches selon les règles du DTU 14.1.

4.5. Traitement du niveau bas

Le niveau bas pourra être de type dallage sur terre-plein, mis en place sur couche de forme d'au moins 0,30 m, en matériaux insensibles à l'eau, compactée selon les règles de l'art.

La réception de la plateforme devra être réalisée par le biais d'essais à la plaque, conformément aux recommandations du DTU 13.3. Ainsi, on veillera à obtenir un module de Westergaard : $K_w \geq 50 \text{ MPa/m}$.

Dans le cas où ce critère de réception serait atteint directement depuis le fond de fouille, le dallage pourra reposer sur une simple couche de réglage de 0,10 m compactée selon les règles de l'art.

Tant que les surcharges d'exploitation seront compensées par le décaissement lié à la réalisation des sous-sols (1,8 à 1,9 t/m² par ml vertical extrait), les tassements du dallage seront inframillimétriques.

5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES

Conformément à la philosophie de la norme NFP94-500 de novembre 2013, l'objectif de la reconnaissance géotechnique en phase G2 AVP, est d'identifier les premiers risques liés à la nature des sols. Ceci permettra d'adapter le projet en conséquence. Ci-après les principaux risques mis en lumière :

- ✓ La présence de niveaux ultra-indurés au sein du Calcaire de Champigny,
- ✓ L'origine douteuse des sables limoneux observés jusqu'à 2,5 / 4,0 m de profondeur soit jusqu'à 49,6 / 48,3 NGF,
- ✓ La présence de surépaisseurs ainsi que des vestiges de démolition au sein des *Remblais*, notamment au droit des structures démolies,
- ✓ La faible cohésion des *Remblais*, y compris ceux issus de la démolition, et des terrains sur la hauteur des terrassements,
- ✓ La présence éventuelle de circulations d'eau anarchique dans les terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses,
- ✓ La sensibilité des sols locaux à l'eau pouvant entraîner des difficultés de traficabilité en phase travaux en périodes pluvieuses.


Dans tous les cas, les dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés ci-dessus. Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500.

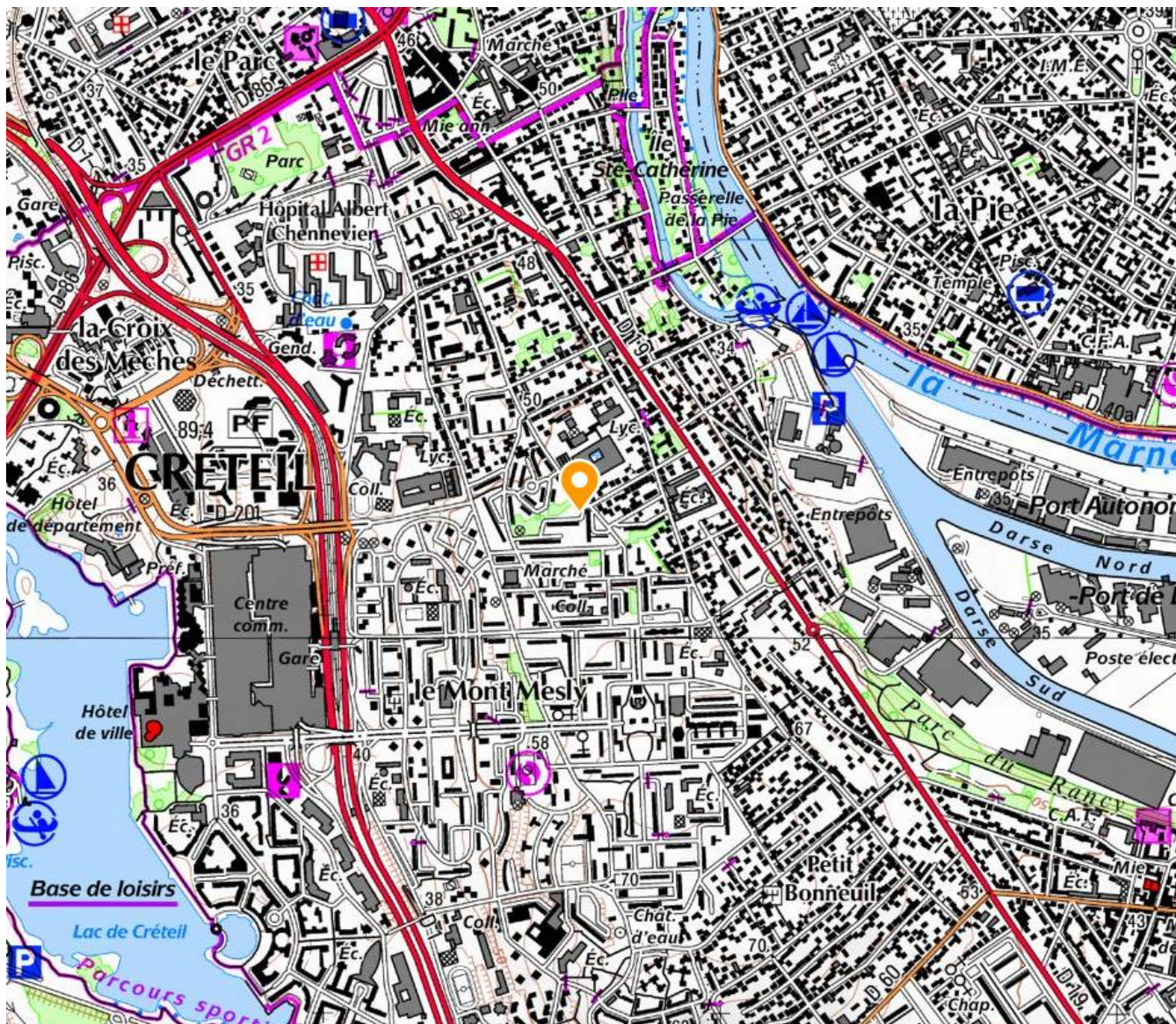
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION


- ✓ Les calculs et conclusions indiqués auparavant ne concernent que les ouvrages décrits dans ce rapport,
- ✓ Toute modification du projet, même s'il s'agit du même site, devrait nous être soumise pour examen et avis,
- ✓ Les recommandations détaillées dans le présent rapport résultent d'une interprétation globale des points de sondage dont le nombre est estimé d'un commun accord avec le donneur d'ordre, et selon les recommandations en vigueur. En effet, il convient de préciser que la reconnaissance de sol, quelque précise qu'elle soit, n'est pas à l'abri d'une anomalie localisée entre deux points de sondage,
- ✓ Aussi les divers intervenants devront être particulièrement vigilants à l'ouverture des fouilles et signaler, dès sa découverte, la présence d'une anomalie afin que puissent être immédiatement prises les mesures adéquates,
- ✓ Les informations données concernant la présence d'eau sont relevées dans les piézomètres à l'époque de leur réalisation et ne reflètent pas forcément le niveau maximum atteint par la nappe, il est recommandé de prévoir des études hydrogéologiques, permettant de statuer sur les niveaux d'eau,
- ✓ En cas de présence d'ouvrages mitoyens ou de talus en déblais de grande hauteur, une étude spécifique à ceux-ci doit obligatoirement être produite. Il appartient à la Maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle d'en commander la fourniture,
- ✓ Dès réception du présent rapport, le client (MOA, MOE, AMO, Entreprise...) devra formuler ses remarques dans un délai de trois semaines suivant la diffusion du rapport. Au-delà de ce délai, le rapport est considéré comme validé. Aucune modification ne pourra être réclamée.


ANNEXES

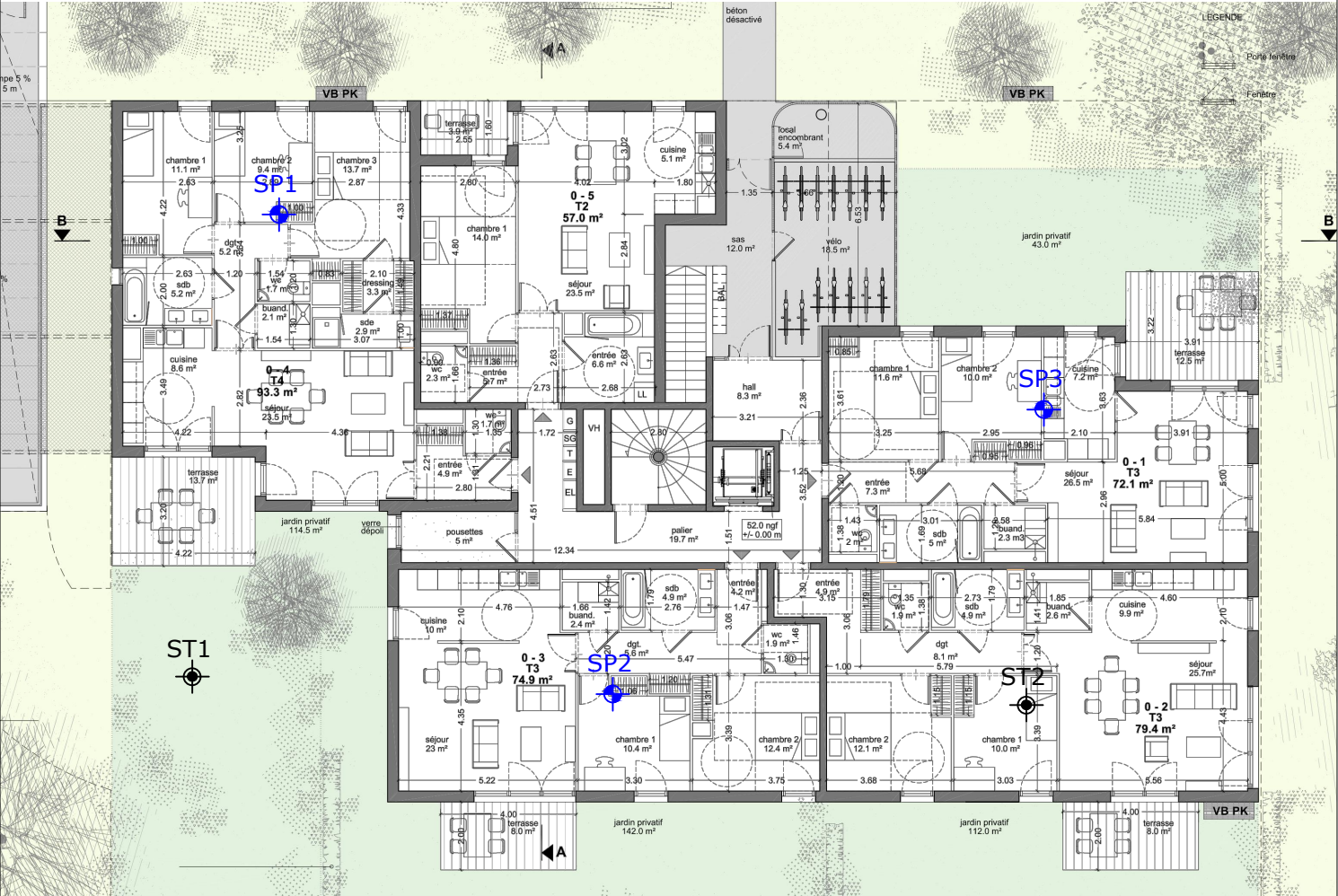
- Plan de Situation,
- Schéma d'Implantation des Sondages,
- Coupes des Sondages Pressiométriques SP1 à SP3,
- Coupes des Sondages à la tarière ST1 et ST2,
- Procès verbal des essais de perméabilité,
- Extrait de la Norme NFP94-500 du 30/11/2013.

Client	Adresse chantier	Mission
	Lot 3 – Quartier du Mont Mesly CRETEIL (94)	G2 AVP




PLAN DE SITUATION						
	Aff.	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
	18588	Sans	A	Diffusion initiale	28/11/2018	AD
				--	--	--
				--	--	--

Client	Adresse du Projet	Mission
	Lot 3 - Quartier du Mont Mesly CRETEIL (94)	G2 AVP




LEGENDE :

SP




Sondage pressiométrique

PZ



Piézomètre

ST

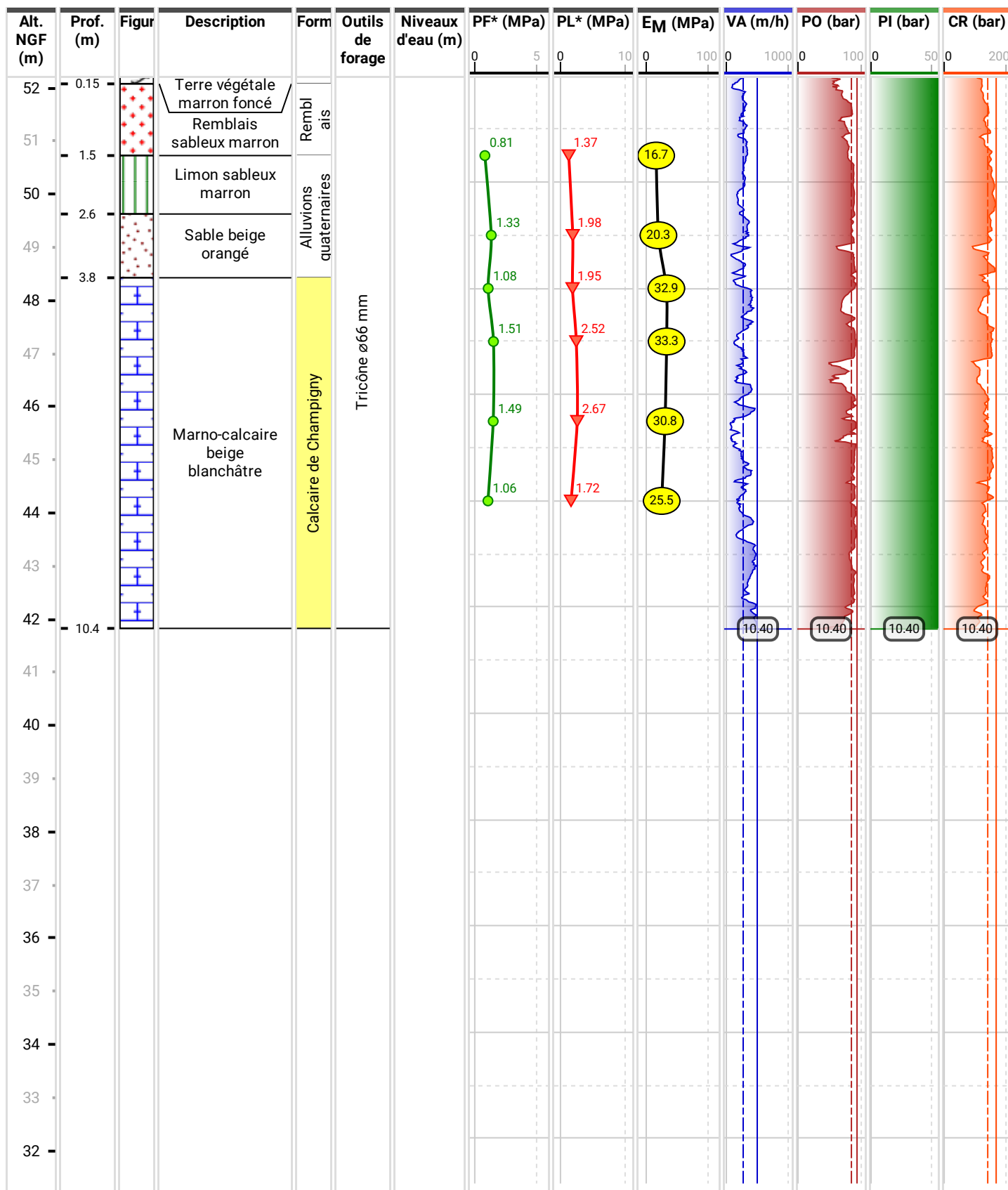


Sondage à la tarière

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES					
Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
18588	1/200	A	Diffusion initiale	28/11/18	AD

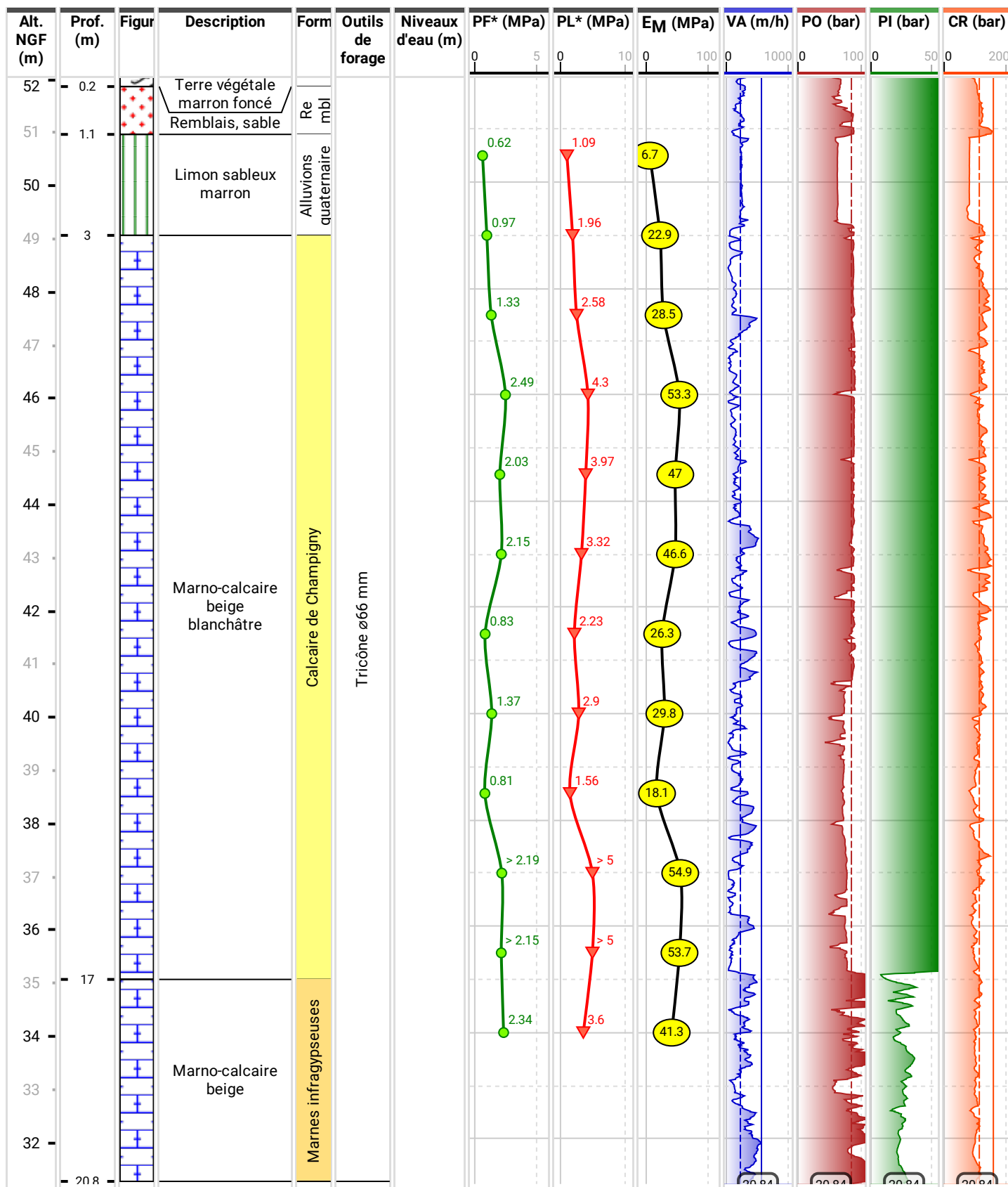
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	X
18588	21/11/2018 11:38:34	1660893.544
Forage	Date de fin	Y
SP1	22/11/2018 08:33:23	8176002.860
Cote fin	Machine	Altitude (NGF)
10.4 m	GEO 305	52.23 m



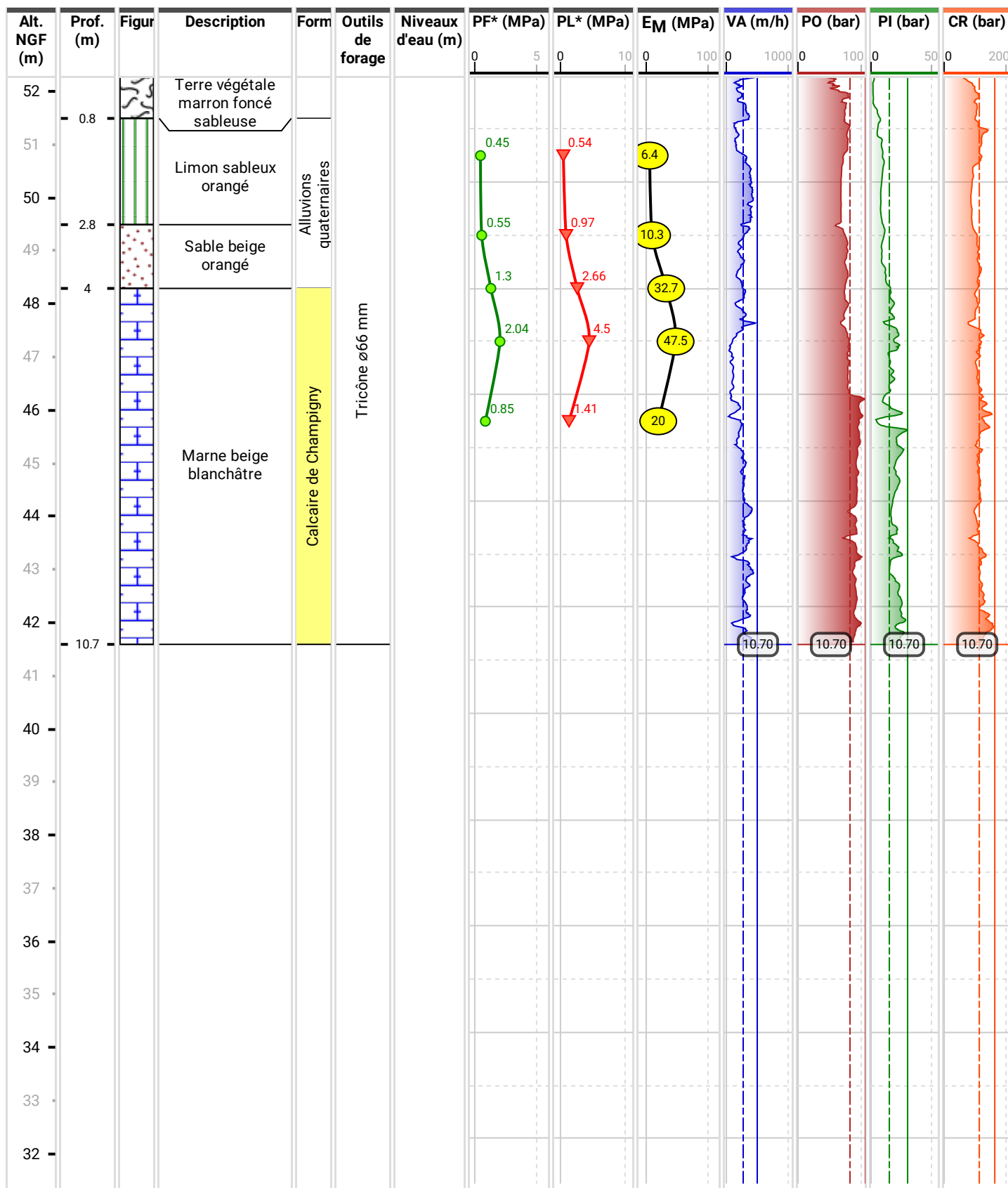
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	X
18588	22/11/2018 09:15:56	1660893.306
Forage	Date de fin	Y
SP2	23/11/2018 10:48:22	8175982.499
Cote fin	Machine	Altitude (NGF)
20.84 m	GEO 305	52.07 m



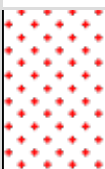

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	X
18588	23/11/2018 00:00:00	1660909.537
Forage	Date de fin	Y
SP3	23/11/2018 16:33:18	8175977.252
Cote fin	Machine	Altitude (NGF)
10.7 m	DC 3.8	52.29 m



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	X
18588	23/11/2018 00:00:00	1660884.130
Forage	Date de fin	Y
ST1	23/11/2018 00:00:00	8175991.897
Cote fin	Machine	Altitude (NGF)
2 m	DC 3.8	52.18 m

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
52						
51.5						
51	1.1		Remblais sableux	Remblais		Tarière ø89 mm
50.5			Limon sableux orangé	Alluvions quaternaires		
50	2					
49.5						
49						
48.5						
48						
47.5						
47						
46.5						
46						
45.5						
45						
44.5						
44						
43.5						
43						
42.5						
42						

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	X
18588	23/11/2018 00:00:00	1660902.533
Forage	Date de fin	Y
ST2	23/11/2018 00:00:00	8175970.644
Cote fin	Machine	Altitude (NGF)
3 m	DC 3.8	52.07 m

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
52						
51.5	0.7		Terre végétale et sable			
51						
50.5			Limon sableux orangé	Alluvions quaternaires		Tarière ø89 mm
50						
49.5	2.5					
49	3		Marne beige	Calc aire de Cha		
48.5						
48						
47.5						
47						
46.5						
46						
45.5						
45						
44.5						
44						
43.5						
43						
42.5						
42						

ESSAI PORCHET A NIVEAU VARIABLE

Sondage : ST1
Profondeur de l'essai (m) : 2,0
Diamètre du trou (m) : 0,089

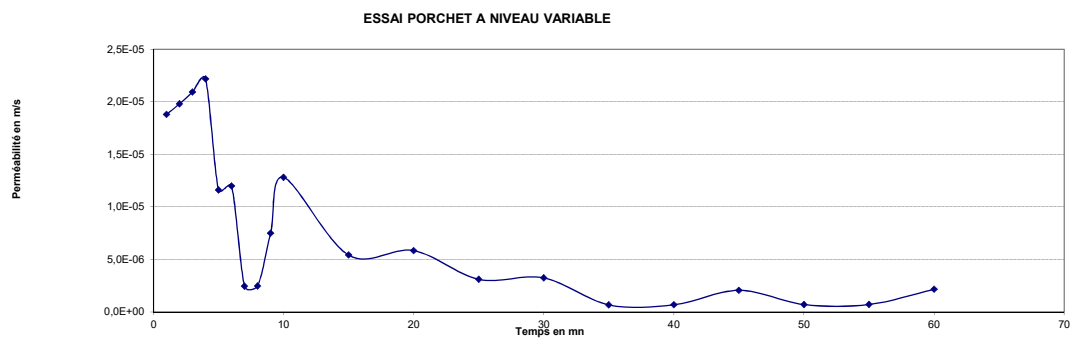
Date : 31/10/2018
Temps : 1 h
Nature du sol : Limon sableux orangé

TEMPS (mn)	HAUTEUR DE LECTURE (m)	LECTURE à partir du fond (m)	PERMEABILITE	
			(m/mn)	(m/s)
0	0	2,00		
1	0,1	1,90	1,13E-03	1,88E-05
2	0,200	1,80	1,19E-03	1,98E-05
3	0,300	1,70	1,26E-03	2,09E-05
4	0,400	1,60	1,33E-03	2,22E-05
5	0,450	1,55	6,97E-04	1,16E-05
6	0,500	1,50	7,19E-04	1,20E-05
7	0,510	1,49	1,47E-04	2,44E-06
8	0,520	1,48	1,48E-04	2,46E-06
9	0,550	1,45	4,49E-04	7,48E-06
10	0,600	1,40	7,69E-04	1,28E-05
15	0,700	1,30	3,24E-04	5,41E-06
20	0,800	1,20	3,50E-04	5,83E-06
25	0,850	1,15	1,86E-04	3,10E-06
30	0,900	1,10	1,94E-04	3,23E-06
35	0,910	1,09	3,98E-05	6,64E-07
40	0,920	1,08	4,02E-05	6,70E-07
45	0,950	1,05	1,23E-04	2,05E-06
50	0,960	1,04	4,17E-05	6,95E-07
55	0,970	1,03	4,21E-05	7,02E-07
60	1,000	1,00	1,29E-04	2,15E-06

Perméabilité (moyenne générale)

k (mm/h) = 2,79E+01

k (m/s) = 7,75E-06



Sondage : ST2

Lanterne d'essai : 2,0 à 3,0 m

Date : 23/11/2018

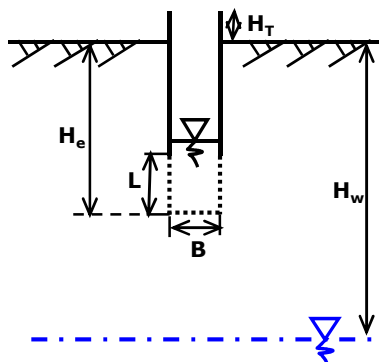
Dossier n° : 18588

Client : ELGEA

Lieu : CRETEIL (94)

H_T (m)=	0,00
H_e (m)=	3,0
H_w (m)=	10
L (m)=	1,0
B (m)=	0,051

c =	19,61
m_0 =	33,58



c	m_0
$c > 10$	33,58
$1.2 < c < 10$	33,57
$0 < c < 1.2$	2,00

T		h _i	D _{hi}	1/DT	H _{moy}	Q	K
(min)	(sec)	(m)	(m)	(1/sec)	(m)	(m3/sec)	m/sec
0	0	0	0,000				
1,0	60	0,1	0,100	0,017	2,945	3,40E-06	6,75E-07
2,0	120	0,11	0,010	0,017	2,875	3,40E-07	6,92E-08
3,0	180	0,15	0,040	0,017	2,865	1,36E-06	2,78E-07
4,0	240	0,16	0,010	0,017	2,825	3,40E-07	7,04E-08
6,0	360	0,2	0,040	0,008	2,770	6,81E-07	1,44E-07
9,0	540	0,3	0,100	0,006	2,745	1,13E-06	2,41E-07
10,0	600	0,31	0,010	0,017	2,650	3,40E-07	7,50E-08
15,0	900	0,4	0,090	0,003	2,570	6,13E-07	1,39E-07
20,0	1200	0,55	0,150	0,003	2,500	1,02E-06	2,39E-07
25,0	1500	0,6	0,050	0,003	2,415	3,40E-07	8,23E-08
30,0	1800	0,62	0,020	0,003	2,375	1,36E-07	3,35E-08
35,0	2100	0,65	0,030	0,003	2,350	2,04E-07	5,08E-08
40,0	2400	0,68	0,030	0,003	2,325	2,04E-07	5,13E-08
45,0	2700	0,7	0,020	0,003	2,300	1,36E-07	3,46E-08
50,0	3000	0,72	0,020	0,003	2,275	1,36E-07	3,50E-08
55,0	3300	0,75	0,030	0,003	2,240	2,04E-07	5,33E-08
60,0	3600	0,8	0,050	0,003			

Perméabilité moyenne

$$K_{moy} = \frac{Q}{H_{moy} \cdot m \cdot B}$$

$\Rightarrow K_{moyen} \text{ (m/sec)}$
1,42E-07

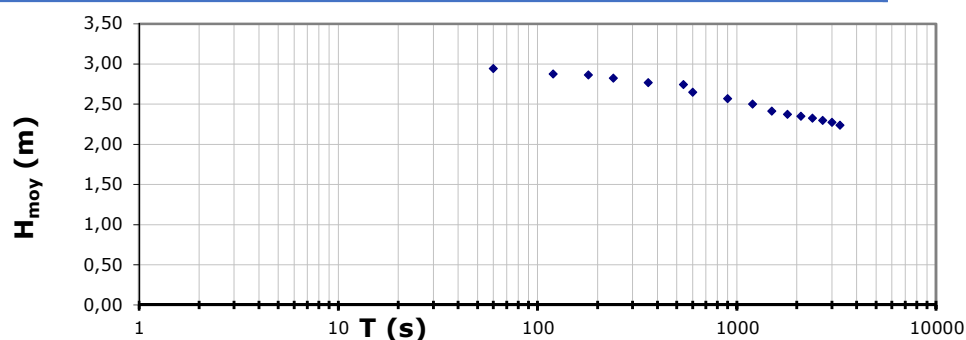


Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).