



KAUFMAN  BROAD

**KAUFMAN & BROAD**

**OPERATION 480 CHEMIN DU LITTORAL :  
PROJET DE CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS DE LOGEMENTS,  
COMMERCES ET ACTIVITE**

*480, Chemin du Littoral*  
**MARSEILLE (13016)**

**RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE  
DE CONCEPTION G2 PHASE AVANT PROJET**

w:\geotechnique\dossiers en cours\2019\19mg572aa\_mba\_g2avp\_480 chemin littoral\_kaufman & broad\_13  
marseille\rapport\19mg572aa.doc

N° DOSSIER	19	MG	572	A	a	GE	MBa	MOT	PIECE 1/1	AGENCE DE MARSEILLE
10/10/20	44612	M. BORFIGA		V. FABRE		24 + AN.		PREMIERE DIFFUSION		
DATE	CHRONO	REDACTION		VERIFICATION		NB. DE PAGES		MODIFICATIONS - OBSERVATIONS		

**GEOTECHNIQUE - GEOLOGIE - SONDAGES - EAU - POLLUTION - DECHETS - ENVIRONNEMENT**

**E.R.G. Agence MARSEILLE : 14 draille des Tribales Bât E – 13127 VITROLLES – Tél. 04 95 06 90 60 – email : marseille@erg-sa.fr**  
ETUDES ET RECHERCHES GEOTECHNIQUES – S.A.S AU CAPITAL DE 368 000 € - SIRET 339 110 611 00151 – CODE NAF 7112B – RC SALON 2019B00392

**TOULON (Siège social)**  
04 94 11 04 90  
la-seyne@erg-sa.fr

**BORDEAUX**  
05 56 11 77 29  
bordeaux@erg-sa.fr

**HAUTS DE FRANCE**  
03 21 64 46 92  
agence-nord@erg-sa.fr

**LYON**  
04 78 95 64 65  
lyon@erg-sa.fr

**MARSEILLE**  
04 95 06 90 60  
marseille@erg-sa.fr

**MONTPELLIER**  
06 27 41 31 41  
montpellier@erg-sa.fr

**NANCY**  
03 83 26 09 02  
nancy@erg-sa.fr

**NICE**  
04 93 72 90 00  
nice@erg-sa.fr

**PARIS**  
01 71 84 13 37  
paris@erg-sa.fr



# SOMMAIRE

<b>1. <u>PRESENTATION DU PROJET ET DE LA MISSION</u></b> .....	<b>3</b>
1.1 CADRE DE L'INTERVENTION .....	3
1.2 DESCRIPTION DU PROJET .....	3
1.3 DOCUMENTS TRANSMIS .....	4
1.4 SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE .....	5
1.5 BUT DE LA MISSION .....	6
1.6 MOYENS MIS EN ŒUVRE .....	6
<b>2. <u>RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES</u></b> .....	<b>7</b>
2.1 ENQUÊTE DOCUMENTAIRE .....	7
2.2 RISQUE SISMIQUE .....	8
2.3 DONNÉES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE .....	8
2.4 HYDROGÉOLOGIE .....	9
2.5 RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU .....	9
2.5.1 SONDAGES PRESSIOMÉTRIQUES : SP1 À SP3 .....	9
2.5.2 SONDAGES CAROTTÉS : SC1 ET SC2 .....	10
2.5.3 ESSAIS DE PERMÉABILITÉ TYPE NASBERG ET LEFRANC : SC1 ET SC2 .....	11
2.6 RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE .....	12
<b>3. <u>APPLICATIONS AUX OUVRAGES GÉOTECHNIQUES</u></b> .....	<b>13</b>
3.1 ANALYSE .....	13
3.2 CONDITIONS DE RÉALISATION DES SOUS-SOLS .....	13
3.2.1 GÉNÉRALITÉS .....	13
3.2.2 MOYENS ET CONDITIONS GÉNÉRALES DE TERRASSEMENT .....	14
3.2.3 SOUTÈNEMENTS PÉRIPHÉRIQUES DU PROJET .....	14
3.3 CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES .....	15
3.4 MODE DE FONDATION PAR SEMELLES SUPERFICIELLES À SEMI-PROFONDES .....	16
3.4.1 TYPE ET PROFONDEUR .....	16
3.4.2 CONTRAINTES .....	17
3.4.3 ESTIMATION DES TASSEMENTS .....	17
3.4.4 RECOMMANDATIONS .....	18
3.5 DISPOSITIONS RELATIVES À LA PROTECTION CONTRE LES EAUX .....	19
<b><u>ANNEXES</u></b> .....	<b>24</b>

## 1. PRESENTATION DU PROJET ET DE LA MISSION

### 1.1 Cadre de l'intervention

A la demande et pour le compte de la société KAUFMAN & BROAD, la société ERG GÉOTECHNIQUE a effectué une étude géotechnique de conception phase avant-projet dans le cadre de la construction d'une série de bâtiments de logements, commerces et activité, situés sur la commune de Marseille (13 – Bouches-du-Rhône).

### 1.2 Description du projet

Le projet prévoit la construction d'un ensemble immobilier qui comportera une série de 5 blocs de bâtiments, à destination de logements, commerces et activité (dont crèche), de type R+5, qui reposeront sur 2 niveaux de sous-sols communs à tous les bâtiments.

L'emprise des futurs sous-sols s'étendra au-delà de celle des élévations, jusqu'à proximité des limites de propriété et devrait atteindre environ 12 000 m<sup>2</sup>.



Figure 1 : Plan du niveau Rez-de-Chaussée



Figure 2 : Plan du niveau de Sous-sol

### 1.3 Documents transmis

Il nous a été communiqué les documents du dossier de présentation du projet, daté de Mars 2019, suivants :

- un extrait cadastral avec localisation et vue aérienne, sans échelle, non référencés,
- un extrait et plan du PLUI, sans échelle, non référencé,
- des plans d'intention, sans échelle, non référencés,
- un plan de masse du projet, sans échelle, non référencé,
- un plan de stationnement, sans échelle, non référencé,
- des vues 3D du projet, sans échelle, non référencées,
- des références de projet, sans échelle, non référencées.

Par ailleurs, postérieurement à notre intervention, nous avons été destinataires d'un dossier de plans, daté du 13/12/2019, comprenant :

- un plan d'application du règlement, sans échelle, non référencé,
- un plan du Rez-De-Chaussée, sans échelle, non référencé,
- un plan de niveau courant, sans échelle, non référencé,
- un plan de l'attique, sans échelle, non référencé,
- un plan de sous-sol, sans échelle, non référencé,
- un tableau des surfaces, non référencé.



## 1.4 Situation géographique et contexte topographique

Le terrain se situe au Nord-Ouest de l'agglomération, dans le 16<sup>ème</sup> arrondissement, quartier « Saint André », desservi par le chemin du Littoral, au n°480.

Il s'agit des parcelles cadastrées n°135 et 136 de la section I.

Le terrain s'inscrit dans un contexte topographique marqué par une légère pente générale orientée vers le Sud-Ouest.



Figure 3 : Plan de situation du terrain



Figure 4 : Vue aérienne du terrain avec emprise approximative du projet

L'angle Sud du terrain est actuellement occupé par des containers. Le reste du terrain a fait l'objet de remblaiement anarchiques de hauteurs variables pouvant atteindre dans certains secteurs 2 à 3 m environ. Dans l'angle Nord-Est du terrain, des constructions légères de fortune sont existantes.

L'ensemble des constructions et aménagements seront démolis préalablement au projet.

## 1.5 But de la mission

---

Le présent rapport d'étude géotechnique préalable phase principes généraux de construction et de conception phase avant-projet établi par ERG GÉOTECHNIQUE a pour mission de :

- préciser le contexte géotechnique dans l'emprise du projet,
- donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant projet,
- proposer, dans leurs principes, les solutions de fondation à envisager pour les futurs bâtiments et préciser les conditions de réalisation des niveaux enterrés, avec ébauches dimensionnelles (type, profondeur, contrainte admissible, estimation des tassements).

L'étude de la stabilité générale du site (vis-à-vis par exemple de glissements de versant, de cavités, de poches de dissolution de gypse, etc.), des conditions prévisionnelles de terrassement, ainsi que des conditions environnementales du site ne font pas partie de la présente mission.

L'objet de ce rapport est de présenter les résultats des investigations entreprises et de proposer les recommandations qui en découlent pour les fondations du projet.

Cette mission correspond à une étude géotechnique de conception de type G2 phase avant projet selon la norme des Missions Géotechniques NF P 94-500 de novembre 2013, et relative aux fondations des futurs bâtiments.

Ce document n'est en aucun cas une étude de risque géologique au sens d'un PLU ou d'un PER par exemple.

## 1.6 Moyens mis en œuvre

---

Nous avons effectué, en date du 18 au 22/11/2019, dans le cadre de notre contrat de prestations de services n°MG190897, les investigations géotechniques in-situ suivantes :

- trois sondages pressiométriques, dénommés SP1 à SP3, descendus jusqu'à une profondeur moyenne d'environ 12,0 m/T(\*), avec 8 essais répartis le long de chaque sondage,
- deux sondages carottés, dénommés SC1 et SC2, descendus à une profondeur d'environ 10,0 m/T,
- des essais d'eau type Lefranc au sein des sondages SC1 et SC2,
- l'équipement en piézomètre ouvert des sondages SC1 et SC2,
- une série d'essais en laboratoire : essai de cisaillement, essai d'identification.

(\* ) m/T : profondeur exprimée en mètre par rapport à la surface du Terrain lors de notre intervention

A noter qu'un suivi piézométrique a démarré sur les ouvrages installés en SC1 et SC2.

Les sondages ont été répartis par nos soins sous l'emprise du projet à partir des documents transmis et en fonction des aménagements et occupations actuellement présents sur le terrain.



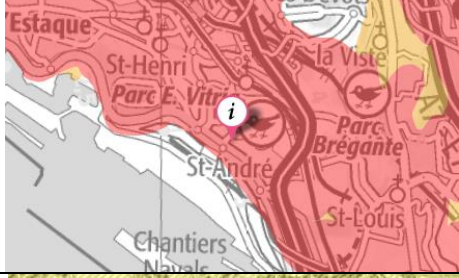


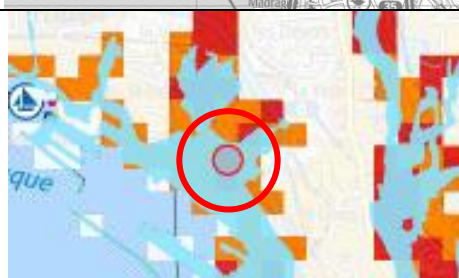
En l'absence de plan topographique transmis, les cotes altimétriques des sondages n'ont pas été déterminées.

Les résultats obtenus, ainsi que le schéma d'implantation des sondages, figurent en annexes au présent rapport.



## 2. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

### 2.1 Enquête documentaire

RISQUES	SITE	CARTES	ANALYSE DES RISQUES
Aléa mouvements de terrain	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		PPRN risque mouvement de terrain approuvé, pas de mouvement de terrain recensé dans un rayon de 500 m.
Aléa cavités souterraines	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		PPRN risque cavités souterraines approuvé, pas de cavité recensée dans un rayon de 500 m
Aléa gonflement des argiles	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		Aléa fort
Aléa retrait-gonflement des argiles	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		PPRN risque tassements différentiels approuvé, Zone B1
Risque Inondations	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		Commune soumise à un PPRN Inondations, terrain hors zone de prescriptions
Remontées de nappes	<a href="http://infoterre.brgm.fr">infoterre.brgm.fr</a>		Terrain situé dans une zone sensible aux phénomènes de remontées de nappe et dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau de plus d'un hectare

Risque sismique	<a href="http://georisques.gouv.fr">georisques.gouv.fr</a>		Zone 2 : sismicité faible
-----------------	--	--	---------------------------

## 2.2 Risque sismique

On rappelle que la commune de Marseille est située en zone de sismicité 2 (aléa faible).

Par ailleurs, d'après les sondages réalisés, les sols du site sont à priori de classe B, au sens de l'EUROCODE 8.

En zone de sismicité 2, l'analyse du risque de liquéfaction n'est pas requise.

## 2.3 Données de la carte géologique

D'après la carte géologique de la France, à l'échelle 1/50 000, le site se compose des formations du Stampien, généralement représentées par des argiles, marnes plus ou moins sablo-gréseuses et des poudingues.

Dans ce secteur de Marseille, on recense des exploitations de tuileries, aujourd'hui démantelées qui ont pu conduire à des excavations d'épaisseurs variables, aujourd'hui remblayées.

On rappelle la présence, en surface, de remblais anarchiques déposés sur le site sur des hauteurs variables et parfois importantes.

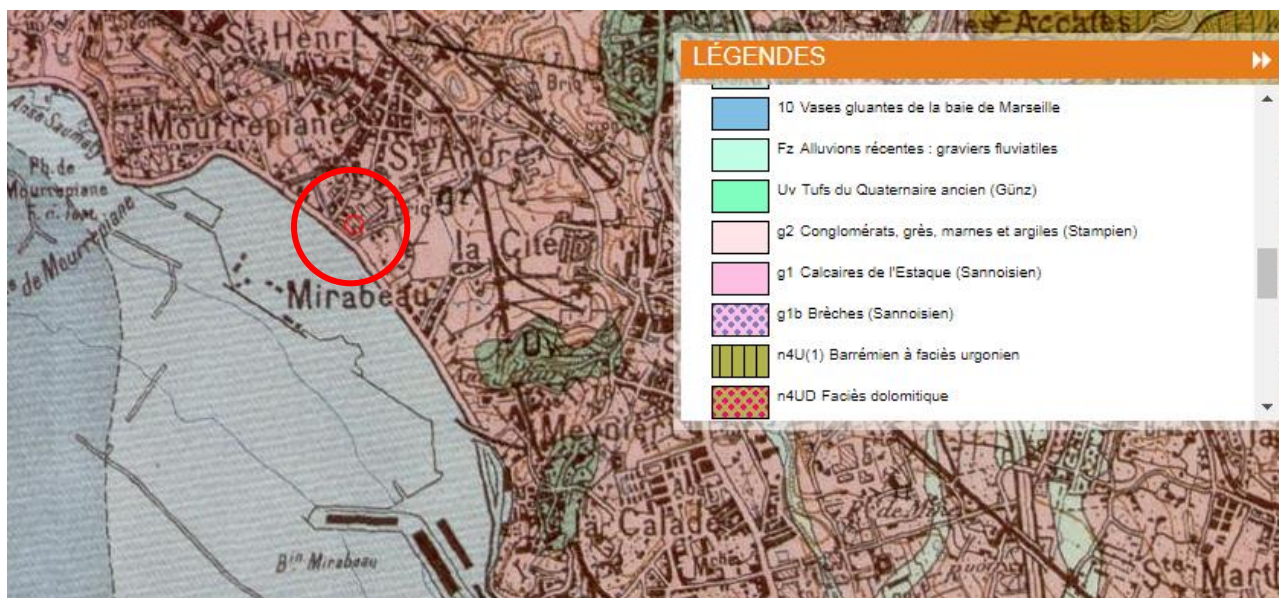


Figure 5 : Extrait de la carte géologique

Au sein de ces formations, des variations latérales et verticales de faciès brutales sont fréquemment observées.



## 2.4 Hydrogéologie

La présente étude n'aborde pas le problème de l'inondabilité du site, qui n'entre en aucun cas dans le cadre de la mission ERG GÉOTECHNIQUE.

Rappelons que le terrain est situé à proximité de la mer et dans une zone sensible aux phénomènes de remontées de nappes et que les sondages SC1 et SC2 ont été équipé d'un tube piézométrique, diamètre 52/60 mm, crépinés respectivement sur 9,5 et 8,2 m de hauteur depuis leur base.

Lors de notre intervention et lors du démarrage du suivi piézométrique, nous avons relevé les niveaux d'eau suivants dans nos sondages :

Sondage	SC1	SC2
Niveau d'eau mesuré en fin de chantier (m/T)	3,2	2,5
Niveau d'eau mesuré le 10/12/2019 (m/T)	3,0	2,4

Les sondages SP1 à SP3, forés avec de l'eau comme fluide de forage n'ont pas permis la mesure d'un niveau d'eau.

Il ne s'agit pas de niveaux stabilisés. De plus, le toit des niveaux aquifères est susceptible de remonter à une cote supérieure, suite à un épisode pluvieux intense par exemple.

La présence d'eau, lors de nos investigations, ne constitue pas un paramètre caractéristique du régime hydrogéologique du secteur.

Seul le suivi piézométrique en cours, associé à une étude hydrogéologique permettra de définir les niveaux des eaux souterraines, dont celui des plus hautes eaux HE et exceptionnel EE au sens du DTU 14,1.

## 2.5 Résultats des investigations in-situ

### 2.5.1 Sondages pressiométriques : SP1 à SP3

Les sondages pressiométriques, dénommés SP1 à SP3, ont été effectués avec une sondeuse SOCOMAFOR 50/65.

L'implantation des sondages, les coupes lithologiques et les profils pressiométriques obtenus sont annexés au présent rapport.

Les essais ont été réalisés selon la norme NF P 94-110, à l'aide d'une sonde toilée de type AX introduite dans un tube métallique fendu (pieu) de 63 mm de diamètre, mise en place dans des forages réalisés au tricône d'un diamètre de 66 mm de diamètre avec de l'eau comme fluide de forage.

L'enregistrement des paramètres de forage a été réalisé avec un matériel LIM. Les paramètres enregistrés sont :

- La Vitesse d'Avancement VIA, exprimée en m/h,
- Le Couple de Rotation CR, exprimé en bars,
- La Pression d'Injection PI, exprimée en bars,
- La Pression sur l'Outil PO, exprimée en bars.

Les caractéristiques mécaniques des sols testés sont :

- La pression limite nette pressiométrique  $pl^*$ ,
- Le module de déformation pressiométrique  $E_M$ .

Les sondages mettent en évidence la présence des horizons successifs suivants :

- En surface et jusqu'à une profondeur comprise entre 2,0 et 2,3 m/T, des remblais argilo-limoneux à sablo-graveleux avec blocs, infrastructures enterrées en bétons et débris de construction de compacité hétérogène, caractérisés par :
  - une pression limite :  $0,51 \leq pl^* \leq 4,91$  MPa,
  - un module pressiométrique :  $11,0 \leq E_M \leq 42,4$  MPa.
- Au-delà et jusqu'à une profondeur variable comprise entre 4,0 et 8,0 m/T, un horizon argileux à argilo-marneux, parfois sablo-graveleux, moyennement compact à compact, formations caractérisées par :
  - une pression limite :  $0,61 \leq pl^* \leq 4,80$  MPa,
  - un module pressiométrique :  $9,00 \leq E_M \leq 60,8$  MPa.
- Enfin, et jusqu'à la base des sondages à la profondeur de 12,0 m/T, des marnes, compactes à très compactes, caractérisées par :
  - une pression limite :  $pl^* \geq 4,45$  MPa,
  - un module pressiométrique :  $42,1 \leq E_M \leq 119,4$  MPa.

## 2.5.2 Sondages carottés : SC1 et SC2

Les sondages carottés dénommés SC1 et SC2 ont été effectués avec une sondeuse SOCOMAFOR 50/65, équipée d'un carottier poinçonneur d'un diamètre de 100 mm jusqu'à une profondeur comprise entre 5,3 et 5,5 m/T et d'un carottier à câble d'un diamètre de 86 mm au-delà.

Ils mettent en évidence la présence des horizons suivants :

- SC1 :
  - De 0 à 0,7 m/T : remblais sablo-limoneux à graviers et débris (brique, organique, enrobés),
  - De 0,7 à 2,0 m/T : remblais argilo-limoneux marron clair à débris de brique,
  - De 2,0 à 2,8 m/T : remblais graveleux à matrice sableuse noirâtre,
  - De 2,8 à 3,4 m/T : limons sablo-argileux bruns,
  - De 3,4 à 3,6 m/T : limons argileux gris à rares graves,
  - De 3,6 à 3,7 m/T : argile marron foncé à quelques graves pluri-millimétriques,
  - De 3,7 à 4,4 m/T : argile bariolée grise, orange/rouille à marron clair,
  - De 4,4 à 5,3 m/T : argile limoneuse beige,
  - De 5,3 à 7,5 m/T : argile très sableuse bariolée grise, orange, marron à galets centimétriques,
  - De 7,5 à 8,7 m/T : argile compacte bariolée beige, grise et orange,
  - De 8,7 à 9,7 m/T : argile de plus en plus marneuse bariolée grise, beige et orange,
  - De 9,7 à 10,6 m/T : argile marneuse compacte grise à bleutée.

- SC2 :
  - De 0 à 0,3 m/T : remblais gravelo-sableux beige à noirâtre,
  - De 0,3 à 2,2 m/T : remblais sablo-limoneux noir à graves diverses,
  - De 2,2 à 2,4 m/T : remblais limono-sableux brun,
  - De 2,4 à 2,5 m/T : remblais limono-argileux marron à quelques débris (briques, enrobés),
  - De 2,5 à 4,2 m/T : argile limoneuse marron à marron foncée avec quelques graves millimétriques à centimétriques,
  - De 4,2 à 5,5 m/T : argile limono-sableuse gris-marron,
  - De 5,5 à 6,9 m/T : argile marron foncé,
  - De 6,9 à 7,3 m/T : argile très sableuse, bariolée marron à jaune orangé à rares graves pluricentimétriques,
  - De 7,3 à 9,3 m/T : argile bariolée grise, beige, jaune/orangé avec des racines,
  - De 9,3 à 10,3 m/T : argile marno-sableuse bariolée beige, grise, jaune orangée.

Les sondages carottés ont permis le prélèvement d'échantillons intacts en vue d'essais en laboratoire :

- SC1 :
  - Entre 2,0 et 2,8 m/T,
  - Entre 2,8 et 3,6 m/T,
  - Entre 4,4 et 5,3 m/T,
- SC2 :
  - Entre 0,0 et 2,4 m/T,
  - Entre 4,2 et 5,5 m/T.

### 2.5.3 Essais de perméabilité type Nasberg et Lefranc : SC1 et SC2

Un total de 4 essais de perméabilité, 1 essai Nasberg et 3 essais Lefranc ont été réalisés au droit des sondages SC1 et SC2. Les résultats des essais réalisés figurent en annexes.

Les résultats des essais obtenus sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'essai (m/T)	Perméabilité $k_L$ (m/s)	Observations
SC1	2,0	$3.10^{-5}$	-
SC1	4,0	$< 1.10^{-8}$	Terrains marneux peu perméables n'ayant pas permis la réalisation de mesures
SC1	6,0	$3,9.10^{-5}$	
SC2	7,0	$< 1.10^{-8}$	Terrains marneux peu perméables n'ayant pas permis la réalisation de mesures

Il s'agit de valeurs ponctuelles. Des horizons plus perméables peuvent être rencontrés dans les formations du secteur, à la faveur d'horizons sableux à graveleux ou fracturés par exemple, avec des facteurs supérieurs à 10.



## 2.6 Résultats des essais en laboratoire

Des échantillons de sols intacts ont été prélevés au droit du projet, à partir des sondages carottés SC1 et SC2.

Ceux-ci, dirigés dans notre laboratoire, ont permis de réaliser les essais en laboratoire suivants :

- teneur en eau naturelle,
- analyse granulométrique par tamisage à sec,
- valeur au bleu VBS,
- limites d'Atterberg,
- essai de cisaillement rectiligne direct.

Le détail des résultats récapitulés dans les tableaux ci-après, figure en annexe de ce rapport.

SONDAGE	SC1		SC2	
Profondeur du prélèvement (m/T)	2,4 à 2,6	3,0 à 3,1	4,45 à 4,55	5,2 à 5,35
Nature	Limon sablo-argileux brun	Limon sablo-argileux brun	Argile limono-sableuse gris-marron	Argile limono-sableuse gris-marron
ESSAIS D'IDENTIFICATION				
Passant à 2 mm (%)	98,5	-	-	97,9
Passant à 80 µm (%)	82	-	-	71,4
D <sub>max</sub> (mm)	0,271	-	-	0,747
Teneur en eau naturelle w <sub>n</sub> (%)	19,2	-	-	18,1
Valeur au bleu VBS	-	-	-	2,8
Limite de liquidité w <sub>L</sub> (%)	30	-	-	-
Limite de plasticité w <sub>P</sub> (%)	19	-	-	-
Indice de plasticité I <sub>P</sub>	11	-	-	-
Indice de consistance I <sub>C</sub>	1,0	-	-	-
Classification G.T.R.	<b>A1</b>	-	-	<b>A2</b>
ESSAI DE CISAILLEMENT				
Cohésion c' <sub>p</sub> (kPa)	-	6	6	-
Angle de frottement φ <sup>(<sub>p</sub>)</sup> (°)	-	31	30	-

D'après le G.T.R. (Guide pour les Terrassement Routiers), les échantillons analysés dans notre laboratoire appartiennent, à la classe A1 et A2 des sols fins.

Il s'agit de matériaux fins et sensibles à l'eau.

### 3. APPLICATIONS AUX OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

---

Au niveau de la phase d'avant-projet G2 AVP réalisée, seules les indications géotechniques générales peuvent être présentées. Afin de poursuivre la mission de conception géotechnique G2, la phase projet (G2 PRO) est indispensable avant la phase G2 DCE/ACT (étude des quantités, coûts et délais d'exécution des ouvrages géotechniques). Celle-ci sera suivie des missions d'ingénierie géotechnique d'exécution G3 et G4, voire G5 au sens de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une étude d'ingénierie géotechnique de conception, phase G2AVP, relative aux futurs bâtiments, ceci au sens de la norme NF P 94-500 des missions géotechniques de Novembre 2013.

#### 3.1 Analyse

---

Nos investigations géotechniques in-situ ont permis de préciser le contexte géotechnique au droit du projet en mettant en évidence la présence :

- D'un terrain en très légère pente vers le Sud-Ouest,
- De remblais superficiels d'épaisseurs variables et pouvant atteindre jusqu'à 3 m de hauteur en surface et étant rencontrés jusqu'à une profondeur d'environ 2 à 2,3 m/T,
- Au-delà, une frange argileuse à argilo-marneuse, à rares passages sablo-graveleux, moyennement compacte, recoupée jusqu'à une profondeur variable comprise entre 4,0 et 8,0 m/T,
- Puis des marnes compactes ont été traversées jusqu'à la base des sondages,
- Enfin, de l'eau souterraine rencontrée entre 2,5 et 3,0 m/T de profondeur lors de notre intervention et du premier relevé du suivi piézométrique.

Compte tenu de ce contexte géotechnique, après réalisation des terrassements généraux, on pourra envisager de fonder les futurs bâtiments par l'intermédiaire de semelles superficielles à semi-profondes ou par fondations profondes de type pieux, ancrées dans les marnes compactes.

Dans le cadre des études de projet G2PRO, le suivi piézométrique (en cours), associé à une étude hydrogéologique permettra de préciser l'incidence des eaux souterraines sur le projet en déterminant notamment les niveaux exceptionnels des eaux et les adaptations spécifiques à prévoir pour la réalisation des terrassements en phase provisoire puis en phase de service.

Nous étudions ci-après l'incidence de ce contexte vis-à-vis du projet.

#### 3.2 Conditions de réalisation des sous-sols

---

##### 3.2.1 Généralités

L'étude approfondie des conditions des terrassements ne fait pas l'objet de la présente mission. Les éléments suivants, d'un caractère général, sont donnés à titre indicatif, et ne pourront en aucun cas servir de base pour la conception de marchés forfaitaires.

Le projet comprend la réalisation de deux niveaux de sous-sol dont l'emprise s'étend à proximité des limites de propriété sur l'ensemble du site.

A ce stade du projet, la côte finie du sous-sol ne nous a pas été communiquée. La réalisation de deux niveaux de sous-sols devrait conduire à des terrassements en déblais d'une hauteur comprise entre 6 et 7 m.

Pour de telles profondeurs, le fond de forme devrait recouper les argiles sableuses à marneuses ou les marnes.

Enfin, les niveaux aquifères seront recoupés par les terrassements.

### 3.2.2 Moyens et conditions générales de terrassement

Les terrassements seront réalisés à l'aide de moyens traditionnels dans les remblais et argiles limono-sableuses de surface.

Ils pourront nécessiter l'utilisation de matériels puissants à spécifiques par exemple de type brise-roche hydraulique (BRH) pour excaver les anciennes infrastructures massives (dalles épaisses, fondations...) et traverser les formations marneuses compactes.

L'usage du brise-roche ou de tout autre moyen d'extraction, sera validé au préalable avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet, afin notamment de limiter la propagation des ébranlements rocheux (maîtrise des vibrations selon le décret de juillet 1986).

Une attention particulière sera portée sur les décaissements projetés aux abords des voies existantes et des mitoyens. Les terrassements généraux doivent donc être entrepris de manière contrôlée, afin d'éviter toute déstabilisation des terrains et des ouvrages mitoyens.

Les terrassements ne seront conçus et réalisés qu'à l'abri d'un ouvrage de soutènement périphérique, fondé en profondeur dans les marnes compactes, et dimensionné pour assurer la stabilité locale et générale du site et de ses abords.

### 3.2.3 Soutènements périphériques du projet

#### • Description

On réalisera les terrassements à l'abri d'un ouvrage de soutènement étanche, de type pieux sécants ou paroi moulée par exemple, ancré dans les marnes compactes.

Ces ouvrages devront être associés à un captage des eaux souterraines résiduelles par pompage. On s'assurera alors de l'absence d'influence (par tassement notamment) vis à vis des systèmes de fondation des ouvrages mitoyens et de l'influence du pompage vis-à-vis de la stabilité générale du site.

Les ouvrages seront dimensionnés pour assurer la stabilité des terrains mitoyens et présenter une fiche hydraulique suffisante.

L'emprise et le type d'ouvrages de soutènement et/ou de confortement seront précisés dans le cadre des études de projet, après la réalisation de l'étude hydrogéologique et vérification de la position et la sensibilité d'éventuels réseaux enterrés.

Le dimensionnement des soutènements et confortement devra faire l'objet dans le cadre des études G2 PRO et G3 d'une étude détaillée et de notes de calcul spécifiques avec vérification de la stabilité des ouvrages et détermination des déformations attendues.

L'observation des décaissements sera réalisée à l'avancement des travaux de terrassement (missions de suivi géotechnique et de supervision géotechnique du suivi d'exécution (missions G3 et G4)).

En phase définitive, la structure des bâtiments devra être dimensionnée pour reprendre les poussées exercées sur les soutènements. En phase provisoire, il sera mis en place des butons ou, après obtention des autorisations de tréfonds, des tirants ancrés dans les marnes compactes. Ces dispositifs permettront de limiter les déplacements de la paroi et les mouvements induits sur les mitoyens.



Les premiers résultats géotechniques, fournis dans le cadre de ce rapport, doivent permettre aux concepteurs puis aux entreprises de fondations spéciales d'aborder les techniques d'exécution et les pré-dimensionnements des ouvrages en fonction des matériels et procédés utilisés.

Les études hydrogéologiques à mener dans le cadre des études de projet G2PRO permettront donc de préciser le comportement des eaux souterraines et ainsi les types d'ouvrages à réaliser et les dispositions spécifiques à mettre en œuvre pour la protection contre les eaux souterraines.

#### • Influence de l'eau

L'étude hydrogéologique, indispensable, permettra de préciser le comportement et l'influence des eaux souterraines et les dispositifs spécifiques à mettre en œuvre lors de la réalisation des terrassements et en phase définitive (rappel).

Actuellement on a admis la mise en œuvre pour la réalisation des terrassements des sous-sols d'un ouvrage de soutènement étanche de type pieux sécants ou paroi moulée par exemple, associé à un dispositif de collecte et de pompage des eaux souterraines résiduelles.

#### • Contrôles géométriques

Enfin, la réalisation de talus, soutènements ou ouvrages de confortements périmétriques (pieux sécants, paroi moulée, ...), nécessite de mettre en œuvre avant travaux, des moyens de contrôle périphériques qui permettent de suivre les évolutions altimétriques et les déplacements des ouvrages mitoyens, et des abords des écrans et des fouilles, ceci selon les critères de déformation préalablement fixés par les concepteurs.

Ce suivi est réalisé en général à partir de bornes de nivellement (mise en place par un géomètre), posées sur les ouvrages ou terrains mitoyens et sur les zones les plus sensibles, à l'aide d'inclinomètres (forages instrumentés) qui permettent d'observer régulièrement les éventuelles déformations aux abords des écrans de soutènement ou talus.

### 3.3 Caractéristiques géotechniques

A partir de la synthèse des sondages pressiométriques SP1 à SP3 réalisés dans le cadre de cette étude de conception phase avant-projet G2AVP, le tableau ci-après donne les premières hypothèses relatives aux caractéristiques géotechniques et leurs conditions d'application.

On rappelle que ces caractéristiques géotechniques doivent être validées et optimisées dans le cadre d'une étude de projet G2 PRO.

#### ☞ Remarques

Les valeurs de frottement axial  $q_s$  pourront être utilisées pour le pré-dimensionnement de tirants (sous réserve de l'obtention d'autorisation de tréfonds).

Ce dernier dépend en fait de la technique de mise en œuvre des tirants, de la pression d'injection du coulis de scellement, et des contrôles, qui devront être précisés par l'entreprise chargée des travaux.

En se référant aux divers résultats d'essais fournis par notre rapport et selon les descentes de charges prévues, les entreprises de fondations spéciales pourront préciser les valeurs de frottement axial et de résistance de pointe à prendre en compte, ceci conformément aux EUROCODE 7 et en fonction des techniques mises en œuvre pour la foration des pieux (mode de foration ou de coulage du pieu, enregistrement des paramètres de foration, diamètre).

Les valeurs de frottement données ci-après sont valables pour des pieux forés à la tarière creuse (pieux de classe 2 et de catégorie 6).

Nature sol	Remblais argileux	Argile à argile marneuse	Marnes compactes
profondeur rencontrée en SP1, SP2 et SC1 (m/T)	0 à 2,0/2,3	2,0/2,3 à 4,0/8,0	4,0/8,0 à >12,0 (base des sondages)
poids volumique $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	20	22
pression limite $p_i^*$ (MPa)	0,5	2,5	5
pression de fluage $p_f^*$ (MPa)	0,35	1,5	2,9
module pressiométrique $E_M$ (MPa)	12	35	90
frottement axial $q_s$ (kPa)	négligé	150	190
Facteur de portance $k_{pmax}$ pour $D_e/B_{>5}$	Non concerné	Non concerné	2,2
Cohésion à long terme $c'$ (kPa)	0	5	15 <sup>(1)</sup>
Angle de frottement à long terme $\phi'$	25	30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(1)</sup>
coefficient rhéologique $\alpha$	0,5	0,67	0,67

<sup>(1)</sup> Valeurs estimées, à préciser dans le cadre des études G2 PRO et d'exécution G3

Ces premières hypothèses seront impérativement validées et précisées dans le cadre de l'étude géotechnique de projet (G2 PRO).

Pour le dimensionnement, il conviendra également de prendre en compte les efforts de poussée engendrés par les ouvrages et les voies situées à l'arrière des soutènements prévus.

Le dimensionnement de chaque soutènement devra faire l'objet d'une note de calcul détaillée avec vérification de la stabilité des ouvrages périphériques et des déformations attendues.

L'écran sera soit butonné, soit tiranté (sous réserve des autorisations de tréfonds).

Les pieux, tirants et/ou clous seront impérativement ancrés dans les marnes compactes, avec une longueur d'ancrage minimale de 5 diamètres pour les pieux.

### 3.4 Mode de fondation par semelles superficielles à semi-profondes

#### 3.4.1 Type et profondeur

Après réalisations des terrassements généraux, on pourra envisager de fonder les futurs bâtiments par l'intermédiaire de fondations superficielles à semi-profondes, filantes ou isolées.

Les fondations seront ancrées d'au moins 0,40 dans les marnes compactes dont le toit est attendu, au droit des sondages réalisés, aux profondeurs minimales définies dans le tableau ci-après (par rapport à la surface du terrain lors de notre intervention) :

Sondage/Essai	SP1	SP2	SP3
Profondeur (m/T)	> 7,0	> 8,0	> 4,0

Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins en fonction d'anomalies géologiques éventuelles non décelées lors de la campagne d'essais et notamment de zones remblayées épaisses.

Par ailleurs, compte tenu de la forte hétérogénéité des terrains, des surprofondeurs sont à prévoir pour atteindre les terrains compacts non remaniés.

### 3.4.2 Contraintes

Nous proposons de déterminer les contraintes de calcul à partir des résultats d'essais pressiométriques et d'après les recommandations des Eurocodes 7 – Norme NF P 94-261.

L'expression de la contrainte ultime est la suivante :

$$\frac{R_{v;d}}{A'} = \frac{k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta}{\gamma_{R;d} \cdot \gamma_{R;v}} + q'_0$$

Avec :

- $R_{v;d}$  (MN) Valeur de calcul de la résistance ultime du terrain
- $A'$  (m<sup>2</sup>) Surface effective de la fondation superficielle.
- $i_\delta$  Coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, hyp :  $\delta = 1$
- $i_\beta$  Coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus, hyp :  $\beta = 1$
- $p_{le}^*$  (MPa) Pression limite nette équivalente :
- $k_p$  Facteur de portance
- $q'_0$  (MPa) Contrainte verticale effective que l'on obtiendrait dans le sol après travaux au niveau de la base de fondation en faisant abstraction de celle-ci.

Pour un système de fondation tel que défini ci-avant au §3.4.1, nous proposons de retenir pour une charge verticale centrée la contrainte admissible suivante (contrainte de calcul aux ELS) :

$$[(R_{v;d}/A') - q'_0]_{ELS} = q_{ELS} = 0,60 \text{ MPa (6,0 bars)}$$

La contrainte de calcul aux ELU est :

$$[(R_{v;d}/A') - q'_0]_{ELU} = q_{ELU} = 0,984 \text{ MPa (9,84 bars)}$$

Ainsi, à titre d'exemple, une semelle carrée de 1,50 m de côté peut recevoir un effort vertical centré aux ELS de 1350 kN et une semelle filante de 0,80 m de largeur peut reprendre un effort vertical centré aux ELS de 480 kN/ml.

### 3.4.3 Estimation des tassements

Ce mode de fondation sera évidemment validé par l'ingénieur des structures, en fonction des descentes de charges réelles des bâtiments projetés, et de leur aptitude à absorber les éventuelles différences de portance au niveau des sols d'assise.

Le tassement d'une semelle dépend de certains paramètres comme la contrainte appliquée au sol, la dimension de la semelle et la qualité de l'exécution du fond de fouille de la fondation.

Les résultats sont donnés ci-après avec les réserves émises quant aux hypothèses relatives aux caractéristiques géotechniques et aux contraintes prises en compte.

L'estimation des tassements a été déterminée à partir de la méthode pressiométrique :

$$s = (q - \sigma_v) \lambda_c B \alpha / 9 E_c + 2(q - \sigma_v) B_0^* (\lambda_d B / B_0) \alpha / 9 E_d$$

Avec :

- $q$  surcharge liée à la structure
- $\sigma_v$  contrainte verticale totale avant travaux au niveau de la base de la fondation
- $\lambda_c$  et  $\lambda_d$  coefficients de forme,
- $\alpha$  coefficient rhéologique



- $B$  largeur de la fondation
- $B_0$  une dimension de référence égale à 0,6 m
- $E_c, E_d$  modules équivalents dans la zone volumique et dans la zone déviatorique avec  $E_c = E_d = E_M$

Ainsi, à titre d'exemple, pour une semelle isolée carrée de 1,50 m de côté ou une semelle filante de 0,80 m de largeur, fondées aux profondeurs d'assise préconisées ci-avant au droit des sondages SP1 à SP3 et exerçant une contrainte admissible  $q_{ELS}$  de 0,60 MPa, les tassements prévisibles absolus sont estimés à moins de 8 mm, en considérant qu'il n'y a pas de réaménagement des fouilles.

Les descentes de charges connues, des calculs plus précis sur les tassements prévisibles, seront alors réalisés dans le cadre de la G2 PRO. Il conviendra par ailleurs de s'assurer de la compatibilité de la structure avec les éventuelles parties reposant sur les écrans périphériques.

Autrement, on pourra envisager de fonder l'ensemble des bâtiments sur pieux.

### 3.4.4 Recommandations

Un certain nombre de recommandations doivent être prises en compte lors de la conception et de l'exécution des infrastructures :

- Il conviendra de prévoir une réception attentive des fouilles lors de leur ouverture afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages. Ainsi les cotes d'assise réelles des fondations pourront varier en plus ou en moins en fonctions des aléas géologiques non décelés par la présente campagne d'investigations.
- A l'occasion de cette réception, il sera vérifié que la compacité des sols d'assise des fondations demeure identique sous la totalité de l'emprise de chaque élément de construction indépendant.
- Toute zone douteuse (remblais, poche argileuse molle, ...) sera purgée et remplacée par du gros béton.
- Les fondations du projet devront impérativement franchir les remblais et anciennes infrastructures existants sous l'emprise du projet, de manière à atteindre les terrains en place compacts et non remaniés.
- En cas d'arrivées d'eaux intempestives (infiltrations, ruissellements, pluie, etc.), il est impératif de purger et de curer les fonds de fouilles des matériaux remaniés ou saturés d'eau. Afin de garantir la stabilité des parois de fouille de fondation, des blindages provisoires ou perdus pourront être mis en œuvre avant la phase de bétonnage.
- Les fondations seront coulées à pleine fouille afin d'assurer un bon contact sol en place/béton et de limiter le risque d'infiltrations d'eau à ce niveau.
- Les fondations devront être mises hors-gel suivant les recommandations en vigueur.
- Afin d'éviter tout risque de poinçonnement du sol d'assise, une largeur minimale de 0,50 m pour les semelles filantes et de 0,70 m pour les semelles isolées devra être adoptée.
- Les fonds de fouille devront être horizontaux.
- Dans le cas d'un niveau d'assise variable, il conviendra de prévoir la réalisation de redans; ils seront établis de manière à respecter la règle des trois pour deux : les niveaux de fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de trois (3) de base pour deux (2) de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.

Cette règle devra être respectée :

- entre fondations projetées,
- entre fondations projetées et fondations mitoyennes,
- entre fondations projetées et pieds de talus mitoyens amont et aval.

### 3.5 Dispositions relatives à la protection contre les eaux

---

Les abords et les parties enterrées que comportent les futurs bâtiments et leurs sous-sols seront protégés des eaux d'infiltration en surface, hors partie sous nappe par la mise en place d'un système de drainage et d'évacuation convenablement maillé et possédant des exutoires suffisants, implantés de manière non dangereuse pour les ouvrages ou le voisinage.

Par ailleurs, aux abords des ouvrages, on mettra en place un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement, permettant de limiter les réinjections des eaux dans les sols d'assise, qui pourraient être nuisibles à la bonne tenue de ces dernières, en réalisant par exemple une contre pente périmétrique aux ouvrages enterrés.

Ces systèmes de captage et d'évacuation seront indépendants.

Les dalles des sous-sols doivent prendre en compte la présence d'eau et l'on adoptera par conséquent des dispositions spécifiques de protection adaptées.

La réalisation du suivi piézométrique et d'une étude hydrogéologique spécifique permettra de préciser le système de protection à prévoir. A ce stade des investigations, on pourra s'orienter par exemple vers un plancher porté par les fondations avec un cuvelage résistant aux sous-pressions ou bien un tapis drainant sous dallage avec pompe de relevage (après s'être assuré de l'absence de sols gonflants).

Il conviendra de s'assurer de l'obtention des accords administratifs de rejet des eaux souterraines évacuées dans les réseaux spécifiques.

M. BORFIGA  
Ingénieur Géotechnicien



\_\_\_\_\_

**Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013**  
**CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GEOTECHNIQUE**

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.  
 Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.  
 Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.  
 L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.  
 Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

**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 TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE**

<p>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.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (G1)</b>                  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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u>                  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'avoisinants 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.</p> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u>                  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).</p>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b>                  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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u>                  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 avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</p> <p><u>Phase Projet (PRO)</u>                  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 avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</p> <p><u>Phase DCE / ACT</u>                  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.</p>
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b>  <b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b>                  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 :</p> <p><u>Phase Étude</u>                  — 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.</p> <p><u>Phase Suivi</u>                  — 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)</p> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b>                  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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u>                  — 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.</p> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u>                  — 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.</p>
<p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b>                  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).</p>

## CONDITIONS GENERALES

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) 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 essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

.../...

## Conditions générales (suite)

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le Client.

### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et poura entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

### 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

#### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurance de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

#### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Économie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelquel titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porteur ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



---

## ANNEXES

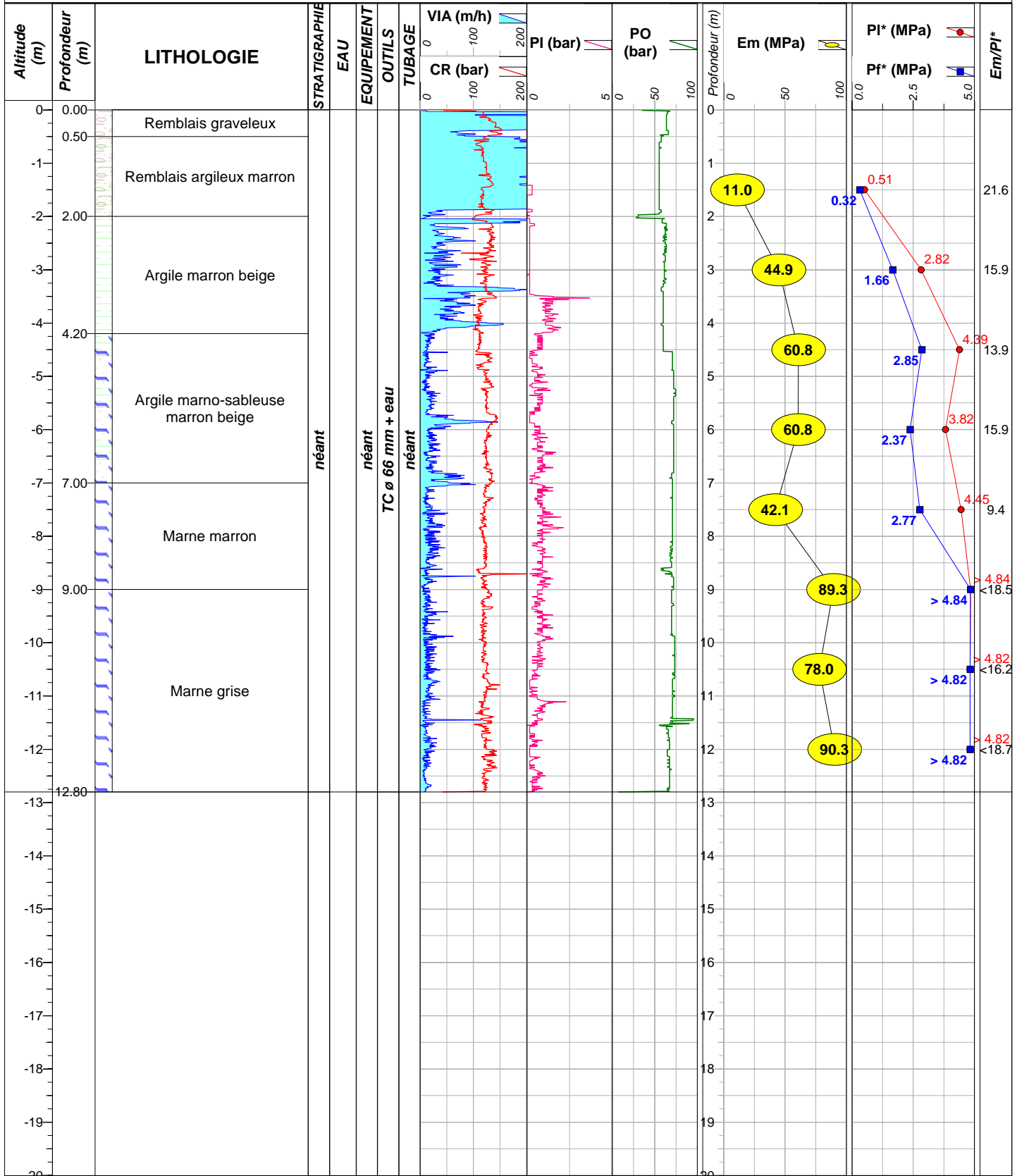
---

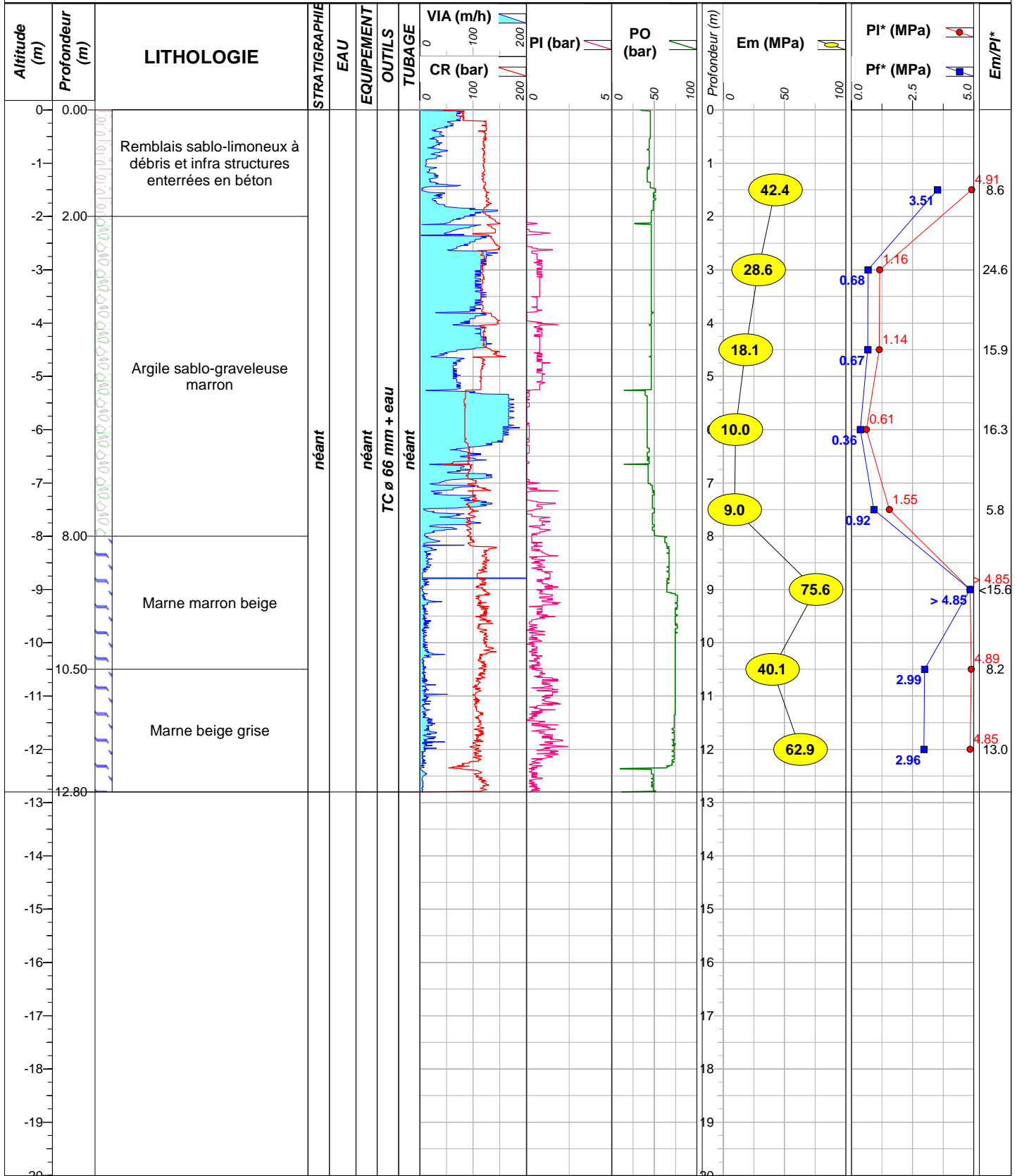
- schéma d'implantation des sondages
- résultats des sondages pressiométriques : SP1 à SP3
- coupes lithologiques et photographies des sondages carottés SC1 et SC2
- résultats des essais d'eau
- résultats des essais en laboratoire



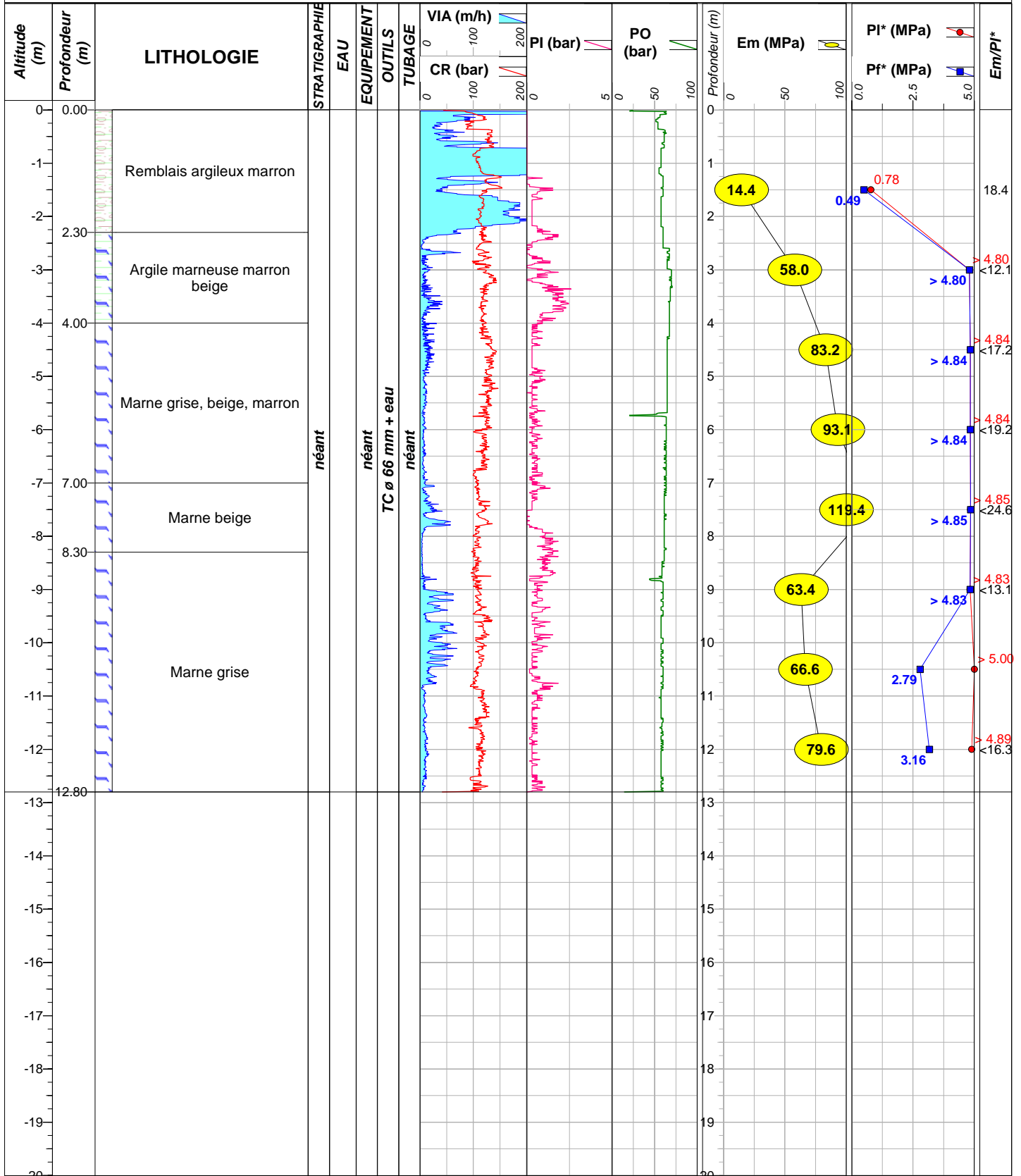
## Schéma d'implantation des sondages

Document extrait de	Echelle	Nivellement	Type sondage	Qté
Plan client <input checked="" type="checkbox"/>	1/100 <input type="checkbox"/>	NGF <input type="checkbox"/>	Pressiométrique (SP)	3
Référence	1/200 <input type="checkbox"/>		Destructif (SD)	
<b>19MG572Aa</b> <b>KAUFMAN &amp; BROAD</b> <b>OPERATION 480 CHEMIN DU</b> <b>LITTORAL</b> <b>13 - MARSEILLE</b>	1/500 <input type="checkbox"/>	Indépendant <input type="checkbox"/>	Carotté (SC + PZ)	
	1/1000 <input type="checkbox"/>	Cote basse de nivellement	Pénétromètre statique (PS)	
	Autre 1/	Repère sur plan <input type="checkbox"/>	Pénétromètre dynamique (PD)	
Croquis dressé par ERG <input type="checkbox"/>	Sans <input checked="" type="checkbox"/>	Sans <input checked="" type="checkbox"/>	Pelle mécanique (PM)	
			Fouille manuelle (FM)	
			Piézomètre (Pz)	









Type : **CAROTTE**

 Client : **KAUFMAN & BROAD**

X :

 Date du : **20/11/2019**

Y :

 Au : **20/11/2019**

 Etude : **PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL  
13 - MARSEILLE**

Z :

 Fin : **10,60 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

 Echelle : **1 / 100**


Machine : SOCO 50/65

Remarque :

Page: 1 / 1

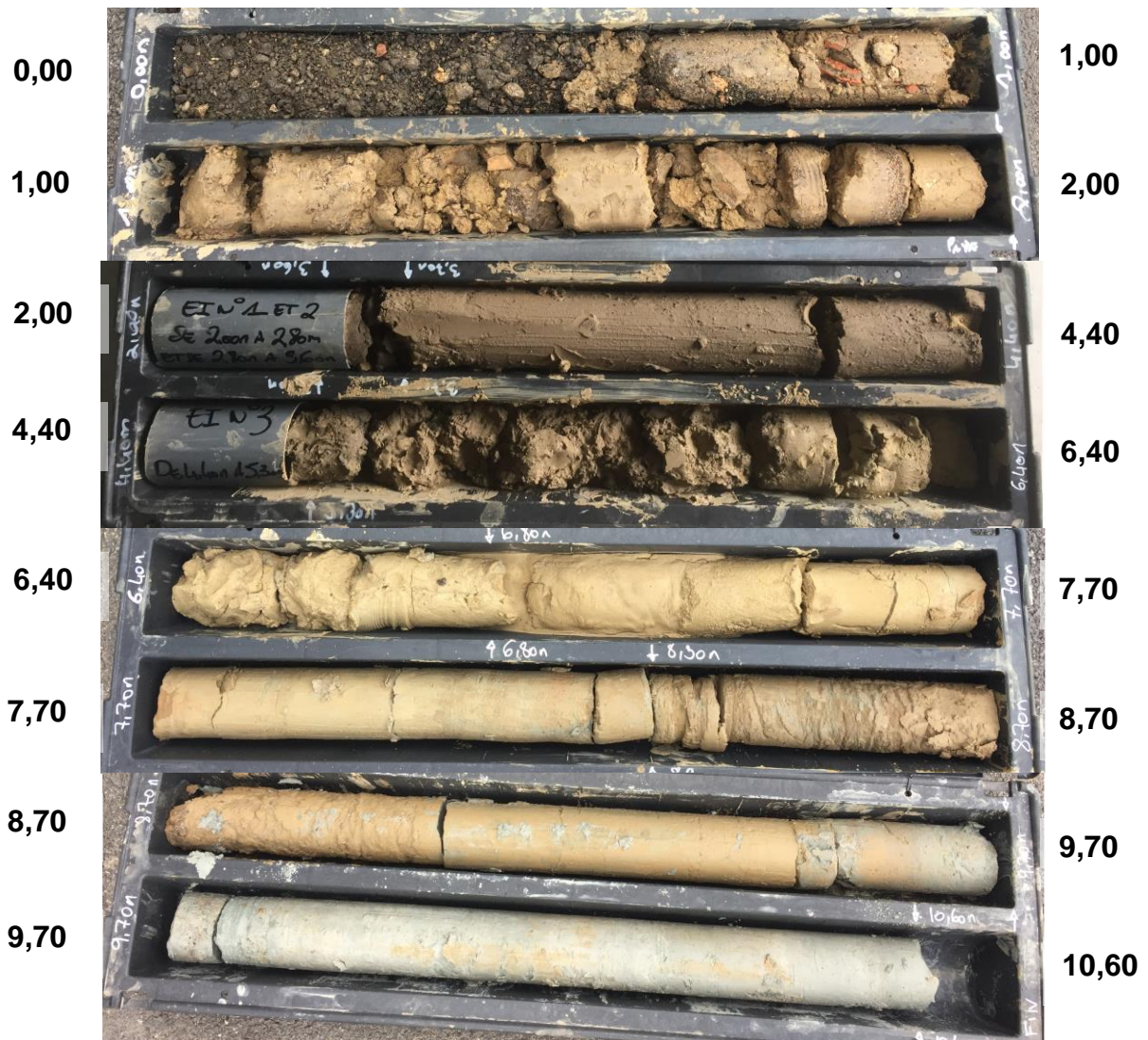
ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)			ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS
					0	50	100						
0	0.00	Remblais sablo-limoneux à graviers et débris (brique, organique, enrobés)											
-1	0.70	Remblais argilo-limoneux marron clair à débris de brique										PVC	
-2	2.00	Remblais graveleux à matrice sableuse noirâtre	EI 1							1.5 Ele1			
-3	2.80	Limons sablo-argileux bruns	EI 2							2.5			
-3.60	3.60	Argile marron foncé à quelques graves plurimillimétriques									20/11 3.2		
-4	3.90	Argile bariolée grise, orange/rouille à marron clair								3.5 Ele2			
-5	4.40	Limons argileux gris à rares graves	EI 3							4.5			
-6	5.30	Argile très sableuse bariolée grise, orange, marron à galets centimétriques			100					5.5 Ele3			
-7	7.50	Argile compacte bariolée beige, grise, orange								6.5			
-9	8.70	Argile de plus en plus marneuse bariolée grise, beige et orange											
-10	9.70	Argile marneuse compacte grise à bleutée											
-11	10.60												
-12													
-13													
-14													
-15													
-16													
-17													
-18													
-19													
-20													

 Poinçonneur ø100 mm  
 PVC crépiné 52/60 mm  
 CC PQ ø86 mm

<b>PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES</b>	<b>SC 1</b>	
-----------------------------------	-------------	---


<b>OBJET</b>	PROJET 480 CHEMIN LITTORAL	<b>OPERATEUR</b>	MAGRO
<b>LIEU</b>	13 - MARSEILLE	<b>APPAREIL</b>	SOCO 50/65
<b>CLIENT</b>	KAUFMAN ET BROAD	<b>TYPE</b>	
<b>N° DOSSIER</b>	19MG572Aa	<b>NB CAISSES</b>	4

(profondeurs exprimées en mètres)







<b>PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES</b>	<b>SC 2</b>	
-----------------------------------	-------------	---

<b>OBJET</b>	PROJET 480 CHEMIN LITTORAL	<b>OPERATEUR</b>	MAGRO
<b>LIEU</b>	13 - MARSEILLE	<b>APPAREIL</b>	SOCO 50/60
<b>CLIENT</b>	KAUFMAN ET BROAD	<b>TYPE</b>	
<b>N° DOSSIER</b>	19MG572Aa	<b>NB CAISSES</b>	4

(profondeurs exprimées en mètres)



**FIN DU SONDAGE**

# ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

données - mesures - résultats

SC1

02,00 m



sondage

profondeur

CHANTIER PROJET 480 CHEMIN LITTORAL  
 VILLE 13016 - MARSEILLE  
 CLIENT KAUFMAN & BROAD  
 DOSSIER 19MG572Aa

MACHINE SOCO50/65  
 OPERATEURS MAGRO  
 DATE 20-nov-19  
 MODE (pompage/injection) pompe

## DONNEES DE L'ESSAI

PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z <sub>C</sub> haut	1,50
	profondeur bas cavité (m)	Z <sub>C</sub> bas	2,50
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H <sub>c</sub>	2,00
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H <sub>T</sub>	0,20
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H <sub>L</sub>	2,20
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage (m)	B <sub>e</sub>	0,127
	diamètre intérieur tubage (m)	B <sub>i</sub>	0,118
	section intérieure du tubage (m <sup>2</sup> )	S	1,09E-02
GEOMETRIE CAVITE	diamètre (m)	B <sub>c</sub>	0,100
	hauteur (m)	L <sub>c</sub>	1,00
	élancement	c=L <sub>c</sub> /B <sub>c</sub>	10,00
	diamètre cavité sphérique équivalente	B	0,85
	hauteur entre tête tubage et milieu cavité sphérique	H <sub>c</sub>	2,13
APPORT	débit m <sup>3</sup> /h	Q <sub>a</sub>	0,9
	par pompe m <sup>3</sup> /s		2,5E-04

## MESURES

pompe		arrêt pompe	
t (min)	H <sub>e</sub> (m)	t (min)	H <sub>e</sub> (m)
		0,5	2,05
1	0,35	1	1,15
2	0,6	2	0,50
3	0,8	3	0,15
4	0,96	4	0,00
5	1,1	5	0,00
6	1,24	6	0,00
7	1,35	7	
8	1,5	8	
9	1,58	9	
10	1,67	10	
11	1,75	11	
12	1,83	12	
13	1,92	13	
14	2,01	14	
15	2,1	15	
16	2,15	16	
17	2,2	17	
18	2,25	18	
19	2,3	19	
20	2,33	20	
25	2,4	21	
30	2,45	22	
35	2,5	23	
40		24	
45		25	
50		26	
55		27	
60		28	
niveau stabilisé		29	
H <sub>e</sub> (m)	0	30	

## RESULTATS

regime	méthode d'interprétation	k <sub>L</sub> (m/s)	observations
PERMANENT		3,0E-05	
TRANSITOIRE débit non nul	solution éq. différent.	-	non exploitable
TRANSITOIRE débit nul		-	non exploitable

# ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

données - mesures - résultats

norme NF P 94-132

SC1

sondage

06,00 m

profondeur



CHANTIER PROJET 480 CHEMIN LITTORAL

VILLE 13016 - MARSEILLE

CLIENT KAUFMAN & BROAD

DOSSIER 19MG572Aa

MACHINE SOCO50/65

OPERATEURS MAGRO

DATE 20-nov-19

MODE (pompage/injection) pompe

## DONNEES DE L'ESSAI

PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z <sub>C</sub> haut	5,50	
	profondeur bas cavité (m)	Z <sub>C</sub> bas	6,50	
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H <sub>c</sub>	6,00	
	profondeur nappe (m)	Z <sub>w</sub>	3,00	
	profondeur substratum étanche (m)	Z <sub>substratum</sub>	20,00	
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H <sub>T</sub>	0,80	
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H <sub>L</sub>	6,80	
	profondeur nappe/arase tubage (m)	H <sub>P</sub>	3,80	
	hauteur entre nappe et milieu cavité (m)	H <sub>w</sub>	3,00	
	hauteur entre milieu cavité et substratum (m)	H	14,00	
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage (m)	B <sub>e</sub>	0,127	
	diamètre intérieur tubage (m)	B <sub>i</sub>	0,118	
	section intérieure du tubage (m <sup>2</sup> )	S	1,09E-02	
GEOMETRIE CAVITE	diamètre (m)	B	0,127	
	hauteur (m)	L	1,00	
	élanement	c=L/B	7,87	
	type de forme	cavité éloignée limites aquifère	m <sub>0</sub>	17,92
		limites aquifère cas n° 1 (voir tableau)	m	17,92
APPORT/PRELEVEMENT	débit m <sup>3</sup> /h	Q <sub>a</sub>	1,2	
	par pompe m <sup>3</sup> /s		3,3E-04	
	prélèvement unique d'eau (m)	H <sub>e</sub>		
	vidange du forage (m)	H <sub>L</sub> +0,5L		

cas 1 : cavité éloignée des limites de l'aquifère  
cas 2 : cavité proche du substratum imperméable  
cas 3 : cavité proche surface de la nappe  
cas 4 : cavité proche surface d'un sol situé sous nappe

## MESURES

pompe		arrêt pompe	
t (min)	H <sub>e</sub> (m)	t (min)	H <sub>e</sub> (m)
		0,5	2,90
1	2,1	1	2,30
2	2,5	2	0,90
3	2,7	3	0,50
4	2,8	4	0,00
5	2,9	5	
6	3	6	
7	3,03	7	
8	3,06	8	
9	3,1	9	
10	3,14	10	
11	3,18	11	
12	3,2	12	
13	3,26	13	
14	3,3	14	
15	3,36	15	
16	3,42	16	
17	3,46	17	
18	3,5	18	
19	3,55	19	
20	3,6	20	
25	3,65	21	
30	3,7	22	
35	3,74	23	
40	3,78	24	
45	3,82	25	
50	3,86	26	
55	3,9	27	
60	3,94	28	
niveau stabilisé		29	
H <sub>e</sub> (m)	0	30	

## RESULTATS

regime	méthode d'interprétation	k <sub>L</sub> (m/s)	observations
PERMANENT		3,9E-05	
TRANSITOIRE débit non nul	éq. différentielle	-	non exploitable
	solution éq. différent.	-	non exploitable
TRANSITOIRE débit nul	solution éq. différent.	-	non exploitable
	terrain peu perm.	-	non exploitable

# ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

données - mesures - résultats

norme NF P 94-132

SC2

sondage

04,00 m

profondeur



CHANTIER PROJET 480 CHEMIN LITTORAL

VILLE 13016 - MARSEILLE

CLIENT KAUFMAN & BROAD

DOSSIER 19MG572Aa

MACHINE SOCO50/65

OPERATEURS MAGRO

DATE 18-nov-19

MODE (pompage/injection) pompe

## DONNEES DE L'ESSAI

PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z <sub>C</sub> haut	3,50
	profondeur bas cavité (m)	Z <sub>C</sub> bas	4,50
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H <sub>c</sub>	4,00
	profondeur nappe (m)	Z <sub>w</sub>	2,40
	profondeur substratum étanche (m)	Z <sub>substratum</sub>	20,00
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H <sub>T</sub>	0,50
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H <sub>L</sub>	4,50
	profondeur nappe/arase tubage (m)	H <sub>P</sub>	2,90
	hauteur entre nappe et milieu cavité (m)	H <sub>w</sub>	1,60
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	hauteur entre milieu cavité et substratum (m)	H	16,00
	diamètre extérieur tubage (m)	B <sub>e</sub>	0,127
	diamètre intérieur tubage (m)	B <sub>i</sub>	0,118
GEOMETRIE CAVITE	section intérieure du tubage (m <sup>2</sup> )	S	1,09E-02
	diamètre (m)	B	0,100
	hauteur (m)	L	1,00
	élançement	c=L/B	10,00
APPORT/PRELEVEMENT	coefficient de forme	m <sub>0</sub>	20,96
	cas 1 : cavité éloignée des limites de l'aquifère	m	20,96
	cas 2 : cavité proche du substratum imperméable		
APPORT/PRELEVEMENT	débit m <sup>3</sup> /h	Q <sub>a</sub>	< 0,0005
	par pompe m <sup>3</sup> /s		< 0,0001
	prélèvement unique d'eau (m)	H <sub>e</sub>	
	vidange du forage (m)	H <sub>L</sub> +0,5L	

cas 1 : cavité éloignée des limites de l'aquifère  
cas 2 : cavité proche du substratum imperméable  
cas 3 : cavité proche surface de la nappe  
cas 4 : cavité proche surface d'un sol situé sous nappe

## MESURES

pompe		arrêt pompe	
t (min)	H <sub>e</sub> (m)	t (min)	H <sub>e</sub> (m)
		0,5	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	
25		21	
30		22	
35		23	
40		24	
45		25	
50		26	
55		27	
60		28	
niveau stabilisé		29	
H <sub>e</sub> (m)	0	30	

## RESULTATS

regime	méthode d'interprétation	k <sub>L</sub> (m/s)	observations
PERMANENT		< 1,0E-08	injection impossible
TRANSITOIRE débit non nul	ég. différentielle	-	
	solution ég. différent.	-	
TRANSITOIRE débit nul	solution ég. différent.	-	
	terrain peu perm.	-	



# ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

données - mesures - résultats

norme NF P 94-132

SC2

sondage

07,00 m

profondeur



CHANTIER PROJET 480 CHEMIN LITTORAL

VILLE 13016 - MARSEILLE

CLIENT KAUFMAN & BROAD

DOSSIER 19MG572Aa

MACHINE SOCO50/65

OPERATEURS MAGRO

DATE 18-nov-19

MODE (pompage/injection) pompe

## DONNEES DE L'ESSAI

PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z <sub>C</sub> haut	6,50
	profondeur bas cavité (m)	Z <sub>C</sub> bas	7,50
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H <sub>c</sub>	7,00
	profondeur nappe (m)	Z <sub>w</sub>	0,40
	profondeur substratum étanche (m)	Z <sub>substratum</sub>	20,00
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H <sub>T</sub>	0,80
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H <sub>L</sub>	7,80
	profondeur nappe/arase tubage (m)	H <sub>P</sub>	1,20
	hauteur entre nappe et milieu cavité (m)	H <sub>w</sub>	6,60
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	hauteur entre milieu cavité et substratum (m)	H	13,00
	diamètre extérieur tubage (m)	B <sub>e</sub>	0,127
	diamètre intérieur tubage (m)	B <sub>i</sub>	0,118
GEOMETRIE CAVITE	section intérieure du tubage (m <sup>2</sup> )	S	1,09E-02
	diamètre (m)	B	0,127
	hauteur (m)	L	1,00
	élançement	c=L/B	7,87
APPORT/PRELEVEMENT	coefficient de forme	m <sub>0</sub>	17,92
	cas 1 : cavité éloignée des limites de l'aquifère	m	17,92
	cas 2 : cavité proche du substratum imperméable	m	17,92
APPORT/PRELEVEMENT	débit m <sup>3</sup> /h	Q <sub>a</sub>	< 0,0005
	par pompe m <sup>3</sup> /s		< 0,0001
	prélèvement unique d'eau (m)	H <sub>e</sub>	
	vidange du forage (m)	H <sub>L</sub> +0,5L	


cas 1 : cavité éloignée des limites de l'aquifère  
cas 2 : cavité proche du substratum imperméable  
cas 3 : cavité proche surface de la nappe  
cas 4 : cavité proche surface d'un sol situé sous nappe


## MESURES

pompe		arrêt pompe	
t (min)	H <sub>e</sub> (m)	t (min)	H <sub>e</sub> (m)
		0,5	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	
25		21	
30		22	
35		23	
40		24	
45		25	
50		26	
55		27	
60		28	
niveau stabilisé		29	
H <sub>e</sub> (m)	0	30	

## RESULTATS

regime	méthode d'interprétation	k <sub>L</sub> (m/s)	observations
PERMANENT		< 1,0E-08	injection impossible
TRANSITOIRE débit non nul	ég. différentielle	-	
	solution ég. différent.	-	
TRANSITOIRE débit nul	solution ég. différent.	-	
	terrain peu perm.	-	

CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>		
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>		
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>		
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>		



<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI1</b> <i>échantillon</i>	<b>2.00</b>	à	<b>2.80</b>
<b>description lithologique</b> limon sablo-argileux brun				
<i>Date prélèvement</i>		25/11/2019		

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX**  
*Norme NFP-94-050*

<b>Température d'étuvage</b>	105°C
------------------------------	-------

<b>opérateur</b>	<b>S THIEBAUT</b>	<b>date essai</b>	28/11/2019
------------------	-------------------	-------------------	------------

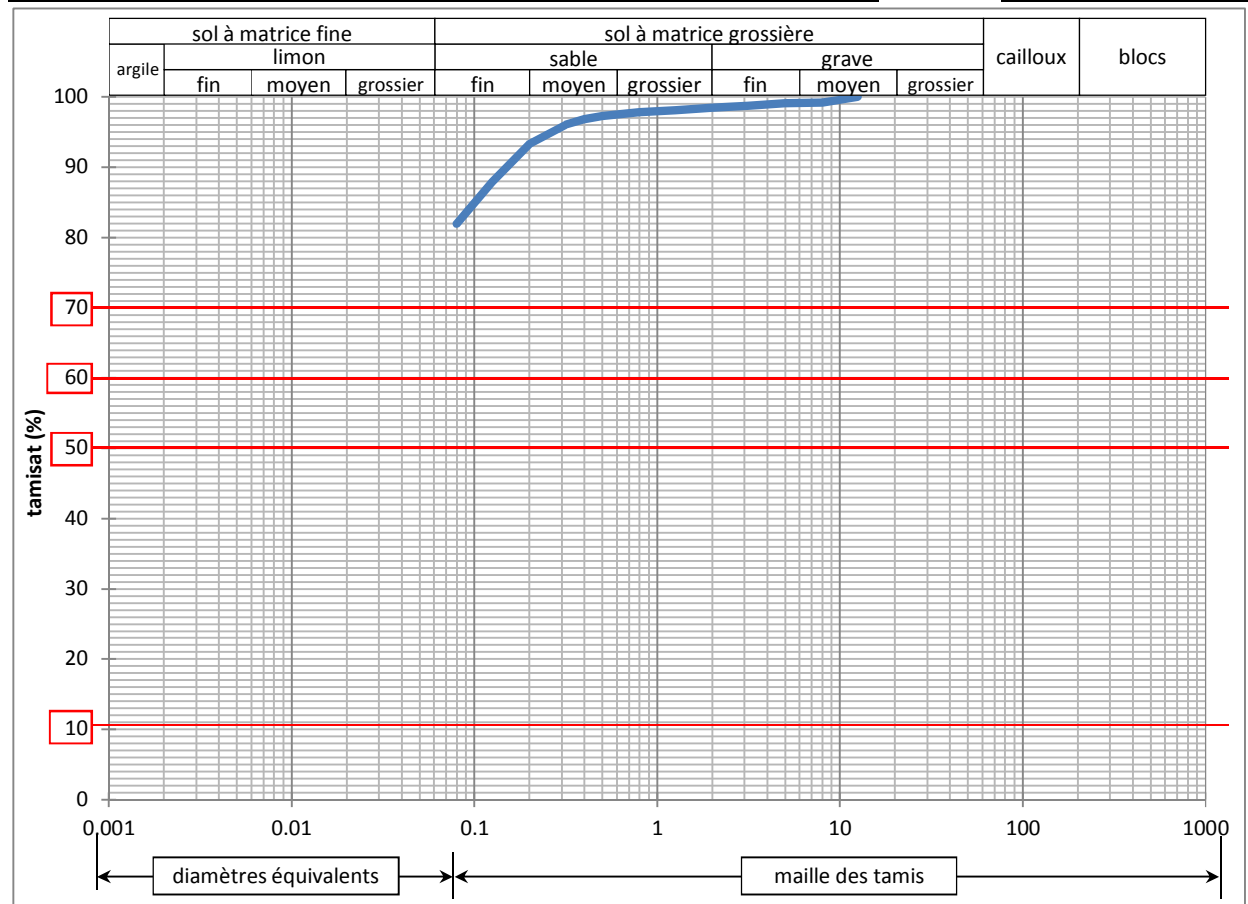
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m <sub>2</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>3</sub>	masse de la tare (g) m <sub>1</sub>		masse totale humide (g) m <sub>2</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>3</sub>	masse de la tare (g) m <sub>1</sub>
M3	2232.1	1937.8	403.9				
<b>teneur en eau (%)</b> <b>w</b>				<b>COMMENTAIRES</b>			
<b>moyenne</b>	<b>essai 1</b>	<b>essai 2</b>					
<b>19.2</b>	19.2						

CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>		
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>		
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>		
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>		
<b>SC1</b> sondage	<b>EI1</b> échantillon	<b>2.00</b>	à <b>2.80</b> profondeurs (m)
description lithologique limon sablo-argileux brun			
Date prélèvement	25/11/2019		



**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE**  
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	03/12/2019
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

$w_{nat}$	19.2%	NFP 94-050	$D_{max}$	0.271 mm	classification NFP 11-300
$w_L$	30%	NFP 94-052 & NFP 94-051	$D_{70}$		
$I_p$	11		$D_{60}$		classe/sous classe état hydrique
$VB_s$		NFP 94-068	$D_{50}$		
passant à 2mm	98.5%		$D_{15}$		$d_m$ (mm) 12.5
passant à 80 µm	82.0%		$D_{10}$		



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20		0.8	97.84				
80		12.5	100.00	0.5	97.29				
63		8	99.24	0.4	96.83				
50		5	99.10	0.315	96.06				
40		3.15	98.72	0.2	93.33				
31.5		2	98.47	0.125	87.90				
25		1.25	98.13	0.08	81.96				

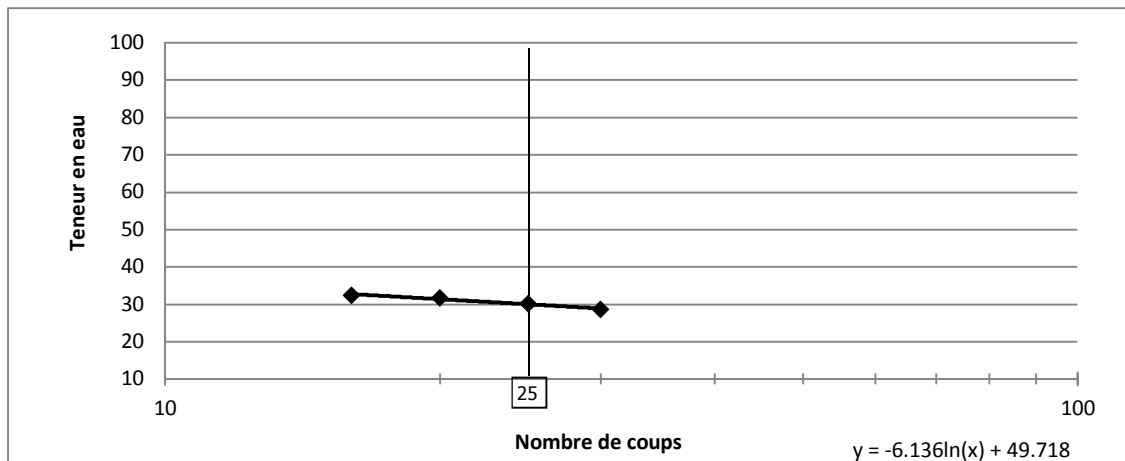
CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>			
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>			
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>			
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>			
<b>SC1</b> sondage	<b>EI1</b> échantillon	<b>2.00</b>	à	<b>2.80</b>
description lithologique limon sablo-argileux brun				
Date prélèvement	25/11/2019			

**DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG**  
Norme NFP-94-051

opérateur	<b>S THIEBAUT</b>	date essai	09/12/2019
-----------	-------------------	------------	------------

**LIMITE DE LIQUIDITE ( $w_L$ )**

	ESSAI n°1		ESSAI n°2		ESSAI n°3		ESSAI n°4	
Nbre de coups	16		20		25		30	
N° de la tare	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
Masse totale humide (g)	77.407	77.644	79.705	77.410	80.596	80.713	84.897	82.929
Masse totale sèche (g)	76.598	76.533	78.534	76.419	79.926	80.050	83.640	82.071
Masse de la tare (g)	74.076	73.144	74.825	73.304	77.725	77.827	79.222	79.088
Teneur en eau (%)	32.1	32.8	31.6	31.8	30.4	29.8	28.5	28.8
Moyenne en %	32.4		31.7		30.1		28.6	



**LIMITES DE PLASTICITE ( $w_p$ )**

	ESSAI n° 1		ESSAI n° 2	
N° de la tare	LP9	LP10	LP11	LP12
Masse totale humide (g)	10.583	10.555	10.570	10.432
Masse totale sèche (g)	10.420	10.407	10.412	10.284
Masse de la tare (g)	9.551	9.631	9.578	9.509
Teneur en eau (%)	18.8	19.1	18.9	19.1
Moyenne en %	18.9		19.0	

**RESULTATS**

Teneur en eau $w_n$ (%)	<b>19.2</b>
Limite de liquidité $w_L$ (%)	<b>30</b>
Limite de plasticité $w_p$ (%)	<b>19</b>
Indice de plasticité $I_p$	<b>11</b>
Indice de consistance $I_c$	<b>1.0</b>

Remarque



CHANTIER  
LIEU  
CLIENT  
N° DOSSIER

PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL  
13 - MARSEILLE 16  
KAUFMAN & BROAD  
19MG0572Aa



<b>SC1</b> <i>sondage</i>	<b>EI2</b> <i>échantillon</i>	<b>2.80</b>	à	<b>3.60</b>
description lithologique limon sablo-argileux brun		3.00	3.10	<i>profondeurs (m)</i>
<i>Nom opérateur</i>	L BOYER	<i>Date prélèvement</i>	25/11/2019	<i>Date essai</i>
				28/11/2019

**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT**

Norme NFP-94-071-1

<b>COMMENTAIRES</b>	<b>caractéristiques éprouvette</b>	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0.024
		$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	mesuré estimé

**IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL**

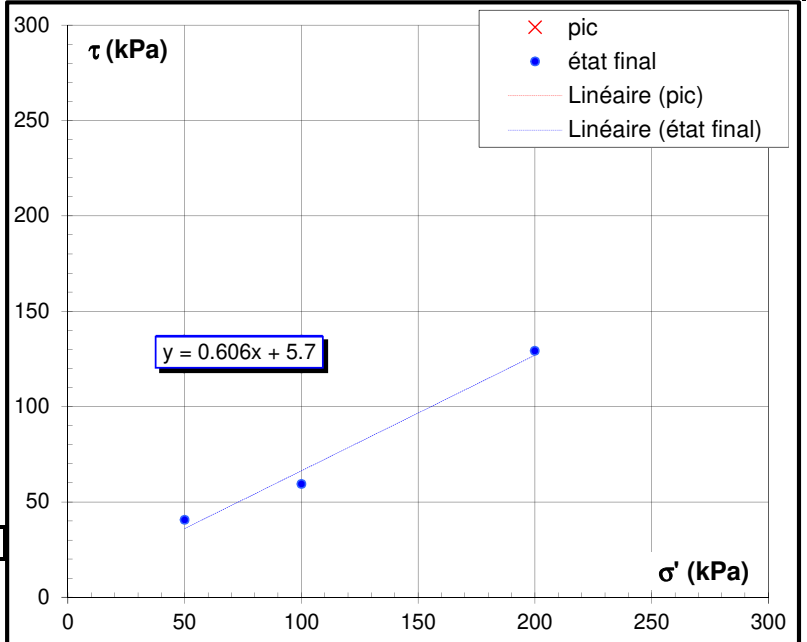
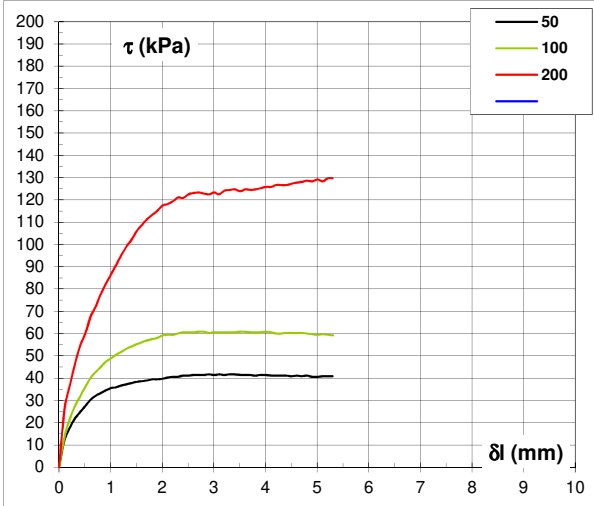
**PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT**

n° éprouvette	avant essai					après consolidation			après cisaillement				
	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_d$ kg/m <sup>3</sup>	w %	e	S <sub>R</sub>	$\rho_d$ kg/m <sup>3</sup>	t <sub>100</sub> min	w %	$\sigma'$ kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
1	2060	1789	15.1	0.509	80.3	1815	1.4	16.6	50			40.6	5
2	2075	1790	15.9	0.508	84.5	1837	1.4	17.5	100			59.4	5
3	2058	1757	17.2	0.537	86.3	1881	1.2	17.2	200			129.2	5
4													

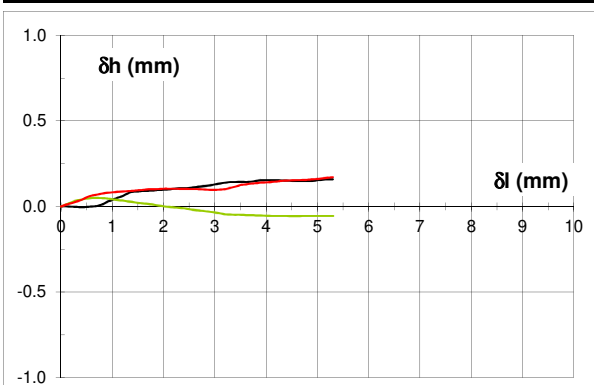
**GRAPHIQUES**

contrainte de cisaillement - déplacement horizontal

résistance au cisaillement - contrainte normale



tassement - déplacement horizontal



**RESULTATS**

cohésion c' (kPa)		angle de frottement $\phi'$ (°)	
<i>pic c'p</i>	<i>état final c'f</i>	<i>pic <math>\phi'p</math></i>	<i>état final <math>\phi'f</math></i>
	<b>6</b>		<b>31</b>

CHANTIER

PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL



LIEU  
CLIENT  
N° DOSSIER

13 - MARSEILLE 16  
KAUFMAN & BROAD  
19MG0572Aa

<b>SC2</b> <i>sondage</i>	<b>EI3</b> <i>échantillon</i>	<b>4.20</b>	à	<b>4.85</b>
description lithologique Argile limono-sableuse gris marron		4.45	4.55	<i>profondeurs (m)</i>
<i>Nom opérateur</i>	L BOYER	<i>Date prélèvement</i>	25/11/2019	<i>Date essai</i> 28/11/2019

**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT**

Norme NFP-94-071-1

<b>COMMENTAIRES</b>	<b>caractéristique s éprouvette</b>	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0.024
		$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	mesuré estimé 2700

**IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL**

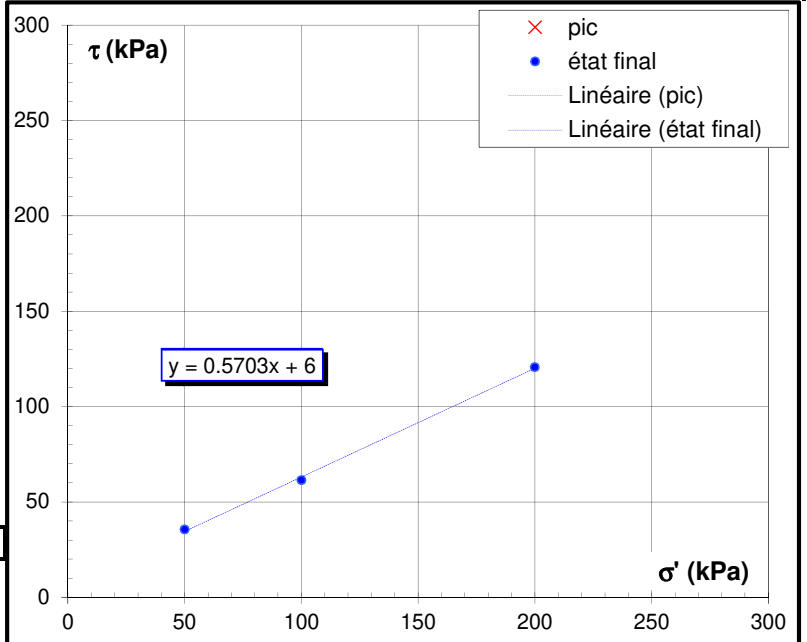
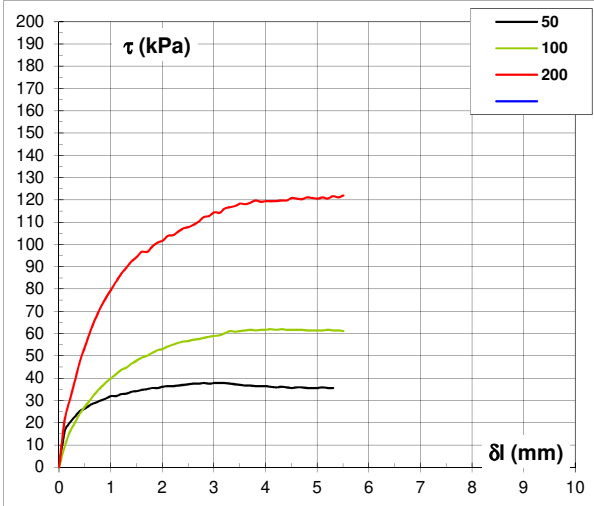
**PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT**

n° éprouvette	avant essai					après consolidation			après cisaillement				
	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_d$ kg/m <sup>3</sup>	w %	e	S <sub>R</sub>	$\rho_d$ kg/m <sup>3</sup>	t <sub>100</sub> min	w %	$\sigma'$ kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
1	1876	1490	25.9	0.812	86.2	1527	2.6	25.7	50			35.6	5
2	1879	1499	25.4	0.802	85.5	1561	4.8	24.9	100			61.4	5
3	1879	1499	25.4	0.802	85.5	1590	4	23.4	200			120.6	5
4													

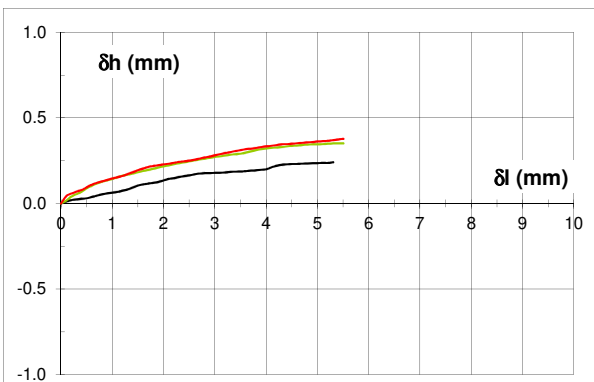
**GRAPHIQUES**

contrainte de cisaillement - déplacement horizontal

résistance au cisaillement - contrainte normale




tassement - déplacement horizontal



**RESULTATS**

cohésion c' (kPa)		angle de frottement $\phi'$ (°)	
<i>pic c' p</i>	<i>état final c' f</i>	<i>pic <math>\phi'</math> p</i>	<i>état final <math>\phi'</math> f</i>
	<b>6</b>		<b>30</b>

CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>		
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>		
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>		
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>		



<b>SC2</b> <i>sondage</i>	<b>EI4</b> <i>échantillon</i>	<b>4.85</b>	à	<b>5.50</b>
<b>description lithologique</b> Argile limono-sableuse gris marron		5.20	5.35	
<i>Date prélèvement</i>		25/11/2019		

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX**  
*Norme NFP-94-050*

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	<b>S THIEBAUT</b>	date essai	28/11/2019
-----------	-------------------	------------	------------

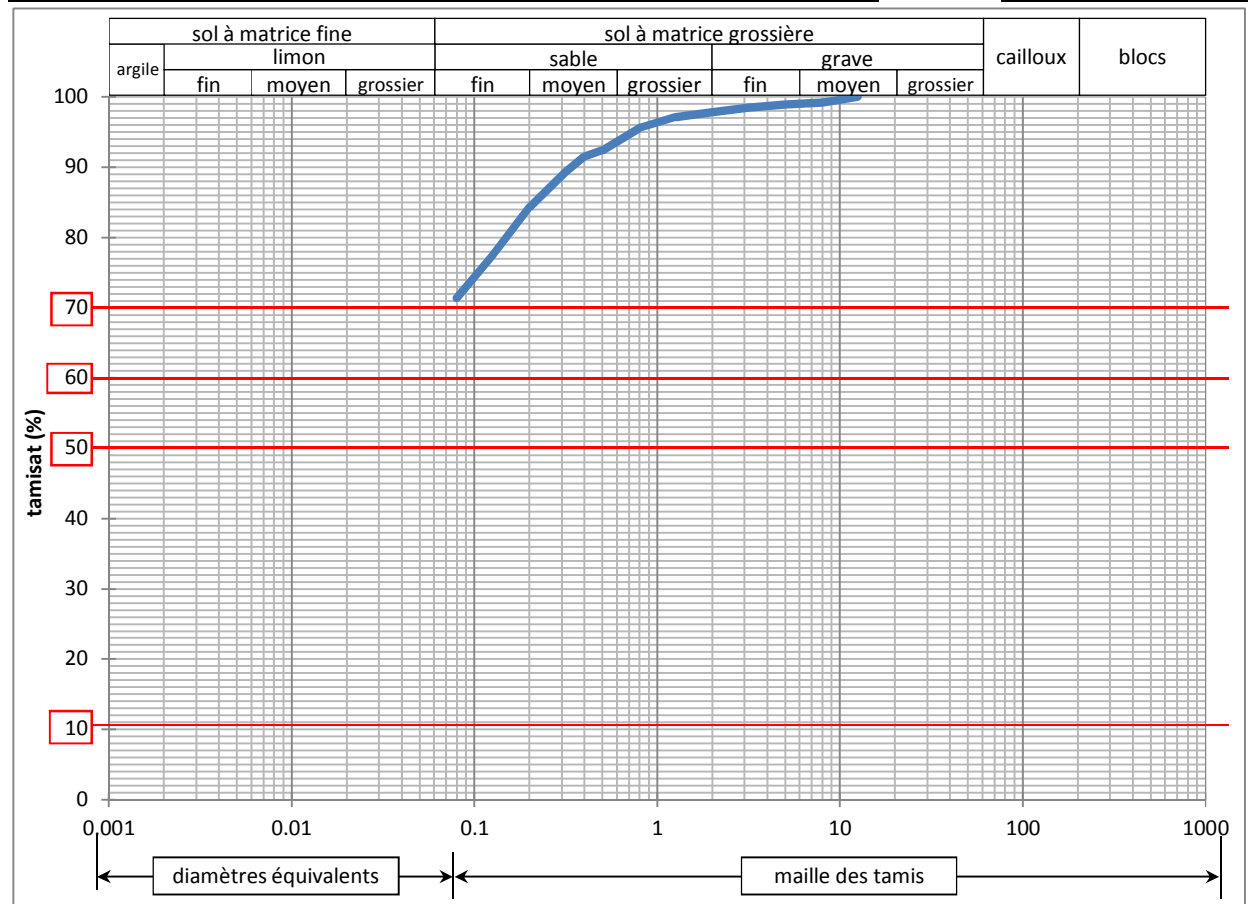
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m <sub>2</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>3</sub>	masse de la tare (g) m <sub>1</sub>		masse totale humide (g) m <sub>2</sub>	masse totale sèche (g) m <sub>3</sub>	masse de la tare (g) m <sub>1</sub>
626	2789.1	2456.9	625.6				
<b>teneur en eau (%)</b> <b>w</b>				<u>COMMENTAIRES</u>			
<b>moyenne</b>	<b>essai 1</b>	<b>essai 2</b>					
<b>18.1</b>	18.1						

CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>		
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>		
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>		
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>		
<b>SC2</b> sondage	<b>EI4</b> échantillon	<b>4.85</b>	à <b>5.50</b> profondeurs (m)
description lithologique Argile limono-sableuse gris marron			
Date prélèvement		25/11/2019	

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE**  
Norme NFP-94-056



Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	03/12/2019
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

$w_{nat}$	18.1%	NFP 94-050	$D_{max}$	0.747 mm	classification NFP 11-300	
$w_L$		NFP 94-052 & NFP 94-051	$D_{70}$			
$I_p$			$D_{60}$		A2	
$VB_s$	2.8	NFP 94-068	$D_{50}$			
passant à 2mm	97.9%		$D_{15}$		classe/sous classe état hydrique	
passant à 80 µm	71.4%		$D_{10}$			
					$d_m$ (mm)	12.5



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20		0.8	95.56				
80		12.5	100.00	0.5	92.41				
63		8	99.25	0.4	91.45				
50		5	98.91	0.315	89.30				
40		3.15	98.50	0.2	84.27				
31.5		2	97.88	0.125	77.37				
25		1.25	97.16	0.08	71.38				



CHANTIER	<b>PROJET 480 CHEMIN DU LITTORAL</b>		
LIEU	<b>13 - MARSEILLE 16</b>		
CLIENT	<b>KAUFMAN &amp; BROAD</b>		
N° DOSSIER	<b>19MG0572Aa</b>		
<b>SC2</b> <i>sondage</i>	<b>EI4</b> <i>échantillon</i>	<b>4.85</b>	à <b>5.50</b> <i>profondeurs (m)</i>
<b>description lithologique</b> Argile limono-sableuse gris marron			
<i>Date prélèvement</i>		25/11/2019	
<b>ESSAI AU BLEU DE METHYLENE</b> <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	<b>D CHASSOILLER</b>	date essai	04/12/2019
-----------	----------------------	------------	------------

$w_{nat}$	<b>18.1%</b>	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	<b>V.B.S.</b>  <b>2.8</b>
40.376	98.91	115	

Remarque
----------