

EUROMEDITERRANEE

## Groupe scolaire Ruffi

*Marseille (13)*

Étude géotechnique préalable (G1)

Phase Principes Généraux de Construction (G1 PGC)

Dossier : CAI2.G.148

Décembre 2016



Agence d'Aix-en-Provence • Les Hauts de la Duranne, 370, rue René Descartes, 13857 AIX EN PROVENCE  
Tél. 33 (0) 4 42 99 27 00 • Fax 33 (0) 4 42 99 27 35 • Email : [cebtp.aix@groupe-cebtp.com](mailto:cebtp.aix@groupe-cebtp.com)



*EUROMEDITERRANEE*

**GROUPE SCOLAIRE RUFFI**

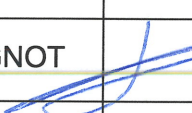
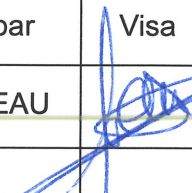
MARSEILLE (13)

**RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1) – phase PGC**

Dossier : CAI2.G.148

Réf. rapport : CAI2.G.148\_01

Contrat : CAI2.G.0540 du 04/11/2016

Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	09/12/16	S. DAIGNOT		D. MOREAU		21 pages 3 annexes	
2							

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

## Sommaire

<b>1. Plans de situation .....</b>	<b>5</b>
1.1. Extrait de carte IGN .....	5
1.2. Image aérienne .....	5
<b>2. Contexte de l'étude.....</b>	<b>6</b>
2.1. Données générales .....	6
2.1.1. Généralités .....	6
2.1.2. Documents communiqués .....	6
2.2. Description du site .....	6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants .....	6
2.2.1. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique .....	6
2.3. Caractéristiques de l'étude préliminaire.....	8
2.3.1. Description de l'ouvrage .....	8
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas .....	8
2.4. Mission Ginger CEBTP .....	9
<b>3. Investigations géotechniques.....</b>	<b>10</b>
3.1. Préambule .....	10
3.2. Implantation et nivellement.....	10
3.3. Sondages, essais et mesures in situ .....	10
<b>4. Synthèse des investigations .....</b>	<b>12</b>
4.1. Modèle géologique général.....	12
4.1.1. Lithologie .....	12
4.1.2. Caractéristiques géo-mécaniques .....	13
4.2. Contexte hydrogéologique général .....	13
4.3. Risques naturels.....	14
4.3.1. Risque sismique – données parasismiques réglementaires.....	14
4.3.2. Liquéfaction.....	14
<b>5. Principes généraux de construction .....</b>	<b>15</b>
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	15
5.2. Adaptations générales .....	15
5.2.1. Réalisation des terrassements.....	16
5.2.2. Amélioration de sol .....	16

---

<b>5.3. Fondation de la structure .....</b>	<b>17</b>
5.3.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées sur sol amélioré .....	17
5.3.2. Fondations superficielles par radier général sur sol amélioré .....	18
5.3.3. Fondations profondes par pieux .....	19
<b>5.4. Niveau-bas - dallage .....</b>	<b>20</b>
<b>5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau .....</b>	<b>20</b>
<b>5.6. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique.....</b>	<b>20</b>
<b>6. Observations majeures .....</b>	<b>21</b>

## ANNEXES

**ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

**ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

**ANNEXE 3 – SONDAGES DESTRUCTIFS**



---

## 2. Contexte de l'étude

### 2.1. Données générales

#### 2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Groupe scolaire Ruffi

Localisation / adresse : Rue de Ruffi

Commune : MARSEILLE (13002)

Demandeur de la mission et client : EUROMEDITERRANEE

#### 2.1.2. Documents communiqués

Les documents qui nous ont été communiqués et ont été utilisés dans le cadre de ce rapport sont les suivants :

- Plan de division à l'échelle 1/500, référencé MA115021-54 et édité le 26 septembre 2016 ;
- Rapport sur un diagnostic de pollution, réalisé par ERG environnement, édité en juillet 2016 et référencé 16MES157/Aa/ENV/AP/VT/VPROV1.

## 2.2. Description du site

### 2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

A la date des investigations (29 novembre au 5 décembre 2016), le terrain était vierge de toute construction et recouvert de remblai de démolition. La parcelle est bordée sur ses pourtours par des voiries (rue de Ruffi à l'Ouest, rue Urbain V au Sud, Avenue Roger Salengro à l'Est et boulevard d'Anthoine au Nord).

Le site concerné par les investigations est relativement plat. Sa cote altimétrique moyenne est d'environ 4 mètres NGF.

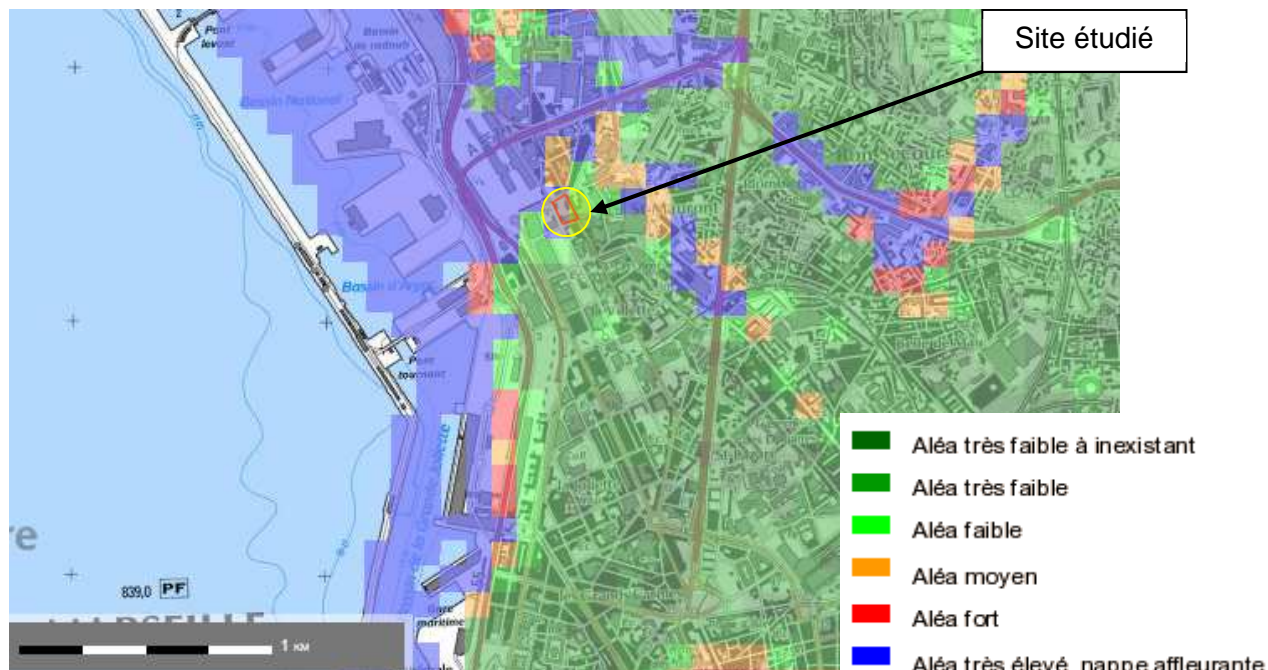
### 1.2.1. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

D'après notre expérience locale et la carte géologique de AUBAGNE-MARSEILLE à l'échelle 1/50000<sup>e</sup>, le site serait constitué d'alluvions récentes (graviers fluviatiles) recouvert potentiellement de remblais, en couverture du substratum Stampien.

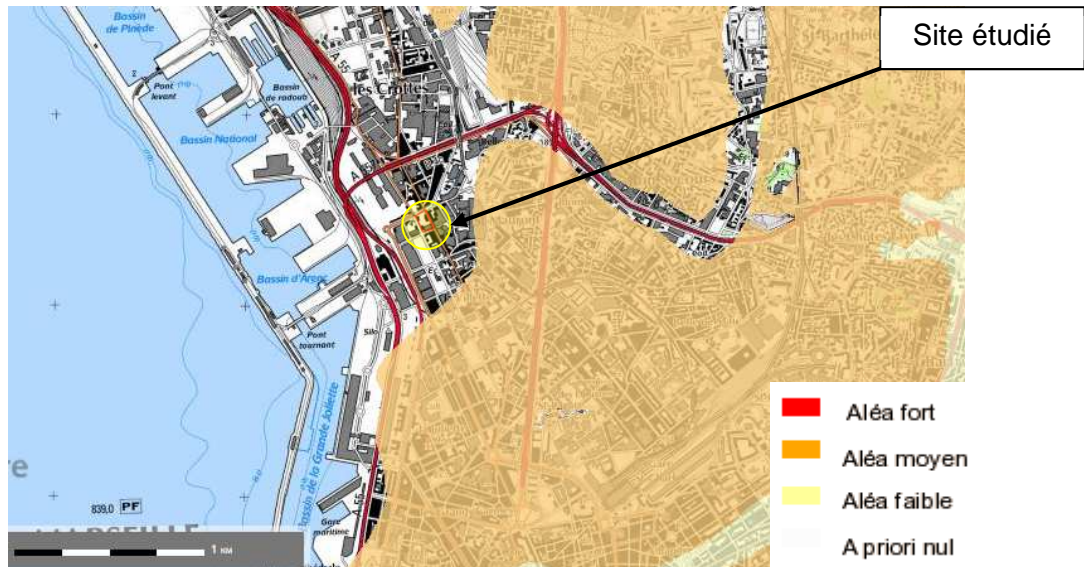


Les cartes d'aléas (inondation, sismicité, retrait/ gonflement) donnent les informations suivantes :

- Inondabilité par remontée de nappe ([www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr)) : sensibilité très élevée, avec une nappe potentiellement sub-affleurante ;



- Aléa vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement ([www.argiles.fr](http://www.argiles.fr)) : aléa à priori nul ;



- Sismicité ([www.prim.net](http://www.prim.net)) : zone de sismicité 2 : faible.

## 2.3. Caractéristiques de l'étude préliminaire

### 2.3.1. Description de l'ouvrage

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, le projet consiste en la réalisation d'une école maternelle en R+1 et d'une école primaire en R+2. L'emprise au sol du projet sera d'environ 2600 m<sup>2</sup>.

### 2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage.



---

## 2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat accepté n° CAI2.G.0540 du 4 novembre 2016.

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC).

La mission comprend, conformément au contrat, les prestations suivantes :

- La définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifique, sa réalisation, son suivi technique et l'exploitation des résultats,
- Donner une première approche de la zone d'influence géotechnique (ZIG), horizons porteurs potentiels,
- Donner certains principes généraux de construction envisageables (fondations, terrassements).

### 3. Investigations geotechniques

#### 3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par le client.  
Ces investigations ont toutes été réalisées.

#### 3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2.  
Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet.  
L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel (TN) au moment des investigations.

#### 3.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. m/TN
<b>Sondage destructif</b> avec enregistrement des paramètres en continu	4	SP1	13.0
		SP2	12.6
		SP3	12.6
		SP4	12.6
<b>Exécution d'essais pressiométriques.</b> Norme NF P94-110-1	36		

Les coupes des sondages présentées en annexes 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages destructifs :**
  - coupe approximative des sols\*,
  - diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
    - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
    - P.O. : pression sur l'outil (bars),
    - P.I. : pression d'injection (bars),
    - C.R. : couple de rotation (bars).

- 
- **Essais pressiométriques :**
    - Module pressiométrique :  $E_M$  (MPa),
    - Pression limite nette :  $p_i^*$  (MPa),
    - Pression de fluage nette  $p_f^*$  (MPa),
    - Rapport  $E_M/p_i^*$ .

\* l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc. Par ailleurs, les forages de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau, les niveaux d'eau naturels ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés.

## 4. Synthèse des investigations

### 4.1. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2.

#### 4.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

##### **Horizon H1 // Remblais**

Commentaire : Il s'agit de remblais contenant des blocs avec une matrice sableuse, argileuse ou limoneuse, de teinte gris/marron/noir.

A noter que la différence entre les remblais et le terrain naturel est difficilement distinguable, notamment au droit de sondages pressiométriques, compte tenu de la nature des remblais. En effet, ils proviennent de déblais avoisinants.

Epaisseur : 1.0 à 3.4 m/TN.

##### **Horizon H2 // Alluvions fluviales**

Commentaire : Il s'agit de limons graveleux recouvrant des dépôts argilo-sableux puis des sables fins pouvant contenir des graviers.

Profondeur : La base de cette formation n'a pas été reconnue au droit des sondages réalisés.

Les profondeurs du toit des différents horizons et au droit des sondages sont reportées dans le tableau suivant :

Sondages	Toit de l'Horizon H2	Arrêt (A) / refus (R) des sondages	
	Alluvions fluviales	m/TN	
	m/TN	m/TN	
SP1	3.4	13.09	A
SP2	1.9	12.59	A
SP3	1.0	12.65	A
SP4	1.0	12.56	A

Remarques :

Compte tenu de notre connaissance du secteur et de sondages réalisés sur les parcelles voisines :

- Le substratum Stampien (conglomérats, grès, marnes) devrait être situé entre 15 et 20 m de profondeur ;
- Des passées vasardes peuvent être observées dans l'horizon H2.

#### 4.1.2. Caractéristiques géo-mécaniques

Horizon / type de sol	Pf* (MPa)		PI* (MPa)		E <sub>M</sub> (MPa)		α
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
H1 – Remblais	5 essais						2/3
	0.2	1.33	0.33	2.56	4.4	34.5	
	VR : 0.2		VR : 0.3		VR : 9.0		
H2 – Alluvions fluviales	29 essais						2/3
	0.07	1.39	0.14	2.56	1.1	48.7	
	VR : 0.3		VR : 0.4		VR : 8.0		

pl\* = Pression limite nette E<sub>M</sub> = module pressiométrique α = coefficient rhéologique VR : Valeur retenue

Remarque :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;

## 4.2. Contexte hydrogéologique général

L'étude de l'hydrogéologie du site sort du cadre de la présente mission.

Des niveaux d'eau non-stabilisés ont été mesurés à une profondeur comprise entre 4.5 et 4.9 m au moment des investigations. Ces niveaux ont été influencés par la méthode de foration à l'eau.

Néanmoins, compte tenu de la présence du ruisseau des Aygalades à proximité du site et d'après les informations du BRGM (risque d'inondation par remontée de nappe très élevé), la présence d'une nappe à faible profondeur est fortement probable. Seul un suivi piézométrique sur une longue période permettrait de le confirmer et de suivre ses fluctuations.

Par ailleurs, en fonction des saisons et des intempéries, il peut exister des circulations d'eau anarchiques ou ponctuelles qui n'ont pas été détectées par les sondages, notamment au sein de l'horizon H2 (sables, graves), par nature perméable.

### 4.3. Risques naturels

#### 4.3.1. Risque sismique – données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	2 : Faible
Type de sol	D
Catégorie d'importance	III, à confirmer par le Maître d'Ouvrage
Accélération du sol $a_{gr}$	0.7
Coefficient d'importance $\gamma_I$	1.2
Paramètre de sol S	1.6

#### 4.3.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 2 (faible), l'étude de la liquéfaction des sols n'est pas requise d'après l'EUROCODE 8.

---

## 5. Principes généraux de construction

### 5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

#### Contraintes géotechniques et risques identifiés

- Contexte géotechnique homogène, composé de remblais surmontant des alluvions fluviales à faibles caractéristiques mécaniques.
- La présence de tourbes/vases reste à confirmer.
- Le substratum Stampien n'a pas été atteint en fin de sondages.

#### Caractéristiques du projet

- Le projet prévoit la réalisation d'un bâtiment en R+1 (école maternelle) et un bâtiment en R+2 (école primaire), sans niveau de sous-sol.

Compte tenu des points précédents :

- Un mode de fondations superficielles **doit être exclu** sinon il conviendra de réaliser un traitement des sols par injection rigides.
- La réalisation de fondations profondes dans le substratum Stampien doit être envisagée.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

### 5.2. Adaptations générales

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

### 5.2.1. Réalisation des terrassements

Pour insérer le projet dans le site, il est prévu un simple décapage de surface.

#### 5.2.1.1. Traficabilité en phase chantier

L'étude de traficabilité en phase chantier ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

#### 5.2.1.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant l'horizon H1 ou H2 ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

#### 5.2.1.3. Drainage en phase chantier

L'étude du drainage en phase chantier ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

### 5.2.2. Amélioration de sol

Les techniques d'amélioration des sols permettent essentiellement la réduction de la déformabilité globale des sols et, conjointement, de diminuer l'amplitude des tassements prévisibles sous l'influence des charges induites par le projet.

Ces traitements préalables des sols permettent de limiter le recours à des fondations profondes.

La réalisation de colonnes ballastées doit être exclue compte tenu de la possibilité de vases ou de tourbes en profondeur.

La technique d'amélioration envisageable serait la mise en œuvre d'inclusions rigides. Si cette option est choisie par le Maître d'Ouvrage, la réalisation d'un radier sera privilégiée à des semelles isolées ou filantes, afin de répartir les charges de façon homogène.



---

- **Inclusions rigides**

On peut admettre, en première approche, la réalisation d'inclusions descendues dans le substratum Stampien dont le toit n'a pas été reconnu.

Cette solution sera envisageable si le toit du substratum Stampien est atteint entre 12 et 18 m de profondeur. Au-delà, des adaptations de matériel rendent cette technique plus délicate à la mise en œuvre.

La solution définitive doit faire l'objet d'une note de calcul de l'entreprise en fonction des moyens d'exécutions mis en œuvre dont dépendent les caractéristiques des inclusions.

Il conviendra de réaliser un matelas de répartition dont l'épaisseur sera définie dans la phase projet. A titre indicatif, cette épaisseur ne devra pas être inférieure à 80 cm. Notons que la plateforme de travail peut servir par la suite sous réserve qu'elle ne soit pas polluée et uniquement après recomptage du matelas de répartition.

### 5.3. Fondation de la structure

Compte tenu des éléments précédents, les systèmes de fondations suivants sont envisageables :

- Superficielles par semelles filantes/isolées ou par radier si une amélioration de sol est envisagée,
- Profondes par pieux ancrés dans le substratum Stampien.

#### 5.3.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées sur sol amélioré

Les semelles devront être ancrées de 0.3 m minimum dans le sol intercalaire (matelas de répartition) mis en œuvre lors de l'amélioration de sol.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0.5 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (cf. Norme NF P 94-261).

Des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2.

---

> Dispositions constructives :

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.5 m pour des semelles continues et de 0.7 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards) ;
- la présence de sols compressibles conduit à prévoir des joints complets rapprochés en cas de bâtiment allongé et à chaque aile de bâtiment.
- dans les mêmes conditions, le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels ;
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;
- dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

### **5.3.2. Fondations superficielles par radier général sur sol amélioré**

Le radier devra être ancré de 0.2 m minimum dans le sol intercalaire (matelas de répartition) mis en œuvre lors de l'amélioration de sol.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0.5 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (cf. Norme NF P 94-261).

> Dispositions constructives :

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- mise en place recommandée d'une bêche périphérique coulée à pleine fouille afin de limiter un éventuel glissement horizontal du radier et de respecter la garde de gelée ;

- la présence de sols compressibles conduit à prévoir des joints complets rapprochés en cas de bâtiment allongé et à chaque aile de bâtiment.
- les points durs (anciennes maçonneries, blocs rocheux, affleurements, etc...) seront, selon le cas (visite de chantier par un géotechnicien nécessaire), éliminés, pontés ou décaissés de façon à permettre une intercalation de matelas sableux mono-granulaire d'au moins 40 cm d'épaisseur entre la sous face du radier et le point dur.

### 5.3.3. Fondations profondes par pieux

#### 5.3.3.1. Généralités

Les pieux devront être ancrés dans le substratum Stampien, dont la présence est à confirmer par des essais complémentaires dans une mission de conception G2.

L'ancrage devra être de 1.5m au minimum, tout en respectant les conditions d'ancrage de la Norme NF P 94-262.

#### 5.3.3.2. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- l'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.
- Conformément aux prescriptions de la norme NF P94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. Ginger CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans le substratum Stampien dans le cadre d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G3 ou G4 que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser,
- de curer soigneusement la base des pieux avant coulage du béton, ce dernier devant absolument être coulé dans la foulée,
- d'armer impérativement les pieux sur toute la hauteur s'ils doivent être soumis à des efforts horizontaux et/ou des moments (NF P 94-262 §12.2.1).

---

## 5.4. Niveau-bas - dallage

Le caractère compressible des sols sur une épaisseur importante conduit à recommander un traitement du niveau bas en plancher porté sur vide sanitaire ou en dalle portée par les fondations.

## 5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

On veillera à ce qu'aucune accumulation d'eau ne se produise au droit des façades des bâtiments. On pourra prévoir à cet effet une forme de pente vers l'extérieur, ou bien un système de récupération des eaux relié à un exutoire adapté et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés.

Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

## 5.6. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Disposition générales à respecter :

- système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques ;
- éviter les fondations isolées en prévoyant un réseau bidirectionnel de longrines ;
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol ;
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage ;
- éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite) ;
- prévoir tous éléments raidisseurs dans la structure, tels que chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter.

---

## 6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique préalable (G1) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, les différentes phases d'étude de conception (G2) devront être envisagées (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- prédimensionner les fondations en fonction des descentes des charges attendues,
- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

Cette étude de projet devra permettre, entre autres, de lever les aléas et incertitudes suivants :

- Détermination du toit du substratum Stampien ;
- Vérification de la présence de vases ou de tourbes ;
- Présence d'une nappe à faible profondeur.

Les moyens à envisager pour l'étude de projet sont, par exemple :

- Batterie d'essais au pénétromètre statique ;
- Sondage carotté et réalisation d'essais en laboratoire poursuivi en sondage pressiométrique dans le substratum ;
- Pose d'un piézomètre et suivi des fluctuations de la nappe.

## **ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<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 PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>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></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>



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

<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>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></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li><li>— 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).</li><li>— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li></ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li><li>— 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).</li><li>— 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)</li></ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>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></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— 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.</li></ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— 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).</li><li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li></ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li><li>— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.</li><li>— 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).</li></ul>
---

## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***

CAI2.G.148

GROUPE SCOLAIRE RUFFI  
COMMUNE DE MARSEILLE (13)



LEGENDE

● Sondages pressiométriques (SP)

### ***ANNEXE 3 – SONDAGES DESTRUCTIFS***

- Coupes des sondages destructifs,
- Courbes pressiométriques éventuelles ( $p_r$  et  $E_M$ ),
- Diagrammes des enregistrements de paramètres.

Chantier : **Groupe scolaire Ruffi**  
Dossier : **CAI2.G.148**

Client : **EUROMEDITERRANEE**

X : **5°22'7.67"E**

Date début de forage : **29/11/2016**

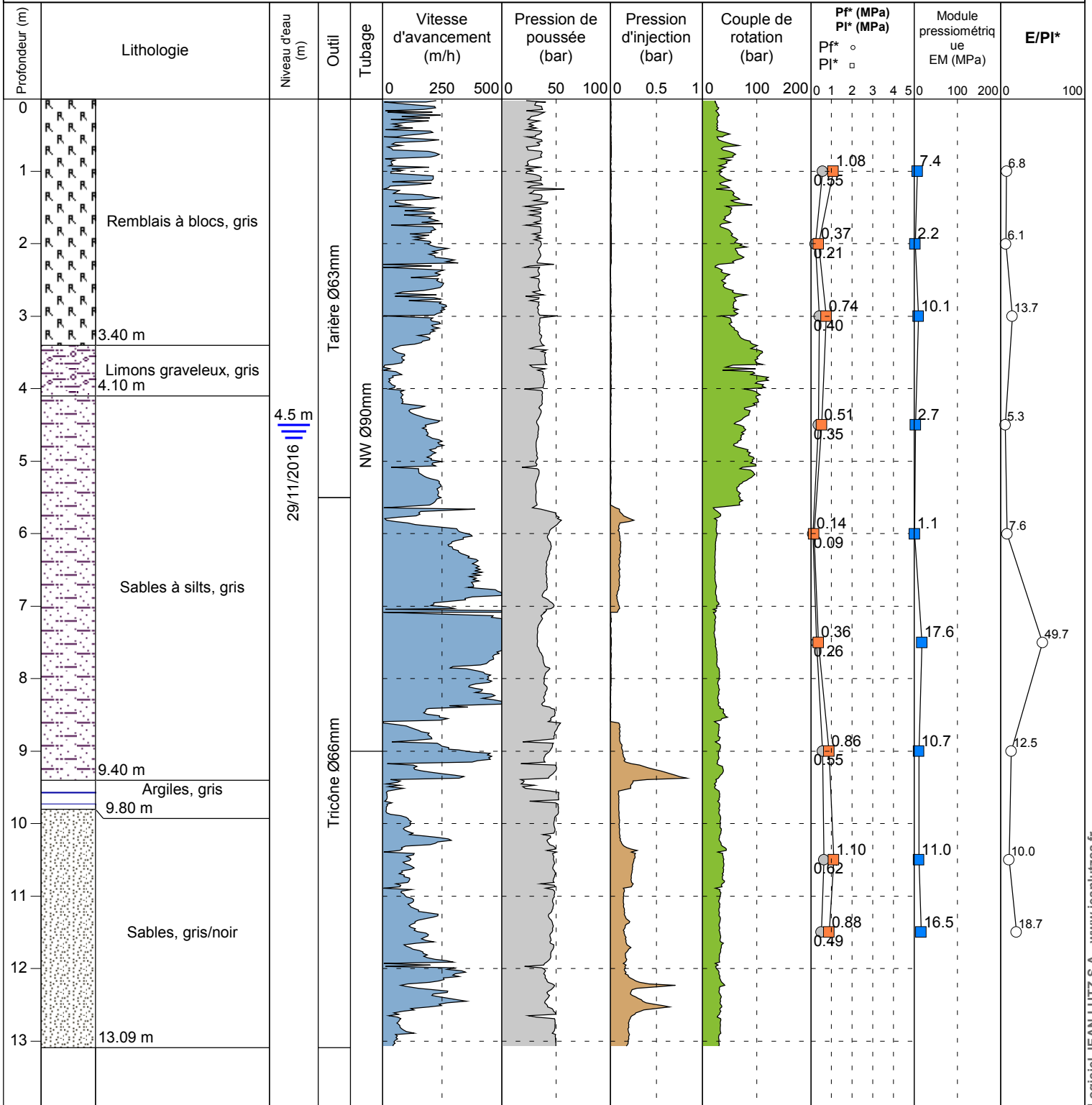
Echelle : **1/75**

Y : **43°18'57.88"N**

Date fin de forage : **29/11/2016**

Z : **3.8 NGF**

Profondeur de fin : **13.09m**



Observation :

EXGTE 3.20/LB2EPF576FR

Chantier : **Groupe scolaire Ruffi**  
Dossier : **CAI2.G.148**

Client : **EUROMEDITERRANEE**

X : **5°22'9.14"E**

Date début de forage : **30/11/2016**

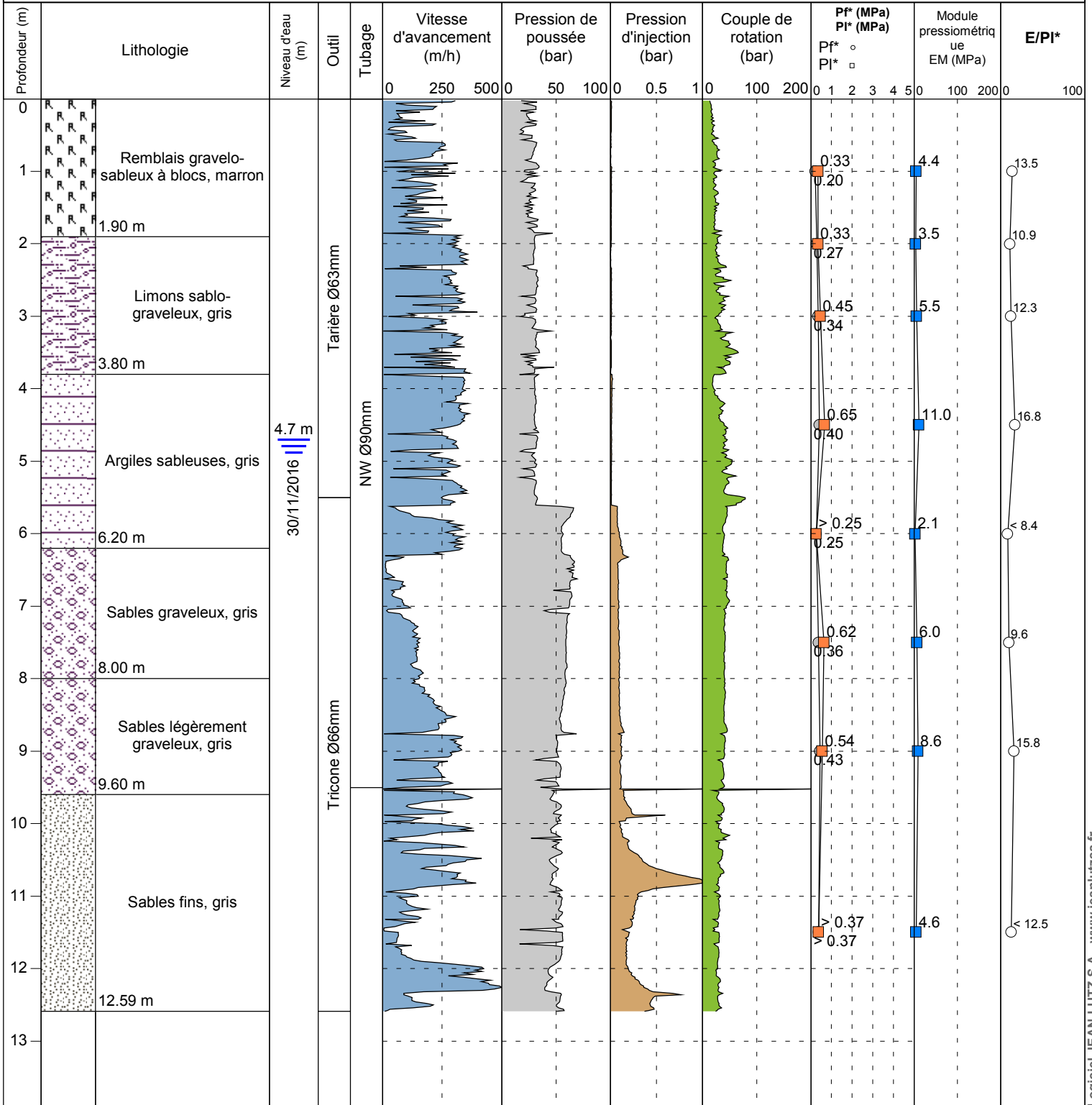
Echelle : **1/75**

Y : **43°18'58.19"N**

Date fin de forage : **30/11/2016**

Z : **3.0 NGF**

Profondeur de fin : **12.59m**



Observation :

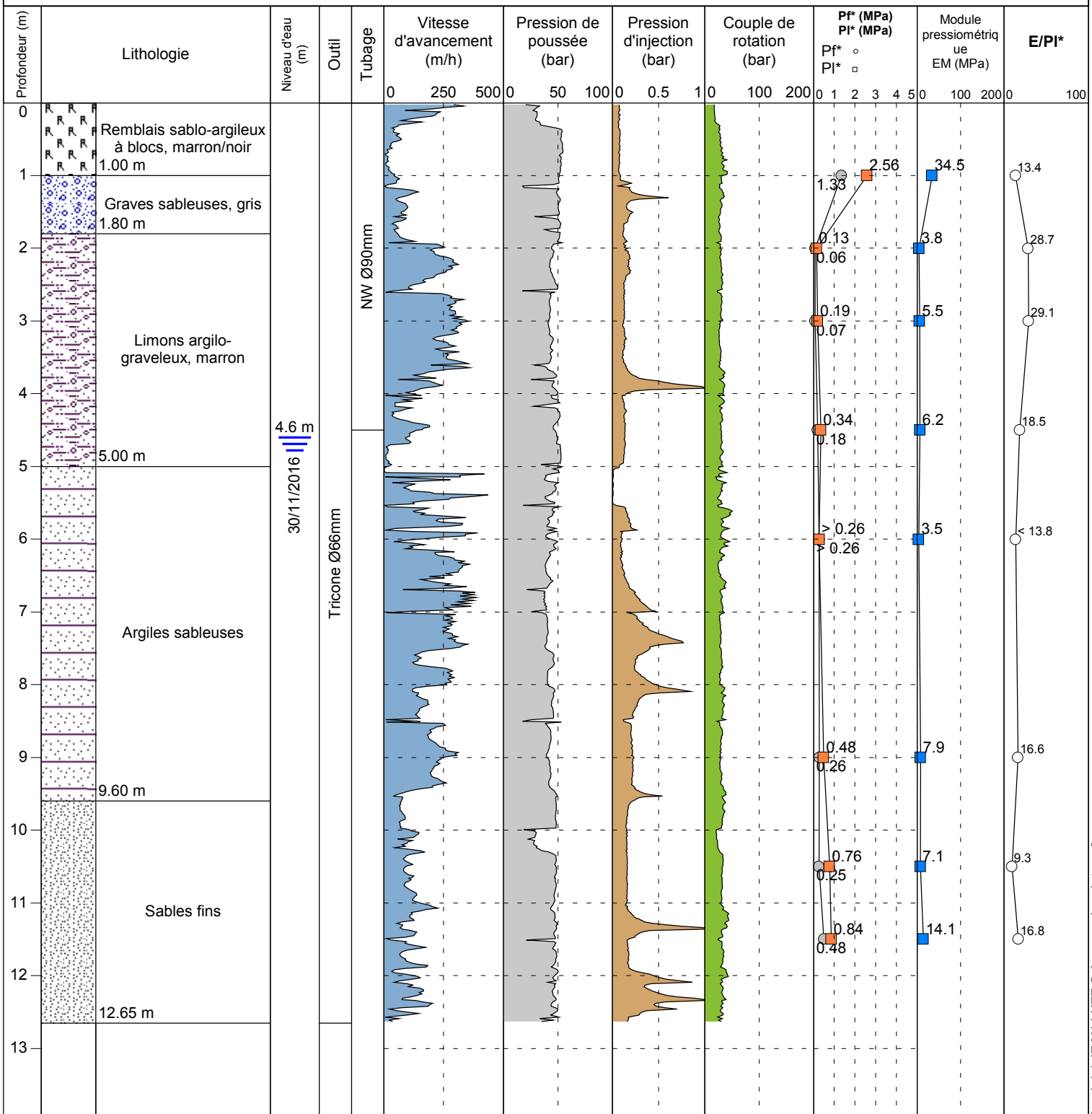
EXGTE 3.20/LB2EPF576FR

Chantier : **Groupe scolaire Ruffi**  
Dossier : **CAI2.G.148**

Client : **EUROMEDITERRANEE**  
Echelle : **1/75**

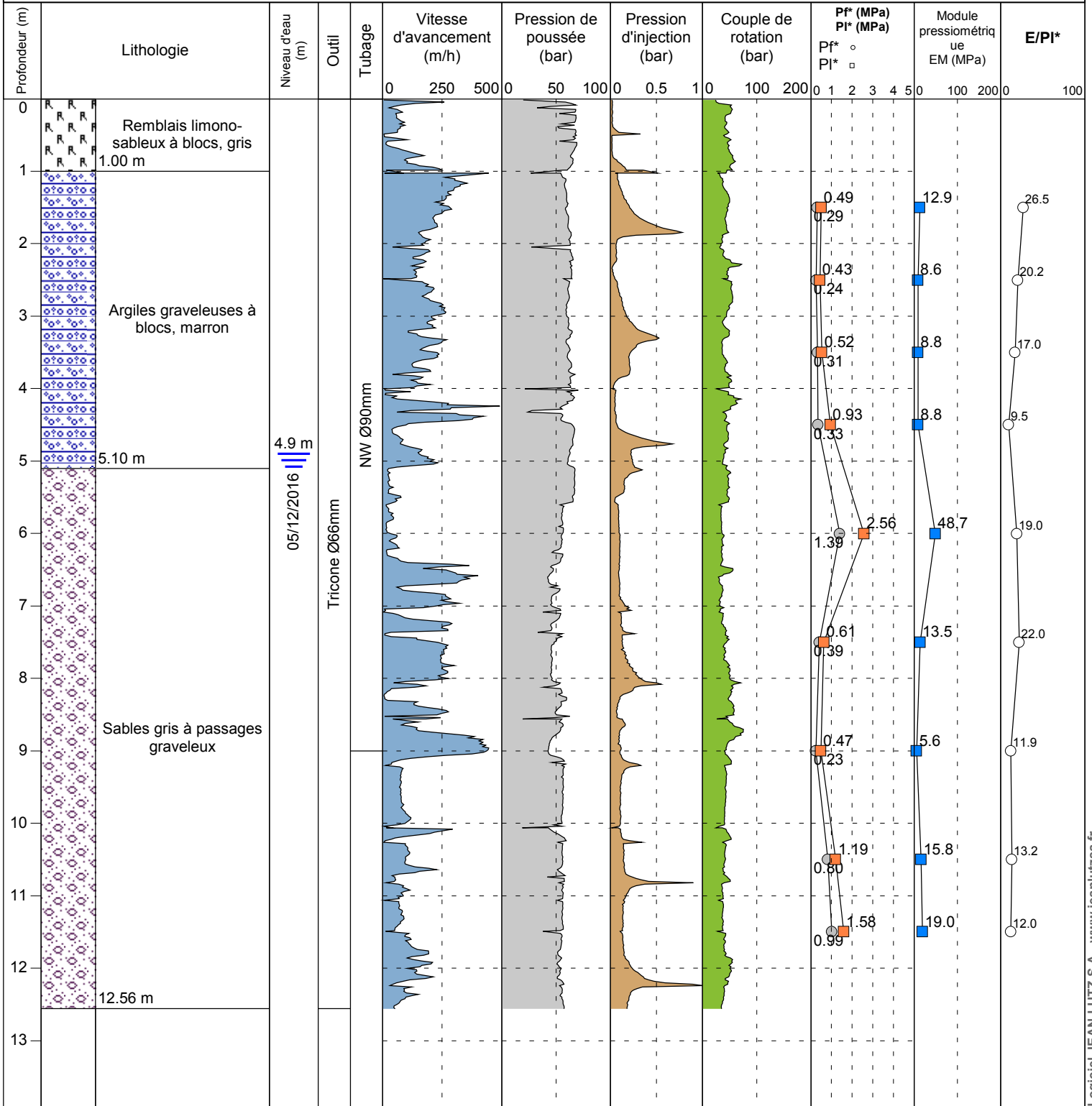
X : **5°22'10.09"E**  
Y : **43°18'57.23"N**  
Z : **4.0 NGF**

Date début de forage : **01/12/2016**  
Date fin de forage : **01/12/2016**  
Profondeur de fin : **12.65m**



Observation :

EXGTE 3.20/LB2EPF576FR



Observation :

EXGTE 3.20/LB2EPF576FR



## CONTACT

### **Agence d'Aix-en-Provence**

Les Hauts de la Duranne, 370, rue René  
Descartes, 13857 AIX EN PROVENCE

Tél. : +33 (0) 4 42 99 27 00

Fax. : +33 (0) 4 42 99 27 35

[www.groupe-cebtp.com](http://www.groupe-cebtp.com)