

# ETUDE DE SOL

## MISSION GEOTECHNIQUE G2 AVP

Construction d'une école intercommunale  
Rue du 19 mars 1962

POULDREUZIC (29)



*Dossier n° 2900636 - Janvier 2015*

**Commune de Pouldreuzic**  
**6, rue de la Mairie**  
**29710 POULDREUZIC**

## SOMMAIRE

1.	PRÉSENTATION .....	3
1.1.	Description du projet et du site .....	3
1.2.	Contexte géologique .....	4
1.3.	Contexte hydrogéologique.....	4
1.4.	Contexte sismique .....	4
1.5.	Données d'entrée .....	4
2.	MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE .....	5
2.1.	Mission.....	5
2.2.	Programme.....	5
2.3.	Consistance des investigations .....	6
3.	RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS.....	6
3.1.	Nivellement .....	6
3.2.	Géologie .....	6
3.3.	Hydrogéologie .....	7
3.4.	Géo-mécanique .....	7
3.5.	Sismicité et liquéfaction des sols .....	8
3.5.1.	<i>Catégories de bâtiments</i> .....	8
3.5.2.	<i>Exigences sur le bâti-neuf</i> .....	8
3.5.3.	<i>Classes de sols selon l'Eurocode 8</i> .....	9
3.5.4.	<i>Liquéfaction des sols</i> .....	10
3.6.	Composante anthropique .....	10
4.	ETUDE GEOTECHNIQUE – BATIMENTS .....	11
4.1.	Type de fondation envisageable .....	11
4.1.1.	<i>Contrainte de calcul</i> .....	12
4.1.2.	<i>Évaluation des tassements</i> .....	12
4.1.3.	<i>Dispositions constructives</i> .....	13
4.1.4.	<i>Sujétions d'exécution</i> .....	13
4.2.	Dallage .....	13
4.2.1.	<i>Préparation de la plate-forme</i> .....	13
4.2.2.	<i>Mise en œuvre de la couche de forme</i> .....	14
4.2.3.	<i>Dispositions constructives</i> .....	14
4.2.4.	<i>Paramètres de dimensionnement</i> .....	14
4.2.5.	<i>Essais de contrôle à la plaque</i> .....	14
5.	TERRASSEMENT GENERAUX .....	15
5.1.	Rappel.....	15

5.2.	Moyens d'extraction .....	15
5.3.	Eau et drainage .....	15
5.3.1.	Phase travaux .....	15
5.3.2.	Phase définitive .....	15
CONDITIONS PARTICULIERES.....		17

**ANNEXES :**

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500

Annexe 2 : Implantation des sondages (1 page)

Annexe 3 : Résultats des investigations (4 pages)



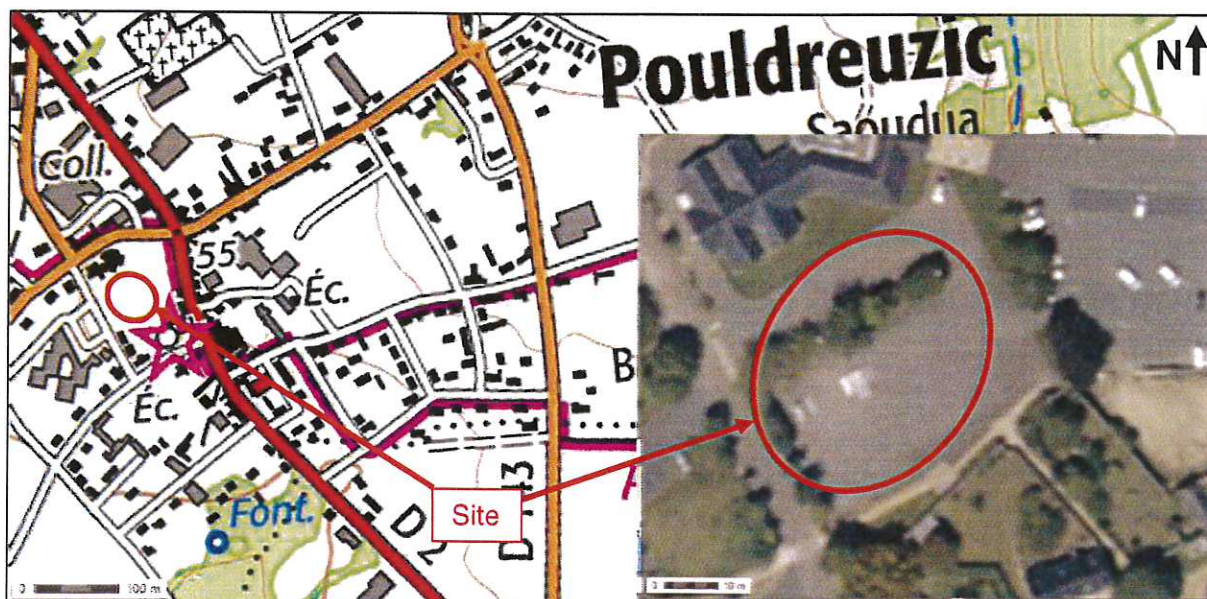
## 1. PRÉSENTATION

Cette étude a été réalisée par la société ECR Environnement – Immeuble Kermeur, 280 rue Ernest Hemingway, 29200 BREST, à la demande et pour le compte de la :

**Commune de Pouldreuzic**  
6, rue de la Mairie  
29710 POULDREUZIC

### 1.1. Description du projet et du site

Le projet est situé au niveau de la rue du 19 mars 1962 au Sud de la salle Pierre Jakez Hélias sur le territoire communal de Pouldreuzic (29).



Localisation de la zone d'étude – Extrait du site [geoportail.fr](http://geoportail.fr)

Le projet concerne la construction de l'école intercommunale « Pierre Jakez Hélias » d'une emprise au sol d'environ 1500 m<sup>2</sup>.

Le projet sera de type RDC en maçonnerie de parpaings creux avec des ouvrages en béton armé et une toiture en charpente bois. Les nouvelles charges estimées sur les fondations seront de l'ordre de 12 t/ml (ELS) et 15 t ponctuel (ELS). Le niveau bas du bâtiment est prévu à une cote altimétrique de 56,00 m NGF.

Lors de notre intervention (janvier 2015), le site correspondait à un skate-park et terrain de jeu en enrobé avec une légère pente orientée vers l'Ouest. En partie Nord, une voirie et des places de stationnement en enrobé, bordées d'arbres, était également présentes.

D'après les résultats des DICT, des réseaux enterrés sont présents en aspect Ouest (EDF, etc ...). Aussi, d'après les renseignements de la commune un réseau de gaz privé semblerait être enterré à proximité/au droit du projet (information non vérifiée lors de notre intervention du fait de l'absence de plan).

Il conviendra de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les charges réelles des ouvrages.

### 1.2. Contexte géologique

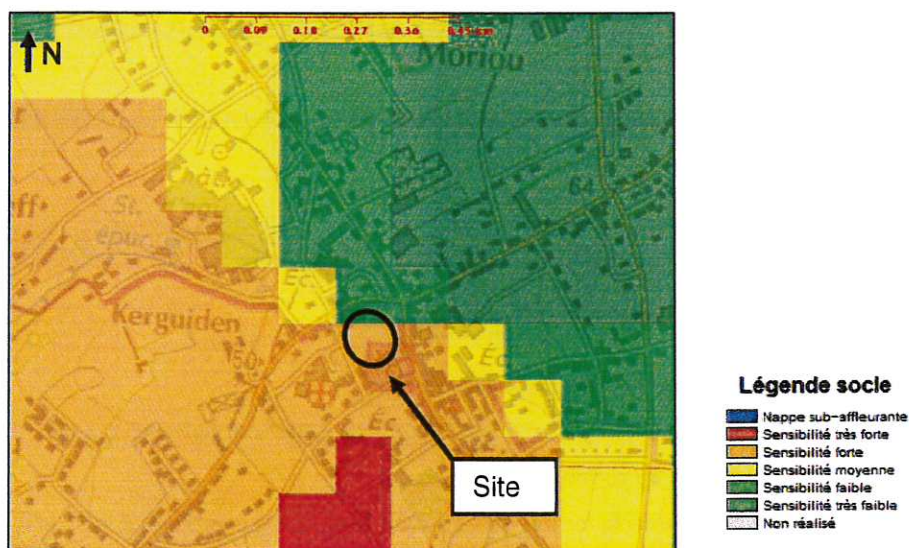
D'après la carte géologique de Pont-Croix au 1/50 000 et notre connaissance de ce secteur, les formations géologiques attendues au droit des sites sont les suivantes :

- des formations de recouvrement (limons, sables, argiles),
- le substratum micaschisteux et ses produits d'altération (altérites).

D'après la carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone d'aléa « à priori nul ».

### 1.3. Contexte hydrogéologique

D'après la carte des risques de remontées de nappes établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone de sensibilité forte concernant les remontées de nappes (cf. carte ci-dessous).



Carte des risques de remontées de nappes de la zone d'étude – Extrait du site [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr)

### 1.4. Contexte sismique

Le nouveau zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la commune de Pouldreuzic en zone d'aléa sismique 2 (aléa faible).

### 1.5. Données d'entrée

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :



Documents	Emetteur	Référence	Date	Cote altimétrique	Echelle
C.C. Etude de sol	SOBRETEC	Indi0	27/10/2014	-	-
Pla masse Projet	Eno Architectes	APS P02	Décembre 2014	-	1/400
Plan RDC Projet	Eno Architectes	APS P03	Décembre 2014	m NGF	1/200
Coupe A-B	Eno Architectes	APS C04	Décembre 2014	-	1/100
Plan topographique de la zone	Michel Le Guellec géomètre	-	-	m NGF	1/250

## 2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

### 2.1. Mission

Cette étude a pour but de définir les principes généraux d'adaptation des ouvrages au site, les modalités de mise en œuvre, le type et les caractéristiques des fondations et des dallages à envisager pour le projet, en fonction de la nature, de l'épaisseur et de la compacité des différents terrains rencontrés.

**Il s'agit d'une mission G2 AVP (avant-projet) au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique et aux conditions générales de missions géotechniques jointe en annexe 1.**

**Il est rappelé que la mission G2 AVP remplace la mission G12 au sens de la norme NF P 94-500 de décembre 2006.**

### 2.2. Programme

Conformément à la demande du client, cette étude a pour but :

- de préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- d'identifier des risques géotechniques et principe généraux d'adaptation des ouvrages aux sites,
- de classer le sol selon l'Eurocode 8 – règles parasismiques,
- d'évaluer les caractéristiques mécaniques des sols au droit des ouvrages projetés (résistance, portance, déformabilité des sols, ...),
- de préciser le type de fondations envisageables,
- de présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, taux de travail admissible du sol, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, tassements,...),
- d'étudier la faisabilité du dallage et les modalités de mise en œuvre,
- d'évaluer les précautions à prendre vis-à-vis de la présence d'eau éventuelle,
- d'évaluer l'aptitude des terrains au terrassement (tenue, dureté...),
- d'évaluer les précautions à prendre en compte lors de la réalisation des travaux.

### 2.3. Consistance des investigations

Pour répondre aux objectifs présentés ci-dessus, nous avons réalisé les investigations suivantes :

#### Au droit du bâtiment :

- 4 sondages de reconnaissance géologique à la tarière mécanique (nommés SP1, SP2, T1 et T2), descendus jusqu'à 6,00 m de profondeur. Ils ont permis de déterminer les limites et la nature des couches géologiques, d'observer les éventuelles venues d'eau et de réaliser au droit des sondages SP :
- 2 profils pressiométriques (4 essais par sondage), réalisés selon la norme NF P 94 110. Ils ont permis de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés (modules pressiométriques et pressions limites).

Les documents suivants sont présentés en annexes :

- implantation des sondages (annexe 2),
- résultats des sondages de reconnaissance géologique (annexe 3).

## 3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

### 3.1. Nivellement

La position des sondages et essais figurent sur le plan d'implantation en annexe 2.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, vis-à-vis des réseaux et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Lors de notre intervention (janvier 2014), les points de sondages ont été nivelés par rapport au seuil de l'entrée de la salle Pierre Jakez Hélias culminant à 55,78 m NGF d'après le plan topographique fournis.

Les cotes altimétriques (m NGF) des sondages sont les suivantes :

Sondages	SP1	SP2	T1	T2
Cote du terrain naturel (m NGF)	56,47	55,69	56,09	56,04

### 3.2. Géologie

Toutes les coupes des sondages sont jointes en annexes. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Naturel (T.N.) tel qu'il était lors de notre intervention (juillet 2014).

Les sondages de reconnaissance géologique ont permis de mettre en évidence les faciès suivants de haut en bas :

- de l'enrobé noir sur 3 cm d'épaisseur sur une couche de forme sur 0,22 m à 0,37 m d'épaisseur observés au droit des quatre sondages SP1, SP2, T1 et T2,
- des limons bruns, identifiés à partir de 0,25 m/TN – 0,40 m/TN et jusqu'à 0,40 m/TN – 0,60 m/TN au droit des quatre sondages,



- des altérites micaschisteuses limoneuses beiges/marron/brunes identifiées à partir de 0,40 m/TN – 0,60 m/TN et jusqu'à 0,90 m/TN – 1,60 m/TN au droit des quatre sondages,
- du micaschiste +/- altéré beige identifié à partir de 0,90 m/TN – 1,60 m/TN et jusqu'à 1,90 m/TN – 4,50 m/TN au droit des quatre sondages,
- du micaschiste compact beige identifié à partir de 1,90 m/TN – 4,50 m/TN et jusqu'aux bases des sondages SP1, SP2, T1 et T2 : 6,00 m/TN (profondeur maximale investiguée).

### 3.3. Hydrogéologie

Lors de notre intervention (janvier 2015), aucune présence d'eau n'a été décelée dans nos sondages.

**Remarque :**

Ce constat n'est valable que lors de notre intervention et ne saurait exclure la présence d'eau en d'autre période.

Nous rappelons que le secteur d'étude se situe dans une zone de sensibilité forte concernant les remontées de nappes. (cf. chapitre 1.3).

### 3.4. Géomécanique

Les essais pressiométriques réalisés ont permis de mettre en évidence :

- des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes dans les **altérites micaschisteuses limoneuses**,
- des caractéristiques mécaniques bonnes dans le **micaschiste +/- altéré**,
- des caractéristiques mécaniques très bonnes dans le **micaschiste compact**.

Le tableau suivant présente les caractéristiques mécaniques rencontrées :

Type de formation	Nombre d'essais pressio.	Pressions Limites (MPa)			Modules pressiométriques (MPa)		
		Min	Max	Moyenne géométrique	Min	Max	Moyenne harmonique
Altérites micaschisteuse limoneuse	2	0,56	0,60	0,58	4,4	5,3	4,8
Micaschiste +/- altéré	4	1,95	4,26	2,93	20,2	60,1	35,3
Micaschiste compact	2	>4,88			>100		

**Remarque :**

Les essais pressiométriques, réalisés à 3,00 m/TN et 4,00 m/TN au droit du sondage SP2, ont été poussés à 50 bars sans présenter de fluage.



### 3.5. Sismicité et liquéfaction des sols

#### 3.5.1. Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu, à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

Le tableau suivant définit les catégories d'importance des bâtiments :









Catégorie d'importance	Description
I 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.</li> </ul>
II 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitations individuelles.</li> <li>Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5.</li> <li>Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.</li> <li>Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers.</li> <li>Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes.</li> <li>Parcs de stationnement ouverts au public.</li> </ul>
III 	<ul style="list-style-type: none"> <li>ERP de catégories 1, 2 et 3.</li> <li>Habitations collectives et bureaux, h &gt; 28 m.</li> <li>Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes.</li> <li>Établissements sanitaires et sociaux.</li> <li>Centres de production collective d'énergie.</li> <li>Établissements scolaires.</li> </ul>
IV 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public.</li> <li>Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie.</li> <li>Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.</li> <li>Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.</li> <li>Centres météorologiques.</li> </ul>

Tableau des catégories d'importance des bâtiments – Extrait du site [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr)

**Le bâtiment projeté (établissement scolaire) est vraisemblablement classé en catégorie d'importance III.**

#### 3.5.2. Exigences sur le bâti-neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. Le tableau suivant récapitule les exigences à prendre en compte en fonction de la catégorie des bâtiments :

	I 	II 	III 	IV 
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Exigences sur le bâti neuf – Extrait du site [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr)

Le bâtiment projeté est de catégorie III situé en zone d'aléa sismique 2, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 est donc obligatoire.

### 3.5.3. Classes de sols selon l'Eurocode 8

La nature locale du sol influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments.

L'Eurocode 8 distingue 7 catégories principales de sols (de la classe A à la classe S2) pour lesquelles est défini un coefficient de sol S. Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Le tableau suivant récapitule les différentes classes de sol en fonction du profil stratigraphique :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres						
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (coups/30 cm)	$c_u$ (kPa)	Type de sol	Pressiomètre		CPT
						$P_1$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$q_c$ (Mpa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	>800				> 5	> 100	
B	Dépôts raides de sables, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des caractéristiques mécaniques avec la profondeur	360-800	>50	>250	sols granulaires	> 2	> 20	> 15
					sols cohérents	> 2	> 25	> 3,5
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres.	180-360	15-50	70-250	sols granulaires	> 1	> 8	> 5
					sols cohérents	> 0,5	> 5	> 1,5
D	Dépôts de sols sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant en majorité des sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	<70	sols granulaires	< 1	< 8 MPa	< 5
					sols cohérents	< 0,5	< 5 Mpa	< 1,5
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de $v_s$ de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s.							
S <sub>1</sub>	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (IP>40) et une teneur en eau importante.	< 100						
S <sub>2</sub>	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes 1 à E ou S <sub>1</sub> .							

Classes de sol – Extrait de l'Eurocode 8

Suivant la nature du sol, les paramètres S (coefficient de sol), TB (limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre constante), TC (limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre constante) et TD (valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant) à prendre en compte sont données dans le tableau suivant suivants :



Classe de sol	S	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1	0.03	0.2	2.5
B	1.35	0.05	0.25	2.5
C	1.5	0.06	0.4	2
D	1.6	0.1	0.6	1.5
E	1.8	0.08	0.45	1.25

*Spectre de réponse élastique de type 2 (zones 1 à 4)*

Compte tenu des résultats des essais pressiométriques, les sols rencontrés appartiennent à la classe A. Les paramètres à considérer pour le projet sont les suivants : S = 1,00 TB = 0,03 s, TC = 0,2 s, TD = 2,5 s.

#### 3.5.4. Liquéfaction des sols

Les sols considérés comme à priori suspects de liquéfaction (processus conduisant à la perte totale de résistance de cisaillement du sol par augmentation de la pression interstitielle) sont :

→ des sols sableux, sablo-vasards présentant les caractéristiques suivantes:

- un degré de saturation voisin de 100 %,
- une granulométrie assez uniforme correspondant à un coefficient d'uniformité Cu inférieur à 15,
- un diamètre à 50 %, D50 compris entre 0,05 mm et 1,5 mm,
- un sol soumis en l'état final du projet à une contrainte effective inférieure à 0,20 MPa en zone sismique 3.

→ des sols argileux présentant les caractéristiques suivantes :

- un diamètre à 15 %, D15 supérieur à 0,005 mm
- une limite de liquidité WL inférieure à 35 %,
- une teneur en eau W supérieure à 0,9 WL,
- un point représentatif sur le diagramme de plasticité se situant au-dessus de la droite A.

**D'après le Code de l'Environnement, article R563-4 modifié par arrêté le 19 juillet 2011, en zone de sismicité 1 et 2 (sismicité très faible à faible), l'analyse de liquéfaction n'est pas requise.**

### 3.6. Composante anthropique

La présence de remblais a été observée au droit du site. Aucune trace de pollution n'a été constatée. Cependant, ce risque ne peut être exclu.

Nous rappelons que la recherche de pollution n'est pas l'objet d'une étude géotechnique en général et de notre mission en particulier.

## 4. ETUDE GEOTECHNIQUE - BATIMENTS

### 4.1. Type de fondation envisageable

**Le mode de fondation du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.**

Compte tenu de la qualité des terrains présents au niveau des niveaux bas projetés et des faibles descentes de charges du projet (niveaux bas situés à 56,00 m NGF), il est proposé une solution de fondations superficielles (semelles filantes, isolées, massifs) ancrées de 0,30 m dans les altérites micaschisteuses limoneuses et/ou le micaschiste altéré de compacité satisfaisante.

Les profondeurs minimum d'encastrement des fondations et les cotes altimétriques associées, par rapport au TN tel qu'il était le jour de notre intervention, seront les suivantes :

Sondages	SP1	SP2	T1	T2
Altitude des sondages (m NGF)	56,47	55,69	56,09	56,04
Niveau bas projeté (m NGF)	56,00			
Profondeur minimum d'encastrement (m/TN)	≥ 1,07*	≥ 0,90	≥ 0,75	≥ 0,70
Altitude d'assise minimum (m NGF)	≤ 55,40*	≤ 54,79	≤ 55,34	≤ 55,34
Profondeur minimum d'encastrement (m/RDC)	≥ 0,60*	≥ 1,21	≥ 0,66	≥ 0,66

\*Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, cet encastrement devra assurer les conditions de mise hors-gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

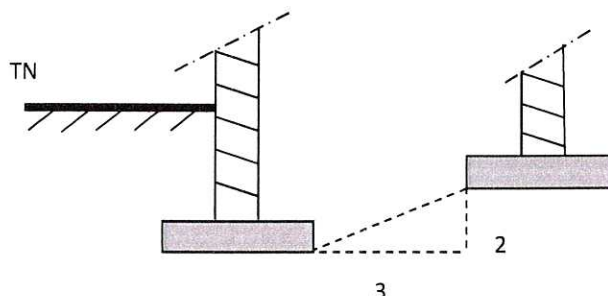
**Ces profondeurs sont données au droit des sondages réalisés, des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure ce qui nécessitera des approfondissements locaux de l'assise des fondations.**

**Les profondeurs d'encastrement devront être ajustées à l'ouverture des fouilles.**

Des joints de rupture complets seront mis en œuvre entre les parties différemment fondées et chargées de la construction.



On veillera à respecter une pente maximum de 3/2 entre les arrêtes inférieures des fondations voisines et avoisinants.



Dans le cas de maçonneries/souches d'arbres et/ou de sols impropres, sols remaniés ou déconsolidés, rencontrés lors de l'ouverture des fouilles, leur purge soignée devra être impérativement assurée avant coulage du béton de propreté.

#### 4.1.1. Contrainte de calcul

Conformément au DTU 13.12, sous réserve du respect du principe de fondation précitée, les contraintes limites de calculs à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites Ultimes et de Services seront de :

$$q_{ELU} \leq 0,225 \text{ MPa}$$

$$q_{ELS} \leq 0,15 \text{ MPa}$$

**Compte tenu de l'hétérogénéité ponctuelle des terrains d'assises, la contrainte a été limitée afin de limiter les tassements différentiels.**

Si cette contrainte s'avère insuffisante, il conviendra d'approfondir l'encastrement des fondations afin d'atteindre des terrains aux caractéristiques mécaniques plus élevées (micaschiste +/- altéré →  $q_{ELS} \leq 0,25$  MPa).

#### 4.1.2. Évaluation des tassements

Conformément au DTU 13.12, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant, et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, pour la valeur de contrainte de service donnée ci-dessus pour des géométries de fondations (semelles filantes de 0,80 m et isolées de l'ordre de 1,00 m x 1,00 m) les tassements théoriques absolus prévisibles, au droit de nos sondages, seront inférieurs au centimètre.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions du DTU 13-11 – Cahier des Clauses Techniques de Mars 1988.

**Compte tenu de différentes natures de sols d'assises (altérites et micaschiste +/- altéré), il conviendra de déterminer précisément les grandeurs des tassements différentiels à partir des descentes de charges réelles et vérifier leur acceptabilité.**

#### 4.1.3. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- largeur minimale des fondations de 50 cm pour les semelles filantes, de 70 cm pour les semelles isolées, massifs et puits, afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;
- assise des fondations horizontale ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondations sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- sol d'assise homogène sous une même construction ;
- prévoir des joints de constructions entre les parties d'un même bâtiment présentant un mode de fondation différent ou des descentes de charges hétérogènes.

#### 4.1.4. Sujétions d'exécution

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles de moindre consistance, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations, devront être purgés et remplacés par un gros béton coulé à pleine fouille.

Il est impératif de vérifier soigneusement les matériaux extraits des fouilles pour s'assurer du bon ancrage dans les altérites micaschisteuses ou le micaschiste +/- altéré de compacité satisfaisante.

Le bétonnage devra se faire aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'art.

## 4.2. Dallage

Compte tenu de la qualité des terrains d'assises, on pourra s'orienter vers une solution de dallage sur terre-plein à condition de respecter les recommandations suivantes.

Si les épaisseurs de purge s'avèrent trop importante (non décelées au droit de nos sondages), les niveaux bas pourront être traités en planchers portés par les fondations.

#### 4.2.1. Préparation de la plate-forme

Après décapage de l'ensemble des **remblais et limons** (ainsi que toutes poches médiocres et/ou évolutives et tous points durs), le fond de forme ainsi créé sera constitué par des altérites micaschisteuses limoneuses de compacité satisfaisante.

Les poches de sols médiocres et détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie seront également purgées.

Après mise à niveau du fond de forme, ce dernier devra être compacté. Son compactage devra être adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.



Si des pluies se produisent pendant les travaux, des adaptations seront à prévoir (drainage, cloutage) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

#### 4.2.2. Mise en œuvre de la couche de forme

Après l'installation d'un géotextile éventuel sur le fond forme, assurant un rôle anti-contaminant et d'anti-poinçonnement, une couche de forme sera mise en place selon les recommandations du GTR 92.

Cette forme aura une épaisseur minimum de 0,30 m et pourra être constituée par exemple par un concassé 0/31.5 sur 0,10 m ou équivalent comportant moins de 5 % d'éléments inférieurs à 80 µm reposant sur une couche de 0,20 m de 0/80. Elle sera contrôlée tous les 0,30 m d'élévations par des essais à la plaque avec pour objectif, par couche,  $K > 50$  MPa/m.

#### 4.2.3. Dispositions constructives

Les dallages seront conçus et réalisés conformément aux règles professionnelles pour les travaux de dallage (DTU 13-3, mars 2005).

#### 4.2.4. Paramètres de dimensionnement

Les modules élastiques  $E_s = E / \alpha$ , avec E module pressiométrique et  $\alpha$  coefficient rhéologique du sol, à prendre en compte pour chaque couche sont répertoriés dans le tableau suivant :

Nature sol	Module E moyen (MPa)	Coefficient $\alpha$	Module élastique $E_s$ (MPa)
Couche de forme	-	-	20
Altérite micaschisteuse limoneuse	4,8	2/3	7,2
Micaschiste +/- altéré	35,3	1/2	70,6
Micaschiste compact	>100	1/2	>200

#### 4.2.5. Essais de contrôle à la plaque

Avant coulage des dallages, il sera nécessaire d'effectuer un contrôle final de la qualité géotechnique de la plate-forme par une série d'essais à la plaque. A titre indicatif, les valeurs à obtenir devront être les suivantes :

- Module de Westergaard  $K_w > 50$  MPa/m
- Module d'élasticité  $EV_2 > 60$  MPa
- Rapport de compactage  $EV_2/EV_1 < 2.2$

Les plates-formes finies seront réceptionnées par une série d'essais à la plaque (mode opératoire LCPC) afin de vérifier l'obtention des retenus.

Conformément au DTU 13-3, au moins un essai pour 500 m<sup>2</sup> (et pour 50 cm d'épaisseur de la couche de forme) sera réalisé, avec un minimum de 3.

## 5. TERRASSEMENT GÉNÉRAUX

### 5.1. Rappel

Aucun sous-sol n'est prévu au droit du projet.

### 5.2. Moyens d'extraction

Compte tenu des éléments exposés précédemment, les terrassements dans les terrains de surface (remblais, limons, altérites, micaschistes +/- altéré de surface) ne devraient pas rencontrer de matériaux très résistants, l'emploi de pelle classique sera approprié.

Cependant dans le cas de rencontre de pointe rocheuse en surface ou blocs dans les remblais et/ou vestiges de fondations (non décelés au droit de sondages), pourront nécessiter l'emploi d'engins de plus forte puissance équipés d'outils adaptés (type dent de déroctage, ...).

**Dans tous les cas la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants** (attention aux vibrations, ne pas créer d'affouillement ou de tassement par affluence sous fondations des ouvrages et mitoyens, semelle déportées, soutènement...).

Les remblais / vestiges enterrés éventuels et souches d'arbres présents au droit du projet seront soigneusement purgés.

Les terrains présents sur le site renferment une importante proportion de matériaux fins et sont donc sensibles à l'eau. En période pluvieuses, des difficultés de circulation des engins pourront être rencontrées. La réalisation de la plateforme en période sèche est recommandée.

### 5.3. Eau et drainage

#### 5.3.1. Phase travaux

Lors de notre intervention (janvier 2015), aucune présence d'eau n'a été décelée dans nos sondages.

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles (ruissèlements, remontées). Un drainage amont et un pompage pourra alors s'avérer nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille de terrassement généraux.

#### 5.3.2. Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.



*Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.*

**Rédacteur :**

Alexandre NINON  
Chargé d'affaires

**Contrôle interne :**

Loïs GAILLARD  
Chargé d'études

## CONDITIONS PARTICULIERES

.....

Le présent rapport ou Procès verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote 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. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

.....



**ANNEXE 1 :**  
**Extrait Norme NF P 95-500**

## Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013

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

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Elle comprend deux phases :

**Phase Étude de Site (ES)** — Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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.

**Phase Principes Généraux de Construction (PGC)** — Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

**Phase Avant-projet (AVP)** — Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des 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.

**Phase Projet (PRO)** — Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

**Phase DCE / ACT** — Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

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

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

### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

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

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

### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant. — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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



**ANNEXE 2 :**  
**Plan d'implantation des sondages**





**ANNEXE 3 :**  
**Résultats des investigations**



# Forage : SP1

Client : Commune de Pouldreuzic

Type : Pressiométrique

Etude : G2AVP : Ecole

Z: 56,47 m

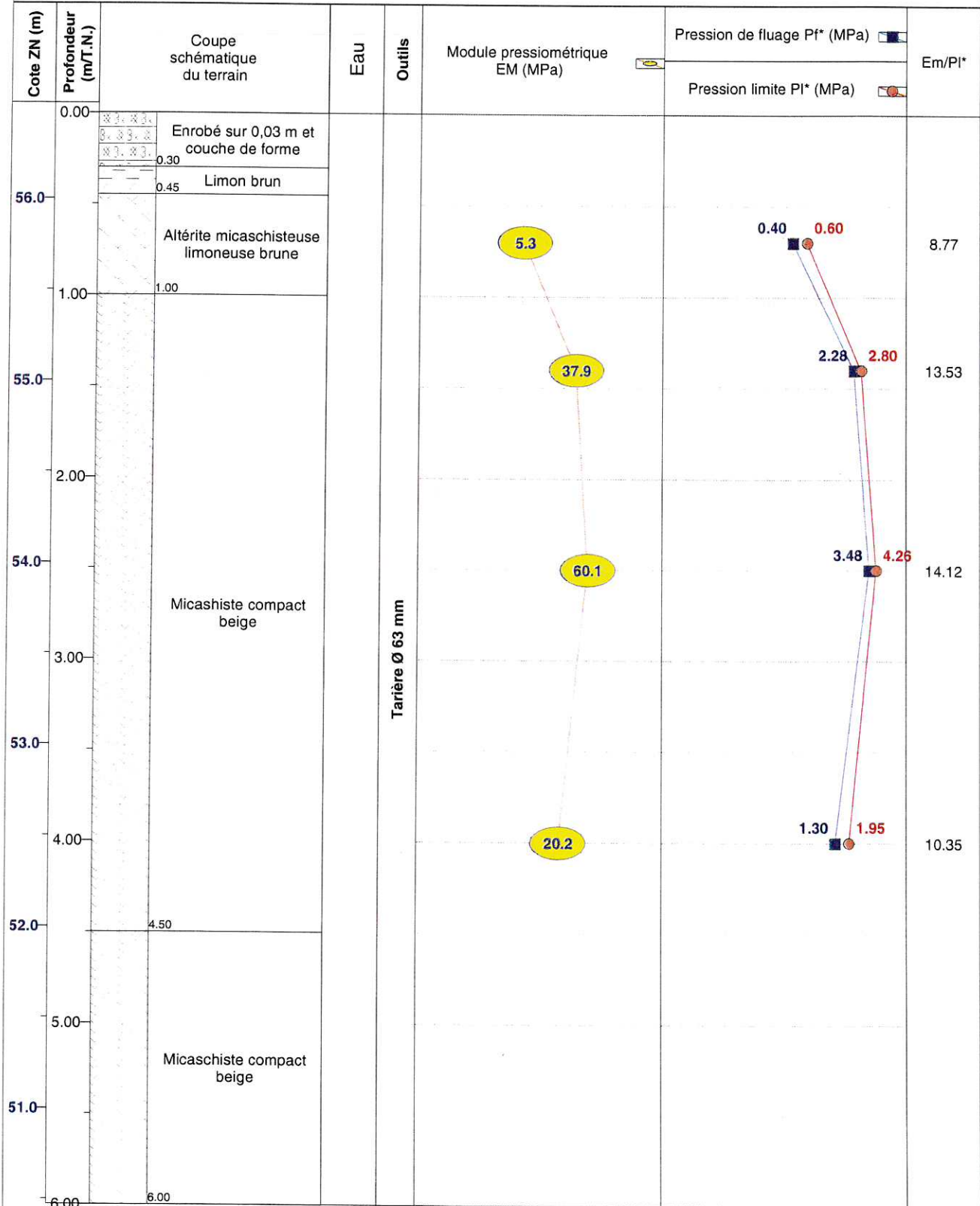
Date : 13/01/2015

X:

Y:

Niveau d'eau: Néant

Echelle : 1 / 30



Observations	Organisme ECR	Nom Signature
--------------	------------------	------------------





# Forage : SP2

Client : Commune de Pouldreuzic

Type : Pressiométrique

Etude : G2AVP : Ecole

Z: 55,69 m

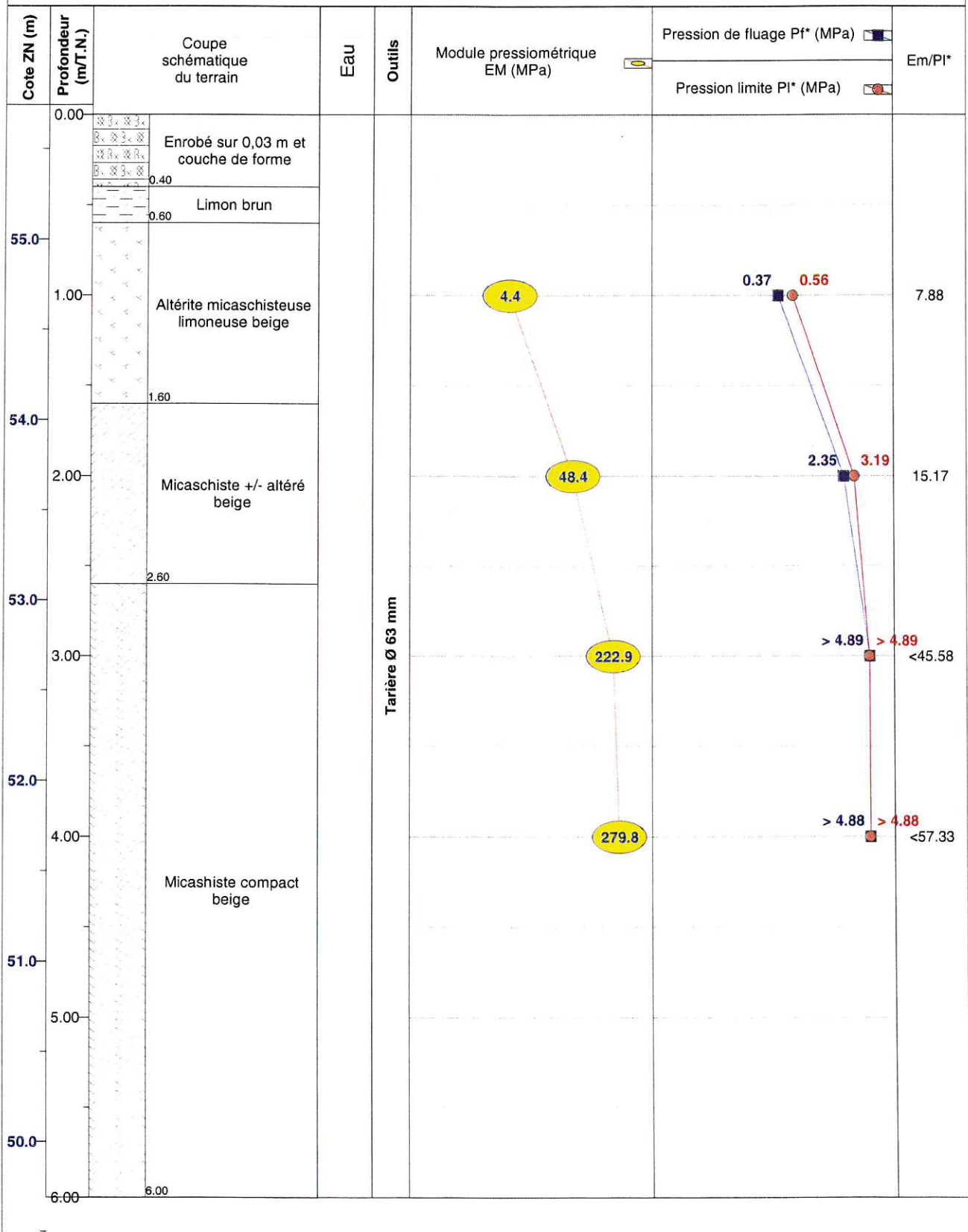
Date : 14/01/2015

X:

Y:

Niveau d'eau: Néant

Echelle : 1 / 30



Observations	Organisme ECR	Nom Signature
--------------	------------------	------------------



Dossier: 2900636

Site : Pouldreuzic 29

# Forage : T2

Client : Commune de Pouldreuzic

Type : Tarière

Etude : G2AVP : Ecole

Z: 56,04 m

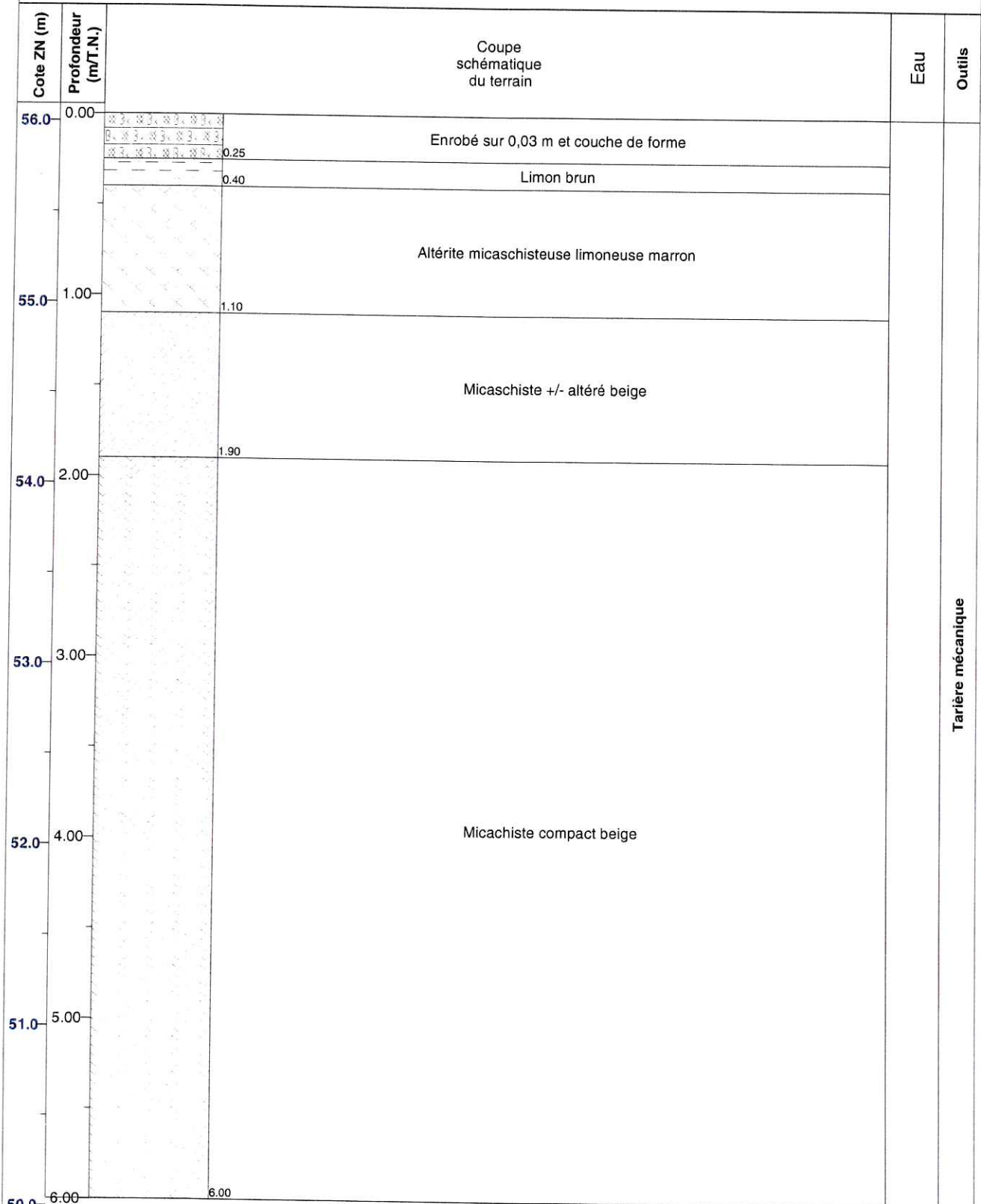
Date : 13/01/2015

X:

Y:

Niveau d'eau: néant

Echelle : 1 / 30



Observations	Organisme ECR	Nom Signature
--------------	------------------	------------------





Dossier: 2900636

Site : Pouldreuzic 29

# Forage : T1

Client : Commune de Pouldreuzic

Type : Tarière

Etude : G2AVP : Ecole

Z: 56,09 m

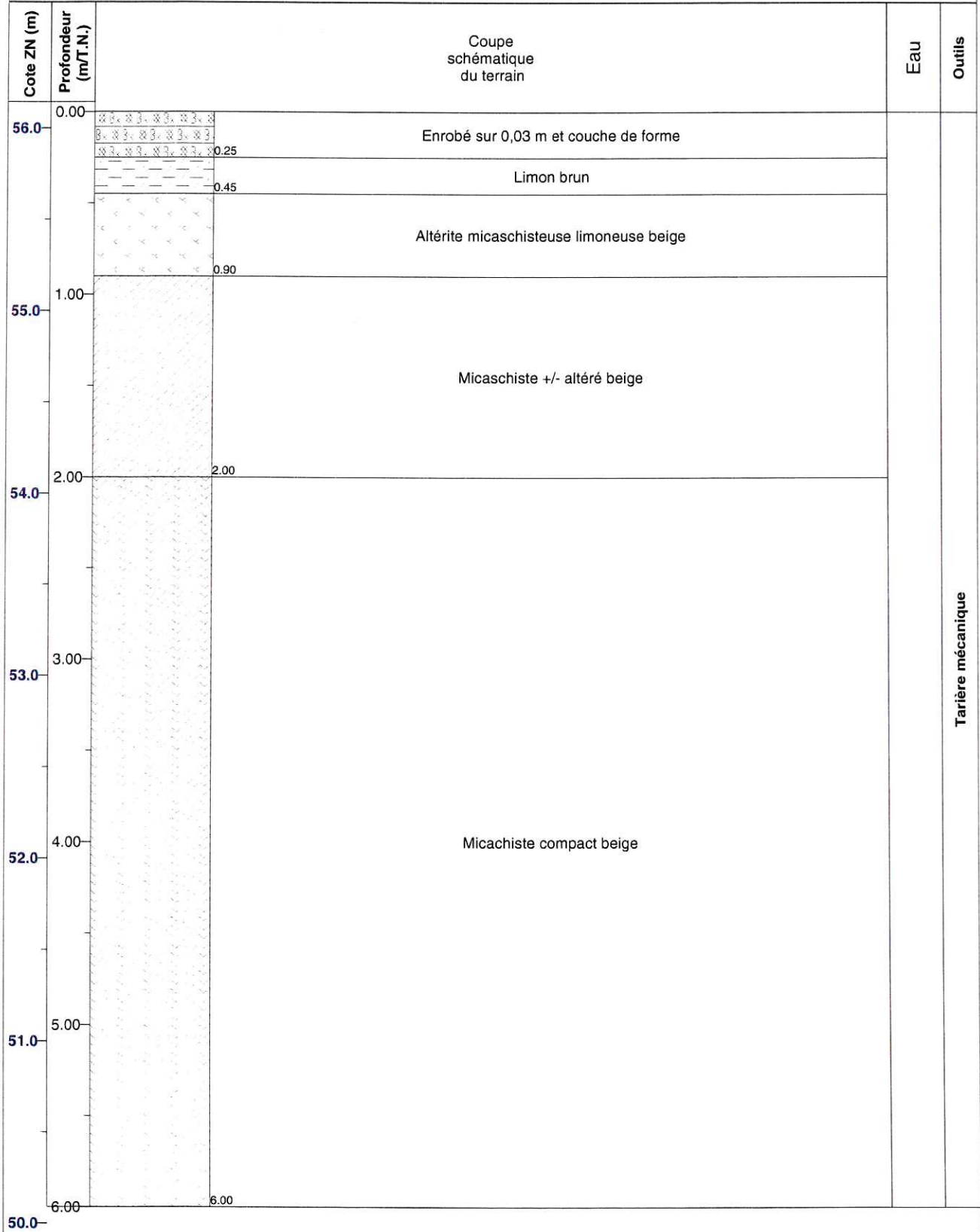
Date : 13/01/2015

X:

Y:

Niveau d'eau: néant

Echelle : 1 / 30



Observations	Organisme ECR	Nom Signature
--------------	------------------	------------------

