

Etude d'un site pour réhabilitation  
 Site de la Croix Gaudin  
 SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44)  
 \*\*\*\*\*  
 ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE G1

<b>D</b>			
<b>C</b>			
<b>B</b>	18.12.23	44	SONDAGES / ESSAIS COMPLEMENTAIRES (SD5 et PO3)
<b>A</b>	18.10.23	42	PREMIERE DIFFUSION
INDICE	DATE	Nb de pages	MODIFICATIONS-OBSERVATIONS
<b>REDACTEUR</b>		<b>RELECTEUR</b>	<b>APPROBATEUR</b>
J. GUYONVARCH		S. JARRY	S. TURLE

**LAD**  
**2 Boulevard de l'Estuaire**  
**CS 66207**  
**44262 – NANTES Cedex 2**

**Dossier A23.0934B**

*Le présent rapport comporte **44** pages. Sauf autorisation écrite préalable, sa reproduction n'est autorisée que dans son intégralité. Toute modification ou utilisation frauduleuse sera passible de poursuites.*

# SOMMAIRE

<b>I</b>	<b>LE SITE</b>	<b>3</b>
11.	DESCRIPTION DU SITE	3
1.1.1	<i>Situation – Etat des lieux</i>	3
1.1.2	<i>Topographie</i>	3
12.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	4
13.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	4
14.	SENSIBILITE DES ARGILES	6
15.	POTENTIEL DU RADON	6
16.	CONTEXTE SISMIQUE	7
17.	SYNTHESE DES RISQUES GEOTECHNIQUES	7
<b>II</b>	<b>LE PROJET</b>	<b>7</b>
<b>III</b>	<b>RECONNAISSANCE DE SOL</b>	<b>8</b>
III1.	SONDAGES A LA TARIERE	9
III2.	SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE	10
III3.	PERMEABILITE	12
<b>IV</b>	<b>SISMICITÉ</b>	<b>14</b>
<b>V</b>	<b>ESSAIS EN LABORATOIRE</b>	<b>15</b>
<b>VI</b>	<b>SYNTHESE GEOTECHNIQUE</b>	<b>16</b>
VI1.	CONTEXTE GEOTECHNIQUE	16
VI2.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	16
VI3.	PRINCIPE DE FONDATION	16
VI4.	SUJETIONS D'EXECUTION :	17
VI5.	NIVEAU BAS	17
	ANNEXES	19
	✓ CONDITIONS GENERALES	20
	✓ MISSIONS GEOTECHNIQUES	21
	✓ MISSIONS GEOTECHNIQUES	22
	✓ SITUATION GEOGRAPHIQUE	23
	✓ PLAN DE SITUATION	24
	✓ PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES	25
	✓ SONDAGE DESTRUCTIF SD1	26
	✓ SONDAGE DESTRUCTIF SD2	27
	✓ SONDAGE DESTRUCTIF SD3	28
	✓ SONDAGE DESTRUCTIF SD4	29
	✓ SONDAGE DESTRUCTIF SD5	30
	✓ PELLE MECANIQUE PM1	31
	✓ PELLE MECANIQUE PM2	32
	✓ PELLE MECANIQUE PM3	33
	✓ PELLE MECANIQUE PM4	34
	✓ PELLE MECANIQUE PM6	35
	✓ ESSAI PORCHET PO1	36
	✓ ESSAI PORCHET PO2	37
	✓ ESSAI PORCHET PO3	38
	✓ CLASSIFICATION GTR PM3	39
	✓ CLASSIFICATION GTR PM6	42

A la demande et pour le compte de LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT, APC INGENIERIE a procédé, les 02 et 03 Octobre et 05 Décembre 2023, à une étude géotechnique préalable, **mission G1 PGC** au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013, relative à la **requalification du site de la Croix Gaudin** situé à SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44).

## **I LE SITE**

### **I1. DESCRIPTION DU SITE**

#### **I.1.1 Situation – Etat des lieux**

Le terrain se situe au Nord-Est de la commune de SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC, au lieu-dit « La Croix Gaudin ».

La parcelle concernée par le projet est inscrite au cadastre sous la référence :

- 000 BI 100 d'une surface de 196 300 m<sup>2</sup>.

Lors de notre intervention, le site comprenait encore de nombreux bâtiments encore en exploitation.

#### **I.1.2 Topographie**

Le site présente une légère pente descendante orientée vers le Nord-Est de l'ordre d'environ 1%.

## 12. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les documents géologiques et notamment la carte de « NANTES » au 1/50 000<sup>ème</sup>, complétés par les études réalisées sur le secteur indiquent la présence de terrains de recouvrements surmontant le substratum micaschisteux.

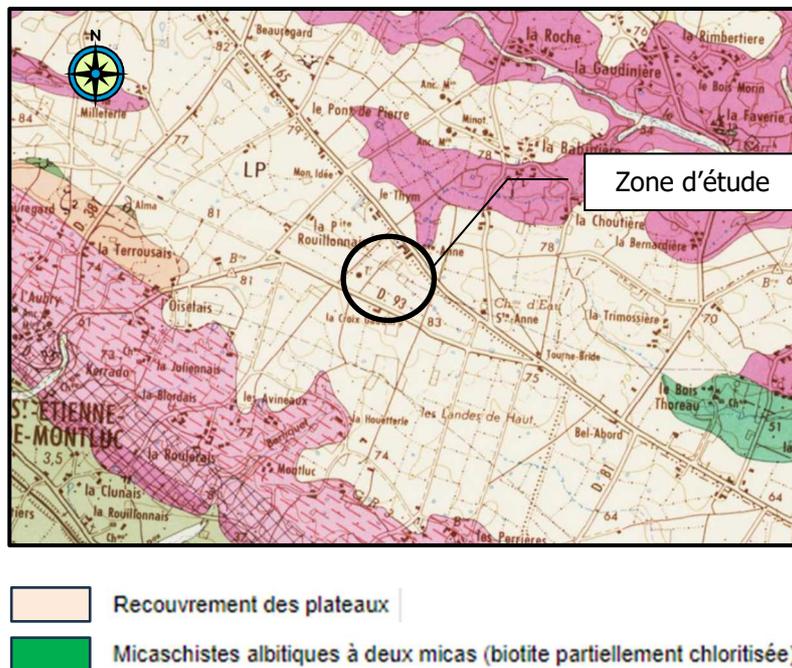


Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Nantes au 1/50 000 – Source : Infoterre BRGM

## 13. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

D'après les cartes du BRGM, le terrain étudié est situé :

- Dans une **zone non sujette aux inondations de cave.**

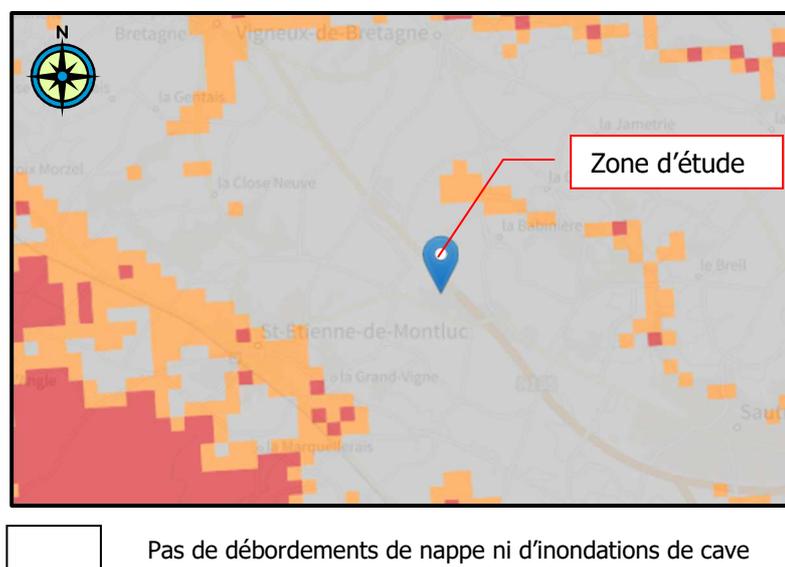
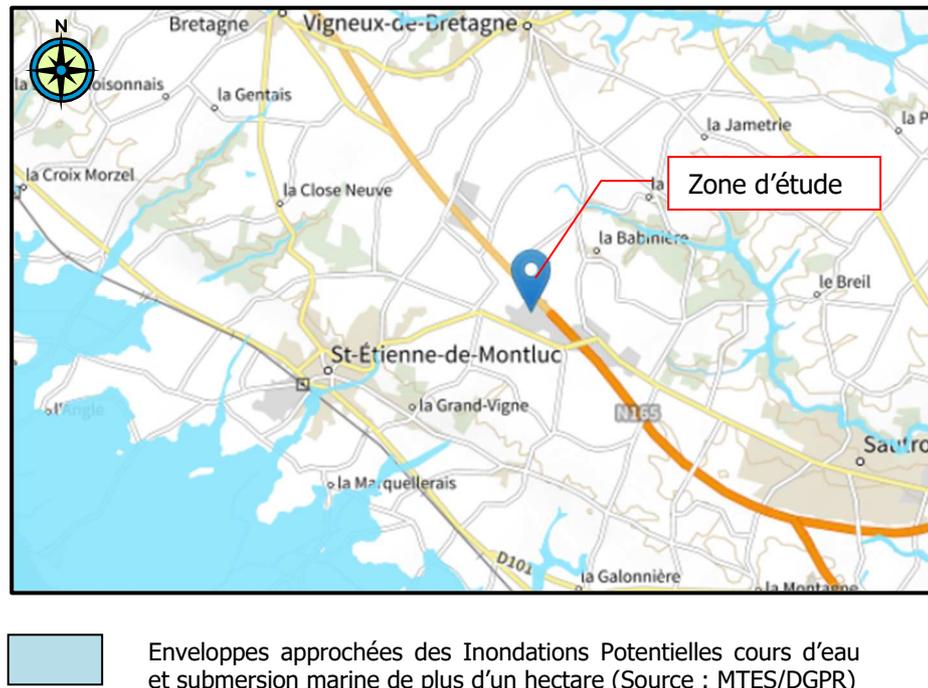


Figure 2 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du risque de remontées de nappes – Source : Inondationsnappes.fr

- Dans une **zone non concernée par des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare.**



**Figure 3 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du risque de remontée de nappes – Source : Inondationsnappes.fr**

Cependant, ces cartes comportent de fortes incertitudes dues :

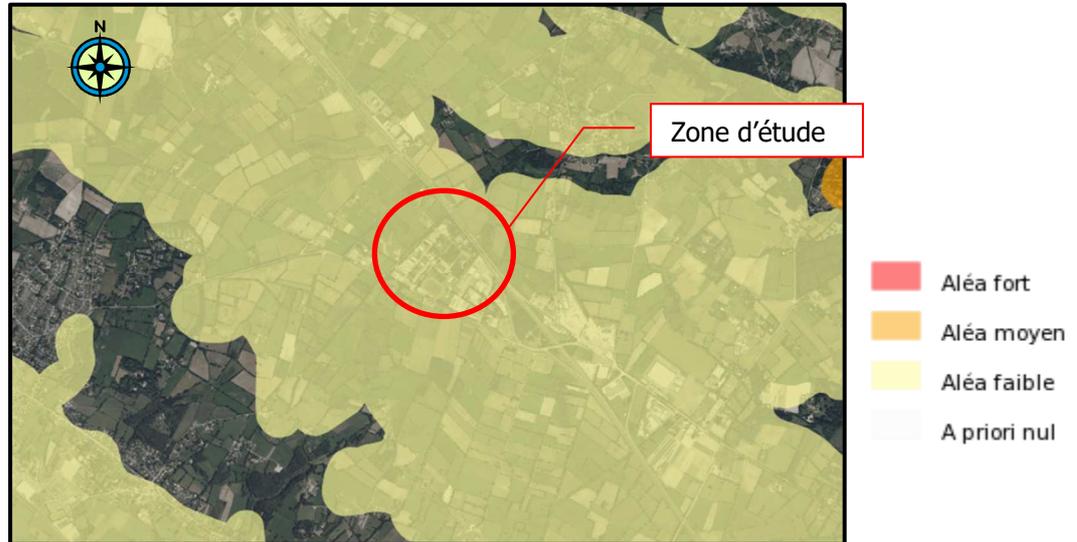
- A une accumulation d'informations manquantes, incomplètes ou imprécises.
- A l'ordre de grandeur des valeurs recherchées.
- A la complexité des milieux mis en jeu.
- A l'échelle d'utilisation (inférieure à 1/100 000ème).

De plus, la carte réalisée n'est pas valide pour les zones karstiques (manifestant un comportement particulier et relativement mal connu sur certains secteurs), les zones urbaines (dont les aménagements modifient les écoulements souterrains) et les secteurs après mine (subissant des modifications des écoulements souterrains dues aux pompages des eaux d'exhaure ou à l'arrêt des pompages).

En fonction des spécificités du projet (caves, sous-sols, fosses enterrées...), une mission spécifique hydrogéologique pourra être réalisée en phase G2 PRO.

#### **I4. SENSIBILITE DES ARGILES**

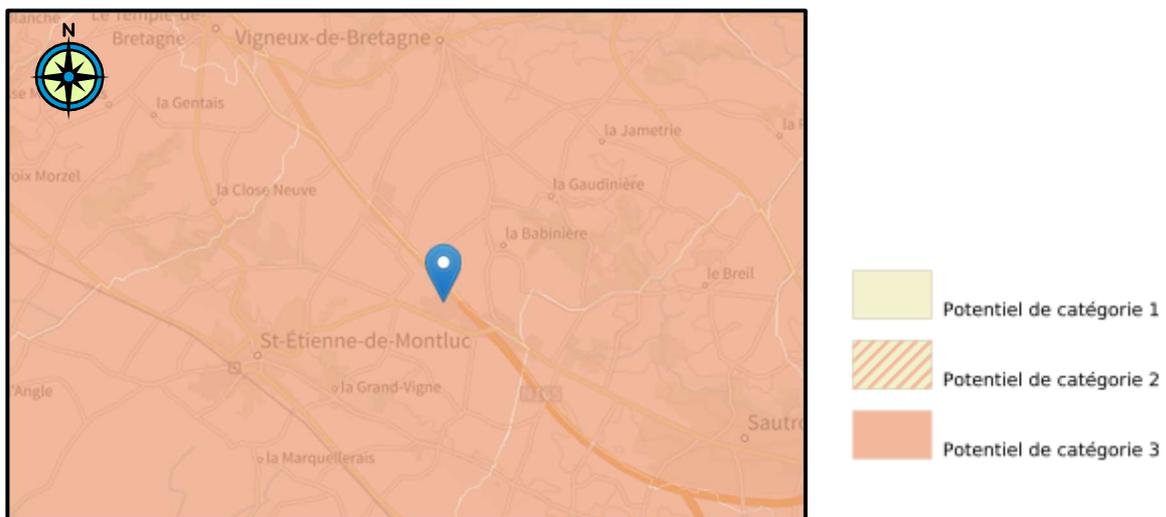
D'après les données du BRGM, le site est localisé dans une zone **d'aléa faible** vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles.



**Figure 4 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles – Source : georisques.gouv.fr**

#### **I5. POTENTIEL DU RADON**

Les cartes de l'IRSN indiquent que le terrain étudié est situé dans une zone de **catégorie 3** vis-à-vis du potentiel du radon (les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations).



**Figure 5 : Extrait de la carte de l'IRSN vis-à-vis du potentiel du radon – Source : irsn.fr**

## **I6. CONTEXTE SISMIQUE**

D'après le nouveau zonage sismique (décret N°2010-1255 du 22 Octobre 2010), la commune de SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44) se situe en **zone sismique 3 (aléa modérée)**.

## **I7. SYNTHÈSE DES RISQUES GÉOTECHNIQUES**

La synthèse des différents risques géotechniques à prendre en compte pour le projet est présentée dans le tableau suivant :

Type de risque	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Risque de remontées de nappe	<b>Zone non sujette</b>			
Risque inondation par submersion	<b>Zone non concernée</b>			
Risque minier				<b>X</b>
Risque sismique		<b>X</b>		
Risque lié au retrait-gonflement des argiles			<b>X</b>	
Risque vis-à-vis du potentiel radon	<b>X</b>			

## **II LE PROJET**

Le projet consiste en la réhabilitation du site de la Croix Gaudin. A ce stade du projet, nous n'avons eu aucune information sur la destination du futur projet.

Cette étude a été réalisée à partir des documents suivants :

- Plan de masse indice A daté du 22/11/05.
- Plan de masse avec souterrains.
- Plan synoptique des réseaux daté du 16/05/2005.

### III RECONNAISSANCE DE SOL

La reconnaissance géotechnique préalable de type G1, au sens de la norme NF P94-500 de novembre 2013, a pour objectif de préciser la nature et les caractéristiques des différentes couches pour définir au mieux l'adaptation au sol des ouvrages envisagés.

Pour cette mission, qui constitue l'étape 1 des missions d'ingénierie géotechnique de la norme NF P94-500 du 30 novembre 2013, APC INGENIERIE a réalisé les investigations suivantes :

- **Cinq sondages de reconnaissance géologiques** SD1 à SD5 descendus à **6,00 m** de profondeur.
- **Six fouilles à la pelle mécanique** PM1 à PM6.
- **Trois essais de perméabilité de type Porchets** PO1 à PO3 pour mesurer les capacités d'infiltration de l'eau dans le sol.
- La fourniture et la mise en place d'un tube **piézométrique Ø 45/50 mm** dans les forages SD1, SD3 et SD4 descendus à **6,00 m** de profondeur. Un suivi piézométrique va être réalisé pendant 6 mois.
- **Des essais en laboratoire** pour classification du matériau selon le GTR.

Les sondages ont été forés à la tarière hélicoïdale de 63 mm et au taillant de 64 mm de diamètre à l'aide d'une sondeuse ECOFORE 302 et EMCI 220.

Suivant le tableau 2 « Classification des missions types d'ingénierie géotechnique » de la norme NF P94-500 joint en annexe, cette étude doit être obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique G2.

L'implantation des points de reconnaissance est reportée sur le plan joint en annexe.

### III.1. SONDAGES A LA TARIERE

Les sondages ont fait l'objet d'un levé, présenté sur le profil joint en annexe qui regroupe les informations suivantes :

- description sommaire des sols rencontrés lors du forage,
- remarques sur la présence éventuelle d'eau et niveau,
- observations sur le mode et la conduite des forages.

Les coupes relevées ont mis en évidence les formations suivantes :

Profondeur de la base de la couche (m/TN)	Sondages	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5
	Terrains de recouvrement Terre végétale	-0,30 m	-0,20 m	-0,30 m	-0,20 m	-0,30 m
	Altération argilo-micaschisteuse	-6,01 m (Arrêt)	-4,20 m	-5,82 m (Arrêt)	-3,80 m	-4,80 m
	Micaschiste	/	-5,20 m (Refus)	/	-5,83 m (Refus)	-5,85 m (Refus)

B

### **III.2. SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE**

Cinq sondages à la pelle mécanique de 2,5 tonnes ont été réalisés. Ces sondages ont permis de déterminer la nature des formations géologiques et la profondeur des venues d'eau, d'apprécier la terrassabilité des terrains et de prélever des échantillons en quantité suffisante pour les essais en laboratoire.

Les coupes relevées avec photos ont mis en évidence les formations suivantes :

<b>SONDAGE PM1</b>	
0,00 à 0,30 m	Terre végétale limoneuse
0,30 à 2,30 m	Altération argilo-micaschisteuse
Arrêt – Pas de venue d'eau Tenue de la fouille : bonne	

<b>SONDAGE PM2</b>	
0,00 à 0,35 m	Terre végétale limoneuse
0,35 à 2,70 m	Altération micaschisteuse
Arrêt – Pas de venue d'eau Tenue de la fouille : bonne	

<b>SONDAGE PM3</b>	
0,00 à 0,30 m	Terre végétale et racines
0,30 à 1,15 m	Limon argileux
1,15 à 2,40 m	Altération micaschisteuse
Arrêt – Pas de venue d'eau Tenue de la fouille : bonne	

<b>SONDAGE PM4</b>	
0,00 à 0,45 m	Terre végétale et racines
0,45 à 2,40 m	Altération micaschisteuse
Arrêt – Pas de venue d'eau Tenue de la fouille : bonne	

<b>SONDAGE PM6</b>	
0,00 à 0,80 m	Terre végétale et remblais
0,80 à 1,40 m	Limon argileux
Arrêt (présence d'un réseau) – Pas de venue d'eau Tenue de la fouille : bonne	

Le sondage PM5 n'a pas pu être réalisé lors de notre intervention car la zone était interdite d'accès (plateforme utilisée pour formation).

**III3. PERMEABILITE**

Trois essais de perméabilité de type Porchets à niveau variable ont été effectués dans les sondages ci-dessous.

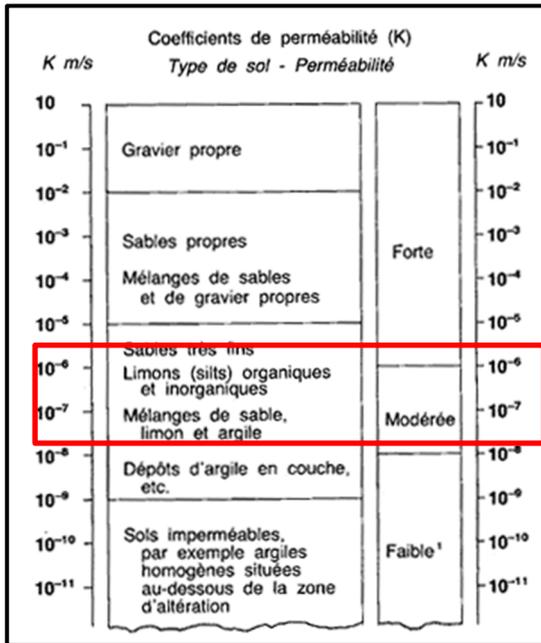
Ces essais consistent, après saturation suffisante du sol, à mesurer la descente du niveau d'eau en fonction du temps.

Les relevés des mesures sont joints en annexe.

Les résultats interprétés en fin de l'essai sont les suivants :

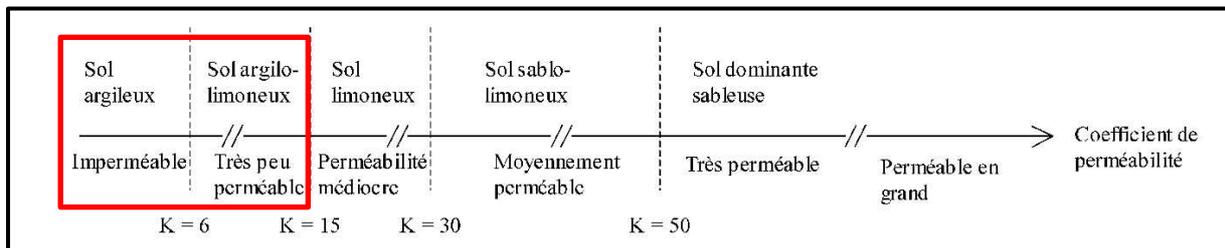
<b>Essai</b>	<b>Nature du sol</b>	<b>Profondeur / TN (m)</b>	<b>Perméabilité (m/s)</b>	<b>Perméabilité (mm/h)</b>
PO1	Altération micaschisteuse	1,00	$1,9 \cdot 10^{-6}$	6,84
PO2	Altération micaschisteuse	1,00	$5 \cdot 10^{-7}$	1,80
PO3	Altération micaschisteuse	1,00	$1,2 \cdot 10^{-6}$	4,32

B



Les essais d'infiltration réalisés ont permis de caractériser des **sols de perméabilité modérée**.

Par analogie avec la norme XP DTU 64.1 « Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) » les sols reconnus sont caractérisés comme **imperméables à peu perméables**.



## **IV SISMICITÉ**

D'après le nouveau zonage sismique (décret N°2010-1255 du 22 Octobre 2010), la commune de SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44) se situe en **zone sismique 3 (aléa modéré)**. Il conviendra donc de vérifier le risque de liquéfaction des sols constituant le site (application des prescriptions parasismiques particulières obligatoires pour tout permis déposé après le 1<sup>er</sup> Mai 2011) en phase G2.

En première approche et selon le tableau 3.1 du paragraphe 3.1.2 de l'EUROCODE 8 – partie 1, la zone du projet se situe en **classe B**.

**Ceci sera à confirmer en phase G2 AVP.**

## V ESSAIS EN LABORATOIRE

Les matériaux remaniés prélevés lors des sondages PM3 et PM6 ont fait l'objet, en laboratoire, des essais ci-après :

- mesure de la teneur en eau naturelle,
- analyse granulométrique,
- limites d'Atterberg.

Les résultats obtenus sont regroupés ci-après :

Sondage		PM3	PM6
Profondeur de l'échantillon	(m/TN)	0,30 – 1,15	0,80 – 1,30
Nature		Limon argileux	Limon argileux
Teneur en eau naturelle $W_N$	(%)	8,4	11,2
<b>Limites d'Atterberg</b>			
Limite de liquidité	(%)	30	32
Limite de plasticité	(%)	22	20
$I_p$		8	12
<b>Analyse granulométrique</b>			
< 50 mm	(%)	100,0	100,0
< 20 mm	(%)	100,0	100,0
< 10 mm	(%)	100,0	100,0
< 5 mm	(%)	99,7	99,7
< 2 mm	(%)	99,0	99,1
< 1 mm	(%)	97,9	98,4
< 0,25 mm	(%)	92,4	94,1
< 0,08 mm	(%)	88,5	90,7
<b>Classification GTR</b>		<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>

Les sols de catégorie **A<sub>1</sub>** correspondent à des sols fins sensibles aux variations de teneur en eau.

Selon le diagramme de Casagrande (voir en annexe), ces matériaux ne se situent pas dans le domaine des argiles gonflantes.

## **VI SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE**

### **VI1. CONTEXTE GEOTECHNIQUE**

L'interprétation des coupes de sondages s'effectue par examen des matériaux remontés et à partir des mesures des vitesses d'avancement de l'outil de forage visualisant leur différenciation mécanique. Cette interprétation peut conduire à des imprécisions sur la limite entre couches.

Les reconnaissances ont mis en évidence sous des terrains de recouvrements (terre végétale), une couche d'argile d'altération micaschisteuse avant de rencontrer le substratum micaschisteux au droit des sondages SD2, SD4 et SD5.

En phase G2 des sondages pressiométriques complémentaires devront être prévus pour permettre le dimensionnement des fondations.

### **VI2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE**

Lors de la campagne de reconnaissance (les 02 et 03 Octobre 2023), aucun niveau d'eau n'a été observé lors des forages. Lors de la seconde intervention, le 05 Décembre 2023, une venue d'eau a été rencontré lors du forage du sondage SD5 avec un niveau d'eau stabilisé en fin de forage à 2,60 m de profondeur.

Un suivi piézométrique est prévu pendant une période de 5 mois.

Ces observations, ayant un caractère ponctuel et instantané, n'excluent pas la possibilité de circulations et de remontées d'eau plus importantes. Une mission spécifique hydrogéologique pourra être réalisée par le Maître d'Ouvrage.

### **VI3. PRINCIPE DE FONDATION**

Lors de la phase Avant-Projet (mission G2 AVP), il conviendra de réaliser des sondages pressiométriques complémentaires au droit des futurs ouvrages projetés pour calculer les contraintes de calcul et estimer les tassements absolus et différentiels au droit du projet.

Les terrains de recouvrements (terre végétale et remblais éventuels) seront exclus pour l'assise des fondations.

B

**En première approche, en fonction des caractéristiques mécaniques qui seront mesurées et en considérant la construction d'ouvrages légers (R+1 ou moins), ces derniers pourront être fondées en superficie, sur semelles filantes ou isolées ancrées dans l'argile d'altération micaschisteuse et descendues au minimum à 0,80 m de profondeur par rapport au niveau fini.**

**Dans le cas d'ouvrages plus importants, il pourra s'avérer nécessaire de descendre les fondations dans le substratum micaschisteux reconnu au droit des sondages SD2 et SD4.**

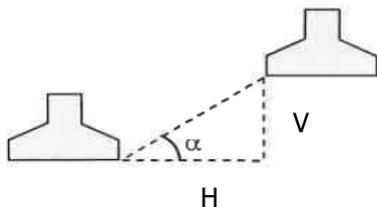
L'ancrage et les contraintes admissibles devront être définis en fonction des charges du projet et des tassements admissibles.

**Compte-tenu de la sismicité du site, les fondations devront être établies dans la même formation géologique.**

**Il conviendra également de respecter la profondeur de mise hors-gel de 0,50 m de profondeur par rapport au niveau fini du sol après travaux.**

#### **VI4. SUJETIONS D'EXECUTION :**

En cas d'ancrage des fondations à des niveaux différents, il conviendra de tenir compte de la pente maximale de 3H/1V (Horizontal/Vertical) entre arêtes de semelles les plus voisines.



En zone sismique 3 :  $\tan \alpha = V/H \leq 1/3$

#### **VI5. NIVEAU BAS**

En fonction du type de projet et des résultats des essais complémentaires en phase G2 AVP une solution de dallage sur terre-plein pourra être envisagée.

Suivant le tableau 2 "Classification des missions types d'ingénierie géotechnique" de la norme NF P94-500 joint en annexe, cette étude doit être complétée lors de l'étude géotechnique de conception G2 phase avant-projet (G2 AVP suivant dénomination de la norme NF P94 500 de novembre 2013).

APC INGENIERIE reste à la disposition des intervenants pour tout complément d'information relatif aux conclusions de la présente étude, dans le respect des critères mentionnés dans les conditions générales jointes en annexes.

A Vigneux-de-Bretagne, le 18 Décembre 2023

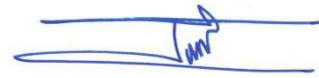
Le Chargé d'Affaires :



J. GUYONVARCH

**APC INGENIERIE**  
*de la Biliais Deniaud - 3, Rue Albert de Dion*  
**4360 VIGNEUX DE BRETAGNE**  
Tél. : 02.40.86.80.01  
Fax : 02.40.85.29.77

L'Ingénieur Responsable :



S. TURLE

# **ANNEXES**

**ANNEXE 1 : CONDITIONS GENERALES**

**ANNEXE 2 : MISSIONS GEOTECHNIQUES**

**ANNEXE 3 : SITUATION GEOGRAPHIQUE**

**ANNEXE 4 : PLAN DE SITUATION**

**ANNEXE 5 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

**ANNEXE 6 : SONDAGES DESTRUCTIFS**

**ANNEXE 7 : PELLER MECANIKES**

**ANNEXE 8 : ESSAIS PORCHETS**

**ANNEXE 9 : ESSAIS EN LABORATOIRE**

## CONDITIONS GÉNÉRALES DE VALIDITÉ DES ÉTUDES GÉOTECHNIQUES

**Article 1** - Le présent rapport est constitué d'un texte et d'annexes qui constituent un ensemble indissociable dont la mauvaise utilisation résultant d'une modification ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité d'APC INGENIERIE, tout en faisant droit à l'engagement de poursuites judiciaires contre son auteur.

**Article 2** - Toute modification dans la teneur du projet (implantation, importance des constructions) ou dans la géographie du site (par suite notamment d'apports de matériaux ou de terrassement entre l'étude et le début des travaux) doit être portée à la connaissance d'APC INGENIERIE qui sera amené, dans ce cas, à modifier éventuellement les conclusions de son étude.

**Article 3** - L'étude géotechnique étant ponctuelle par essence, tout élément nouveau mis en évidence en cours de chantier, non détecté lors des sondages (poche de matériau mou, présence localisée de remblai ou de déchets, venues d'eau, cavité,...) doit faire l'objet d'une communication immédiate à APC INGENIERIE qui pourra être amené à adapter les conclusions de l'étude aux nouvelles constatations.

**Article 4** - L'attention des concepteurs est particulièrement attirée sur l'importance du strict respect des normes en vigueur qui a conduit à l'émergence du présent rapport. En particulier, le domaine de définition de l'étude réalisée ne saurait excéder celui de la mission géotechnique concédée au sens de la norme NF P94-500.

**Article 5** - L'extrapolation des conclusions de l'étude géotechnique à des constructions voisines situées hors de l'emprise reconnue ne saurait engager de quelque manière que ce soit la responsabilité d'APC INGENIERIE.

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

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

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

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

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

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

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)****ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

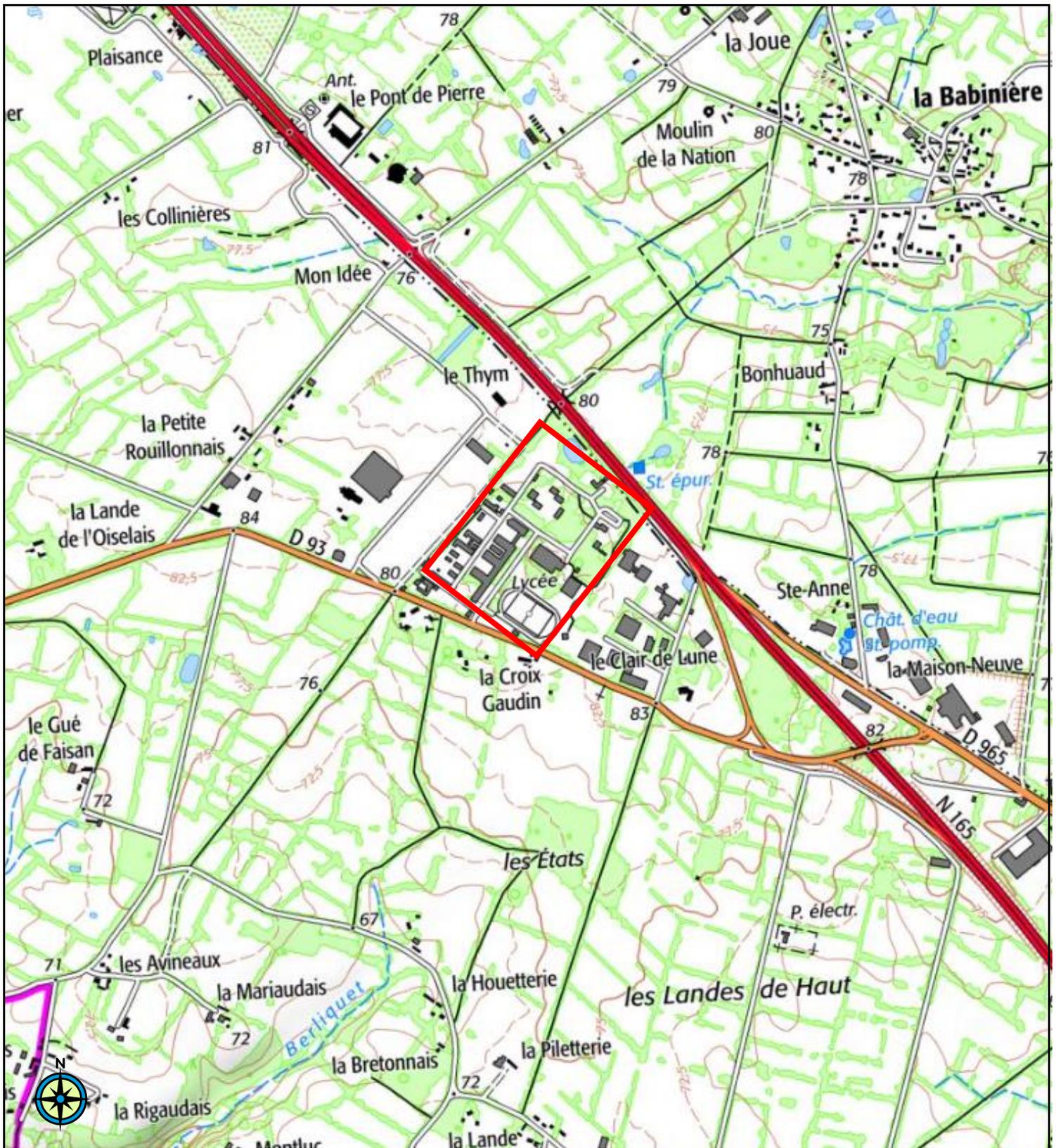
Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

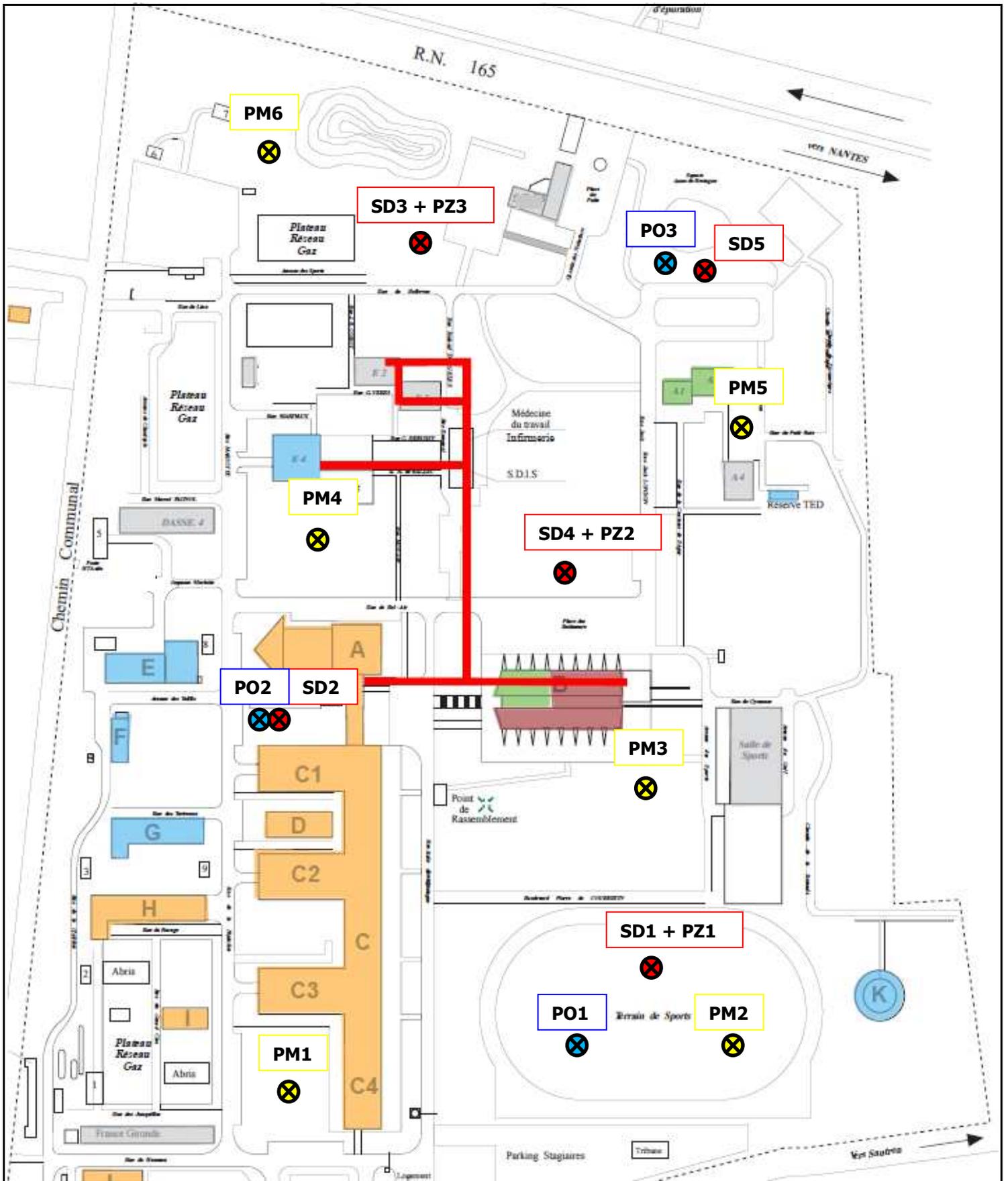
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre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



	LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT Requalification du site de la Croix Gaudin D93 – Le Clair de Lune SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44)		
	SITUATION GEOGRAPHIQUE		
	N : A23.0934	Date : 19/10/2023	-



	LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT Requalification du site de la Croix Gaudin D93 – Le Clair de Lune SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44)		
	PLAN DE SITUATION		
	N : A23.0934	Date : 19/10/2023	-



LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT  
 Requalification du site de la Croix Gaudin  
 D93 – Le Clair de Lune  
 SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC (44)

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

N : A23.0934

Date : 19/10/2023



**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD**  
Norme NF EN ISO 22476-4

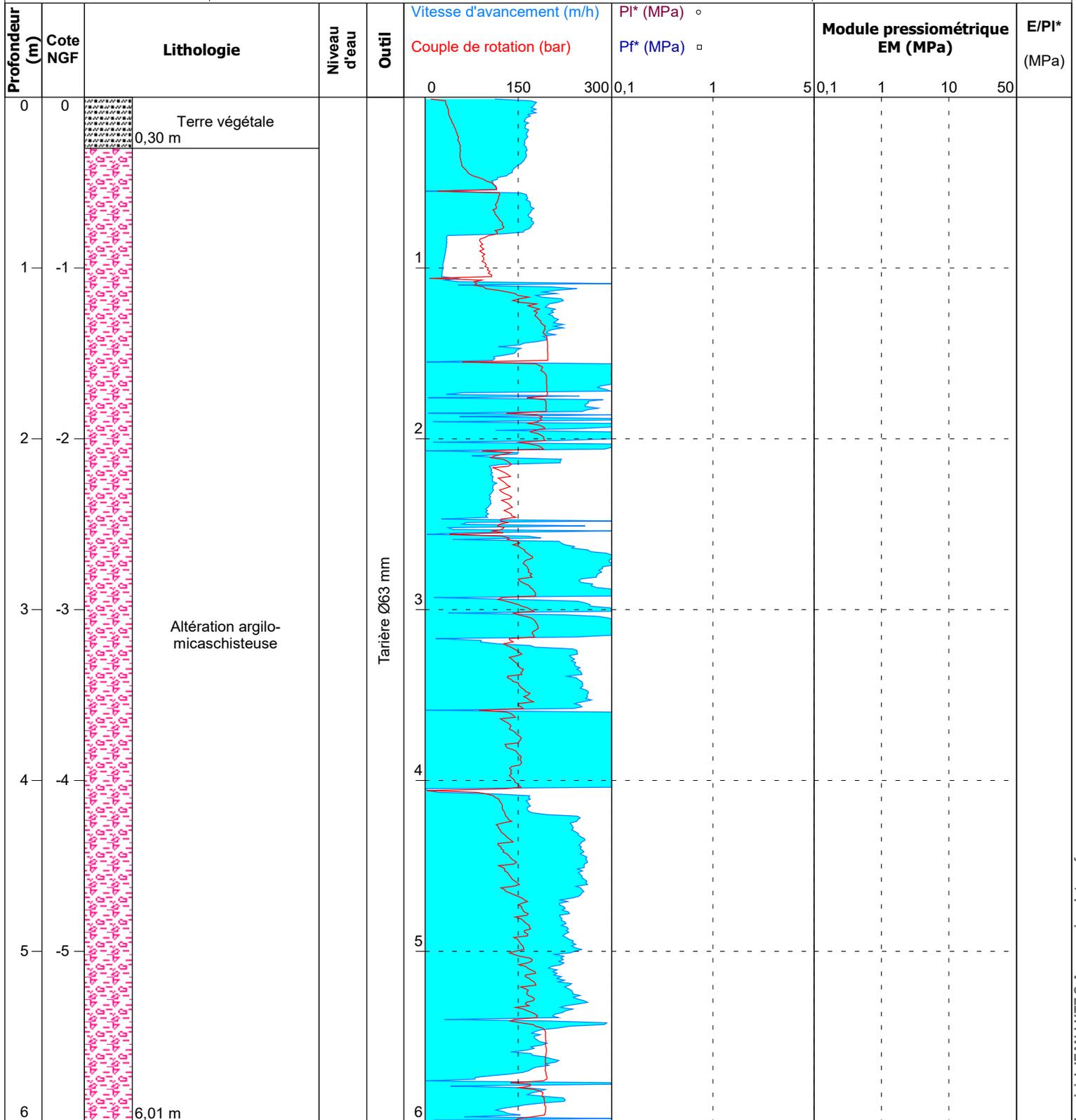
**Dossier n° :** A23.0934

**Forage :** SD1  
**Date :** 02/10/2023  
**Profondeur :** 6,01 m

**X :**  
**Y :**  
**Z :**  
**Machine :** ECOFORE 302

**Client :** LAD  
Plan d'implantation en annexe

**Opération :** ST-ETIENNE-DE-MONTLUC



Tarière Ø63 mm

EXGTE 3.22/LB1EPF460FR

Observations :



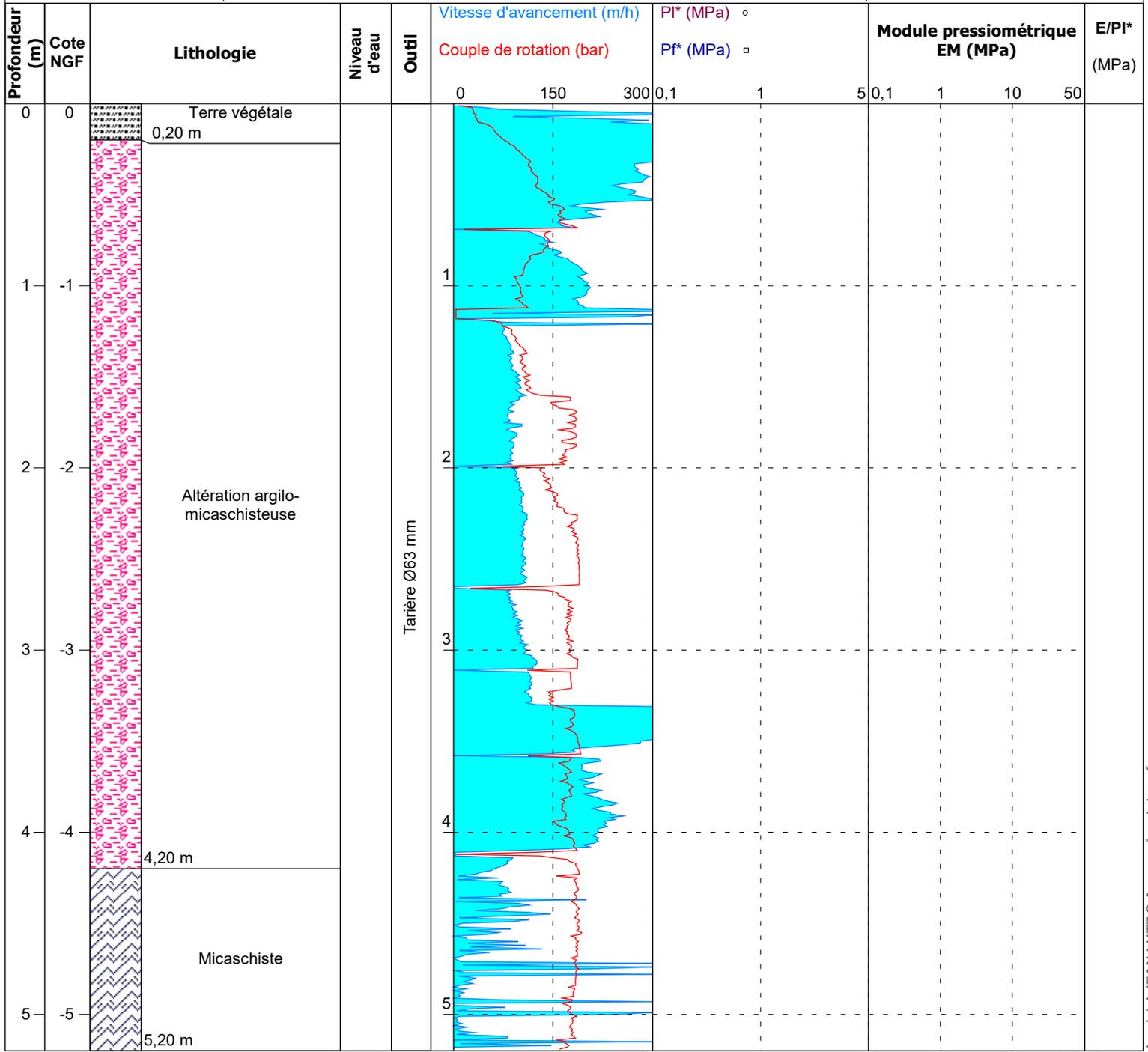
**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD**  
Norme NF EN ISO 22476-4

**Dossier n° :** A23.0934

**Forage :** SD2  
**Date :** 02/10/2023  
**Profondeur :** 5,20 m

**X :**  
**Y :**  
**Z :**  
**Opération :** ST-ETIENNE-DE-MONTLUC  
**Machine :** ECOFORE 302

**Client :** LAD  
Plan d'implantation en annexe



EXGTE 3.22/LB1EPF460FR

Observations :



**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD**  
Norme NF EN ISO 22476-4

**Dossier n° :** A23.0934

**Forage :** SD3

**X :**

**Date :** 03/10/2023

**Y :**

**Profondeur :** 5,82 m

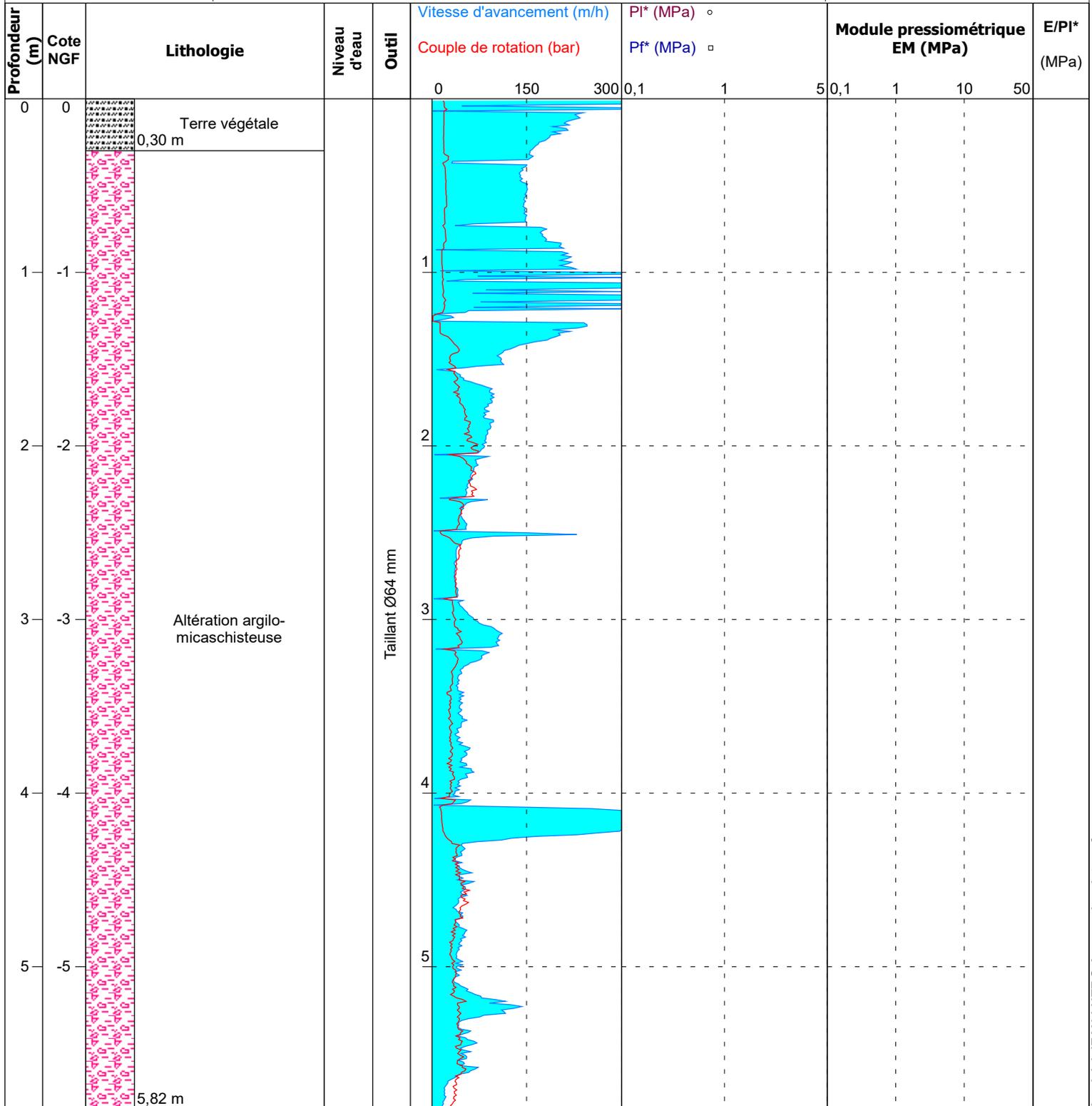
**Z :**

**Client :** LAD

Plan d'implantation en annexe

**Opération :** ST-ETIENNE-DE-MONTLUC

**Machine :** ECOFORE 302



EXGTE 3.22/LB1EPF460FR

Observations :



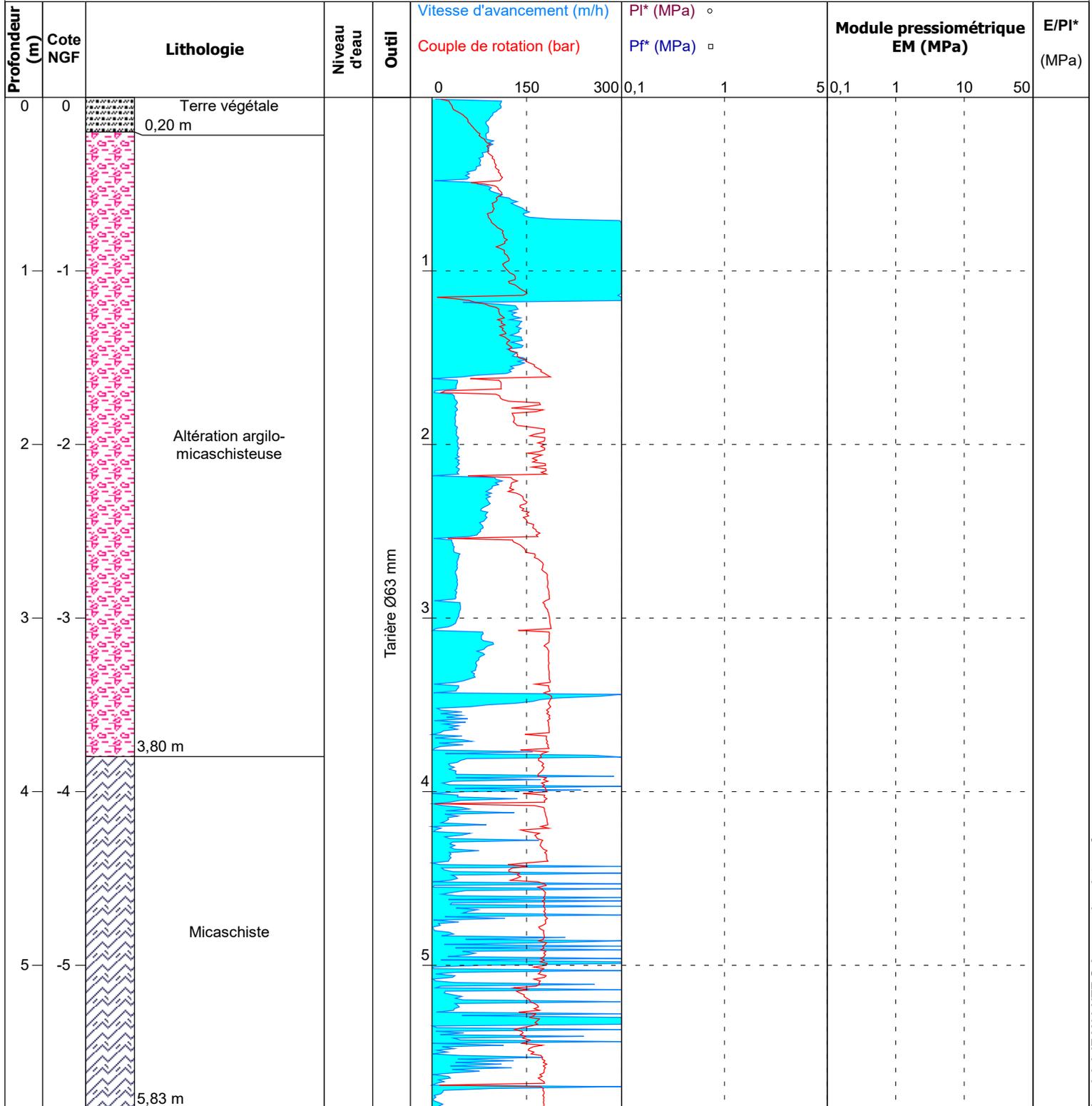
**SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD**  
Norme NF EN ISO 22476-4

**Dossier n° :** A23.0934

**Forage :** SD4  
**Date :** 02/10/2023  
**Profondeur :** 5,83 m

**X :**  
**Y :**  
**Z :**  
**Opération :** ST-ETIENNE-DE-MONTLUC  
**Machine :** ECOFORE 302

**Client :** LAD  
Plan d'implantation en annexe



EXGTE 3.22/LB1EPF460FR

Observations :



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

Norme NF EN ISO 22476-4

Dossier n° : A230934

Forage : **SD5**

Date : 05/12/2023

Profondeur : 5,85 m

Opération : **ST-ETIENNE-DE-MONTLUC**

X :

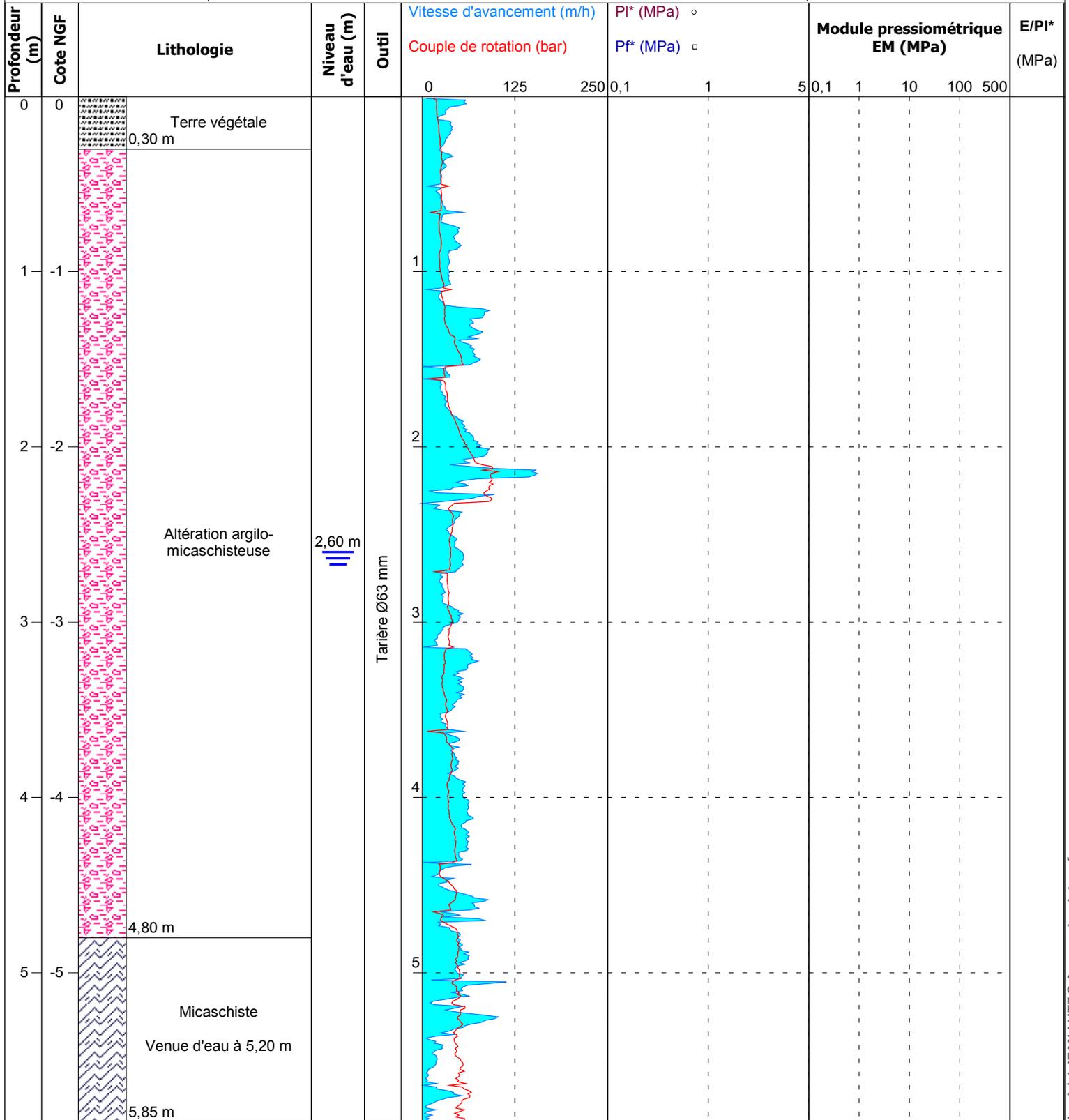
Y :

Z :

Machine : EMCI 220

Client : LAD

Plan d'implantation en annexe



EXGTE 3.23/LB2EPF580FR

Observations :

DOSSIER	<b>A23.0934</b>	Engin	Pelle 2T5	
CHANTIER	<b>Requalification du site de la Croix Gaudin</b>	Date	17/10/2023	
VILLE	<b>SAINT ETIENNE DE MONTLUC (44)</b>	Opérateur	ML	
CLIENT	<b>LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT</b>	Cote NGF	-	

## SONDAGE A LA PELLE N°

**PM1**

Cote	Stratigraphie	Description	Rippabilité			Tenue fouille			Echantillons
			bonne	moyenne	Dur	bonne	moyenne	boulant	
0,00 à 0,30m	TV	Terre végétale limoneuse	X			X			-
0,30 à 1,50m	Micaschiste	Altération limoneuse micaschisteuse (ocre, gris)	X			X			X
1,50 à 2,30m		Altération micaschisteuse (ocre, rouille)	X			X			X

**Nature de l'arrêt :** Bout de flèche de la pelle

**Eau :** Pas de venue d'eau

**Observation :** Néant



DOSSIER	A23.0934	Engin	Pelle 2T5	
CHANTIER	Requalification du site de la Croix Gaudin	Date	17/10/2023	
VILLE	SAINT ETIENNE DE MONTLUC (44)	Opérateur	ML	
CLIENT	LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT	Cote NGF	-	

## SONDAGE A LA PELLE N°

**PM2**

Cote	Stratigraphie	Description	Rippabilité			Tenue fouille			Echantillons
			bonne	moyenne	Dur	bonne	moyenne	boulant	
0,00 à 0,35m	TV	Terre végétale limoneuse	X			X			-
0,35 à 1,35m	Micaschiste	Limons d'altération micaschisteuse (ocre, beige, blanche)	X			X			X
1,35 à 2,30m		Altération légèrement limoneuse micaschisteuse (ocre, rouille)	X			X			X
2,30 à 2,70m		Altération micaschisteuse (ocre, rouille, passage blanc, gras, brillant)	X			X			X

**Nature de l'arrêt :** Bout de flèche de la pelle

**Eau :** Pas de venue d'eau

**Observation :** Néant



DOSSIER	<b>A23.0934</b>	Engin	Pelle 2T5	
CHANTIER	<b>Requalification du site de la Croix Gaudin</b>	Date	17/10/2023	
VILLE	<b>SAINT ETIENNE DE MONTLUC (44)</b>	Opérateur	ML	
CLIENT	<b>LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT</b>	Cote NGF	-	

## SONDAGE A LA PELLE N°

**PM3**

Cote	Stratigraphie	Description	Rippabilité			Tenue fouille			Echantillons
			bonne	moyenne	Dur	bonne	moyenne	boulant	
0,00 à 0,30m	TV	Terre végétale limoneuse + racine	X			X			-
0,30 à 1,15m	Limons	Limons argileux compacte (gris, marron)	X			X			X
1,15 à 2,00m	Micaschiste	Altération limoneuse micaschisteuse compacte (ocre, marron clair)	X			X			X
2,00 à 2,40m		Altération micaschisteuse (marron clair)	X			X			X

**Nature de l'arrêt :** Bout de flèche de la pelle

**Eau :** Pas de venue d'eau

**Observation :** Néant



DOSSIER	<b>A23.0934</b>	Engin	Pelle 2T5	
CHANTIER	<b>Requalification du site de la Croix Gaudin</b>	Date	17/10/2023	
VILLE	<b>SAINT ETIENNE DE MONTLUC (44)</b>	Opérateur	ML	
CLIENT	<b>LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT</b>	Cote NGF	-	

## SONDAGE A LA PELLE N°

**PM4**

Cote	Stratigraphie	Description	Rippabilité			Tenue fouille			Echantillons
			bonne	moyenne	Dur	bonne	moyenne	boulant	
0,00 à 0,45m	TV	Terre végétale limoneuse + racine	X			X			-
0,45 à 1,60m	Micaschiste	Altération limoneuse micaschisteuse compacte (gris, ocre, beige)	X			X			X
1,60 à 2,40m		Altération micaschisteuse compacte (ocre, marron)		X			X		

**Nature de l'arrêt :** Bout de flèche de la pelle

**Eau :** Pas de venue d'eau

**Observation :** Néant



DOSSIER	<b>A23.0934</b>	Engin	Pelle 2T5	
CHANTIER	<b>Requalification du site de la Croix Gaudin</b>	Date	17/10/2023	
VILLE	<b>SAINT ETIENNE DE MONTLUC (44)</b>	Opérateur	ML	
CLIENT	<b>LOIRE ATLANTIQUE DEVELOPPEMENT</b>	Cote NGF	-	

## SONDAGE A LA PELLE N°

**PM6**

Cote	Stratigraphie	Description	Rippabilité			Tenue fouille			Echantillons
			bonne	moyenne	Dur	bonne	moyenne	boulant	
0,00 à 0,80m	TV	Terre végétale remblayé (avec bloc, PVC, plastique)	X			X			-
0,80 à 1,40m	Limon	Limon argileux compacte (marron, gris, ocre)	X			X			X

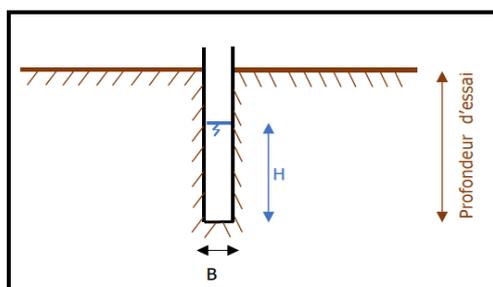
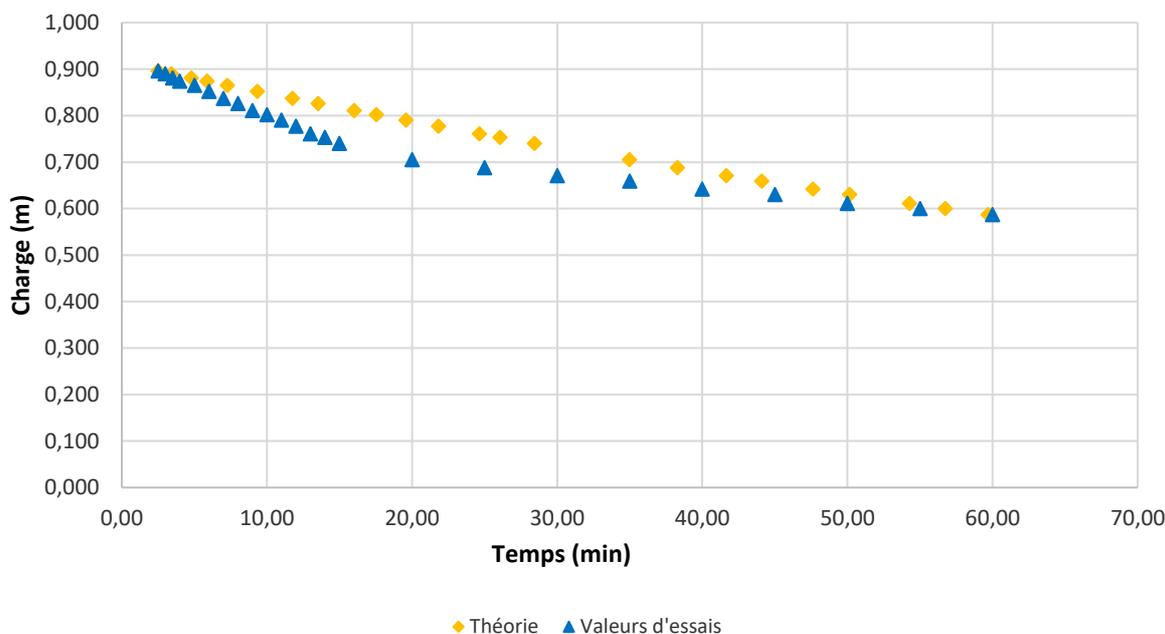
**Nature de l'arrêt :** Arrêt à la vue d'un grillage et d'un réseau

**Eau :** Pas de venue d'eau

**Observation :** Il semblerait y avoir un réseau de GAZ (grillage jaune à 1,20m) qui n'est peut être plus en utilisation. (--->voir photos)



DOSSIER	<b>A23.0934</b>		
CHANTIER	<b>La Croix Gaudin</b>	Date	02/10/2023
VILLE	<b>ST-ETIENNE-DE-MONTLUC</b>	Opérateur	JG
CLIENT	<b>LAD</b>	Cote NGF	
ESSAI N°	<b>PO1</b>	Profondeur (m)	<b>1,00</b>
Nature des matériaux :		Altération micaschisteuse	

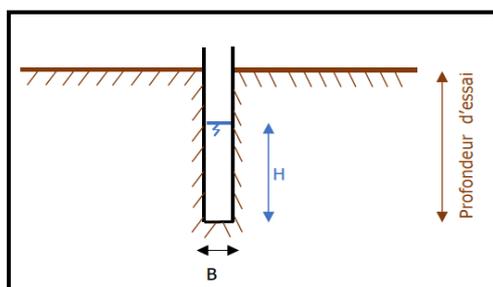
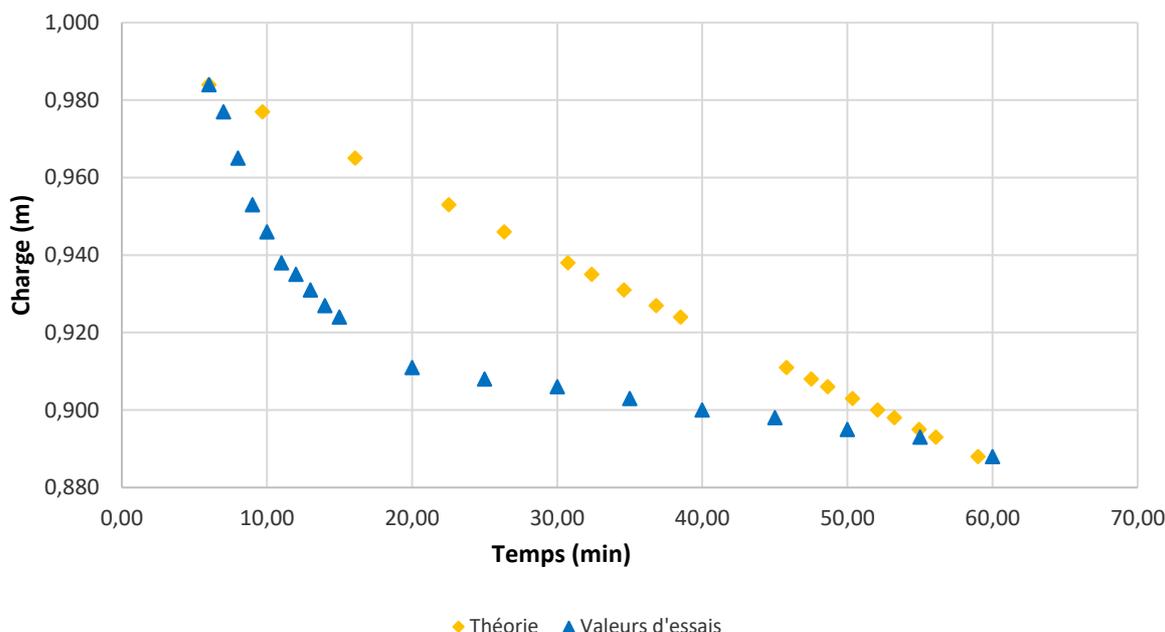


**B** : Diamètre du forage : 63 mm  
**H** : Charge hydraulique

Temps (min)	Lecture (m)	Temps (min)	Lecture (m)
0	0	11	0,21
0,5	0,027	12	0,223
1	0,052	13	0,239
1,5	0,07	14	0,247
2	0,087	15	0,26
2,5	0,104	20	0,295
3	0,11	25	0,312
3,5	0,119	30	0,329
4	0,126	35	0,341
5	0,135	40	0,358
6	0,148	45	0,37
7	0,163	50	0,389
8	0,174	55	0,4
9	0,189	60	0,413
10	0,198		

**Perméabilité mesurée :  $k = 1,9E-6$  m/s**

DOSSIER	<b>A23.0934</b>	Date	02/10/2023
CHANTIER	<b>La Croix Gaudin</b>	Opérateur	JG
VILLE	<b>ST-ETIENNE-DE-MONTLUC</b>	Cote NGF	
CLIENT	<b>LAD</b>	Profondeur (m)	<b>1,00</b>
ESSAI N°	<b>PO2</b>	Nature des matériaux :	Altération micaschisteuse

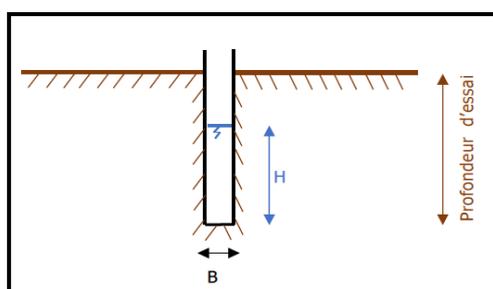
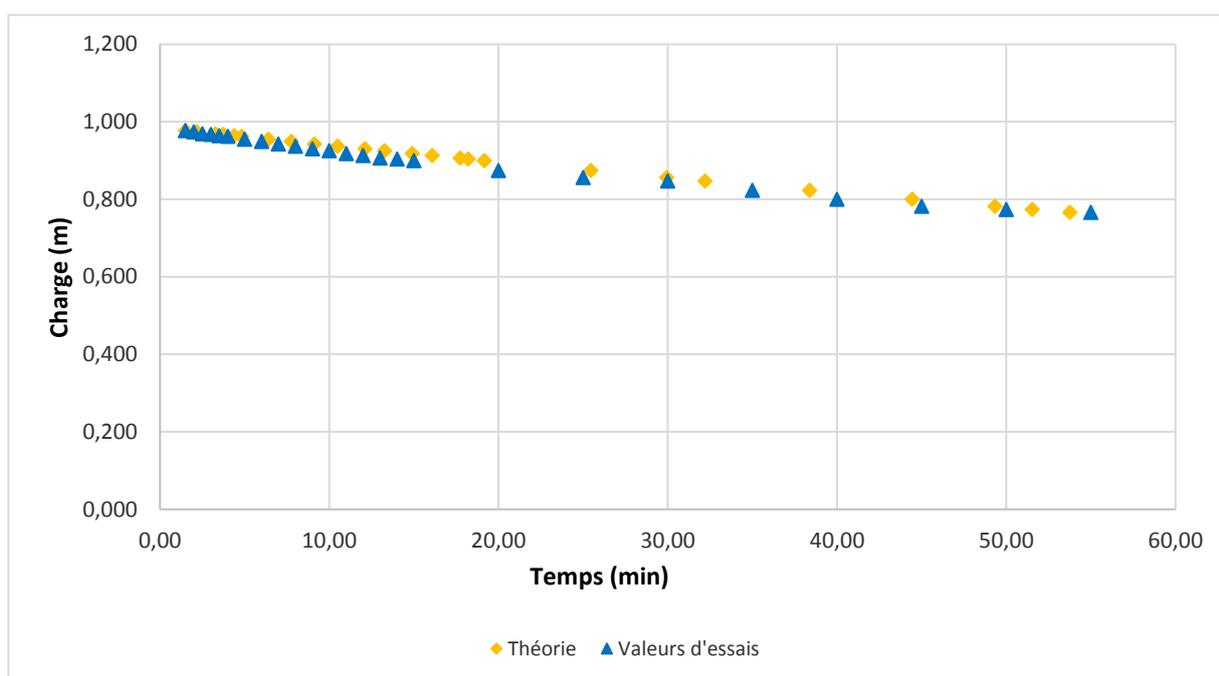


**B : Diamètre du forage : 63 mm**  
**H : Charge hydraulique**

Temps (min)	Lecture (m)	Temps (min)	Lecture (m)
0	0	11	0,062
0,5	0	12	0,065
1	0,001	13	0,069
1,5	0,002	14	0,073
2	0,004	15	0,076
2,5	0,005	20	0,089
3	0,006	25	0,092
3,5	0,006	30	0,094
4	0,007	35	0,097
5	0,012	40	0,1
6	0,016	45	0,102
7	0,023	50	0,105
8	0,035	55	0,107
9	0,047	60	0,112
10	0,054		

**Perméabilité mesurée :  $k = 5E-7$  m/s**

DOSSIER	<b>A23.0934</b>		
CHANTIER	<b>La Croix Gaudin</b>	Date	05/12/2023
VILLE	<b>ST-ETIENNE-DE-MONTLUC</b>	Opérateur	JG
CLIENT	<b>LAD</b>	Cote NGF	
ESSAI N°	<b>PO3</b>	Profondeur (m)	<b>1,00</b>
Nature des matériaux :		Altération micaschisteuse	



**B : Diamètre du forage : 63 mm**  
**H : Charge hydraulique**

Temps (min)	Lecture (m)	Temps (min)	Lecture (m)
0	0	11	0,082
0,5	0,013	12	0,087
1	0,02	13	0,094
1,5	0,023	14	0,096
2	0,026	15	0,1
2,5	0,031	20	0,126
3	0,033	25	0,144
3,5	0,036	30	0,153
4	0,038	35	0,177
5	0,045	40	0,2
6	0,051	45	0,218
7	0,057	50	0,226
8	0,063	55	0,234
9	0,07	0	0
10	0,075		

**Perméabilité mesurée :  $k = 1,2E-6$  m/s**

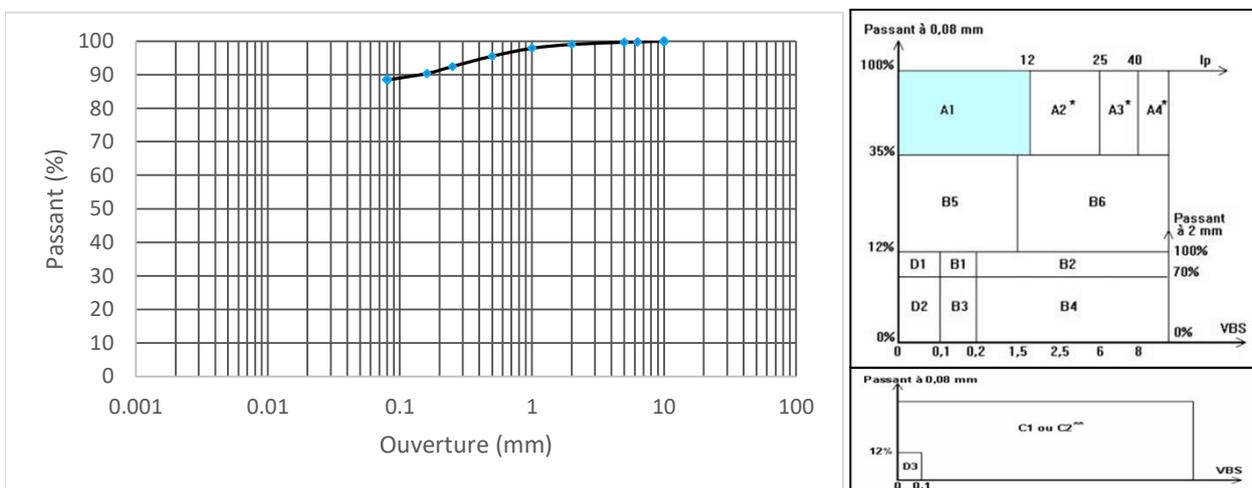
## Classification des matériaux

Norme NF P 11-300

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM3
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.3 - 1.15 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélèvement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

Observations:

### PARAMETRES DU MATERIAU



Granularité	Dmax (mm)	Analyse granulométrique - NF P94-056 et NF P94-057				
		Tamis (mm)	50	2 (sur 0/50)	0,08 (sur 0/50)	0,002 (sur 0/50)
	10	Passant (%)	100.0	99.0	88.5	

Argilosité	NF P94-051 et NF P94-052-1			NFP90-060-1	NF P94-068
	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub> (%)	W <sub>R</sub> (%)	VBS (g/100g)
	30	22	8		

Etat hydrique	NF P94-050	NF P94-051	NF P94-078	NF P94-093
	W <sub>N</sub>	I <sub>c</sub>	I <sub>PI</sub>	W <sub>N</sub> /W <sub>OPN</sub>
	8.4%	2.63		

<b>CLASSIFICATION GTR</b>	<b>A1</b>
---------------------------	-----------

## Analyse Granulométrique

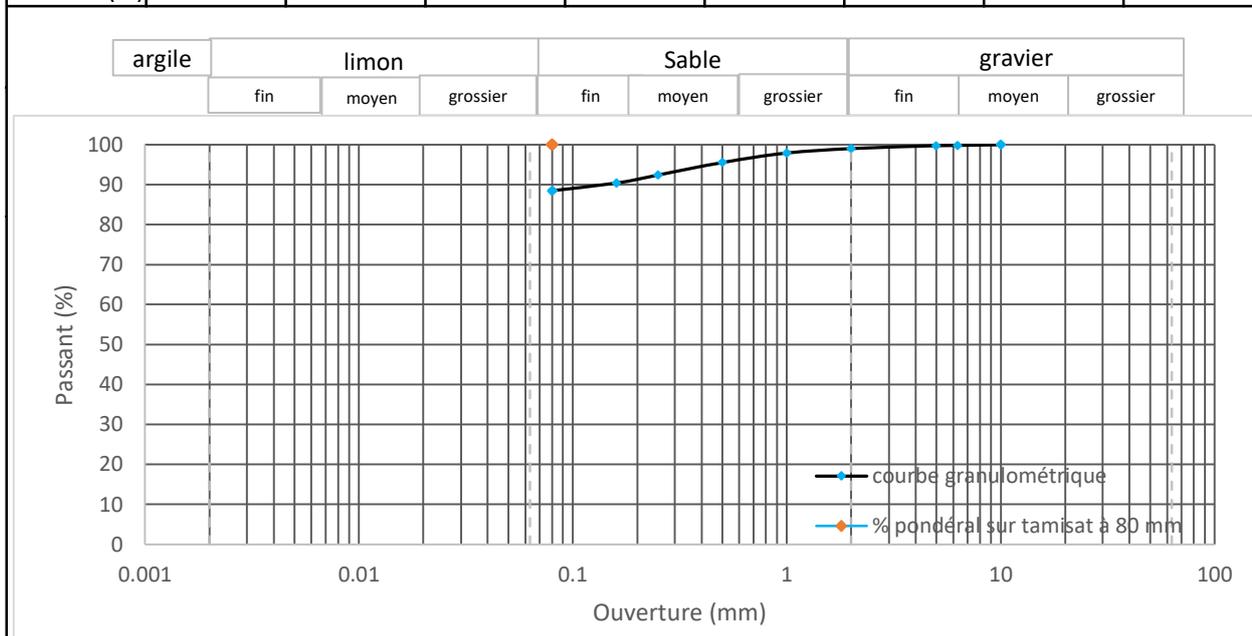
Normes NF P94-056 et NF P94-057

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM3
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.3 - 1.15 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélevement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

Observations:

### RESULTATS

Dm:	10	% d'éléments > Dm:	0.0%					
Analyse par tamisage - NF P94-056								
Tamis (mm)	50	20	10	5	2	1	0.25	0.08
Passant (%)	100.0	100.0	100.0	99.7	99.0	97.9	92.4	88.5
Analyse par sédimentation - NF P94-057								
D (µm)								
Passant (%)								



D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>15</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)

C <sub>c</sub>	C <sub>u</sub>

L'Ingénieur responsable :  
**APC INGENIERIE**  
 P.A. de la Biliais Deniaud - 3, Rue Albert de Dion  
 44360 VIGNEUX DE BRETAGNE  
 Tél. : 02.40.86.80.01  
 Fax : 02.40.85.29.77

 S. TURLE

## Limites d'Atterberg

Normes NF P94-051 et NF P94-052-1

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM3
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.3 - 1.15 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélevement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

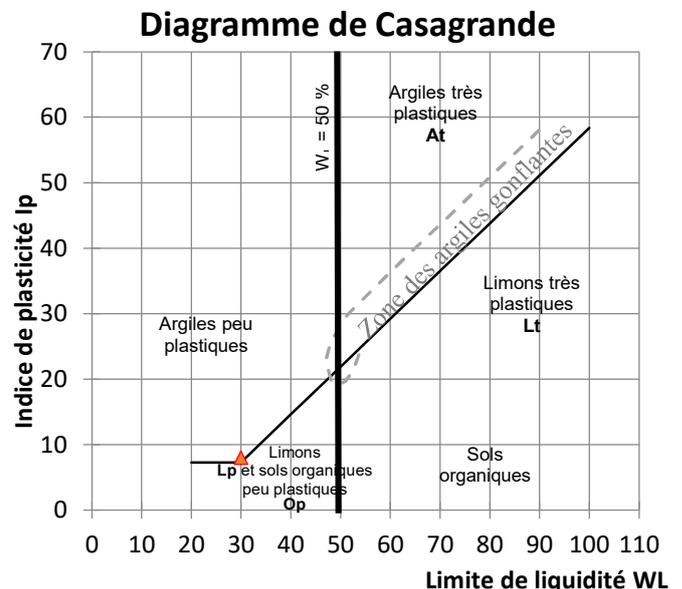
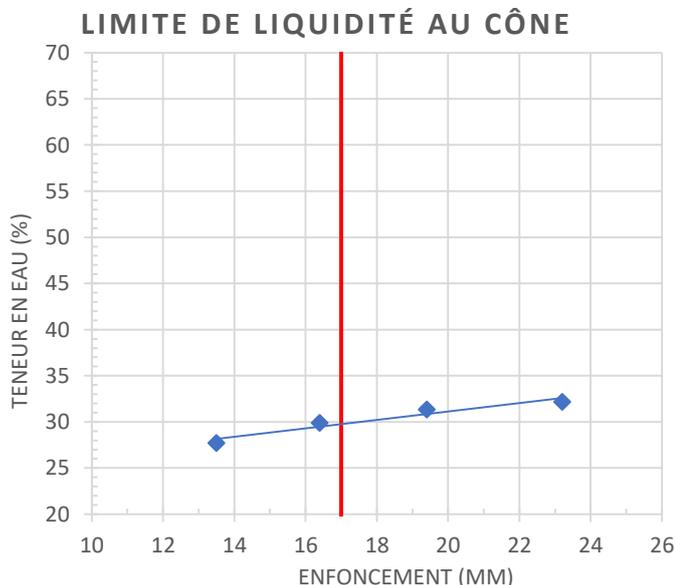
Observations:

### MESURE DE LA LIMITE DE LIQUIDITÉ AU CÔNE (NF P 94-052-1)

Mesures	1	2	3	4	5
Enfoncement (mm)	23.2	16.4	13.5	19.4	
Teneur en eau (%)	32.2	29.9	27.7	31.3	

### MESURE DE LA LIMITE DE PLASTICITE (NF P 94-051)

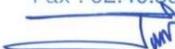
Mesures	1	2	3	moyenne
Teneur en eau (%)	22.9	22.5	21.9	22.4



### RÉSULTATS

Teneur en eau équivalente $w_{<0,4}$	9.0%
Limite de liquidité $w_L$	30
Limite de plasticité $w_p$	22
Indice de plasticité $I_p$	8
Indice de liquidité $I_L$	-1.6
Indice de consistance $I_C$	2.63

L'Ingénieur responsable :  
**APC INGENIERIE**  
 P.A. de la Biliais Deniaud - 3, Rue Albert de Dion  
 44360 VIGNEUX DE BRETAGNE  
 Tél. : 02.40.86.80.01  
 Fax : 02.40.85.29.77

 S. TURLE

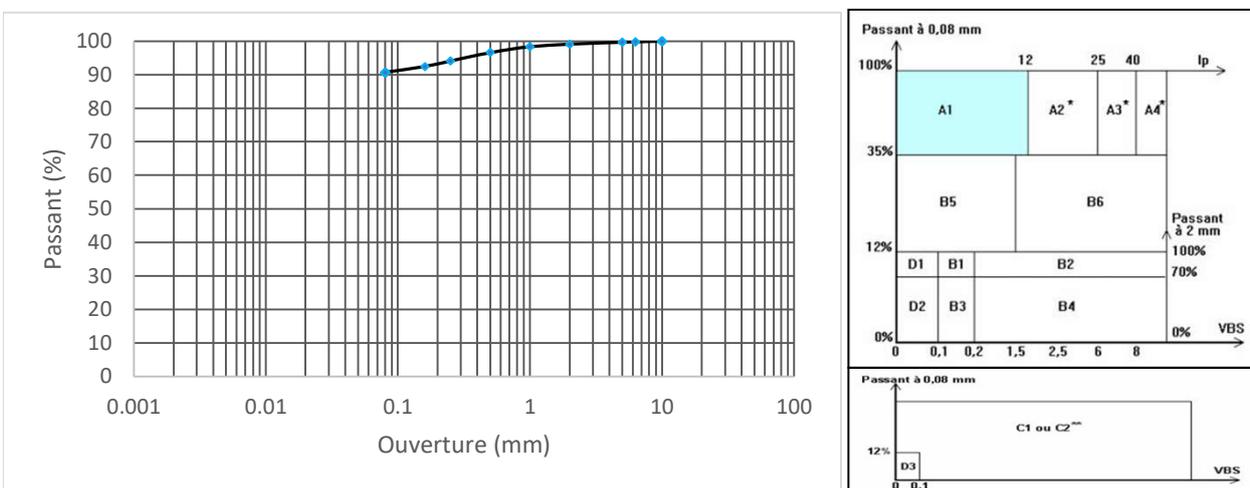
## Classification des matériaux

Norme NF P 11-300

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM6
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.8 - 1.3 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélèvement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

**Observations:**

### PARAMETRES DU MATERIAU



Granularité	Dmax (mm)	Analyse granulométrique - NF P94-056 et NF P94-057				
		Tamis (mm)	50	2 (sur 0/50)	0,08 (sur 0/50)	0,002 (sur 0/50)
	10	Passant (%)	100.0	99.1	90.7	

Argilosité	NF P94-051 et NF P94-052-1			NFP90-060-1	NF P94-068
	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub> (%)	W <sub>R</sub> (%)	VBS (g/100g)
	32	20	12		

Etat hydrique	NF P94-050	NF P94-051	NF P94-078	NF P94-093
	W <sub>N</sub>	I <sub>c</sub>	I <sub>PI</sub>	W <sub>N</sub> /W <sub>OPN</sub>
	11.2%	1.68		

<b>CLASSIFICATION GTR</b>	<b>A1</b>
---------------------------	-----------

## Analyse Granulométrique

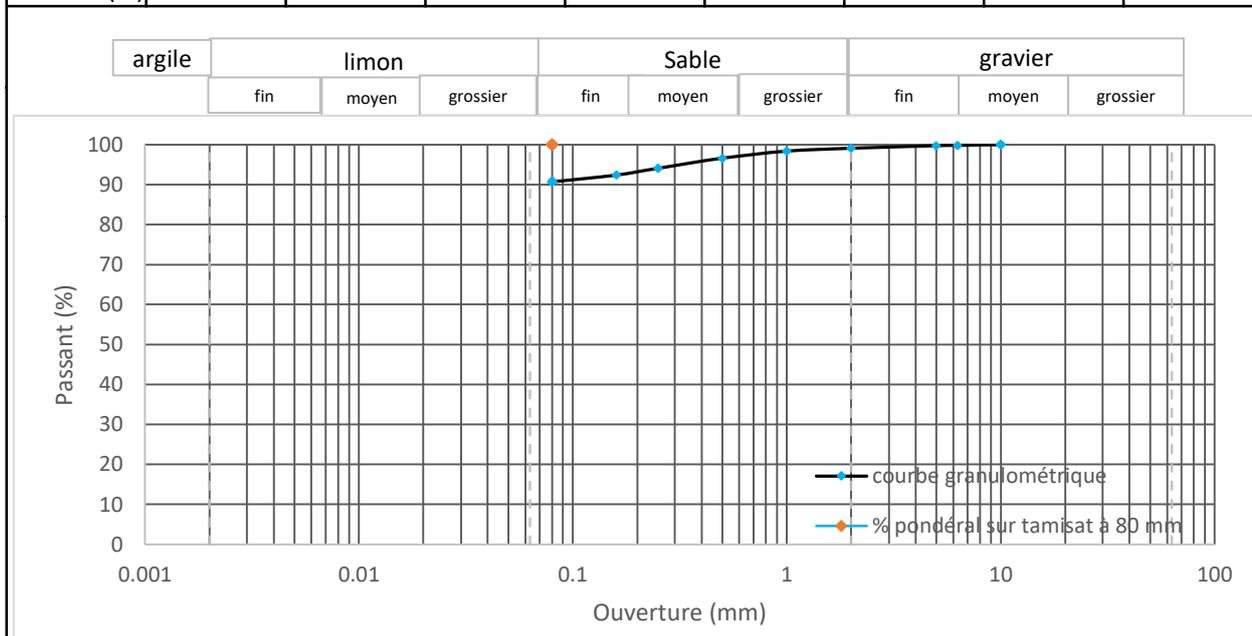
Normes NF P94-056 et NF P94-057

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM6
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.8 - 1.3 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélevement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

Observations:

### RESULTATS

Dm:	10	% d'éléments > Dm:	0.0%					
Analyse par tamisage - NF P94-056								
Tamis (mm)	50	20	10	5	2	1	0.25	0.08
Passant (%)	100.0	100.0	100.0	99.7	99.1	98.4	94.1	90.7
Analyse par sédimentation - NF P94-057								
D (µm)								
Passant (%)								



D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>15</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)

C <sub>c</sub>	C <sub>u</sub>

L'Ingénieur responsable :  
**APC INGENIERIE**  
 P.A. de la Biliais Deniaud - 3, Rue Albert de Dion  
 44360 VIGNEUX DE BRETAGNE  
 Tél. : 02.40.86.80.01  
 Fax : 02.40.85.29.77

 S. TURLE

## Limites d'Atterberg

Normes NF P94-051 et NF P94-052-1

<b>Dossier :</b>	A23-0934	<b>Sondage :</b>	PM6
<b>Affaire :</b>	St Etienne de Montluc	<b>Profondeur (m) :</b>	0.8 - 1.3 m
<b>Chargé d'Affaire :</b>	Jonathan Guyonvarch	<b>Date prélevement :</b>	03/10/2023
<b>Demandeur/Client :</b>	Loire Atlantique Developpement	<b>Date essais :</b>	09/10/2023
		<b>Nature :</b>	LIMON argileux beige sec

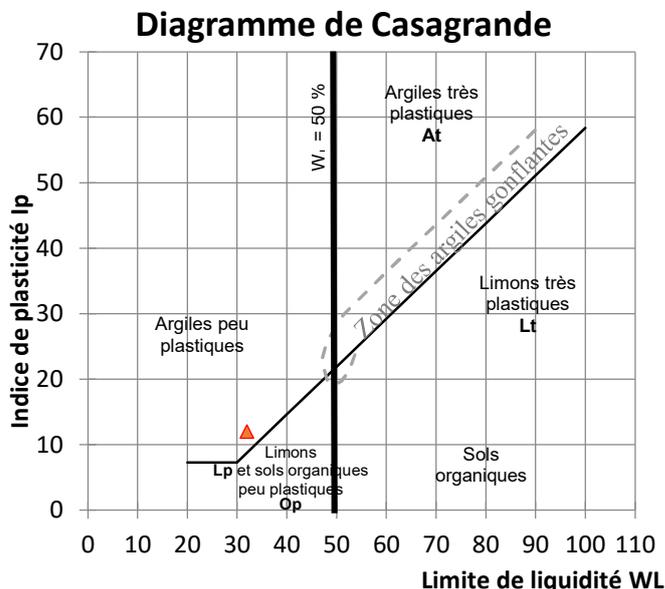
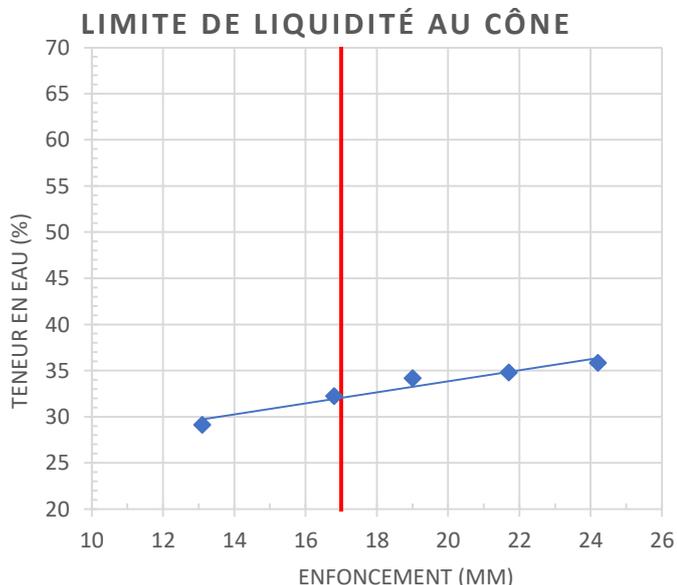
Observations:

### MESURE DE LA LIMITE DE LIQUIDITÉ AU CÔNE (NF P 94-052-1)

Mesures	1	2	3	4	5
Enfoncement (mm)	24.2	21.7	19.0	16.8	13.1
Teneur en eau (%)	35.8	34.8	34.2	32.2	29.1

### MESURE DE LA LIMITE DE PLASTICITE (NF P 94-051)

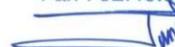
Mesures	1	2	3	moyenne
Teneur en eau (%)	20.4	20.4		20.4



### RÉSULTATS

Teneur en eau équivalente $w_{<0,4}$	11.8%
Limite de liquidité $w_L$	32
Limite de plasticité $w_p$	20
Indice de plasticité $I_p$	12
Indice de liquidité $I_L$	-0.7
Indice de consistance $I_c$	1.68

L'Ingénieur responsable :  
**APC INGENIERIE**  
 P.A. de la Biliais Deniaud - 3, Rue Albert de Dion  
 44360 VIGNEUX DE BRETAGNE  
 Tél. : 02.40.86.80.01  
 Fax : 02.40.85.29.77

 S. TURLE