

# ÉTUDE DE SOL

## MISSION GÉOTECHNIQUE G2 AVP

Aménagement d'une voirie de lotissement  
Lotissement BECHEREL-KERAMONT

*Rue de la Libération*  
PLOUAY (56)



*Dossier 5613556 - Novembre 2023*

**NEGOCIM**  
3 allée François-Joseph Broussais  
56 000 VANNES

**CLIENT**

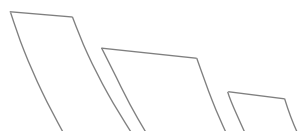
<b>NOM</b>	NEGOCIM
<b>ADRESSE</b>	3 allée François-Joseph Broussais 56 000 VANNES
<b>INTERLOCUTEUR</b>	M. NOINSKI Didier

**ECR ENVIRONNEMENT**

<b>ADRESSE</b>	2 rue André Ampère – 56 260 LARMOR-PLAGE
<b>TELEPHONE / MAIL</b>	02 97 87 42 32 / <a href="mailto:lorient@ecr-environnement.com">lorient@ecr-environnement.com</a>
<b>CHARGE D'AFFAIRES</b>	Thierry LE LOHER
<b>CHARGÉE D'ETUDES</b>	Camille PUJAZON

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
11/2023	01	Mission G2 AVP – Edition initiale	C. PUJAZON	T. LE LOHER

Rédacteur	Contrôle interne
Camille PUJAZON Chargée d'études	Thierry LE LOHER Chargé d'affaires



**SOMMAIRE**

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE.....</b>	<b>3</b>
1.1.	PRESENTATION DU PROJET .....	3
1.2.	MISSION .....	4
1.3.	PROGRAMME.....	4
<b>2.</b>	<b>DONNÉES DU SITE.....</b>	<b>5</b>
2.1.	ANALYSE HISTORIQUE .....	5
2.2.	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	7
2.3.	POTENTIEL RADON .....	7
2.4.	RISQUE DE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES.....	8
2.5.	RISQUE DE REMONTEES DE NAPPE .....	8
<b>3.</b>	<b>RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS.....</b>	<b>8</b>
3.1.	NIVELLEMENT .....	8
3.2.	SYNTHESE GEOMECHANIQUE .....	9
3.3.	IDENTIFICATION DES SOLS.....	12
3.3.1.	<i>Caractères principaux .....</i>	<i>13</i>
3.3.2.	<i>Réutilisation des matériaux en remblais.....</i>	<i>14</i>
3.3.3.	<i>Réutilisation des matériaux en couche de forme.....</i>	<i>15</i>
3.4.	HYDROGEOLOGIE.....	17
3.5.	SYNTHESE.....	18
<b>4.</b>	<b>APPLICATION AU PROJET .....</b>	<b>18</b>
4.1.	VOIRIE .....	18
4.1.1.	<i>Partie Supérieure des Terrassements PST.....</i>	<i>18</i>
4.1.2.	<i>Dimensionnement de la couche de forme .....</i>	<i>19</i>
4.1.3.	<i>Structure de chaussée.....</i>	<i>20</i>
4.2.	PRECAUTIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	21
4.2.1.	<i>Conditions de terrassements .....</i>	<i>21</i>
4.2.2.	<i>Drainage .....</i>	<i>22</i>

**ANNEXES**

- Annexe 1 : Implantation des sondages (2 pages)
- Annexe 2 : Résultats des investigations in-situ (22 pages)
- Annexe 3 : Résultats des analyses de laboratoire (14 pages)
- Annexe 4 : Classification des missions géotechniques (1 page)



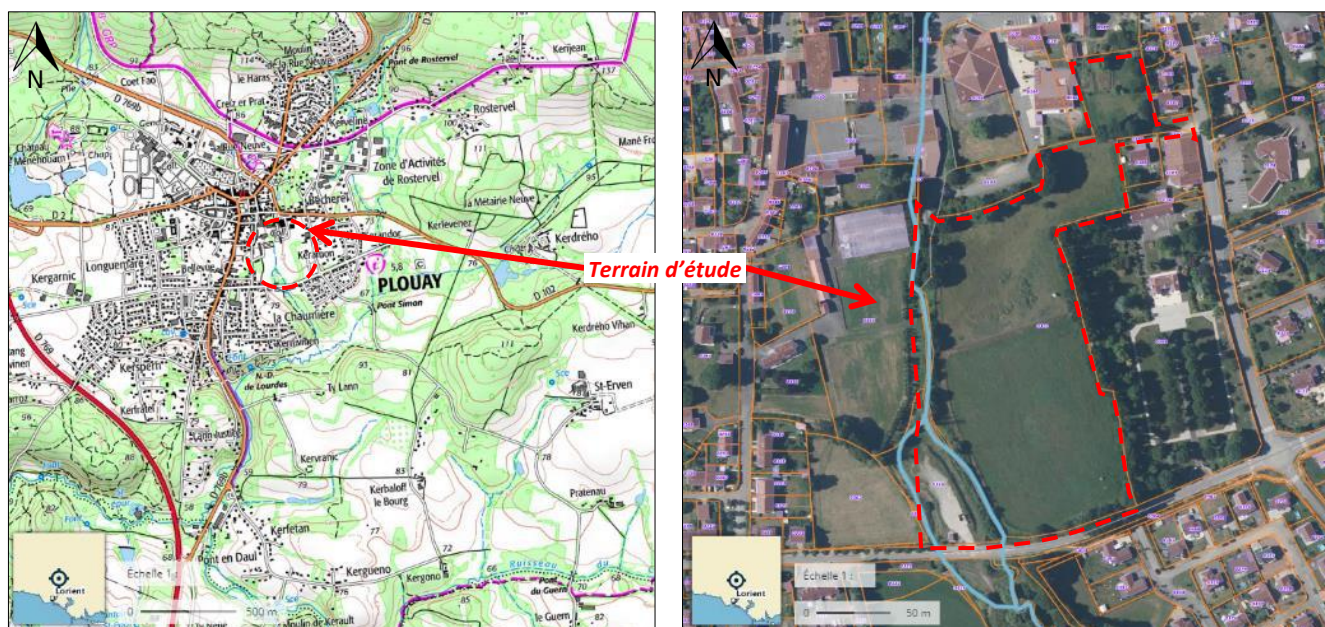
La présente reconnaissance de sol a été effectuée par la société ECR ENVIRONNEMENT – 2, rue André Ampère – 56 260 LARMOR-PLAGE à la demande de l'Atelier TLPA et pour le compte de :

**NEGOCIM**  
**3 allée François-Joseph Broussais**  
**56 000 VANNES**

## 1. CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE

### 1.1. Présentation du projet

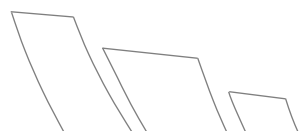
Le projet concerne l'aménagement d'un lotissement sur les parcelles cadastrées AD n°310-315-316-324-361 et 362 de la commune de PLOUAY (56), sises *Rue de la Libération*.



*Situation de la zone d'étude, Géoportail*

Lors de notre intervention en octobre 2023, la zone d'étude correspond à des champs et zones de pâturages pour chevaux dont la pente naturelle converge vers le ruisseau de *Malachappe*, coupant le site en Nord-Sud. L'entrée Sud du site accueille une plateforme remblayée en partie gravillonnée (lot A), pincée entre deux bras du ruisseau.

Les terrains autour sont aux abords immédiats du lotissement des quartiers d'habitation individuelles. Le lot A situé sur la plateforme remblayée au Sud du lotissement a été investigué également en octobre 2023 en vue de la construction d'un collectif. Les sondages réalisés dans le cadre de cette mission sont pris en compte dans la présente étude.



Les documents suivants ont été transmis :

Document	Référence	Emetteur	Date	Echelle
Plan de composition	PA 04	Atelier TLPA	6 Octobre 2023	1 :500
Plan topographique	Y22-172	Nicolas Associés	19 janvier 2022	1 :500
Plan d'aménagement	/	/	23 juin 2023	1 :1000
Etude de sol G2 AVP	5613605	ECR Environnement	Novembre 2023	/

## 1.2. Mission

Par référence à la classification des « Missions Géotechniques Normalisées » (Norme NFP 94-500), la présente reconnaissance est de type **G2 AVP voirie** et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

## 1.3. Programme

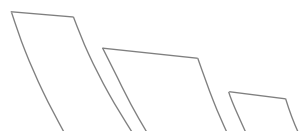
Le programme d'intervention a consisté à réaliser les opérations suivantes :

### ❖ Pour la voirie :

- ⇒ **9 fouilles géologiques (notées F1 à F9)**, à la minipelle de 2.7 tonnes équipée d'un godet rocher de 45 cm, menées jusqu'à une profondeur de 2.00 m/TN et au refus à 1.80 m/TN, donnant les successions lithologiques et les éventuelles venues d'eau dans les sondages et permettant d'apprécier la tenue des parois ;
- ⇒ **5 essais pénétrométriques (notés PD14 à PD18)**, respectivement couplés à T1 et F2, réalisés au pénétromètre dynamique lourd et menés jusqu'à 2.00 m/TN et au refus à 1.70 m/TN, permettant de déterminer la résistance dynamique de pointe qd des sols traversés.
- ⇒ **2 analyses GTR (granulométrie, teneur en eau, VBS, IPI)**, réalisée en laboratoire sur des échantillons de sol prélevés en F6 et F7 ;

### ❖ Pour les lots à bâtir :

- ⇒ **9 sondages géologiques (notés T1 à T9)**, à la tarière mécanique de diamètre 63 mm menés jusqu'à 4.00 m/TN et aux refus obtenus entre 1.60 et 3.60 m/TN, donnant les successions lithologiques et les éventuelles venues d'eau dans les sondages ;
- ⇒ **9 essais pénétrométriques (notés PD1 à PD9)**, respectivement couplés aux sondages T1 à T9, réalisés au pénétromètre dynamique lourd et menés jusqu'aux refus entre 1.30 et 6.50 m/TN, permettant de déterminer la résistance dynamique de pointe qd des sols traversés.
- ⇒ **8 analyses GTR (granulométrie, teneur en eau, VBS)**, réalisées en laboratoire sur des échantillons de sols prélevés en T1 à T8.

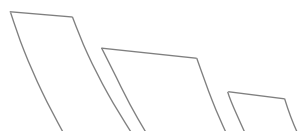


## 2. DONNÉES DU SITE

### 2.1. Analyse historique

D'après les anciennes photographies aériennes présentées ci-après ([remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr)) :

- Au 19<sup>ème</sup> siècle, le ruisseau de la *Malachappe* traverse le futur lotissement avec une orientation Nord-Sud ; quelques constructions seraient présentes en limite Nord-Est du futur lotissement ;
- En 1958, le terrain d'étude correspond en majorité à des parcelles agricoles intégrant une zone humide formée de part et d'autre du ruisseau ; la *Rue de la libération* a été créée en limite Sud du terrain ;
- En 1978, la zone humide semble avoir été remblayée, laissant néanmoins le ruisseau en place ; des serres sont présentes sur l'emprise Ouest du futur lotissement ; le lot A accueille à priori des silos sur sa moitié Nord (unité de traitement des eaux ?) ; ils ne sont plus visibles sur les photographies à partir de 1991 (démolis ? recouverts par la végétation ?) ;
- En juin 2000, le lot A est de nouveau remblayé. De nouvelles serres ont été ajoutées sur les terrains au Nord-Ouest (à partir de 1986) et au Sud-Ouest (entre 1993-1997) du lotissement ; elles disparaissent avant 2009 et les sols restent à priori en culture par la suite ;
- En 2020 et jusqu'en 2022/2023, des tas de déblais sont présents au fond du lot A ;

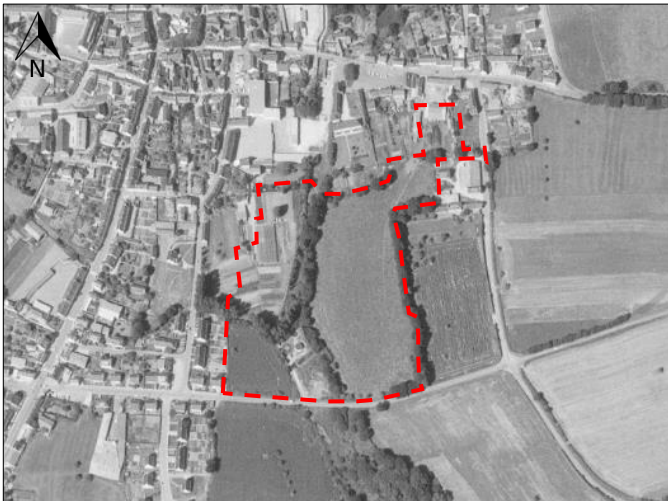




Carte d'état-major (1820-1866) – Géoportail



Photographie aérienne du 1<sup>er</sup> avril 1958 – Géoportail



Photographie aérienne du 14 août 1978 – Géoportail



Photographie aérienne du 17 juin 2000 – Géoportail



Photographie aérienne du 13 juillet 2013 – Géoportail



Photographie aérienne de mai 2020 – Google Earth

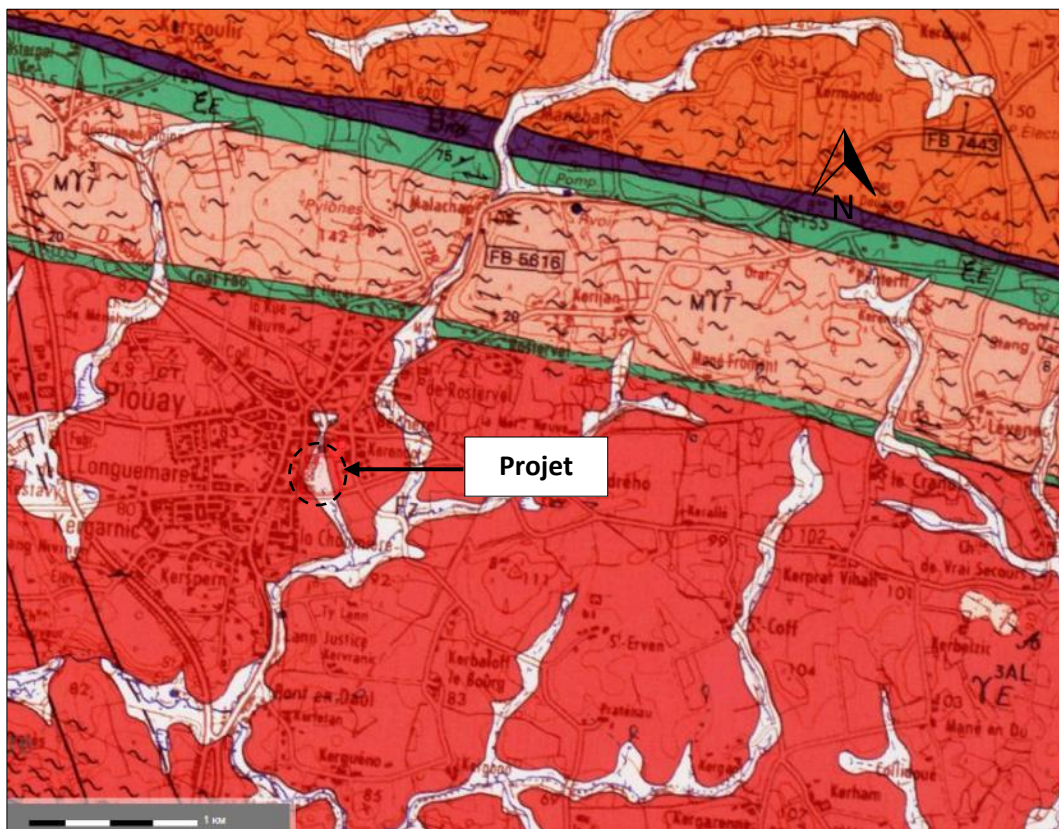


## 2.2. Contexte géologique

D'après le site InfoTerre du B.R.G.M, la zone d'étude se situe sur une formation superficielle fluviatile (alluvions récentes et actuelles), recouvrant une formation granitique.

Au droit de la zone d'étude, les horizons que l'on doit normalement rencontrer sont :

- Des horizons remblayés ;
- Des alluvions ;
- Des arènes provenant de l'altération du substratum ;
- Le substratum granitique.



Extrait de la carte géologique de Plouay imprimée au 1 :50 000<sup>e</sup>, BRGM

## 2.3. Potentiel radon

D'après l'IRSN, le potentiel radon de la commune de PLOUAY (56) est classé en catégorie 3. Il est recommandé, sans obligations, de prévoir des systèmes constructifs, de ventilations et de chauffages adaptés (étanchéité sol/bâtiment, vide sanitaire ventilé...).





## 2.4. Risque de retrait gonflement des argiles

D'après la carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), le projet se situe dans une zone d'aléa moyen vis-à-vis de ce phénomène.

## 2.5. Risque de remontées de nappe

D'après la carte de sensibilité vis-à-vis des remontées de nappe ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), la majorité du lotissement se situe dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles de cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare, excepté le Nord-Est qui se trouve en zone potentiellement sujette aux inondations de cave.

# 3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

Nous avons présenté en annexe les documents suivants :

- Le plan d'implantation des investigations ;
- Les coupes des sondages géologiques ;
- Les coupes des fouilles géologiques et leurs photographies ;
- Les pénétrogrammes ;
- Les coupes des sondages géologiques et les valeurs des essais pressiométriques.

## 3.1. Nivellement

Les points de sondage ont été implanté par le service topographie puis nivelés à partir du plan topographique transmis.

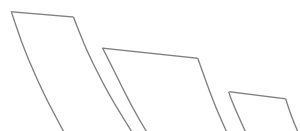
L'altitude approximative des points de sondage est la suivante :

Points	T1/PD1	T2/PD2	T3/PD3	T4/PD4	T5/PD5	T6/PD6	T7/PD7	T8/PD13
Altitude (m NGF)	±72.25	±72.10	±74.20	±72.50	±74.50	±75.50	±72.50	±79.40

Points	T9/PD9	F1/PD14	F2/PD15	F3/PD16	F4/PD17	F5/PD18	F6	F7
Altitude (m NGF)	±75.90	±72.50	±72.50	±73.50	±76.80	±79.60	±71.90	±74.50

Points	F8	F9	F10/PD10	F11/PF11	F12/PD12	F13/PD8	SP1	SP2
Altitude (m NGF)	±76.00	±74.10	±72.50	±75.70	±79.05	±75.20	±72.25	±72.00

L'emplacement des points de sondage est reporté en *Annexes* sur le *Plan d'implantation des investigations*.



### 3.2. Synthèse géomécanique

Les fouilles géologiques ont été réalisées le 23 octobre 2023, à la minipelle 2.7T équipé d'un godet rocher de 45cm de largeur, jusqu'à 2.00 m/TN et au refus obtenu à 1.80 m/TN.

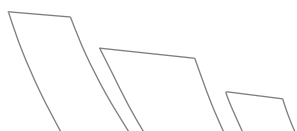
Les sondages géologiques ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse Ecofore SL 160, à la tarière hélicoïdale de diamètre 63 mm jusqu'à 4.00 m/TN et aux refus obtenus entre 1.60 et 3.60 m/TN, lors de nos investigations les 23 et 24 octobre 2023.

Les essais pénétrométriques ont été réalisés ces mêmes jours, conformément à la norme NF EN ISO 22476-2 avec un pénétromètre dynamique de type Ecofore, menés jusqu'à 2.00 m/TN et aux refus obtenus entre 1.30 et 5.60 m/TN.

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au terrain naturel tel qu'il était le jour de l'intervention. L'ensemble des coupes de sondages est joint en annexe.

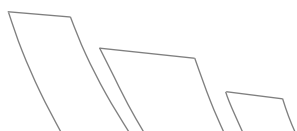
Au droit des sondages, la coupe géologique synthétique est la suivante :

- **Horizons de recouvrement remblayés et alluvionnaires** composés de :
  - **Terre végétale et matériaux terreux à limoneux**, présents en T2/PD2 à T9/PD9, F1, F3/PD16, F4/PD17, F7 à F13/PD8 sur une épaisseur de 15 à 80 cm :  
**0.8 < qd < 4.1 MPa**
  - **Remblai tendre à moyennement compact**, terreux et sablo-gravelo-limono-argileux à blocs, intégrant des déchets de démolition (brique, ferraille, béton, enrobé, pouzzolane, végétaux, bois, ardoise, plastique...), et présentant des traces d'hydromorphie, jaune – roux – gris – noir – marron – brun, présent en T1/PD1, T8/PD13, F5/PD18, F6, SP1 et SP2 jusque 1.40 à 1.80 m/TN et jusqu'à la base de F2/PD15 à 2.00 m/TN :  
**2.3 < qd < 32.3 MPa**  
**1.8 < Em < 10.3 MPa** (2 essais)  
**0.32 < PI < 1.12 MPa**
  - **Alluvions molles à passages plus compacts**, identifiées en SP1 et SP2 jusque 3.60 et 5.00 m/TN et probablement en T1/PD1 et F6 avec une transition diffuse entre l'horizon remblai / alluvions :  
**0.0 < qd < 3.1 MPa**  
**2.3 < Em < 6.4 MPa** (4 essais)  
**0.32 < PI < 0.83 MPa**
- **Horizons d'altération différentielle du substratum granitique** composés de :
  - **Arène granitique tendre**, limoneuse légèrement argilo-graveleuse, jaune – ocre, présente uniquement en F12/PD12 jusque 0.90 m/TN :  
**0.8. < qd < 2.5 MPa**



- **Arène granitique peu compacte**, sablo-limono-graveleuse légèrement argileuse à quelques blocs, marron – jaune – ocre – beige, présentant des traces d’hydromorphie, en T5/PD5 et T9/PD9, et en F3/PD16 et F4/PD17 jusque 0.70 à 1.20 m/TN :  
**2.5 < qd < 7.0 MPa**
- **Arène granitique peu à moyennement compacte**, limoneuse ±gravelo-sablo-argileuse, jaune – ocre, identifiée en F5/PD18, F10/PD10 et F12/PD12 jusque 0.70 à 1.20 m/TN :  
**2.5 < qd < 7.0 MPa**
- **Arène granitique moyennement compacte**, à passages plus compacts, rencontrée en T1/PD1 à T7/PD7, T9/PD9, F1/PD14, F4/PD17, F11/PD11, F13/PD8 et SP2 jusque 1.80 à 6.30 m/TN et jusqu’à la base des sondages F3/PD16 et F5/PD18 à 2.00 m/TN :  
**5.4 < qd < 15.5 MPa**  
*17.0 < qd < 21.6 MPa (passages plus compacts)*
- **Arène granitique compacte**, intégrant localement un passage décomprimé, sablo-limoneuse ±graveleuse à cailloux, présentant des traces d’hydromorphie, beige – marron ±clair – roux – jaune – orange, identifiée en SP1, SP2, T1/PD1 à T9/PD9, F10/PD10, F12/PD12 et F13/PD8 jusqu’à leur base entre 1.60 et 6.50 m/TN :  
**qd > 15.6 MPa**  
**20.6 < Em < 99.8 MPa (8 essais)**  
**1.98 < Pl < 5.31 MPa**  
*Em ≈ 4.4 MPa (1 essai en passage décomprimé)*  
*Pl ≈ 0.98 MPa*
- **Granite ±altéré à sain**, reconnu localement en F4/PD17 à partir de 1.80 m/TN refus) ;

*Au regard du contexte historique, il est probable qu’une partie de l’horizon supérieur des arènes granitiques rencontrées à l’Ouest du lotissement corresponde à des alluvions.*



**Tableaux récapitulatifs des successions lithologiques et de leurs épaisseurs :**

Sondages	T1/PD1	T2/PD2	T3/PD3	T4/PD4	T5/PD5	T6/PD6	T7/PD7	T8/PD13
<i>Cote au TN (m NGF)</i>	±72.25	±72.10	±74.20	±72.50	±74.50	±75.50	±72.50	±79.40
Formation lithologique	Profondeur de la base (m/TN) (Cote NGF correspondante)							
Recouvrement	<b>±1.80</b> (70.45)	<b>0.35</b> (71.75)	<b>0.80</b> (73.40)	<b>0.40</b> (72.10)	<b>0.50</b> (74.00)	<b>0.60</b> (74.90)	<b>0.55</b> (71.95)	<b>0.30</b> (79.10)
Alluvions ?	<b>±5.00</b> (67.25)	-	-	-	-	-	-	-
Arène granitique peu compacte	-	-	-	-	<b>1.10</b> (73.40)	-	-	-
Arène granitique moy. compacte	<b>6.30</b> (65.95)	<b>2.10</b> (70.00)	<b>2.80</b> (71.40)	<b>2.30</b> (70.20)	<b>3.00</b> (71.50)	<b>3.60</b> (71.90)	<b>2.50</b> (70.00)	-
Arène granitique compacte	<b>&gt; 6.50</b> ( <b>&lt; 65.75</b> )	<b>&gt; 2.50</b> ( <b>&lt; 69.60</b> )	<b>&gt; 3.10</b> ( <b>&lt; 71.10</b> )	<b>&gt; 3.60</b> ( <b>&lt; 68.90</b> )	<b>&gt; 4.00</b> ( <b>&lt; 70.50</b> )	<b>&gt; 3.60</b> ( <b>&lt; 71.90</b> )	<b>&gt; 4.00</b> ( <b>&lt; 68.50</b> )	<b>&gt; 1.60</b> ( <b>&lt; 77.80</b> )
Arrêt Volontaire [V] / Refus [R]	[V/R]	[R/R]	[R/R]	[R/R]	[V/R]	[R/R]	[V/R]	[R/R]

Sondages	T9/PD9	F1/PD14	F2/PD15	F3/PD16	F4/PD17	F5/PD18	F6	F7
<i>Cote au TN (m NGF)</i>	±75.90	±72.50	±72.50	±73.50	±76.80	±79.60	±71.90	±74.50
Formation lithologique	Profondeur de la base (m/TN) (Cote NGF correspondante)							
Recouvrement	<b>0.60</b> (75.30)	<b>0.65</b> (71.85)	<b>&gt; 2.00</b> ( <b>&lt; 70.50</b> )	<b>0.35</b> (73.15)	<b>0.40</b> (76.40)	<b>0.80</b> (78.80)	<b>1.80</b> (70.10)	<b>0.40</b> (74.10)
Alluvions ?	-	-	-	-	-	-	<b>&gt; 2.00</b> ( <b>&lt; 69.90</b> )	-
Arène granitique peu compacte	<b>1.20</b> (74.70)	-	-	<b>0.90</b> (72.60)	<b>0.70</b> (76.10)	<b>1.30</b> (78.30)	-	-
Arène granitique moy. compacte	<b>3.50</b> (72.40)	<b>2.00</b> (70.50)	-	<b>&gt; 2.00</b> (71.50)	<b>1.80</b> (75.00)	<b>&gt; 2.00</b> ( <b>&lt; 77.60</b> )	-	<b>&gt; 2.00</b> (72.50)
Arène granitique compacte	<b>&gt; 4.00</b> ( <b>&lt; 71.90</b> )	-	-	-	-	-	-	
Granite altéré à sain	-	-	-	-	<b>&gt; 1.80</b> ( <b>&lt; 75.00</b> )	-	-	-
Arrêt Volontaire [V] / Refus [R]	[V/R]	[V/V]	[V/V]	[V/V]	[R/R]	[V/V]	[V]	[V]

Sondages	F8	F9	F10/PD10	F11/PD11	F12/PD12	F13/PD8	SP1	SP2
Cote au TN (m NGF)	±76.00	±74.10	±72.50	±75.70	±79.05	±75.20	±72.25	±72.00
Formation lithologique	Profondeur de la base (m/TN) (Cote NGF correspondante)							
Recouvrement	<b>0.70</b> (75.30)	<b>0.35</b> (73.75)	<b>0.55</b> (71.95)	<b>0.30</b> (75.40)	<b>0.40</b> (78.65)	<b>0.25</b> (74.95)	<b>1.80</b> (70.45)	<b>1.40</b> (70.60)
Alluvions ?	-	-	-	-	-	-	<b>5.00</b> (67.25)	<b>3.60</b> (68.40)
Arène granitique tendre	-	-	-	-	<b>0.90</b> (78.15)	-	-	-
Arène granitique peu compacte	<b>&gt; 2.00</b> ( $< 74.00$ )	<b>&gt; 2.00</b> ( $< 72.10$ )	<b>1.70</b> (70.80)	-	<b>1.40</b> (77.65)	-	-	-
Arène granitique moy. compacte			<b>2.90</b> (72.80)	<b>3.00</b> (72.20)	-	<b>4.50</b> (67.50)		
Arène granitique compacte			<b>&gt; 2.50</b> ( $< 70.00$ )	-	<b>&gt; 2.50</b> ( $< 76.55$ )	<b>&gt; 3.50</b> ( $< 71.70$ )	<b>&gt; 12.02</b> ( $< 60.23$ )	<b>&gt; 12.05</b> ( $< 59.95$ )
Granite altéré à sain	-	-	-	-	-	-	-	-
Arrêt Volontaire [V] / Refus [R]	[V]	[V]	[V/R]	[V/V]	[V/R]	[V/R]	[V]	[V]

En l'absence de valeurs mécaniques couplées au sondage géologique, les indications de compacité renseignées ne sont données qu'à titre indicatif et ne correspondent qu'au ressenti de l'opérateur.

### 3.3. Identification des sols

Sur des échantillons de sols prélevés en F6 et F7, et en T1 à T8, nous avons effectué les analyses et mesures suivantes :

- Teneur en eau naturelle : Wnat %
- Analyse granulométrique ;
- VBS.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Echantillon			VBS (g de bleu/100g de sol)	Wnat (%)	Granulométrie			Classe GTR
Sondage	Nature	Profondeur (m/TN)			D <sub>max</sub> (mm)	<2 mm (%)	<0,08mm (%)	
<b>F6</b>	Remblai sablo-graveleux à cailloux	1.50	0.5	5.4	D <sub>max</sub> > 63	19.5	6.1	<b>VC1G3</b>
<b>F7</b>	Arène granitique sableuse à cailloux	1.30	0.5	9.4	5 < D <sub>max</sub> < 50	55.9	12.9	<b>S3</b>
<b>T1</b>	Remblai sableux à cailloux	0.90 à 1.50	0.6	12.5	5 < D <sub>max</sub> < 50	62.2	22.6	<b>I<sub>1</sub></b>
<b>T2</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.90 à 1.50	38.0	14.6	5 < D <sub>max</sub> < 50	91.2	38.2	<b>F<sub>1</sub></b>



<b>T3</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.80 à 1.40	44.1	14.3	$5 < D_{max} < 50$	88.5	44.6	<b>F<sub>1</sub></b>
<b>T4</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.90 à 1.50	37.6	13.0	$5 < D_{max} < 50$	86.7	37.8	<b>F<sub>1</sub></b>
<b>T5</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.80 à 1.40	23.6	10.3	$5 < D_{max} < 50$	57.8	24.0	<b>I<sub>1</sub></b>
<b>T6</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.90 à 1.50	35.8	14.3	$5 < D_{max} < 50$	70.1	36.3	<b>F<sub>1</sub></b>
<b>T7</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.90 à 1.50	44.5	16.9	$5 < D_{max} < 50$	95.5	44.8	<b>F<sub>1</sub></b>
<b>T8</b>	Arène granitique sableuse à cailloutis	0.70 à 1.20	48.9	9.9	$5 < D_{max} < 50$	93.1	49.3	<b>F<sub>1</sub></b>

### 3.3.1. Caractères principaux

#### ➤ Cas des sols de catégorie VC1G3

Le comportement des sols de cette classe dépend aussi de la fraction 63/D présente et ne peut plus être assimilé à celui de la seule fraction 0/63 mm. L'importance de cette influence est toujours difficile à évaluer (fonction de la continuité granulométrique et de l'angularité des éléments grenus) en raison des difficultés pratiques qu'il y a à réaliser des essais de laboratoire sur ces matériaux. Il est néanmoins utile, comme pour les VC2, de préciser l'identification des sols de cette classe à l'aide d'un double symbole de type VC1(Fi), VC1(li), VC1(Si) ou VC1(Gi), Fi, li, Si ou Gi étant respectivement la classe de la fraction 0/63 mm du matériau considéré. De même cette identification pourra être très utilement complétée par l'indication du Dmax présent dans le sol (cf. classe VC2). Des essais en semi ou vraie grandeur seront souvent nécessaires pour caler l'interprétation des mesures réalisées sur la fraction 0/63 mm.

#### ➤ Cas des sols de catégorie S<sub>3</sub>

La plasticité et/ou la quantité de leurs fines rendent ces sols généralement sensibles à l'eau. Leur temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est court, tout en pouvant varier assez largement (fonction de perméabilité). Quand ils sont sensibles à l'eau, lorsque leur état hydrique est « h » ou « th », il est difficile de les améliorer par essorage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).

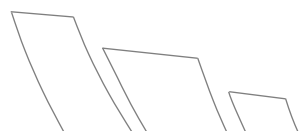
#### ➤ Cas des sols de catégorie I<sub>1</sub>

La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols F.

Pour la même raison qu'indiqué à propos des sols F, il y a lieu de préférer le critère VBS au critère IP, pour l'identification des sols I1.

#### ➤ Cas des sols de catégorie F<sub>1</sub>

Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur wn est proche de wOPN.



Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement.

Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.

### 3.3.2. Réutilisation des matériaux en remblais

#### ➤ Cas des sols de catégorie VC1G3

Le faible pourcentage de la fraction granulométrique inférieure à 63 µm présente dans ces sols les rend insensibles aux variations de situation météorologique.

#### ➤ Cas des sols de catégorie S<sub>3</sub>

Dans un état hydrique (ins), ces sols sont insensibles à l'eau. Ils s'érodent facilement sous l'action du ruissellement. Ils peuvent poser des problèmes de traficabilité si leur granulométrie est uniforme, et s'ils sont secs.

Dans un état hydrique moyen (m), ils sont très sensibles à la situation météorologique.

Dans l'état hydrique (th), ils sont normalement inutilisables en l'état. Ces sols sont inutilisables dans cet état mais une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable pendant une période suffisante (plusieurs semaines) peuvent permettre de les reclasser à l'état « h ».

Dans l'état hydrique (h), ils sont très sensibles à la situation météorologique. Ils sont sujets au « matelassage », ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement. Le drainage préalable (plusieurs semaines) peut être efficace et permettre de reclasser certains d'entre eux à l'état « m ».

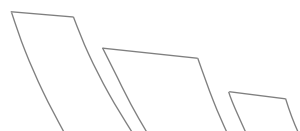
Dans l'état hydrique (s), il faut compenser l'insuffisance de la teneur en eau par un compactage intense, un arrosage ou une humidification. L'humidification dans la masse pour changer l'état est relativement facile à réaliser.

Dans l'état hydrique (ts), ils sont normalement inutilisables en l'état mais, dans certains cas, leur humidification peut être envisagée pour les amener à l'état « s » ou « m ».

#### ➤ Cas des sols de catégorie I<sub>1</sub>

Dans un état hydrique moyen (m), ces sols sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'excès de teneur en eau ou, au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacte.

Dans l'état hydrique (th), ils sont normalement inutilisables en l'état. Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre, en raison de leur portance quasi nulle. Leur modification d'état hydrique pour les ramener à l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.



Dans l'état hydrique (h), ils sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ils sont sujets au matelassage, ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement.

Dans l'état hydrique (s), ils sont très difficiles à compacter, du fait de leur faible teneur en eau. En conséquence il convient soit de compacter intensément avec un arrosage superficiel, soit d'humidifier le matériau dans sa masse pour le ramener à l'état « m ». Cette humidification est encore relativement facile à réaliser.

Dans l'état hydrique (ts), ils sont normalement inutilisables en l'état mais leur humidification dans la masse peut être envisagée pour les ramener à l'état « s » ou « m ».

➤ Cas des sols de catégorie F<sub>1</sub>

Dans un état hydrique moyen (m), ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter.

Dans l'état hydrique (th), ils sont normalement inutilisables en l'état. La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A<sub>1</sub>h.

**Dans l'état hydrique (h), ils sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible et sont sujets au matelassage, ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement.**

Dans l'état hydrique (s), ils sont difficiles à compacter, il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau, et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.

Dans l'état hydrique (ts), ils sont normalement inutilisables en l'état. Leur humidification pour les ramener dans l'état (s) voire (m) peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique.

---

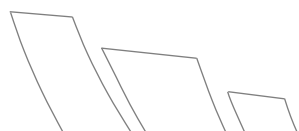
### 3.3.3. Réutilisation des matériaux en couche de forme

➤ Cas des sols de catégorie VC1G3

En classe de sol VC1G31ins, on considère ici les sols des classes VC2 et VC1 dont la fraction 0/63 mm est insensible à l'eau et suffisamment résistante pour que ces sols puissent être utilisés en couche de forme :

- soit dans leur état naturel après avoir éliminé ou fragmenté les gros éléments empêchant un réglage correct de la plateforme. L'utilisation dans leur état naturel nécessite alors la vérification des spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (insensibilité au gel, D<sub>max</sub>, cf. fascicule 1) ;
- soit traités avec un liant hydraulique. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale.

En classe de sol VC1G32ins, bien qu'insensibles à l'eau, ils sont constitués d'éléments relativement friables qui interdisent leur emploi en couche de forme sans traitement avec un liant hydraulique. Le traitement impose par





ailleurs un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés ou l'élaboration dans une centrale. Ceci suppose l'élimination des éléments grossiers incompatibles avec la bonne exécution du malaxage.

En classe de sol VC1G31 et VC1G32, ils sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction granulaire grossière résistante aux sollicitations du trafic. Dans leur état naturel, ils sont sensibles ou très sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme deux techniques différentes peuvent être appliquées :

- Éliminer par tout moyen ad hoc (lavage, criblage, concassage) à la fois les gros éléments ne permettant pas un réglage correct de la plateforme et la fraction o/d renfermant les éléments fins sensibles à l'eau. Il faut alors se reporter à la classe du matériau élaboré. Ce dernier doit vérifier les spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (résistance mécanique, insensibilité au gel, Dmax, cf. fascicule 1). Il est également conseillé d'améliorer la stabilité du matériau ainsi corrigé en mettant en oeuvre une couche de fin réglage de 1 à 5 cm d'épaisseur d'un matériau sableux.
- Traiter ces matériaux avec des liants hydrauliques. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) est réalisable dans des conditions économiques acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.

➤ Cas des sols de catégorie S<sub>3</sub>

En classe de sol S31ins et S32ins, bien qu'insensibles à l'eau, les sols de cette classe sont néanmoins peu « traficables » du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire.

En S31ins, ils sont constitués de grains résistants. Pour utiliser ces sols en couche de forme, deux solutions sont applicables :

- traiter ces sols avec un liant hydraulique ;
- une utilisation non traitée est envisageable, toutefois, leur mauvaise traficabilité nécessitera soit de leur faire subir une correction granulométrique (on se reportera alors à la classe du matériau élaboré), soit un cloutage avec un matériau plus grossier en surface.

En S32ins, ils sont constitués de grains friables qui, sous l'action du trafic, pourraient se transformer en éléments fins sensibles à l'eau. Pour ces raisons, les sols doivent être traités avec un liant hydraulique pour être utilisables en couche de forme.

En classe de sol S31 ou S32, la sensibilité à l'eau des sols de ces classes impose de les traiter avec un liant hydraulique. Ces sols se traitent souvent en place mais, lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec, ils sont également susceptibles d'être traités en centrale.

➤ Cas des sols de catégorie I<sub>1</sub>

La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique nécessairement de les traiter pour les utiliser en couche de forme. Ce traitement peut être un traitement aux liants hydrauliques pour les moins argileux de la classe ou un traitement associant chaux + liant hydraulique pour les plus argileux et les plus humides. Ces sols se traitent le plus souvent en place et éventuellement en centrale après les avoir traités en place à la chaux.



➤ Cas des sols de catégorie F<sub>1</sub>

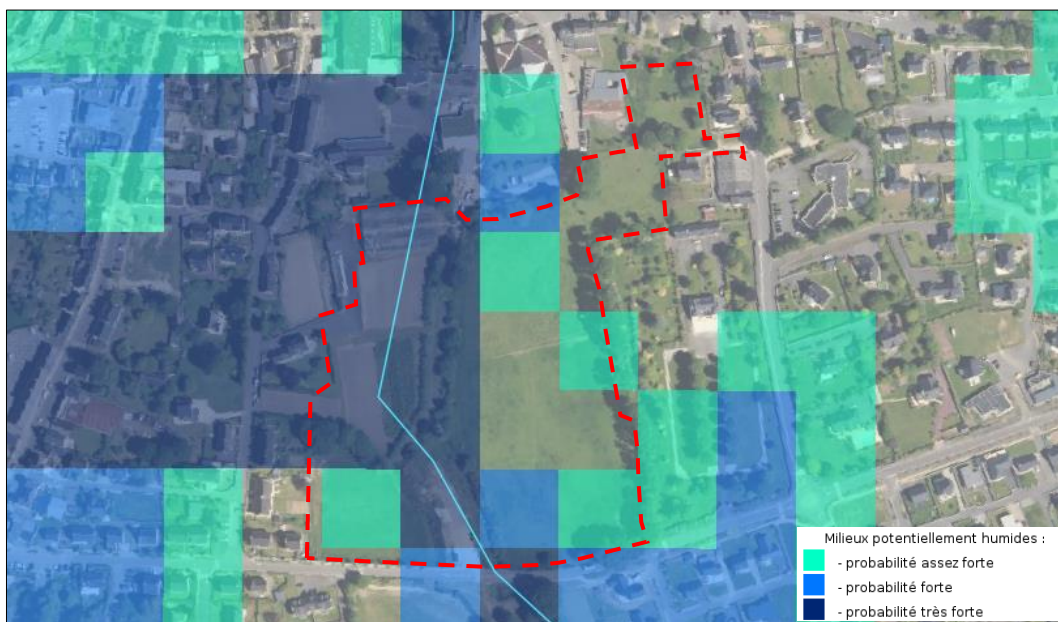
Les sols de classe A<sub>1</sub> sont réutilisables en couche de forme à l'état hydrique m. La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour des faibles écarts de teneur en eau. Ces sols peuvent se traiter en place ou en centrale.

### 3.4. Hydrogéologie

Lors de notre intervention en octobre 2023, aucune arrivée d'eau n'a été observée dans nos sondages en cours de foration ou en fin de chantier jusqu'aux profondeurs investiguées ( $\leq 6.50$  m/TN).

Cependant, le terrain d'étude est recoupé par un ruisseau et des traces d'hydromorphie ont été retrouvées dans les remblais et les arènes.

De plus, d'après le service de visualisation cartographique de l'INRAE, la zone Ouest du site se situe sur un milieu potentiellement humide à probabilité très forte.



Cartographie des milieux potentiellement humides, INRAE

D'un point de vue général, il est rappelé que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité.

Les horizons de recouvrement, les alluvions et les arènes granitiques sont des aquifères potentiels, susceptibles de se recharger par infiltration pluviale.

Des circulations d'eau localisées et anarchiques au sein des terrains de surface ou éventuellement plus en profondeur dans les passages altérés ou fracturés du substratum restent possibles.



### 3.5. Synthèse

De ce qui précède, on retiendra les éléments suivants :

- Les sondages révèlent des horizons de recouvrement constitués de terre végétale, de matériaux terreux, de limons et de remblais à déchets de démolition tendres à moyennement compacts sur une épaisseur globalement de 30 à 80 cm, et au droit du lot A (plateforme remblayée) sur 1.40 à  $\pm 2.00$  m d'épaisseur, puis des alluvions molles à passages plus compacts rencontrés jusque 3.60 à 5.00 m/TN à proximité du ruisseau. Ces horizons recouvrent l'altération différentielle du substratum granitique, comprenant des arènes tendres à faiblement compactes sur l'horizon supérieur puis des arènes moyennement compactes à compactes jusqu'à la base, et localement le rocher ;
- Les caractéristiques mécaniques des horizons de recouvrements sont médiocres exceptés au droit du lot A sur la moitié Sud où les remblais présentent une bonne compacité sur l'horizon supérieur ; celles des arènes granitiques sont globalement faibles superficiellement puis correctes à bonnes avec la profondeur ;
- Lors de notre intervention en octobre 2023, aucune arrivée d'eau n'a été observée dans nos sondages en cours de foration ou en fin de chantier jusqu'aux profondeurs investiguées ( $\leq 6.50$  m/TN). Cependant, le terrain d'étude est recoupé par un ruisseau et des traces d'hydromorphie ont été retrouvées dans les remblais et les arènes. De plus, la zone Ouest du site se situe sur un milieu potentiellement humide à probabilité très forte ;
- Les analyses GTR classent les arènes granitiques sableuses à cailloutis en matériaux F1 à localement en matériaux I1 et S3, et les remblais sableux voire graveleux à cailloux de la plateforme au Sud en matériaux VC1G3 et I1.

## 4. APPLICATION AU PROJET

### 4.1. Voirie

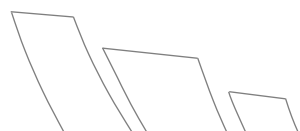
En l'absence de cote projet au droit de la voirie, nous considérons une cote finie au plus près du terrain naturel. Cela nécessite à minima la purge de la terre végétale, des limons, des matériaux terreux et remblayés jusque  $\pm 0.40$  à  $\pm 1.00$  m/TN.

#### 4.1.1. Partie Supérieure des Terrassements PST

Après décapage des horizons de recouvrements sur les épaisseurs précitées, la partie supérieure des terrassements sera constituée d'**arènes granitiques** (ou localement de remblais).

D'après nos sondages et au regard du *Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (Cerema, 2020)*, la partie La « PST » sera fixée à :

- **Localement PST n°1**, c'est à dire en matériaux sensibles à l'eau de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme. Sur ce fond de forme arénitique / remblayé, la classe de l'arase sera,



quant à elle, en **AR1**. Ces hypothèses sont applicables pour une réalisation des travaux sous conditions atmosphériques favorables.

- **PST n°2**, c'est à dire en matériaux sensibles à l'eau mais de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme ( $q_d > 2.5$  MPa). Sur ce fond de forme arénitique, la classe de l'arase sera, quant à elle, en **AR1**.

Ces hypothèses sont applicables pour une réalisation des travaux sous conditions atmosphériques favorables.

D'une manière générale, bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être momentanément obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.

Si des horizons de médiocre qualité étaient retrouvés au niveau de l'arase de terrassement, il conviendrait d'exécuter un cloutage à l'avancement de l'arase-terrassement par des gros matériaux afin d'améliorer la traficabilité, avec des matériaux de type 100/200 sur une épaisseur de 30 cm minimum. Des contrôles de portance par essais de chargement à la plaque pourront être réalisés sur l'arase afin de confirmer un module de  $E_{v2} \geq 20$  MPa.

Dans le cas où les conditions sont défavorables ( $E_{v2} < 20$  MPa et humidité importante), il sera nécessaire de continuer le décaissement et d'augmenter l'épaisseur de remblais à mettre en œuvre, et de créer des fossés de drainage.

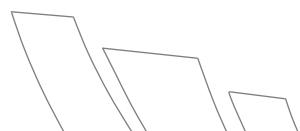
Après compactage du fond de forme, un géotextile anti-contaminant et anti-poinçonnement pourra être posé sur l'arase de terrassement.

---

#### 4.1.2. Dimensionnement de la couche de forme

Afin d'obtenir une classe de plateforme PF2, dans les conditions favorables, sur les arènes ou les remblais de moyenne à bonne portance, nous conseillons de mettre en œuvre sur l'arase une épaisseur d'au moins 0.50 m de remblais type 0/31,5 ou 0/63 (réduits à 0.40 m sur géotextile).

Dans le cas d'arènes ou de remblais de faible portance, afin d'obtenir une classe de plateforme PF2, dans les conditions favorables, nous conseillons de mettre en œuvre sur l'arase une épaisseur au moins 0.55 m de remblais type 0/150, puis une couche de finition de 0.20 m en remblais de type 0/31.5 ou 0/63, pour une épaisseur totale de 0.75 m (réduits à 0.60 m sur géotextile).



Qualification de la Portance de la P.S.T.	Contexte de réalisation <sup>(1)</sup>	Épaisseur de C.d.F. pour une classe de plate-forme PF2	Épaisseur de C.d.F. pour une classe de plate-forme PF2qs
Sols déformables	Déblai ou faible remblai	0,75 m (0,55 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) <sup>(2)</sup>	1,00 m (0,80 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5)
		0,60 m (0,40 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) sur géotextile	0,85 m (0,65 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) sur géotextile
Sols peu déformables, portants mais sensibles à l'eau	Déblai avec drainage ≤ 1 m	0,50 m de 0/31,5 <sup>(2)</sup>	0,75 m de 0/31,5 <sup>(2)</sup>
		0,40 m de 0/31,5 <sup>(2)</sup> sur géotextile	0,65 m (0,45 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) <sup>(2)</sup> sur géotextile
	Remblai ou déblai avec drainage > 1 m	0,40 m de 0/31,5 <sup>(2)</sup>	0,65 m (0,45 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) <sup>(2)</sup>
0,30 m de 0/31,5 <sup>(2)</sup> sur géotextile		0,55 m (0,35 m de 0/150 + 0,20 m de 0/31,5) sur géotextile	
Sols portants insensibles à l'eau	Remblai ou déblai	Couche de réglage de 0,10 m d'épaisseur de 0/31,5 ou 0/20	0,40 m d'épaisseur de 0/31,5 ou 0/20 Si $EV_2 \geq 120$ MPa obtention de PF3

<sup>(1)</sup> Les zones à niveau et les remblais rasants ( $h \leq 1,00$  m) sont assimilés à des déblais.  
<sup>(2)</sup> Les granulométries sont données à titre indicatif. Pour la couche inférieure, il est recommandé d'utiliser des matériaux avec  $D \leq 250$  mm, et pour la couche supérieure,  $D \leq 31,5$  ou 63 mm, en fonction de l'épaisseur.

Épaisseurs des couches de forme en matériaux granulaires – Cerema

Dans le cas de structure à couche de forme granulaire, il est conseillé de viser l'objectif PF2qs (80 à 120 MPa) pour lequel le dimensionnement des chaussées est optimisé.

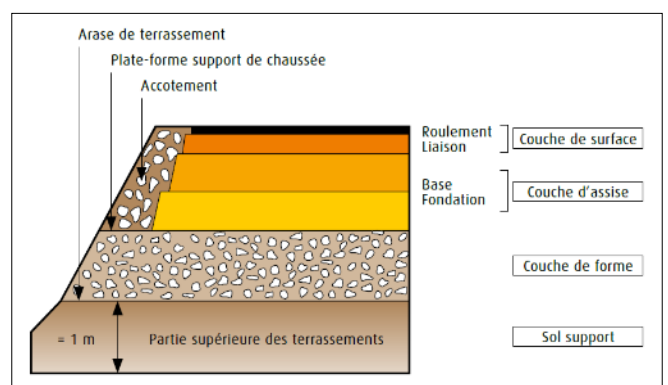
La couche de forme devra également être réceptionnée par des essais de contrôle type essais à la plaque, afin d'obtenir un module  $EV_2 > 50$  MPa (ou 80 MPa pour une PF2qs) et un rapport  $EV_2/EV_1$  en général inférieur à 2 (à définir en fonction des matériaux utilisés).

Les épaisseurs des couches de fondations et forme données ci-dessus sont des estimations qu'il conviendra d'adapter au moment des travaux en fonction de l'état hydrique des sols et de la qualité des matériaux de sols et d'apport. D'autres structures sont envisageables et pourront être proposées en variante par les entreprises.

#### 4.1.3. Structure de chaussée

Dans le cas de la voirie légère, il est conseillé de mettre en place sur la PF2 la structure suivante :

- Couche de fondation : 20 cm de GNT,
- Couche de base : 8 cm de GE,
- Couche de roulement : 6 cm de BBSG 0/10
- Soit une épaisseur totale de 34 cm.



Structure de chaussée – Cerema

Le dimensionnement définitif de la structure de chaussée dépendra du trafic, de la durée de vie et des conditions de gel. D'autres structures sont envisageables et pourront être proposées en variante par les entreprises.



## 4.2. Précautions particulières de conception et d'exécution

### 4.2.1. Conditions de terrassements

Les terrassements pourront être réalisés sans difficultés particulières au moyen d'engins mécaniques courants dans les horizons de recouvrement remblayés et les arènes tendres à moyennement compactes. Dans l'arène compacte et le granite altéré à sain, ils pourront nécessiter l'emploi d'engins de moyenne à forte puissance et/ou équipés d'outils adaptés (godet-rocher, dent de déroctage ...). Quoi qu'il en soit, les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés.

On veillera à adopter la puissance des engins utilisés, à la présence des différents bâtiments existants et on garantira l'intégrité des constructions avoisinantes durant tout le chantier et en phase définitive.

Toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance et/ou tous points durs rencontrés en fond de forme sera purgée. Pour le rattrapage des éventuels hors profils après purge, on prévoira la réalisation d'une couche de forme en classe D2 selon le GTR, comportant moins de 5 % de fines.

Une réalisation de la plate-forme en période favorable non pluvieuse est vivement recommandée.

Le sol décapé est sensible à l'eau et sa portance peut diminuer rapidement sous l'action de l'eau de ruissellement ou des engins de terrassements. Des précautions de terrassements doivent donc être prises sous peines de purges complémentaires.

On proscriera, autant que faire se peut, de faire manœuvrer des engins sur la plate-forme décapée et l'on privilégiera un remblaiement instantané de la première couche à l'avancement.

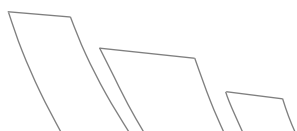
Rappelons le caractère humide de cette parcelle, à proximité immédiate d'un ruisseau. Nous attirons l'attention sur le fait que les terrains renferment une proportion importante de sols fins qui sont sensibles à l'eau d'où des difficultés de circulation des engins en période pluvieuse. Une réalisation de la plate-forme en période favorable non pluvieuse est recommandée.

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

NOTA : Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, le cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires.

En fonction de l'état hydrique des sols et des niveaux d'eau au moment des travaux, les terrassements dans des matériaux saturés peuvent entraîner des éboulements. Il conviendra alors de prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter de tels désordres (busage ou blindage continu par exemple) ainsi que l'utilisation d'un dispositif de pompage ou de rabattement de nappe.

Il conviendra de protéger le fond de fouille en cas d'intempéries et les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries. En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et d'évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir.



#### 4.2.2. Drainage

Lors de notre intervention en octobre 2023, aucune arrivée d'eau n'a été observée dans nos sondages en cours de foration ou en fin de chantier jusqu'aux profondeurs investiguées ( $\leq 6.50$  m/TN). Cependant, le terrain d'étude est recoupé par un ruisseau et des traces d'hydromorphie ont été retrouvées dans les remblais et les arènes. De plus, la zone Ouest du site se situe sur un milieu potentiellement humide à probabilité très forte.

##### **Phase travaux**

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont ainsi possibles (ruissellements, remontées).

En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et évacuation gravitaire (ou d'un système de pompage si nécessaire) sera à prévoir afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille de terrassement généraux.

Quoi qu'il en soit, des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement de nature sablo-limono-graveleuse, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protection du fond de fouille en cas d'intempéries, les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- Protection des talus provisoire par un polyane. Une cunette de réception des eaux de ruissellement devra être réalisée en pied de talus et reliée à un exutoire (évacuations des eaux en dehors de l'emprise du chantier) afin de sauvegarder les caractéristiques de la plate-forme de travail.

\*  
\* \*

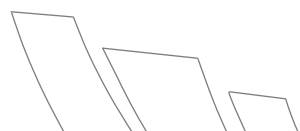
Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) doit être envisagée.

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

**Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes en annexe.**

**Rédacteur :** PUJAZON Camille  
Chargée d'études

**Contrôle qualité :** LE LOHER Thierry  
Chargé d'affaires



## 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.

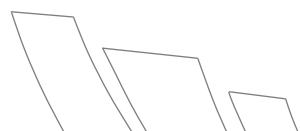
Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT 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.

---



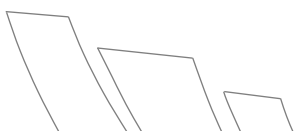


## ANNEXES

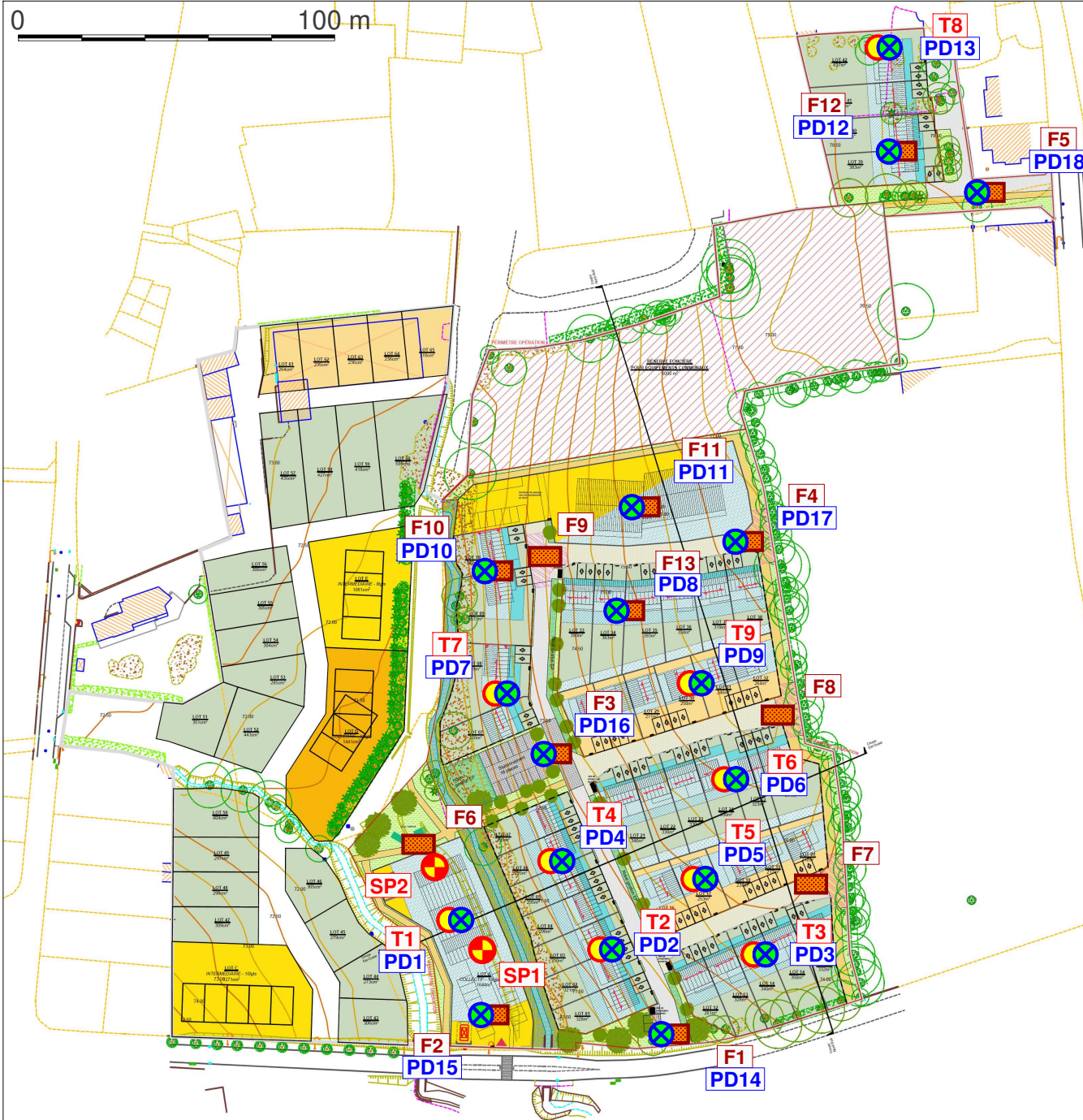
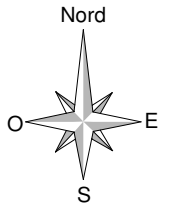
---

## Annexe 1

# Implantation des sondages



0 100 m



Légende :

Affaire n°5613556 :

T : Sondage à la tarière (9)

PD : Essai pénétrométrique (18)

F : Fouille géologique (13)

Affaire n°5613605 :

SP : Sondage pressiométrique (2)

---

## Annexe 2

# Résultats des investigations in situ





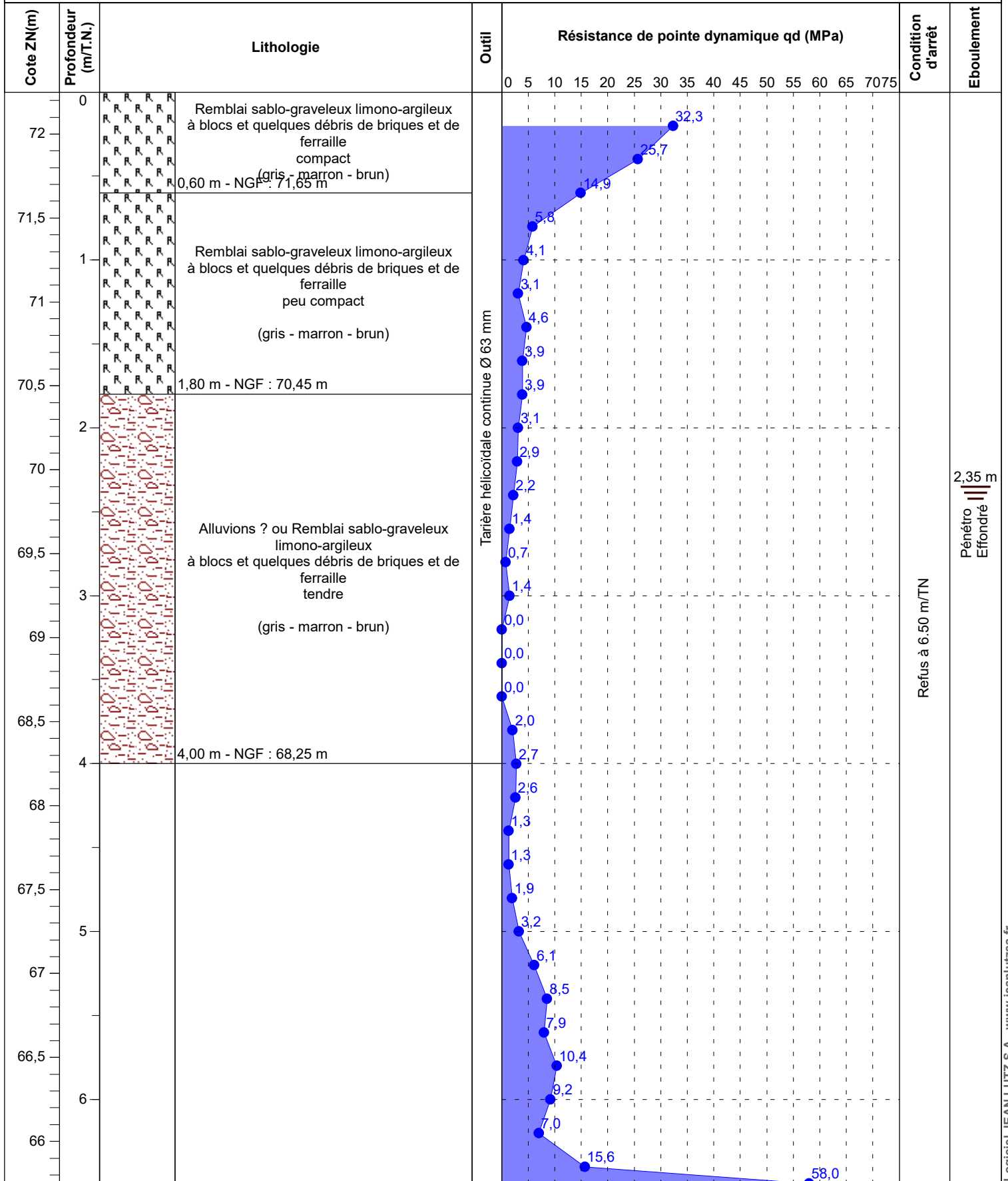
Client : **NEGOCIM**  
 Etude : **Aménagement d'un lotissement**  
 Site : **Rue de la Libération - PLOUAY (56)**

Mission : **G1 PGC/G2 AVP**  
 N° d'affaire : **5613556**  
 Date : **24/10/2023**

Forage : **T1/PD1**

Cote z :  $\pm 72.25$  m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/30



**Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B**

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

EXGTE 3.20

AE : Arrivée d'eau en cours de foration    NE : Niveau d'eau en fin de chantier    Machine : Ecofore SL 160  
 Commentaires :

















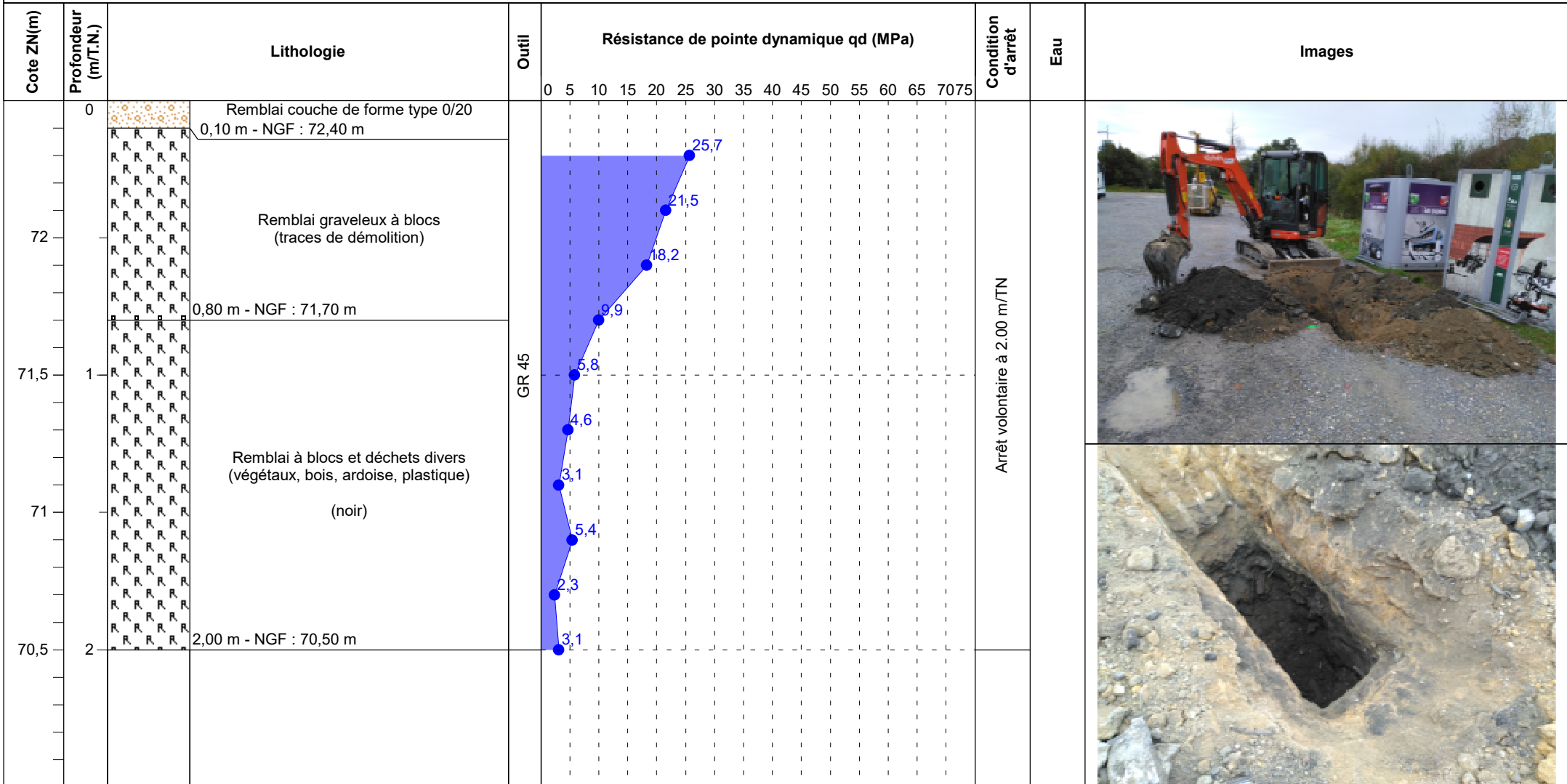




Forage : **F2/PD15**

Cote z : ± 72.50 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/20



EXGTE 3.20

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B**

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

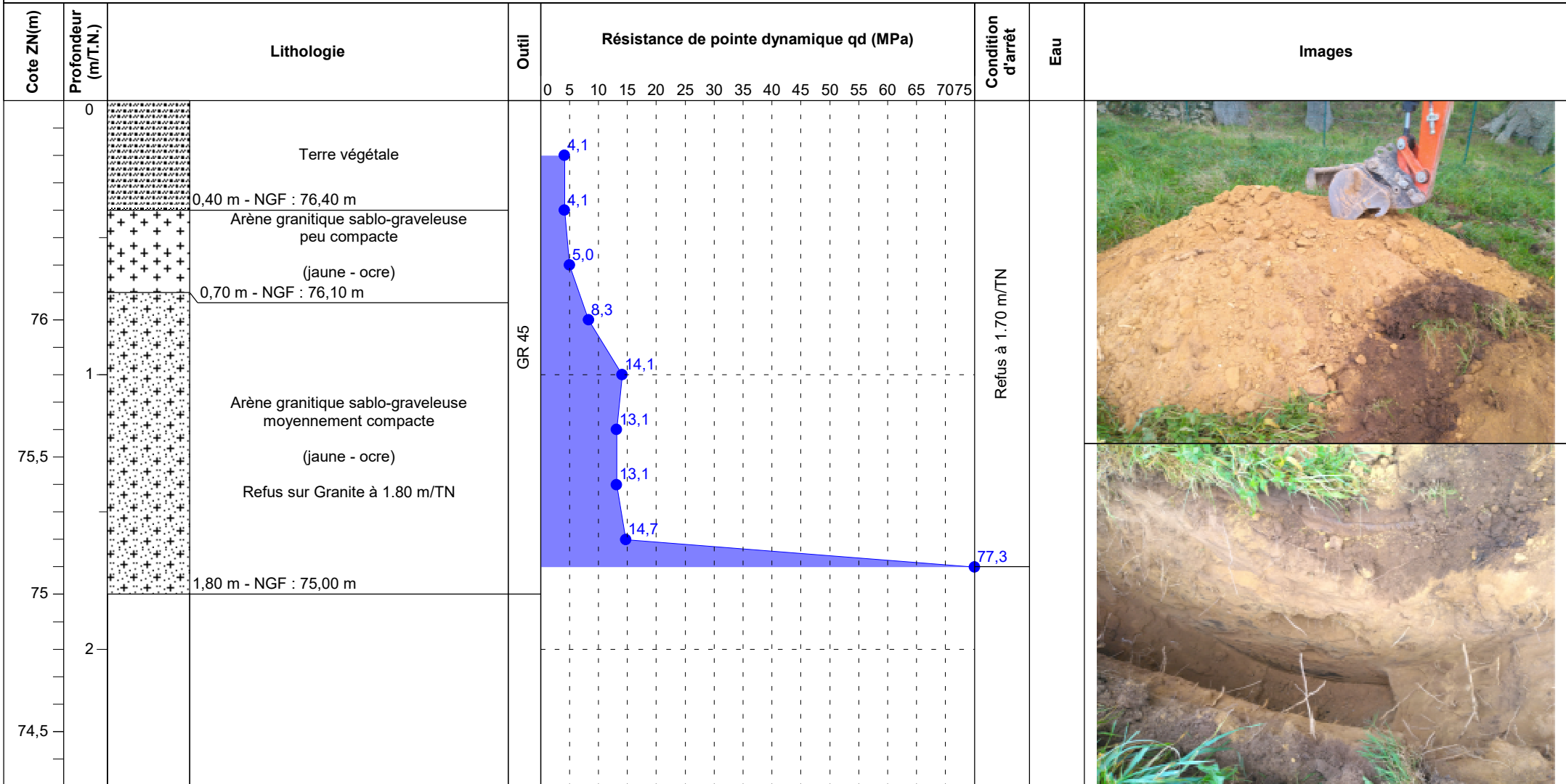
Machine : Minipelle 2.7 T & Ecofore SL 160

Commentaires :





Echelle : 1/20



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B**

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

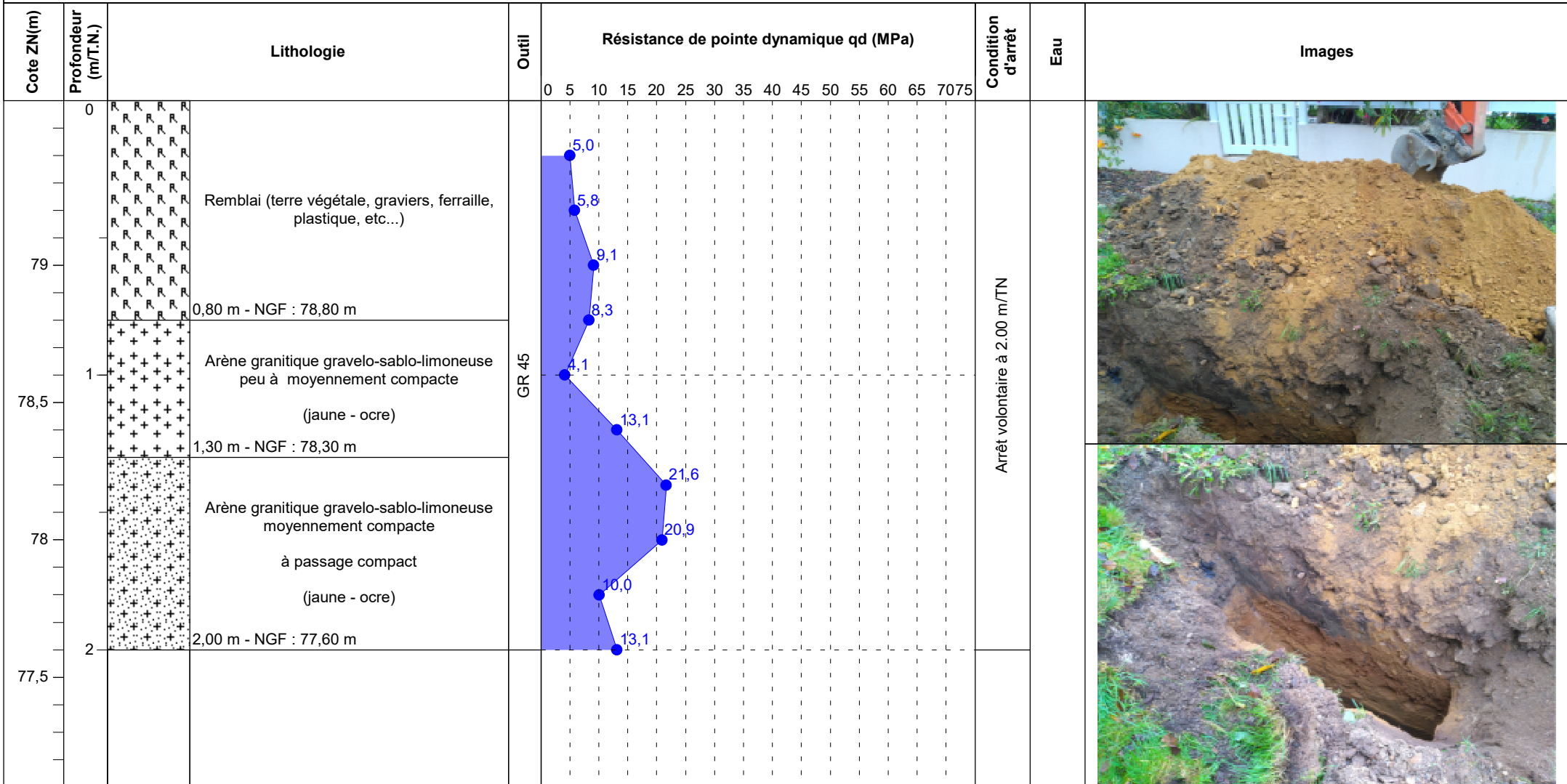
Machine : Minipelle 2.7 T & Ecofore SL 160

Commentaires :

Forage : **F5/PD18**

Cote z : ± 79.60 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/20



EXGTE 3.20

**Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B**

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration

NE : Niveau d'eau en fin de chantier



Machine : Minipelle 2.7 T & Ecofore SL 160

Commentaires :

**Forage : F6**

Cote z : ± 71.90 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant


Echelle : 1/20

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Outil	Eau	Images
0	0	Remblai couche de forme type 0/20 0,10 m - NGF : 71,80 m	GR 45		
71	1	Remblai de démolition (blocs, briques, enrobé, béton)			
70,5	1,40 m - NGF : 70,50 m	Remblai graveleux (blocs, pouzzolane, etc...)			
70	1,80 m - NGF : 70,10 m	Remblai d'arène sableuse légèrement argileuse / Alluvions ? (traces d'hydromorphie) (jaune - roux - gris)			
69,5	2	2,00 m - NGF : 69,90 m			

**Forage : F7**

Cote z : ± 74.50 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant



Echelle : 1/20

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Outil	Eau	Images
0		Terre végétale	GR 45		
74	0,40 m - NGF : 74,10 m				
73,5	1	Arène granitique sableuse légèrement graveleuse (beige - jaune)			
72,5	2	2,00 m - NGF : 72,50 m			

**Forage : F8**

Cote z : ± 76.00 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/20

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Outil	Eau	Images
76	0	Terre végétale 0,30 m - NGF : 75,70 m	GR 45		
75,5	Limon (marron) 0,70 m - NGF : 75,30 m				
75	Arène limono-sablo-graveleuse (jaune - marron clair) 1,40 m - NGF : 74,60 m				
74,5	Arène sableuse légèrement graveleuse (jaune - gris clair) 2,00 m - NGF : 74,00 m				
74	2				



Client : **NEGOCIM**  
 Etude : **Aménagement d'un lotissement**  
 Site : **Rue de la Libération - PLOUAY (56)**

Mission : **G1 PGC/G2 AVP**  
 N° d'affaire : **5613556**  
 Date : **23/10/2023**

Forage : **F9**

Cote z : **± 74.10 m NGF**  
 Niveau d'eau (m/TN) : **néant**

Echelle : 1/20

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Outil	Eau	Images
74	0	Terre végétale 0,35 m - NGF : 73,75 m	GR 45		
73,5	1	Arène granitique légèrement limoneuse graveleuse (traces d'hydromorphie) (jaune - ocre) 2,00 m - NGF : 72,10 m			
72	2				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.20

AE : Arrivée d'eau en cours de foration  
 Commentaires :

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

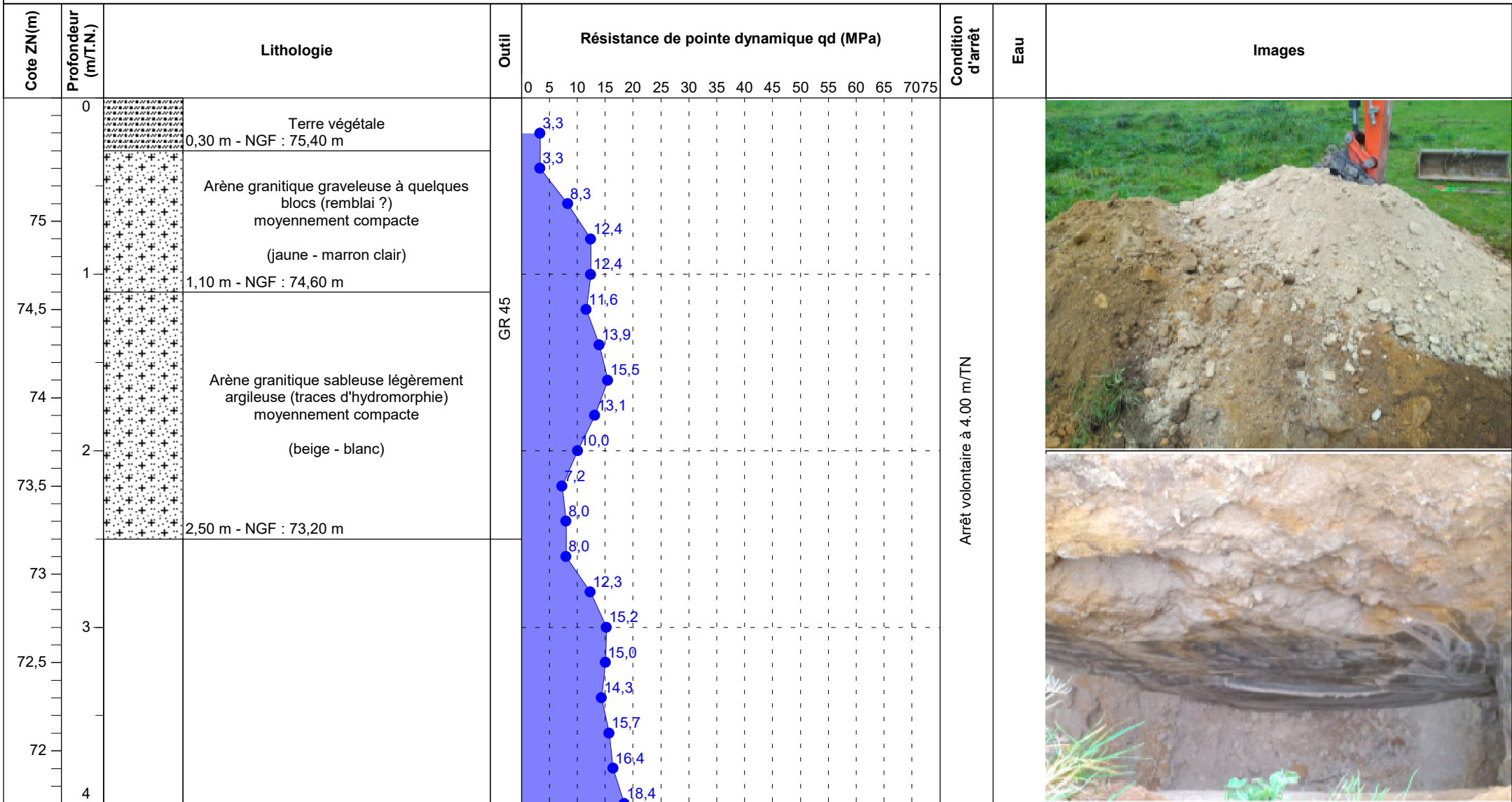
Machine : Minipelle 2.7 T



## Forage : F11/PD11

Cote z : ± 75.70 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/30



### Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration  
 Commentaires :

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

Machine : Minipelle 2.7 T & Ecofore SL 160

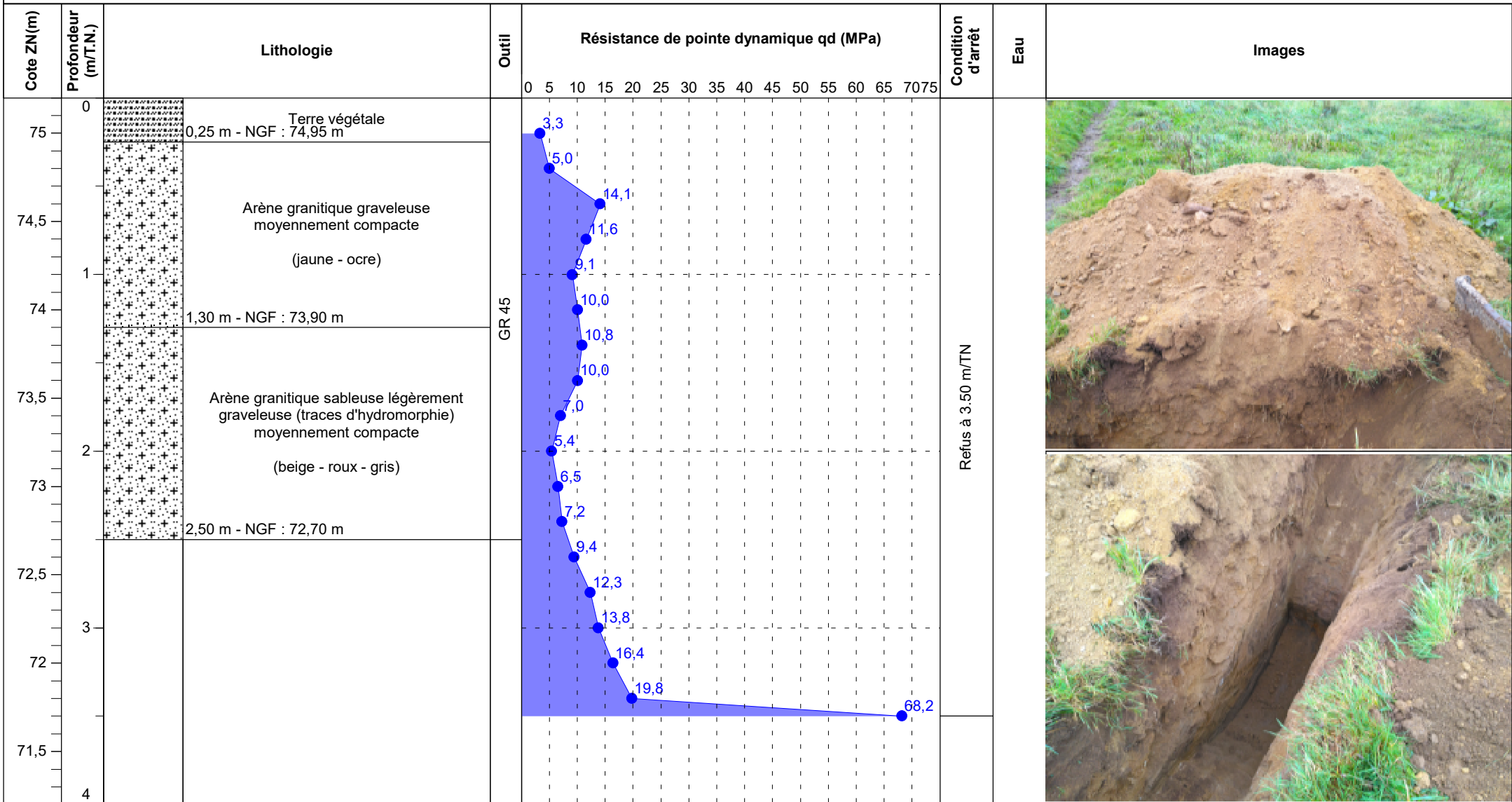




## Forage : F13/PD8

Cote z : ± 75.20 m NGF  
 Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/30



### Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m<sup>2</sup>    Masse d'une tige : 6 kg    Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration  
 Commentaires :

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

Machine : Minipelle 2.7 T & Ecofore SL 160

---

## Annexe 3

# Résultats des analyses de laboratoire



## PROCES-VERBAL D'ESSAI

**A la demande de : M. LE ROUX**

**Mail : fleroux@ecr-environnement.com**

**Entreprise : ECR Environnement – Agence de Lorient**  
2 rue Ampère  
56260 Larmor-Plage

**Chantier : 5613602 Plouay**

**Lieu des essais : Laboratoire NEXTROAD – Agence Centre Ouest**

**Matériau : sol remanié**

**Quantité : 10 sacs**

**Prélevé par : le client**

**Date de prélèvement : -**

**Livré à notre laboratoire :**

**Date des essais : 01/12/23**

**Essais réalisés :**


**GTR (w%+AG+VBS)**  
**IPI**

**10u**  
**2u**

**Résultats des essais :**

**Voir Procès Verbaux**

**Observations :**

					
<b>0</b>	<b>11/12/2023</b>	<b>J. BOULET</b> Opérateur	<b>P.SEON</b> Responsable d'agence	<b>1+12</b>	<b>1<sup>ère</sup> diffusion</b>
<b>Indice</b>	<b>Date</b>	<b>Etabli par</b>	<b>Vérifié par</b>	<b>Nb pages</b>	<b>Modifications - Observations</b>

*Note : la reproduction intégrale de ce procès-verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée ; les essais faisant l'objet du présent procès-verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions ; leur représentativité est liée à celle de l'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée ; en conséquence, le présent procès-verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.*

**RECAPITULATIF DES ESSAIS EN LABORATOIRE**  
**CLASSIFICATION TYPE GTR - NF P11-300 (Novembre 1992)**

Client : **ECR Environnement**  
Chantier : **5613602 Plouay**

N° Affaire : **Q-18.2962**  
Fiche programme : **F23.4689**

Chantier	Sondage	Profondeur (m)	Nature	Teneur en eau ω %	Granulométrie						VBS g/100g	Cu	IPI	GTR
					<63mm %	< 50 mm %	< 5 mm %	< 2 mm %	< 80µm %	< 63µm %				
5613602 Plouay	F6	1.5	Sable à cailloux et graves	5.4	35.5	35.5	26.4	19.5	6.1	6.0	0.5	>6	41	C2B4/ VC1G3
	F7	1.3	Sable à cailloux	9.4	100.0	100.0	71.4	55.9	12.9	12.8	0.5	>6	26	B5m/ S3
	T1	0.9-1.5	Sable à cailloux	12.5	100.0	100.0	74.0	62.2	22.6	22.3	0.6	-	-	B5/ I1
	T2	0.9-1.50	Sable à cailloutis	14.6	100.0	100.0	97.5	91.2	38.2	38.0	0.8	-	-	A1/ F1
	T3	0.8-1.4	Sable à cailloutis	14.3	100.0	100.0	95.9	88.5	44.6	44.1	0.8	-	-	A1/ F1
	T4	0.9-1.5	Sable à cailloutis	13.0	100.0	100.0	93.5	86.7	37.8	37.6	0.9	-	-	A1/ F1
	T5	0.8-1.4	Sable à cailloutis	10.3	100.0	100.0	69.2	57.8	24.0	23.6	0.7	-	-	B5/ I1
	T6	0.9-1.5	Sable à cailloutis	14.3	100.0	100.0	79.3	70.1	36.3	35.8	0.7	-	-	A1/ F1
	T7	0.9-1.5	Sable à cailloutis	16.9	100.0	100.0	99.8	95.5	44.8	44.5	0.9	-	-	A1/ F1
	T8	0.7-1.2	Sable à cailloutis	9.9	100.0	100.0	98.3	93.1	49.3	48.9	1.0	-	-	A1/ F1

Observations :

Les valeurs indiquées en rouge indiquent les classifications selon le guide GTR 2023 à titre informatif.

**Teneur en eau W(%) NFP 94-050 Septembre 1995**

N° dossier/ N° Affaire : **Q-18.2962 / F23.4689**

Nom du chantier : **5613602 Plouay**

Client : **ECR Environnement**

Date de prélèvement : -

Mode de prélèvement : **T**

Conservation : **Sacs hermétiques**

Date de l'essai : **01/12/2023**

Opérateur : **JB**

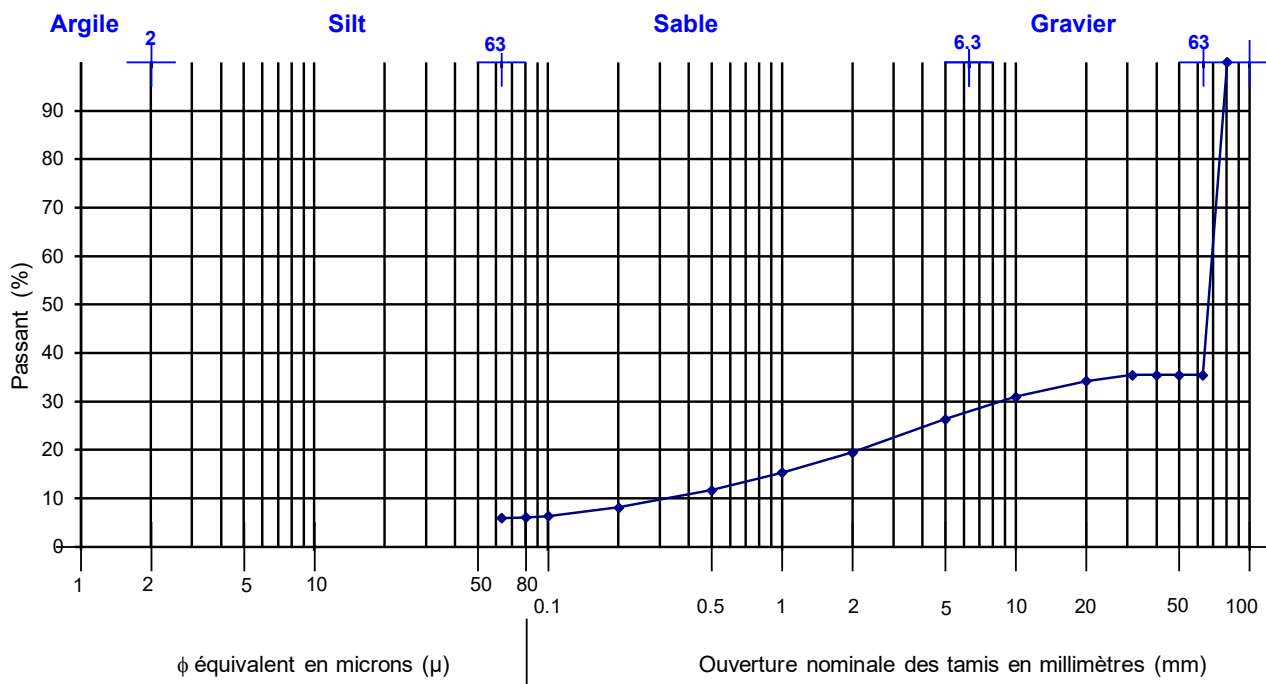
T°C d'étuvage: **105°C**

Chantier	Sondage	Profondeur (m)	Nature	Poids total humide (g)	Poids total sec (g)	Poids de la tare (g)	Poids net de l'eau (g)	Poids net matériau sec (g)	Teneur en eau (%)
5613602 Plouay	F6	1.5	Sable à cailloux et graves	1325.0	1265.7	159.8	59.2	1105.9	5.4
			w% VBS 0/5mm	103.1	96.4	39.9	6.7	56.6	11.8
	F7	1.3	Sable à cailloux	740.2	691.3	168.7	49.0	522.6	9.4
			w% VBS 0/5mm	107.4	100.5	38.6	6.8	61.9	11.0
	T1	0.9-1.5	Sable à cailloux	629.1	568.6	85.8	60.5	482.8	12.5
			w% VBS 0/5mm	90.6	84.6	41.8	6.0	42.8	14.1
	T2	0.9-1.5	Sable à cailloutis	493.4	445.8	120.1	47.6	325.8	14.6
			w% VBS 0/5mm	84.6	79.3	40.1	5.3	39.2	13.5
	T3	0.8-1.4	Sable à cailloutis	766.7	691.9	170.1	74.8	521.8	14.3
			w% VBS 0/5mm	84.9	79.5	40.5	5.4	39.0	13.9
	T4	0.9-1.5	Sable à cailloutis	927.3	842.5	189.7	84.8	652.8	13.0
			w% VBS 0/5mm	85.7	80.5	40.5	5.2	39.9	13.0
	T5	0.8-1.4	Sable à cailloutis	707.7	659.5	191.0	48.3	468.5	10.3
			w% VBS 0/5mm	108.1	100.7	39.9	7.3	60.8	12.1
	T6	0.9-1.5	Sable à cailloutis	479.2	434.0	117.6	45.2	316.4	14.3
			w% VBS 0/5mm	88.3	81.6	39.1	6.7	42.5	15.8
	T7	0.9-1.5	Sable à cailloutis	885.4	783.1	176.4	102.3	606.7	16.9
			w% VBS 0/5mm	92.8	86.2	40.9	6.6	45.3	14.5
T8	0.7-1.2	Sable à cailloutis	774.3	712.8	91.8	61.5	621.0	9.9	
		w% VBS 0/5mm	86.6	82.8	41.2	3.8	41.7	9.1	

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **F6**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **80mm**



φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
Passant (%)		100.0	35.5	35.5	35.5	35.5	34.2	31.0	26.4	19.5	15.3	11.7	8.1	6.4
φ équivalent (μ)	<b>80.0</b>	63.0												
Passant (%)	<b>6.1</b>	6.0												

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

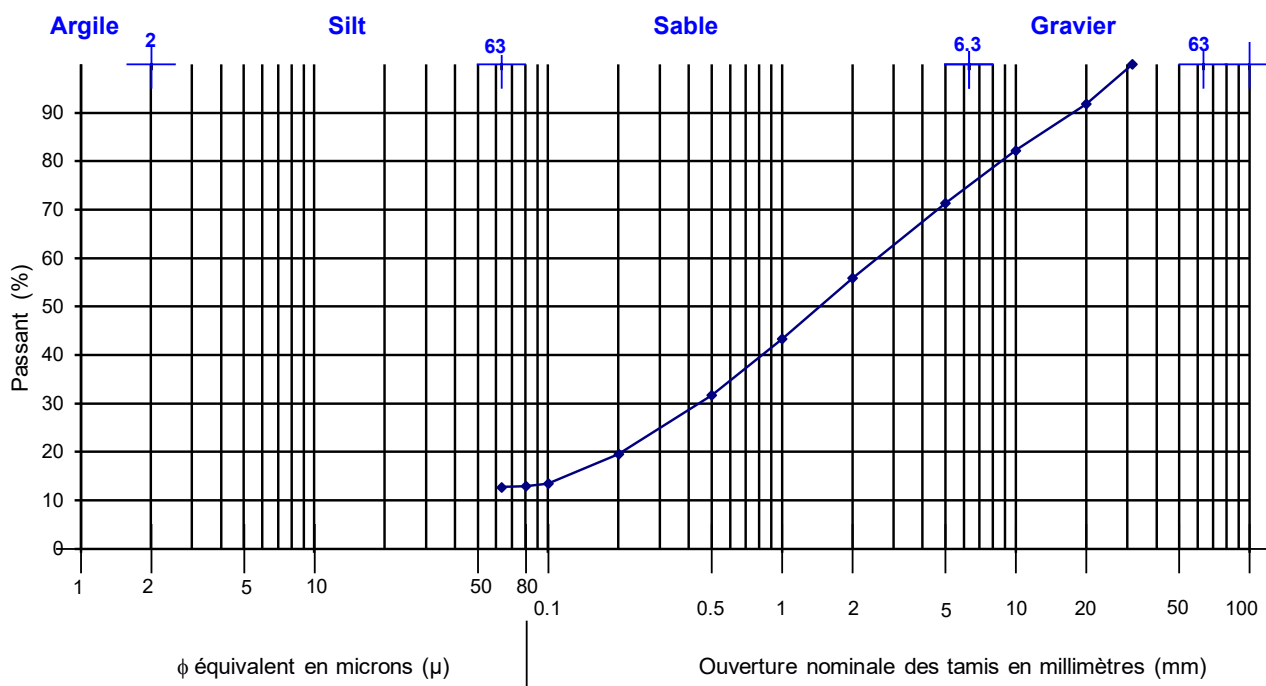
Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
51.30	11.8	45.89	757.2	786.8	<b>0.5</b>

# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **F7**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **1.3m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **31.5mm**



φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
Passant (%)						100.0	91.9	82.3	71.4	55.9	43.3	31.7	19.5	13.5
φ équivalent (μ)		80.0	63.0											
Passant (%)		12.9	12.8											

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
77.62	11	69.93	769.2	817.6	0.5



**INDICE PORTANT IMMEDIAT  
NF P 94-078 Mai 1997**

N° du dossier : **Q-18.2962**

N° d'Affaire : **F23.4689**

Client : **ECR**

Nom du chantier : **5613602 Plouay**

Dates d'essai : **07/12/2023**

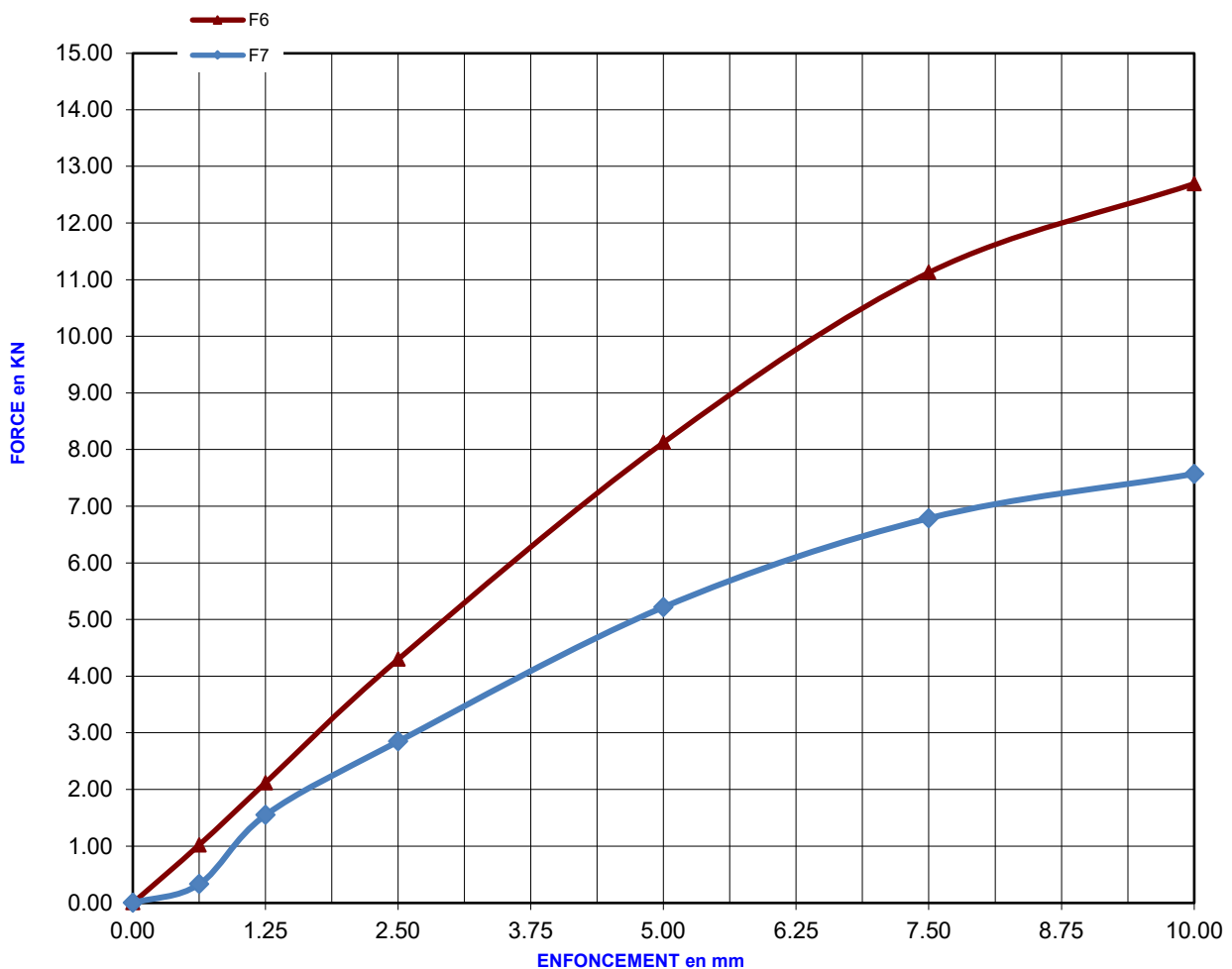
Opérateur : **JB**

Teneurs en eau : **Etuve à 105°C**

Date de prélèvement: -

**RESULTATS DES ESSAIS**

N° Sondage		F6	F7
Profondeur (m)		1.5	1.3
W après compactage (%)		8.7	9.9
MASSE VOLUMIQUE SECHE $\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		<b>1.95</b>	<b>1.68</b>
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2.5 mm = $\frac{F \text{ en KN} \times 100}{13.35}$	32	21
	à 5 mm = $\frac{F \text{ en KN} \times 100}{19.93}$	41	26
<b>IPI</b>		<b>41</b>	<b>26</b>

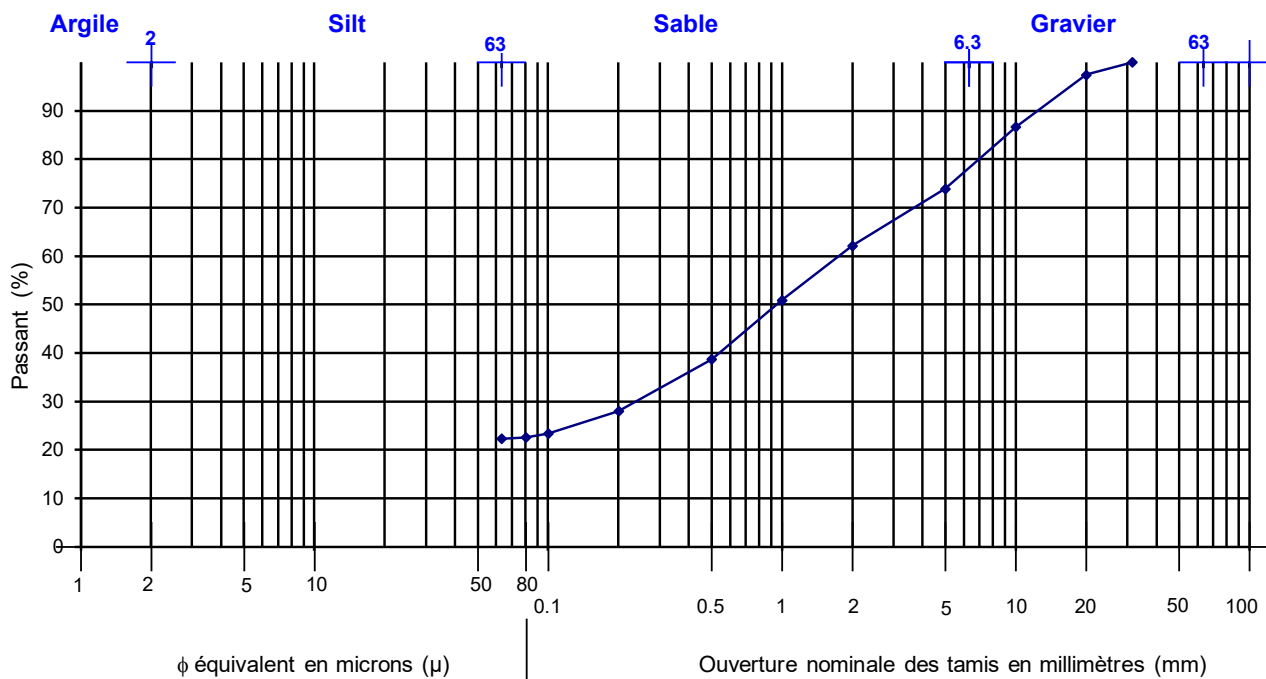


# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T1**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.9-1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **31.5mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>						100.0	97.4	86.7	74.0	62.2	51.0	38.7	28.0	23.4
<b>φ équivalent (μ)</b>		80.0	63.0											
<b>Passant (%)</b>		22.6	22.3											

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

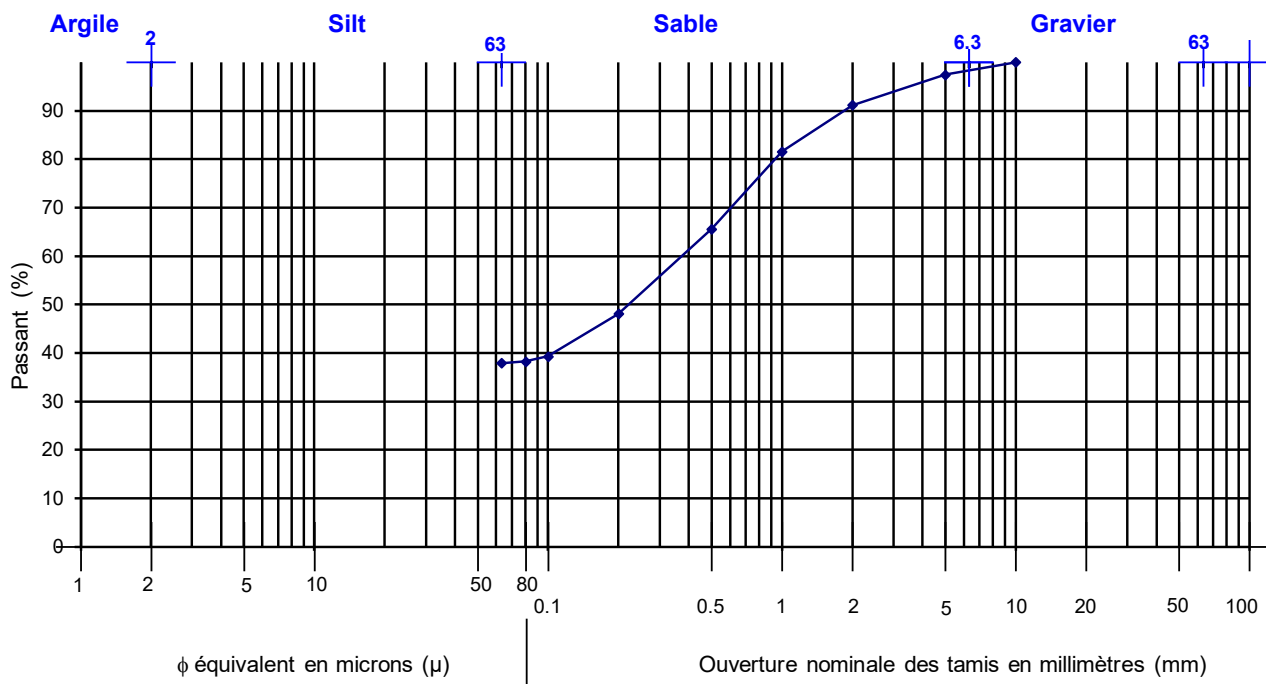
Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
48.50	14.1	42.51	741.2	774.5	0.6

# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T2**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.9-1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **10mm**



φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
Passant (%)								100.0	97.5	91.2	81.6	65.6	48.1	39.3

φ équivalent (μ)	80.0	63.0												
Passant (%)	38.2	38.0												

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

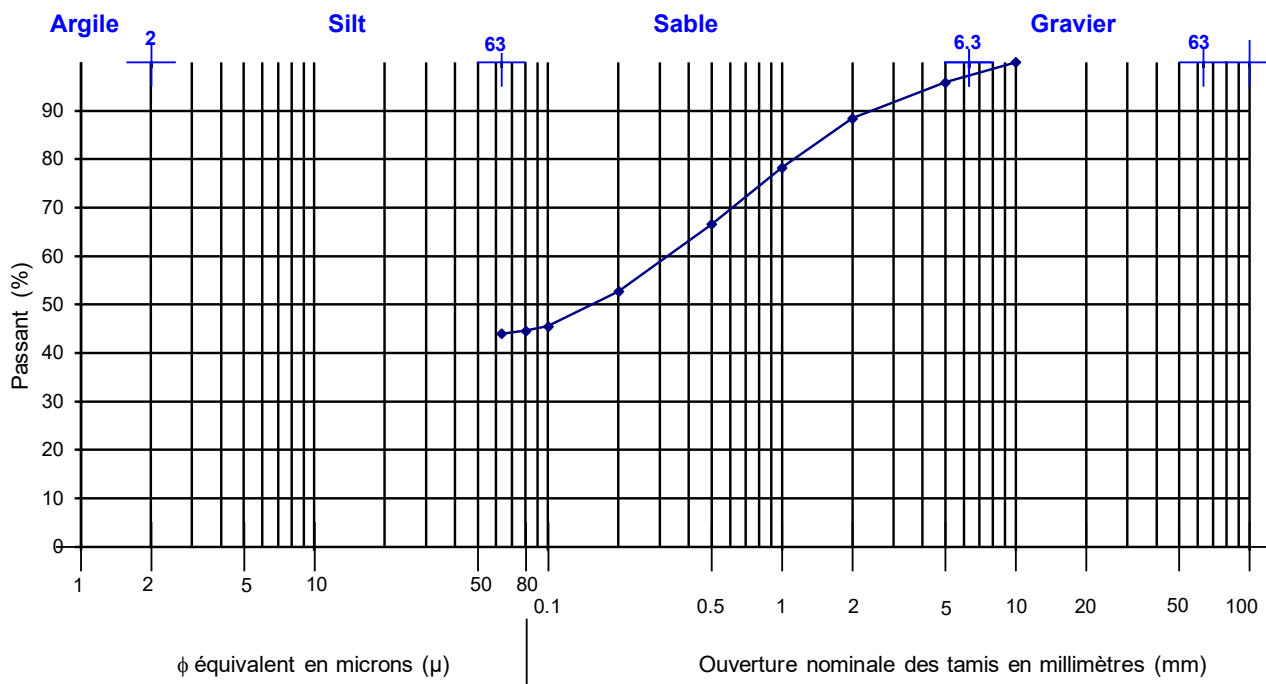
Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
50.58	13.5	44.56	750.7	788.2	0.8

# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T3**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.8-1.4m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **10mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>								100.0	95.9	88.5	78.3	66.6	52.7	45.5
<b>φ équivalent (μ)</b>	<b>80.0</b>	<b>63.0</b>												
<b>Passant (%)</b>	<b>44.6</b>	<b>44.1</b>												

**COMMENTAIRES:**

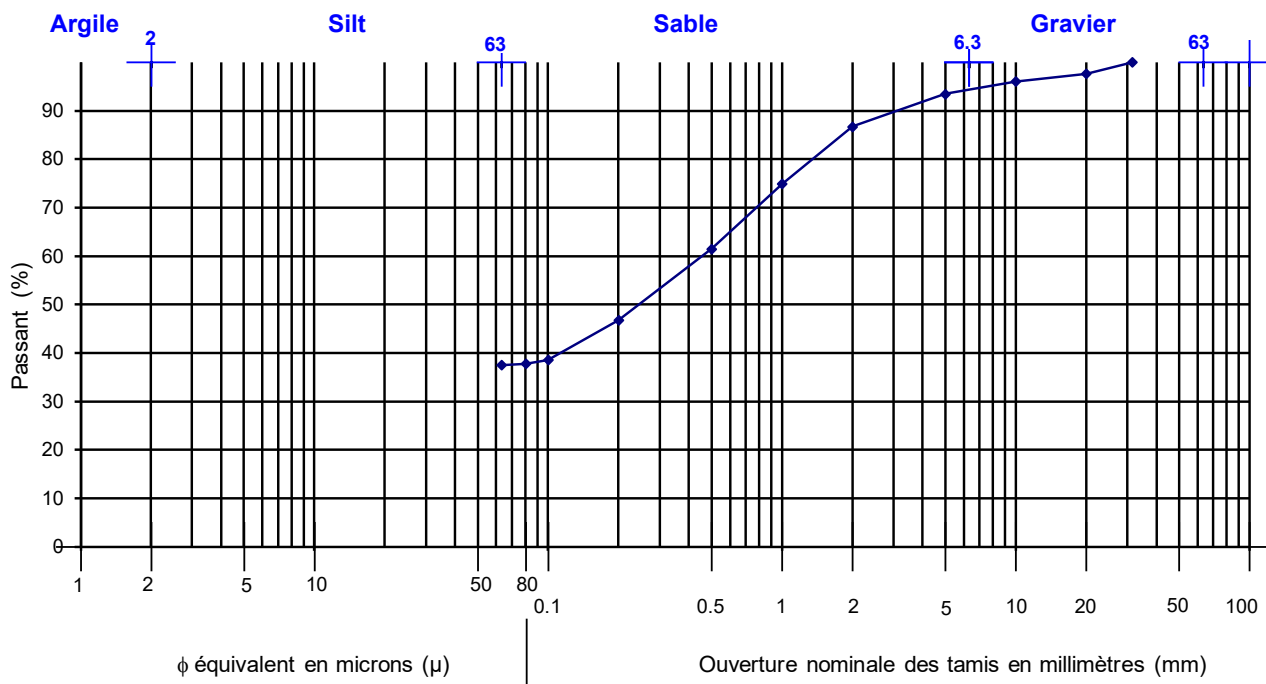
## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
52.20	13.9	45.83	747.1	783.8	<b>0.8</b>

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T4**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.9-1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **31.5mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>						100.0	97.6	96.1	93.5	86.7	74.9	61.5	46.8	38.6
<b>φ équivalent (μ)</b>		80.0	63.0											
<b>Passant (%)</b>		37.8	37.6											

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

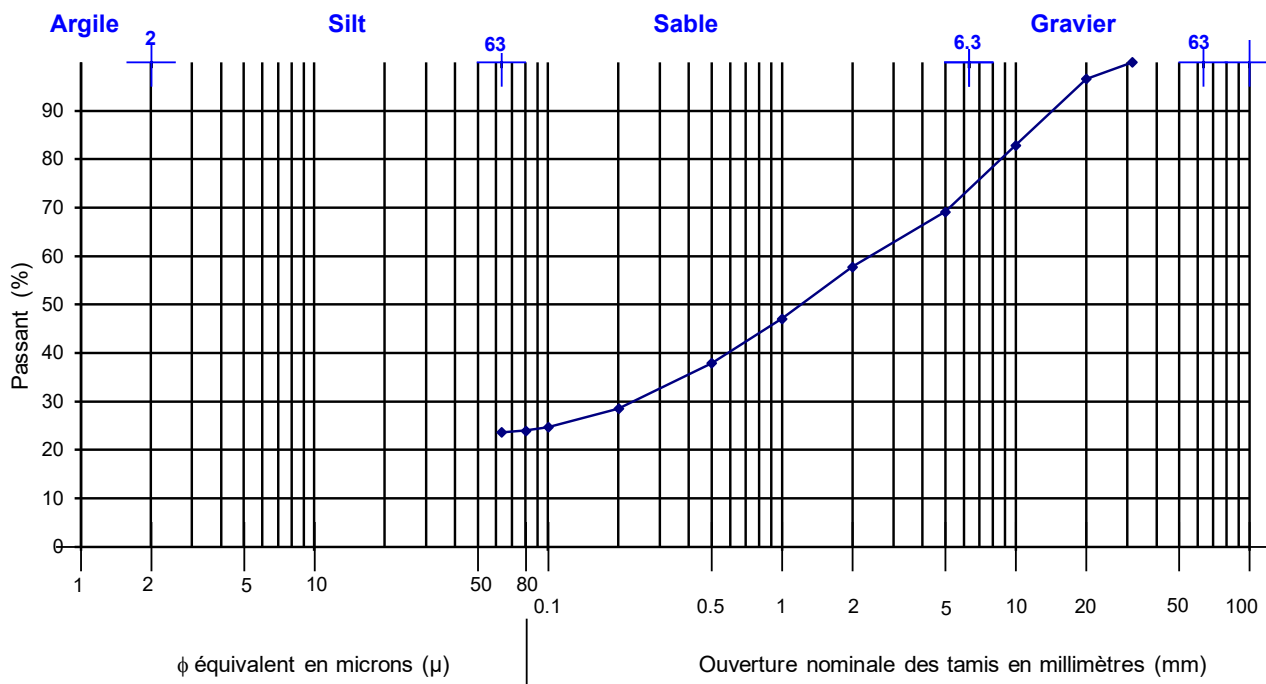
Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
48.99	13	43.35	736.0	779.2	0.9

# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T5**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.8-1.4m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **31.5mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>						100.0	96.6	82.9	69.2	57.8	47.1	38.0	28.6	24.7
<b>φ équivalent (μ)</b>	<b>80.0</b>	<b>63.0</b>												
<b>Passant (%)</b>	<b>24.0</b>	<b>23.6</b>												

**COMMENTAIRES:**

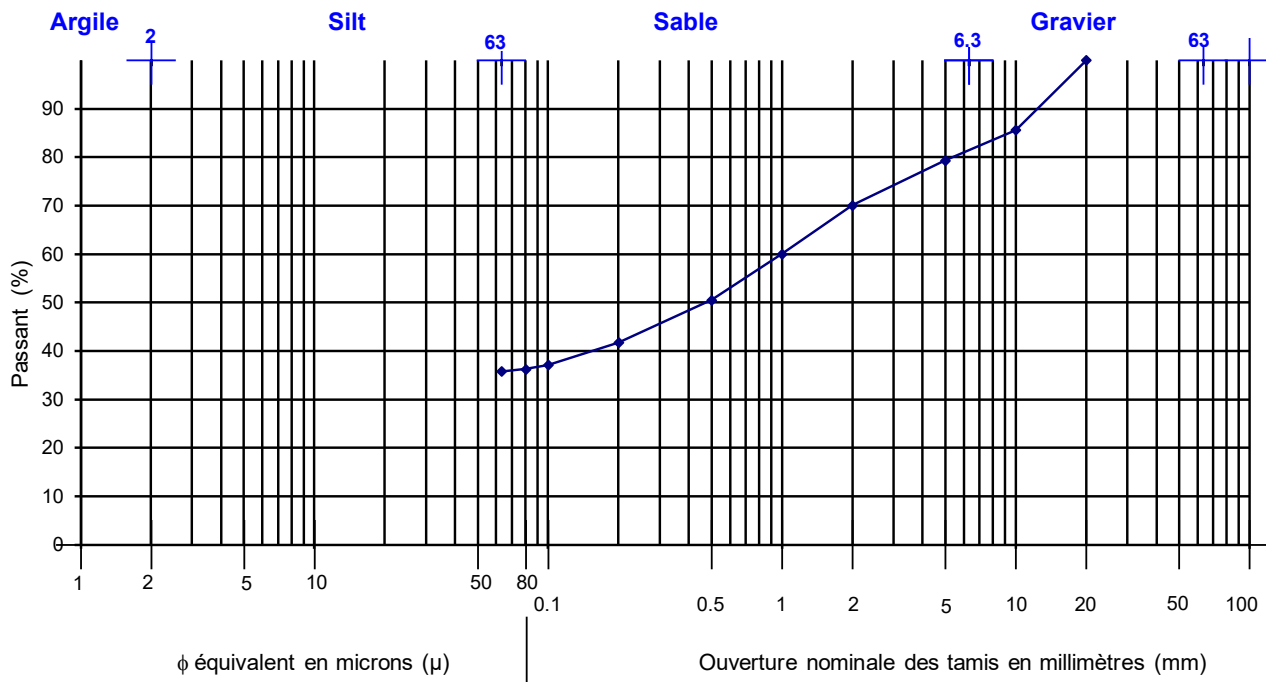
## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
52.98	12.1	47.26	727.8	774.6	<b>0.7</b>

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T6**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.9-1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **20mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>							100.0	85.6	79.3	70.1	60.0	50.5	41.8	37.2
<b>φ équivalent (μ)</b>	<b>80.0</b>	<b>63.0</b>												
<b>Passant (%)</b>	<b>36.3</b>	<b>35.8</b>												

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

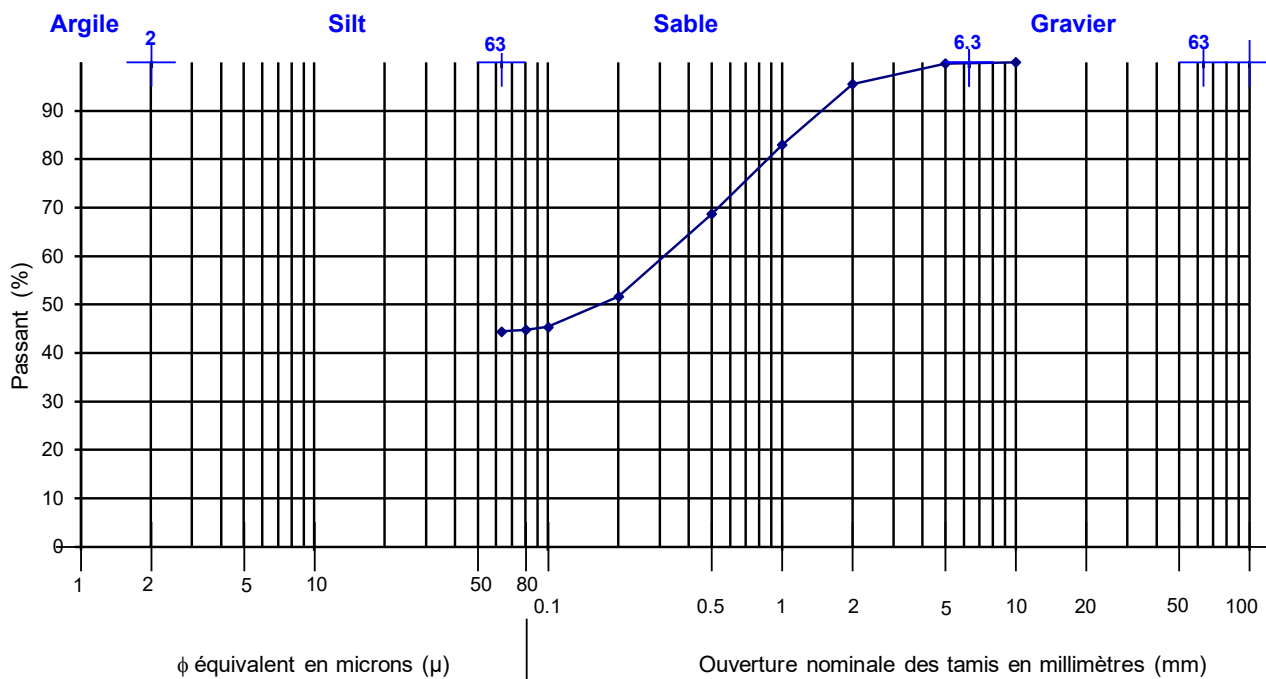
Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
50.31	15.8	43.45	731.3	771.9	<b>0.7</b>

# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T7**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.9-1.5m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **10mm**



<b>φ des tamis (mm)</b>	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
<b>Passant (%)</b>								100.0	99.8	95.5	83.0	68.7	51.7	45.4
<b>φ équivalent (μ)</b>					80.0	63.0								
<b>Passant (%)</b>					44.8	44.5								

**COMMENTAIRES:**

## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
50.00	14.5	43.67	730.8	768.8	<b>0.9</b>

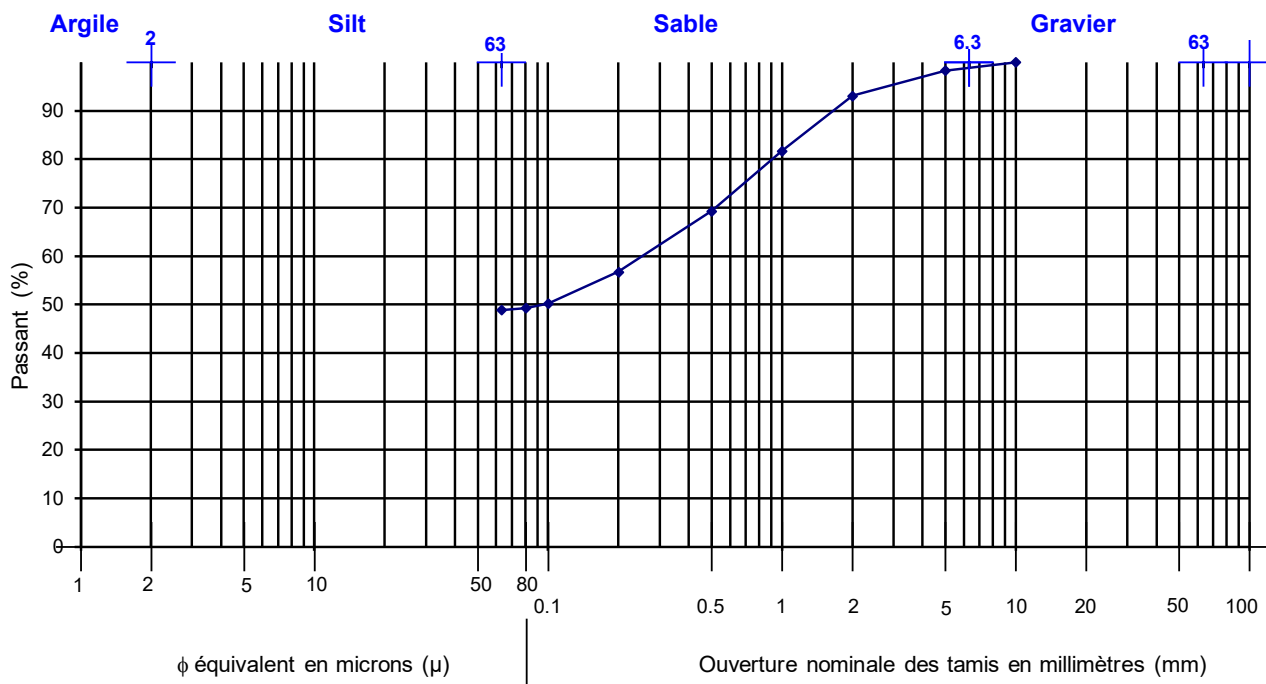


# PROCES-VERBAL D'ESSAI

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE Ex NF P94-056

N° du dossier : **Q-18.2962**  
 Nom du chantier : **5613602 Plouay**  
 N° Sondage : **T8**  
 Date d'essai : **05/12/2023**

N° Affaire : **F23.4689**  
 Client : **ECR**  
 Profondeur (m) : **0.7-1.2m**  
 Opérateur : **JB**  
 dm : **10mm**



φ des tamis (mm)	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1
Passant (%)								100.0	98.3	93.1	81.7	69.3	56.8	50.2

φ équivalent (μ)	80.0	63.0												
Passant (%)	49.3	48.9												

**COMMENTAIRES:**

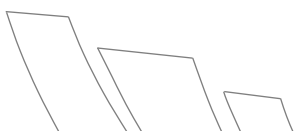
## ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	VBS
49.77	9.1	45.62	744.6	793.2	1.0

## Annexe 4

---

# Classification des missions géotechniques



## 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).