

**Agence****Nord**

100, rue Louis Blanc  
60160 MONTATAIRE  
Tél. 03 44 56 58 89

**Numéro d'affaire**

80.232362

**Ingénieur géotechnicien**

M. Alex DUBRUNFAUT  
[alex.dubrunfaut@icseo.com](mailto:alex.dubrunfaut@icseo.com)

**Responsable d'agence**

Mme Sophie CHARPENTIER  
[sophie.charpentier@icseo.com](mailto:sophie.charpentier@icseo.com)

# ETUDE GEOTECHNIQUE

## Mission G2 PRO

### PONT-DE-METZ (80)

#### CHU AMIENS-PICARDIE

#### Construction d'une crèche

Version	Date	Nb pages		Révisions	Contrôle interne	
		Texte	Annexes			
1	31/08/2023	28	35	Rapport complet	SCH	OMA
<b>Observation :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Etude précédente de mission G2 AVP référencée 80.232156 et datée du 17/08/2023</li><li>- Etude précédente de mission G1 ES+PGC référencée 80.213250 et datée du 28/10/2021</li></ul>						

# SOMMAIRE

<b>1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE</b>	<b>3</b>
1.1. GENERALITES	3
1.2. LE PROJET	3
1.3. LE SITE	5
1.4. TOPOGRAPHIE	6
1.5. PHOTOGRAPHIES AERIENNES DU SITE (1947-2021)	7
<b>2. MISSION</b>	<b>8</b>
<b>3. RECONNAISSANCE</b>	<b>8</b>
3.1. RECONNAISSANCE IN SITU – MISSION REFERENCEE 80.213250	8
3.2. RECONNAISSANCE IN SITU – MISSION REFERENCEE 80.232156	9
3.3. ESSAIS EN LABORATOIRE – MISSION REFERENCEE 80.213250	9
3.4. ESSAIS EN LABORATOIRE – MISSION REFERENCEE 80.232156	9
3.5. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS	10
3.6. HYDROGEOLOGIE	12
3.7. CAROTTAGE DE LA PLATEFORME	12
3.8. INONDABILITE	13
3.9. RISQUE SISMIQUE	13
3.10. EXPOSITION DES ARGILES AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT	14
3.11. CAVITES SOUTERRAINES – CARRIERES – EXPLOITATIONS	15
3.12. AGRESSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DU BETON – MISSION REFERENCEE 80.213250	15
<b>4. FONDATIONS</b>	<b>16</b>
4.1. AVANT-PROPOS	16
4.2. MODE DE FONDATION	16
4.3. PROFONDEUR D'ASSISE	16
4.4. CONTRAINTES DE CALCUL EC7	16
4.8. TASSEMENTS THEORIQUES	20
4.9. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	21
<b>5. TERRASSEMENT</b>	<b>21</b>
<b>6. PLANCHER BAS</b>	<b>21</b>
<b>7. DRAINAGE</b>	<b>22</b>

## CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

## CLASSIFICATION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES TYPES (extrait de la norme NF P 94-500)

## ANNEXES

*Le présent rapport comprend 28 pages et 35 pages d'annexe.*



# 1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

## 1.1. Généralités

<b>Lieu :</b>	<b>PONT-DE-METZ (80 480)</b>
<b>Adresse :</b>	Rond-Point du Président Christian Cabrol
<b>Parcelle cadastrale :</b>	Section ZB n°38
<b>Désignation :</b>	Construction d'une crèche
<b>Donneur d'ordre :</b>	<b>CHU AMIENS-PICARDIE</b> En la personne de M. Yahia BEHLOULI Commande du 31/07/2023
<b>Maitre d'ouvrage :</b>	CHU AMIENS-PICARDIE Place Victor Pauchet 80 054 AMIENS Affaire suivie par Mme LEBRUN Anne & Mme VERMEEREN Elsa
<b>Bureau d'études VRD :</b>	ALBEDO ingénierie environnementale 5 rue de la Poterne 76 000 ROUEN Affaire suivie par Mme BERTHOUD Patricia
<b>Intervention in situ :</b>	Les 19 et 20 juillet 2023 – Mission G2 AVP

## 1.2. Le Projet

Dans le cadre de la précédente étude de mission G2 AVP, les documents suivants nous ont été communiqués par Mme BERTHOUD de la société ALBEDO et par Mme LEBRUN du CHU AMIENS-PICARDIE :

- Cahier des charges d'étude de sols, daté de mai 2022 ;
- Plan topographique du site, échelle 1/200, non daté ;
- Plan des réseaux extérieurs, échelle 1/200, daté du 10/07/2023 ;
- Plan de masse du Projet, échelle 1/200, daté du 10/07/2023.

Dans le cadre de la présente étude de mission G2 PRO, les documents suivants nous ont été communiqués par M. TODO Hubert du CHU AMIENS-PICARDIE :

- Plan de masse du Projet, échelle 1/200, daté du 28/08/2023 ;
- plan du RdC, échelle 1/50, daté du 28/08/2023 ;
- coupe de principe des fondations, échelle 1/75, daté du 15/06/2023 ;
- plan des fondations, échelle 1/75, daté du 15/06/2023 ;
- descentes de charge sur fondation, sans échelle, datées du 28/08/2023 ;
- mail daté du 28/08/2023 concernant les niveaux finis du Projet.

D'après ces documents et les renseignements qui nous ont été fournis, le Projet consiste en la construction d'une crèche. Il présente les caractéristiques suivantes :

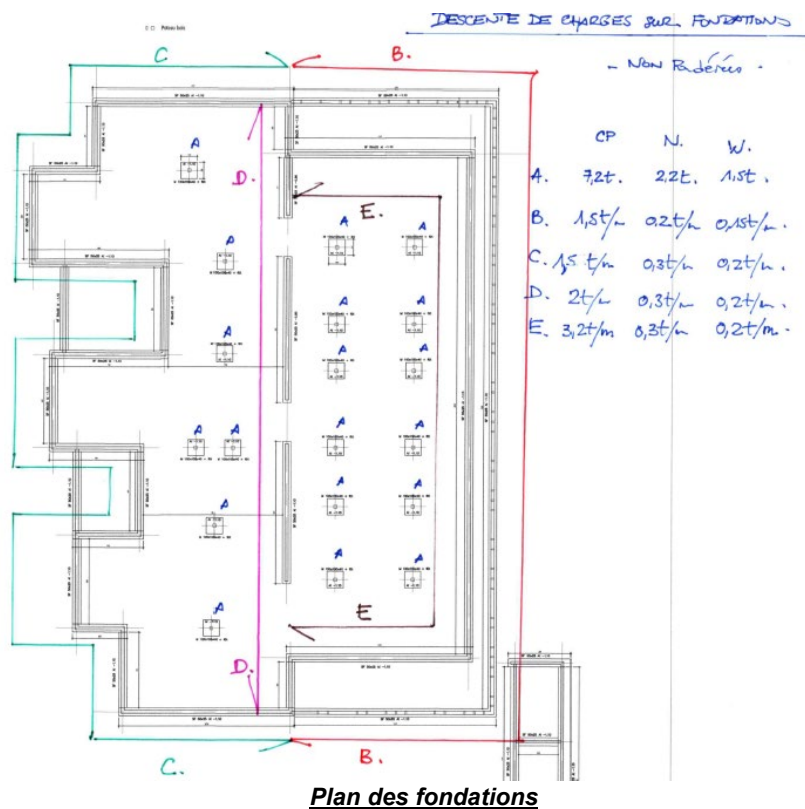
- Bâtiment de type R+0 à R+1 sans sous-sol ;
- Emprise au sol de 900 m<sup>2</sup> environ ;
- Niveau du RdC indiqué à la cote 61,32 NGF par M. TODO dans son mail du 28/08/2023 ;
- Structure maçonnée ;
- Parking et voiries.





**Plan de masse du Projet communiqué lors de la mission G2 PRO**

Les sollicitations vis-à-vis des ELS qui nous ont été communiquées par M. TODO sont les suivantes :





Les différents couples de charges retenues aux ELS pour chaque bâtiment sont répertoriés ci-dessous :

Massif	Charge permanente G (T)	Charge liée à la neige (T)	Charge liée au vent (T)
M1	7,2	2,2	1,5

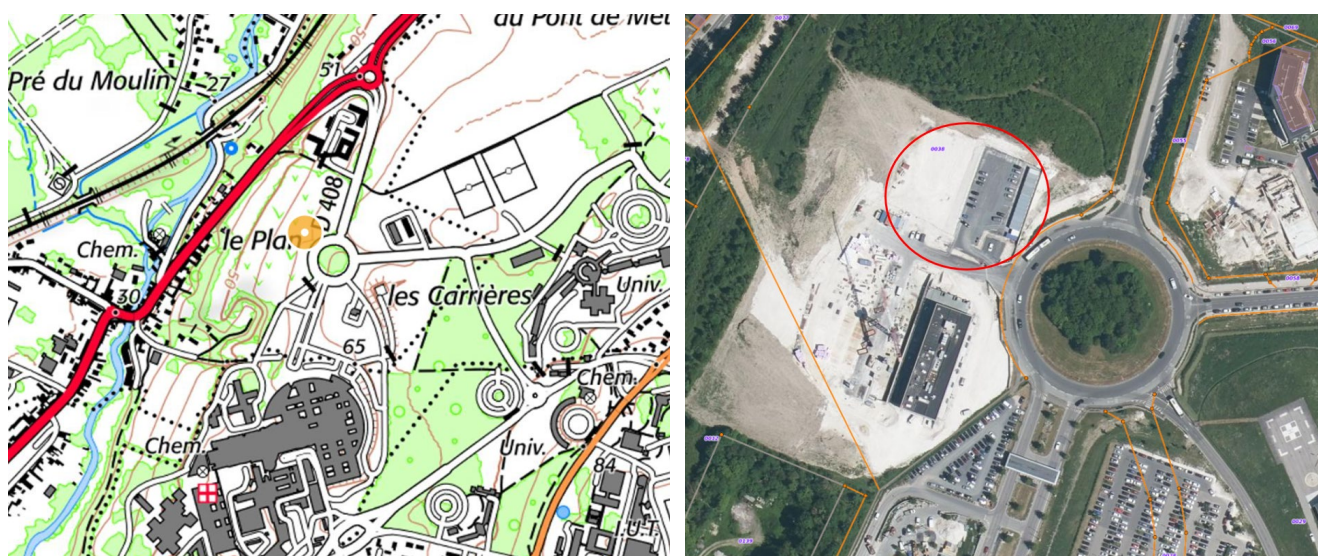
Semelle	Charge permanente G (T/ml)	Charge liée à la neige (T/ml)	Charge liée au vent (T/ml)
SF1	1,5	0,2	0,15
SF2	1,5	0,3	0,2
SF3	2,0	0,3	0,2
SF4	3,2	0,3	0,2

Notons les charges d'exploitations ne nous a pas été communiquée. Il ne nous appartient pas de vérifier ce point, les calculs de DDC étant de la responsabilité du BET Structure.

Il conviendra de nous communiquer les charges réelles si elles étaient différentes et de nous missionner afin de revoir tout ou partie de nos conclusions. Il en est de même si le Projet définitif était différent de celui étudié.

### 1.3. Le site

Le terrain étudié se situe sur les parcelles cadastrées Section ZB n°38, au rond-point du Président Christian Cabrol sur la commune de **PONT-DE-METZ (80)**.



Plan de situation du site (à gauche) et photographie aérienne du site (à droite)

Sa superficie est d'environ 5 500 m<sup>2</sup>. Le site présente une pente vers l'Ouest.

Le jour de notre intervention dans le cadre de la mission G1 ES+PGC, le 06 octobre 2021, le site était occupé sur sa partie moitié Ouest par un terrain terrassé avec des talus divers et sur sa moitié Est par la base vie du chantier voisin.

Les Parties du Projet occupées par la base vie lors de cette intervention n'avaient pas pu être sondées.





**Photographie du site prise le jour de notre intervention le 06 octobre 2021 dans le cadre de la mission 80.213250 (vue vers l'Est)**

Le jour de notre intervention, dans le cadre de la mission G2 AVP, en juillet 2023, le site était aménagé en parking et recouvert de graviers et de bicouche.



**Photographies du site prises les jours de notre intervention les 19 et 20 juillet 2023 dans le cadre de la présente mission 80.232156 (vues vers le Sud à gauche et vers le Nord à droite)**

L'accessibilité du site a permis d'implanter la reconnaissance au droit de l'assiette du Projet.

L'implantation des sondages et essais réalisés figure en annexe.

#### **1.4. Topographie**

L'altitude du site oscille entre **58,63** et **62,63** NGF d'après le plan topographique qui nous a été transmis.

Nos sondages ont été nivelés par nos soins à partir d'une référence constituée par une grille EU/EP située au Sud du site et indiquée à la cote **62,89** NGF sur le plan topographique communiqué. L'altitude du site au droit de nos reconnaissances oscille entre **57,45** et **61,35** NGF.

Nous rappelons que les altitudes données sur nos sondages le sont à titre indicatif. Seul un relevé de la position et de l'altitude des sondages par un géomètre expert pourrait faire foi.





## 1.5. Photographies aériennes du site (1947-2021)



Vue aérienne du site en 1947



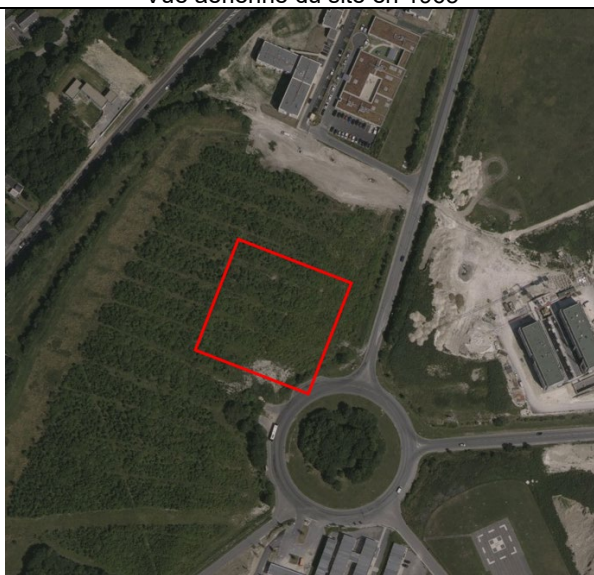
Vue aérienne du site en 1952



Vue aérienne du site en 1965



Vue aérienne du site en 1972



Vue aérienne du site en 2013



Vue aérienne du site en 2021

**Photographies aériennes du site datant de 1947, 1952, 1965, 1972, 2013 et 2021**



D'après l'étude des photographies aériennes du site prises entre 1947 et 2021, nous voyons que le site a fait l'objet de terrassements et d'aménagements en parking entre 2013 et 2021. Cependant, il ne semble pas y avoir eu de construction au droit du site.

Nous noterons sur les clichés de 1972, la création du rond-point et des voiries associées. Les terrassements et travaux de ces installations ont pu engendrer des remaniements sur la partie Est du site.

Notons également qu'au cours de notre première intervention le 6 octobre 2021, dans le cadre de la mission 80.213250, nous avons pu constater que le site avait fait l'objet de terrassements divers pour l'installation de la base vie du chantier voisin.

Dans un tel contexte, il est possible de rencontrer des vestiges et des ouvrages enterrés ainsi que des irrégularités des sols, remaniés lors des précédentes phases de travaux.

## 2. MISSION

Conformément à notre devis référencé 80.232362 du 14/06/2023 qui a reçu l'approbation de notre client, notre mission doit permettre de définir :

### Etude géotechnique de conception G2

- **Phase Projet (PRO)**
  - le dimensionnement des ouvrages EP ;
  - adaptation du rapport précédent.

Notons que le dimensionnement des ouvrages EP fait également parti de notre mission mais fera l'objet d'un rapport séparé.

La classification des missions géotechniques types (extrait de la norme NF P 94-500-nov. 2013) figure en fin de ce rapport.

## 3. RECONNAISSANCE

### 3.1. Reconnaissance in situ – Mission référencée 80.213250

Compte tenu du contexte géologique local et de la nature du Projet qui nous a été décrit, le programme de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **5 sondages géologiques courts** notés F1 à F5 ; poussés à la profondeur maximale de l'engin ou au refus de creusement. Ils ont été réalisés à la pelle mécanique de 5Tet ont permis :
  - de reconnaître la nature et l'épaisseur des différentes couches ;
  - de prélever des échantillons intacts pour d'éventuelles analyses en laboratoire ;
  - d'apprécier en vraie grandeur la tenue et la terrassabilité des différentes couches.
- **4 essais au pénétromètre dynamique** notés P1 et P4 poussés jusqu'au refus entre 0,40 et 0,80 m de profondeur. Ils ont permis de caractériser en continu la résistance dynamique de pointe des différentes couches rencontrées.





### 3.2. Reconnaissance in situ – Mission référencée 80.232156

Compte tenu du contexte géologique local et de la nature du Projet qui nous a été décrit, le programme de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **1 sondage géologique profond** noté SP10 de 6,00 m de profondeur. Il a été réalisé en diamètre 63 mm et a permis :
  - de reconnaître la nature et l'épaisseur des différentes couches ;
  - de prélever des échantillons remaniés pour d'éventuelles analyses en laboratoire ;
  - d'effectuer les mesures en forage suivantes :
- **4 essais pressiométriques** répartis dans les forages précédents de façon à définir les caractéristiques mécaniques des différentes couches de sol. Ils ont permis la mesure des paramètres suivants :
  - pression limite (PI) ;
  - pression de fluage (Pf) ;
  - module pressiométrique (E).
- **5 sondages géologiques à la tarière** notés ST10 à ST14 de 3,00 m de profondeur et poussés jusqu'au refus entre 3,90 et 4,80 m de profondeur. Ils ont été réalisés en diamètre 63 mm et ont permis :
  - de reconnaître la nature et l'épaisseur des différentes couches ;
  - de prélever des échantillons remaniés pour d'éventuelles analyses en laboratoire.
- **2 essais au pénétromètre dynamique** notés P10 et P11 poussés jusqu'au refus à 1,40 m de profondeur. Ils ont permis de caractériser en continu la résistance dynamique de pointe des différentes couches rencontrées.
- **4 essais d'absorption in-situ** afin de mesurer la perméabilité des terrains rencontrés.
- **2 sondages carottés de la structure de la plateforme existante** notés SC10 et SC11.

### 3.3. Essais en laboratoire – Mission référencée 80.213250

Les échantillons intacts et remaniés, prélevés dans les sondages précédents ont fait l'objet d'analyses en laboratoire. Elles ont consisté en :

- **2 identifications GTR 92 complètes** (teneur en eau, granulométrie, valeur au bleu) ;
- **1 sensibilité des argiles au retrait gonflement** ;
- **2 mesures de l'agressivité du sol vis-à-vis du béton.**

### 3.4. Essais en laboratoire – Mission référencée 80.232156

Les échantillons intacts et remaniés, prélevés dans les sondages précédents ont fait l'objet d'analyses en laboratoire. Elles ont consisté en :

- **2 identifications GTR 92 complètes** (teneur en eau et limites d'Atterberg).



### 3.5. Résultats des sondages et essais

Remarque préliminaire : les profondeurs des différentes couches sont celles mesurées au droit de nos reconnaissances à partir du terrain naturel (TN) le jour de notre intervention. Des fluctuations parfois importantes et/ou localisées d'origine anthropique ou liées à la nature des dépôts, peuvent apparaître entre ces points.

- 1. Terre végétale / Remblai

Cet horizon composé de terre végétale, de bicouche (1 à 2 cm) sur concassé de calcaire noir et gros silex est d'environ 50 cm d'épaisseur.

Des blocs et cailloutis de craie à matrice limono-crayeuse beige blanchâtre à beige ocre ont été rencontrés jusqu'à 40 à 80 cm de profondeur lors de notre intervention en octobre 2021. Ces blocs n'ont pas été rencontrés au droit des sondages réalisés lors de la présente mission. Toutefois, il est possible de rencontrer ces blocs au droit du site lors des terrassements.

Les caractéristiques mécaniques mesurées sont résumées ci-après :

	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
<i>Résistance à la pénétration dynamique Rd (MPa)</i>	5	33

Le site a fait l'objet d'anciens aménagements. Dans un tel contexte, il est possible de rencontrer des vestiges et des ouvrages enterrés ainsi que des irrégularités des sols, remaniés lors des précédentes phases de travaux.

- 2. Limon à blocs et cailloutis

Cet horizon constitué de limon brun beige ocre légèrement orangé à nombreux cailloutis de craie et silex a été rencontré jusqu'à 0,50 à 1,20 m de profondeur. D'après la carte géologique d'AMIENS, il s'agit d'une formation de limon de recouvrement reprenant la frange altérée de la formation crayeuse sous-jacente.

Les analyses en laboratoire réalisées sur des échantillons prélevés dans cet horizon sont résumées ci-dessous :

Sondage N°			F1 - Mission 80.213250	F4 - Mission 80.213250
Profondeur de prélèvement	m		0,80-1,20	0,40-0,50
Teneur en eau	W	%	21,4	16,6
Analyse granulométrique	Dmax	mm	26	50
	<50 mm	%	100,0	100,0
	<2 mm	%	71,3	54,0
	<80 µm	%	60,4	44,0
Valeur de Bleu du Sol	VBS	%	1,36	0,88
<b>Classe GTR 92</b>			<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>

Ce qui classe ce matériau en **A<sub>1</sub>** selon le GTR 92. Il s'agit de sols fins sensibles aux faibles variations hydriques. En périodes pluvieuses, ces sols se gorgent d'eau et peuvent ainsi perdre toute portance.

- 3. Limon crayeux à craie

Cet horizon constitué de limon crayeux beige ocre à cailloutis et de craie beige à blanche à blocs et silex a été rencontré jusqu'à l'arrêt de nos sondages entre 1,40 et 6,00 m de profondeur. D'après la carte géologique d'AMIENS, il s'agit de la formation ± altérée du substratum crayeux.



Les caractéristiques mécaniques mesurées sont résumées ci-après :

		<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
<i>Module pressiométrique E</i>	(MPa)	86,3	121,9
<i>Pression de Fluage Pf</i>	(Mpa)	>2,14	>2,38
<i>Pression Limite Pl</i>	(MPa)	>3,64	>4,02
<i>Résistance à la pénétration dynamique Rd</i>	(MPa)	7	>35

Les analyses en laboratoire réalisées sur des échantillons prélevés dans cet horizon sont résumées ci-dessous :

Sondage N°			F1 - Mission 80.213250
Profondeur de prélèvement	m		0,80 – 2,50
Teneur en eau	W	%	24,5
Analyse granulométrique	Dmax	mm	63
	<50 mm	%	92,2
	<2 mm	%	27,0
	<80 µm	%	15,6
Valeur de Bleu du Sol	VBS	%	0,36
<b>Classe GTR 92</b>			<b>C<sub>1</sub>B<sub>5</sub></b>

Sondage N°			F1 - Mission 80.213250
Profondeur de prélèvement	m		1,20-2,50
Teneur en eau	W	%	26,7
Mesures physiques			
Masse volumique	ρ	t/m <sup>3</sup>	1,96
Masse volumique sèche	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	1,55
Indice des vides	e		0,74
Porosité	n		0,43
Degré de saturation	Sr	%	96,79
<b>Classe GTR 92</b>			<b>R<sub>12</sub>m</b>

Sondage N°			ST10 - Mission 80.232156	ST13 - Mission 80.232156
Profondeur de prélèvement	m		0,50-3,00	0,50-4,80
Teneur en eau	W	%	22,3	21,9
Limites d'Atterberg				
Limite de Liquidité	WL	%	25,8	23,9
Limite de Plasticité	Wp	%	19,4	18,7
Indice de plasticité	Ip	%	6,4	5,2
Indice de consistance	Ic		0,55	0,39
<b>Classe GTR 92</b>			<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>

Ce qui classe ce matériau en **A<sub>1</sub>** selon le GTR 92. Il s'agit de sols fins sensibles aux faibles variations hydriques. En périodes pluvieuses, ces sols se gorgent d'eau et peuvent ainsi perdre toute portance.

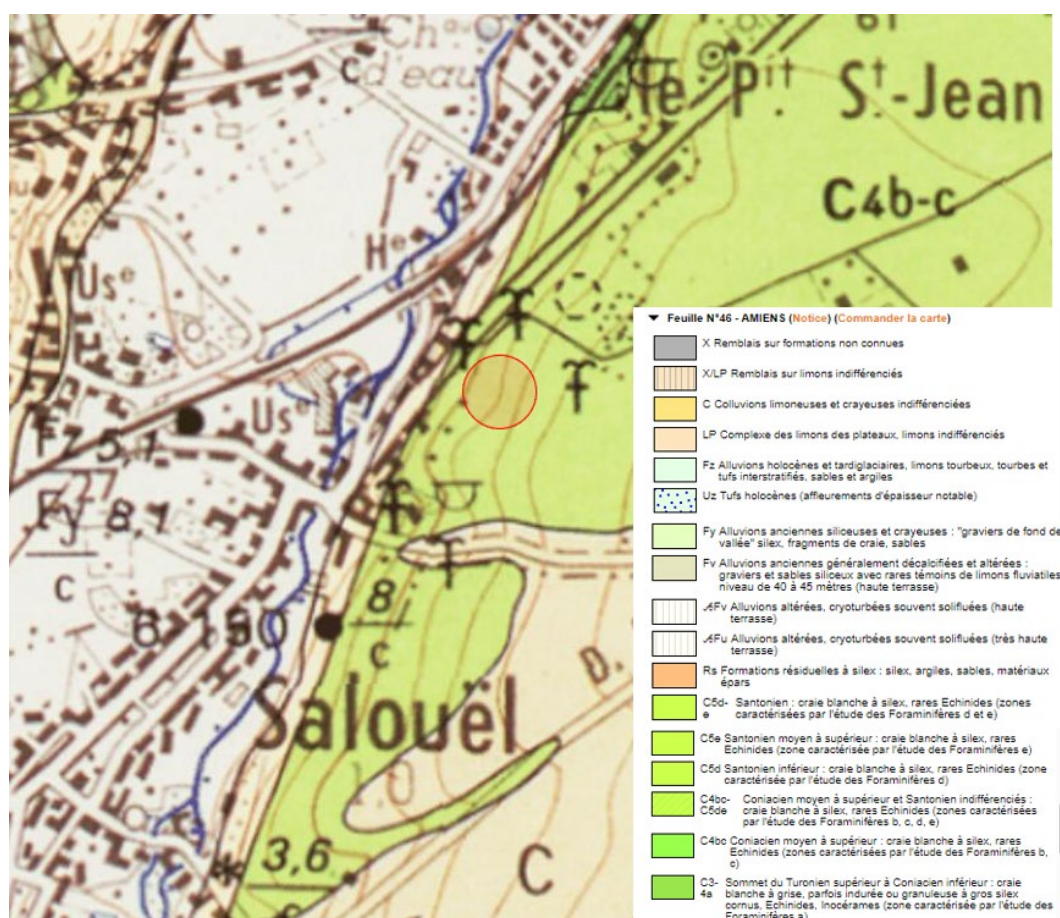
Ce qui classe ces matériaux en **C<sub>1</sub>B<sub>5</sub>** selon le GTR 92. Il s'agit de sols comportant des fines et de gros éléments.

Ce qui classe ces matériaux en **R<sub>12</sub>** selon le GTR 92. Il s'agit de sols crayeux de densité moyenne.





Les horizons crayeux sont sensibles à la **karstification** qui ménage des galeries vides ou remplies de sédiments divers. Des galeries anthropiques peuvent également avoir été creusées dans cette formation. (Ce point est développé plus en détail au paragraphe 3.11. Cavités souterraines – Carrières – Exploitations.)



**Extrait de la carte géologique d'AMIENS au 1/50 000**

### 3.6. Hydrogéologie

Lors de notre intervention, aucune arrivée d'eau n'a été rencontrée au droit et jusqu'à la profondeur de nos sondages.

Toutefois, compte tenu du contexte géologique du site, des circulations erratiques pourront être rencontrées en période pluvieuse.

### 3.7. Carottage de la plateforme

Les résultats des carottages de la plateforme sont les suivants :

SC10		
Profondeur cm/sol fini		Description
0,00	0,02	Remblai : Graviers fins
0,02	0,04	Remblai : Bicouche friable
0,04	0,25	Remblai : Blocs de craie à matrice limono-crayeuse blanche dure

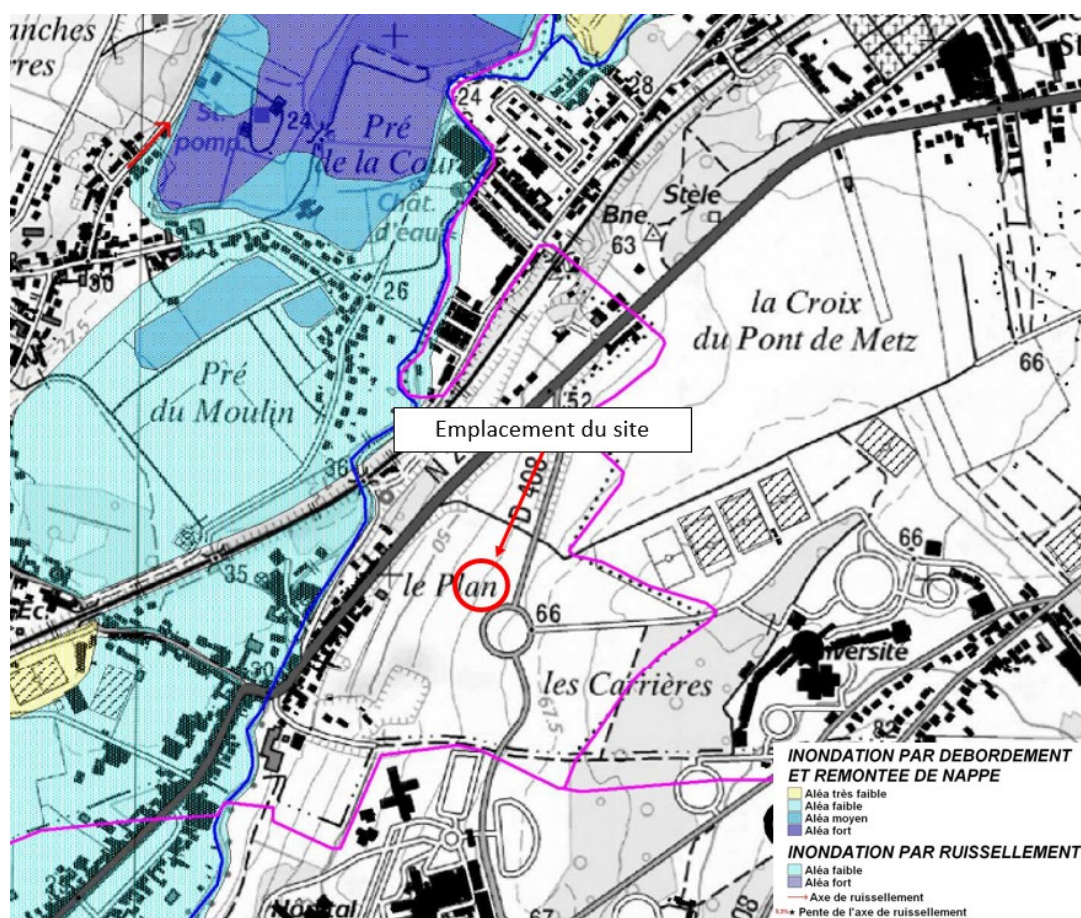


SC11		
Profondeur cm/sol fini		Description
0,00	0,02	Remblai : Gravier fins
0,02	0,04	Remblai : Bicouche friable
0,04	0,25	Remblai : Limon crayeux blanc à cailloutis de craie et petits blocs

### 3.8. Inondabilité

D'après le site internet du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire [www.georisques.gouv.fr/](http://www.georisques.gouv.fr/), la commune de **PONT-DE-METZ (80)** est soumise à un Plan de Prévention des Risques naturels d'Inondation qui a été approuvé le 02/08/2012 pour le bassin de risque de la Somme.

Toutefois, le site est situé hors zone à risques d'inondation.



Extrait de la carte de zonage du PPRI pour le bassin à risques de la Somme

### 3.9. Risque sismique

Le territoire de la commune de **PONT-DE-METZ (80)** est situé en zone de **sismicité 1**, correspondant à un **aléa très faible**, d'après le décret du 22 octobre 2010.

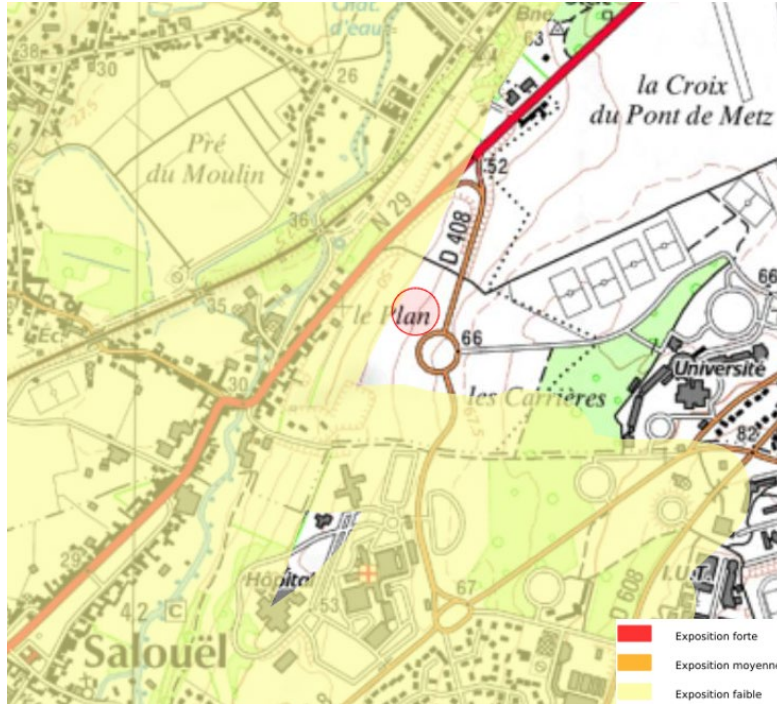




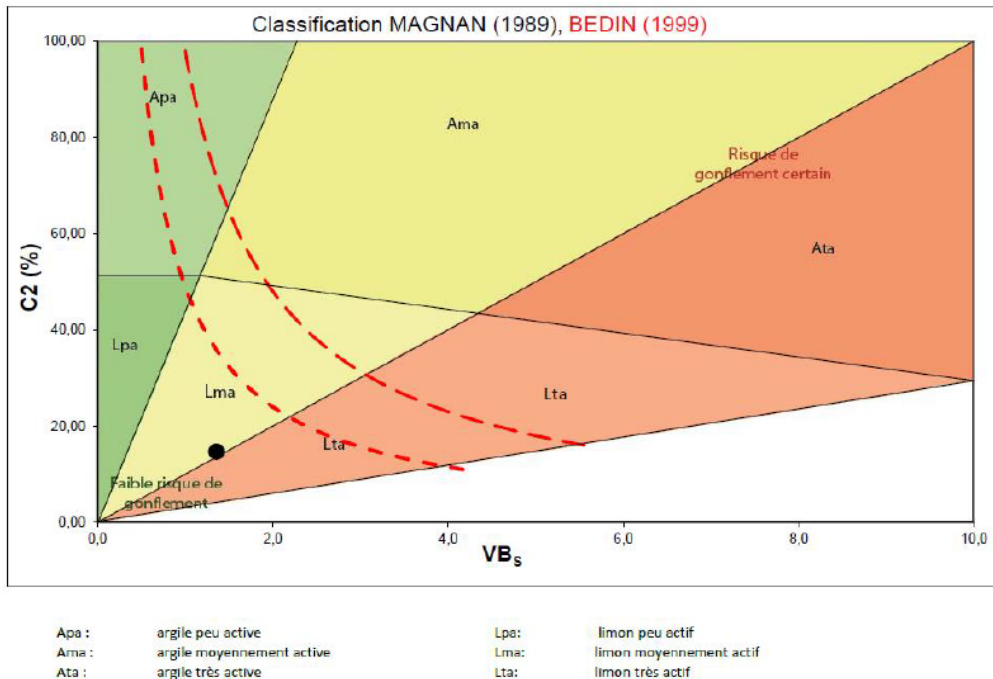
### 3.10. Exposition des argiles au phénomène de retrait-gonflement

D'après le site internet du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire <http://www.georisques.gouv.fr/>, les sols limoneux et argileux de la commune de **PONT-DE-METZ (80)** sont exposés au phénomène de retrait-gonflement.

D'après l'extrait de la carte de zonage de l'exposition des argiles au phénomène de retrait-gonflement de la commune, le site n'est pas exposé au phénomène de retrait-gonflement.



**Carte de zonage d'exposition des sols argileux de PONT-DE-METZ (80) au phénomène de retrait-gonflement**



Les essais en laboratoire réalisés sur les limons crayeux classent ces sols en **A<sub>1</sub>**, **C<sub>1</sub>B<sub>5</sub>** et **R<sub>12m</sub>** selon le GTR92. D'après les essais de sensibilité au retrait gonflement, les matériaux du site sont considérés comme **non sensibles au phénomène de retrait-gonflement**.

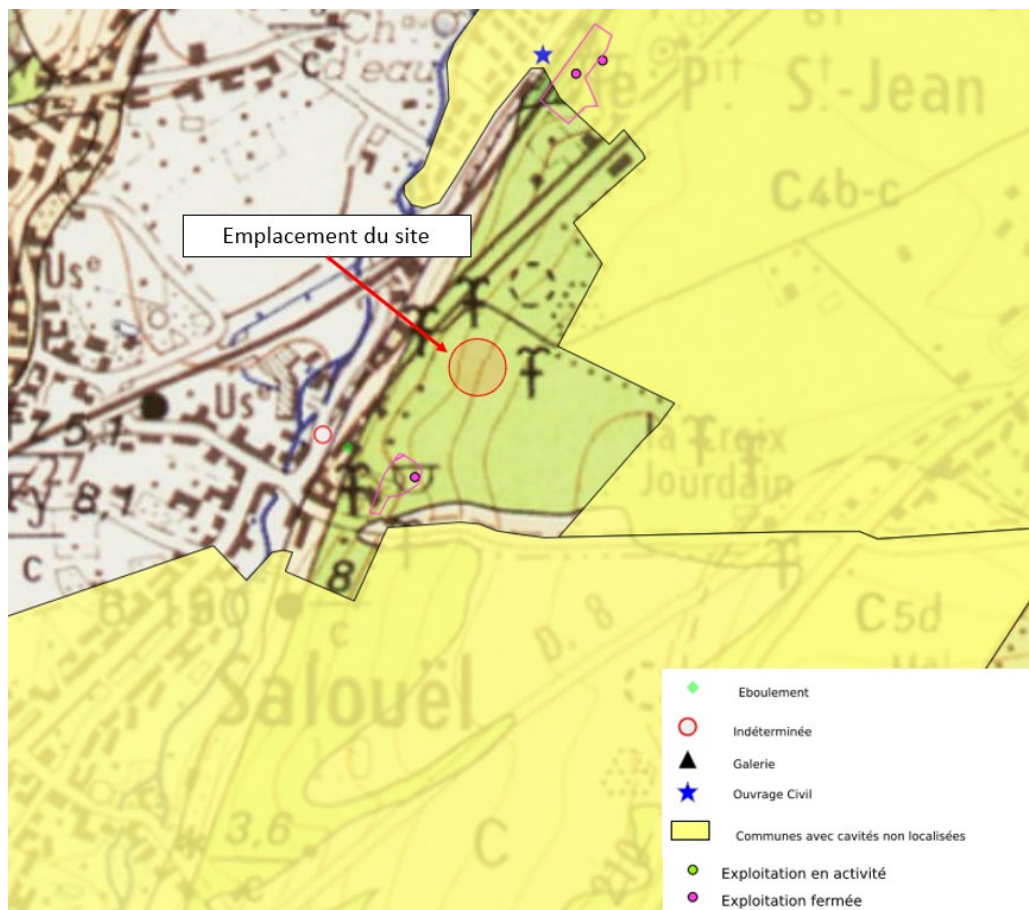




### 3.11. Cavités souterraines – Carrières – Exploitations

D'après le site internet du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire <http://www.georisques.gouv.fr/>, la commune de **PONT-DE-METZ (80)** ne fait l'objet ni d'un PPRN Cavités souterraines ni d'un PPRN Mouvements de Terrain.

D'après le site internet "Infoterre" du BRGM et la carte géologique au 1/50 000 d'AMIENS, des carrières et exploitations fermées ainsi que des mouvements de terrains et cavités sont recensées sur la commune de **PONT-DE-METZ (80)** dans le secteur du Projet.



**Carte géologique d'AMIENS au 1/50000 et localisation des exploitations recensées à proximité du Projet**

Cependant, aucune exploitation ou carrière n'est recensée au droit du site et aucun indice d'ancienne exploitation, de vide ou cavité n'a été mis en évidence au droit de nos sondages ou sur les photographies aériennes.

### 3.12. Agressivité du sol vis-à-vis du béton – Mission référencée 80.213250

Les analyses chimiques réalisées sur des échantillons prélevés dans les sondages ont donné les résultats suivants :

	F3	F4
Profondeur de prélèvement (m)	0,80-2,50	0,40-0,50
Teneur en sulfate (SO <sub>4</sub> ) (mg/kg)	387	1 985
Degré d'agressivité	<XA1	<XA1

Ces sols ont des teneurs en sulfates inférieures au premier seuil de la norme NF EN 206-1 de 2005. La teneur en sulfate relevée classe l'environnement comme non agressif, soit inférieur à XA1, au regard de cette norme et ne nécessitent donc pas la prise de mesures particulières vis-à-vis de leur agressivité.



## 4. FONDATIONS

### 4.1. Avant-propos

Nous avons préconisé dans le rapport de mission G2 AVP référencé 80.232156 une solution de fondations superficielles de type semelles ou massifs. D'après les informations qui nous ont été communiquées, les Responsables du Projet ont retenus cette solution.

### 4.2. Mode de fondation

Compte tenu du Projet tel qu'il nous a été décrit et des éléments mis en évidence lors de nos reconnaissances, il est possible d'envisager le système de fondation suivant :

- **Semelles ou massifs** ancrés dans **les limons crayeux à craie** avec un encastrement minimal de **30 cm**.

### 4.3. Profondeur d'assise

Outre l'encastrement dans l'horizon porteur énoncé ci avant, la profondeur d'assise des fondations devra assurer la mise hors gel avec une fiche minimale de 0,80 m/niveau extérieur fini.

A titre indicatif, la profondeur d'assise au droit des reconnaissances sera voisine de :

Sondage	SP10	ST10	ST11	ST13	P10	P11
Cote tête des sondages (NGF)	61,25	61,05	61,15	60,95	61,15	61,40
Profondeur d'assise/TN(m)	0,80	0,80	0,80	0,80	≥ 0,80	≥ 0,90
Profondeur d'assise/niveau extérieur fini à 61,32 NGF (m)	0,90	1,10	0,95	1,20	≥ 0,95	≥ 0,80
Cote du niveau d'assise (NGF)	60,45	60,25	60,35	60,15	≤ 60,35	≤ 60,50
Horizon d'assise	Limon crayeux à craie					

Il s'agit de profondeurs minimales d'assise permettant l'encastrement dans la couche porteuse.

Pour assurer la protection vis-à-vis de la mise hors gel, il conviendra en fonction des niveaux extérieurs finis retenus :

- soit d'approfondir ces fondations,
- soit de remblayer soigneusement autour des constructions.

### 4.4. Contraintes de calcul EC7

Le calcul des contraintes ultimes fait référence à la Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles – *Justification des ouvrages géotechniques* - de juin 2013 (Réf AFNOR NF P 94-261).

En utilisant le pressiomètre, les contraintes de calcul à retenir pour justifier la fondation sont données par la formule suivante :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$



Avec :

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique ; **valeurs minimales prises en compte pour ce présent rapport** ; pour prise en compte d'un facteur de portance pressiométrique plus précis (en fonction de la géométrie du massif de fondation), se référer à la norme NF P 94-261 – annexe D, paragraphe D.2.3 ;  
 $p_{le}^*$  : pression limite nette équivalente (MPa) ;

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$ , **il vaut 1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus** ( $d > 8B$ ) - se référer à la norme NF P 94-261 – annexe D, paragraphe D.2.5 ;

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, **il vaut 1,0 si la charge est verticale (hypothèse retenue pour ce présent rapport)** – dans le cas contraire, se référer à la norme NF P 94-261 – annexe D, paragraphe D.2.4.

Après calcul pour le type de fondation défini ci-avant et **en considérant la fondation suffisamment éloignée d'un talus et avec une charge verticale centrée\***, il pourra être retenu une contrainte :

$$q_{net} \leq 0,828 \text{ MPa}$$

**\* si la charge n'est pas verticale et centrée, il convient de prendre en compte la surface effective A' pour les calculs, ce qui engendre une réduction de la surface comprimée**

**La résistance nette du terrain  $R_{v;d}$  en terme de contrainte aux ELU et aux ELS pour une fondation uniformément chargée s'écrit :**

$$\sigma_{R;d} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R;d,v} \times \gamma_{R,v}}$$

Avec :

$q_{net}$  : contrainte de calcul calculée ci-avant  
 $\gamma_{R,v}$  : facteur partiel = 1,4 aux ELU et 2,3 aux ELS  
 $\gamma_{R;d,v}$  : coefficient de modèle = 1,2 aux ELU et aux ELS

En première approche, **on retiendra les valeurs suivantes :**

$$\sigma_{R;d} \text{ (ELU)} = 0,49 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{R;d} \text{ (ELS)} = 0,30 \text{ MPa}$$

#### 4.5. Glissement

À l'ELU, Pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par glissement sur le terrain, on doit vérifier, selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1 appliquée comme indiqué ci-après, que l'inégalité suivante est satisfaite, pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

Avec

- $H_d$  la valeur de calcul de la charge horizontale ;
- $R_{h;d}$  la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain.
- $R_{p;d}$  la valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de  $H_d$  (pas de butée prise en compte,  $R_{p;d}=0$ )





Pour les massifs :

Fondation suivant les dimensions prévisionnelles transmises			
Massif	Combinaison la plus défavorable à l'ELU (kN)	Dimension des fondations prévisionnelles (L x l x h) (m)	Vérification du glissement $H_d \leq R_{n;d}$ (kN)
M1	CP+N+0,6V1	0,70 x 0,70 x 0,50	OK

Pour les semelles :

Fondation suivant les dimensions prévisionnelles transmises			
Semelle	Combinaison la plus défavorable à l'ELU (kN)	Dimension des fondations prévisionnelles (l x h) (m)	Vérification du glissement $H_d \leq R_{n;d}$ (kN)
SF1	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF2	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF3	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF4	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK

#### 4.6. Portance

Pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier, selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1, que l'inégalité suivante est satisfaite, pour tous les cas de charges et de combinaisons de charges.

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec

- $V_d$  la valeur de calcul de la charge verticale transmise par la semelle au terrain ;
- $R_0$  la valeur de poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$  la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la semelle.

Pour les charges annoncées, nous avons les résultats suivants :

Pour les massifs :

Bâtiment			
Fondations	Combinaison la plus défavorable à l'ELS caractéristique (kN)	Dimension des fondations (L x l x h) (m)	Vérification de la portance $V_d - R_0 \leq R_v ; d$
M1	CP+N+0,6V1	0,70 x 0,70 x 0,50	OK

Pour les semelles :

Bâtiment			
Fondations	Combinaison la plus défavorable à l'ELS caractéristique (kN)	Dimension des fondations (l x h) (m)	Vérification de la portance $V_d - R_0 \leq R_v ; d$
SF1	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF2	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF3	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK
SF4	CP+N+0,6V1	0,50 x 0,20	OK



#### 4.7. Excentrement

Afin de limiter l'excentrement  $e$ , il convient de vérifier les relations suivantes pour une semelle de largeur  $B$  :

ELU :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{15}$$

ELS (Caractéristiques):

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{2}$$

ELS (fréquentes et quasi-permanentes):

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{2}{3}$$

Pour les charges annoncées, nous avons les résultats suivants :

Pour les massifs :

Bâtiment à l'ELS caractéristique		
Fondations	Dimension des fondations (L x l x h) (m)	Vérification excentrement
M1	0,70 x 0,70 x 0,50	OK

Pour les semelles :

Bâtiment à l'ELS caractéristique		
Fondations	Dimension des fondations (L x l x h) (m)	Vérification excentrement
SF1	0,50 x 0,20	OK
SF2	0,50 x 0,20	OK
SF3	0,50 x 0,20	OK
SF4	0,50 x 0,20	OK



#### 4.8. Tassements théoriques

Le tassement théorique calculé d'une fondation s'écrit :

$$s = \frac{\alpha}{9 \cdot E_c} \cdot (q - \sigma'_{v0}) \cdot \lambda_c \cdot B + \frac{2}{9 \cdot E_d} \cdot (q - \sigma'_{v0}) \cdot B_0 \cdot \left( \lambda_d \cdot \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

Avec : q : contrainte effective appliquée par la semelle ;  
 α : coefficient rhéologique ;  
 B : largeur de la semelle avec B ≥ 60cm ;  
 B<sub>0</sub>\* : largeur de référence = 60cm ;  
 E<sub>c</sub> et E<sub>d</sub> : modules pressiométriques moyens sphérique et déviatorique ;  
 λ<sub>c</sub> et λ<sub>d</sub> : coefficients de forme fonction de la forme et du rapport L/B des semelles.

Les tassements théoriques absolus, pour la contrainte retenue ont été calculés pour chaque fondation type en fonction de la descente de charge aux états limites de service (ELS) et des dimensions suivantes :

Pour les massifs :

Massif	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface A (m <sup>2</sup> )	Tassements théoriques (cm)
M1	0,70	0,70	0,49	< 0,5

Pour les semelles :

Semelles	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	Tassements théoriques (cm)
SF1	0,5	0,5	< 0,5
SF2	0,5	0,5	< 0,5
SF3	0,5	0,5	< 0,5
SF4	0,5	0,5	< 0,5

Ces calculs ont été menés avec la contrainte de calcul définie au paragraphe précédent et pour les charges attendues pour le Projet notées en présentation. Rappelons qu'il appartient au Bureau d'Etude de préciser les valeurs des tassements tant absolus que différentiels acceptables par la structure, ce qui pourra amener éventuellement à revoir la contrainte de calcul à prendre en compte pour que ces tassements puissent être acceptables.





#### 4.9. Dispositions constructives

Les fondations seront réalisées selon le respect des normes en vigueur et les Règles de l'Art.

Il conviendra d'assurer la protection du fond de fouille vis-à-vis de l'altération avec un bétonnage immédiat après réalisation de la fouille.

Un blindage provisoire des fouilles pourra être nécessaire compte tenu de la faible cohésion des terrains superficiels et de la profondeur des fouilles. Si lors des terrassements dans les remblais et la craie il est constaté des hors profils importants, on pourra être amené à mettre en place un coffrage perdu pour limiter la surconsommation de béton. Le remblaiement des hors profils sera réalisé avec un sablon faiblement dosé en ciment ou des matériaux autocompactant.

Les terrains non conformes (remblais, poche moindre consistance) détectés à l'ouverture des fouilles, seront purgés et remplacés par du gros béton coulé à pleine fouille. Le volume nécessaire n'est pas quantifiable à ce stade de l'étude.

En période pluvieuse, un pompage provisoire pourra être nécessaire pour assécher les fouilles.

#### 5. TERRASSEMENT

L'extraction des terrains superficiels limoneux, argileux et sableux pourra être réalisée par les moyens traditionnels suffisamment puissants.

En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (dent de déroctage voire BRH par exemple...) sera nécessaire pour l'extraction de **blocs crayeux** et/ou de vestiges au sein des remblais.

Des dispositions spécifiques devront être prises pour assurer la mise au sec du fond de fouille (drainage, fossé, pompage, etc...), ainsi que la stabilité des talus provisoires (soutènement, pente des talus).

#### 6. PLANCHER BAS

Compte tenu du Projet tel qu'il nous a été décrit et des éléments mis en évidence lors de nos reconnaissances, il est possible d'envisager les systèmes de dallage suivants :

- **Soit** après purge des remblais non nobles et de la frange altérée des terrains, réalisation d'un **dallage indépendant sur terre-plein** de matériaux nobles insensibles à l'eau et de granulométrie continue (type concassé 0/80 puis 0/31,5 de classe GTR D2 ou équivalent pour la couche de finition). Ils seront mis en œuvre et compactés selon les recommandations du GTR 92, et d'une **épaisseur minimale de 40 cm**. Ces travaux devront impérativement être réalisés en période climatique favorable. Dans le cas contraire, des aménagements (drainage, traitement, couche de blocage, couche de forme épaisse, etc...) dont le coût n'est pas négligeable, pourront être nécessaires.

A titre indicatif, l'objectif de compactage pour la réalisation des couches de forme granulaires sera de :

$$EV2 \geq 50 \text{ MPa}$$

$$EV2 / EV1 \leq 2,2$$

$$\text{Westergard } k \geq 0,5 \text{ MPa/cm}^*$$

*\* et dans tous les cas conforme à l'étude béton.*



Les modules de déformation ou modules d'Young ( $E_s$ ), que nous avons définis, sont présentés, à titre indicatif, dans le tableau suivant :

N° de faciès	Nature de sol	Module $E_s$ (MPa)	Coefficient rhéologique du sol ( $\alpha$ )
1	Remblais*	A décaper	
2	Limon à blocs et cailloutis	20 à 40	1/2
3	Limon crayeux à craie	>50	1/2

\*Notons que si les remblais de la plateforme ont été mis en place correctement avec des matériaux nobles et conformes aux critères d'une couche de forme, il pourra être envisagé de ne pas les purger et de les employer dans la structure sous dallage. Afin de vérifier la possibilité de réutiliser la plateforme en place, il sera nécessaire de la contrôler avec un maillage dense d'essais de plaque et/ ou de mesures de déflexion. Dans le cas où les matériaux mis en place respectent les critères de couche de forme et un  $EV2 \geq 50$  MPa, leur réutilisation pourra être envisagée. Dans le cas contraire, il conviendra d'adapter la solution de reprise de la plateforme totale ou partielle qui pourra conduire à sa purge.

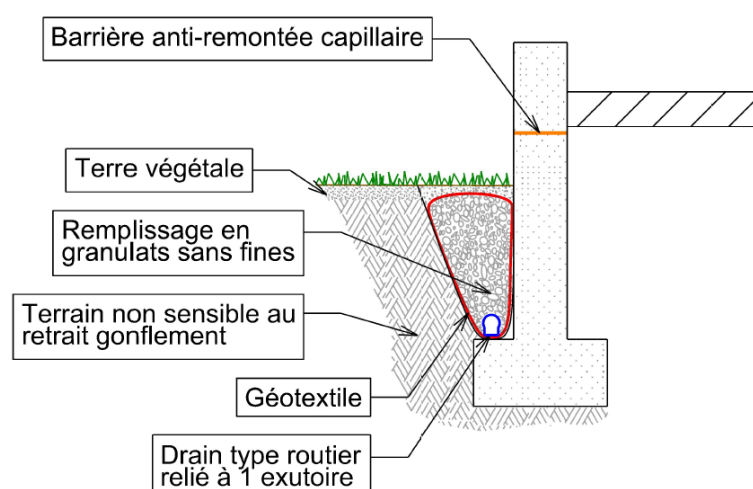
- **Soit plancher porté par les fondations.**

## 7. DRAINAGE

Compte tenu du contexte géologique du site, des circulations superficielles seront rencontrées en période pluvieuse.

Les travaux seront préférentiellement réalisés en période météorologique favorable, par beau temps sec.

Il conviendra de mettre en œuvre un drainage au niveau des fondations conformément aux prescriptions du DTU20.1. Celui-ci sera constitué par exemple d'un massif drainant emballé dans un géotextile avec à sa base un drain de type routier, relié à un exutoire adapté pérenne.



**Représentation schématique du drainage dans le cas particulier d'un bâtiment sans sous-sol en l'absence de sol sensible au retrait gonflement**

## 8. SUITE DES MISSIONS : MISSION G4

Dans le cas où il est effectué une mission G4, il conviendra de fournir les éléments suivants au bureau d'études afin de mener à bien cette mission :

- Note de calcul des entreprises ;
- Plans de fondation ;
- Méthodologie de mise en œuvre des fondations et phasage des travaux ;
- Dates de démarrage des travaux et planning prévisionnel.

Notons que cette mission, pour être menée à bien nécessite que le bureau d'études soit missionné en amont du démarrage des travaux et que les notes de calculs soient validées avant le démarrage des travaux de fondation. A noter que la validation des documents nécessite généralement un **délai de 2 à 3 semaines**.



Ce rapport conclut la mission G2 (étude géotechnique de conception – phase Projet hors estimations des quantités, des coûts et des délais) qui nous a été confiée pour cette affaire.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport correspondent au Projet qu'il nous a été demandé d'étudier. Toute modification du Projet devra nous être indiquée afin de pouvoir adapter, le cas échéant, tout ou partie des conclusions du présent rapport.

Selon l'enchaînement des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500, la présente étude devra être suivie de la mission G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution à la charge de l'Entreprise adjudicatrice des travaux) et de la mission G4 (supervision géotechnique d'exécution à la charge du Maître d'Ouvrage) pour lesquelles nous ne sommes pas missionnés.

Nous nous tenons à la disposition des Responsables du Projet.

A. DUBRUNFAUT  
Ingénieur géotechnicien



S. CHARPENTIER  
Responsable Agence Nord



# CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS GEOTECHNIQUES ET D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

(version du 12/12/2013)

## 1. Cadre de la mission

ICSEO BUREAU D'ETUDES n'est tenu qu'à une obligation de moyens et ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats. Les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature.

Par référence à la Classification des Missions Géotechniques types extraite de la norme NF P 94-500 (30/11/2013), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- une mission confiée à ICSEO BUREAU D'ETUDES peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante ;
- la prestation d'investigations géotechniques (PIG) engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- une mission d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3 ou diagnostic) n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- une mission d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3 ou diagnostic) exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- une étude géotechnique de conception (G2) engage notre société en tant qu'assistant technique à la Maîtrise d'Œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique, objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

## 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis éventuellement en évidence lors de l'exécution (par exemple, failles, remblais anciens ou récents, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.), n'ayant pu être détectés au cours de nos opérations de reconnaissance et pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport (en partie ou en totalité), doivent immédiatement être signalés à ICSEO BUREAU D'ETUDES pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions géotechniques complémentaires.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Il est vivement conseillé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par ICSEO BUREAU D'ETUDES lorsque notre société est chargée d'une mission de supervision géotechnique d'exécution des travaux de fondations (G4). Cette visite, pour laquelle un compte-rendu sera rédigé, a pour objet principal de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude.





### 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par ICSEO BUREAU D'ETUDES. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

ICSEO BUREAU D'ETUDES ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, ICSEO BUREAU D'ETUDES a été amené dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à ICSEO BUREAU D'ETUDES sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à ICSEO BUREAU D'ETUDES d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.

Pour ces raisons notamment, et sauf stipulation contraire explicite de la part d'ICSEO BUREAU D'ETUDES, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité d'ICSEO BUREAU D'ETUDES. Une mission d'étude géotechnique de projet (G2) minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.

Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou 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. Ces altitudes (en Z) pourront être garanties par un Géomètre Expert, lors d'un relevé. Il en est de même pour l'implantation (en X et Y) des sondages sur le terrain.

ICSEO BUREAU D'ETUDES se réserve le droit d'utilisation de l'étude de sol en question jusqu'à son paiement intégral du, aux termes de la commande ou du contrat, conformément à la loi 80335 du 12 mai 1980. La simple remise de traites ou de titres créant obligation de paiement ne constitue pas un paiement. Tant que l'étude n'est pas totalement payée par le client, celle-ci restera propriété d'ICSEO BUREAU D'ETUDES et ne pourra en aucun cas être utilisée par un tiers.

### 4. Clauses de responsabilité et assurances dans un contrat d'ingénierie géotechnique

Les clauses ci-dessous résultent de l'observation des meilleures pratiques des contrats d'ingénierie géotechnique. Elles sont recommandées par SYNTEC-INGENIERIE, et en particulier par le Comité Géotechnique qui regroupe les professionnels de la géotechnique.

#### **Répartition des risques et responsabilités autres que la responsabilité décennale soumise à obligation d'assurance.**

Le prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat.

A ce titre, le prestataire est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable.

Le prestataire sera garanti en totalité par le client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont le prestataire serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses.

La responsabilité globale et cumulée du prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée au montant des garanties délivrées par son assureur, dont le client reconnaît avoir eu connaissance, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quelqu'en soit le fondement juridique.

Il est expressément convenu que le prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, par exemple, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements ainsi que tout dommage indirect etc.



### **Assurance décennale obligatoire.**

Le prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances.

Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'extension de garantie pour les ouvrages dont la valeur € HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 30 M€.

Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, le cas échéant, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'extension de la garantie.

Le client prend également l'engagement, en cas de souscription d'une Police Complémentaire de Groupe (PCG), de faire le nécessaire pour que le prestataire soit mentionné parmi les bénéficiaires de cette garantie de responsabilité de seconde ligne.

En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance.

Le Maître d'Ouvrage devra communiquer à ICSEO BUREAU D'ETUDES la Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier (DROC) et faire réactualiser le présent rapport si le chantier est ouvert plus de 2 ans après la date d'établissement de celui-ci. De même il est tenu d'informer ICSEO BUREAU D'ETUDES du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.



## Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique - extrait norme NF P 94-500 du 30/11/13

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2 de la norme. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6 de la norme.

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



## Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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.

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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).

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (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).



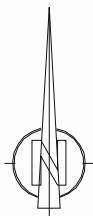
## **ANNEXES**

- Mission G2 AVP + PRO référencées 80.232156 / 2362
- Mission G1 référencée 80.213250



## **ANNEXES 80.232156**

- plan d'implantation des sondages
- sondages pressiométriques
- sondages géologiques
- sondages carottés
- sondages pénétrométriques
- analyses en laboratoire
- dimensionnement des fondations



## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

80.232156 PONT-DE-METZ

Construction d'une crèche

FORMAT A4

Ech : 1/500

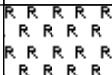

- Sondages réalisés lors de l'étude précédente - Affaire 80.213250
- Sondage pressiométrique
- Sondage géologique
- Fouille à la pelle mécanique
- Sondage pénétrométrique
- Sondage carotté
- +EP Essai de perméabilité





**Dossier : PONT-DE-METZ**  
**Construction d'une crèche**  
**Affaire : 80.232156**

X : Date : 20/07/2023  
Y : Echelle : 1/50  
Z : 61.05 NGF Page : 1/1 BDE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie		Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque	
60,55 m	0,50		Remblai : 1 à 2 cm de bicouche sur concassé calcaire noir	Sec jusqu'à 3,00 m de profondeur Eboulement du sondage à 2,30 m de profondeur	THC Ø 63 mm	0,95 m		
			Craie beige à blanche à silex			K = 1.10-6		
58,05 m	3,00							2,30 m

**Observations :**

EXGTE 3.23







# Forage : ST11

Sondage géologique

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.232156

X :  
Y :  
Z : 61.15 NGF  
Date : 20/07/2023  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1  
BDE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie		Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
60,65 m	0,50		Remblai : 1 à 2 cm de bicouche sur concassé de calcaire noir et gros silex	Sec jusqu'à 3,40 m de profondeur Eboulement du sondage à 3,40 m de profondeur	THC Ø 63 mm	2,20 m	
			Craie beige à blanche à blocs			K = 8.10-6	
57,25 m	3,90					3,40 m	

Observations :

Refus du sondage à 3.90 m de profondeur

EXGTE 3.23



# Forage : ST12

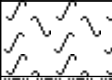
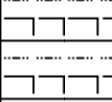
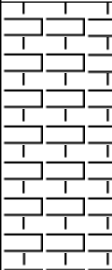
Sondage géologique

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.232156

X :  
Y :  
Z : 57.45 NGF

Date : 20/07/2023  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

BDE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
56,95 m	0,50	 Terre végétale	Sec jusqu'à 3,00 m de profondeur Eboulement du sondage à 2,30 m de profondeur	THC Ø 63 mm	1,00 m	
56,25 m	1,20	 Limon crayeux beige ocre				
54,45 m	3,00	 Craie beige à blanche			K = 8.10-5	
					3,00 m	

Observations :

EXGTE 3.23

**Dossier : PONT-DE-METZ**  
**Construction d'une crèche**  
**Affaire : 80.232156**

**X:**

**Date : 20/07/2023**

Y:

**Echelle : 1/50**

**Z : 60.95 NGF**

Page : 1/1

**BDE**

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie		Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
60,45 m	0,50		Remblai : 1 à 2 cm de bicouche sur concassé de calcaire noir et gros silex	Sec jusqu'à 4,30 m de profondeur Eboulement du sondage à 4,30 m de profondeur	THC Ø 63 mm		
56,15 m	4,80		Craie blanche				

**Observations :**

Refus du sondage à 4,80 m de profondeur.

EXGTE 3.23



# Forage : ST14



Sondage géologique

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.232156

X :  
Y :  
Z : 61.10 NGF

Date : 20/07/2023  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

BDE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
60,60 m	0,50	 Remblai : 1 à 2 cm de bicouche sur concassé de calcaire noir et gros silex	Sec jusqu'à 2,80 m de profondeur Eboulement du sondage à 2,40 m de profondeur	THC Ø 63 mm	1,50 m	
		 Limon crayeux beige à cailloutis			K = 7.10-5	
58,10 m	3,00				2,80 m	

Observations :

EXGTE 3.23





# Forage : SC10

Sondage carotté

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.232156

X :  
Y :  
Z : 61.20 NGF

Date : 19/07/2023  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

WDB

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Carottage (%)			RQD			Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Equip.
			0	50	100	0	50	100			
61,16 m	0,02	R R R R R Remblai : graviers fins							Sec le 19/07/2023	THC Ø 63	
60,95 m	0,25	R R R R R Remblai : bicouche friable									
		Remblai : blocs de craie à matrice limono-crayeuse blanche dure									
			1			1					
			2			2					
			3			3					
			4			4					
			5			5					
			6			6					
			7			7					
			8			8					
			9			9					
			10			10					

Observations :

EXGTE 3.23



# Forage : SC11

Sondage carotté

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.232156

X :  
Y :  
Z : 61.35 NGF

Date : 19/07/2023  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

WDB

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Carottage (%)			RQD			Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Equip.
			0	50	100	0	50	100			
61,35 m	0,62	R R R Remblai : graviers fins							Sec le 19/07/2023	THC Ø 63 mm	
		R R R Remblai : bicouche friable									
60,70 m	0,65	R R R Remblai : limon crayeux blanc à cailloutis de craie et petits blocs (remblai ?)									
			1			1					
			2			2					
			3			3					
			4			4					
			5			5					
			6			6					
			7			7					
			8			8					
			9			9					
			10			10					

Observations :

EXGTE 3.23

**Dossier : PONT-DE-METZ**  
**Construction d'une crèche**

**X:**

**Date : 19/07/2023**

Y:

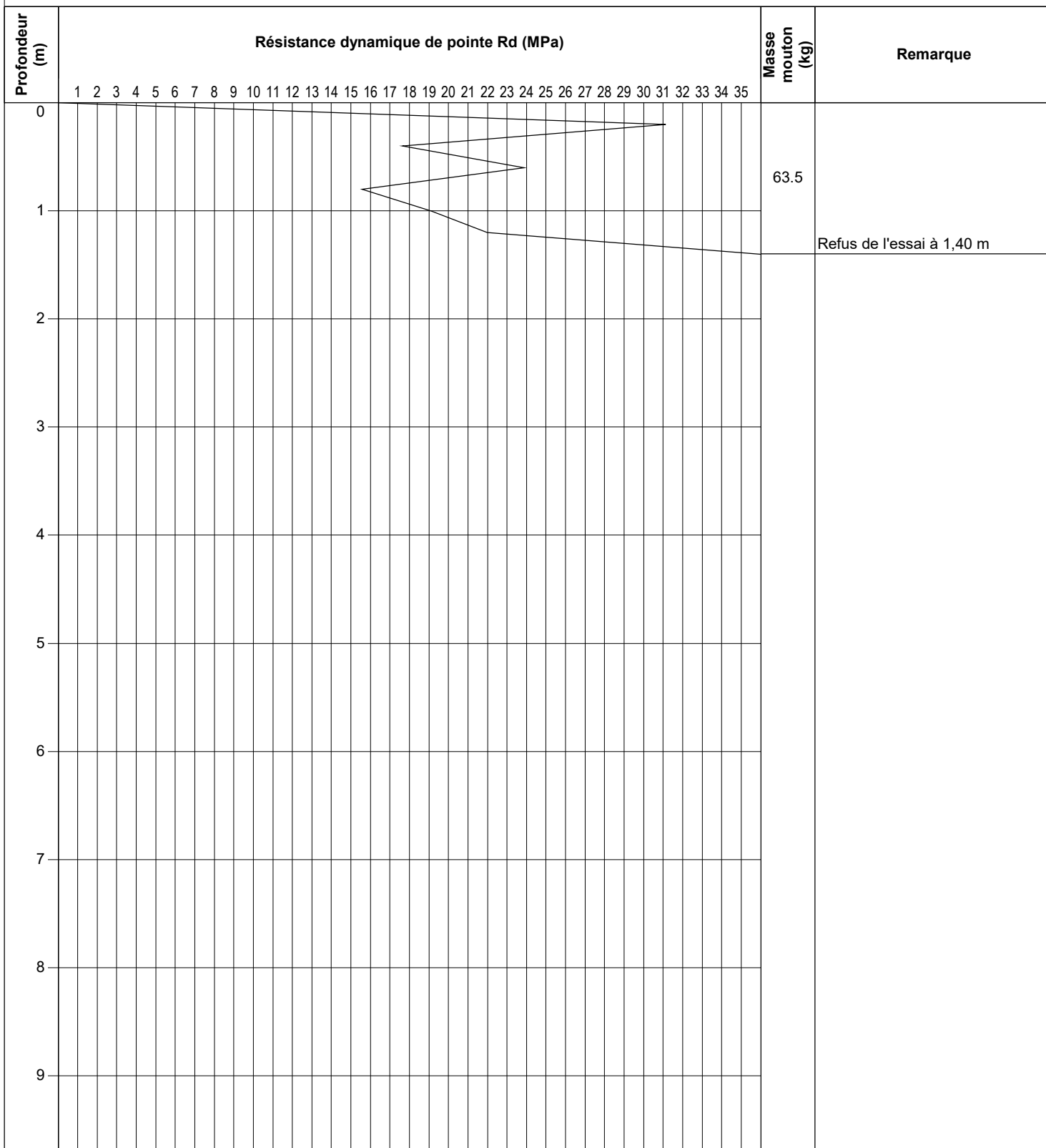
**Echelle : 1/50**

**Affaire : 80.232156**

**Z: 61.15 NGF**

Page : 1/1

**BDE**



### Caractéristiques du pénétromètre dynamique type B

Aire de la section droite de la pointe :  $20 \text{ cm}^2$

Hauteur de chute du mouton : 0,75 m

Masse enclume : 0,8565 kg

Masse d'une tige : 6,1523 kg

Masse de la pointe : 1,0022 kg

EXGTE 3.23



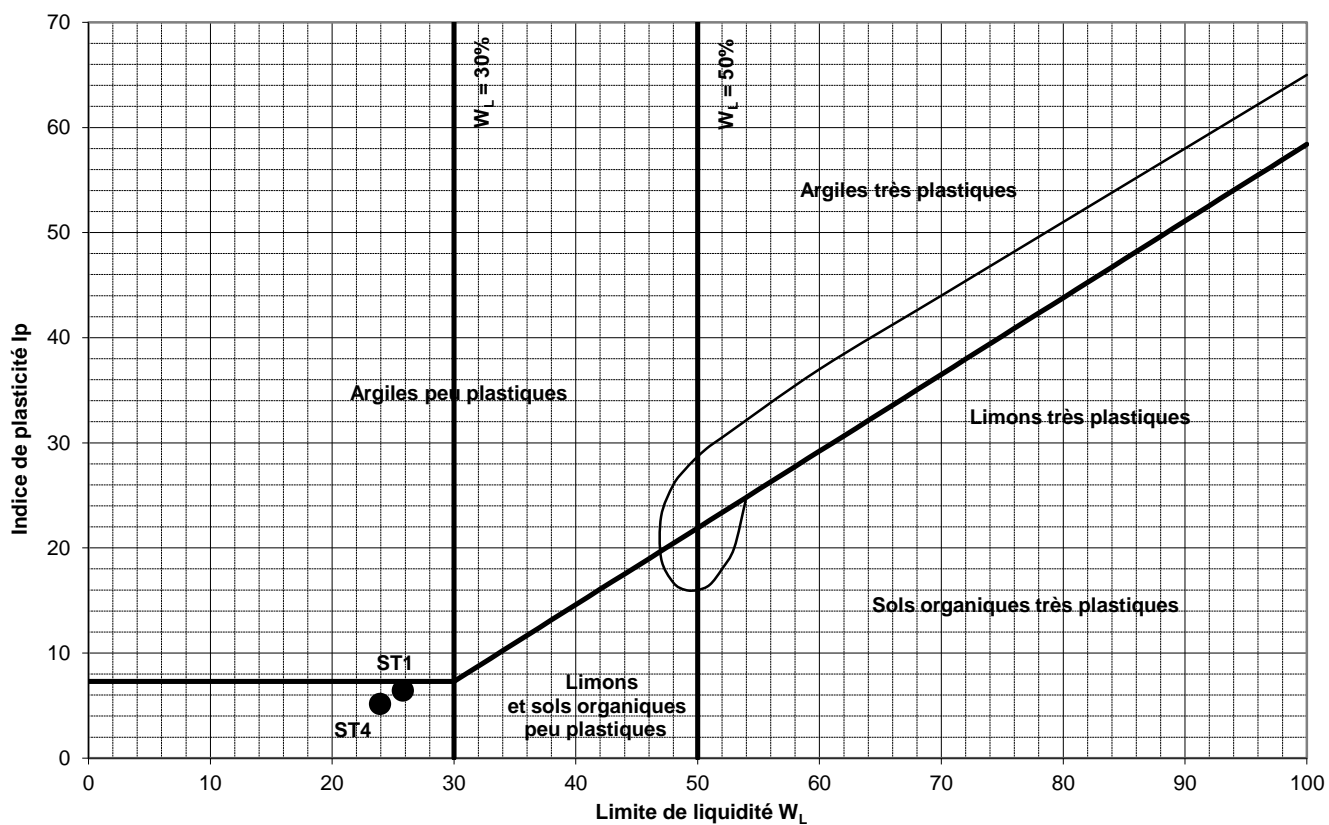




## Diagramme de Casagrande

**Dossier :** PONT-DE-METZ

**Affaire :** 80.232156



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>
ST1	0,50-3,00	Craie beige à blanche à silex	<b>A<sub>1</sub></b>	22,3	25,8	19,4	6,4	0,55
ST4	0,50-4,80	Limon crayeux brun beige à cailloutis	<b>A<sub>1</sub></b>	21,9	23,9	18,7	5,2	0,39





# Justification des Fondations Superficielles selon la norme NF P94-261 de juin 2013

Ville : PONT DE METZ  
Affaire n° 80.232156

Vérifications du dimensionnement :

Glissement calculé à l'interface : Base de la fondation/Terrain en condition drainée	Vérifications à l'ELS	
	<b>Critère de vérification : <math>Hd \leq Rh;d + Rp;d</math></b> (butée non prise en compte : $Rp;d = 0$ kN)	
	Angle de frottement considéré $\varphi = 25^\circ$	
	$\delta x = 22^\circ$	$\delta y = 0^\circ$
	$Hdx = 31$ kN	$Hdy = 0$ kN
	$Vd = 75,53$ kN	
	$Rh;d = 32,02$ kN	
	$Hdx \leq Rh;d$ et $Hdy \leq Rh;d$	
	Vérifié	

Contraintes de calculs pour la portance	Vérifications à l'ELS	
	<b><math>q_{net} = k_p \cdot P_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta</math></b>	
	$k_p = 1,6$	
	$P_{le}^* = 3,56$ MPa	
	Charge inclinée $\delta = 22^\circ$	
	Effet d'inclinaison $i_\delta = 0,54$	
	Pas d'effet de talus $i_\beta = 1$	
	Limitation du $q_{net}$ : 0,82 MPa	Limitation du $q_{net}$ : 0,82 MPa

Capacité portante du sol	Vérifications à l'ELS	
	<b>Critère de vérification : <math>Vd \leq Rv;d + R0</math></b> ( $\sigma v;d$ prend en compte $Vd$ et $\sigma R;d$ prend en compte $Rv;d + R0$ )	
	Aire effective considérée : 0,32 m²	
	$Vd = 75,53$ kN soit $\sigma v;d = 0,24$ MPa	
	$\sigma R;d = 0,3$ MPa	
	$Vd \leq Rv;d + R0$	
	Vérifiée	

$Vd$  : charge verticale totale comprend : la charge verticale  $Vd$  appliquée à la fondation, le poids propre de la fondation et le poids du volume de remblais au dessus du niveau du TN.

$R0$  : Poids du volume de sol substitués par la fondation et poids du volume de remblais sous le niveau du TN.

Estimation des tassements	Vérifications à l'ELS	
	Coefficients de forme : $\lambda_c = 1,1$ et $\lambda_d = 1,12$	
	Coefficient rhéologique : $\alpha = 0,5$	
	$Vd = 75,53$ kN	
	Modules pressiométriques Ménard :	
	Zone d'influence sphérique $E_c = 85$ MPa Zone d'influence déviatorique $E_d = 85$ MPa	
	<b><math>S = 0,1</math> cm</b>	

Moments et vérifications des excentrements :  $e = \frac{Mhd}{Vd + \text{Poids de la fondation au niveau considéré}}$  avec  $Mhd = Hd.h$

Vérification sur critère d'excentrement	Vérifications à l'ELS
	Combinaison d'action à l'ELS : caractéristique
	<b><math>(1-2.ex/B).(1-2.ey/B) \geq 1/2</math></b>

Vérification à la surface de glissement (efforts ramenés à la surface de glissement)	Vérifications à l'ELS
	Hauteur considérée : $h = 0,3$ m
	Poids considéré : $P = 3,53$ kN
	$Vd + P = 75,53$ kN
	<b><math>ex = 0,12</math> m et <math>ey = 0</math> m</b>
	Pour une base $B = 0,7$ m
	<b><math>(1-2.ex/0,7).(1-2.ey/0,7) \geq 1/2</math></b>
	Vérifié

Les excentrements pour les calculs de portance et l'estimation des tassements sont ceux calculés à la surface de glissements

Remarques sur justifications :



## Justification des Fondations Superficielles selon la norme NF P94-261 de juin 2013

Ville : PONT DE METZ  
Affaire n° 80.232156

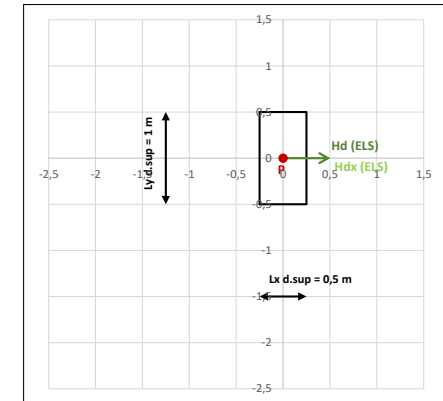
Calculs et vérifications réalisés à l'ELS

### Géométrie de la Fondation superficielle de type 'filante (domaine de fondation forcé)

	Semelle
Lx (m)	0,50
Ly (m)	1,00
Hauteur (m)	0,20
Aire (m <sup>2</sup> )	0,50
Volume (m <sup>3</sup> )	0,10
Densité de béton (kN/m <sup>3</sup> )	24
Poids (kN)	2,40

Niveau d'ancrage :

Profondeur (m/TN) :	0,80
Niveau NGF :	60,45
Sol :	Limon crayeux / Craie
Densité (kN/m <sup>3</sup> ) :	18
Comportement :	Frottant et cohérent $\phi' > 0$ et $C' > 0$

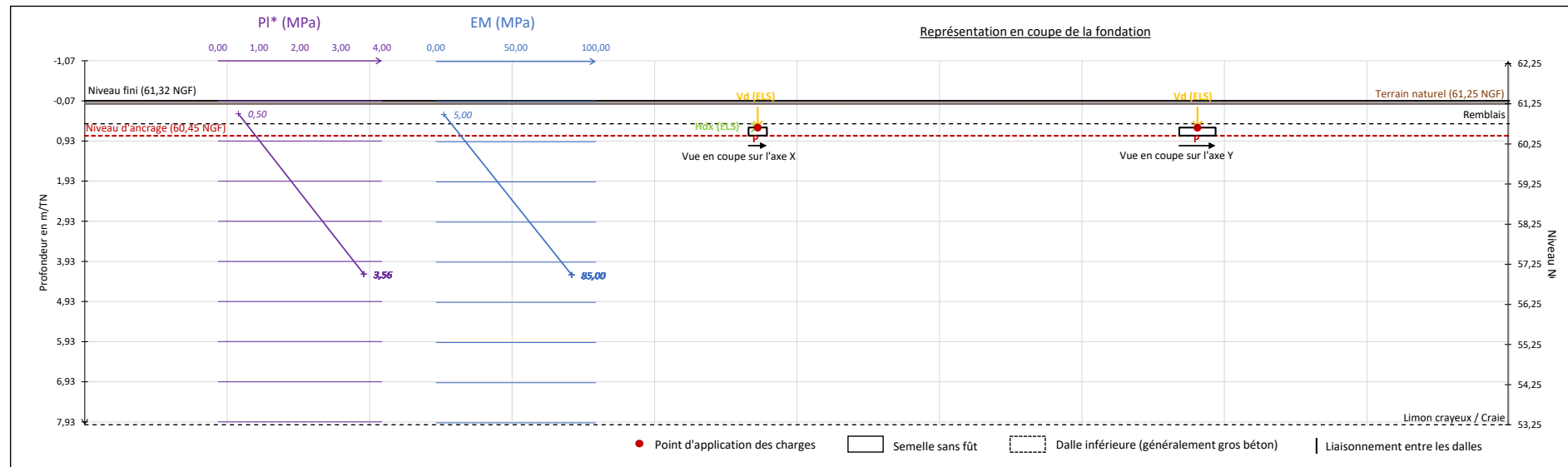


Représentation en plan de la fondation

Charges initiales appliquées à la fondation :

	Charges verticales (kN/ml)	Charges horizontales en X (kN)	Charges horizontales en Y (kN)	Moments en X (kN.m) parallèle à l'axe Y	Moments en Y (kN.m) parallèle à l'axe X
Charges G+Q (ELS)	Vd (ELS) = 32	Hdx (ELS) = 4,2	Hdy (ELS) = 0	Mx (ELS) = 0	My (ELS) = 0

Remarques sur dimensionnement :





# Justification des Fondations Superficielles selon la norme NF P94-261 de juin 2013

Ville : PONT DE METZ  
Affaire n° 80.232156

Vérifications du dimensionnement :

Glissement calculé à l'interface : Base de la fondation/Terrain en condition drainée	Vérifications à l'ELS	
	<b>Critère de vérification : <math>H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}</math></b> (butée non prise en compte : $R_{p;d} = 0$ kN)	
	Angle de frottement considéré $\varphi = 25^\circ$	
	$\delta_x = 7^\circ$	$\delta_y = 0^\circ$
	$H_{dx} = 4,2$ kN	$H_{dy} = 0$ kN
	$V_d = 34,4$ kN	
	$R_{h;d} = 14,58$ kN	
	$H_{dx} \leq R_{h;d}$ et $H_{dy} \leq R_{h;d}$	
	Vérifié	

Contraintes de calculs pour la portance	Vérifications à l'ELS	
	<b><math>q_{net} = k_p \cdot P_{le} \cdot i_\delta \cdot i_\beta</math></b>	
	$k_p = 1,4$	
	$P_{le} = 3,56$ MPa	
	Charge inclinée $\delta = 7^\circ$	
	Effet d'inclinaison $i_\delta = 0,84$	
	Pas d'effet de talus $i_\beta = 1$	
	Limitation du $q_{net}$ : 0,82 MPa	Limitation du $q_{net}$ : 0,82 MPa

Capacité portante du sol	Vérifications à l'ELS	
	<b>Critère de vérification : <math>V_d \leq R_{v;d} + R_0</math></b> ( $\sigma_{v;d}$ prend en compte $V_d$ et $\sigma_{R;d}$ prend en compte $R_{v;d} + R_0$ )	
	Aire effective considérée : 0,5 m²	
	$V_d = 34,4$ kN soit $\sigma_{v;d} = 0,07$ MPa	
	$\sigma_{R;d} = 0,3$ MPa	
	$V_d \leq R_{v;d} + R_0$	
	Vérifiée	

$V_d$  : charge verticale totale comprend : la charge verticale  $V_d$  appliquée à la fondation, le poids propre de la fondation et le poids du volume de remblais au dessus du niveau du TN.

$R_0$  : Poids du volume de sol subsitués par la fondation et poids du volume de remblais sous le niveau du TN.

Estimation des tassements	Vérifications à l'ELS	
	Coefficients de forme : $\lambda_c = 1,5$ et $\lambda_d = 2,65$	
	Coefficient rhéologique : $\alpha = 0,5$	
	$V_d = 34,4$ kN	
	Modules pressiométriques Ménard :	
	Zone d'influence sphérique $E_c = 85$ MPa Zone d'influence déviatorique $E_d = 85$ MPa	
	<b><math>S = 0</math> cm</b>	

Moments et vérifications des excentrements :  $e = \frac{M_{hd}}{V_d + \text{Poids de la fondation au niveau considéré}}$  avec  $M_{hd} = H_d \cdot h$

Vérification sur critère d'excentrement	Vérifications à l'ELS
	Combinaison d'action à l'ELS : caractéristique
	<b><math>e \leq B / 4</math></b>

Vérification à la surface de glissement (efforts ramenés à la surface de glissement)	Vérifications à l'ELS
	Hauteur considérée : $h = 0,2$ m
	Poids considéré : $P = 2,4$ kN
	$V_d + P = 34,4$ kN
	<b><math>e = 0,02</math> m</b>
	FAUX
	<b><math>e \leq 0,125</math> m</b>
	Vérifié

Les excentrements pour les calculs de portance et l'estimation des tassements sont ceux calculés à la surface de glissements

Remarques sur justifications :



## **ANNEXES 80.213250**

- plan d'implantation des sondages
- fouilles à la pelle
- sondages pénétrométriques
- analyses en laboratoire



**80.213250 PONT-DE-METZ**

## Construction d'une crèche



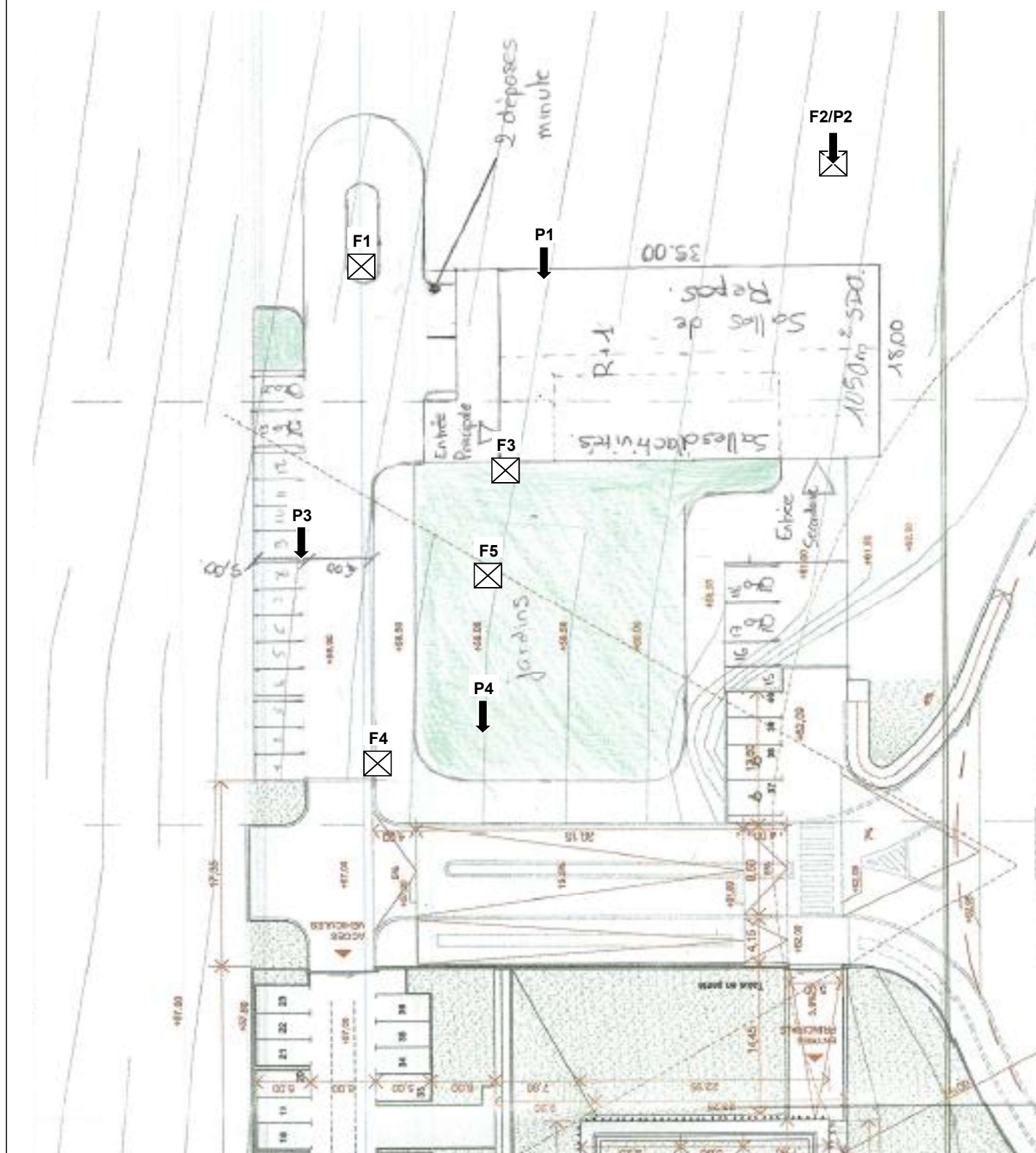
## Fouille à la pelle



### Sondage pénétrométrique

FORMAT A4  
Echelle 1/500

Echelle 1/500





# Forage : F1


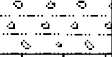
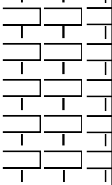
Fouille

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 58.20 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
57,40 m	0,80	 Blocs et cailloutis de craie à matrice limono-crayeuse beige blanchâtre (remblai ?)	Sec le 06/10/2021	Pelle 5 t		Bonne tenue des parois
57,00 m	1,20	 Limon brun beige ocre légèrement orangé à nombreux cailloutis de craie				
55,70 m	2,50	 Craie blanche fragmentée en blocs et cailloutis à silex noir				

## Observations :

Arrêt du sondage à 2,50 m de profondeur.

EXGTE 3.23



# Forage : F2



Fouille

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 60.60 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)		Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
60,20 m	0,40		Terre végétale limoneuse brune à granules et cailloutis de craie	Sec le 06/10/2021	Pelle 5 t		Bonne tenue des parois
58,00 m	2,60		Blocs et cailloutis de craie et silex à matrice limono-crayeuse beige légèrement jaunâtre				

## Observations :

Arrêt du sondage à 2,60 m de profondeur.

EXGTE 3.23



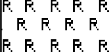
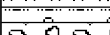





X:  
Y:  
Z: 59.65 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

**QBE**

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie		Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
59,25 m	0,40		Remblai : cailloutis et blocs de craie à matrice limono-crayeuse beige	Sec le 06/10/2021	Pelle 5 t		Bonne tenue des parois
59,15 m	0,50		Limon brun beige ocre orangé à granules de craie et quelques silex				
58,25 m	1,40		Blocs et cailloutis de craie fragmentée et silex à légère matrice limono-crayeuse et sableuse beige blanchâtre				

**Observations :**

Arrêt du sondage à 1,40 m de profondeur.

EXGTE 3.23



X:  
Y:  
Z: 59.90 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

**QBE**

**Logiciel JEAN LUTZ S.A - [www.jeanlutzsa.fr](http://www.jeanlutzsa.fr)**

EXGTE 3.23

Arrêt du sondage à 2,40 m de profondeur.

**ICSEO BUREAU D'ÉTUDES - [contact@icseo.com](mailto:contact@icseo.com) - [www.icseo.com](http://www.icseo.com)**



# Forage : P1

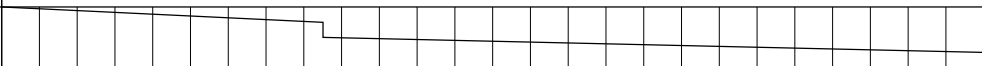
Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 58.55 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE

Profondeur (m)	Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)																									Masse mouton (kg)	Remarque
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
0																										50	Refus de l'essai à 0,40 m
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											

EXGTE 3.23

## Caractéristiques du pénétromètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm<sup>2</sup>  
Hauteur de chute du mouton : 0,2 m

Masse enclume : 7,248 kg  
Masse d'une tige : 2,9096 kg  
Masse de la pointe : 0,4376 kg



## Forage : P2

Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 60.60 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE

Profondeur (m)	Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)																									Masse mouton (kg)	Remarque	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
0																										50	Refus de l'essai à 0,50 m	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												

EXGTE 3.23

### Caractéristiques du pénétromètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm<sup>2</sup>

Hauteur de chute du mouton : 0,2 m

Masse enclume : 7,248 kg

Masse d'une tige : 2,9096 kg

Masse de la pointe : 0,4376 kg



# Forage : P3

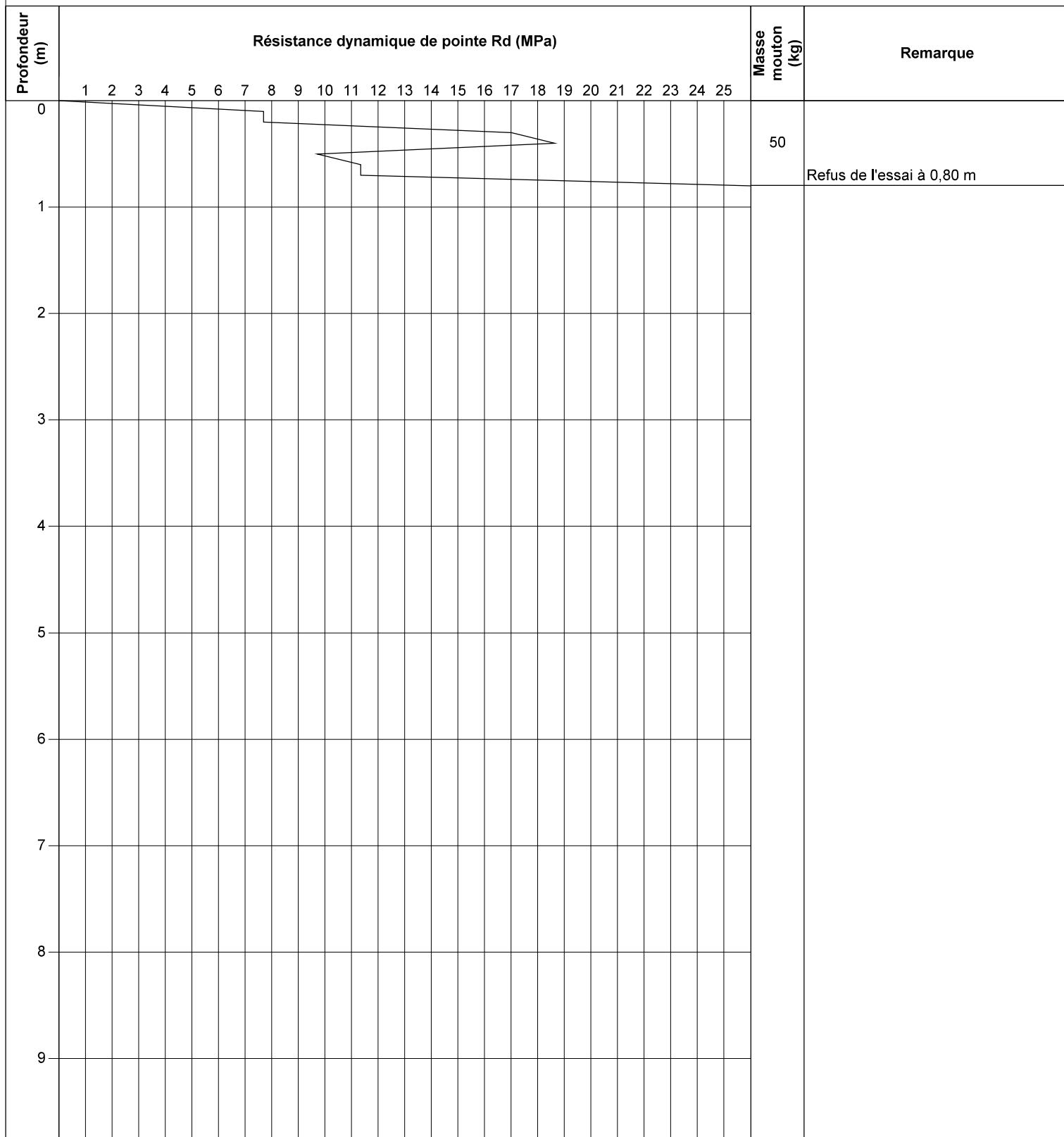
Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 57.75 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE



EXGTE 3.23

## Caractéristiques du pénétromètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm<sup>2</sup>

Hauteur de chute du mouton : 0,2 m

Masse enclume : 7,248 kg

Masse d'une tige : 2,9096 kg

Masse de la pointe : 0,4376 kg



# Forage : P4

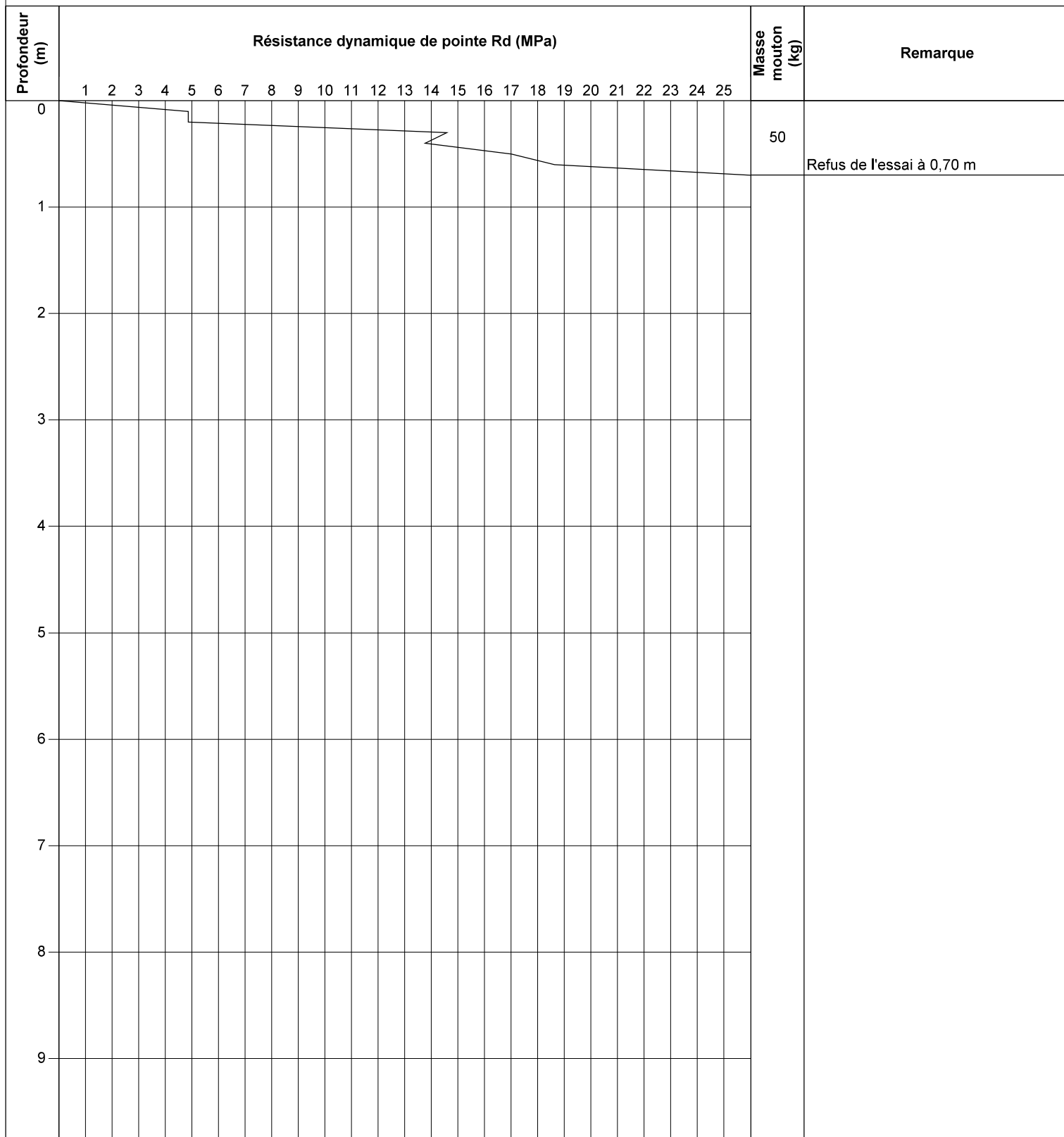
Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : PONT-DE-METZ  
Construction d'une crèche  
Affaire : 80.213250

X :  
Y :  
Z : 60.30 NGF

Date : 06/10/2021  
Echelle : 1/50  
Page : 1/1

QBE



EXGTE 3.23

## Caractéristiques du pénétromètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm<sup>2</sup>  
Hauteur de chute du mouton : 0,2 m

Masse enclume : 7,248 kg  
Masse d'une tige : 2,9096 kg  
Masse de la pointe : 0,4376 kg





## Analyse granulométrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

Dossier : PONT-DE-METZ

Affaire : 80.213250

Date de l'essai : 22/10/21

Mode de prélèvement : ☒ Pelle mécanique

☐ Sondage géologique

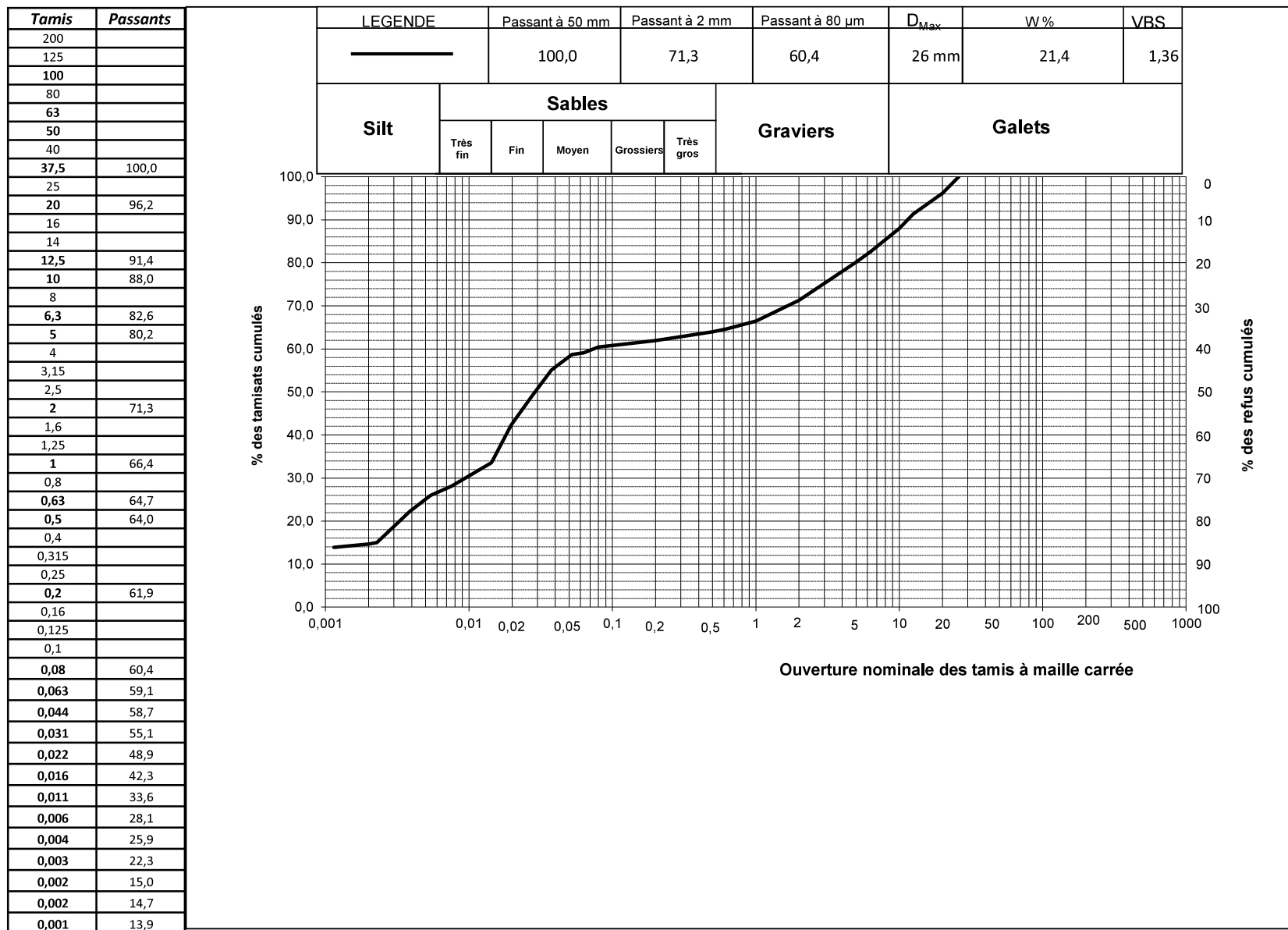
☐ Sondage carotté

Sondage : F1

Profondeur en mètre : 0,80-1,20 m

Opérateur : ALTR

Nature du terrain : Limon brun beige ocre légèrement orangé à nombreux cailloutis de craies





## Sensibilité au retrait-Gonflement (Projet ARGIC)

**Dossier :** PONT-DE-METZ

**Affaire :** 80.213250

**Date :** 22/10/2021

**Sondage:** F1

**Profondeur:** 0,80-1,20

**Opérateur :** ALTR

**Nature du terrain :** Limon brun beige ocre légèrement orangé à nombreux cailloutis de craies

Susceptibilité d'un sol argileux au retrait-gonflement déterminée à partir de  $V_{BS}$

Activité au bleu de la fraction argileuse  $A_{CB} = V_{BS}/C_2$  (norme XP P 94-011)

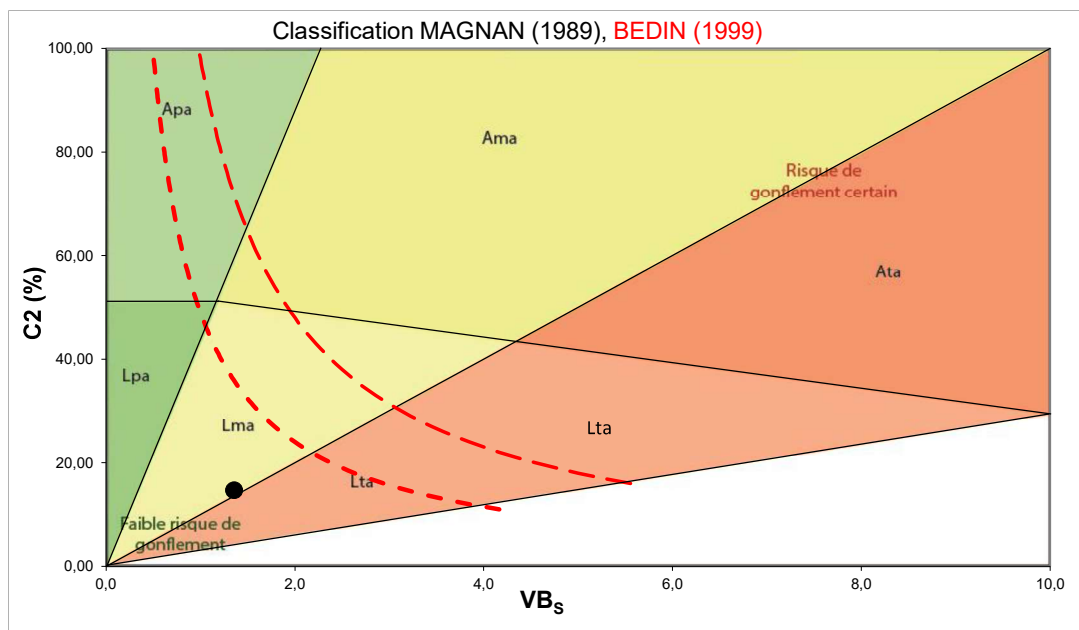
$V_{BS} =$  1,4

$C_2$  (%) = 14,65

$V_{BS}$	Susceptibilité
<2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
>8	Très forte

Activité de la fraction argileuse du sol	Qualificatif
$A_{CB} \leq 3$	Inactive
$3 < A_{CB} \leq 5$	Peu active
$5 < A_{CB} \leq 13$	Moyenne
$13 < A_{CB} \leq 18$	Active
$18 < A_{CB}$	Très active

$A_{CB} =$  9



Apa : argile peu active  
Ama : argile moyennement active  
Ata : argile très active

Lpa : limon peu actif  
Lma : limon moyennement actif  
Lta : limon très actif



# Analyse granulométrique

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

**Dossier :** PONT-DE-METZ

**Affaire :** 80.213250

**Date de l'essai :** 22/10/21

**Mode de prélèvement :** ● Pelle mécanique

○ Sondage géologique

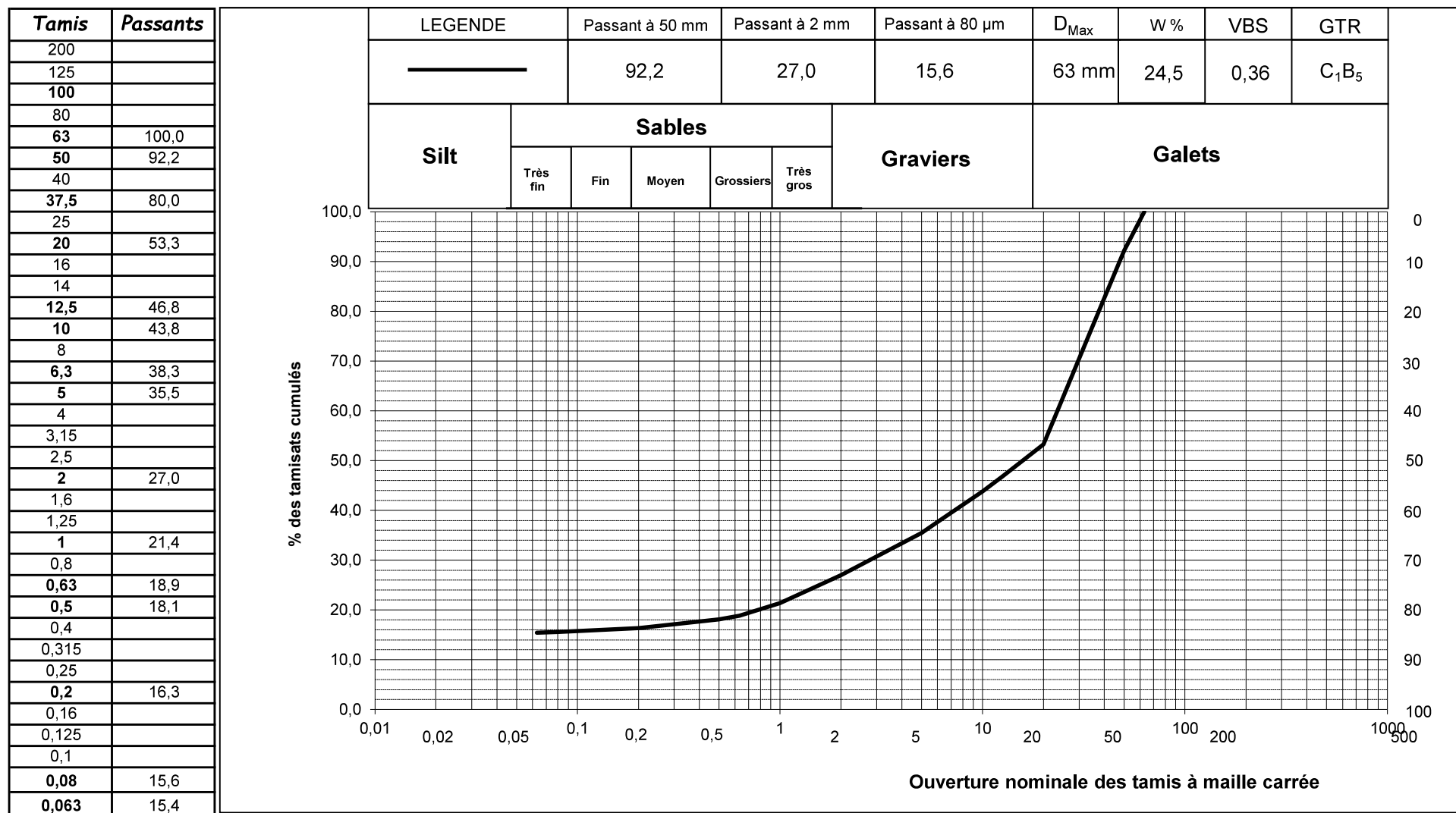
○ Sondage carotté

**Sondage :** F3

**Profondeur en mètre :** 0,80-2,50 m

**Opérateur :** ALTR

**Nature du terrain :** Blocs, cailloutis de craies à matrice de limon crayeux beige





# Analyse granulométrique

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

**Dossier :** PONT-DE-METZ

**Affaire :** 80.213250

**Date de l'essai :** 22/10/21

**Mode de prélèvement :** ● Pelle mécanique

○ Sondage géologique

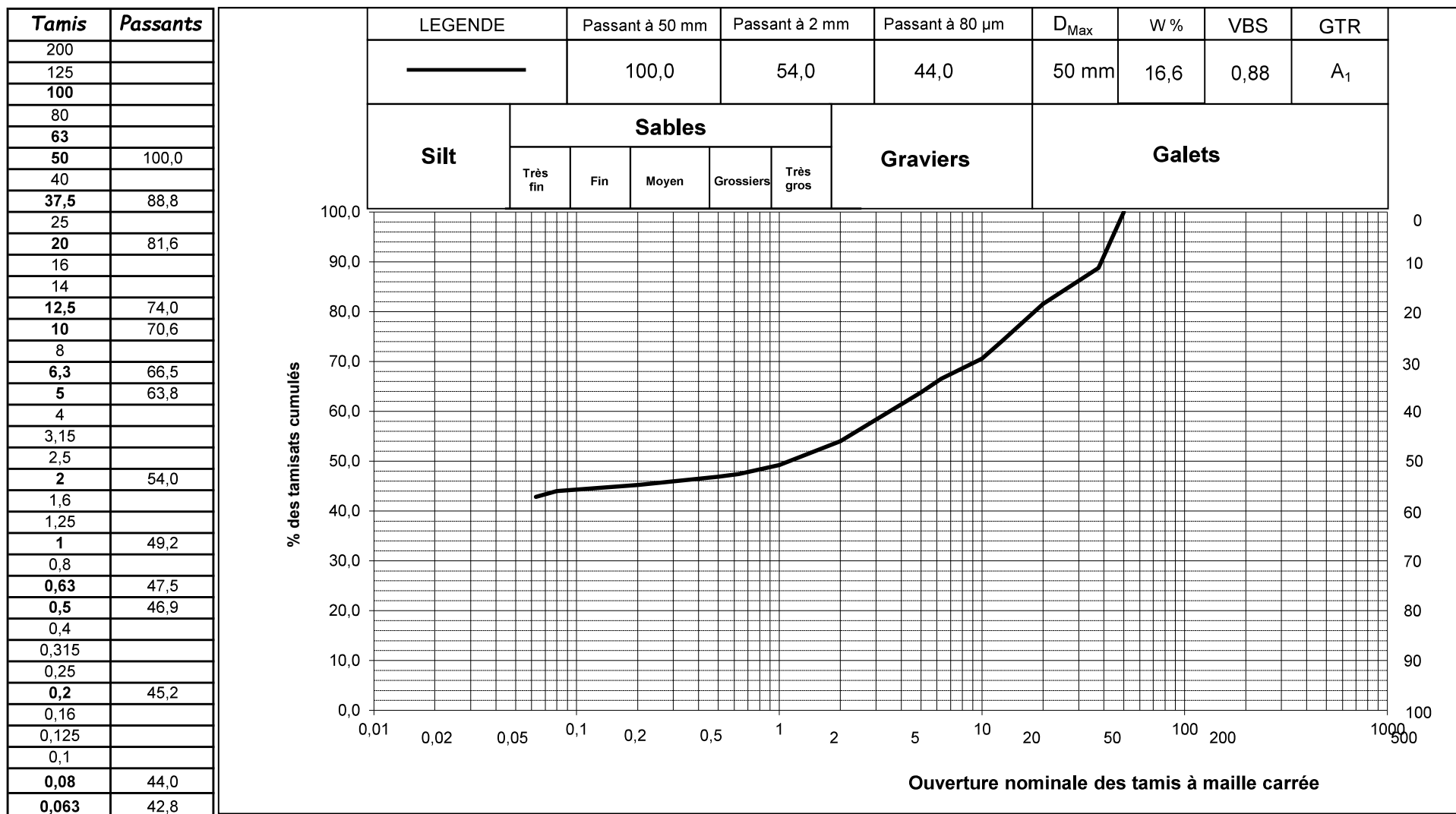
○ Sondage carotté

**Sondage :** F4

**Profondeur en mètre :** 0,40-0,50 m

**Opérateur :** ALTR

**Nature du terrain :** Limon brun beige ocre orangé à granules de craies et quelques silex





## Dosage du Sulfate soluble dans l'acide (SO<sub>4</sub>)

Norme NF EN 196-2

**Dossier :** PONT-DE-METZ

**Date :** 25/10/2021

**Affaire :** 80.213250

**Opérateur :** ECO

N°	Sondage	Profondeur (en m)	Description du terrain	Teneur en Sulfates (en mg/kg)	Teneur en Matières séches (en % MB)
1	F3	0,80-2,50	Blocs et cailloutis de craie à matrice limono- crayeuse beige	<b>387</b>	<b>80,0</b>
2	F4	0,40-0,50	Limon brun beige ocre orangé à granules de craie et quelques silex	<b>1 985</b>	<b>84,9</b>



## PESEE HYDROSTATIQUE

### Données générales

Date: 22/10/2021  
Opérateur: ALTR  
Affaire: 80.213250

Sondage: F1  
Profondeur (en m): 1,20-2,50  
Dossier: PONT-DE-METZ

Description du terrain:

Craie blanche fragmentée en blocs et cailloutis et silex noir

### Densité par pesée hydrostatique avec paraffine

Wn = 26,7

	Pesée 1
$\rho_s =$	1,96
$\gamma_d =$	1,55
n =	0,43
e =	0,74
Sr =	96,79

Classe GTR

R<sub>12m</sub>