

## **MINISTÈRE DE LA JUSTICE**

-----

### **Extension du Palais de Justice**

### **Cité Judiciaire – Rue Léonce Lex**

### **MÂCON (71)**

-----

Étude géotechnique de conception en phase projet  
**Mission normalisée G2 (PRO) - Norme NF P 94-500**

Indice	Référence	Date	Objet de la modification
A	23-096 1/G2-PRO	22/05/2023	Première diffusion

## **SOMMAIRE**

1.	CONTEXTE DE L'INTERVENTION	3
2.	CONTEXTE DU PROJET	5
2.1	Terrain étudié - Projet	5
2.2	Contexte géologique et hydrogéologique général	6
2.3	Risques naturels	7
3.	INVESTIGATIONS SUR SITE ET ESSAIS	10
3.1	Levers géologiques et essais	10
3.2	Levers hydrogéologiques	11
3.3	Caractéristiques GTR des sols	12
3.4	Résultats d'analyse	12
4.	ADAPTATION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	13
4.1	Zone d'influence géotechnique (ZIG) – Première approche	13
4.2	Terrassement - Aménagement général	14
4.3	Éléments enterrés - Sujétions liées aux eaux superficielles et souterraines	15
4.4	Système de fondation	15
4.5	Assises des dallages et voiries	17
5.	GESTION ET REDUCTION DES RISQUES IDENTIFIES	19

### ANNEXES :

IMPLANTATION DES SONDAGES

RESULTATS D'ANALYSES LABORATOIRE

COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

COUPE DE LA FOUILLE DE RECONNAISSANCE

ANNEXE CALCULS

MISSIONS GÉOTECHNIQUES (tableau NF P94-500 de novembre 2013)

Bellignat, le 22 mai 2023



Chargée d'étude,  
Norine BIANCO-LEVRIN

Pour le compte d'AIN GÉOTECHNIQUE  
Cédric LOZANO

## **1. CONTEXTE DE L'INTERVENTION**

### **• Présentation - Définition de la mission Ain Géotechnique**

Dans le cadre du projet de construction d'une extension du Palais de Justice au Tribunal Judiciaire à MÂCON (71), le MINISTÈRE DE LA JUSTICE a mandaté notre cabinet pour la réalisation d'**une étude géotechnique de conception en phase projet**, mission normalisée G2 (PRO) au sens de la norme NF P94.500 de novembre 2013 (offre réf. 23/DEV6175 du 07/02/2023).

**Ministère de la Justice**  
4 rue Léon Mauris – 21077 DIJON CEDEX BP 17724

Cette mission est soumise aux conditions générales d'exécution acceptées lors de la signature de l'offre et strictement limitée au projet tel que décrit dans les documents communiqués ainsi qu'à la phase d'avancement projet indiquée ci-après :

Missions normalisées NFP 94-500	G1 ES	G1 PGC	G2 AVP	G2 PRO	G2 DCE/ACT	G5
Mission confiée à Ain Géotechnique				X		
Mission(s) déjà réalisée(s)						

La phase Projet (PRO), contribue à la mise au point du Projet de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques. Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier). Elle établit les notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (phasages, terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants). Elle fournit des notes de calcul de dimensionnement niveau projet des ouvrages géotechniques, les valeurs seuils et précise si l'application de la méthode observationnelle est conseillée pour une meilleure gestion des risques géotechniques résiduels. Si nécessaire, elle donne les principes de maintenance des ouvrages géotechniques. Le dossier produit à l'issue de cette phase définit techniquement les ouvrages géotechniques : il sert de base à la rédaction du DCE de l'ouvrage.

Remarque : En l'absence de mission G4, les comptes rendus de chantier adressés par courrier ou mails seront considérés comme non lus et non validés, et ne nous seront de ce fait pas opposables.

### **• Intervenants**

<b>Maître d'ouvrage :</b>	Ministère de la Justice
<b>Architecte :</b>	Agence Béatrice MOUTON Architectes du Patrimoine : Zanin et Gautheron Architectes
<b>BET structure :</b>	AR-C

### • Prestations du géotechnicien

- Recueil et analyse des données disponibles sur le site (étude documentaire),
- Investigations géotechniques spécifiques :
  - \* 1 fouille à la pelle mécanique (F1),  
pour reconnaissance visuelle des horizons constitutifs du sous-sol,
  - \* 3 forages de 20 ml avec 3 x 13 essais pressiométriques (G01 à G03) pour évaluation des modules pressiométriques et pressions limites.
  - \* 2 analyses GTR avec essais proctors normaux.

Les sondages réalisés au cours de l'étude G1, ont été incorporés dans ce rapport.

Les résultats d'analyses, la coupe de la fouille et des tarières de reconnaissance et pressiométriques et les diagrammes "profondeur / résistance de pointe Rd", sont portés en annexe.

- Rédaction d'un rapport ayant pour objectifs :
  - \* d'identifier et caractériser les formations géologiques au droit du projet à l'aide de des reconnaissances géotechniques citées ci-avant,
  - \* de proposer une ou plusieurs solutions techniques envisageables quant au système de fondations du projet, ouvrages de soutènement/talutage éventuel,
  - \* de définir toutes les dispositions constructives pour la réalisation du projet (protections vis-à-vis de l'eau, voiries, dallage etc..) et proposer une campagne de sondages complémentaires si nécessaire.

### • Documents de référence

Type	Source	Date	Référence
Étude géotechnique	ICSEO	30/11/2021	71.211922
Plans PC : situation, plan topographique, masse, coupes, notice, façades, insertion, photographies	Agence Béatrice MOUTON Architectes du Patrimoine : Zanin et Gautheron Architectes	Février 2023	-
BSS public	Infoterre, geoportail.gouv.fr, georisques.gouv.fr, IAL...		
BSS interne	Études antérieures dans le secteur		
Norme Missions d'ingénierie géotechniques		Novembre 2013	NF P 94-500

### • Difficultés rencontrées

Compte tenu de la présence de nombreux réseaux et de l'espace restreint, il n'a pas été possible de réaliser les sondages de reconnaissance des fondations.

## 2. CONTEXTE DU PROJET

### 2.1 Terrain étudié - Projet

#### • Localisation

Commune	MÂCON (71)
Rue / Lieu-dit	Rue Léonce Lex
Situation	Au centre bourg de la commune de Mâcon
Environnement	Tribunal Judiciaire
Référence cadastrale	Section AY – Parcelles n°48, 144 et 145
Superficie du terrain	Environ 5240 m <sup>2</sup>
Topographie / pente	Terrain relativement plat, avec un léger décalage pour le parking un peu en amont
Altimétrie	Environ 192 m NGF selon le plan topographique
Description	Tribunal judiciaire existant, parkings et espaces verts.

#### • Projet

Les principales caractéristiques du projet décrites dans les documents communiqués sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Type de construction	Extension de type R+2 avec combles et sans sous-sol	
Forme du projet	Globalement rectangulaire	
Emprise au sol	≈ 820 m <sup>2</sup>	
Niveau fini	RDJ : 190,9 m NGF RDC : 194,2 m NGF	R+1 : 198 m NGF R+2 (combles) : 201,5 m NGF
Descentes de charges et déplacements admissibles (*)	Charge faible : - 180 kN à l'ELS quasi-permanente - 250 kN à l'ELS caractéristique - 352,5 kN à l'ELU fondamentale - 200 kN à l'ELU accidentelle	
	Charge moyenne : - 310 kN à l'ELS quasi-permanente - 455,4 kN à l'ELS caractéristique - 645,6 kN à l'ELU fondamentale - 350 kN à l'ELU fondamentale	
	Charge forte : - 1030 kN à l'ELS quasi-permanente - 1460,05 kN à l'ELS caractéristique - 2062,6 kN à l'ELU fondamentale - 1150 kN à l'ELU fondamentale	
Implantation sur le terrain	Au droit de la façade Nord-est du bâtiment C	

(\*) les charges indiquées représentent différent cas de chargement parmi les descentes de charges communiquées.

## **2.2 Contexte géologique et hydrogéologique général**

- **Contexte géologique**

La ville de Mâcon appartient à la marge orientale du Massif Central, en limite du fossé bressan. Il s'agit d'une zone de transition, formée de collines allongées nord-sud, entre les reliefs et la vallée de la Saône.

Selon la carte géologique de Mâcon au 1/50.000<sup>ième</sup>, le sous-sol du site est composé par des formations sableuses (Ly) issues du remaniement "des Sables de Manziat.

Des forages profonds (10,5 à 20,8 m) réalisés au niveau des archives départementales de Saône et Loire, situées à quelques mètres au Nord-est du site, donne la succession lithologique suivante :

- Entre 4,4 et 6,5 m de remblai,
- Environ 2,1 m de sable plus ou moins argileux (horizon parfois absent),
- Plus de 15,5 m de marnes.

- **Contexte hydrogéologique**

Les formations rencontrées sur le site sont caractérisées par une perméabilité d'interstice variable en fonction de la quantité d'argile dans la matrice.

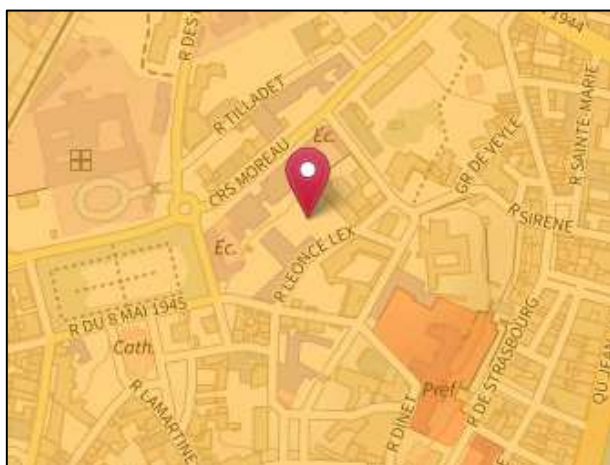
Seules les passées caillouteuses et sableuses au sein de ces formations peuvent faire l'objet de circulations d'eau lors d'épisodes pluvieux persistants.

## 2.3 Risques naturels

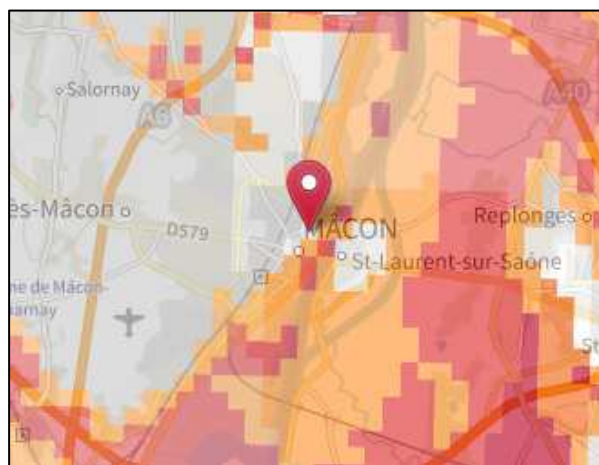
### • Données bibliographiques

Risque de retrait/gonflement des argiles (*)		Aléa moyen	
Risque de remontée de nappe (*)		Pas de débordement de nappe ni d'inondation de caves	
Plan de prévention des risques naturels	Mouvement de terrain	-	
	Inondation	-	
Sismicité (Eurocode 8)	Zone sismique	2 – Faible	
	Accélération (agr)	0,7 m/s <sup>2</sup>	
	Classe de sol	E	

(\*) L'évaluation des risques de retrait/gonflement des argiles et de remontée de nappe est issue du site [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr). Ces données sont soumises à un facteur d'imprécision plus ou moins important, notamment la nouvelle cartographie du risque remontée de nappe, et sont donc fournies à titre indicatif.



Risque retrait/gonflement



Risque remontée de nappe

La commune d'étude fait l'objet des arrêtés de catastrophes naturelles suivants :

Inondations et/ou Coulées de Boue : 11

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
BUDD8750074A	17/08/1987	17/08/1987	15/10/1987	30/10/1987
INTE0100232A	20/03/2001	22/03/2001	27/04/2001	28/04/2001
INTE9000354A	24/05/1990	24/05/1990	31/08/1990	16/09/1990
INTE9300513A	22/06/1993	22/06/1993	28/09/1993	10/10/1993
INTE9300601A	05/10/1993	10/10/1993	19/10/1993	24/10/1993
INTE9400171A	21/12/1993	15/01/1994	12/04/1994	29/04/1994
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
NOR19830516	01/04/1983	28/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
NOR19830621	12/05/1983	12/05/1983	21/06/1983	24/06/1983
NOR19830720	01/05/1983	31/05/1983	20/07/1983	26/07/1983

Sécheresse : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0400656A	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
INTE1920338A	01/07/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019
INTE2112080A	01/04/2020	30/09/2020	20/04/2021	07/05/2021
INTE9700188A	01/01/1996	30/09/1996	12/05/1997	25/05/1997
INTE9800231A	01/10/1996	31/12/1997	12/06/1998	01/07/1998

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Poids de la Neige : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830124	26/11/1982	28/11/1982	24/01/1983	29/01/1983



- **Évaluation de l'aléa**

L'évaluation de l'aléa reste indicative. Elle est basée sur l'analyse des données bibliographiques disponibles et les indices de terrain visibles au moment des reconnaissances. Elle ne saurait être exhaustive et certains risques (inondation, chute de blocs...) peuvent nécessiter des études approfondies.

Nature du risque	Indice de terrain	Évaluation de l'aléa
<b>Glissement de terrain</b>	Terrain relativement plat	Non soumis
<b>Éboulement rocheux</b>	Absence d'escarpement	Non soumis
<b>Effondrement de cavité</b>	Pas de cavité recensée ou rencontrée	Non soumis
<b>Inondation par cours d'eau</b>	Absence de cours d'eau	Non soumis
<b>Tassement d'un sol compressible</b>	Niveaux compacts en profondeur	Non soumis pour des fondations adaptées aux conditions de sol
<b>Mouvement sur remblai non consolidé</b>	Remblai épais	Soumis

### 3. INVESTIGATIONS SUR SITE ET ESSAIS

Le schéma d'implantation des sondages, sur fond de plan masse, les diagrammes d'essais, les coupes des tarières, de la fouille, des sondages pressiométriques et les résultats d'analyses figurent en annexe. Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont définies par rapport au niveau du sol tel qu'il était au moment des reconnaissances (novembre 2021 et mai 2023).

Les sondages ont été nivelés en mètres NGF et reportés sur le plan masse (+/- 0,2 m).

#### 3.1 Levers géologiques et essais

- **Géométrie et caractéristiques géomécaniques des terrains**

La nature des différentes formations rencontrées ainsi que leurs épaisseurs au droit de chaque sondage sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	Formation 1 : Remblai	Formation 2 : Horizon compact	Formation 3 : Limon argileux	Formation 4 : Horizon plus compact
Epaisseur				
<b>F1</b>	≥ 2,8 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>G01</b>	5,0 m	3,2 m	7,0 m	≥ 4,8 m
<b>G02</b>	7,0 m	2,2 m	7,8 m	≥ 3,0 m
<b>G03</b>	10,0 m	Absente	6,2 m	≥ 3,8 m
<b>ST1</b>	Refus à -1,3 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>ST2</b>	≥ 6,0 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>ST3</b>	Refus à -2,6 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>ST4</b>	Refus à -2,6 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>ST5</b>	≥ 6,0 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>P1</b>	≥ 6,0 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>P2 + P2 bis</b>	Refus à -0,4 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
<b>P3</b>	Refus à -3,0 m	Non atteinte	Non atteinte	Non atteinte
Caractéristiques géomécaniques				
<b>Résistance dynamique Rd</b>	Hétérogène 1 à > 10 MPa	-	-	-
<b>Module pressiométrique E<sub>M</sub></b>	Hétérogène 1,2 à 30,8 MPa	8,1 à 33,9 MPa	1,5 à 12,6 MPa	4,9 à 51,0 MPa
<b>Pression limite nette pl*</b>	0,14 à 2,12 MPa	0,49 à 2,17 MPa	0,34 à 0,83 MPa	0,45 à 1,76 MPa

Les épaisseurs et la nature des sols données au droit des essais de pénétration dynamique et statique, notamment la terre végétale, résultent de l'interprétation de la résistance des terrains sur les diagrammes pénétrométriques et statiques. La résistance, la nature et l'épaisseur réelles des terrains peuvent varier entre les sondages et en dehors des zones reconnues. Ces variations de profondeur pourront nécessiter la purge des terrains et entraîner des surcoûts. Le terme TA fait référence au Terrain Actuel au moment des reconnaissances.

**Remarque :** Les sondages pénétrométriques "aveugles" ne permettent pas de distinguer les refus provoqués par des horizons surconsolidés, par des blocs volumineux ou bien encore par des vestiges de l'ancienne maison d'arrêt.

- **Coupe synthétique**

	<b>Formation 1 : Remblai</b>	<b>Formation 2 : Horizon compact</b>	<b>Formation 3 : Limon argileux</b>	<b>Formation 4 : Horizon plus compact</b>
<b>Épaisseur</b>	5 à 10 m ≈ 7,5 m	2,2 à 3,2 m (absente en G03)	6,2 à 7,0 m	≥ 4,8 m
<b>Profondeur base</b>	-7,5 m/TA	-9,7 m/TA	-16,7 m/TA	> -21 m/TA
<b>Résistance dynamique (Rd)</b>	Hétérogène 1 à > 10 MPa	-	-	-
<b>Module pressiométrique (E<sub>M</sub>)</b>	E <sub>M</sub> ≈ 8 MPa	E <sub>M</sub> ≈ 14,1 MPa	E <sub>M</sub> ≈ 6 MPa	E <sub>M</sub> ≈ 23 MPa
<b>Pression limite (pl*)</b>	Pl ≈ 0,7 MPa	Pl ≈ 0,9 MPa	Pl ≈ 0,6 MPa	Pl ≈ 1,97 MPa

**Remarques particulières sur les formations :**

- **Formation 1** : Présence de blocs et de briques et possiblement des vestiges de l'ancienne maison d'arrêt au droit du parking.
- **Formation 2** : formation compacte, absente en G03.
- **Formation 3** : Formation limoneuse plus ou moins résistante.
- **Formation 4** : formation très résistante.

### **3.2 Levers hydrogéologiques**

- **Eaux de surface**

N.B : La présente étude n'a pas pour objet d'évaluer l'inondabilité du site (voir le cas échéant le "PPR inondation" communal). Cependant, certains ruissellements de surface intermittents peuvent avoir un impact sur la solidité des constructions. A ce titre, cet aspect est analysé dans le présent dossier.

Aucun cours d'eau (ou plan d'eau) permanent n'est visible sur le site.

### • Eaux souterraines

Au moment des reconnaissances, aucun niveau d'eau n'a été intercepté dans les sondages.

Les sondages n'ont pas montré la présence d'une nappe organisée sur la profondeur investiguée.

En périodes pluvieuses persistantes, des circulations d'eau peuvent néanmoins apparaître à différentes profondeurs, et saturer les horizons superficiels et autres remblais proches de la surface.

NB : La connaissance des variations de niveau d'une nappe d'eaux souterraines n'est pertinente que si l'on peut exploiter une chronique piézométrique sur une longue période, couvrant plusieurs décennies. Les mesures piézométriques effectuées dans le cadre d'une simple étude géotechnique ne renseignent que sur une courte période. Elles ne peuvent donner que des valeurs à caractère ponctuel, inutilisables pour définir, en particulier, un niveau de plus hautes eaux (PHE).

### 3.3 Caractéristiques GTR des sols

Des analyses en laboratoire (teneur en eau, granulométrie et valeur au bleu) ont été réalisées sur échantillons de sol en vue d'une classification selon le GTR et évaluation de leurs conditions de réutilisation.

Sondage	Échantillon	Profondeur	Nature	Teneur en eau	Classe GTR
ST2	Ech. 1	0,15-1,6 m	Remblai	13,7 %	B5
ST5	Ech.2	0,4-1,8 m	Remblai	11,5 %	B5
F1	Ech.3	1,2 m	Remblai	17,7 %	C1A1
F2	Ech.4	2,3 m	Remblai	16,6 %	C1B4

Compte tenu de la nature gravelo-sableuse et hétérogène des remblais, les essais Proctor n'ont pas été réalisés, car les résultats ne seraient pas représentatifs.

### 3.4 Résultats d'analyse

Un échantillon de sol a été prélevé en tarière ST3 au cours de la G1. Des analyses ont été réalisées pour déterminer la Valeur au Bleu du Sol et évaluer son potentiel gonflant.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Échantillon	Profondeur	Teneur en eau	VBS	Sensibilité
Ech 1 (ST3)	0,5-2,6 m	16,3%	1,2	Faible

Sur la base de ces essais, il ressort que les argiles présentent dans le remblai du site ne sont pas plastiques, avec une **faible sensibilité au phénomène de retrait/gonflement**.

## **4. ADAPTATION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES**

### **4.1 Zone d'influence géotechnique (ZIG) – Première approche**

- **Enjeux identifiés dans la ZIG**

<b>Enjeux identifiés hors emprise du projet - Avoisinants</b>	
<b>Direction</b>	<b>Nature</b>
Nord-ouest	Bâtiment en retrait avec une partie mitoyenne à la parcelle éloigné du projet
Sud-est	Places de stationnement, puis rue Léonce Lex et ses réseaux associés
Nord-est	Ancienne maison d'arrêt mitoyenne à la parcelle et légèrement éloignée du projet
Sud-ouest	Tribunal Judiciaire avec 2 niveaux de sous-sol et ses réseaux associés
<b>Enjeux identifiés dans l'emprise projet - Existants</b>	
<b>Situation</b>	<b>Nature</b>
Parcelle et Périphérie	Mur de séparation du parking (à démolir) Réseaux (EP, EU, électrique...) en partie à démolir Portail et escalier menant au bâtiment C à démolir

- **Impact sur les enjeux**

Le projet d'extension vient en mitoyenneté de l'aile Nord-est du palais de justice existant. Une passerelle reliera également les R+1 de l'extension et l'aile Nord-ouest du palais de justice.

Compte tenu de la configuration des machines de pieux, les pieux peuvent difficilement être réalisés à moins de 1 m de distance d'une façade. Dans ces conditions les murs et éventuels débords de fondation du palais du justice existants ne devraient pas être affectés. L'entreprise devra néanmoins prendre en compte l'existence d'un sous-sol jusqu'à 6 m de profondeur environ pour le palais de justice d'existant.

Concernant la passerelle, il est prévu de la sceller d'une façade de l'extension à une façade du palais de justice d'existant. Cette structure légère ne devrait pas avoir d'impact sur le palais de justice. Du côté de l'extension, du fait des fondations sur pieux, les tassements devraient être très faibles. Il faut néanmoins prévoir que la passerelle et les scellements de part et d'autre puissent supporter des tassements différentiels de l'ordre du centimètre.

**Remarque :** Concernant les réseaux, les entreprises intervenantes devront réaliser des DICT de façon à étudier l'impact de leurs ouvrages sur ces réseaux. Des investigations complémentaires pourront être nécessaires pour préciser l'implantation des réseaux et si nécessaire adapter les ouvrages.

Les seuils de déplacements admissibles pour les constructions mitoyennes et/ou proches devront être étudiés par un BET structure (diagnostic structurel) et nous être précisés pour le dimensionnement des ouvrages géotechniques (soutènements, reprises en sous-œuvre, fondation...). Dans le cas contraire, la responsabilité de AIN GEOTECHNIQUE ne pourra être engagée en cas de prise en compte de déformées admissibles non compatibles avec les ouvrages concernés.

## 4.2 Terrassement - Aménagement général

### • Généralités

Caractéristiques du projet	Extension de type R+2 avec combles et sans sous-sol
Topographie du terrain	Terrain relativement plat, avec léger décalage altimétrique pour le parking existant
Déblais à exécuter	Décapage des terrains superficiels + fouilles en tranchées sur quelques décimètres
Remblai à exécuter	Quelques décimètres au plus
Remarque	Présence d'une grande épaisseur de remblai et présence de vestiges de l'ancienne maison d'arrêt

### • Conditions de terrassement

Les fouilles en pleine masse et en tranchées concerneront des terrains meubles en surface faciles à décaisser avec des engins classiques de moyenne puissance. Ces terrains n'ont pas une bonne tenue en fouille lorsqu'ils sont saturés. On prendra soin de les pourvoir de soutènements appropriés le cas échéant.

La présence de gros blocs et de vestiges de l'ancienne maison d'arrêt pourra gêner les terrassements et provoquer des surlargeurs ou des surprofondeurs à l'ouverture des fouilles. Des préterassements et la purge des vestiges de maçonnerie pourront être nécessaires afin de réaliser les pieux.

Le démantèlement des canalisations existantes va entraîner une déstructuration des sols qui pourrait nécessiter une adaptation des structures (surépaisseur des couches de forme...).

### • Conditions de chantier - traficabilité

En l'état actuel, la couche de forme et l'enrobé de la voirie d'accès à la maison permettront une bonne traficabilité même en période pluvieuse.

Les terrassements au-delà de quelques décimètres de profondeur intéresseront des remblais gravelo-sablo-argileux sensibles à l'eau. En cas de pluie, les terrassements et la circulation dans ces zones pourront être rendus plus difficiles, aussi est-il recommandé de travailler autant que possible en période sèche dans ces secteurs.

### 4.3 Éléments enterrés - Sujétions liées aux eaux superficielles et souterraines

Les circulations d'eau à faible profondeur, probables en périodes très humides, peuvent saturer les horizons superficiels et les remblais proches de la surface.

Les éléments enterrés sensibles seront protégés contre les infiltrations d'eau par tout moyen approprié, notamment par un drainage périphérique avec évacuation autant que possible gravitaire vers un exutoire approprié. Les niveaux et les pentes des drains devront être suffisants pour assurer un bon écoulement d'eau jusqu'à l'exutoire sans mise en charge. Si nécessaire, des pompes de relevages devront être mises en place.

En phase chantier, toutes les dispositions nécessaires (pompages, formes de pentes, merlons, fossés...) seront prises pour éviter les ruissellements et la déstructuration par l'eau des plateformes et fonds de fouille.

### 4.4 Système de fondation

- Principe de fondation

Type de fondation	Fondations profondes (pieux)
Formation d'ancrage	Formation 4 : horizon plus compact
Profondeur de la formation / TA (05/2023)	Entre -15,2 et 17 m/TA

- Hypothèses de calculs

- Hypothèses géotechniques

Pour le dimensionnement, nous retiendrons le profil de sol mesuré le plus défavorable en termes d'épaisseur de remblai. Il correspond ici au sondage SP1. La longueur et la profondeur d'ancrage des pieux sera néanmoins à adapter à la profondeur réelle du niveau compact.

	Formation 1 : Remblais	Formation 2 : Horizon compact	Formation 3 : Limon argileux	Formation 4 : Horizon plus compact
Épaisseur	≈ 7,5 m	≈ 2,2 m	≈ 7,0 m	≥ 4,8 m
Profondeur base	-7,5 m/TA	-9,7 m/TA	-16,7 m/TA	> -21 m/TA
Module pressiométrique ( $E_M$ )	$E_M \approx 8$ MPa	$E_M \approx 14,1$ MPa	$E_M \approx 6$ MPa	$E_M \approx 23$ MPa
Pression limite (PI)	$PI \approx 0,7$ MPa	$PI \approx 0,9$ MPa	$PI \approx 0,6$ MPa	$PI \approx 1,97$ MPa
Frottement ( $q_s$ )	Négligé	92 kPa	55 kPa	90 kPa

Les valeurs de frottements latéraux sont définies conformément à la norme NF P 94-262. Il s'agit de valeurs dans le cas de pieux à la tarière creuse.

○ **Hypothèses sismiques**

Le terrain étant situé en zone 2 (sismicité modérée), les ouvrages ne sont pas obligés d’être justifiés selon les sollicitations sismiques.

○ **Descentes de charges**

Parmi les descentes de charges communiquées, 3 combinaisons ont été retenues représentant les cas faiblement, moyennement et fortement chargés :

- Charge faible :
  - 180 kN à l’ELS quasi-permanente
  - 250 kN à l’ELS caractéristique
  - 352,5 kN à l’ELU fondamentale
  - 200 kN à l’ELU accidentelle
- Charge moyenne :
  - 310 kN à l’ELS quasi-permanente
  - 455,4 kN à l’ELS caractéristique
  - 645,6 kN à l’ELU fondamentale
  - 350 kN à l’ELU fondamentale
- Charge forte :
  - 1030 kN à l’ELS quasi-permanente
  - 1460,05 kN à l’ELS caractéristique
  - 2062,6 kN à l’ELU fondamentale
  - 1150 kN à l’ELU fondamentale

● **Caractéristiques des ouvrages**

Le dimensionnement des pieux est réalisé sur la base du logiciel FoXta version 4.1.13 avec les paramètres suivants :

**Cadre réglementaire** : EC7 – Norme NF.P 94-262

**Méthode** : Résultats pressiométriques

**Section de calcul** : circulaire

**Classe du pieu** : Classe 2 – Pieu tarière creuse

**Catégorie du pieu** : Catégorie 6 [FTC, FTCD] – Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Les caractéristiques des pieux à mettre en œuvre sont données ci-après.

Pieux	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Ancrage (m)
P14, P15, P43 à P49	420	18	1,3
P1 à P8, P13, P16, P20, P21, P25, P26, P28, P29, P31 à P34, P38, P39, P41 et P42	520	18,3	1,6
P9 à P12, P17 à P19, P22 à P24, P27, P30, P35 à P37 et P40	720	18,9	2,2

**Remarque importante** : La longueur des pieux est indicative et devra être adaptée en phase chantier.

En phase G3, le dimensionnement du ferrailage et de la section des pieux devra prendre en compte les efforts horizontaux.



- **Dispositions constructives**

Nous rappelons que conformément à la norme NF P 94-262 des essais d'arrachement seront à exécuter avant le démarrage des travaux.

L'entreprise devra employer les moyens nécessaires pour respecter les longueurs d'ancrage calculées.

Les longueurs des pieux devront être adaptées en cours de chantier en fonction de la lithostratigraphie réellement rencontrée.

L'entreprise est informée de la présence de vestiges maçonnés de l'ancienne maison d'arrêt et de blocs dans les remblais qui pourront gêner la réalisation des pieux. L'entreprise devra prévoir des engins adaptés pour la réalisation de ses pieux, notamment pour la purge des vestiges de maçonnés.

#### **4.5 Assises des dallages et voiries**

Remarque générale : Les épaisseurs et la nature des matériaux recommandées dans les paragraphes suivants constituent un minimum. Les conditions de réalisation (intempéries, circulations souterraines, technique, matériaux...) influencent fortement les résultats. Des planches d'essai en début de chantier sont recommandées pour valider et si nécessaire adapter la structure des couches de forme sous voiries et dallages. Une réserve de matériaux devra être prévue au marché pour les éventuelles adaptations de ces épaisseurs.

##### **4.5.1 Dallage**

Compte tenu des caractéristiques du sites (remblais hétérogène), il est conseillé de réaliser un dallage porté. La réalisation d'un vide sanitaire n'est pas indispensable.

##### **4.5.2 Voiries légères**

- **Plate-forme - Caractérisation de l'assise**

En phase travaux, après décapage des horizons terreux ou limono-argileux déstructurés, on devrait obtenir une P.S.T n°2 avec une classe d'arase AR1.

Sur ces terrains sensibles à l'eau, la portance, plutôt bonne à court terme sur terrains secs, peut chuter sous l'action des infiltrations des eaux pluviales. La réalisation d'une couche de forme est donc nécessaire pour atteindre les objectifs de portance à long terme.

- **Couche de forme - Première approche**

Le parking existant ne présente pas de désordres apparents. Dans ces conditions, la couche de forme gravelo-sableuse existante de la voirie et du parking du tribunal pourra être conservées et servir de base à la couche de forme des voiries et aux parkings après contrôle par essais à la plaque.

Si cette couche de forme devait être décapée partiellement ou totalement, les structures des voiries et parkings devront être fondés sur une couche de matériaux homogènes et de bonne qualité et auront la structure suivante :

<b>Constitution</b>	Épaisseur minimale	40 cm
	Interposition d'un géotextile	Nécessaire
	Tapis de cloutage 100/300 mm	-
<b>Matériaux</b>	Nature	GNT
	Granulométrie	0-100 mm ou équivalent
	Teneur en fines (<80 µm)	< 10 %
	Équivalent sable	ESP > 30
<b>Objectifs (*)</b>	EV <sub>2</sub>	50 MPa
	EV <sub>2</sub> /EV <sub>1</sub>	≤ 2,2

(\*) Critères de réception de la plate-forme finie, mesurables par essais de plaque à la poutre de Benkelman.

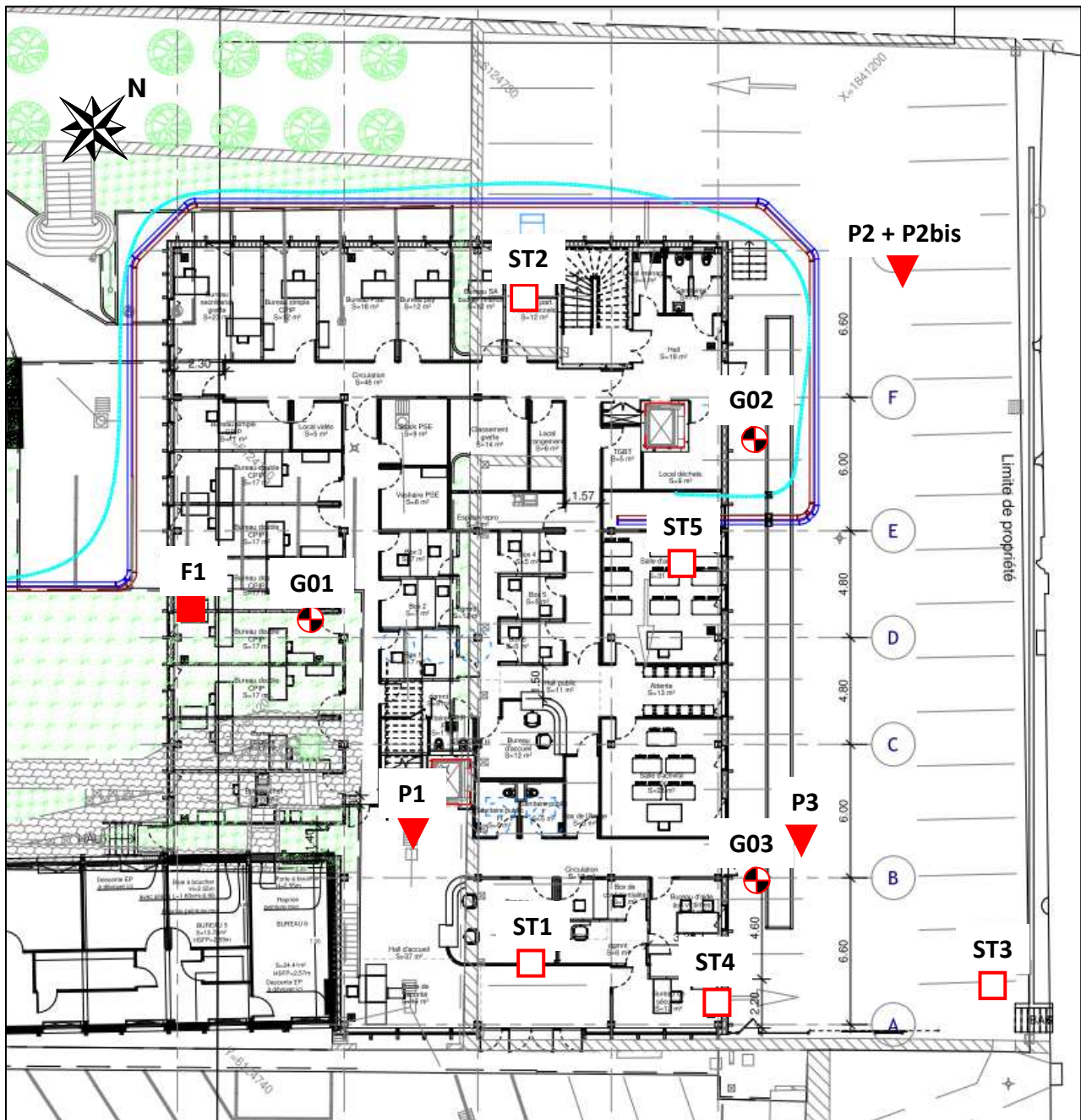
Les valeurs indiquées ci-dessus sont données dans le but d'obtenir une plateforme de classe PF2. La structure de la voirie sera définie par un BET ou une entreprise qualifiée en fonction du trafic prévu.





## 5. GESTION ET REDUCTION DES RISQUES IDENTIFIES

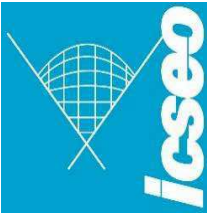
Le tableau ci-dessous liste les risques identifiés, leurs conséquences probables et les moyens à mettre en œuvre pour les réduire. Cette liste ne peut être exhaustive et des risques non identifiés en phase étude et découverts en phase chantier pourraient nécessiter des adaptations. Par ailleurs, certains risques peuvent être aggravés par les conditions météorologiques.

Risques	Conséquences	Gestion / adaptations
Terrains sensibles à l'eau.	Altération en présence d'eau (intempéries et/ou circulations). Surconsommation de béton.	Pompage de l'eau en fond de fouille et purge de l'épaisseur altérée. Adaptation de l'épaisseur des couches de forme. Béton de propreté et coulage à l'avancement. Prévoir une réserve de gros béton au marché.
Présence possible de gros blocs et de vestiges de maçonnerie	Surépaisseurs et surprofondeurs à l'ouverture des fouilles. Surconsommation de matériaux. Difficultés de terrassement.	Prévoir une réserve au marché. Utilisation d'engins adaptés.
Mur de séparation du parking et escalier du bâtiment C à démolir	Risques de tassements différentiels et de désordres si points durs et sols d'ancrage hétérogènes.	Purge totale des ouvrages enterrés (fondations, réseaux ...).
Présence de surépaisseurs de terrains médiocres ou détériorés par le démantèlement des réseaux	Adaptations en phase chantier. Surconsommation de matériaux.	Prévoir une réserve de matériaux au marché.

## SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES



-  Px : Essai de pénétration dynamique
-  G0x : Essai pressiométrique
-  STx : Sondage à la tarière
-  Fx : fouilles à la pelle mécanique



# Analyse granulométrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI  
Norme NF EN ISO 17892-4

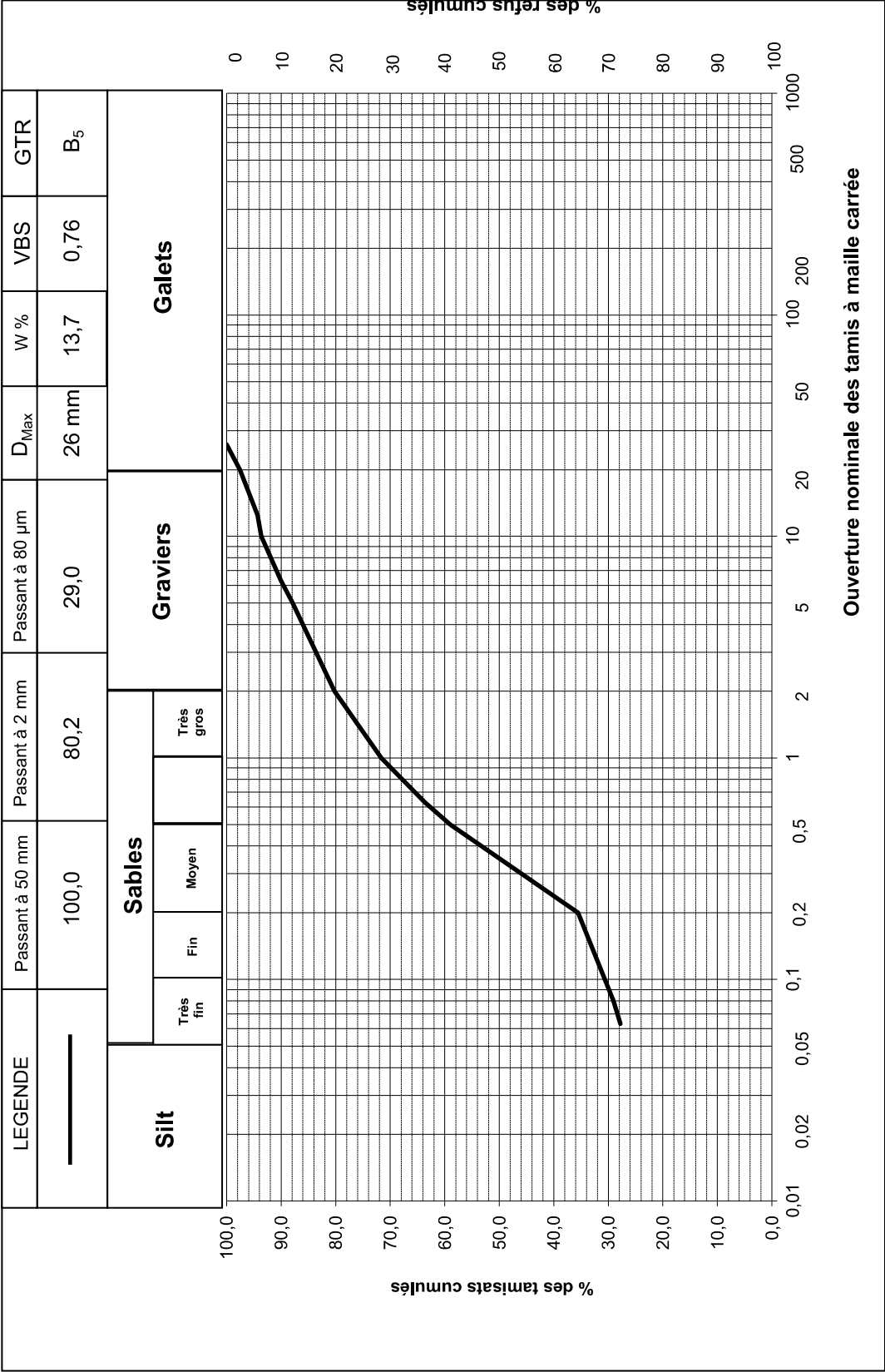
**Dossier :** MACON  
**Affaire :** 71.211922  
**Date de l'essai :** 15/11/21

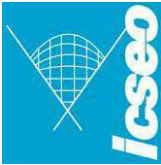
**Mode de prélèvement :** ☐ Pelle mécanique  
☒ Sondage géologique  
☐ Sondage carotté

**Sondage :** ST2  
**Profondeur en mètre :** 0,15-1,60 m  
**Opérateur :** ALTR

**Nature du terrain :** Remblai: limon sableux gris brun foncé à noir à cailloutis divers et débris de briques

Tamis	Passants
200	
125	
100	
80	
63	
50	
40	
37,5	100,0
25	
20	97,6
16	
14	
12,5	94,3
10	93,7
8	
6,3	90,1
5	87,9
4	
3,15	
2,5	
2	80,2
1,6	
1,25	
1	71,6
0,8	
0,63	63,7
0,5	59,0
0,4	
0,315	
0,25	
0,2	35,5
0,16	
0,125	
0,1	
0,08	29,0
0,063	27,8





# Analyse granulométrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

Dossier : MACON

Affaire : 71.211922

Date de l'essai : 16/11/21

Mode de prélèvement :

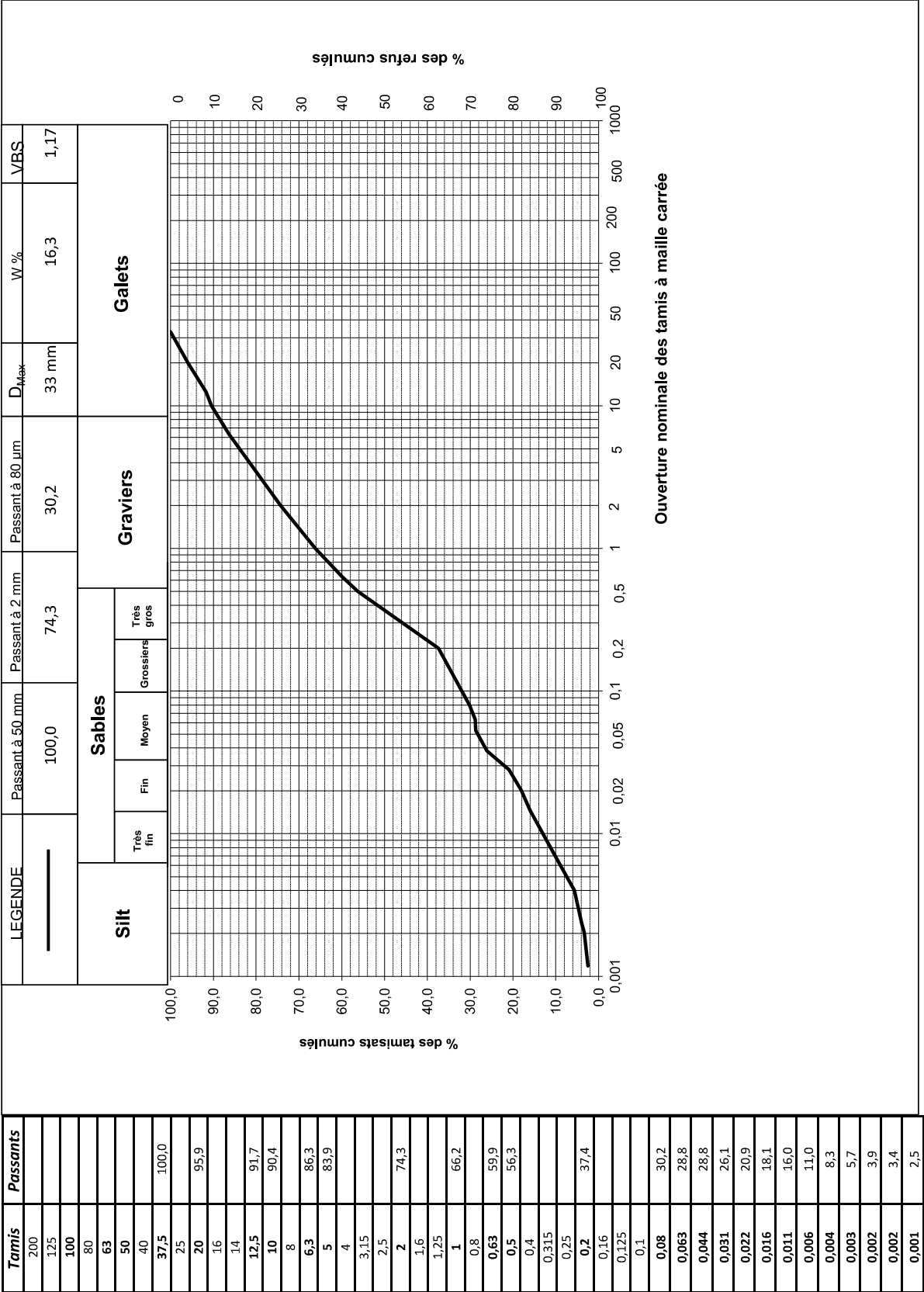
- ☒ Pelle mécanique
- ☐ Sondage géologique
- ☐ Sondage carotté

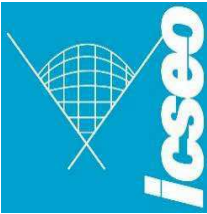
Sondage : ST3

Profondeur en mètre : 0,50-2,60 m

Opérateur : ALTR

Nature du terrain : Remblai: limon ± sableux gris brun ocre à graviers, cailloutis, briques





# Analyse granulométrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

Dossier : MACON

Affaire : 71.211922

Date de l'essai : 15/11/21

Sondage : ST5

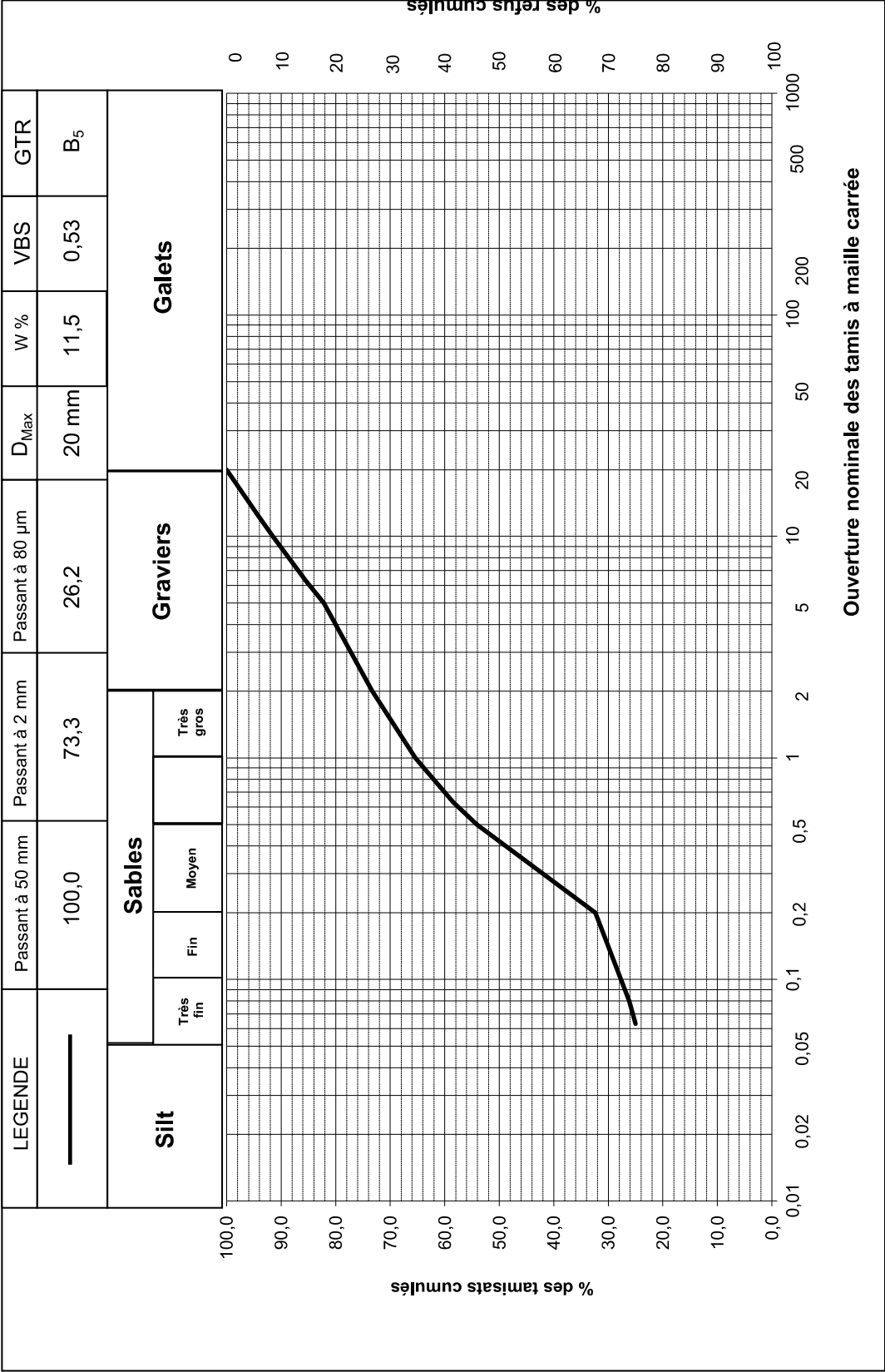
Profondeur en mètre : 0,40-1,80 m

Opérateur : ALTR

Mode de prélèvement : ☐ Pelle mécanique  
☒ Sondage géologique  
☐ Sondage carotté

Nature du terrain : Remblai: limon très sableux gris brun ocre à graviers, cailloutis et briques

Tamis	Passants
200	
125	
100	
80	
63	
50	
40	
37,5	
25	
20	100,0
16	
14	
12,5	94,3
10	91,6
8	
6,3	85,5
5	82,2
4	
3,15	
2,5	
2	73,3
1,6	
1,25	
1	65,4
0,8	
0,63	58,4
0,5	54,1
0,4	
0,315	
0,25	
0,2	32,4
0,16	
0,125	
0,1	
0,08	26,2
0,063	25,0







## Sensibilité au retrait-Gonflement (Projet ARGIC)

**Dossier :** MACON  
**Affaire :** 71.211922  
**Date :** 16/11/2021

**Sondage:** ST3  
**Profondeur:** 0,50-2,60  
**Opérateur :** ALTR

**Nature du terrain :** Remblai: limon ± sableux gris brun ocre à graviers, cailloutis, briques

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)

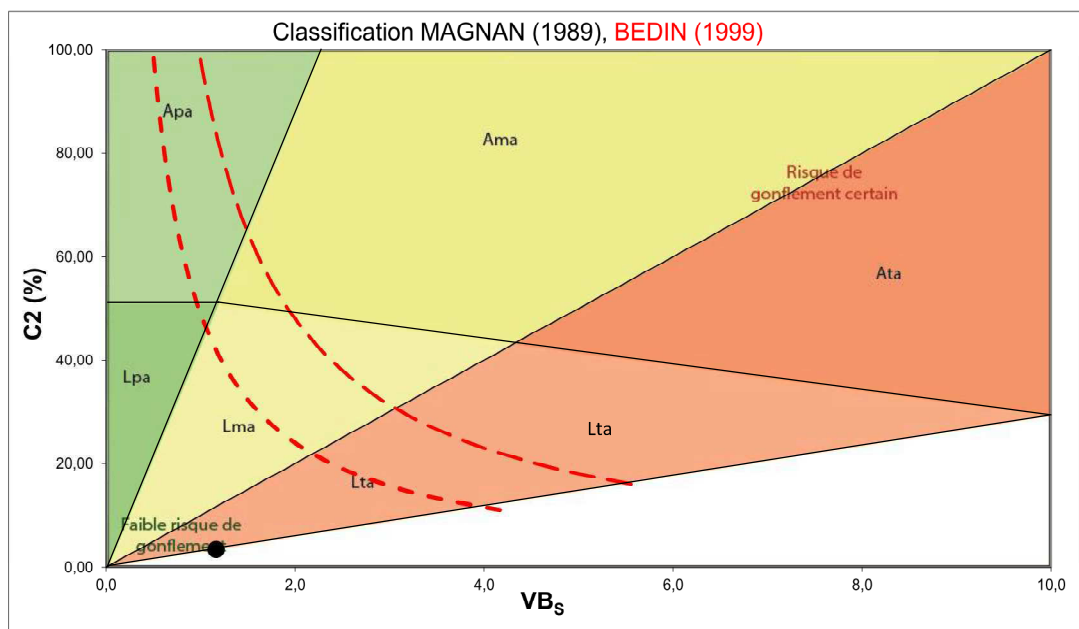
$V_{BS} =$  1,2

$C_2$  (%) = 3,37

$V_{BS}$	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

$A_{CB} =$  35



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

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



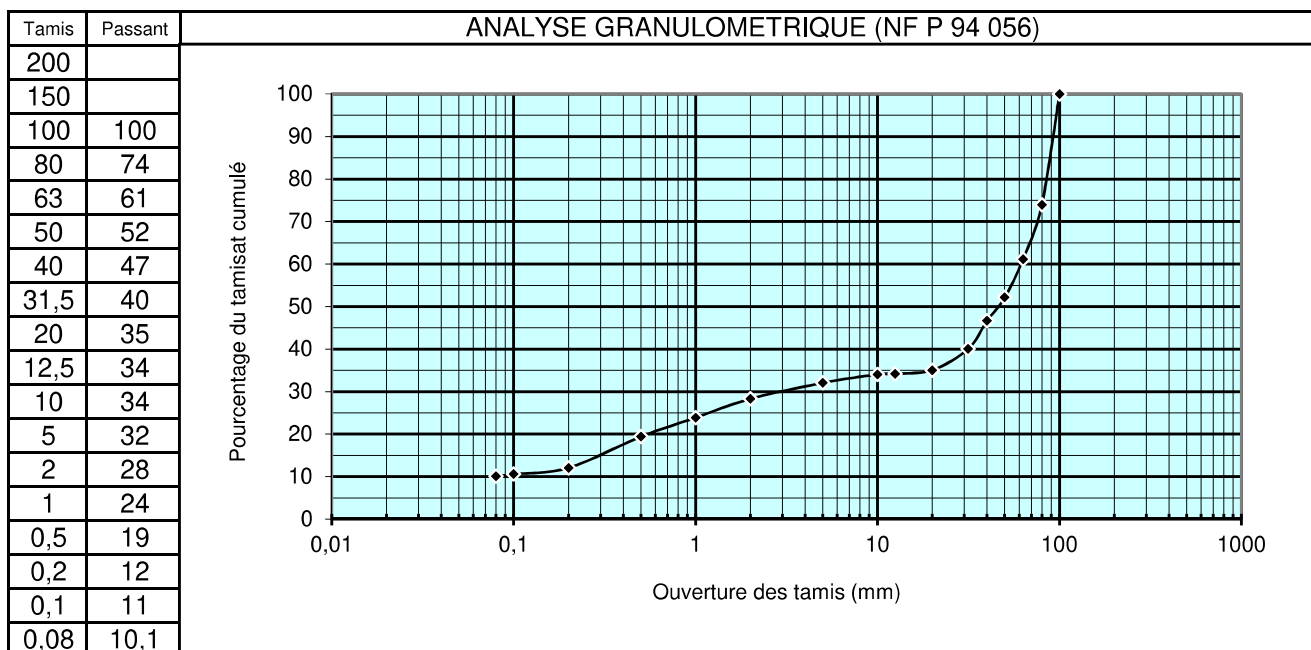
## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

 Nature des matériaux : Remblai : sable limoneux très graveleux  
 Provenance des matériaux : F1  
 Profondeurs : 2,3m  
 Observations : noir, débris de briques

Date du prélèvement : 03/05/2023

Date des essais : 12/05/2023

Opérateurs : TTt



### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	19,4%	
NF P 94 056	D max =	100,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	16,6 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,5	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	

**CLASSIFICATION GTR :**
**C1 B4**

Observations :

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Remblai : sable limono-graveleux

Date du prélèvement : 03/05/2023

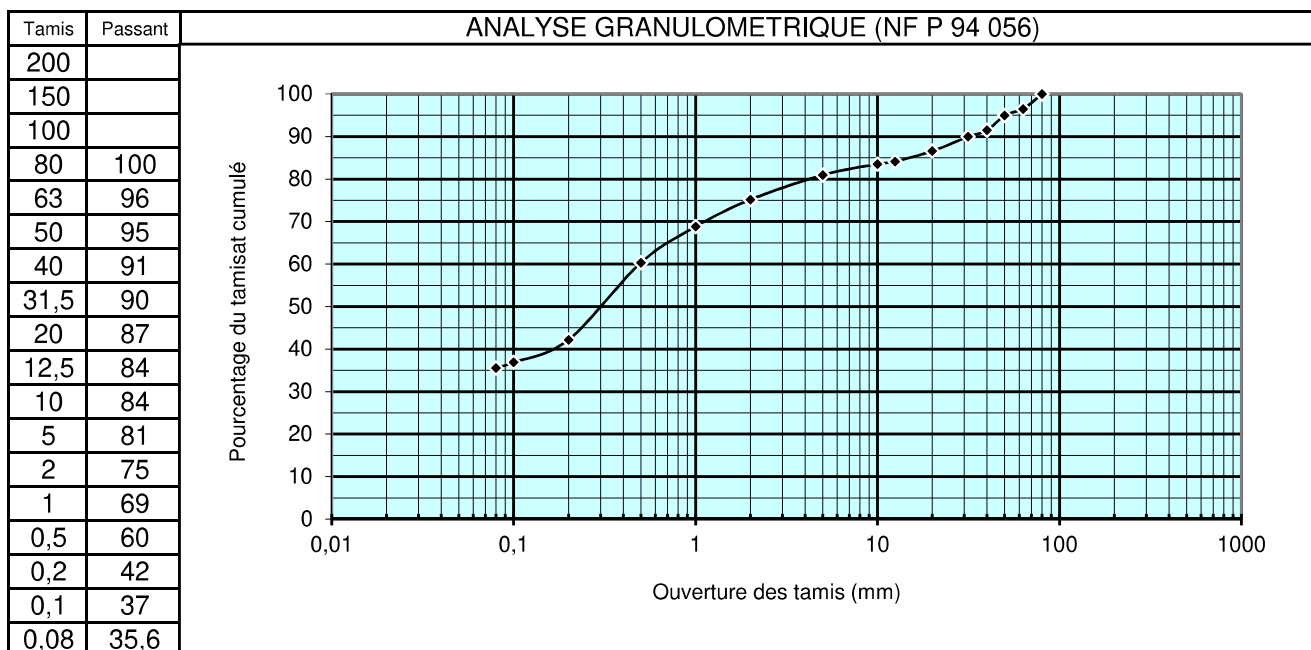
Provenance des matériaux : F1

Date des essais : 12/05/2023

Profondeurs : 1,2m

Opérateurs : TTt

Observations : noir, débris de briques



### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	37,4%	
NF P 94 056	D max =	80,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	17,7 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,9	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	

**CLASSIFICATION GTR :**
**C1 A1**

Observations :

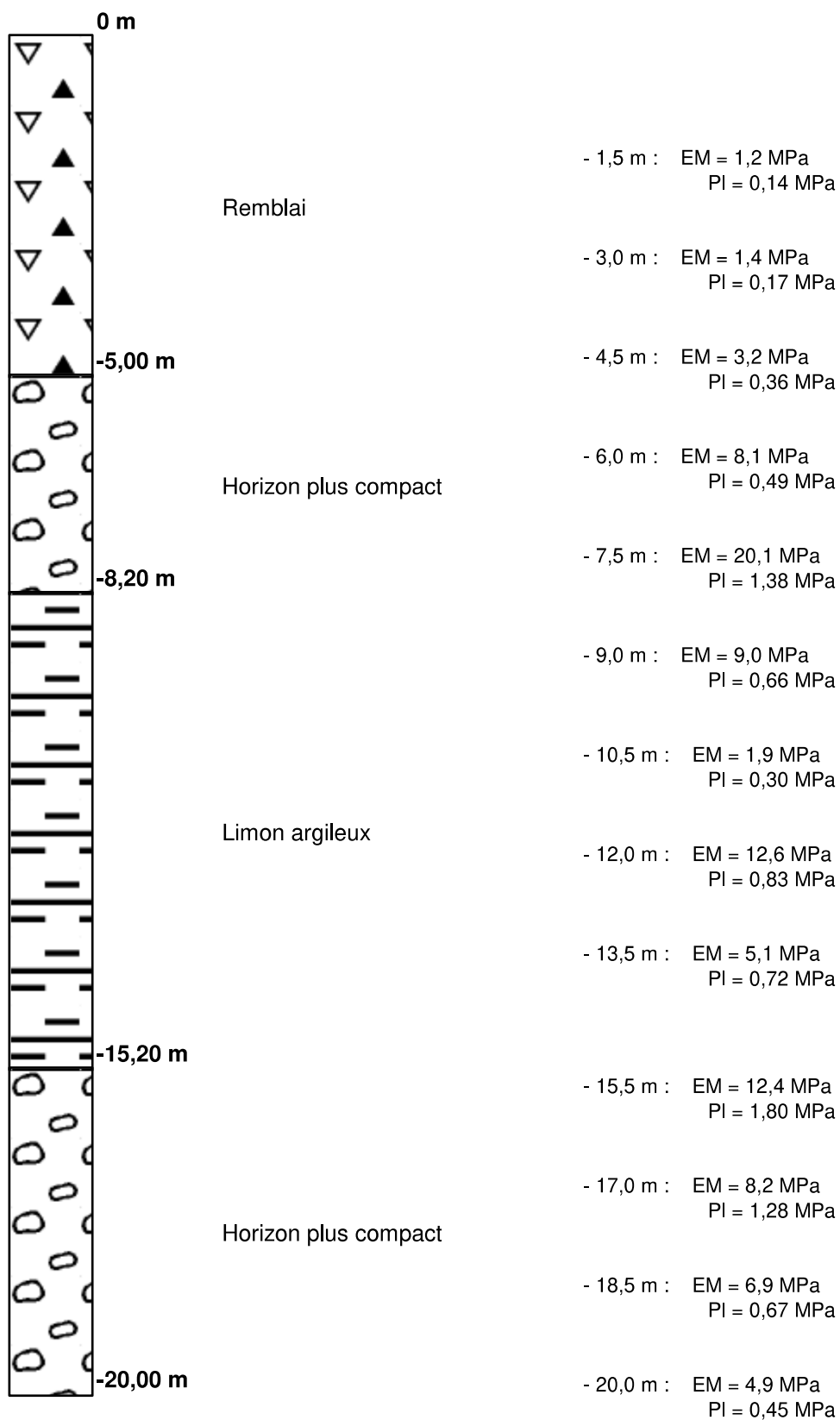
# PROJET : Ministère de la Justice à MÂCON (71)

## Cité Judiciaire

---

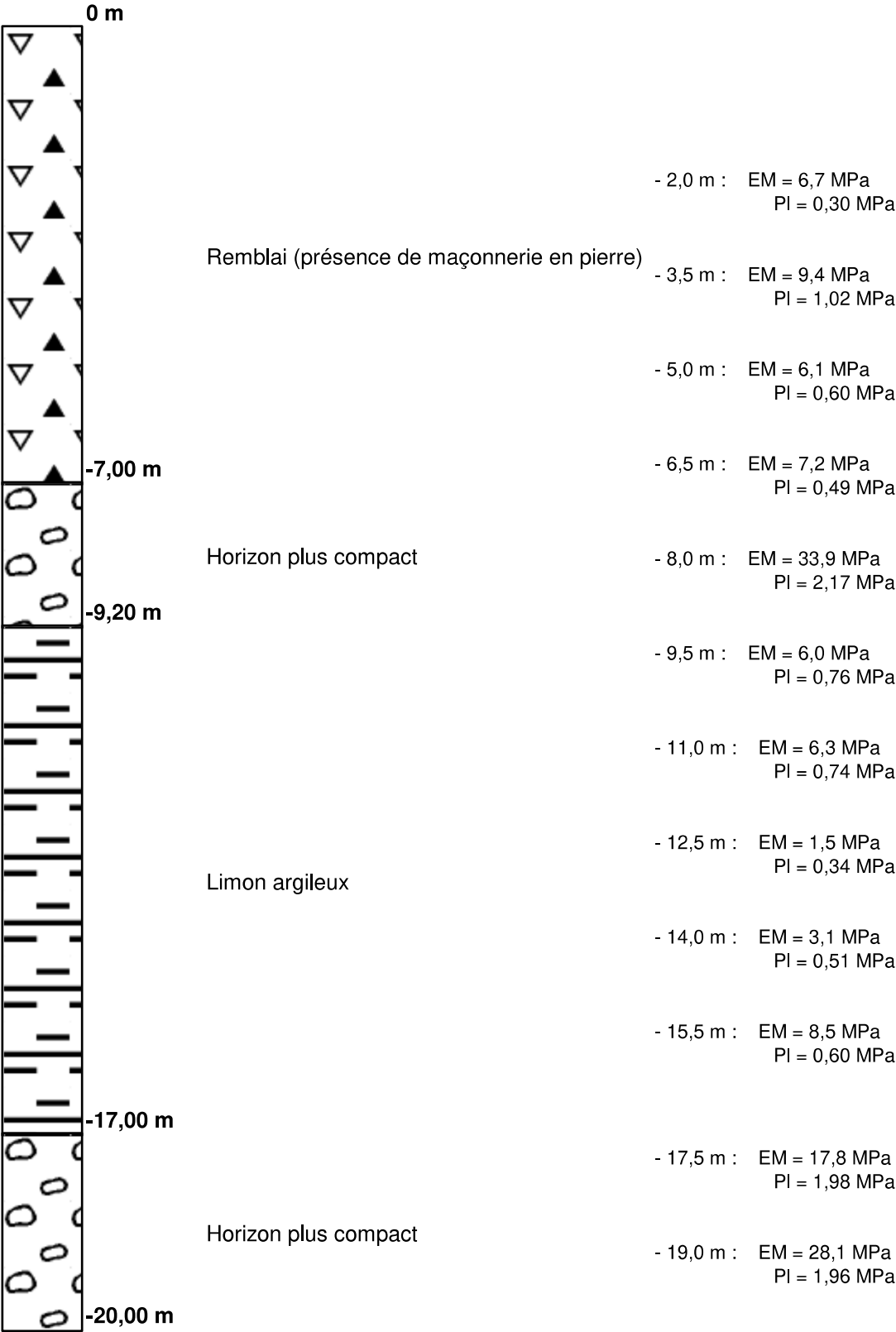
### Sondage G01

Cote TN : 191,70 m NGF



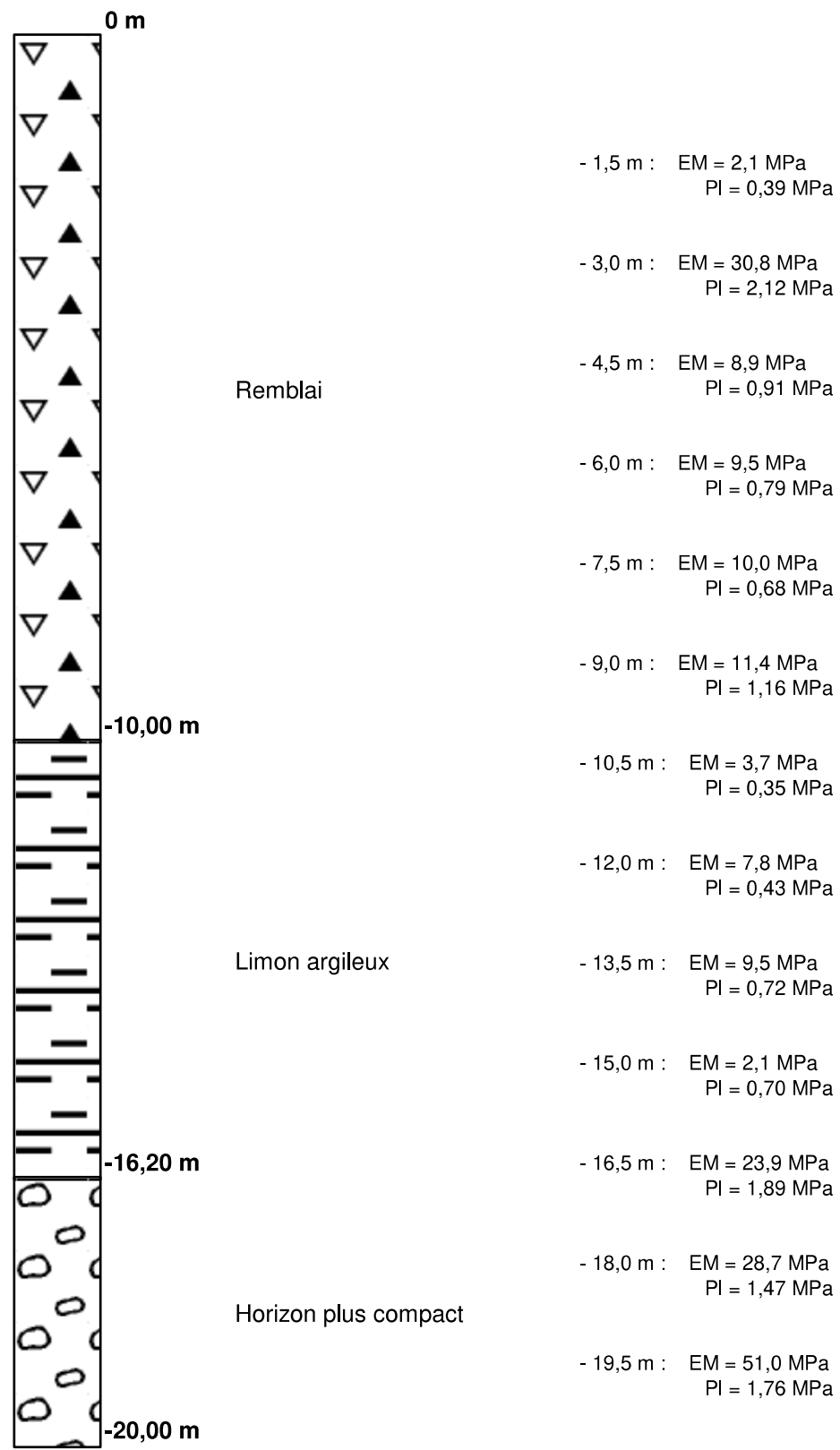
PROJET : Ministère de la Justice à MÂCON (71)  
Cité Judiciaire

Sondage G02                      Cote TN : 192,05 m NGF



PROJET : Ministère de la Justice à MÂCON (71)  
Cité Judiciaire

Sondage G03 Cote TN : 192,02 m NGF



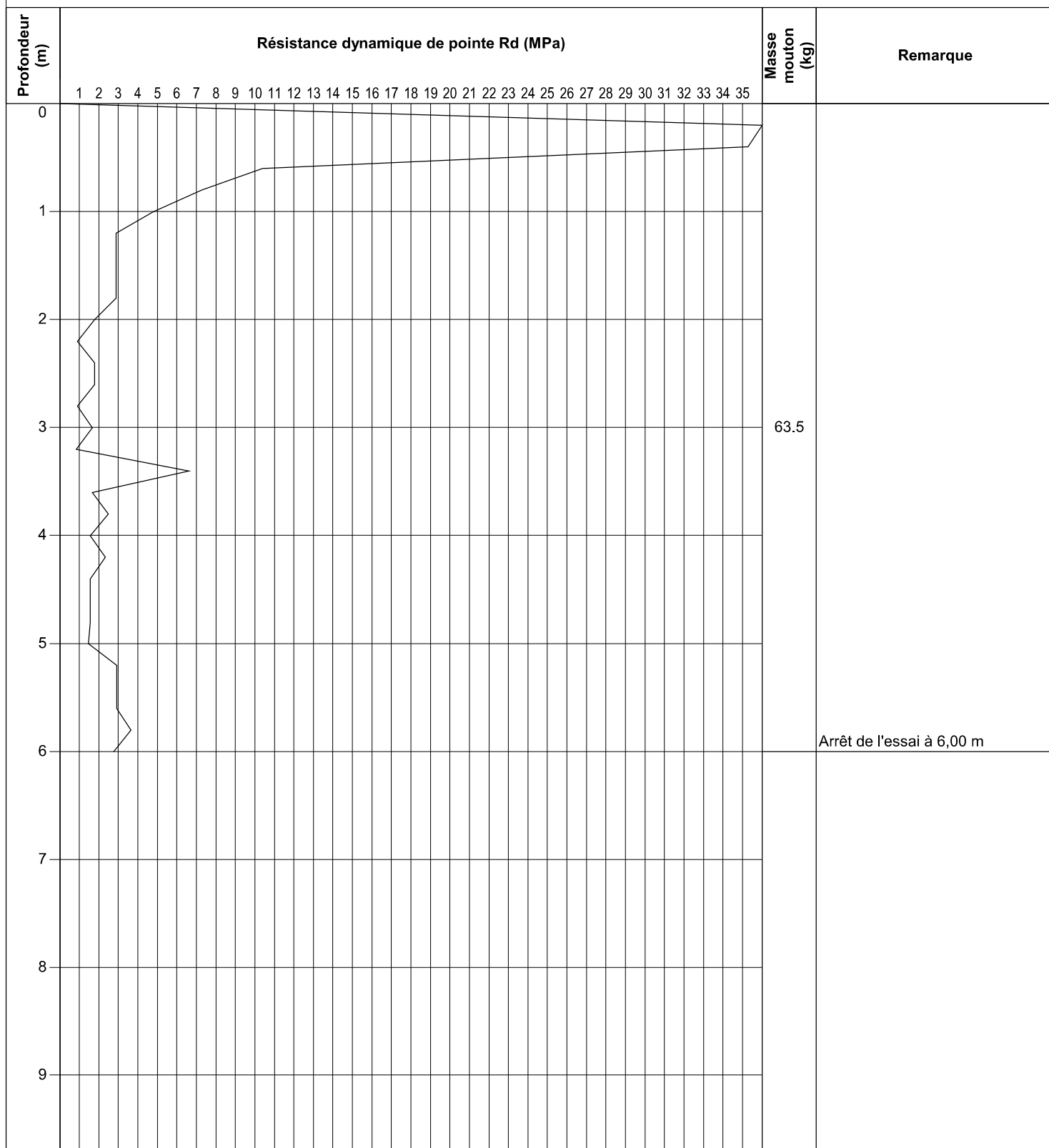


# Forage : P1

Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : **MACON**  
Cité judiciaire  
Affaire : **71.211922**

X :  
Y :  
Z : **100.10** Réf.  
Date : **03/11/2021**  
Echelle : **1/50**  
Page : **1/1** **TGA**



## Caractéristiques du pénétromètre dynamique type B

Aire de la section droite de la pointe : 20 cm<sup>2</sup>  
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

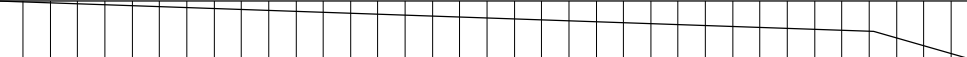


# Forage : P2 bis

Pénétrromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : **MACON**  
Cité judiciaire  
Affaire : **71.211922**

X :  
Y :  
Z : **101.65** Réf.  
Date : **03/11/2021**  
Echelle : **1/50**  
Page : **1/1** **TGA**

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	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
0																																				63.5	Refus de l'essai à 0,40 m
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					

EXGTE 3.23

## Caractéristiques du pénétrromètre dynamique type B

Aire de la section droite de la pointe : 20 cm<sup>2</sup>  
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



## Forage : P2

Pénétromètre dynamique  
Norme NF P 94-115

Dossier : **MACON**  
Cité judiciaire

Affaire : **71.211922**

X :

Y :


Z : 101.65 Réf.

Date : 03/11/2021

Echelle : 1/50

Page : 1/1

TGA

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	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
0																																				63.5	
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					

EXGTE 3.23

### Caractéristiques du pénétromètre dynamique type B

Aire de la section droite de la pointe : 20 cm<sup>2</sup>

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



**Dossier : MACON**  
**Cité judiciaire**

**X:**

Date : 03/11/2021

**Y:**

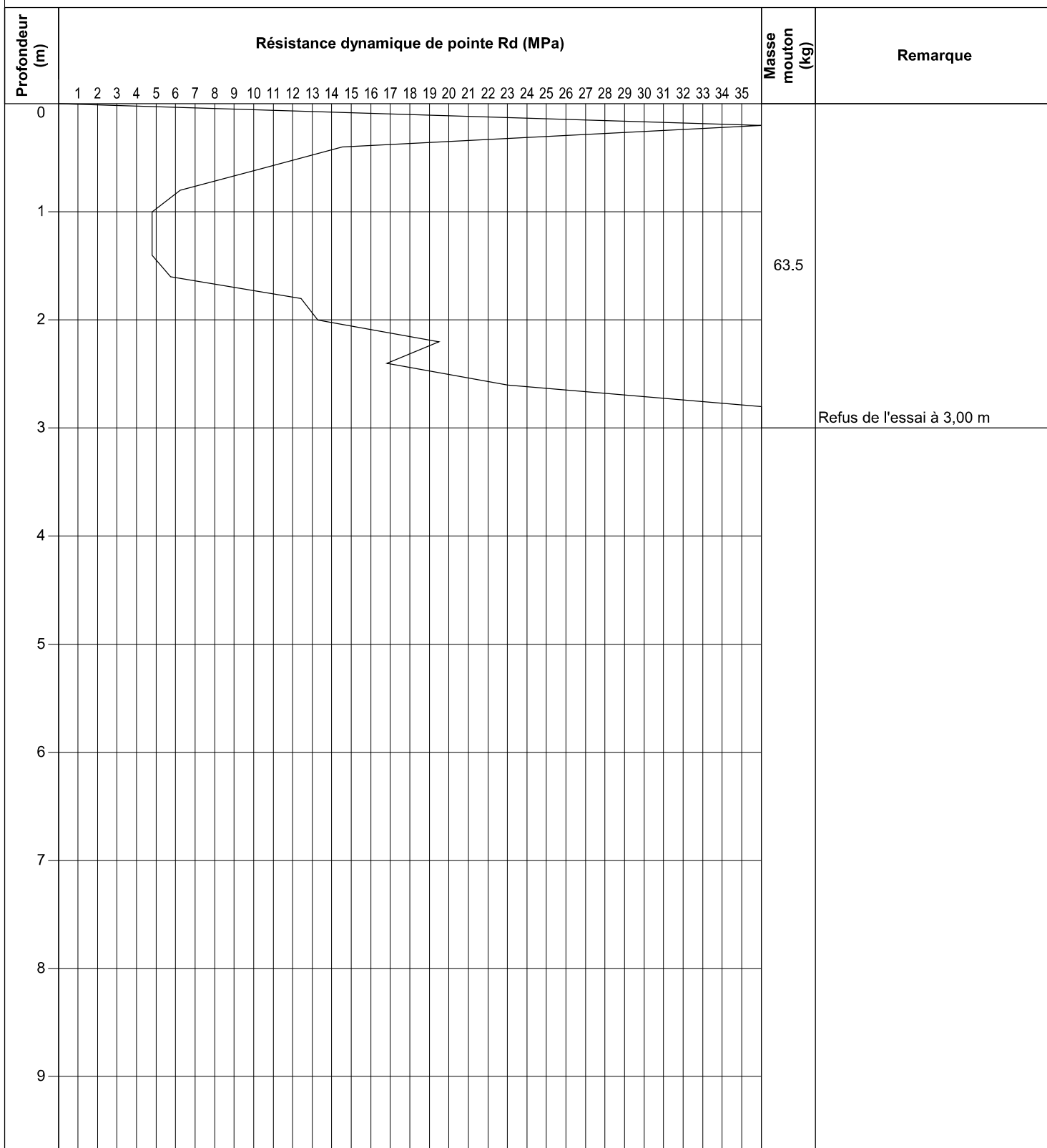
**Echelle : 1/50**

**Affaire : 71.211922**

**Z : 101.00 Réf.**

Page : 1/1

## TGA



EXGTE 3,23

### 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



**Date : 03/11/2021**

**Echelle : 1/50**

Page : 1/1

**TGA**

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

EXGTE 3.23

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

**Dossier : MACON**  
**Cité judiciaire**  
**Affaire : 71.211922**

X : Date : 03/11/2021  
Y : Echelle : 1/50  
Z : 101.60 Réf. Page : 1/1 TGA

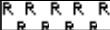
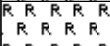

[illegible]

**Observations :**

EXGTE 3.23

**Dossier : MACON**  
**Cité judiciaire**  
**Affaire : 71.211922**

X : Date : 03/11/2021  
Y : Echelle : 1/50  
Z : 100.75 Réf. Page : 1/1 TGA

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie		Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
100,55 m	0,20		Remblai : concassé calcaire beige ocre rosé	Sec le 03/11/2021	THC Ø 63 mm		
100,25 m	0,50		Remblai : limon sableux gris brun à cailloutis, blocs et débris de briques				
98,15 m	2,60		Remblai : limon ± sableux gris brun ocre à graviers, cailloutis et débris de briques				

**Observations :**

Refus du sondage à 2,60 m de profondeur.

EXGTE 3.23



# Forage : ST4

Sondage géologique

Dossier : **MACON**  
Cité judiciaire  
Affaire : **71.211922**

X :  
Y :  
Z : **101.10** Réf.      Date : **03/11/2021**  
Echelle : **1/50**  
Page : **1/1**      TGA

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Perm (m/s)	Remarque
100,95 m	0,15	R R R R R Remblai : concassé calcaire beige ocre rosé	Sec le 03/11/2021	THC Ø 63 mm		
100,75 m	0,35	R R R R R Remblai : limon très sableux gris brun ocre à cailloutis				
100,50 m	0,60	R R R R R Remblai : limon sableux brun ocre clair grisâtre à cailloutis, blocs et graviers				
		R R R R R				
		R R R R R	Sec le 03/11/2021	THC Ø 63 mm		
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
		R R R R R				
98,50 m	2,60	R R R R R				

Observations :  
Refus du sondage à 2,60 m de profondeur.

EXGTE 3.23



# COUPE DE LA FOUILLE DE RECONNAISSANCE

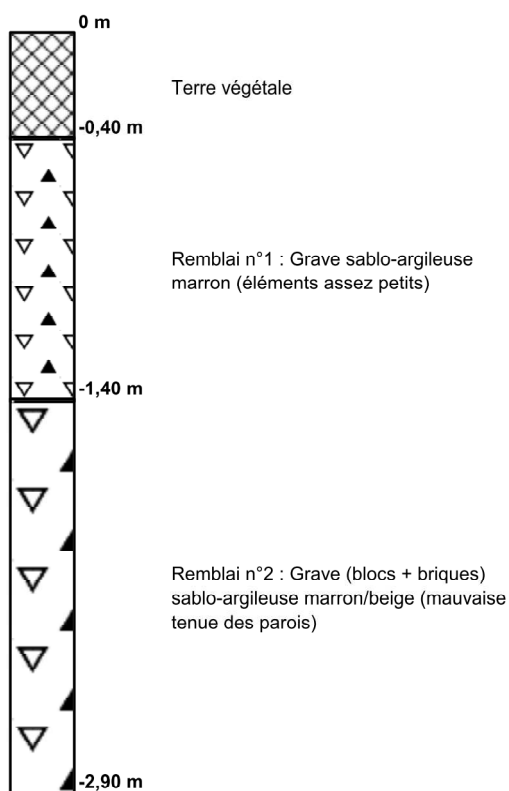
## PROJET MINISTERE DE LA JUSTICE à MÂCON (71)

### Cité Judiciaire

---

Sondage F1

191,80 m NGF



# **ANNEXE CALCULS**



# Données

Titre du projet : Dim pieux MACON

Numéro d'affaire : 23-096

Commentaires : Dimensionnement de pieux pour la future cité Jidiciaire

Titre du calcul : Charge faible (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,42

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblai		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-7,50	700,00	0,00	0,00	1,265
2	Horizon compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-9,70	900,00	82,02	1,65	1,265
3	limon argileux		Argile, limons	-16,70	600,00	55,02	1,30	1,265
4	Horizon plus compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-21,00	1970,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 18,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 25,00

CMax (MPa) : 30,00

k1 : 1,35

k2 : 1,15

k3 : 1,00

Pieu en béton armé : Oui

Fck\* (MPa) : 16,103

Fcd ELU FOND (MPa) : 10,735

Fcd ELU ACC (MPa) : 13,419

σmoy,ELS (MPa) : 4,831

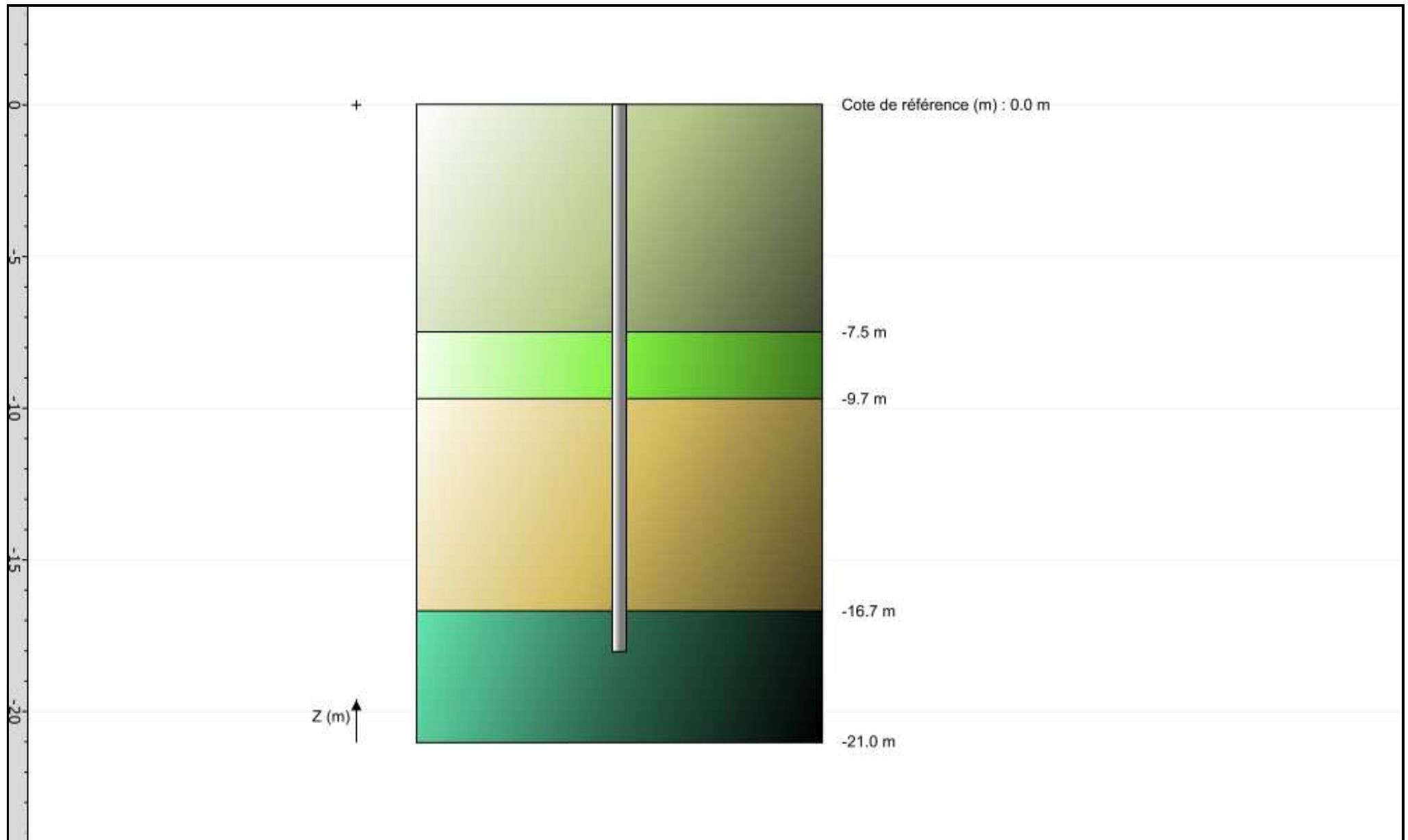


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 22/05/2023 - 09:44:34  
Calcul réalisé par : AIN GEOTECHNIQUE

Projet : Dim pieux-MACON  
Module : Fondprof (Pieu 1/3)  
Titre du calcul : Charge faible

# Onglet "Paramètres généraux"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : Dim pieux MACON

Numéro d'affaire : 23-096

Commentaires : Dimensionnement de pieux pour la future cité Jidiciaire

Titre du calcul : Charge moyenne (pieu n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,52

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblai		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-7,50	700,00	0,00	0,00	1,265
2	Horizon compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-9,70	900,00	82,02	1,65	1,265
3	limon argileux		Argile, limons	-16,70	600,00	55,02	1,30	1,265
4	Horizon plus compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-21,00	1970,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 18,30

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 25,00

CMax (MPa) : 35,00

k1 : 1,30

k2 : 1,20

k3 : 1,00

Pieu en béton armé : Oui

Fck\* (MPa) : 16,026

Fcd ELU FOND (MPa) : 10,684

Fcd ELU ACC (MPa) : 13,355

σmoy,ELS (MPa) : 4,808

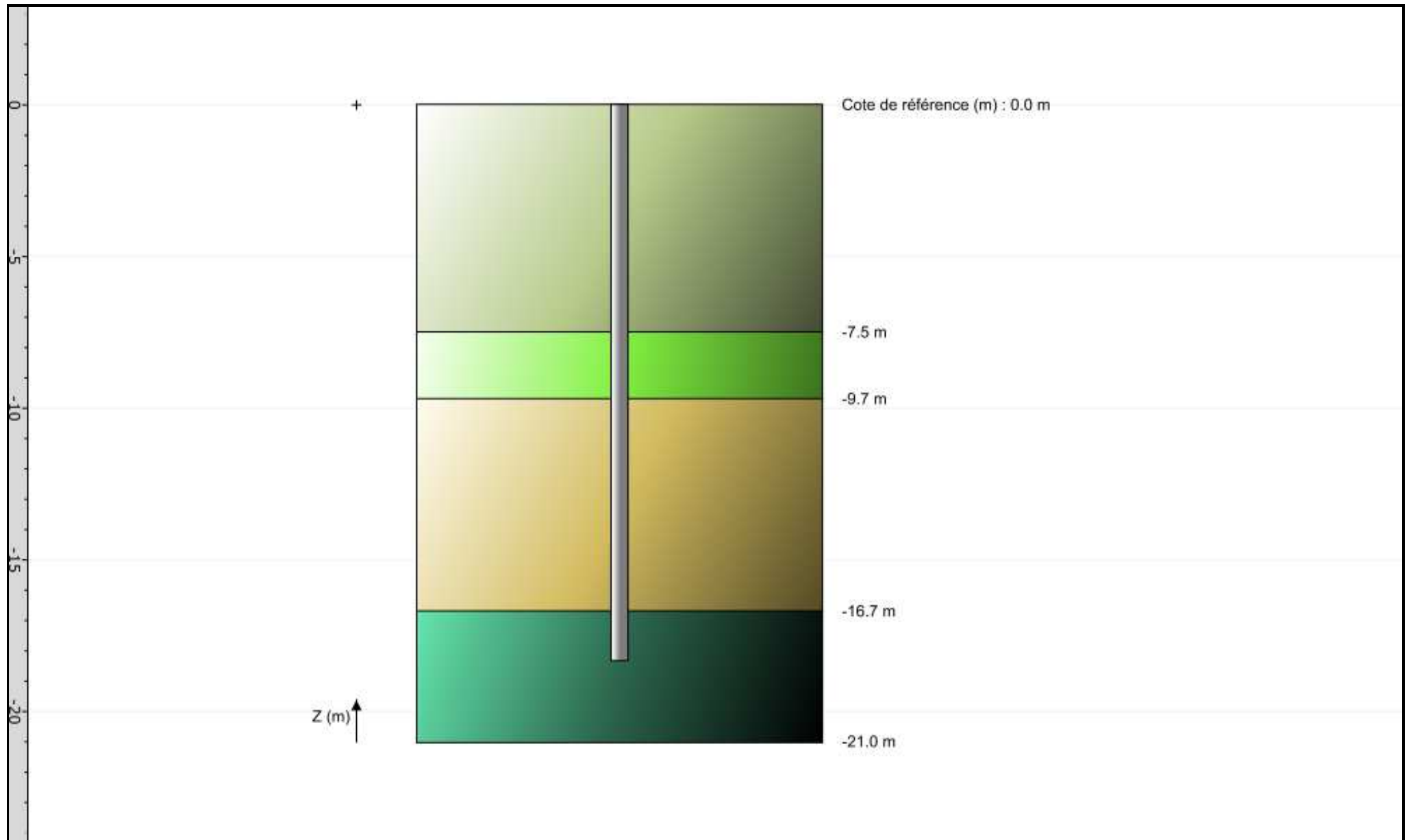


FoXta v4  
v4.1.13

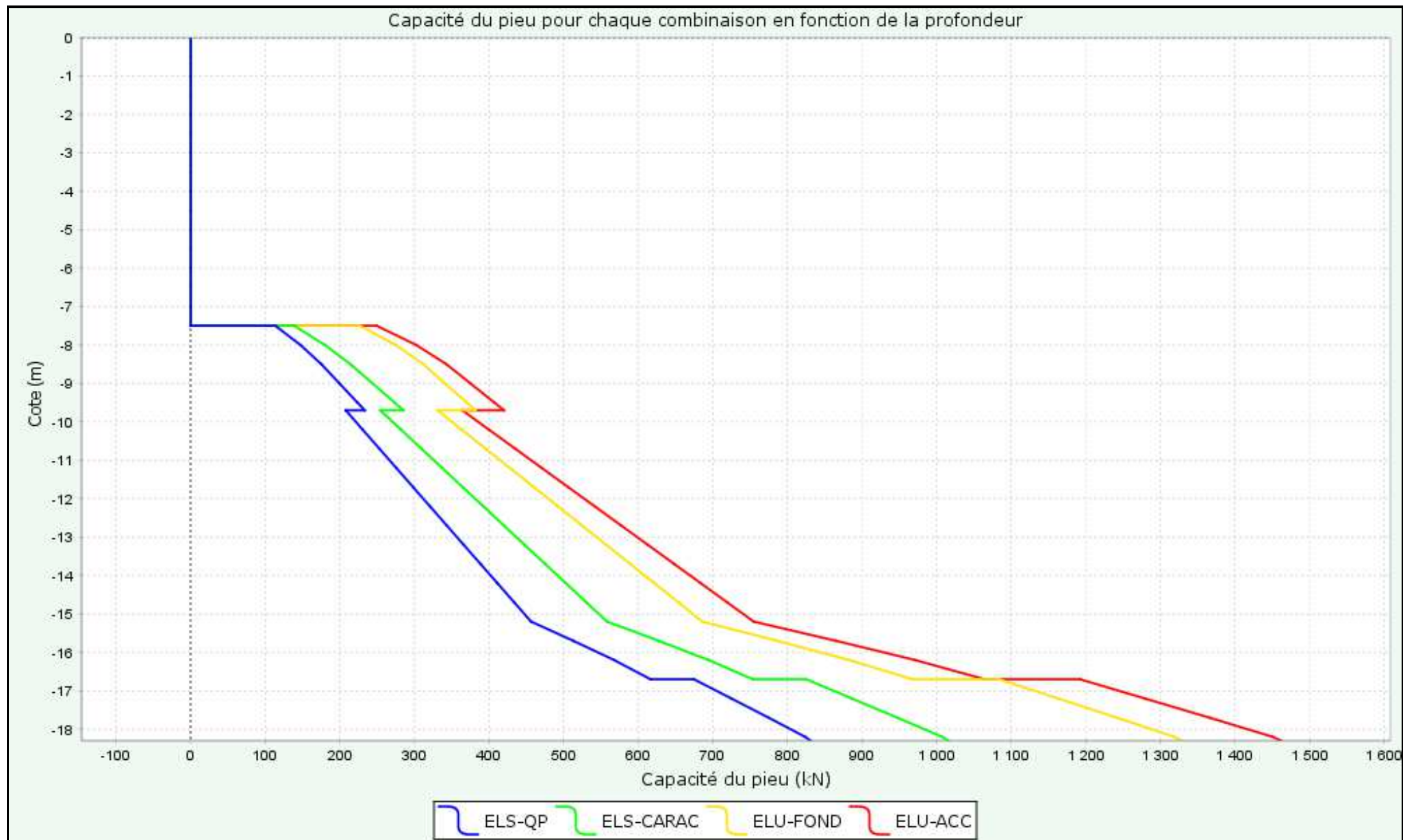
Imprimé le : 22/05/2023 - 09:44:59  
Calcul réalisé par : AIN GEOTECHNIQUE

Projet : Dim pieux-MACON  
Module : Fondprof (Pieu 2/3)  
Titre du calcul : Charge moyenne

# Onglet "Paramètres généraux"



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

Titre du projet : Dim pieux MACON

Numéro d'affaire : 23-096

Commentaires : Dimensionnement de pieux pour la future cité Jidiciaire

Titre du calcul : Charge forte (pieu n°3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,72

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblai		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-7,50	700,00	0,00	0,00	1,265
2	Horizon compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-9,70	900,00	82,02	1,65	1,265
3	limon argileux		Argile, limons	-16,70	600,00	55,02	1,30	1,265
4	Horizon plus compact		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-21,00	1970,00	90,00	1,65	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 18,90

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 25,00

CMax (MPa) : 35,00

k1 : 1,30

k2 : 1,20

k3 : 1,00

Pieu en béton armé : Oui

Fck\* (MPa) : 16,026

Fcd ELU FOND (MPa) : 10,684

Fcd ELU ACC (MPa) : 13,355

σmoy,ELS (MPa) : 4,808

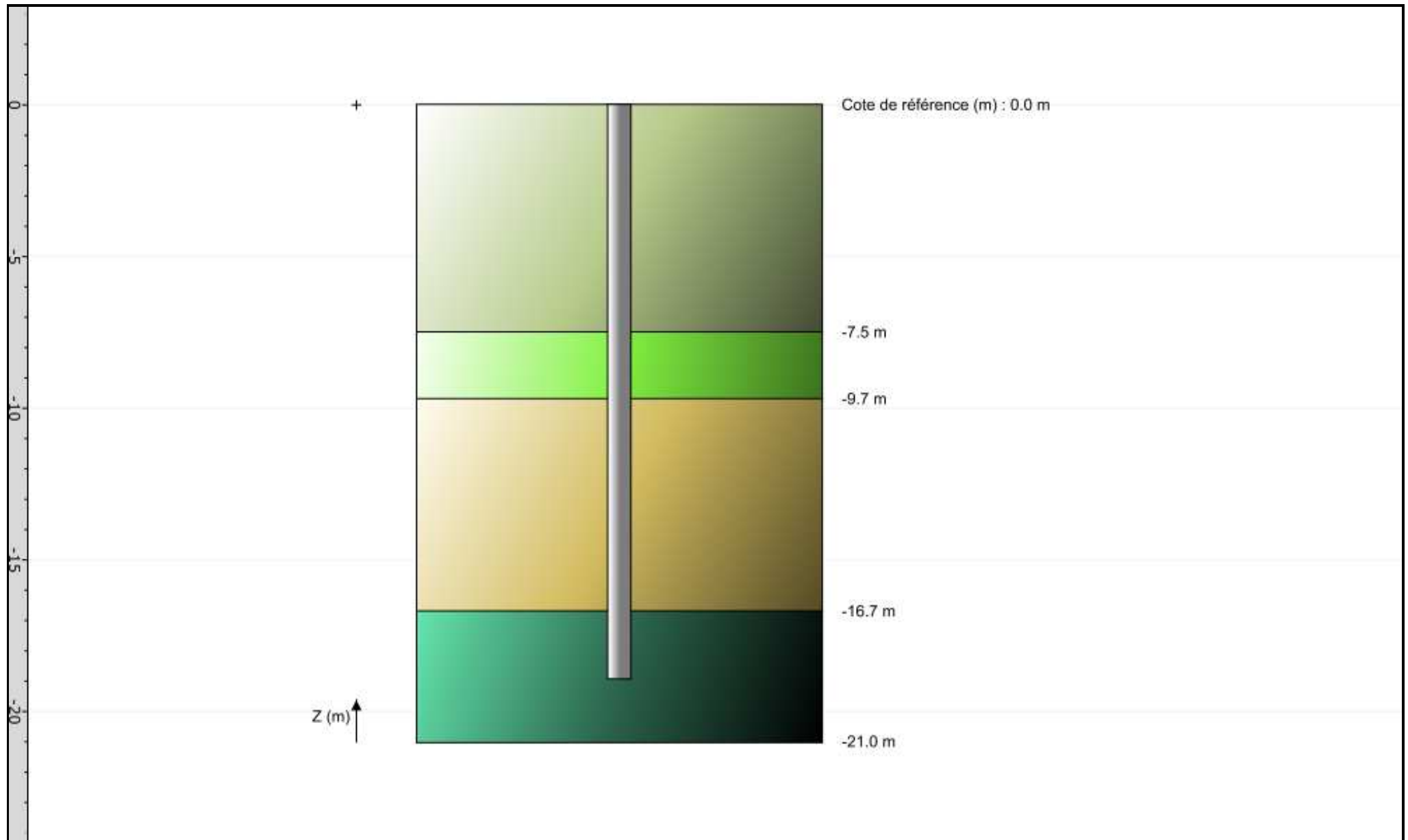


FoXta v4  
v4.1.13

Imprimé le : 22/05/2023 - 09:45:26  
Calcul réalisé par : AIN GEOTECHNIQUE

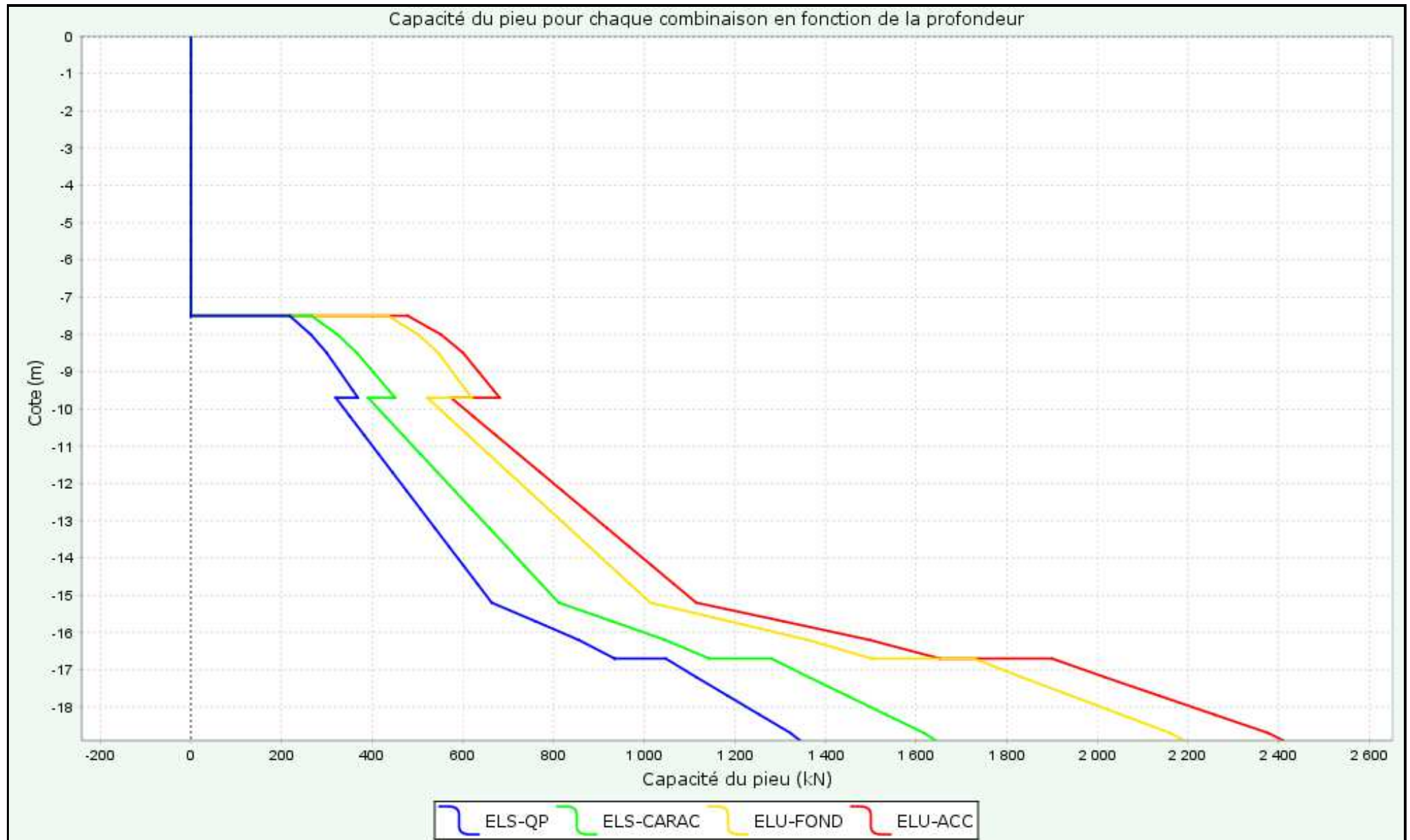
Projet : Dim pieux-MACON  
Module : Fondprof (Pieu 3/3)  
Titre du calcul : Charge forte

# Onglet "Paramètres généraux"





# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



## 5. Normes géotechniques : tableau synthétique

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

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

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

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

**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).