

RAPPORT D'ÉTUDE DE SOLS

Mission G2 AVP

Intitulé du projet :

Mise en accessibilité du Restaurant Universitaire
Du Technopôle de Metz

Adresse du projet :

Crous Resto U' Technopôle
Parcelle cadastrée section BX n°149
4 Boulevard Dominique François Arago / Place Jean-Baptiste Biot
57070 METZ
Département de la Moselle

Référence :

24/1364/57/0/M



AGENCE Nord-Est : 1 rue François Jacob - 54320 MAXEVILLE

Date du rapport : 05/11/2024

Modifié le : Néant

Affaire suivie par : Bastien ZAPP

INTERVENANTS :

Maître d'Ouvrage :

CROUS LORRAINE

75 Rue de Laxou

54000 NANCY



Architecte :

ATELIER D'ARCHITECTURE TANDEM

14bis Rue Principale

57645 OGY-MONTOY-FLANVILLE



Bureau d'Études de Sols et Fondations  1 rue François Jacob - 54320 MAXEVILLE



03 83 07 22 79



nordest@fondatec.fr



fondatec.fr

SOMMAIRE

I.	MISSION	5
II.	DOCUMENTS DE REFERENCE	6
1.	Documents du projet.....	6
2.	Règlements-recommandations	6
III.	LE SITE – SITUATION, CONTEXTE ET HISTORIQUE.....	8
1.	Situation	8
2.	Etat de surface du site	9
3.	Contexte de l'étude	10
4.	Historique du site	10
5.	Géologie locale	12
6.	Risques naturels	13
7.	Moyens d'investigation	15
IV.	NATURE ET CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	16
V.	NIVEAU D'EAU	17
VI.	LE PROJET.....	18
VII.	ÉTUDES DES FONDATIONS	21
1.	Conditions de fondation et de terrassement	21
2.	Principe de fondation – Niveau d'assise pour les élévateurs	21
a)	Fondations par radier	22
b)	Fondations par micropieux	22
3.	Tassements sous fondations par radier.....	23
4.	Sujétions d'exécution	23
VIII.	VERIFICATIONS DU RADIER POUR LE PROJET D'ELEVATEURS	24
1.	Méthodologie	24
2.	Modèle géotechnique	24
3.	Hypothèses matériaux du radier	25
4.	Eau dans les calculs.....	25
5.	Critère de dimensionnement	25
6.	Logiciel de calcul.....	25
7.	Descentes de charges	26
8.	Résultats des calculs	26
a)	Tassements	26



b)	Contrainte ELS	27
c)	Modules de réaction surfaciques	27
IX.	TERRASSEMENTS – TALUS – DRAINAGE.....	29
1.	Terrassements	29
2.	Stabilité des talus.....	29
3.	Drainage.....	29
	ANNEXES.....	31



I. MISSION

La présente étude est une étude de conception géotechnique correspondant à une mission de **G2 AVP** selon les termes de la « Classification des Missions Géotechniques Types », extraite de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

Cette mission a pour objet :

- De définir les risques naturels répertoriés pour le site (séisme, carrière, inondations, mouvement de terrain...) ;
- De déterminer la nature des terrains en place, leurs caractéristiques géométriques et mécaniques, ainsi que le niveau d'eau dans les sondages et de faire une synthèse géologique du site ;
- De définir le principe de fondation du projet, comprenant :
 - ✓ La nature et le niveau d'assise des fondations ;
 - ✓ Les contraintes des calculs à l'ELS et à l'ELU et les tassements éventuels ;
 - ✓ Les sujétions d'exécution.
- De proposer des sujétions d'exécution concernant le drainage, terrassements, blindage, présence d'eau ;
- De détailler la zone d'influence géotechnique comprenant la présence ou non d'avoisinants, d'existants...

Cette mission ne concerne pas toute étude de faisabilité et de stabilité d'ouvrages et aménagements annexes non projetés à ce jour ou le diagnostic d'un quelconque existant.



II. DOCUMENTS DE REFERENCE

1. Documents du projet

Les documents suivants qui nous ont été transmis dans le cadre de cette étude sont les suivants :

1. A4 ATELIER D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME DURABLES – Rapport de diagnostic structurel du sas d'entrée – intitulé « Rapport Diagnostic » – en date du 31/01/2024 ;
2. ICSEO – Rapport d'étude géotechnique de mission G5 intitulé « Expertise géotechnique du dallage d'un Restaurant Universitaire » – référencé 57-24-01385 en date du 02/08/2024 ;
3. ATELIER D'ARCHITECTURE TANDEM – Plans projetés comprenant : plan de situation à l'échelle 1/1000, plan de masse du projet au RDC et au R+1 à l'échelle 1/200 – en date du 25/09/2024 ;
4. CIBES – Fiches techniques types d'un élévateur – en date du 13/10/2023.

2. Règlements-recommandations

Les normes et règlements appliqués pour justifier et concevoir les ouvrages géotechniques sont les suivants.

Les DTU et normes, relatifs aux ouvrages géotechniques, en vigueur un mois avant la signature des marchés, non limitativement :

- R[1] D.T.U. 11.1 : applicables aux travaux de sondages des sols de fondation ;
- R[2] D.T.U. 12 : applicables aux travaux de terrassements pour le bâtiment ;
- R[3] D.T.U. 13.1 applicables aux travaux de fondations superficielles ;
- R[4] D.T.U. 13.2 applicables aux travaux de fondations profondes ;
- R[5] D.T.U. 13.3 applicables aux travaux de dallage et Normes NFP 11-213 ;
- R[6] D.T.U. 14.1 applicables aux travaux de cuvelage ;
- R[7] NF EN 1997 – 1 Eurocode 7 de juin 2005 : calcul géotechnique partie 1 règles générales et leurs annexes nationales ;
- R[8] NF P94-261 : Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles – Juin 2013 ;
- R[9] NF P94-262 : Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes – Juillet 2012 ;



- R[10] NF EN 1998 -1 -Calcul des structures pour leur résistance au séismes, partie 1 :
Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments ;
- R[11] NF EN 1998 -5 -Calcul des structures pour leur résistance au séismes, partie 5 :
Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechnique.



Bureau d'Études de Sols et Fondations  1 rue François Jacob - 54320 MAXEVILLE



03 83 07 22 79



nordest@fondec.fr



fondec.fr

III. LE SITE – SITUATION, CONTEXTE ET HISTORIQUE

1. Situation

Le site étudié, pour la mise en accessibilité du Restaurant Universitaire du Technopôle de Metz, est localisé au droit de la parcelle cadastrée section BX n°149 au 4 Boulevard Dominique François Arago / Place Jean-Baptiste Biot sur la commune de METZ (57).

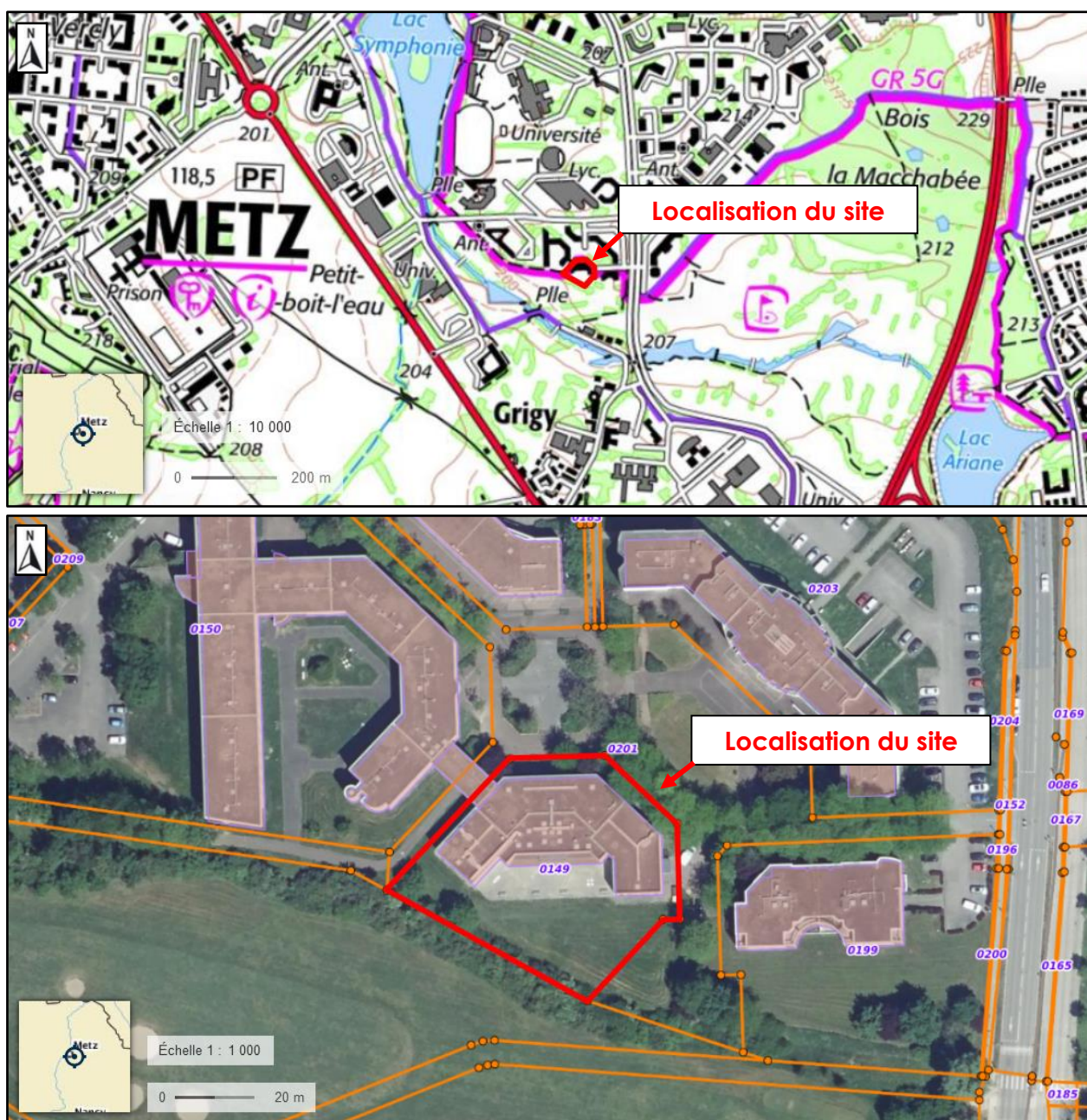


Figure 1 : Plans de localisation du projet (source : Géoportail)

2. Etat de surface du site

La parcelle à l'étude présente une pente moyenne globale de 2% vers le Nord-Est avec des cotes altimétriques variant entre environ 208.50 et 209.50 m NGF d'après Géoportail. Le projet, consistant en la mise en place de 2 élévateurs, est localisé à l'intérieur du Restaurant Universitaire. Ce bâtiment en R+1 est entouré par des surfaces enherbées, arborées ainsi que par des surfaces en enrobés.

Les photographies ci-dessous illustrent la configuration du site lors de nos investigations réalisées le 31/10/2024 :



Figure 2 : Photographies du site d'étude : (a) à l'extérieur, présentant le sas d'entrée permettant d'accéder au Restaurant Universitaire et (b) à l'intérieur, présentant la zone d'implantation du projet

3. Contexte de l'étude

Le site étudié a déjà fait l'objet d'une étude géotechnique. Il s'agit d'une mission de type G5 intitulée « Expertise géotechnique du dallage d'un Restaurant Universitaire » réalisée par le bureau d'études ICSEO et référencé 57-24-01385 en date du 02/08/2024.

Ce rapport concernait le diagnostic du dallage du sas d'entrée du Restaurant qui présentait des désordres ainsi des décrochements à la jonction avec les zones d'enrobés.

La présente étude n'a pas pour objet le diagnostic des existants mais consiste en l'étude des sols et des fondations envisageables au droit des zones d'implantations des 2 futurs ascenseurs intérieurs.

4. Historique du site

D'après le site « Remonter le temps » (remonterletemps.ign.fr), l'observation des photographies aériennes anciennes à actuelles (présentées à la page suivante) au droit du site prises entre les années 1954 et 1989 permet de révéler :

- En 1954 (photographie a) : un site partiellement arboré présentant des traces de circulations d'engins, de probables remblaiements et/ou déblaiements ;
- En 1961 (photographie b) : des zones blanchâtres traduisant des extractions probables de calcaires (substrat rocheux de la zone) ;
- En 1967 (photographie c) : un début de remblaiements des anciennes extractions ainsi qu'un reliquat important (zone sombre) de ces extractions ;
- En 1989 (photographie d) : la configuration du site s'approchant de celle présente à l'heure actuelle avec des bâtiments encore présents actuellement déjà construits dont le Restaurant Universitaire objet de la présente étude.

Le site à l'étude a donc possiblement subi des extractions entre les années 1954 et 1967 suivies par des remblaiements entre les années 1967 et 1989 menant peu à peu à la configuration actuelle du site.

Il est donc probable de rencontrer des épaisseurs non négligeables de remblais au droit du site.



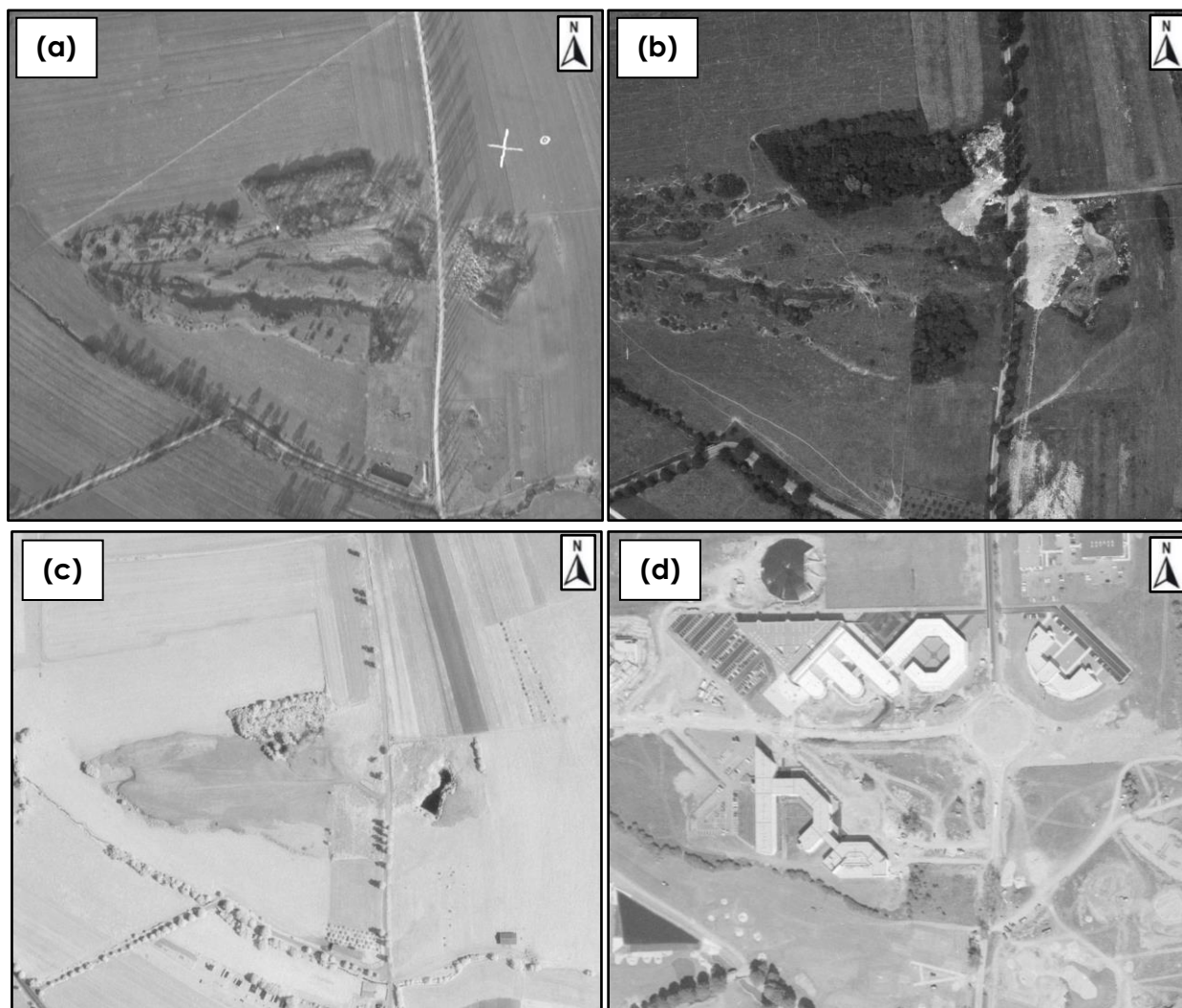


Figure 3 : Photographies aériennes anciennes à actuelles du site datant de : (a) 1954 ; (b) 1961 ; (c) 1967 et (d) 1989
(source : « Remonter le temps – IGN remonterletemps.ign.fr »)

5. Géologie locale

D'après la carte géologique de METZ (N°164) à l'échelle 1/50 000^e du BRGM, la géologie du site s'inscrit au sein des « calcaires à Nannobelus » et des « calcaires à Gryphées » datant de l'Hettangien-Sinemurien.

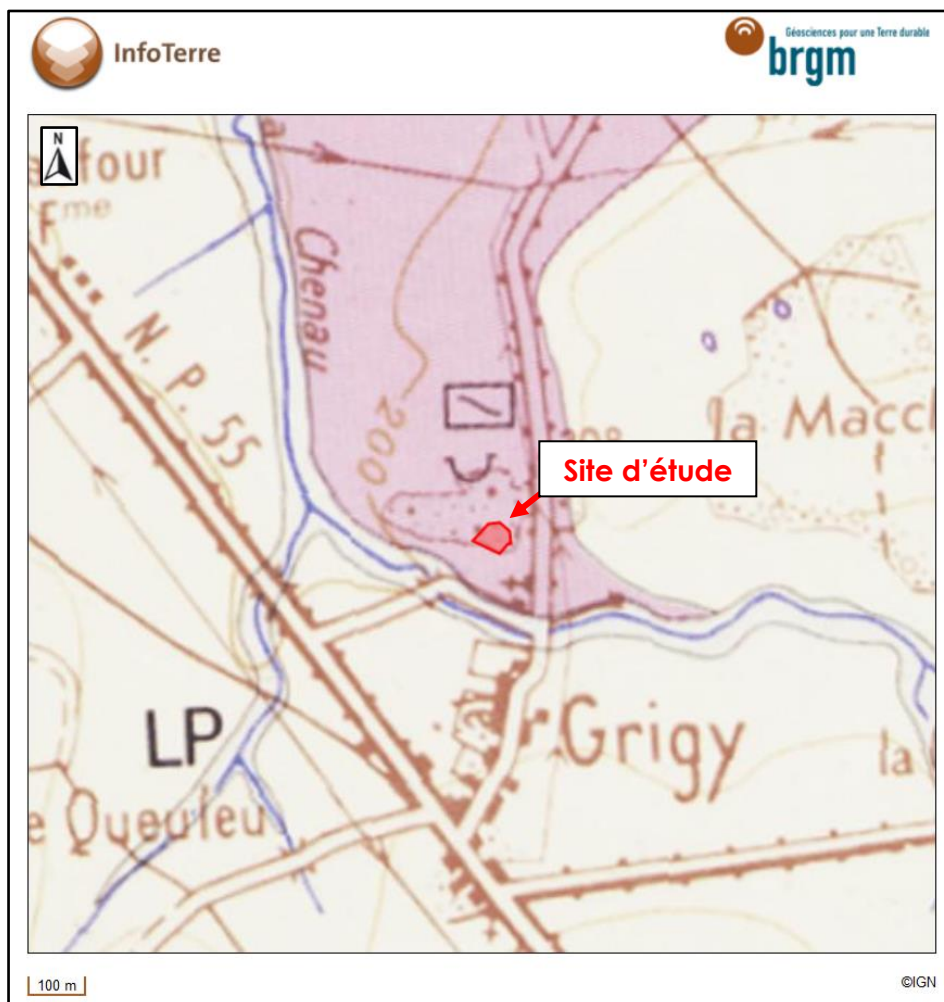


Figure 4 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème (source : Infoterre)

En surface, d'après nos sondages, les formations superficielles en place sont constituées d'une dalle béton ferrailée puis de remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux.

6. Risques naturels

Selon le site géorisques.gouv.fr la parcelle étudiée de la commune METZ est concernée par les risques naturels suivants : inondation, mouvement de terrain, retrait-gonflement des argiles (sécheresse) et séisme.

➤ Arrêtés portant reconnaissance de catastrophe naturelle sur la commune

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 33
Inondations et/ou Coulées de Boue : 18

Source : CCR

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0000693A	15/09/1999	30/09/1999	30/11/2000	17/12/2000
INTE0000693A	02/07/2000	02/07/2000	30/11/2000	17/12/2000
INTE0200080A	30/12/2001	01/01/2002	27/02/2002	16/03/2002
INTE0600133A	29/06/2005	29/06/2005	02/03/2006	11/03/2006
INTE0600952A	04/10/2006	06/10/2006	01/12/2006	08/12/2006
INTE1820387A	09/06/2018	09/06/2018	23/07/2018	15/08/2018
INTE9400004A	19/12/1993	02/01/1994	11/01/1994	15/01/1994
INTE9500699A	22/07/1995	22/07/1995	26/12/1995	07/01/1996
INTE9700100A	25/02/1997	28/02/1997	24/03/1997	12/04/1997
INTE9800067A	17/06/1997	17/06/1997	12/03/1998	28/03/1998
INTE9900488A	12/07/1999	12/07/1999	29/11/1999	04/12/1999
INTE9900614A	06/07/1999	06/07/1999	28/01/2000	11/02/2000
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOME2415152A	15/05/2024	20/05/2024	04/06/2024	13/06/2024
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	23/05/1983	30/05/1983	21/06/1983	24/06/1983
NOR19860825	16/06/1986	17/06/1986	25/08/1986	06/09/1986

Mouvement de Terrain : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0000693A	15/09/1999	30/09/1999	30/11/2000	17/12/2000
INTE0000693A	02/07/2000	02/07/2000	30/11/2000	17/12/2000
INTE0100513A	20/07/1996	31/07/1996	29/08/2001	26/09/2001
INTE0100513A	20/03/2001	31/03/2001	29/08/2001	26/09/2001
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Sécheresse : 9

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
INTE1236522A	01/04/2011	30/06/2011	18/10/2012	21/10/2012
INTE1604026A	01/01/2014	31/12/2014	25/02/2016	09/04/2016
INTE1719708A	01/01/2016	31/03/2016	25/07/2017	01/09/2017
INTE1824834A	01/01/2017	31/12/2017	18/09/2018	20/10/2018
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019
INTE2014522A	01/07/2019	30/09/2019	17/06/2020	10/07/2020
INTE2112080A	01/07/2020	30/09/2020	20/04/2021	07/05/2021
IOME2308745A	30/06/2022	29/09/2022	02/04/2023	02/05/2023

Secousse Sismique : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9300213A	13/04/1992	13/04/1992	18/05/1993	12/06/1993

Figure 5 : Liste des arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles (source : Georisques.gouv.fr)



Bureau d'Études de Sols et Fondations 1 rue François Jacob - 54320 MAXEVILLE



03 83 07 22 79



nordest@fondatec.fr



fondatec.fr

Les arrêtés portant reconnaissance de catastrophe naturelle nous donnent une indication des aléas pouvant être rencontrés sur la commune.

➤ Inondation

La commune n'est affectée par aucun Plan de Prévention des Risques Naturels de type Inondation d'après Géorisques.

➤ Mouvement de terrain

La commune n'est soumise à aucun Plan de Prévention des Risques Naturels de type Mouvement de terrain d'après Géorisques.

➤ Retrait-gonflement des argiles

Le projet est localisé dans une zone exposée avec un **aléa moyen** au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

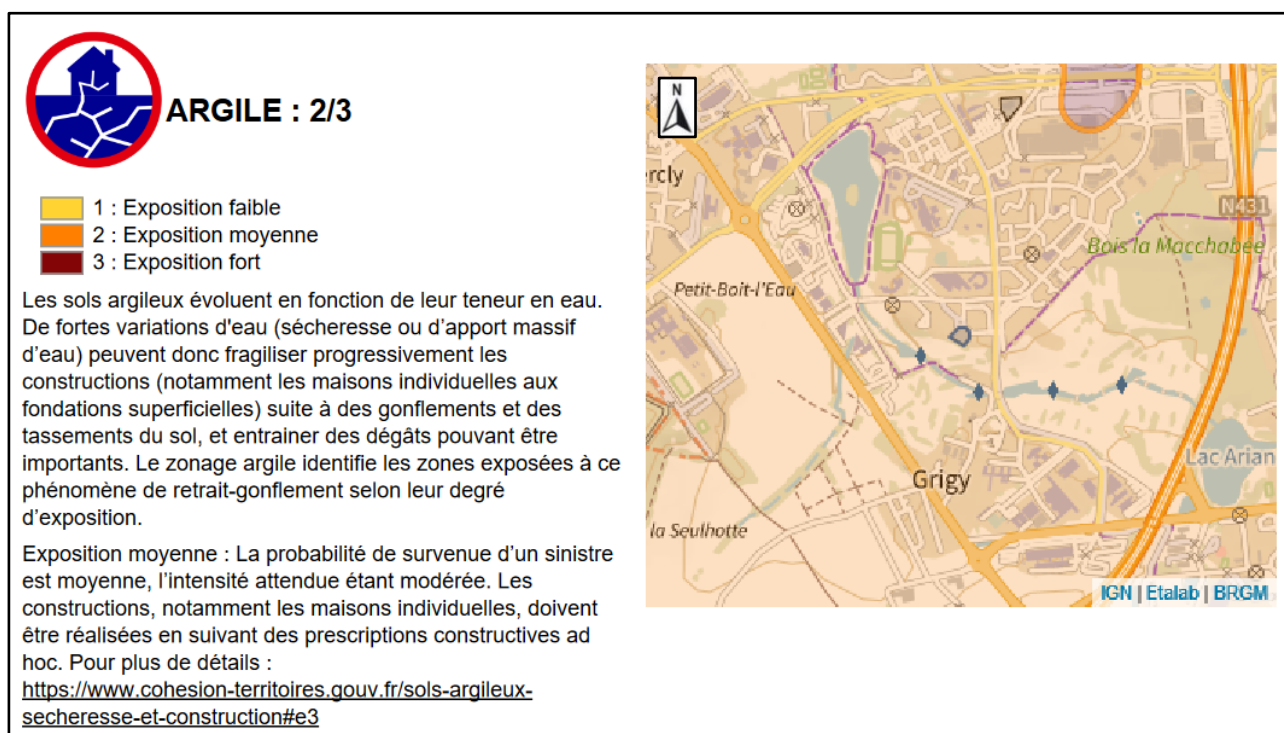


Figure 6 : Extrait de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (source : Georisques.gouv.fr)

➤ Séisme

D'après le zonage sismique de la France et le décret n°2010-1255 du 22/10/2010, le site est classé en zone de sismicité très faible (zone 1). Selon l'Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », l'accélération maximale de référence, dénommée a_{gr} , est égale à 0.4 m/s² en zone de sismicité 1.

7. Moyens d'investigation

Notre investigation en date du 31/11/2024 a consisté en l'exécution des travaux suivants :

- **2 sondages géologiques destructifs (SD1 et SD2)** réalisés à la tarière hélicoïdale de diamètre 63 mm. Ils ont permis de visualiser la nature des terrains superficiels, d'observer la présence ou non d'arrivées d'eau jusqu'à 3.60 m de profondeur par rapport au terrain actuel ;
- **2 essais au pénétromètre dynamique lourd (P1 et P2)** réalisés selon la norme NF EN ISO 22476-2. Ils ont permis de mesurer les **caractéristiques mécaniques** des différents horizons jusqu'à 6.00 m de profondeur par rapport au terrain actuel.

Le nivellement de nos sondages a été réalisé en prenant comme repère topographique l'angle Nord-Est, au droit du sas d'entrée du Restaurant Universitaire, pris arbitrairement à la cote 100.00 REF.

Les positions des sondages sont reportées sur le plan d'implantation joint en annexe.



IV. NATURE ET CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS

Nos sondages au pénétromètre ont mis en évidence la succession lithologique suivante :

- **Une dalle béton ferrailée**, reconnue jusqu'à environ 0.20 m de profondeur par rapport au terrain actuel intérieur. Cette épaisseur peut varier autour de nos sondages.
- **Des remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux**, reconnus localement à partir de 0.20 m de profondeur et jusqu'à 3.60 m de profondeur par rapport au terrain actuel intérieur (arrêt des sondages géologiques destructifs). Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques faibles à élevées :
 - o Résistance dynamique : $0.9 \text{ MPa} \leq R_d \leq 14.1 \text{ MPa}$
- **Au-delà, un horizon qui pourrait être la continuité du précédent**, testé mécaniquement au pénétromètre dynamique lourd jusqu'à 6.00 m maximum de profondeur par rapport au terrain actuel intérieur. Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques globalement moyennes :
 - o Résistance dynamique : $1.5 \text{ MPa} \leq R_d \leq 6.3 \text{ MPa}$

Les coupes lithologiques des sondages et les courbes des résultats des essais sont reportées en annexe.

Synthèse :

Les sols en place sont globalement homogènes pour les lithologies et sont constitués de haut en bas par une dalle béton ferrailée surmontant des remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux. Les caractéristiques mécaniques des formations sont globalement faibles à élevées.

V. NIVEAU D'EAU

Lors de nos investigations, réalisées le 31/11/2024, aucun sondage réalisé au droit du projet n'a rencontré d'arrivée d'eau jusqu'à 3.60 m de profondeur maximale par rapport au terrain actuel intérieur.

Cependant, les sondages destructifs à la tarière hélicoïdale SD1 et SD2 ont rencontré des niveaux humides aux profondeurs respectives de 2.70 m et de 2.00 m soit aux cotes de 97.30 et de 98.00 REF.

Il s'agit d'observations ponctuelles et instantanées, qui ne permettent pas d'estimer la présence ou non de circulation d'eau à d'autres périodes de l'année ou lors de fortes précipitations.

Des circulations d'eau pourront également se produire à plus faible profondeur au sein des faciès superficiels suite à des épisodes pluvieux.



VI. LE PROJET

Les documents qui nous ont été fournis dans le cadre de cette étude sont détaillés au sein du chapitre II. DOCUMENTS DE REFERENCE - Documents du projet.

Le projet concerne la mise en accessibilité du Restaurant Universitaire du Technopôle de Metz localisé au droit de la parcelle cadastrée section BX n°149 au 4 Boulevard Dominique François Arago / Place Jean-Baptiste Biot sur la commune de METZ (57).

Dans le cadre du projet, le Restaurant Universitaire existant sera conservé et 2 ascenseurs (notés EPMP 1 et EPMP 2 sur le plan ci-dessous) seront mis en place en intérieur, permettant ainsi aux PMR d'accéder au R+1 du bâtiment.

Les extraits de plans ci-dessous illustrent la configuration du projet.

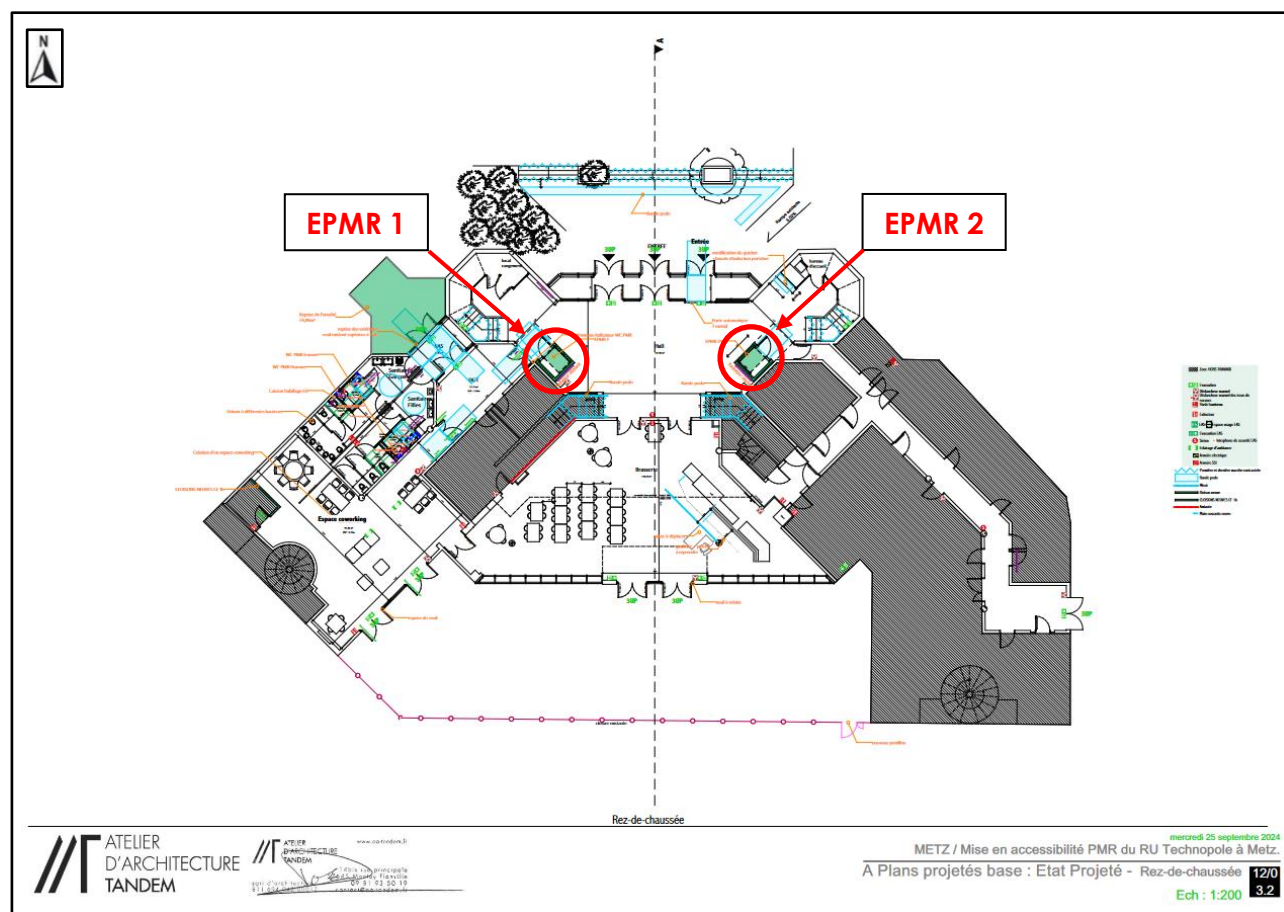


Figure 7 : Plan masse RDC de l'existant et du projet de mise en place des 2 ascenseurs (notés EPMP 1 et EPMP 2) en date du 25/09/2024 (source : ATELIER D'ARCHITECTURE TANDEM)

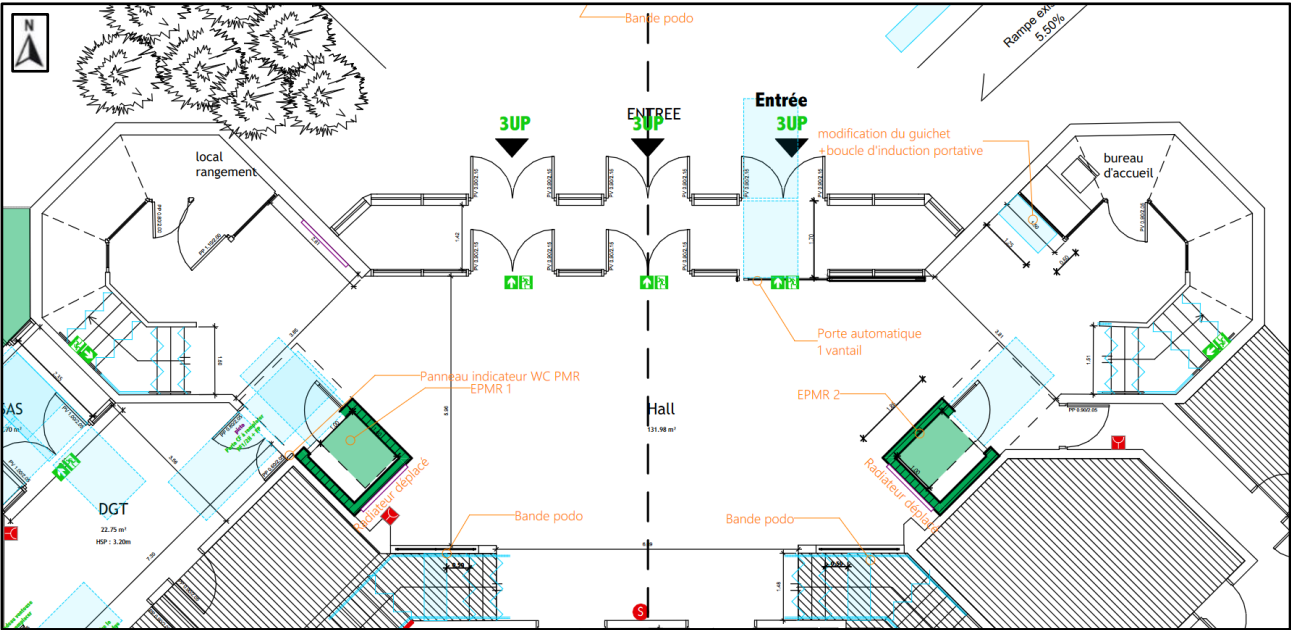


Figure 8 : Plan masse zoomé au RDC de l'existant et du projet de mise en place des 2 élévateurs (notés EPMR 1 et EPMR 2) en date du 25/09/2024 (source : ATELIER D'ARCHITECTURE TANDEM)

Ci-dessous est présenté un extrait de fiche technique type d'un élévateur, pris à titre indicatif dans la présente étude puisqu'il s'agit d'un projet similaire mais d'un autre site.

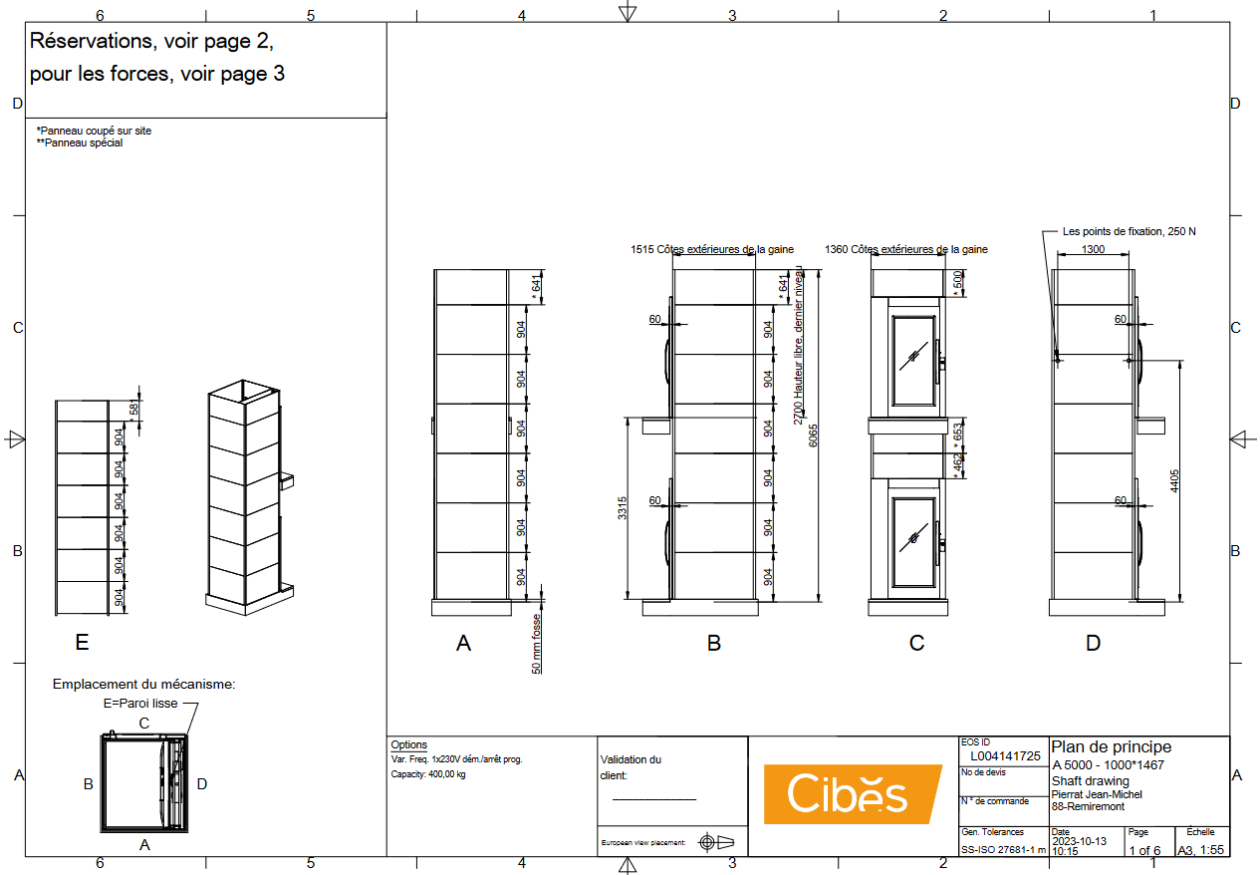


Figure 9 : Fiche technique type d'un élévateur en date du 13/10/2023 (source : CIBES)

La cote du niveau bas des 2 élévateurs sera similaire et sera égale au niveau bas existant du Restaurant Universitaire c'est-à-dire à la cote d'environ **100.00 REF.**

D'après les documents techniques d'un élévateur type, le poids total d'un élévateur serait d'environ 1226 kg pour un élévateur de 1.367 m² (1 m x 1.367 m) c'est-à-dire une charge répartie d'environ 0.90 T/m² soit 9 kPa :

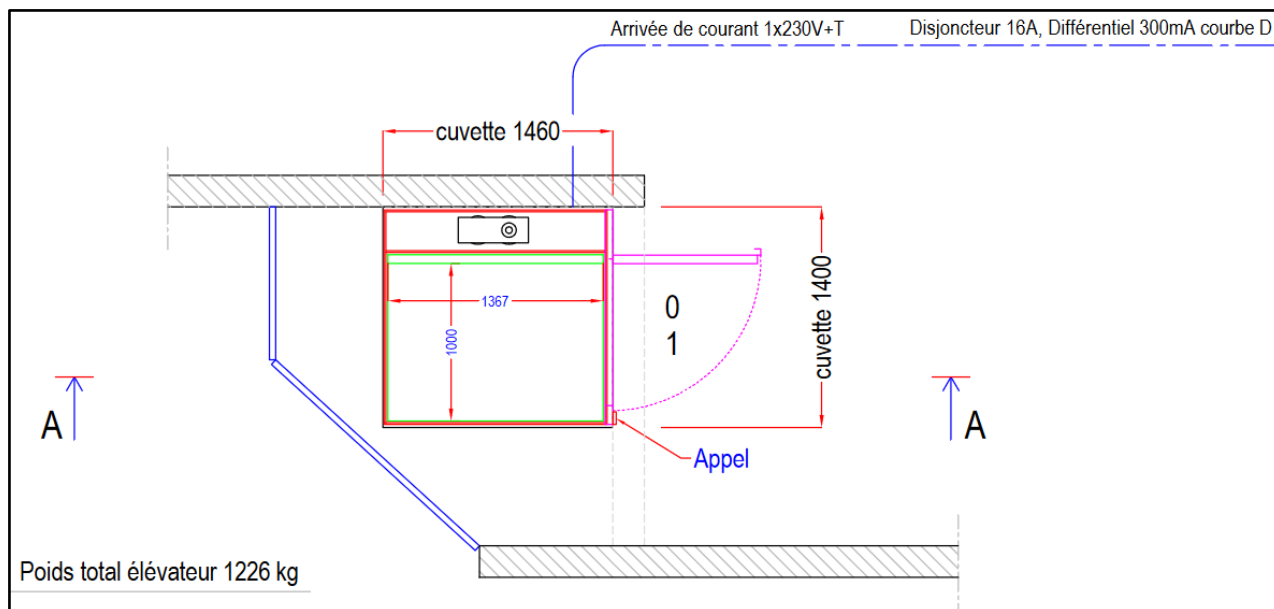


Figure 10 : : Document technique type avec poids total d'un élévateur en date du 29/04/2024 (source : CIBES)

Pour les élévateurs projetés dans le cadre de cette étude, les dimensions de chaque élévateur (EPMR 1 et EPMR 2) seraient d'environ 1.80 m x 1.86 m c'est-à-dire une **surface d'emprise au sol d'environ 3.348 m²**. **Nous déciderons donc d'y appliquer une charge de 9 kPa** conformément aux documents techniques types d'un élévateur qui nous ont été communiqués.

Remarques importantes :

- **Pour toute modification du projet actuel, nous tenons à être informés afin de confirmer ou d'infirmer les conclusions du présent rapport.**
- **Dans le cas de la présence d'une anomalie ou un quelconque problème lié à la géologie, la présence d'eau, ou autre lors des travaux de terrassement et/ou lors de la réalisation des fouilles de fondations, nous devons être avertis immédiatement ainsi que le bureau de contrôle avant toute modification ou toute décision contraire à nos conclusions.**

VII. ÉTUDES DES FONDATIONS

La présente étude est une étude de faisabilité géotechnique de niveau « Principes Généraux de Construction » correspondant à une mission de type **G2 AVP** selon les termes de la « Classification des Missions Géotechniques Types », extraite de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

1. Conditions de fondation et de terrassement

Les conditions de fondation et de terrassements devront prendre en compte les éléments suivants :

- Projet implanté sur une zone avec un **aléa moyen** en ce qui concerne le risque de retrait gonflement des sols argileux.
- Projet implanté sur une zone de sismicité 1 (très faible).
- Les sols en place sont globalement homogènes pour les lithologies et sont constitués de haut en bas par une dalle béton ferrailée surmontant des remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux. Les caractéristiques mécaniques des formations sont globalement faibles à élevées.
- Lors de nos investigations, réalisées le 31/11/2024, aucun sondage réalisé au droit du projet n'a rencontré d'arrivée d'eau jusqu'à 3.60 m de profondeur maximale par rapport au terrain actuel intérieur. Cependant, les sondages destructifs à la tarière hélicoïdale SD1 et SD2 ont rencontré des niveaux humides aux profondeurs respectives de 2.70 m et de 2.00 m soit aux cotes de 97.30 et de 98.00 REF.
- Dans le cadre de la réalisation du projet, toutes les précautions seront prises pour ne pas déstabiliser les ouvrages situés à proximité pendant la phase travaux.

2. Principe de fondation – Niveau d'assise pour les élévateurs

Selon la sensibilité du projet vis-à-vis des tassements, deux solutions de fondation sont envisageables :

- **Si les tassements ne sont pas préjudiciables** pour le projet : fondations par radier ;
- **Si les tassements sont préjudiciables** pour le projet : fondations par micropieux.



a) Fondations par radier

Si les tassements ne sont pas préjudiciables pour le projet, le principe de fondation des élévateurs pourra consister à reporter les différentes charges **par un radier**, ancré à une profondeur minimale de -0.20 m par rapport au niveau bas du Restaurant Universitaire (actuellement fixé à la cote de 100.00 REF). L'arase inférieure du radier sera donc à la cote maximale d'environ 99.80 REF.

Afin d'homogénéiser les caractéristiques mécaniques des terrains sous le radier, un matelas de répartition de la charge en concassés 0/80 mm sera mis en place sur une épaisseur de 0.20 m (remblai de substitution) avec une couche de finition en 0/31.5 mm sur une épaisseur de 0.10 m (couche de finition).

Notons que la couche de substitution sous radier pourra être remplacée par une grave-ciment de 20cm d'épaisseur.

Les radiers seront calculés et conçus en fonction des surcharges.

Lors des travaux de terrassement, dans le cas de présence de poches de terrain altéré ou de matériaux évolutifs (bois...) ou de remaniements, il conviendra de purger ces niveaux. Une réserve de matériaux de bonne qualité (0/80) est donc à prévoir dans le marché.

D'après les essais au pénétromètre dynamique P1 et P2 réalisés au droit des futurs élévateurs, les contraintes de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats Limites (ELU et ELS) seront dans les remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux :

État Limite de Service	$q_{ELS} \leq$	0.04 MPa	(0.4 bars)
État Limite Ultime	$q_{ELU} \leq$	0.06 MPa	(0.6 bars)

b) Fondations par micropieux

Compte-tenu de la sensibilité des sols au retrait-gonflement et si les tassements sont préjudiciables pour le projet, le principe de fondation des élévateurs pourra consister à reporter les différentes charges **par des micropieux** ancrés dans le socle rocheux sous-jacent aux remblais.

Le prédimensionnement des micropieux pourra être réalisé suite à la réalisation d'un sondage géologique destructif profond avec essais pressiométriques.



3. Tassements sous fondations par radier

Compte tenu de la nature des terrains et du principe de fondation adopté, les tassements sous fondations (par radier) seront négligeables. Par ailleurs, il n'y aura pas lieu de craindre de tassements différentiels significatifs si le principe de fondation est respecté.

Ils seront néanmoins sous l'influence du soin apporté lors du creusement des fouilles, avec un fond plus ou moins aplani, curé et non décomprimé.

Par ailleurs, il n'y aura pas lieu de craindre de tassements différentiels significatifs si le principe de fondation est respecté.

4. Sujétions d'exécution

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

Le sol d'assise devra être propre, sain et homogène. **Il est fortement déconseillé d'arrêter le radier dans des horizons de nature lithologique différente.** Ceci pourrait entraîner des tassements différentiels très préjudiciables pour l'ouvrage. On devra donc s'assurer que les fondations sont bien arrêtées dans l'horizon porteur précité.

Les fondations voisines arrêtées à des niveaux différents devront respecter une pente maximale de 3H/2V.



VIII. VERIFICATIONS DU RADIER POUR LE PROJET D'ELEVATEURS

1. Méthodologie

Les calculs ont été réalisés suivant la norme NF P 94-261 à l'aide du module TASPLAQ du logiciel FOXTA.

Les modules de type Young Es figurant dans le tableau sont donnés hors prise en compte d'un facteur multiplicateur pour traduire l'effet d'un rechargement. Ils ont été définis par la relation E_m/α .

Compte tenu du poids des terres excavées évalué à 30 kPa il est considéré un facteur multiplicateur sur les modules Es précédents en deçà de cette valeur de contrainte. La valeur de ce facteur limité à 3 est gérée automatiquement par le module TASPLAQ.

2. Modèle géotechnique

Un modèle de calcul a été retenu pour la justification des fondations. Il est présenté en annexe avec le détail de la justification des fondations superficielles proposées, selon la norme NF P 94-261, à l'aide du logiciel FOXTA.

Compte tenu des résultats de différentes investigations, le modèle géotechnique suivant sera retenu pour le projet :

On retiendra pour cette phase, **sur la base du sondage SP1 réalisé par ICSEO, en façade Nord du sas d'entrée**, le modèle de calcul suivant :

Cote de référence = niveau bas actuel du Restaurant Universitaire à 100.00 REF.

Nature de la formation	γ_h^* (kN/m ³)	Epaisseur de la formation	Cote de la base (REF)	PI* (MPa)	E_m (MPa)	α (–)	Es (MPa)
Remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux	18	3.20	96.80	0.29*	1.78**	1/2	3.56
Remblais argilo-sableux	18	4.90	91.90	0.41*	2.82**	1/2	5.64

Avec :

PI* : la pression limite nette de la formation ;

E_m : le module pressiométrique de la formation ;

α : le coefficient rhéologique de la formation ;



Es : le module de déformation de la formation.

* Pour les pressions limites ont été pris en compte la moyenne géométrique des essais pressiométriques réalisés dans la formation.

** Pour les modules pressiométriques ont été pris en compte la moyenne harmonique des essais pressiométriques réalisés dans la formation.

Les hypothèses pour le glissement des semelles sont les suivantes : $\gamma' = 30^\circ$; $c' = 0$.

3. Hypothèses matériaux du radier

Les hypothèses suivantes ont été considérées pour les matériaux du radier :

- Béton armé C25/30
- Epaisseur : 20 cm
- $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$
- Module du béton à long terme : 10 000 MPa.

4. Eau dans les calculs

Les vérifications de non soulèvement de l'ouvrage ne sont pas traitées dans cette note, elles relèvent de la responsabilité du BE structure.

5. Critère de dimensionnement

Limitation des contraintes de réaction en sous face du radier par application de NF P 94-261- hors effets de bord : 50 kPa aux ELS.

En termes de tassements : tassements absolus et tassements différentiels à déterminer par l'installateur ou le BE Structure. **Si le projet n'admet aucun tassement mais est sensible à des tassements qui peuvent lui être préjudiciables, il conviendra de réaliser une autre solution de fondation (cf. VII. 2. b) Fondations par micropieux)).**

6. Logiciel de calcul

Pour ce calcul nous utilisons le logiciel FOXTA v4 – module TASPLAQ développé par TERRASOL. Le logiciel fournit les tassements et les contraintes de réaction de calcul d'une plaque élastique suivant la théorie de l'élasto-plasticité de Boussinesq.

La méthode proposée permet de traiter, en tout point, le tassement, la réaction du sol ainsi que les sollicitations induites dans la plaque.

Nous attirons l'attention sur le fait que les modèles géotechniques ont parfois été simplifiés.



Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	Remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux		96,80	3,56E03	0,33	0,000	0,000
2	Remblais argilo-sableux		91,90	5,64E03	0,33	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 25,00

Plaque - Carré

N°	E	v	e	zbase	X	Y	L	θ
1	1,00E07	0,33	0,20	99,80	0,00	0,00	1,80	0,0

Surcharge répartie - Carré

N°	Q	X	Y	L	θ
1	9,00	0,00	0,00	1,80	0,0

*Figure 11 : Modèle type et paramètres Tasplaq utilisés pour le radier de l'élèveur***Les dimensions qui nous ont été communiquées pour le radier sont de 1.80 m x 1.86 m.**

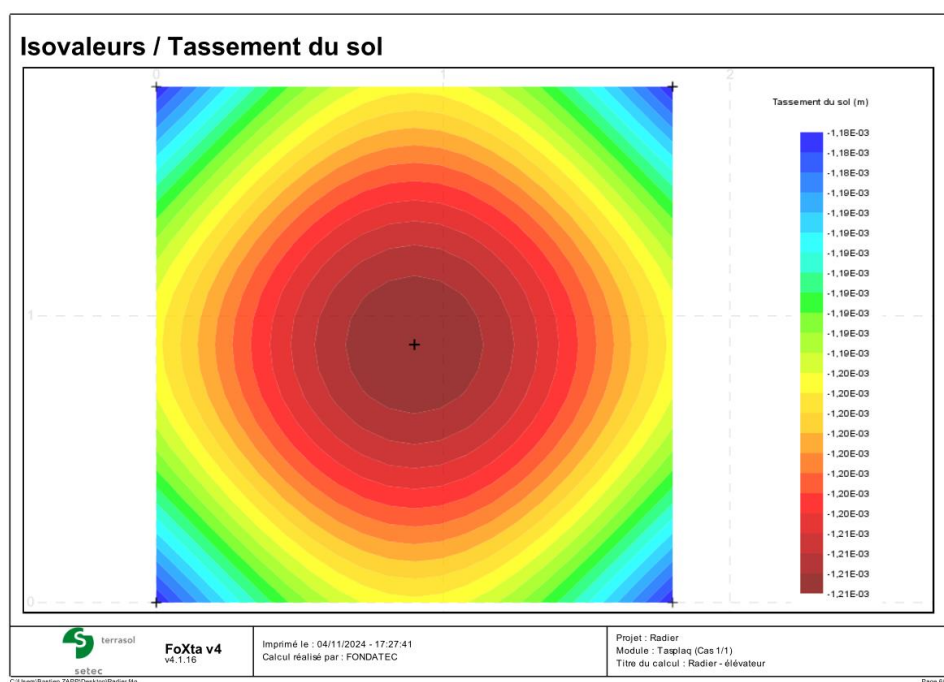
7. Descentes de charges

Il a été appliqué une charge répartie de 9 KPa correspondant à la charge apportée par l'élèveur à répartir sur le radier de 3.348 m² (1.80 m x 1.86 m).

8. Résultats des calculs

a) Tassements

Les représentations en isovaleurs du tassement en plan des réactions du sol sous combinaison ELS caractéristique sont présentées ci-après. Nous notons le tassement maximum inférieur à 2 mm. Les tassements calculés n'incluent pas le retrait-gonflement.

*Figure 12 : Profils de tassements du sol*

Les tassements absolus maximums sont inférieurs à 2 mm. Les tassements différentiels respectent le critère de 1/500ème en tout point.

b) Contrainte ELS

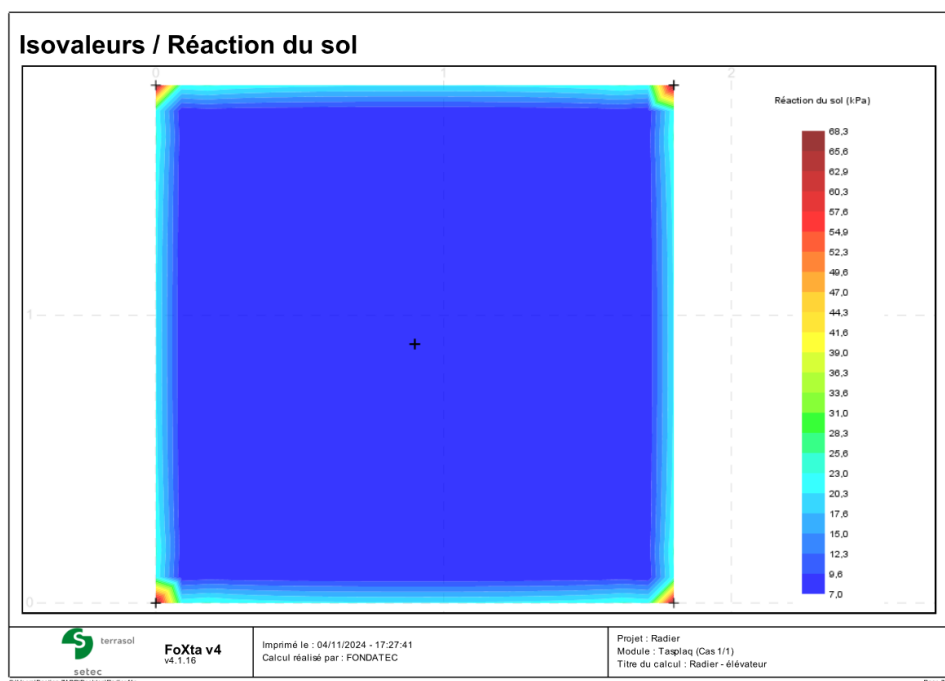


Figure 13 : Profils de contraintes de réactions du sol

Les contraintes sont globalement inférieures à 10 kPa en partie courante.

c) Modules de réaction surfaciques

Le module de réaction surfacique k_v est estimé par la relation :

$$k_v = (\text{réaction du sol} / \text{tassement}) = q/w$$

Les modules de réaction de surfacique sont présentés ci-après :

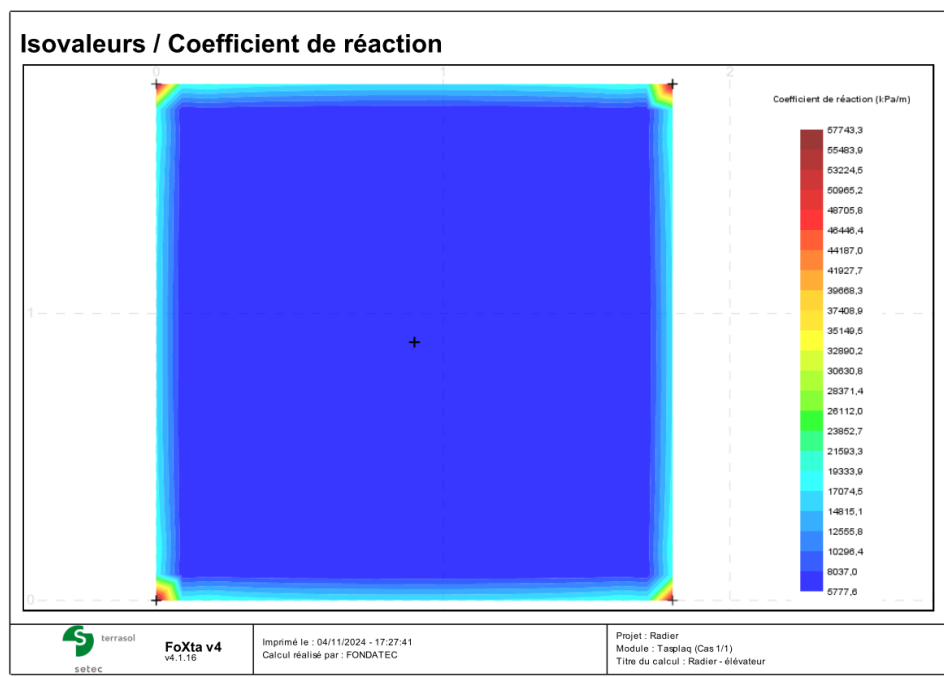


Figure 14 : Profils de coefficients de réaction

Les coefficients de réaction K_v calculés varient entre 5.7 et 10.0 MPa/m en zone courante.

On retiendra classiquement des coefficients de réaction telles que $\frac{2}{3} K_v < K_v < \frac{3}{2} K_v$.

Les tableaux de coefficients de réaction de sols sont présentés en annexe.

IX. TERRASSEMENTS – TALUS – DRAINAGE

1. Terrassements

La présence d'une dalle béton ferrillée pourra nécessiter l'emploi de marteaux piqueurs de forte puissance pour la réalisation des terrassements sous radier des futurs élévateurs. Il conviendra de réaliser des pré-découpes de la dalle existante (par exemple à la découpeuse thermique) afin de limiter tout impact et vibration sur cette dalle et sur les existants.

L'entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires lors des travaux de terrassement afin de ne pas créer de désordres sur les ouvrages situés à proximité.

2. Stabilité des talus

Afin d'éviter tout risque de glissement, les talus provisoires et définitifs sans surcharge amont et sans eau devront avoir une pente de talus de 3H/2V.

Si cette condition n'est pas respectée, il faudra s'orienter vers un soutènement provisoire.

3. Drainage

Lors des travaux de terrassement, dans le cas d'arrivées d'eaux souterraines (sources ou autres), il conviendra de procéder à un pompage. Ceci afin de diriger ces eaux à l'extérieur du site et d'éviter l'altération des terrains constituant le fond de forme.

Remarques importantes :

- La présente étude est basée sur les données actuelles du projet. Toute modification apportée au projet (niveaux finis...) devra nous être communiquée afin de confirmer ou d'infirmer les solutions de fondation proposées dans le présent rapport.
- Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société FONDATEC, ne saurait engager sa responsabilité.
- Fondatec est à la disposition du client pour toute étude ultérieure, par exemple pour une mission de conception géotechnique G2 PRO, et pour une mission de supervision d'exécution G4.
- En l'absence d'une mission G4 (supervision d'exécution des travaux), les compte-rendu de chantier adressés par la maîtrise d'œuvre seront considérés comme non lus et ne nous seront de ce fait, pas opposables.

Nous restons à l'entière disposition des responsables du projet pour tout renseignement complémentaire.

Maxéville, le 05 Novembre 2024

Le Chargé d'affaires
M. Bastien ZAPP

Le Directeur
M. EL MOUNSIF

FONDATEC
Etudes de Sols et fondations
ZA Bois St Pierre
38280 JANNEYRIAS
Tél. 04 78 80 51 65 Fax 04 78 80 49 49
430 127 811 RCS VIENNE



Bureau d'Études de Sols et Fondations  1 rue François Jacob - 54320 MAXEVILLE



03 83 07 22 79



nordest@fondatec.fr

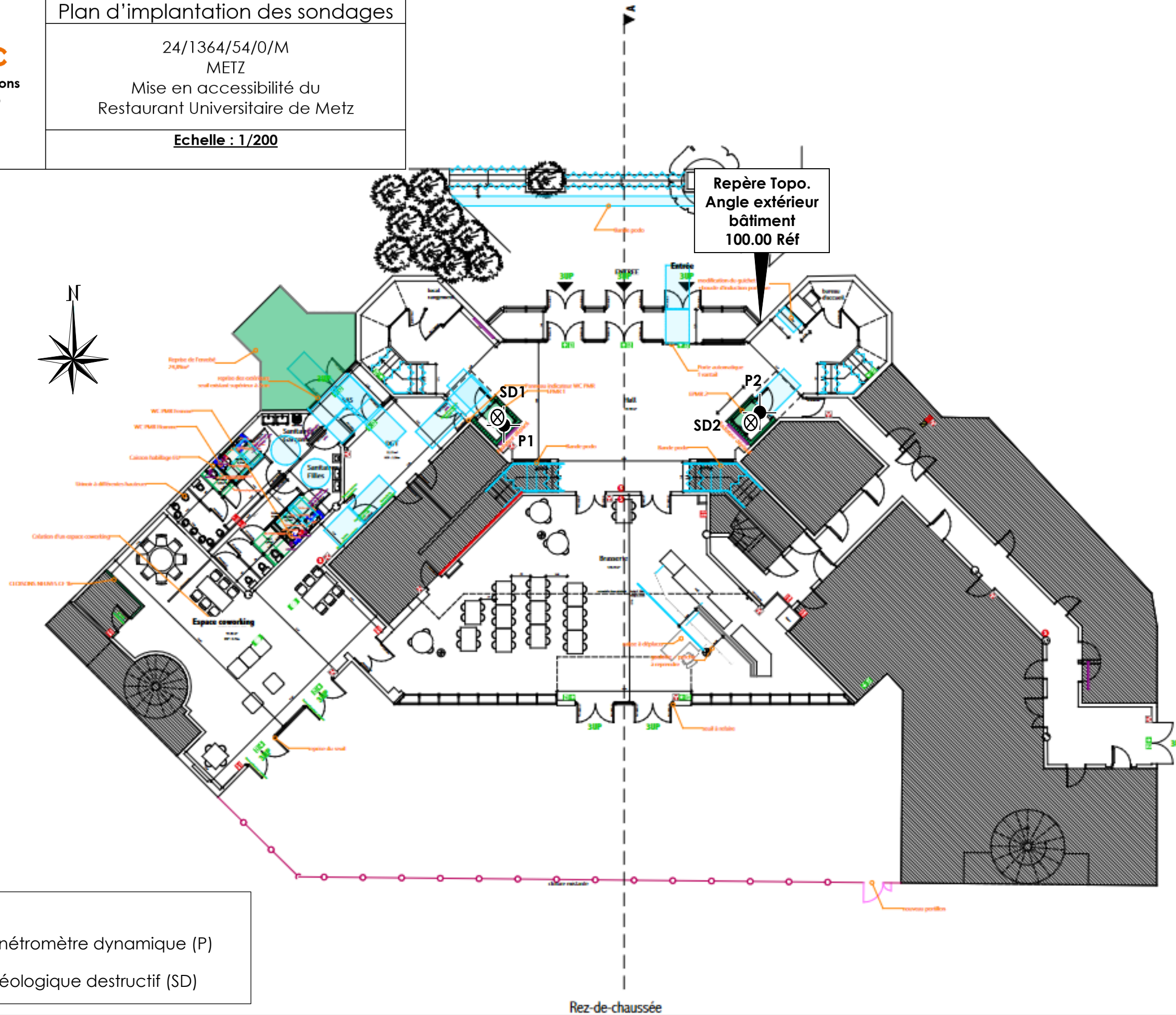


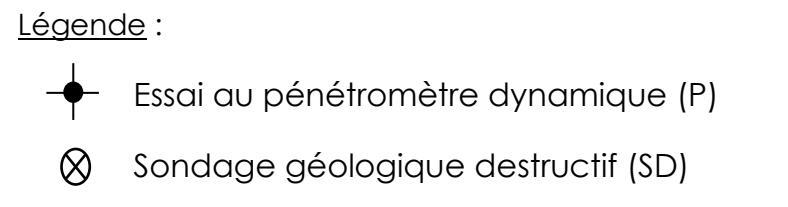
fondatec.fr

ANNEXES

- Plan d'implantation des sondages
- Plan d'implantation zoomé des sondages
- Coupes lithologiques des sondages SD1 et SD2
- Courbes des essais au pénétromètre dynamique P1 et P2
- Résultats de calcul sous radier de l'élévateur – Logiciel FOXTA – Module TASPLAQ
- Rapport d'étude géotechnique ICSEO en date du 02/08/2024 – Mission G5 concernant l'Expertise géotechnique du dallage d'un Restaurant Universitaire







Cote REF (m)	Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observation
100,0 m	0,0 m				
99,9 m	0,1 m				
99,8 m	0,2 m	Dalle béton ferrailée			
99	1	Remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux, humide à partir de 2.00 m de profondeur	TAR 63		
98	2				
97	3				
96,4 m	3,6 m				arrêt à 3,60 m
96	4				
95	5				
	6				



<div> <div>24/1364/57/0/M</div> <div>METZ (57)</div> </div>	(Contract)
---	-------------

(Contract)

Date : 31/10/2024	Cote REF : 100,00
-------------------	-------------------

Cote REF : **100,00**

1/30

Essai : SD2

EXGTE 3.23/GTE

Cote REF (m)	Prof. (m)		Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observation
100,0 m	0,0 m					
99,9 m	0,1 m	0				
99,8 m	0,2 m		Dalle béton ferrailée			
99	1					
98	2		Remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux, humide à partir de 2.00 m de profondeur	TAR 63		
97	3					
96,4 m	3,6 m					arrêt à 3,60 m
96	4					
95	5					
	6					

observation : pas d'eau

FONDATEC, 22 Imp. des Quatre Mollards, 38280 JANNEYRIAS

FONDATEC, 22 Imp. des Quatre Mollards, 38280 JANNEYRIAS

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



FONDATEC
GÉOTECHNIQUE - ÉTUDE DE SOLS ET FONDATIONS

24/1364/57/0/M
METZ (57)

(Contract)

Date : 31/10/2024

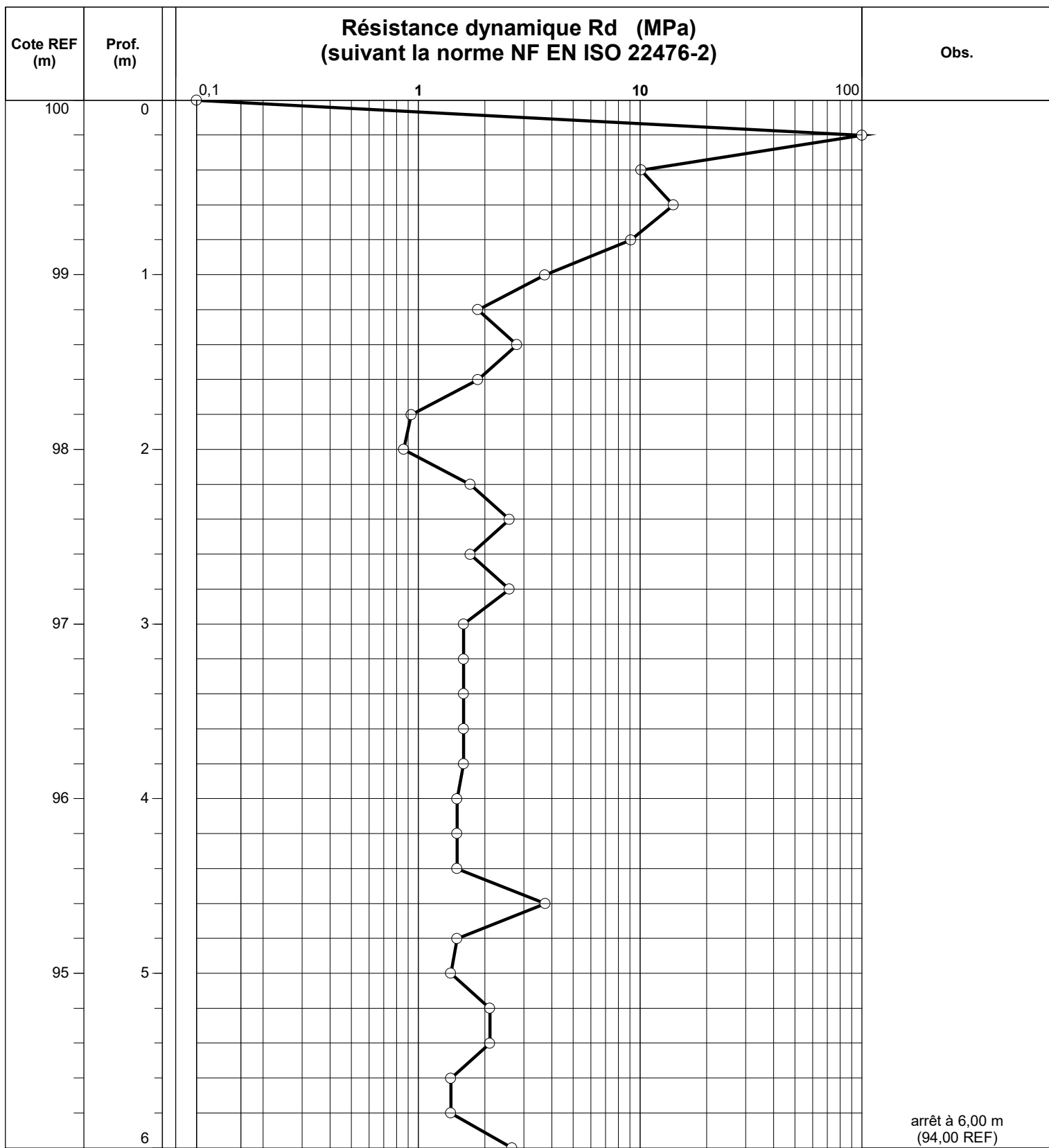
Cote REF : 100,00

Type de pénétromètre : PAGANI TYPE B

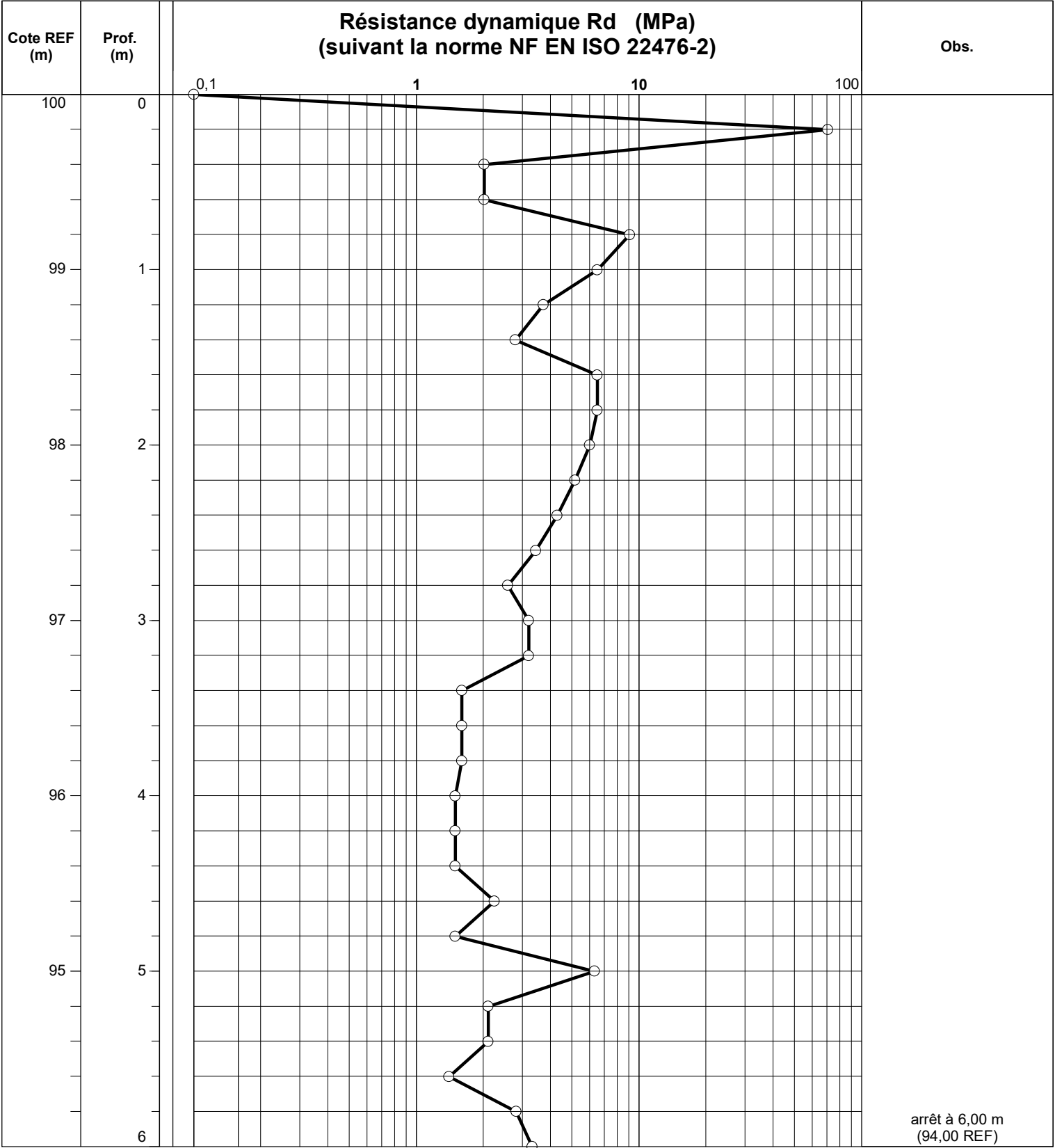
1/30

Essai : P1

EXGTE 3.23/GTE



observation : pas d'eau



Données

Titre du projet : Radier - élévateur
Numéro d'affaire : 24/1364/57/0/M METZ
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Radier - élévateur (Cas1)
Dimension du projet : 3D
Cote de référence (m) : 100,000
Seuil de décollement (kPa) : 0
Seuil de plastification (kPa) : 800
Décollement/plastification automatique : Oui

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	Remblais argilo-limono-sableux bruns à cailloux		96,80	3,56E03	0,33	0,000	0,000
2	Remblais argilo-sableux		91,90	5,64E03	0,33	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 25,00

Plaque - Carré

N°	E	v	e	zbase	X	Y	L	θ
1	1,00E07	0,33	0,20	99,80	0,00	0,00	1,80	0,0

Surcharge répartie - Carré

N°	Q	X	Y	L	θ
1	9,00	0,00	0,00	1,80	0,0

Pas maximal (m) : 0,09
Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui
Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

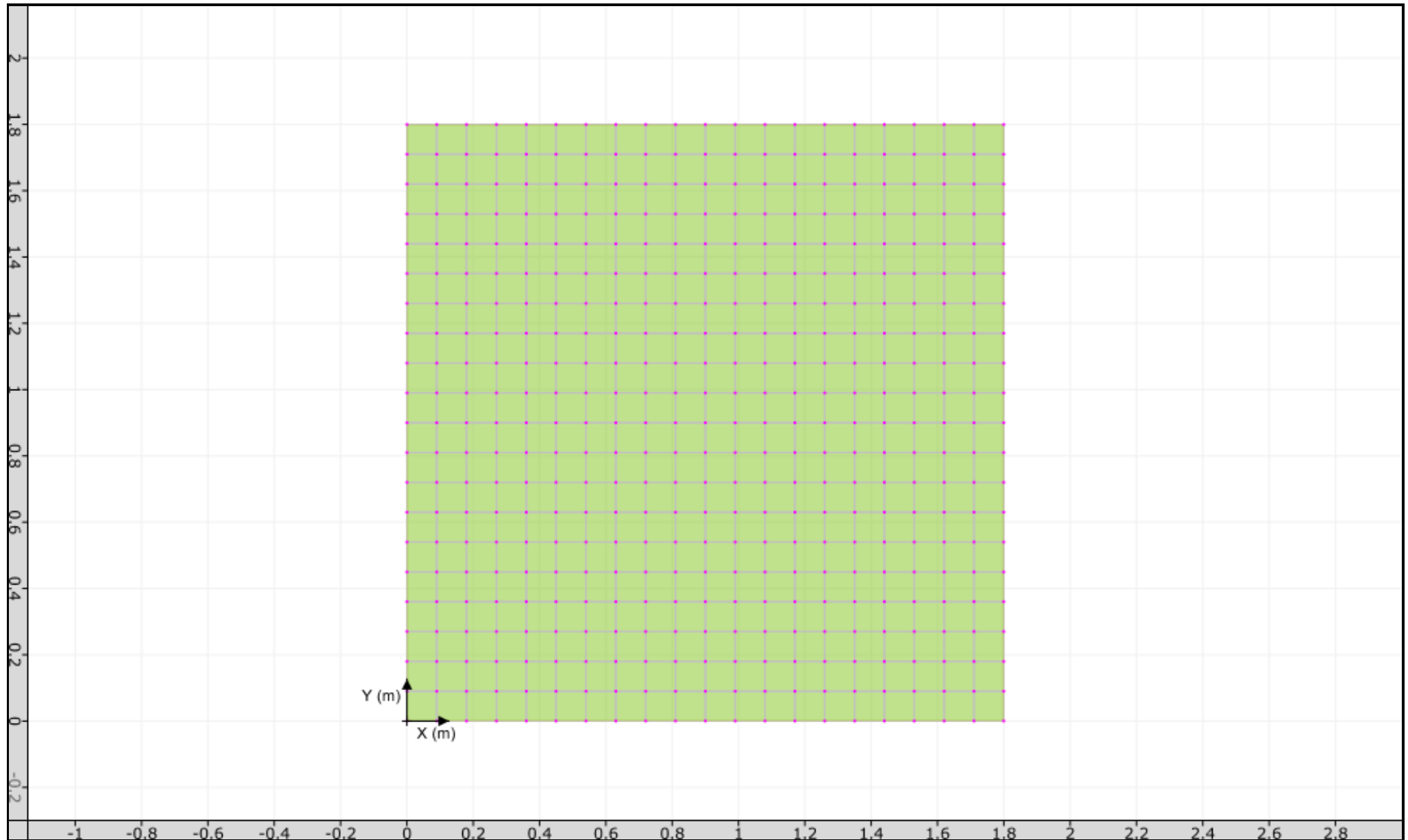


FoXta v4
v4.1.16

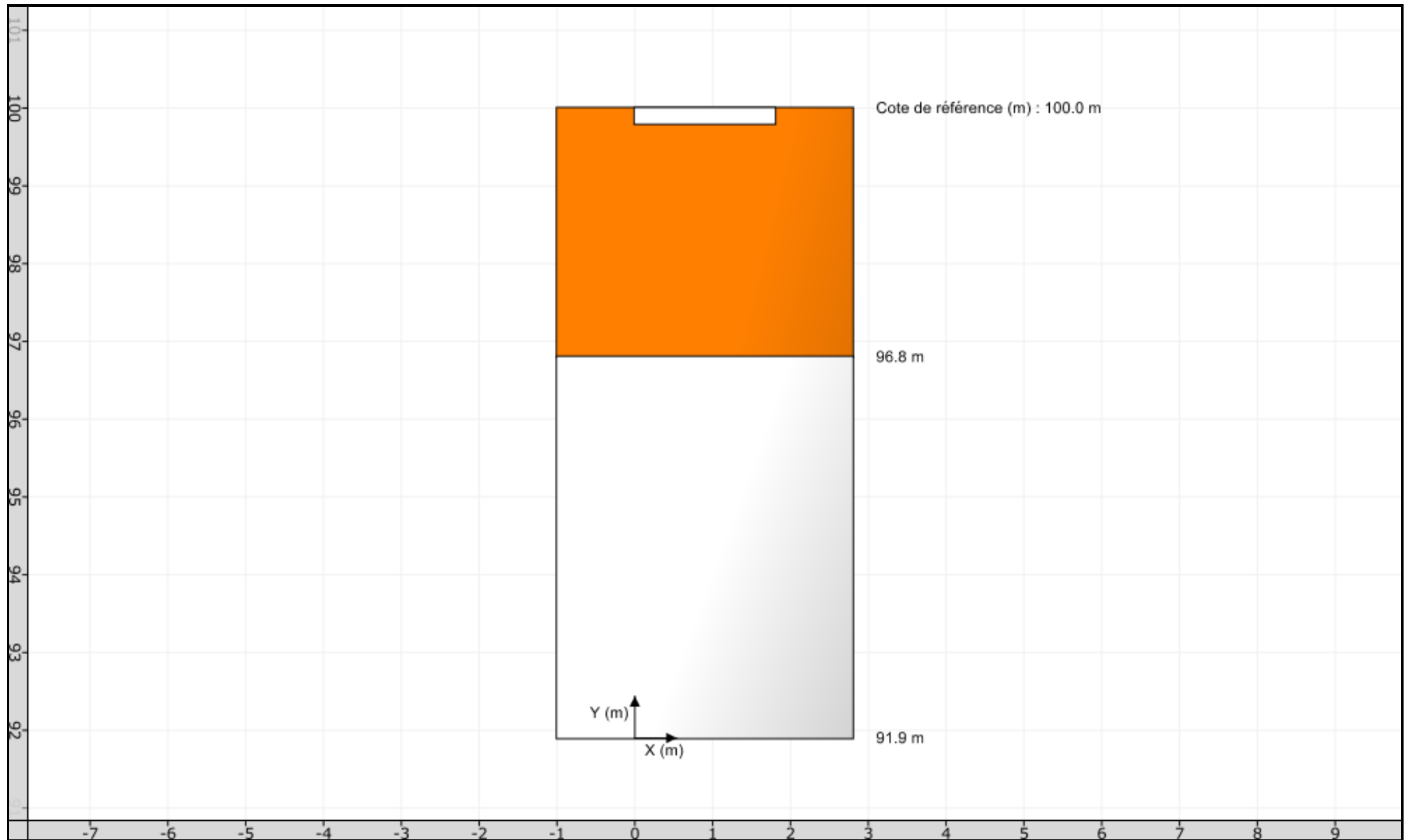
Imprimé le : 04/11/2024 - 17:27:40
Calcul réalisé par : FONDATEC

Projet : Radier
Module : Tasplaq (Cas 1/1)
Titre du calcul : Radier - élévateur

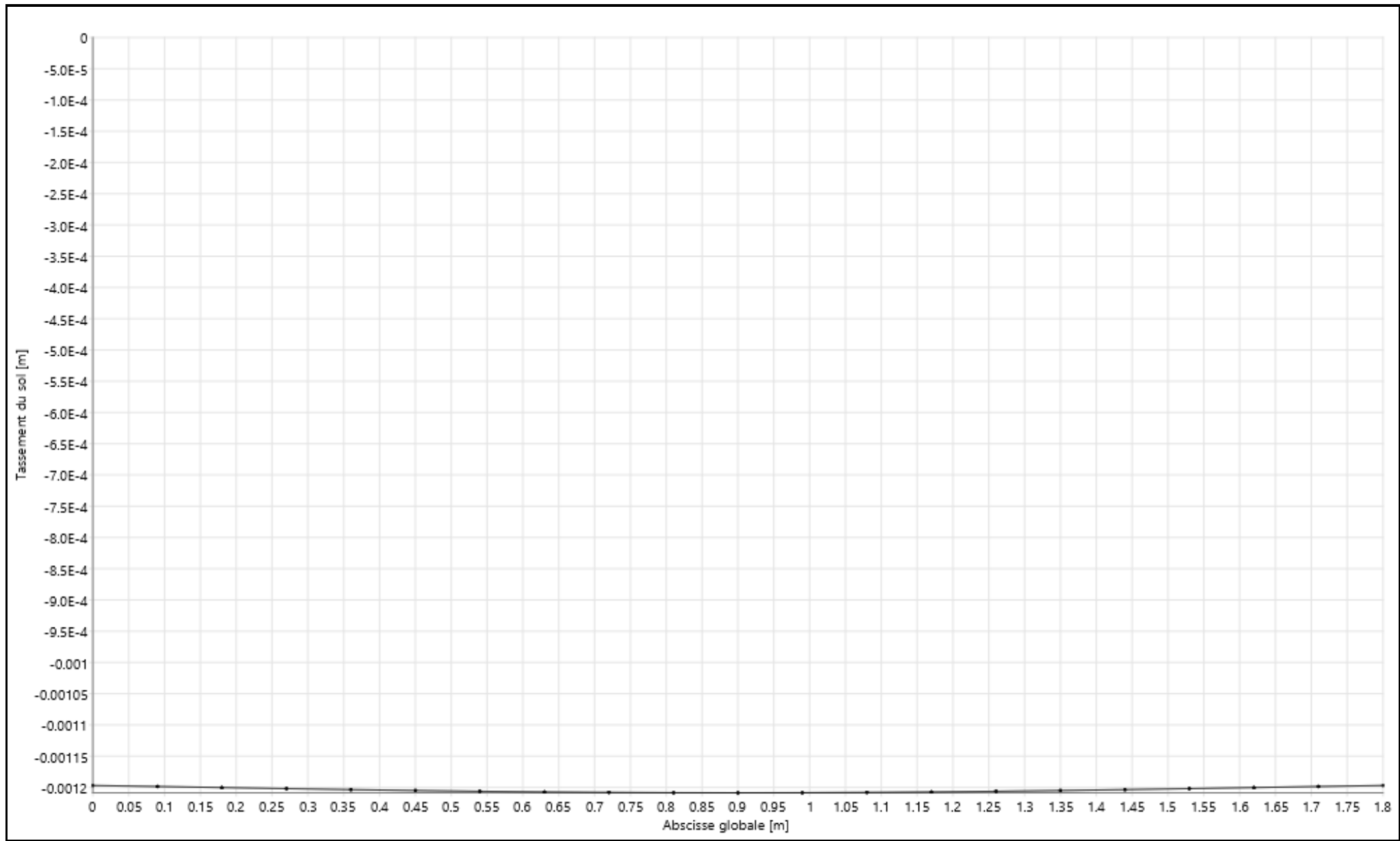
Onglet "Définition du maillage"



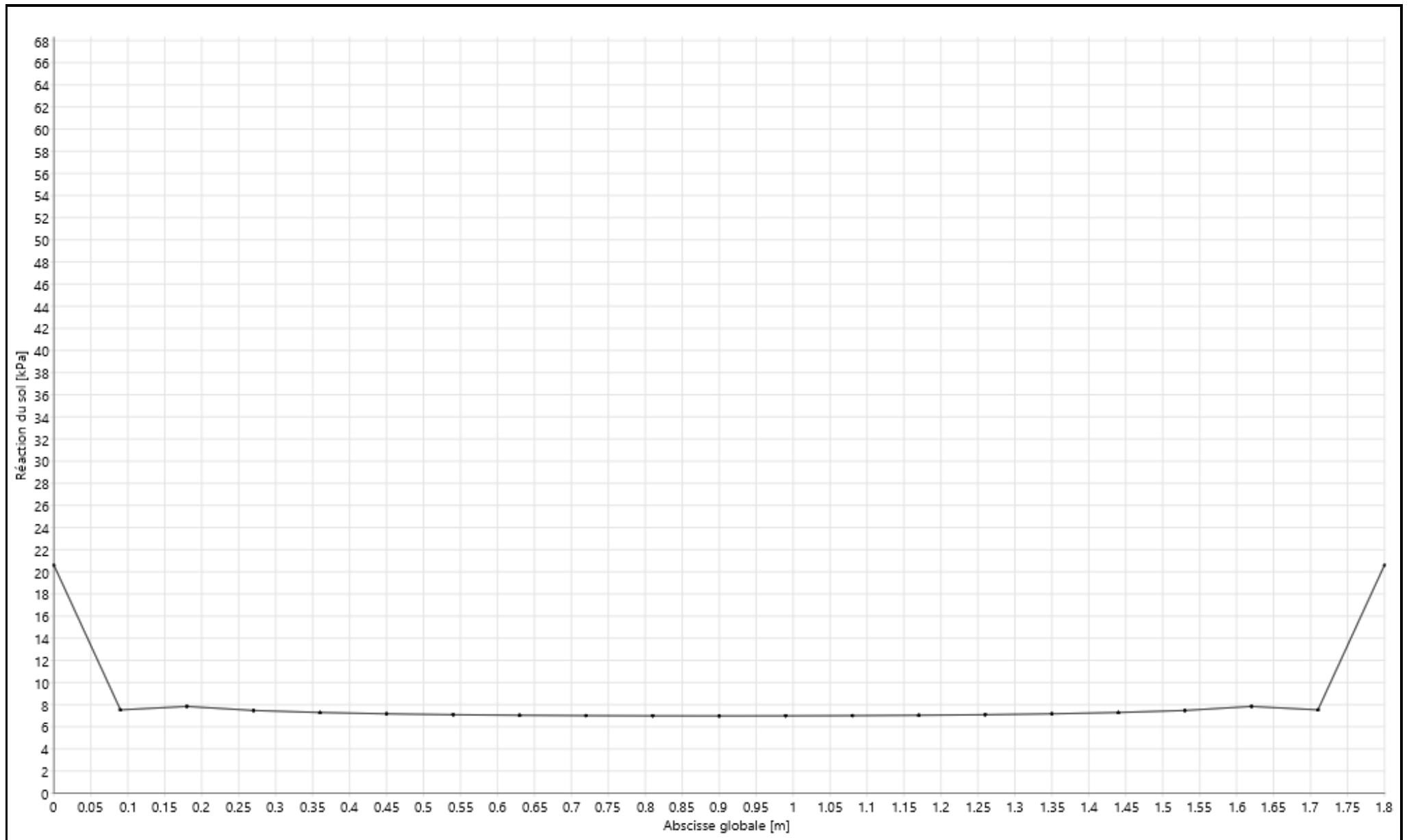
Onglet "Données des couches"



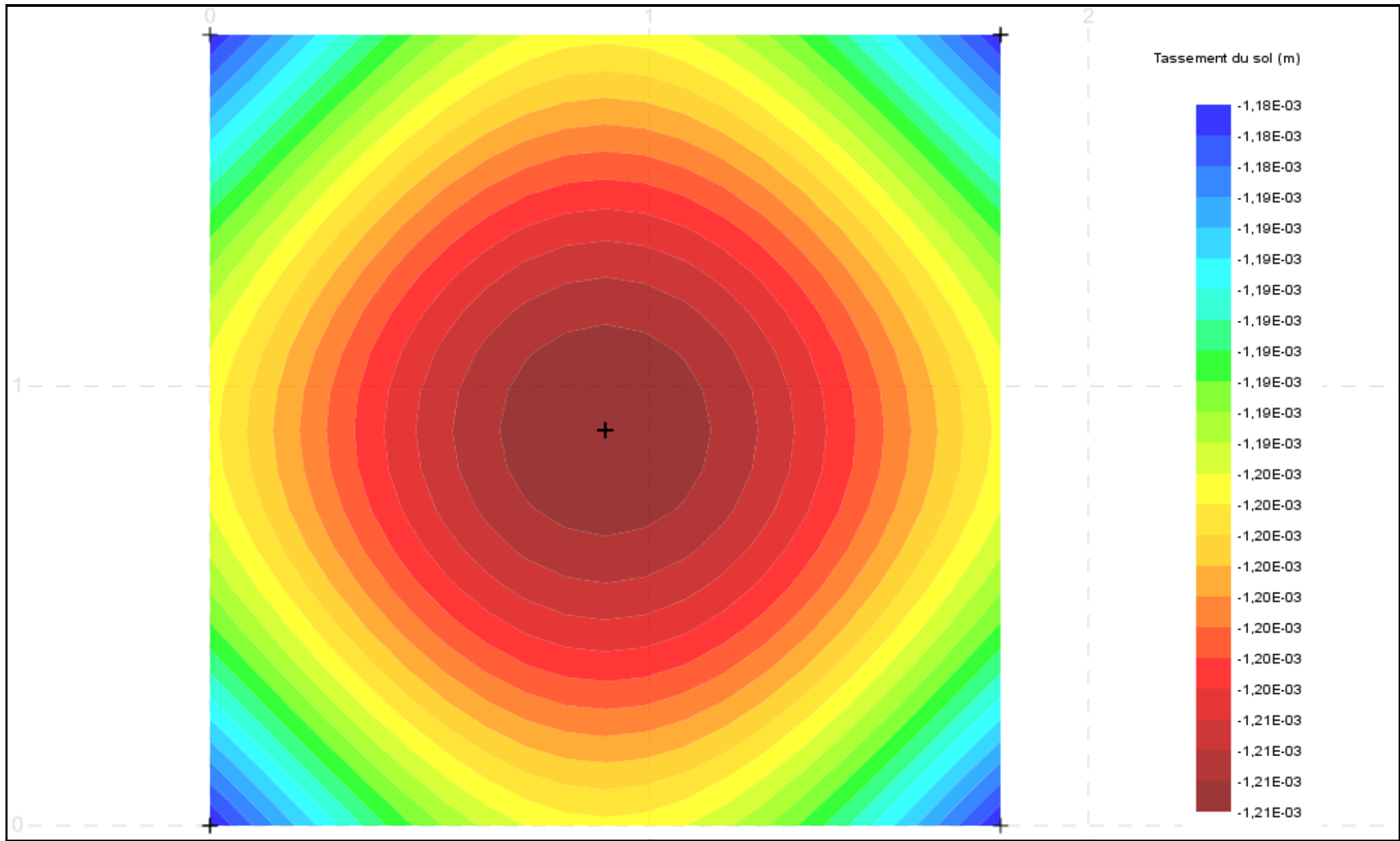
Coupe / Tassement du sol / Y=0,90m



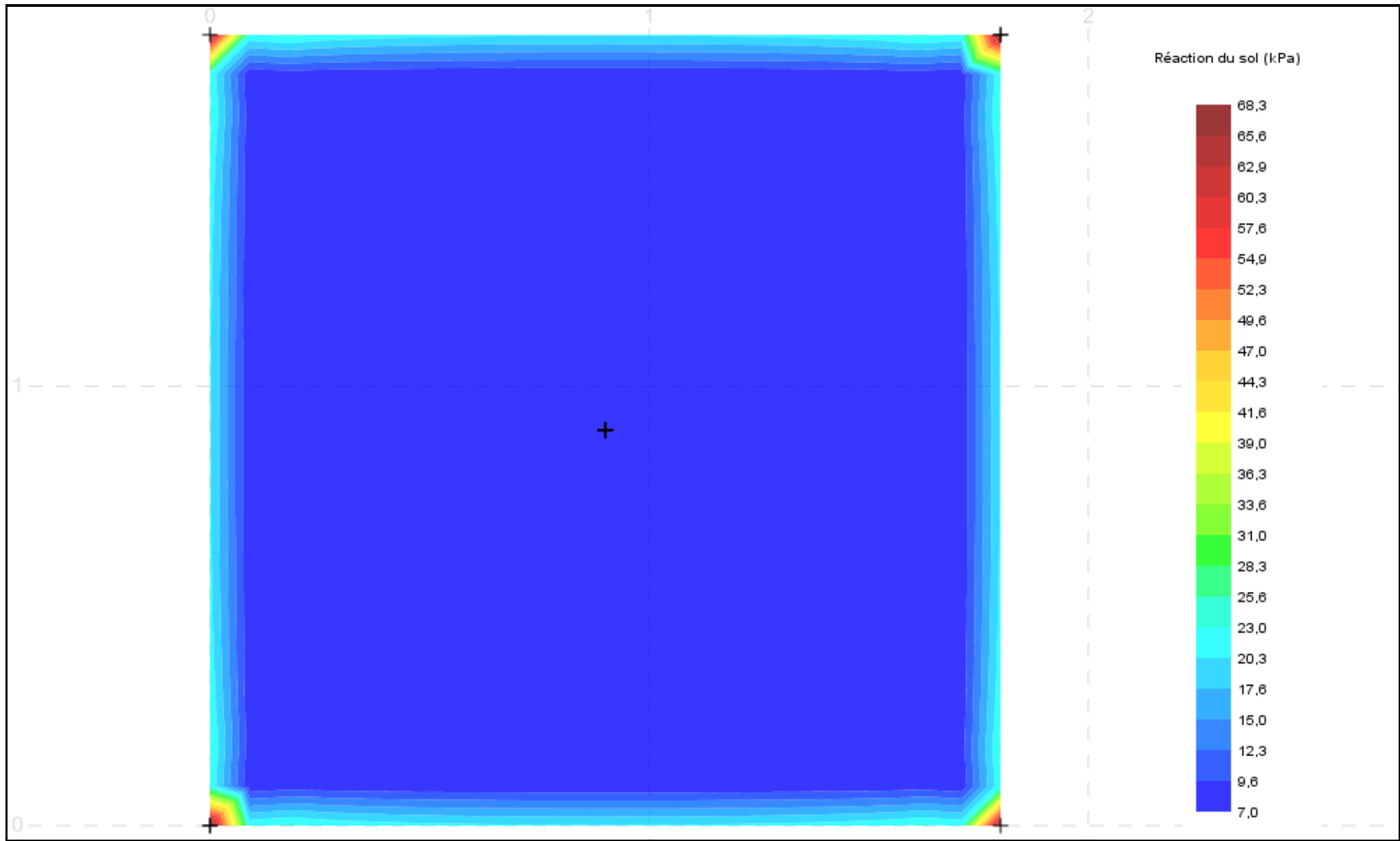
Coupe / Réaction du sol / Y=0,90m



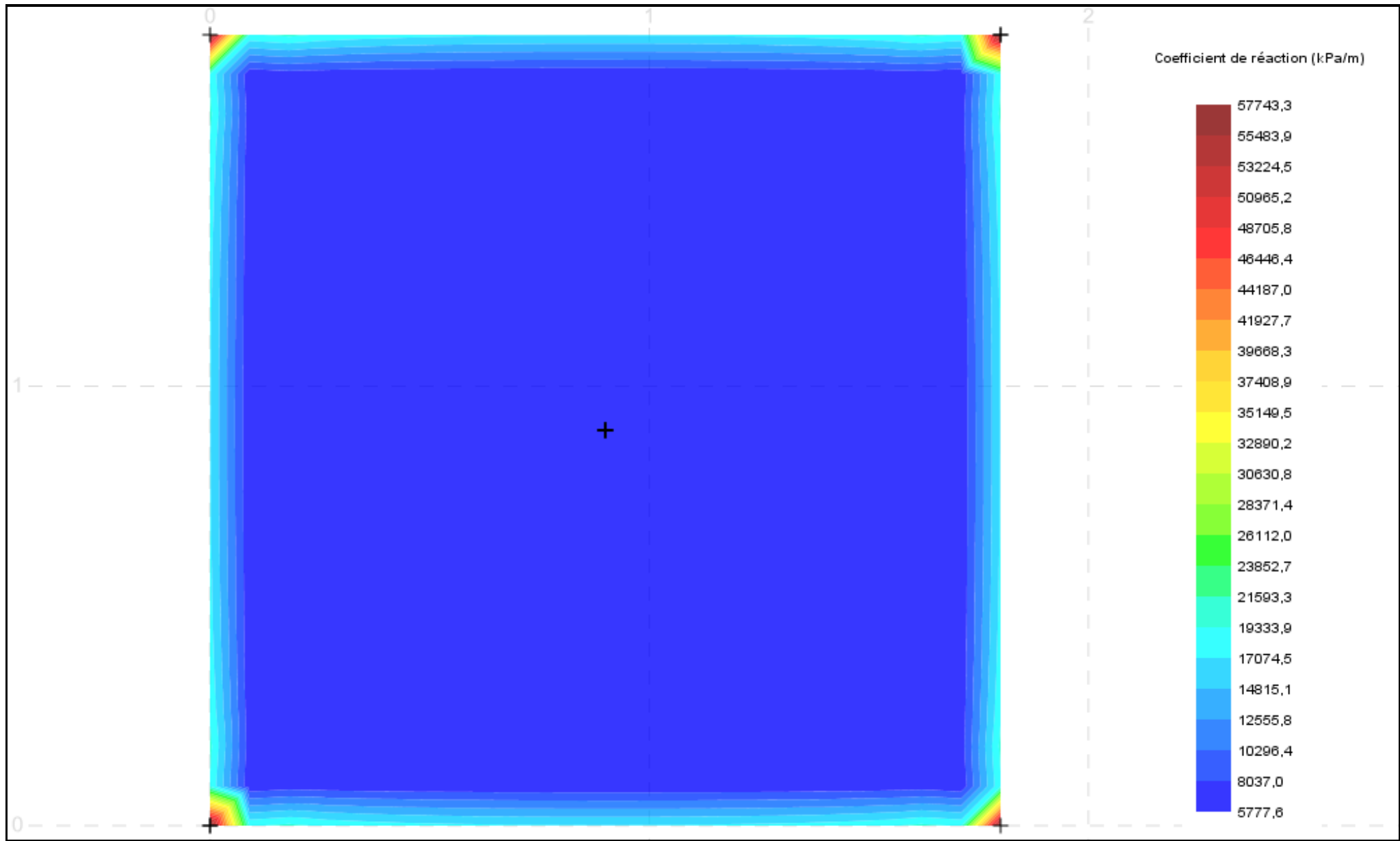
Isovaleurs / Tassement du sol



Isovaleurs / Réaction du sol



Isovaleurs / Coefficient de réaction



**Agence****Est**

Rue des Maidières
54700 BLENOD-LES-PONT-A-
MOUSSON
Tél. 03 72 75 00 10

Numéro d'affaire

57-24-01385

Ingénieur géotechnicien

M. Robin BOISSONNET
robin.boissonnet@icseo.com

Responsable d'agence

M. Olivier MARIN
olivier.marin@icseo.com

ETUDE GEOTECHNIQUE

Mission - G 5

METZ (57)

CROUS LORRAINE

Expertise géotechnique du dallage d'un Restaurant Universitaire

Version	Date	Nb pages		Révisions	Contrôle interne	
		Texte	Annexes			
1	02/08/2024	28	13	Rapport complet	-	OMA

Observations :

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE	3
1.1. GENERALITES	3
1.2. L'EXISTANT	3
1.3. LE SITE	5
1.4. TOPOGRAPHIE	6
1.5. PHOTOGRAPHIES AERIENNES	6
2. MISSION	8
3. RECONNAISSANCE	9
3.1. RECONNAISSANCE IN SITU	9
3.2. ESSAIS EN LABORATOIRE	9
3.3. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS	10
3.4. RECONNAISSANCE DE FONDATION	12
3.5. RECONNAISSANCE DE DALLAGE	13
3.6. HYDROGEOLOGIE	13
3.7. INONDABILITE	13
3.8. EXPOSITION DES SOLS ARGILEUX AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT	14
3.9. CAVITES SOUTERRAINES – CARRIERES – EXPLOITATIONS	15
3.10. RISQUE SISMIQUE	16
4. SYNTHESE SUR LES DESORDRES OBSERVEES	17
4.1. REMARQUES PRELIMINAIRES	17
4.2. RAPPEL SUR LES FONDATIONS OBSERVEES	18
4.3. RETRAIT-GONFLEMENT	19
4.4. OBSERVATION SUR L'ENVIRONNEMENT ALENTOUR	21
4.5. SYNTHESE SUR LES DESORDRES OBSERVES	22
5. MISSION G5	23

CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

ANNEXES

Le présent rapport comprend 28 pages et 13 pages d'annexe.



1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1. Généralités

Lieu : **METZ (57 070)**
Adresse : 6, Place Jean Baptiste Biot
Parcelle cadastrale n°149 section BX
Restaurant Universitaire Technopole CROUS

Désignation : Expertise géotechnique du dallage d'un restaurant universitaire

Donneur d'ordre : **CROUS LORRAINE**
75, Rue de Laxou
54 042 NANCY
en la personne de M. PORCU Bruno
commande du 16/05/24

Bureau d'Etudes
Structure : **LABART**
51A, Rue de l'Ancien Hôpital
57 100 THIONVILLE
en la personne de M. LABART Yannick

Intervention in situ : Le 04/06/2024

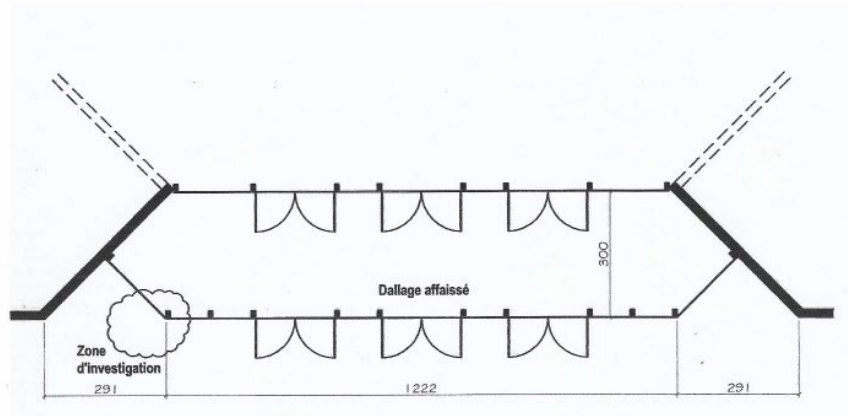
1.2. L'Existant

Dans le cadre de cette étude, un document technique de l'entreprise LABART nous ont été communiqués par les Responsables du Projet. Ce document comprend les éléments suivants :

- Photographies des désordres observés ;
- Plan de masse du dallage du sas d'entrée du Restaurant.

D'après ces documents et les renseignements qui nous ont été fournis, notre mission consiste en une expertise géotechnique sur un sas d'entrée, comprenant une dalle béton, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Dalle béton carrelée ;
- Emprise au sol de 35 m² environ (longueur d'environ 12 m et largeur 3 m) ;
- Ouvrage mitoyen et encastré dans un bâtiment de type R+1 sans sous-sol ;
- Niveau bas identique au niveau RdC du bâtiment attenant soit à la cote 100,00 réf.



Plan du Projet



Cette expertise survient après l'apparition d'un affaissement de la dalle béton de l'ordre de quelques centimètres en pied d'ouvrage, côté extérieur (Cf photographies ci-dessous).



Photographies des désordres observés par les Responsables du Projet

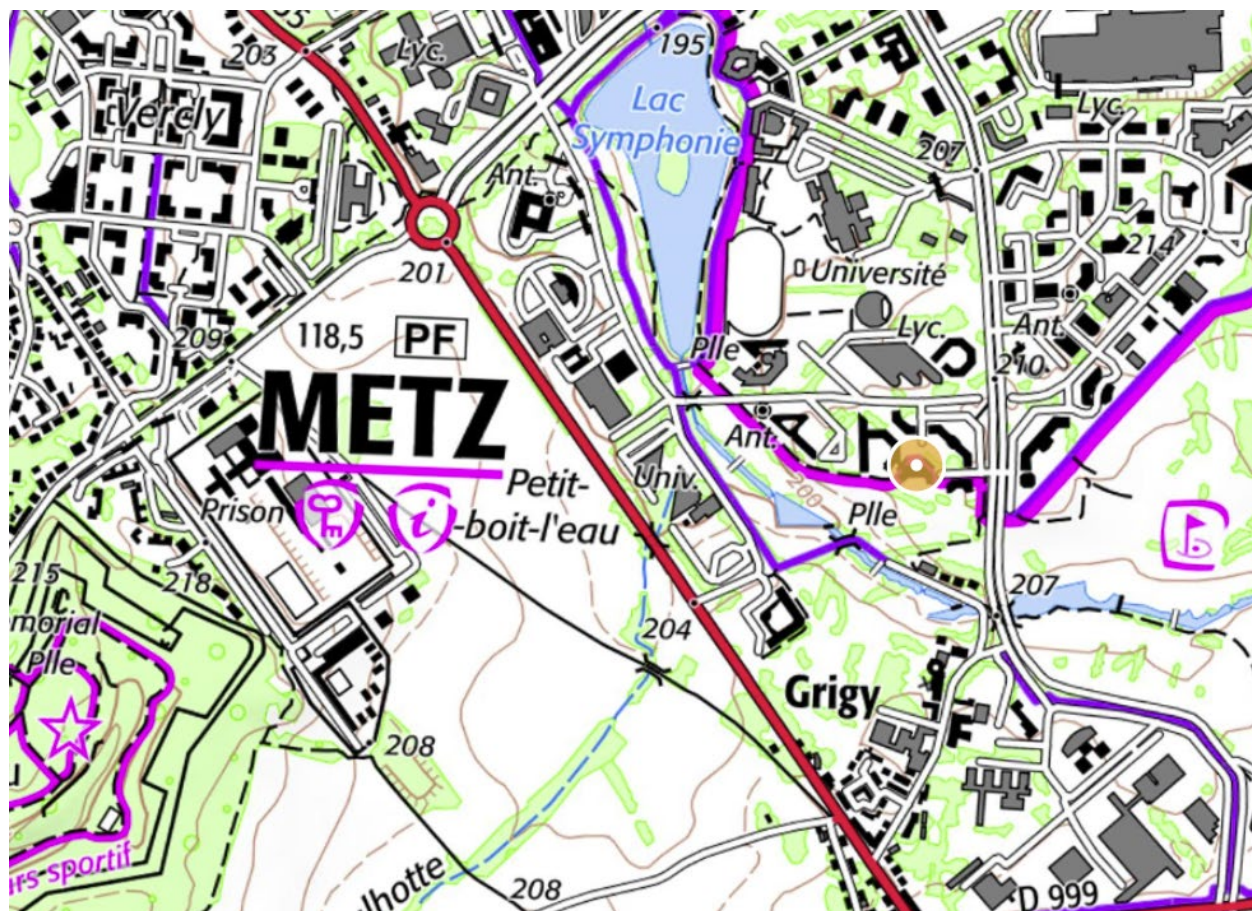
Notons que cette étude porte exclusivement sur la partie dallage du sas d'entrée et non sur le bâtiment principal correspondant au Restaurant Universitaire.

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

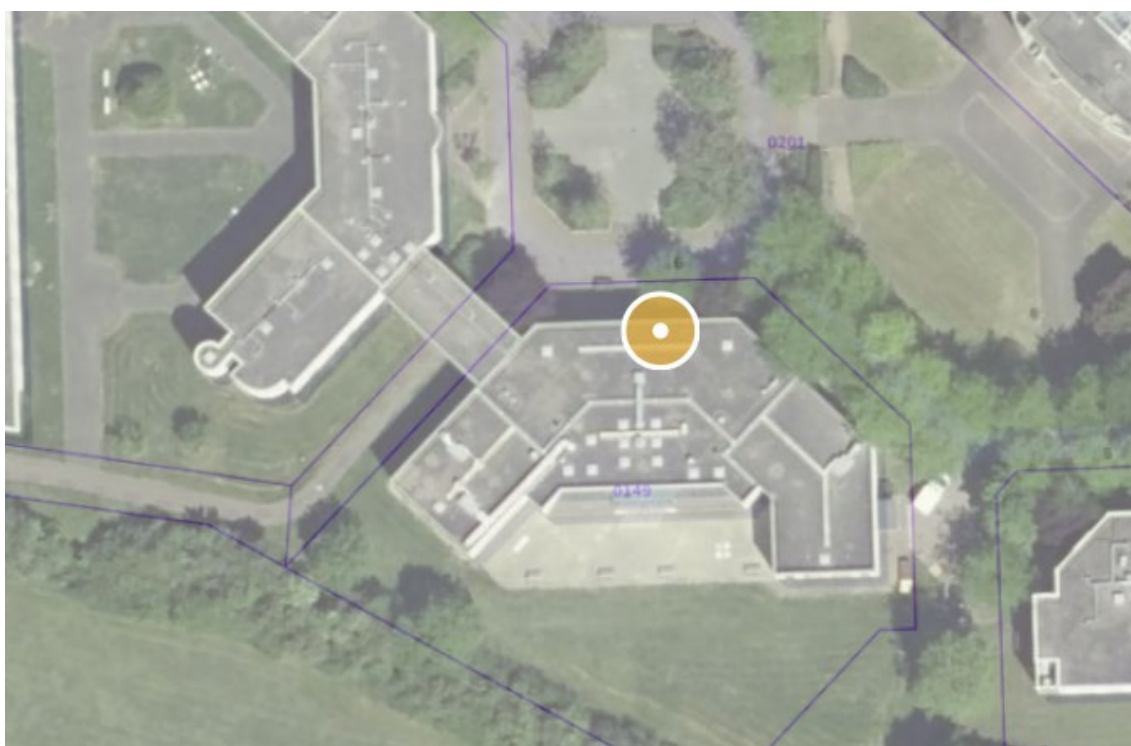
- Surcharges d'exploitation uniformément réparties sur la dalle béton : 4 kN/m²

1.3. Le site

L'ouvrage étudié se situe 6, Place Jean Baptiste Biot, au sein du Restaurant Universitaire du Technopole, sur la commune de METZ (57).



Plan de situation du Projet



Photographie aérienne du Projet



La superficie de l'ouvrage est de l'ordre de 35 m², et la superficie du site alentours est de l'ordre de 45 000 m² (Bâtiments du technopole)

Le site présente une pente moyenne générale vers le Nord-Nord-Ouest de l'ordre de 2% avec des ruptures de pente pouvant être ponctuellement de l'ordre de 10 à 15%.

Le jour de notre intervention, le site était occupé par les ouvrages et aménagements existants comprenant notamment le Restaurant Universitaire CROUS technopole, l'accès en enrobé et l'escalier en béton.



Photographies du site effectuées lors de la contre-visite d'expertise, le 05/07/2024

L'implantation de la reconnaissance a été réalisée en fonction de l'accessibilité du site. Les parties de l'emprise du Projet occupées par les existants, le jour de notre intervention n'ont pas pu être reconnues.

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

1.4. Topographie

En l'absence de plan topographique, nos sondages ont été nivelés par nos soins à partir d'une référence, constituée par le seuil du bâtiment existant, prise arbitrairement à la cote 100,00 réf. L'altitude du site au droit de nos reconnaissances oscille entre 99,90 et 100,00 réf.

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

1.5. Photographies aériennes

Une campagne de recherche menée sur les photographies aériennes anciennes (environ une photographie par décennie) a permis d'observer l'évolution du site entre 1946 et aujourd'hui.

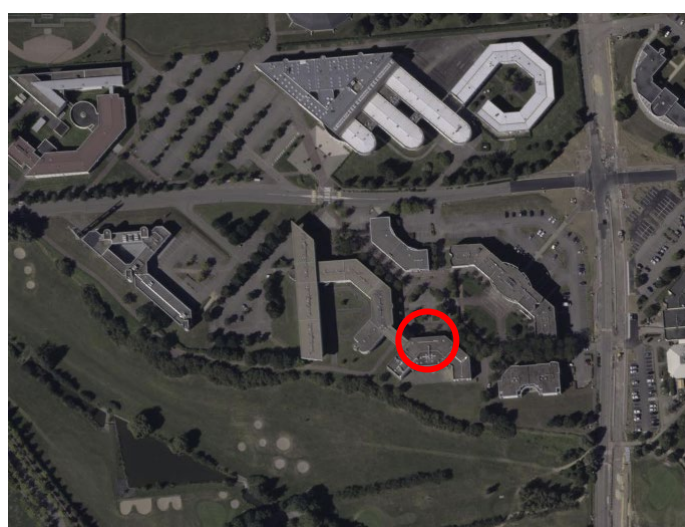




Photographies du site prises en 1946 (à gauche) et en 1961 (à droite)

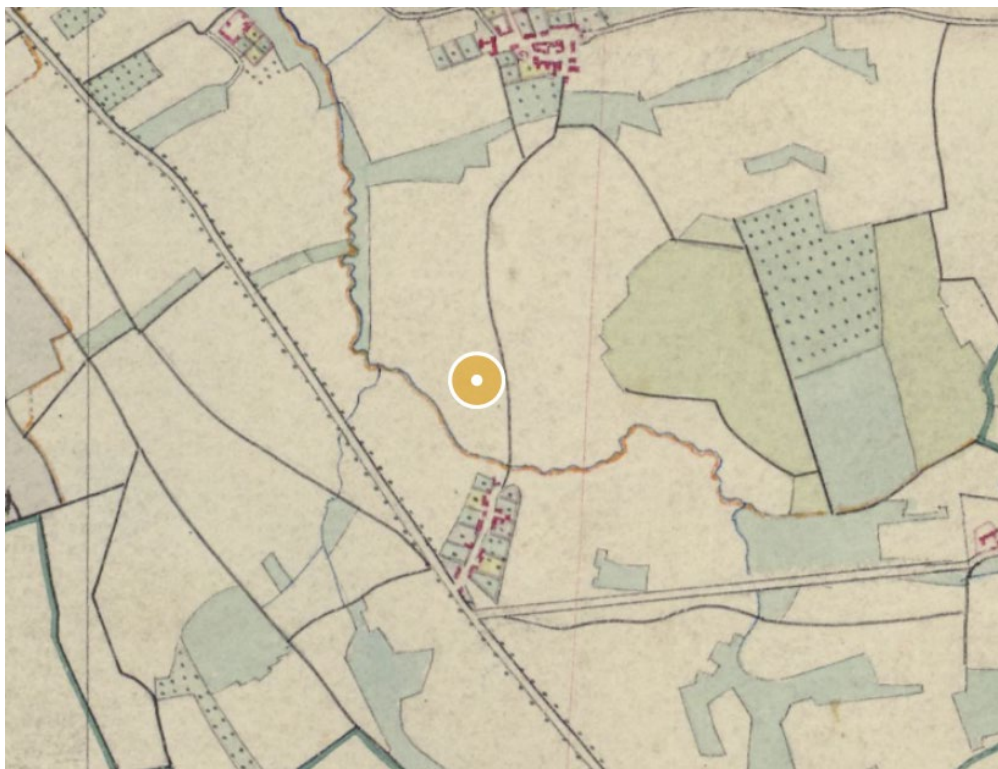


Photographies du site prises en 1981 (à gauche) et en 1989 (à droite)



Photographies du site prises en 1999 (à gauche) et en 2012 (à droite)

D'après ces photographies, le site a probablement été utilisé comme carrière avant les années 1940, date des premières photographies aériennes disponibles. Notons tout de même que d'après les cartes d'état-major de 1820 à 1866, aucune trace de cette carrière n'est visible. Celle-ci étant soit bien plus ancienne, soit datant du début de la fin du XIXème siècle ou début du XXème siècle.



Extrait de la carte d'état-major (1820-1866) du site

Par la suite, courant 1960-1980, le site a été entièrement remblayé pour ensuite permettre la construction des bâtiments existants fin des années 1980.

Aucune autre modification n'a été observée dans une période récente.

2. MISSION

Conformément à notre devis référencé DEV-24-1728, datant du 23/04/2024, qui a reçu l'approbation de notre client, notre mission doit permettre de définir :

Prestation d'investigations géotechniques

- la nature des différents terrains rencontrés ;
- leurs caractéristiques mécaniques et géométriques ;
- le niveau d'eau relevé dans les sondages ;
- les résultats des essais en laboratoire ;
- la nature et la géométrie des fondations de l'existant.

Diagnostic géotechnique G5

- l'origine probable des désordres ;
- le type de renforcement envisageable ;
- les sujétions d'exécution.



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

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 et pressiométrique profond** noté SP1 de 8,00 m de profondeur. Il a été réalisé en diamètre 63 mm. Il 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 :
- **5 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).
- **2 essais au pénétromètre dynamique** notés P1 et P2 de 4,00 m de profondeur. Ils ont permis de caractériser en continu la résistance dynamique de pointe des différentes couches rencontrées.
- **1 reconnaissance des fondations existantes** notée RF1 Elle a été réalisée à la pelle mécanique. Elle a permis :
 - de reconnaître la nature et la géométrie des fondations existantes ;
 - de définir la nature du sol d'assise et de prélever des échantillons intacts ;
 - de reconnaître la profondeur d'assise des fondations.
- **1 carottage de dalle béton** noté SC1. Il a permis de reconnaître l'épaisseur de la dalle béton et de définir sa nature et ses caractéristiques.

3.2. Essais en laboratoire

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

- **1 identification GTR 92 complète** (teneur en eau et limites d'Atterberg)
- **1 analyse sédimentométrique ;**
- **1 mesure de la sensibilité au retrait-gonflement ;**
- **1 Profil hydrique ;**
- **1 essai de gonflement à l'œdomètre ;**
- **1 essai de dessiccation.**



3.3. 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. Enrobé / Dalle béton / Terre végétale

L'épaisseur d'enrobé remarquée au droit de notre sondage SP1 est d'environ 5 cm. Sous-jacent à cette couche d'enrobé, une couche de forme potentiellement traitée, constituée de gravier et cailloutis à matrice limono-sableuse gris clair, a été remarquée jusqu'à 0,40 m de profondeur.

L'épaisseur de la dalle béton remarquée au droit de notre sondage SC1 est de 23 cm. Sous-jacent à cette dalle, une couche de polystyrène de 7 cm a été observée.

L'épaisseur de terre végétale au droit de notre reconnaissance RF1 est d'environ 10 cm.

- 1. Remblais

Cet horizon, constitué principalement d'argile sableuse à marneuse brun ocre grisâtre, gris bleu foncé à gris clair bleuté localement à cailloutis et débris de brique et de limon argileux brun beige à cailloutis, a été rencontré jusqu'à l'arrêt de sondages de 1,15 à 8,00 m de profondeur.

Les caractéristiques mécaniques mesurées sont résumées ci-après :

		<i>minimum</i>	<i>maximum</i>
<i>Module pressiométrique E</i>	(MPa)	1,5	3,6
<i>Pression de Fluage Pf</i>	(MPa)	0,20	0,30
<i>Pression Limite Pl</i>	(MPa)	0,28	0,48
<i>Résistance à la pénétration dynamique Rd</i>	(MPa)	0,5	11,5

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

Sondage N°			SP1	RF1
Profondeur de prélèvement	m		0,40-1,90	1,00
Teneur en eau	W	%	21,8	17,0
Analyse granulométrique	Dmax	mm	-	16
	<63 mm	%	-	100,0
	<2 mm	%	-	90,0
	<63 µm	%	-	54,4
Limites d'Atterberg				
<i>Limite de Liquidité</i>	Wl	%	48,6	-
<i>Limite de Plasticité</i>	Wp	%	24,7	-
<i>Indice de plasticité</i>	Ip		24,0	-
<i>Indice de consistance</i>	Ic		1,12	-
Valeur de Bleu du Sol	VBS		-	3,46
Classe GTR 2000			F _{3s}	F ₂

Ce qui classe ces matériaux en F₂ à F_{3s} selon la nouvelle nomenclature du GTR 2000 datant de 2023, anciennement A₂ à A_{3s} avec le GTR 92.



Selon les résultats de l'analyse complémentaire en laboratoire (Cf. ci-dessous) réalisée sur un échantillon prélevé dans le même horizon, **ce matériau est sensible au retrait-gonflement**.

Nature du terrain : Remblai: argile plastique finement sableuse brun clair jaunâtre à cailloutis

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

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

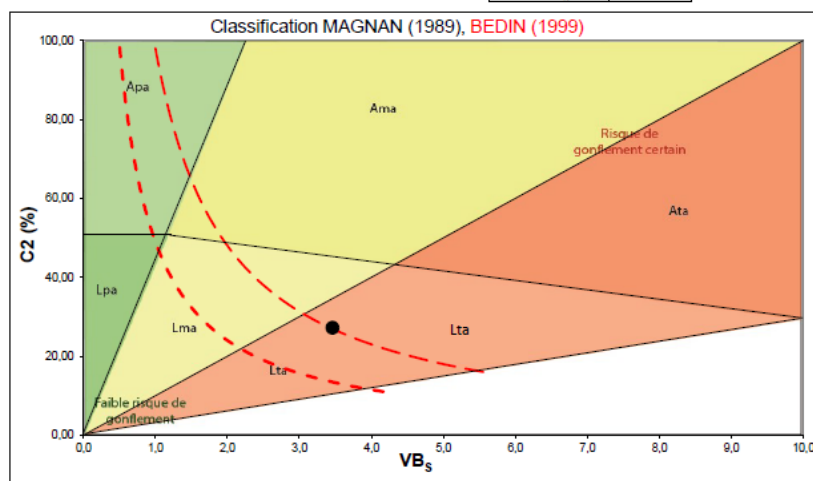
$V_{sh} =$ 3,5

C_2 (%) = 27,17

V_{sh}	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

$A_{cb} =$ 13



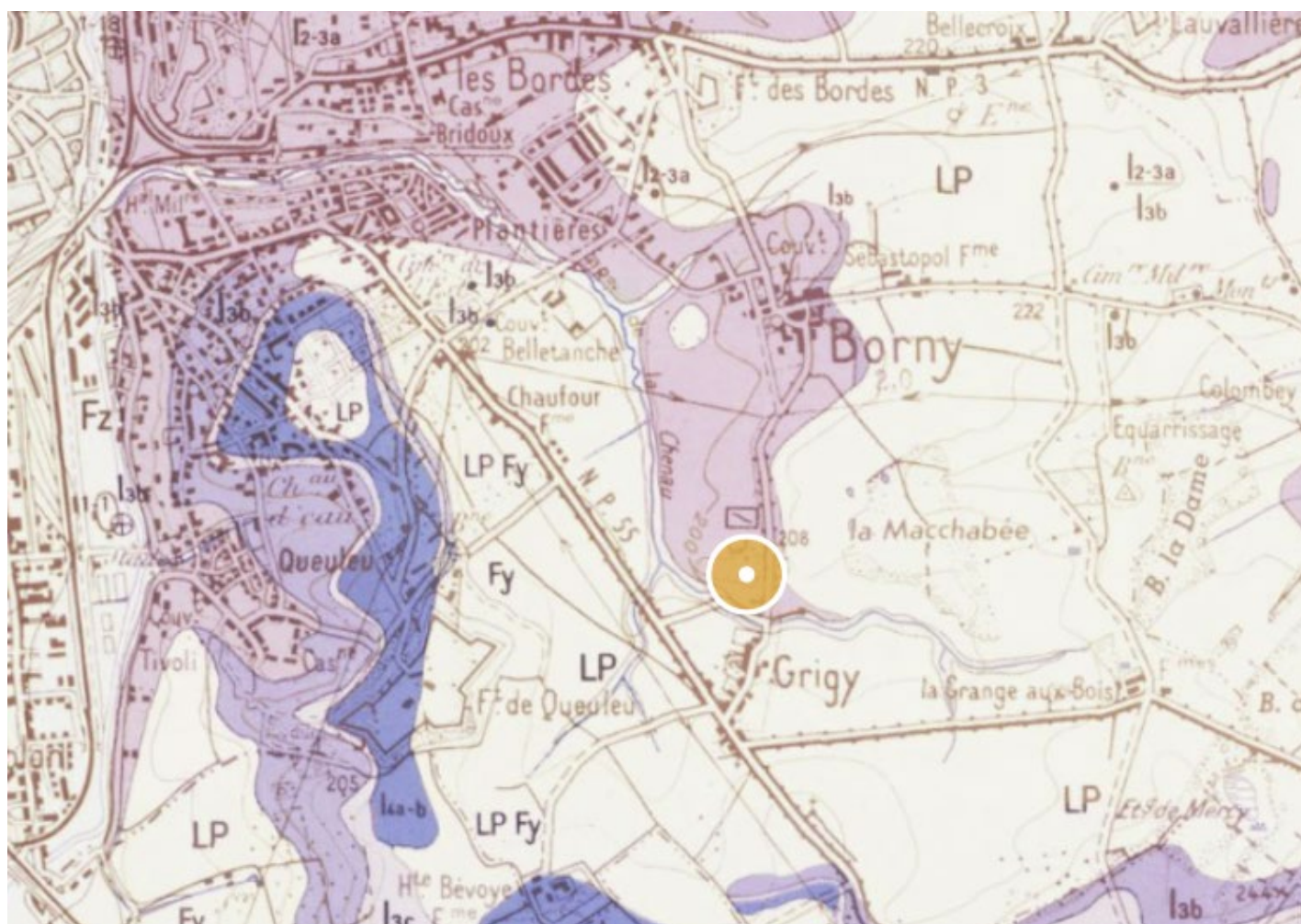
Apa : argile peu active
Ama : argile moyennement active
Ata : argile très active
Lpa : limon peu actif
Lma : limon moyennement actif
Lta : limon très actif

Rappelons que le site a fait l'objet d'activités de type carrière et de remblaiements. Dans un tel contexte, il est certain de rencontrer des irrégularités des sols comprenant des remblaiements anthropiques de natures divers et de profondeurs pouvant être importantes.

De plus, la commune de METZ (57) se situe dans une zone où se sont déroulés des affrontements lors des différentes guerres du XX^{ème} siècle. Dans un tel contexte, il est à craindre de rencontrer des vestiges et des engins de guerre enterrés au droit du site ainsi que des irrégularités des sols, remaniés lors des différentes guerres. Notons également que nous avons remarqué différentes traces de bombardement aux alentours du site sur les photographies aériennes anciennes de 1946.



Notons que nous jusqu'à 8,00 m de profondeur, nous n'avons pas atteint le substratum calcaire appartenant à la formation du Calcaire à Nannobelus du Lotharingien. Ce substratum calcaire peut être sensible à la **karstification** qui ménage des galeries vides ou remplies de sédiments divers.



Extrait de la carte géologique de METZ au 1/50 000^{ème}

3.4. Reconnaissance de fondation

Le profil de la fondation reconnue est présenté en annexe. Les principales caractéristiques de cette fondation sont résumées ci-dessous.

Sondage N°	Type de fondation	Débord/au nu extérieur du mur (m)	Epaisseur de la fondation (m)	Profondeur d'assise/TN (m)	Altitude réf du niveau d'assise	Nature du sol d'assise
RF1	Massif béton (Potentiellement tête de pieu)	0,20	0,70	1,10	98,80	Remblai argileux plastique finement sableux brun clair jaunâtre à cailloutis (Horizon 2)

Notons que nous n'avons pas remarqué de prolongement des fondations sous le « massif » béton mis en évidence lors de notre reconnaissance. Il est tout de même possible que ce « massif » soit en fait la tête d'un pieu ou d'un autre type de fondation profonde au vu de l'épaisseur très importante de remblais. Dans le cas contraire et au vu des caractéristiques des remblais de forts désordres auraient dû apparaître au sein de l'ouvrage principal (Restaurant universitaire).



3.5. Reconnaissance de dallage

Les principales caractéristiques de la dalle sujet de l'étude sont résumées ci-dessous.

Sondage N°	Altitude réf du toit de la dalle	Nature de la dalle (sous carrelage)	Epaisseur des structures (cm)	Nature du sol sous-jacent
SC1	100,00	Chape béton fin friable décollé	3,5	Remblais argileux (Horizon 2)
		Béton sur polyane comprenant 2 nappes de ferrailage (1 nappe de Ø 5 mm à 17,5 cm/TN 1 nappe de Ø 7 mm à 21,5 cm/TN)	18,5	
		Couche de polystyrène	7,0	

Nous remarquons qu'une couche de polystyrène est présente sous la dalle béton principale. La présence de ce matériau nous permet d'affirmer que cette dalle est ainsi portée par les fondations du bâtiment principal (restaurant universitaire).

Nous remarquons également deux nappes distinctes de ferrailage au sein de la dalle principale et aucun désordre n'a été observé au sein de la carotte de dallage ainsi qu'en surface où a été installé du carrelage.

3.6. Hydrogéologie

Lors de notre intervention, une arrivée d'eau a été rencontrée au droit de notre sondage profond à la profondeur et cote suivante :

Sondage N°	Arrivée d'eau observée		Niveau stabilisé mesuré	
	Profondeur/TN (m)	Cote réf de l'arrivée d'eau observée	Profondeur/TN (m)	Cote réf du niveau mesuré
SP1	5,50	94,40	4,05	95,85

Le niveau d'eau mesuré et rappelé ci-dessus n'est représentatifs de circulations d'eau qu'au jour de la mesure. Ils ne permettent pas de juger des circulations d'eau qui pourront se produire en période pluvieuse.

3.7. Inondabilité

D'après le site internet de la Préfecture de Moselle, la commune de METZ (57) est soumise à un Plan de Prévention des Risques d'Inondation.

D'après le plan des zones inondables par débordement de cours d'eau, le site se trouve en dehors des zones d'aléa et n'est même pas représenté sur la carte.



3.8. Exposition des sols argileux 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 de la commune de METZ (57) au niveau du site 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 se situe en zone d'**aléa moyen**.



Extrait de la carte de zonage de l'exposition des argiles au phénomène de retrait-gonflement au sein de la commune de METZ (57)

Les essais en laboratoire réalisés sur les remblais argileux (horizon 2) permettent d'indiquer que ces sols doivent être considérés comme **sensibles au phénomène retrait-gonflement**.

3.9. 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 METZ (57) 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, aucune cavité souterraine naturelle ne se trouve dans le secteur de l'étude (>500m).

D'après le site internet "Infoterre" du BRGM, d'anciennes exploitations se trouvent dans le secteur de l'étude dont une est même recensées au droit du site. La présence d'une ancienne carrière remblayée est confirmée par nos reconnaissances profondes effectuées.







Extrait de la carte recensant les anciennes exploitations au sein de la commune de METZ (57)






Rappelons que des remblais ont été remarqué jusqu'à 8,00 m de profondeur au droit du Projet et que le substratum calcaire n'a pas été atteint. D'après l'étude historique du site, il semblerait qu'une ancienne carrière remblayée se situe au droit du site. La profondeur de la base de l'ancienne carrière n'étant à ce jour pas encore connue.

3.10. Risque sismique

Le territoire de la commune de METZ (57) est situé en zone de sismicité 1, aléa très faible, d'après le décret du 22 octobre 2010.

Notons bien que les règles parasismiques applicables à l'ensemble du bâtiment dépendent de la zone sismique et de la catégorie du bâtiment. Les tableaux ci-dessous rappellent les règles à respecter en fonction de ces paramètres.

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

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

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

² Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

D'après les éléments disponibles, il n'y a aucune exigence particulière dans le cas présent.



4. SYNTHÈSE SUR LES DÉSORDRES OBSERVÉS

4.1. Remarques préliminaires

Rappelons que notre étude ne porte que sur la dalle béton du sas d'entrée du Restaurant universitaire et non pas sur le corps principal du bâtiment.

Les désordres observés se situent exclusivement au niveau de l'entrée du sas donnant sur l'extérieur. Les désordres observés étant un décrochement de quelques centimètres entre le chambranle des portes et le sol extérieur. De même, l'axe des portes vitrées a été également décalé de quelques millimètres, empêchant la fermeture de celles-ci.



Photographies des désordres observés côté extérieur, au niveau du sas d'entrée



Photographies de l'état intérieur du sas d'entrée



Photographies des désordres observés côté intérieur, au niveau du sas d'entrée

Notons que nous avons également remarqué l'absence de dalle béton en pied des baies vitrées. La structure métallique devrait normalement reposer sur la dalle portée. La dalle portée ne semble pas atteindre l'extrémité du sas d'entrée. Ainsi la baie vitrée est uniquement fixée en tête du bâtiment principal existant.

Nous avons remarqué une absence de dalle sur quelques centimètres au niveau de l'entrée du sas. Cette absence de continuité de la dalle portée initiale est probablement la cause des désordres observés au droit de l'entrée du sas. Les ouvrages reposant sur la dalle ne bougent pas. En revanche, les sols extérieurs tassent ce qui crée ces décalages au bas des baies vitrées.

4.2. Rappel sur les fondations observées

D'après nos reconnaissances, nous pouvons déterminer que la dalle du sas d'entrée, sujet de l'étude, est portée par les fondations du bâtiment principal (Restaurant universitaire).

La reconnaissance de fondation effectuée sur ce bâtiment met en avant un massif en béton fin ancré à 1,10 m de profondeur par rapport au TN. Au vu des remblais argileux de qualité géotechnique mauvaise remarqués jusqu'à 8,00 m de profondeur (au moins), il est fort probable que le bâtiment soit fondé sur des fondations profondes et que le « massif » observé lors de la reconnaissance de fondation soit finalement la tête d'un pieu.



Dans le cas où le bâtiment serait simplement fondé sur des fondations superficielles, au vu de l'horizon d'ancrage constitué de remblais peu portants (q_{ELS} environ égal à 0,07 MPa d'après nos données pressiométriques et pénétrométriques) et des phénomènes de retrait-gonflement des argiles, le bâtiment actuel devrait lui aussi comporter des désordres apparents +/- importants tels que des fissurations et/ou décrochements.

4.3. Retrait-gonflement

Les essais en laboratoire ont permis de montrer que les remblais argileux situés au droit du site **sont sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement**.

- Problématique de retrait :

Le retrait se caractérise par un tassement qui apparaît lors de la dessiccation des horizons argileux en période sèche. En effet, les argiles ont la propriété de perdre du volume lorsque leur teneur en eau diminue.

Le phénomène est contrôlé par le comportement des argiles lors de leur assèchement et de la variation de teneur en eau des sols en profondeur. En effet, contrairement à l'hydratation, la perte de teneur en eau prend du temps, et plus les argiles sont profondes plus cet assèchement nécessite une longue période de sécheresse. Il est admis dans le secteur, dans les conditions connues jusqu'à présent, qu'au-delà de 1,50 m de profondeur les variations de teneurs en eau entre période sèche et période humide sont négligeables.

Les essais de laboratoire ont permis de déterminer une limite de retrait effectif à 14,2 % et ont également permis de déterminer la teneur en eau maximale que l'argile peut atteindre à saturation est de l'ordre de 27,3 %. Ainsi les phénomènes de tassement des sols vont avoir lieu entre 14,2 % et 27,3 % de teneur en eau.

Notons que les mesures de teneur en eau effectuées sur des échantillons récupérées in-situ le 04/06/2023, au sein des différents horizons, sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Horizon impacté	Echantillonnage		Teneur en eau (en %)
	Sondage	Profondeur	
Remblais argileux (Horizon n°2)	RF1	1,00	17,0
		1,10	22,0
	SP1	2,50	28,0
		4,20	22,0
		6,80	29,0

A partir de ce tableau, nous remarquons que les horizons argileux comprenaient une teneur en eaux relativement importante et même, localement, supérieure à la valeur de saturation en eau maximale déterminée lors de notre essai de dessiccation sur un échantillon du même horizon.

On peut ainsi en déduire que les sols d'assise peuvent être extrêmement sujets aux problématiques de retraits de la fraction argileuse lors de phénomènes de dessiccations importants pouvant survenir lors de longues périodes chaudes et sèches.

D'après la courbe de dessiccation obtenue via nos essais laboratoire, le $\Delta H/H_0$ est de 7%. Cette valeur importante permet de déterminer un potentiel retrait de l'horizon d'assise de l'ordre de 7 à 11 cm. Ce tassement important est très préjudiciable pour tout ouvrage fondé à moins de 1,50 m de profondeur au sein d'un tel horizon.

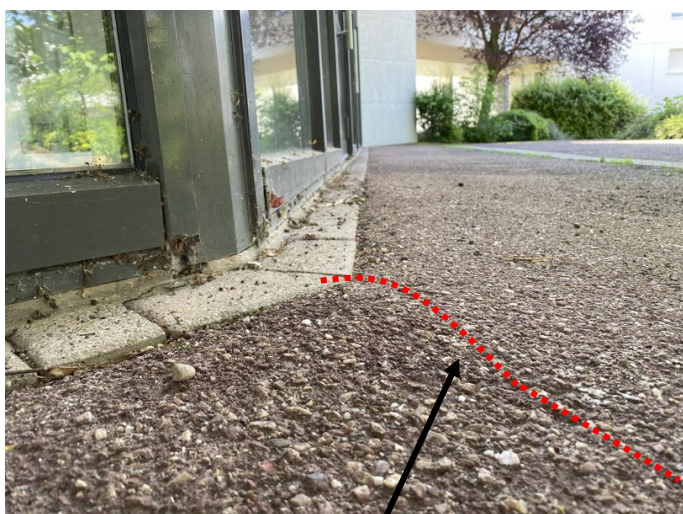


- Problématique de gonflement :

La pression de gonflement correspond à la capacité de soulèvement que pourra mobiliser les argiles lors d'une phase d'hydratation.

A l'issue de l'essai de gonflement réalisé sur les argiles prélevés au droit du site, cette pression de gonflement est de l'ordre de 23 kPa (2,3t/m²) avec un rapport de gonflement de l'ordre de 1,2E- 02. Ces valeurs peuvent induire un gonflement pouvant être important notamment pour les terrain encaissant le l'ouvrage étudié.

Nous tenons également à signaler qu'un gonflement des enrobés adjacents aux baies vitrées du sas d'entrée a été remarqué lors de nos différentes visites de site. Ce gonflement a pu être estimé de l'ordre de quelques centimètres. Ce gonflement est légèrement visible sur les photographies ci-dessous.



Géométrie générale du bombement observé



Photographies du sas d'entrée et des enrobés encaissants présentant un léger bombement

4.4. Observation sur l'environnement alentour

Sur le pourtour du bâtiment existant et au droit des ouvrages alentours, nous avons également observé des décrochements et des tassements +/- importants entre les différents bâtiments et les aménagements et sols encaissants.



Photographies des décrochements observés au sein des autres murs du restaurant universitaire



Photographies des décrochements observés au sein des autres bâtiments et ouvrages alentours



Notons également qu'énormément de désordres sont visibles au sein des voiries situées aux alentours du site (fissurations, faillançages, éclatement de la chaussée, etc....)



Photographies des désordres observés au sein des voiries alentours

4.5. Synthèse sur les désordres observés

D'après toutes ces observations, il est fort probable que les bâtiments datant des années 1990 du Technopole aient été construits sur des fondations profondes ancrées dans le substratum calcaire sous-jacent, situé, au droit du site étudié, à plus 8,00 m de profondeur.

Cependant, les aménagements extérieurs étant fondés et/ou posés dans les remblais argileux du site sont, eux, fortement sujets aux phénomènes de retraits et de gonflements des argiles et aux phénomènes de tassements différentiels. Ces derniers se décrochent donc des structures rigides des bâtiments ancrés profondément amenant des désordres observables en extérieur, au niveau des différentes jonctions.

Pour le sas sous étude, les désordres observés ne proviennent donc pas des fondations du bâtiment ni même du dallage en lui-même mais de l'aménagement extérieur en enrobé/pavé qui a soit tassé, soit subi de forts retraits. Notons tout de même que **la dalle portée est probablement trop courte par rapport aux dimensions du sas d'entrée du restaurant universitaire. Ainsi, les baies vitrées et la première ligne de carrelage ont été potentiellement posées et/ou ancrées au sein d'un béton de propreté non relié, structurellement parlant, à la dalle portée existante. Ces éléments sont ainsi sujets aux mêmes mouvements que pourraient subir les sols encaissants.**



Il conviendra, dans ce cas, de reprendre la dalle portée pour qu'elle soit de dimensions adéquates au sas d'entrée existant et de fixer les armatures métalliques des baies vitrées dans celle-ci.

Dans le cas où aucune reprise ne pourrait être effectuée et au vu des sols environnants, ces désordres risquent de se reproduire dans le temps.

5. MISSION G5

Ce rapport correspond à la mission G5 (Diagnostic géotechnique) qui nous a été confiée pour cette affaire.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport sont destinés à appréhender les sujétions techniques et ne sont en aucun cas un dimensionnement du Projet.

Rédigé par R. BOISSONNET
Ingénieur géotechnicien



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 quel qu'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	Etude 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

- plan d'implantation des sondages
- sondage pressiométrique
- sondages pénétrométriques
- reconnaissance de fondation
- analyses en laboratoire



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

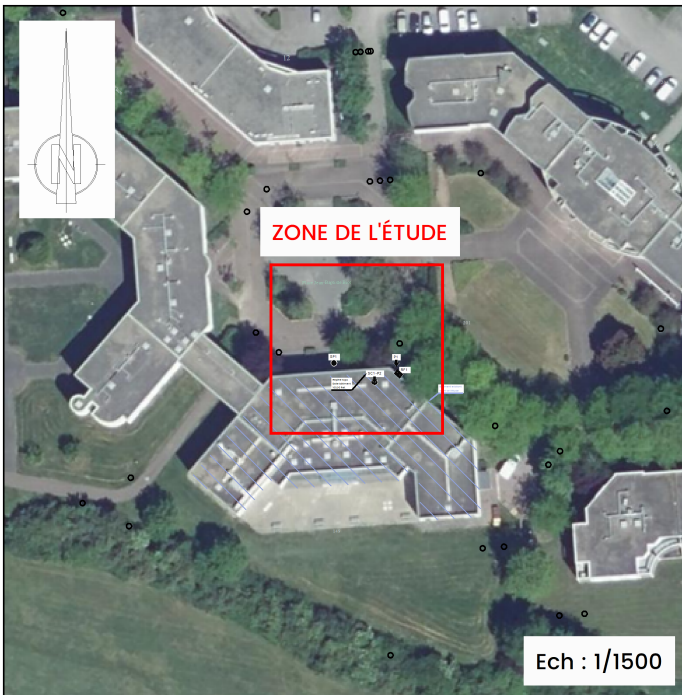
57-24-01385 METZ

Expertise géotechnique du dallage d'un
Restaurant Universitaire

- ⊗ Sondage pressiométrique
- ⊗ Sondage carotté
- ↓ Sondage pénétrométrique
- ⊠ Reconnaissance de fondations

FORMAT A4

Ech : 1/200



Place Jean-Baptiste Biot

201

SP1



P1



RF1



SC1-P2



Repère topo
Dalle bâtiment
100,00 Réf.

Bâtiment existant
objet de l'étude



Forage : SP1

Sondage Pressiométrique
NF P 94-110-1

Dossier : METZ Expertise géotechnique
du dallage d'un Restaurant Universitaire

X : Date : 04/06/2024
Y : Echelle : 1/50
Z : 99,90 Réf. Page : 1/1 JPR

Affaire : 57-24-01385

Cote z (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau (m/TN)	Outils	Pression de fluage et limite (MPa) Pf ○ Pl □	Module pressiométrique Em (MPa)
99,85 m	0,05				0,1 1 10 50	0,1 1 10 100500
99,50 m	0,40	Remblai : goudron Remblai : graviers et cailloutis à matrice limono-sableuse gris clair - traité ?				
98,00 m	1,90	Remblai : argile finement sableuse brun ocre grisâtre à cailloutis et débris de briques			0,20 0,28	1 2,2
96,80 m	3,10	Remblai : argile sableuse gris bleu foncé à cailloutis			0,20 0,30	2 1,5
94,40 m	5,50	Argile sableuse brun clair grisâtre (remblai ?)	4,05 m Niveau stabilisé	THC Ø 63 mm	0,30 0,48	3 3,6
91,90 m	8,00	Argile plastique marneuse gris clair bleuté (remblai ?)	5,50 m Arrivée d'eau		0,24 0,37	4 2,7
					0,25 0,38	5 2,4
						6
						7
						9
						10

Observations :

Eboulement du forage à 7,80 m de profondeur

EXGTE 3.23

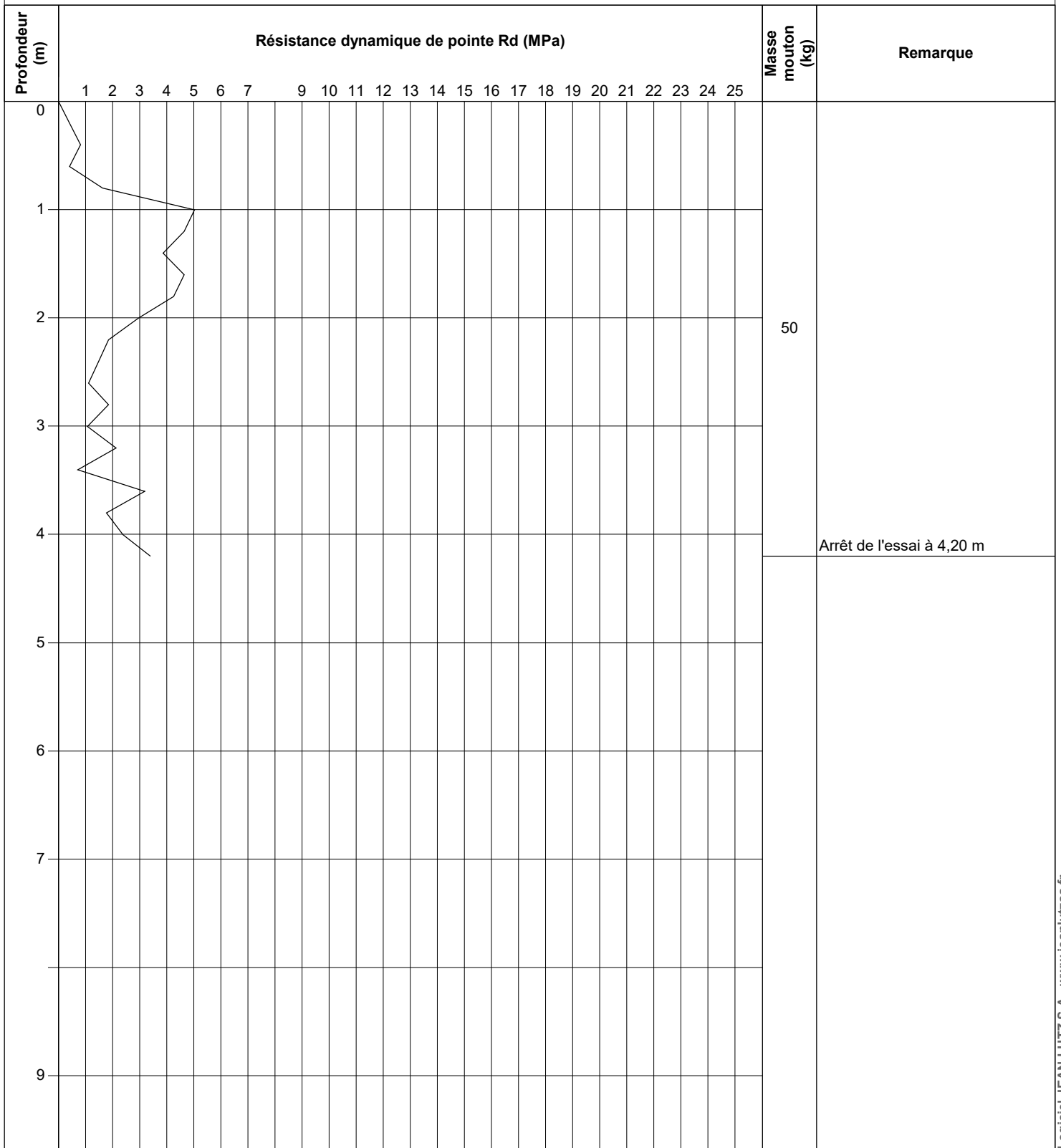


Forage : P1

Pénétrömètre dynamique
Norme NF P 94-115

Dossier : METZ
Expertise géotechnique
du dallage d'un Restaurant Universitaire
Affaire : 57-24-01385

X :
Y :
Z : 99,90 Réf.
Date : 04/06/2024
Echelle : 1/50
Page : 1/1
AMI



EXGTE 3.23

Caractéristiques du pénétrömètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm²
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

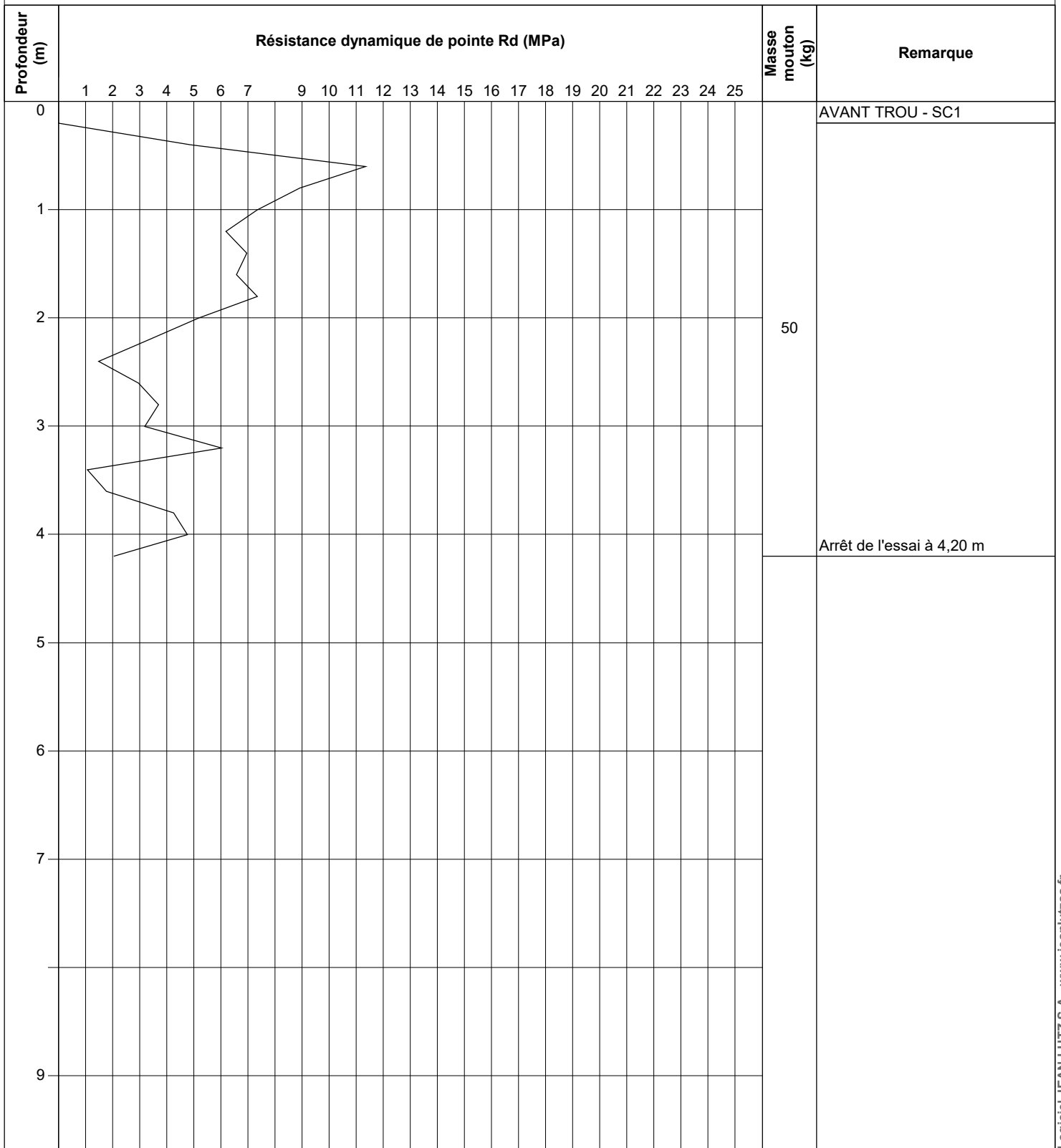


Forage : P2

Pénétromètre dynamique
Norme NF P 94-115

Dossier : METZ
Expertise géotechnique
du dallage d'un Restaurant Universitaire
Affaire : 57-24-01385

X :
Y :
Z : 100,00 Réf.
Date : 04/06/2024
Echelle : 1/50
Page : 1/1
AMI



EXGTE 3.23

Caractéristiques du pénétromètre dynamique type CERAS

Aire de la section droite de la pointe : 10 cm²
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



SONDAGE CAROTTÉ

57-24-01385 METZ

Expertise géotechnique du dallage d'un Restaurant
Universitaire
- Planche 1 sur 1 -

Date : 04/06/2024 **Opérateur :** AMI
Outils : Ø100 mm

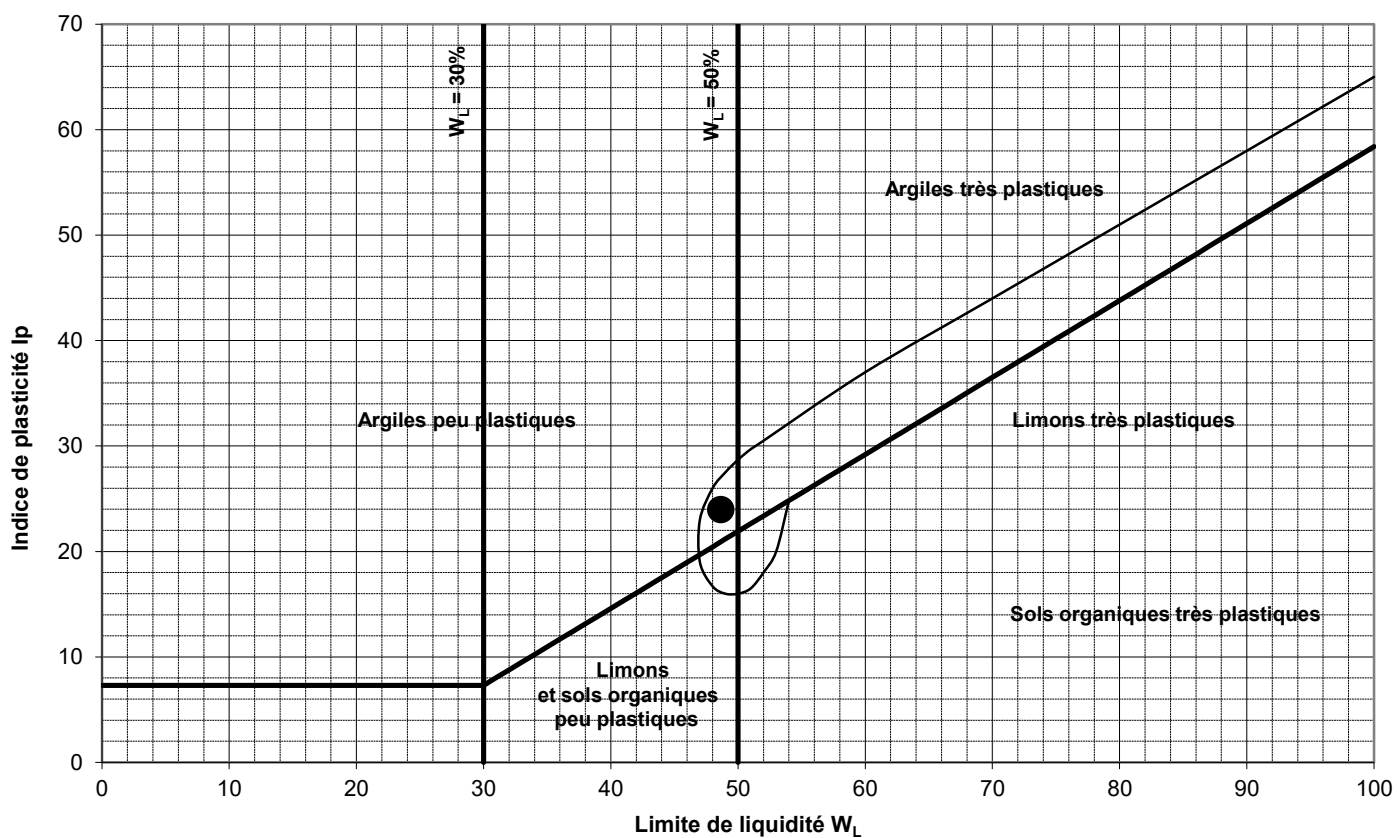
SC1			X :	
			Y :	
			Z :	100,00 Réf.
Photo	Profondeur cm/sol fini		Description	
	0,0	0,7	Carrelage bien collé	
	0,7	0,9	Colle à carrelage – bonne accroche	
	0,9	4,5	Béton fin friable décollé	
	4,5	23,0	Béton sur polyane Une nappe de ferrailage Ø 5 mm à 17,5 cm Une nappe de ferrailage Ø 7 mm à 21,5 cm	
	23,0	30,0	Polystyrène	



Diagramme de Casagrande

Dossier : METZ (57)

Affaire : 57-24-01385



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	W_L (%)	W_P (%)	I_p	I_c
SP1	0,40-1,90	Remblai: Argile finement sableuse brun ocre grisâtre à cailloutis et débris de briques	F3s	21,8	48,6	24,7	24,0	1,12



Analyse granulométrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Norme NF EN ISO 17892-4

Dossier : METZ (57)

Affaire : 57-24-01385

Date de l'essai : 25/06/24

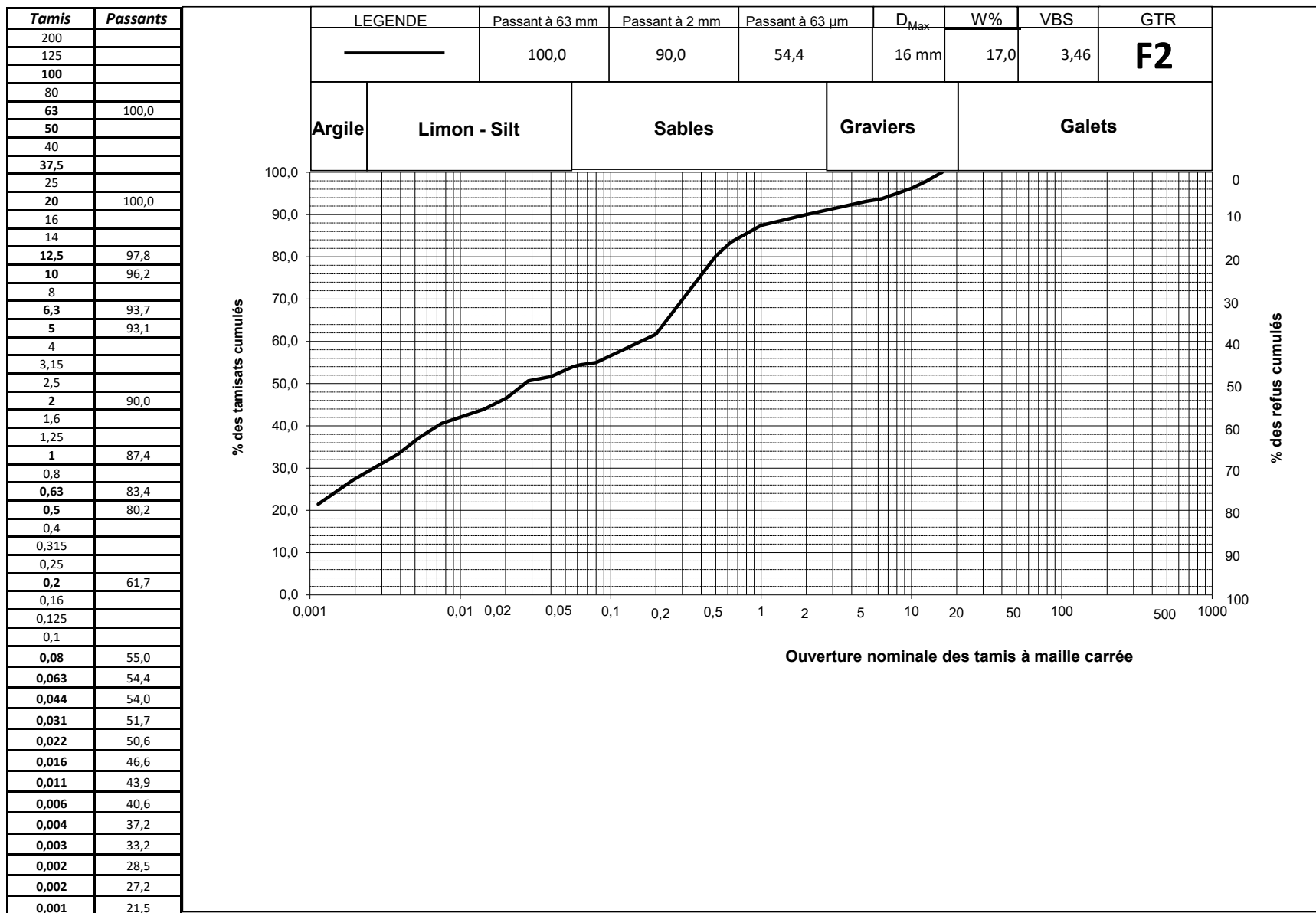
Mode de prélèvement : ☒ Pelle mécanique
☐ Sondage géologique
☐ Sondage carotté

Sondage : RF1

Profondeur en mètre : 1 m

Opérateur : ALTR

Nature du terrain : Remblai: argile plastique finement sableuse brun clair jaunâtre à cailloutis





Sensibilité au retrait-Gonflement (Projet ARGIC)

Dossier : METZ (57)
Affaire : 57-24-01385
Date : 25/06/2024

Sondage: RF1
Profondeur: 1
Opérateur : ALTR

Nature du terrain : Remblai: argile plastique finement sableuse brun clair jaunâtre à cailloutis

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)

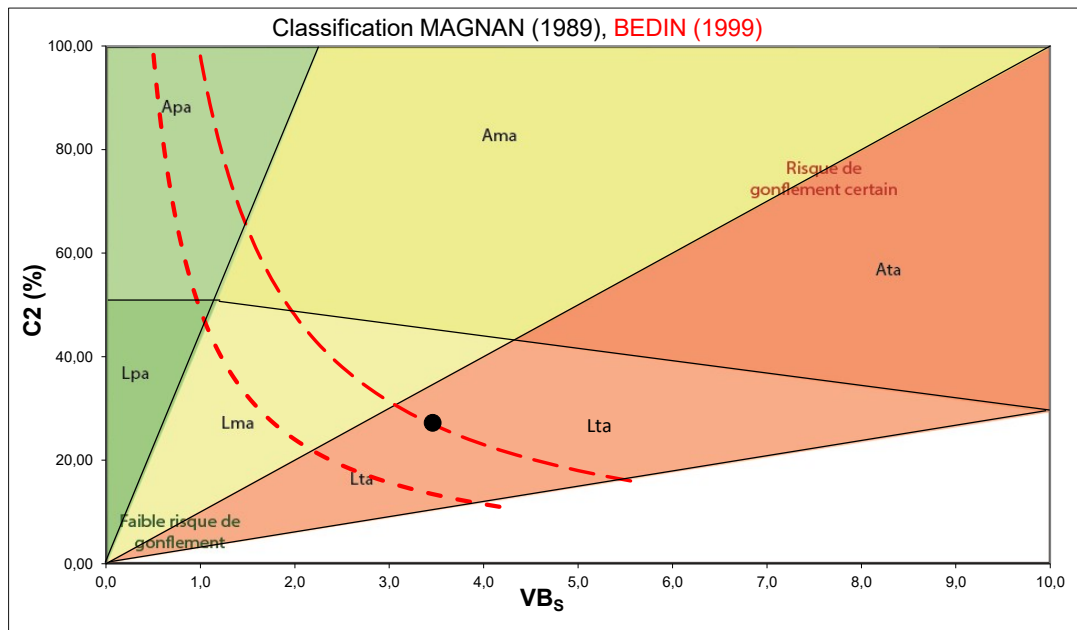
$V_{BS} =$ 3,5

C_2 (%) = 27,17

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

$A_{CB} =$ 13



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

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



Essai de Gonflement à l'Oedomètre

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Norme XP P 94-091

Dossier : METZ (57)

Affaire : 57-24-01385

Date de l'essai : 25/06/24

Sondage : RF1

Profondeur : 1,00m

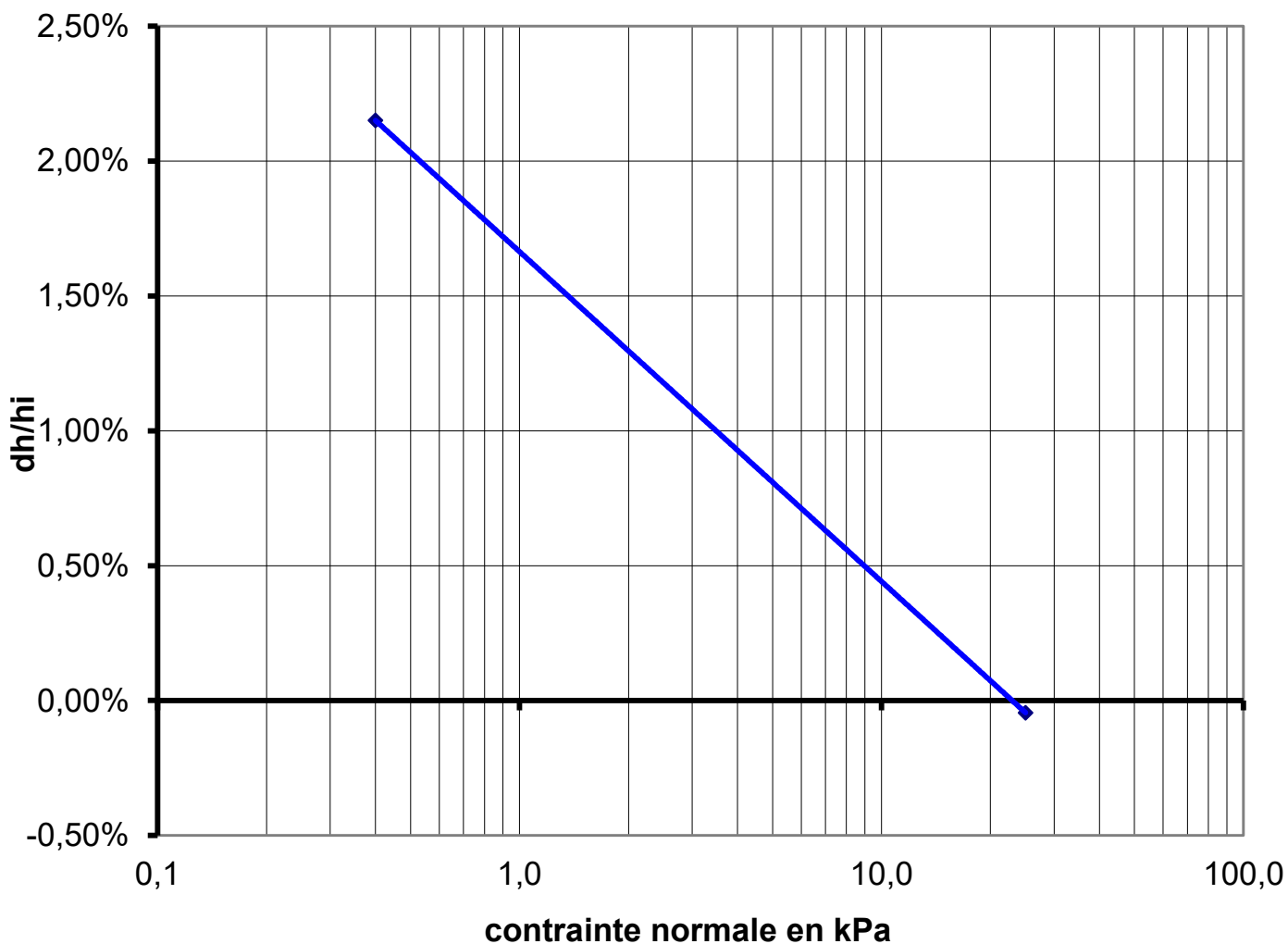
Opérateur : ABR

Nature du terrain:

Remblai: argile plastique finement sableuse brun clair jaunâtre à cailloutis

Caractéristiques éprouvettes	Avant essai		Après essai	
Masse volumique :	r_i	1,98 t/m ³		
teneur en eau :	w	18,4%	w _f	21,3%
Masse volumique sèche	r_d	1,67 t/m ³		
Indice des vides :	e_0	0,55		
Degré de saturation :	S _{r_i}	86 %	S _{r_f}	100 %

déformation de l'éprouvette



Caractéristiques de gonflement

Contrainte de gonflement	S _g	23 kPa
Rapport de gonflement	R _g	1,2E-02



Compte rendu de l'Essai de dessiccation Sur échantillon non remanié

PROCES-VERBAL D'ESSAI
Norme XP P 94-060-2

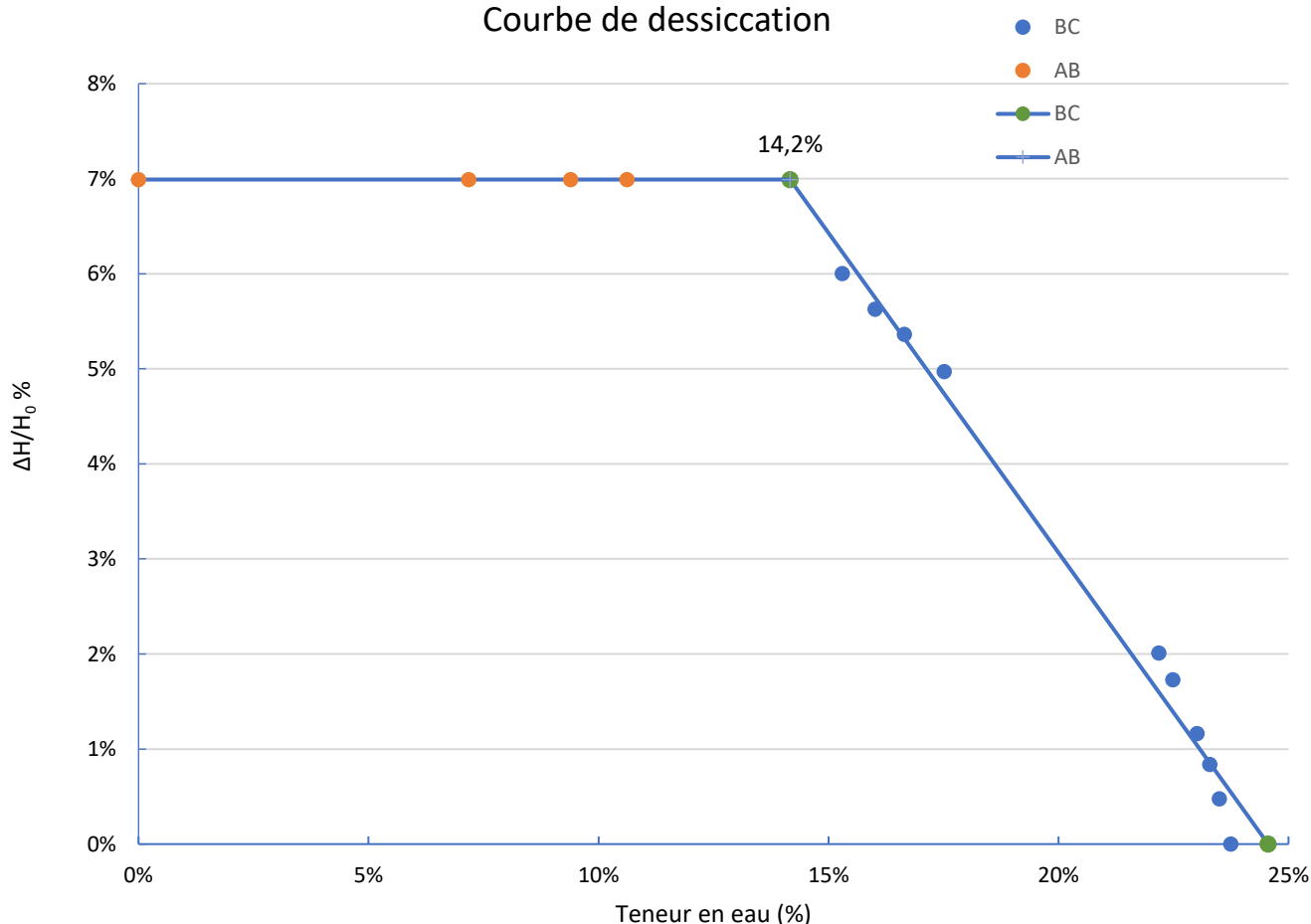
Dossier : METZ (57)
Affaire : 57-24-01385
Date : 25/06/2024

Sondage : SP1
Profondeur : 0,40-1,90
Opérateur : ABR

Nature du terrain :

Remblai: argile finement sableuse brun ocre grisâtre à cailloutis et débris de briques

Courbe de dessiccation



Résultats

Indices des vides	initial:	$e_0 =$	0,77
Teneur en eau	initiale:	$w_0 =$	23,7%
	de saturation:	$w_{sat} =$	27,3%
Limite de retrait effectif :		w_{Re}	14,2%
Facteur de retrait effectif:		$R_l =$	0,67
Degré de saturation initial:		$S_{r0} =$	87%

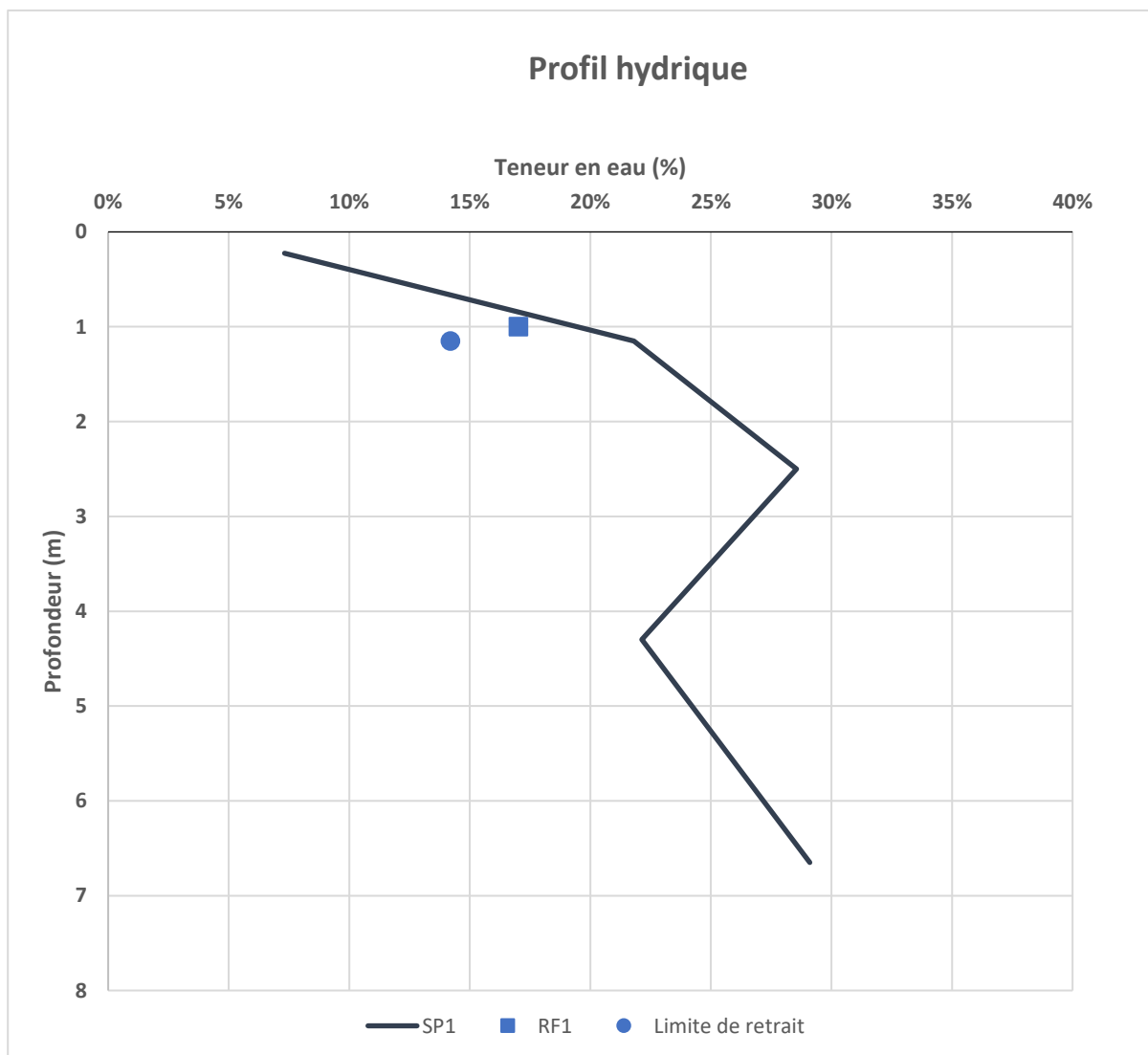


Profil hydrique

PROCES-VERBAL D'ESSAI

Dossier : METZ (57)
Affaire : 57-24-01385

Date : 25/06/2024
Opérateur : ABR



Profil hydrique effectué sur échantillons prélevés le : 03/06/2024