



## MERTERT

# Étude géotechnique G2-AVP

---

Rapport n° PR.LUGT.24.0033 – 1ère édition – 24/04/2024



Construction d'un bâtiment commercial  
20-24 Route de Wasserbillig – L-6693 MERTERT

**AGENCE DE LUXEMBOURG**

47A rue de Sanem  
L-4485 SOLEUVRE

☎ 52 27 97

📠 52 27 96

✉ [luxembourg@groupefondasol.com](mailto:luxembourg@groupefondasol.com)

# SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	24/04/2024	70	1 <sup>ère</sup> diffusion	Pierre-Yves GOEURY	Moulay ZERHOUNI
A					
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X				46	X				86				
7	X				47	X				87				
8	X				48	X				88				
9	X				49	X				89				
10	X				50	X				90				
11	X				51	X				91				
12	X				52	X				92				
13	X				53	X				93				
14	X				54	X				94				
15	X				55	X				95				
16	X				56	X				96				
17	X				57	X				97				
18	X				58	X				98				
19	X				59	X				99				
20	X				60	X				100				
21	X				61	X				101				
22	X				62	X				102				
23	X				63	X				103				
24	X				64	X				104				
25	X				65	X				105				
26	X				66	X				106				
27	X				67	X				107				
28	X				68	X				108				
29	X				69	X				109				
30	X				70	X				110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

# SOMMAIRE

<b>A.</b>	<b>Présentation de notre mission</b>	<b>5</b>
A.1.	Éléments du contrat	5
A.2.	Mission selon la norme NF P 94-500	5
A.3.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.4.	Description générale du projet	6
A.5.	Classe géotechnique	7
A.6.	Programme d'investigations	7
<b>B.</b>	<b>Caractéristiques générales du site</b>	<b>9</b>
B.1.	Description générale	9
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	11
<b>C.</b>	<b>Résultats des investigations</b>	<b>13</b>
C.1.	Résultats des investigations in situ	13
C.2.	Données hydrogéologiques	14
C.3.	Résultats des essais en laboratoire (en cours de réalisation)	15
<b>D.</b>	<b>Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques</b>	<b>16</b>
D.1.	Contraintes spécifiques au site / identification des aléas géotechniques	16
D.2.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	17
D.3.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	17
D.4.	Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables	18
D.5.	Remblaiement contre les murs enterrés	19
<b>E.</b>	<b>Étude des terrassements et épuisements des fouilles</b>	<b>20</b>
E.1.	Proposition pour les terrassements	20
E.2.	Conditions générales de terrassements	22
E.3.	Suivi / instrumentation	22
<b>F.</b>	<b>Étude des fondations superficielles</b>	<b>23</b>
F.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	23
F.2.	Contraintes de calcul pour les fondations	23
F.3.	Ebauches dimensionnelles - première approche des tassements	24
F.4.	Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution	24
<b>G.</b>	<b>Solution radier</b>	<b>25</b>
G.1.	Contrainte de calcul	25
G.2.	Première approche des tassements	25
G.3.	Recommandations et sujétions d'exécution	26
<b>H.</b>	<b>Étude de l'assise des dallages</b>	<b>27</b>
H.1.	Données d'entrée	27
H.2.	Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme	27
H.3.	Modules de déformation des sols	28
H.4.	Première approche des dispositions constructives et sujétions d'exécution	28

<b>I. Étude des chaussées</b>	<b>29</b>
I.1. Référentiels	29
I.2. Détermination de la partie supérieure des terrassements (PSTi-Ari)	29
I.3. Choix de la couche de forme	29
I.4. Dimensionnement de la structure de chaussée	30
I.5. Principe de la vérification mécanique de la structure de chaussée	30
I.6. Proposition d'une structure de chaussée adaptée à 30 PLJ	31
I.7. Proposition d'une structure de chaussée pour véhicules légers	32
I.8. Vérification vis-à-vis du gel de la chaussée lourde	32
I.9. Vérification de la structure de chaussée bitumineuse pour un trafic de 30 PL/j/sens.	33
<b>ANNEXES</b>	<b>36</b>
<b>Conditions Générales de service</b>	<b>37</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie GEOTECHNIQUE (Norme NF P94-500)</b>	<b>40</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)</b>	<b>41</b>
<b>Annexe n°1 : Plan de Situation</b>	<b>42</b>
<b>Annexe n°2 : Plan d'implantation des sondages</b>	<b>43</b>
<b>Annexe n°3 : Coupes des Sondages</b>	<b>44</b>
<b>Annexe n°3 : Résultats des essais au pénétromètre dynamique</b>	<b>57</b>
<b>Annexe n°4 : Essais en laboratoire</b>	<b>62</b>



# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

## A.1. Éléments du contrat

Maître d'Ouvrage : **COPAL BELLE BOUTIQUE**

Devis : SQ.LUGT.24.03.003 – Indice A au 13/03/2024

Commande : du 14/03/2024

## A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type **G2-AVP** au sens de la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de Novembre 2013), en vue de la Construction d'un bâtiment commercial.

Le présent rapport comprend :

- L'étude préliminaire du site,
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet, y compris analyse des données SOLSCORE,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),
- Les principes d'adaptation au site,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques,
- L'ébauche dimensionnelle géotechnique des éléments de fondation,
- L'ébauche dimensionnelle de la structure de chaussée lourde.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'ébauche dimensionnelle des ouvrages de soutènement,
- L'ébauche dimensionnelle d'ouvrage de gestion des eaux pluviales.

Les ébauches dimensionnelles réalisées dans le cadre de l'étude respectent l'ensemble des normes d'application de l'Eurocode 7.

*Cette étude est conforme à l'Annexe Nationale Luxembourgeoise parties 1 et 2 de références respectives EN1997-1:2004/AN-LU:2011 et EN1997-2:2004/AN-LU:2011.*

### A.3. Documents à notre disposition pour cette étude

#### A.3.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivant :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Plan d'implantation des sondages	Beissel & Ruppert	2123 2024-02-21	-	-
[2]	Plan de situation projetée	Beissel & Ruppert	2123-0-003	A	13/12/2023

#### A.3.2. Autres sources d'information

Notre étude s'est également basée sur les sources d'information suivantes :

- Données disponibles sur géoportail.lu (cartes cadastrale, topographie, géologique, aléa inondation...)
- Les données d'archives de Fondasol et analyses issues de l'outil SOLSCORE de Fondasol.

#### A.3.3. Données manquantes

Les éléments suivants ne nous ont pas été fournis :

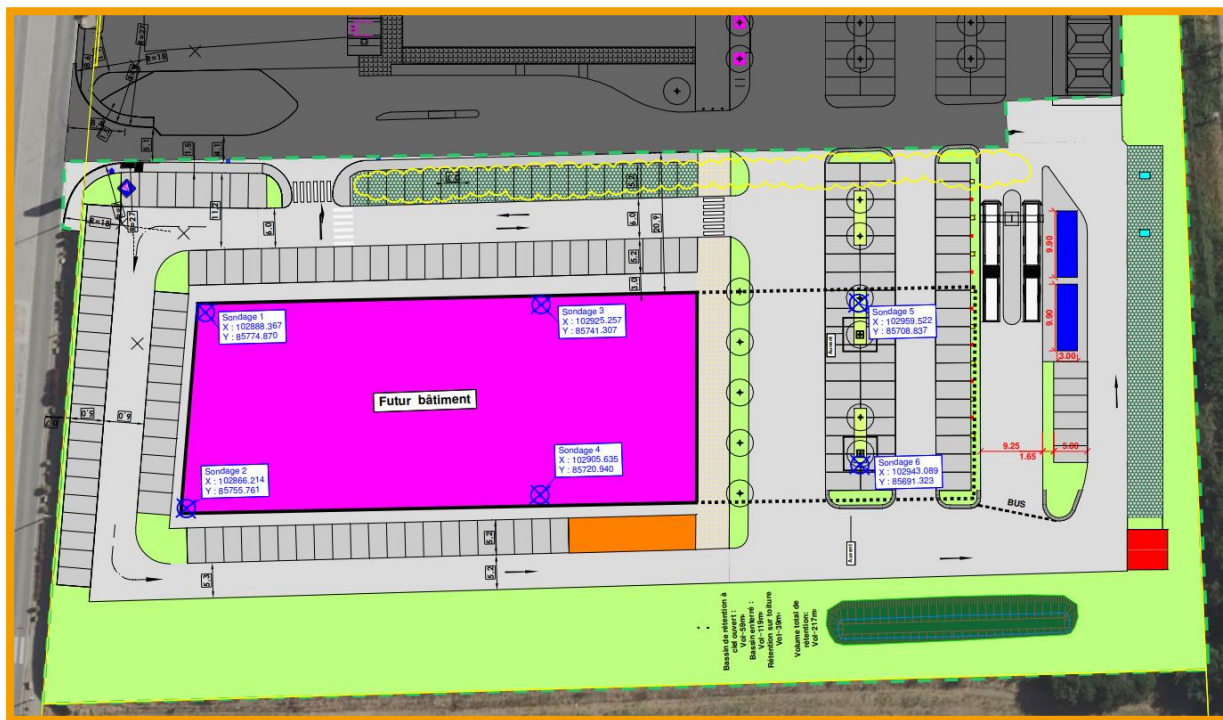
- Descentes de charges ;
- Tassements absolus et différentiels admissibles.

### A.4. Description générale du projet

D'après le document qui nous a été transmis, il est prévu la construction d'un bâtiment dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Emprise au sol environ 90 × 40 m ;
- Un niveau de sous-sol enterré vers 3 m de profondeur (niveau fini pris comme hypothèse 146.0) ;
- Construction de voiries et parking périphériques.

Le trafic poids-lourd projeté est de 30 PL/jour par sens de circulation.



Plan d'implantation

## A.5. Classe géotechnique

D'après l'Annexe Nationale Luxembourgeoise à l'Eurocode 7 (EN 1997-1 : 2004 / AN-LU : 2011) : « Calcul géotechnique – Partie I : règles générales », et selon le tableau I AN-LU définissant les catégories géotechniques 1 à 3 à considérer, le site se trouve en **classe géotechnique CG2**.

## A.6. Programme d'investigations

### A.6.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Sondages	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
Type	Pressiométrique	Pressiométrique	Pressiométrique	Pressiométrique	Pressiométrique
Profondeur (m)	15	10	10	15	10
Essais	12	9	9	12	9
Équipement	-	Piézomètre	-	-	Piézomètre
Nivellement (LUREF)	150.15	149.25	149.10	149.10	149.15

Sondages	PN1	PN2	PN3	PN4
Type	Pénétrömètre dynamique	Pénétrömètre dynamique	Pénétrömètre dynamique	Pénétrömètre dynamique
Profondeur (m)	5.6	6.05	6.0	6.0
Critère d'arrêt	Refus battage			
Nivellement (LUREF)	150.10	149.05	149.05	149

Sondages	R1	R2	R3	R4
Type	Reconnaissance géologique	Reconnaissance géologique	Reconnaissance géologique	Reconnaissance géologique
Profondeur (m)	2.0	2.0	2.0	2.0
Nivellement (LUREF)	150.10	149.05	149.05	149

Le nivellement des sondages a été rattaché à un tampon d'assainissement situé au Nord-Est de la parcelle étudiée.

Ce point de référence est à la cote 149.90 suivant le référentiel de nivellement LUREF.

L'intégralité des résultats des investigations in situ par Fondasol sont données en annexes du présent rapport.

#### A.6.2. Essais en laboratoire

Des essais en laboratoire sur des échantillons prélevés sont en cours de réalisation, dans le but de :

- Identifier les sols suivant la norme EN ISO 14688,
- Déterminer la classe d'arase des matériaux et leur classification selon la norme NF P11-300 et les recommandations GTR.

Essais de laboratoire				
	Teneur en eau	Valeur de bleu	Limites d'Atterberg	Granulométrie
Nb d'essais	4	4	4	4

## B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

### B.I. Description générale

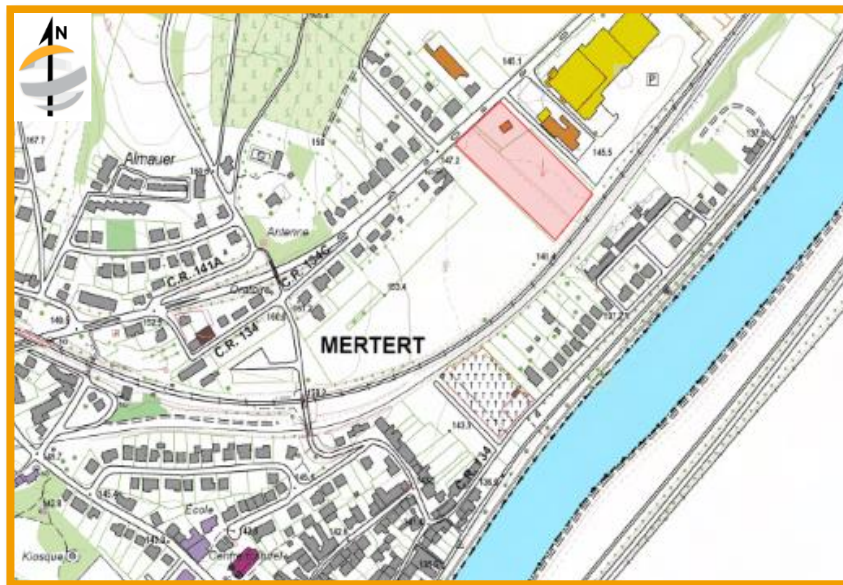
#### B.I.I. Situation et topographie

Situation du terrain :

- Adresse du site : Route de Wasserbillig
- Localité : L-6693 MERTERT
- Parcelle(s) cadastrale(s) : 815/8877

Topographie :

- Au droit de l'emprise du projet, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 149 et 150.15, soit un dénivelé de 1.50 m environ.
- La topographie du terrain présente est une légère pente descendante vers la rivière « Moselle ».



*Extrait carte topographique*



### B.1.2. Le site et son environnement

Lors de notre intervention, le terrain était vierge de toute construction.

Le site est bordé :

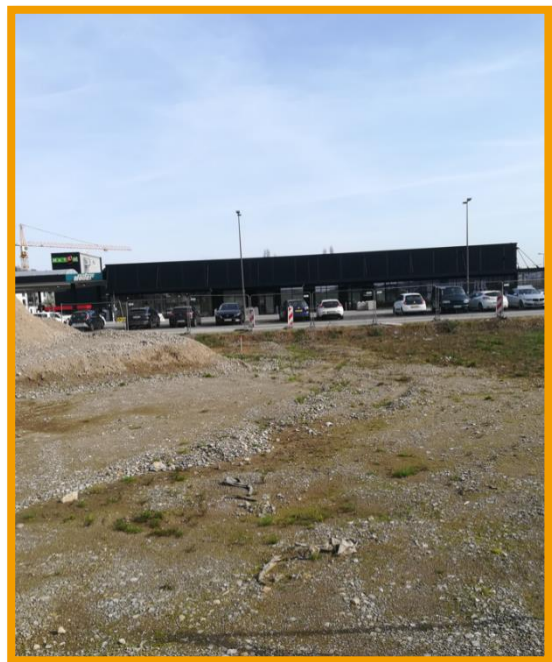
- Côté Nord-Ouest, par la route de Wasserbillig ;
- Coté Nord-Est, par un parking attenant au centre commercial ;
- Coté Sud-Est, par une ligne de chemin de fer ;
- Coté Sud-Ouest, par une parcelle libre de toute construction.



Photographie aérienne du site étudié ([www.geoportail.lu](http://www.geoportail.lu))



**Photo 1** : Vue en direction du Sud-Est



**Photo 2** : Vue en direction du Nord-Est



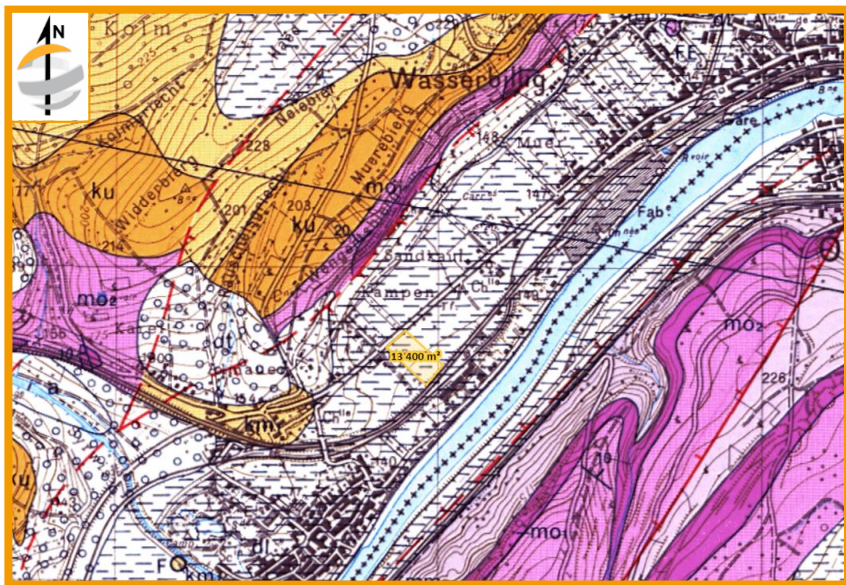
**Photo 3 :** Vue en direction du Nord-Ouest

## B.2. Résultats de l'enquête documentaire

### B.2.1. Contexte géologique général

D'après les renseignements fournis par la carte géologique, nous devrions rencontrer successivement :

- Des remblais sur des épaisseurs variables ;
- Des sables, cailloux et limons avec galets (dt) ;
- Un substratum constitué par les grès dolomitiques du Trias.



Extrait de la carte géologique, source [www.geoportail.lu](http://www.geoportail.lu)



### B.2.2. Contexte hydrogéologique

Le terrain est situé relativement en contrehaut du cours d'eau « Moselle » et le terrain n'est pas situé en zone inondable selon la carte Géoportail.

Le contexte hydrogéologique se limitera donc à un contexte de versant, avec des circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration se produisant dans les litages des argiles et en profondeur dans les bancs dolomitiques pendant et après des épisodes pluvieux



Extrait de la carte des zones inondables 2021 (HQ extrême), source [www.geoportail.lu](http://www.geoportail.lu)



## C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

### C.1. Résultats des investigations in situ

#### C.1.1. Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- **Formation 1** : des **remblais sablo-graveleux, argileux +/- limoneux avec blocs, cailloux et cailloutis** jusqu'à 1.2 m et 1.8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.
- **Formation 2** : des **argiles +/- caillouteuses et limoneuses à passage sableux**, à partir de 1.2 m et 1.8 m de profondeur par rapport au niveau de terrain actuel, sous les cotes 147.3 et 148.35 au droit de nos sondages rencontrés jusqu'à 6.7 m en PR2 et plus de 15 m de profondeur dans le sondage PR4 et plus de 10m de profondeur dans les autres sondages PR.
- **Formation 3** : uniquement au droit du sondage PR2, des **grès dolomitiques**, à partir de 6.7 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, sous la cote 142.55 jusqu'à la base du sondage PR2 (15 m de profondeur). Le toit de cette couche est vraisemblablement en pente descendante vers l'Est.

Nous récapitulons le toit des formations au droit de chaque sondage dans le tableau ci-dessous :

N°	Nature de la formation	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
		Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)
1	Remblais	TA (150.15)	TA (149.25)	TA (149.1)	TA (149.1)	TA (149.15)
2	Argile	1.8 (148.35)	1.7 (147.55)	1.2 (147.9)	1.8 (147.3)	1.2 (147.95)
3	Grès dolomitiques	-	6.7 (142.55)	-	-	-

**Nota** : la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...).

Il est rappelé que l'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

Toutefois, il paraît important de relever que le terrain contient des polluants ou autres éléments agressifs vis-à-vis des matériaux constituant les infrastructures.

## C.1.2. Données géomécaniques

### C.1.2.1. Essais pressiométriques

Les caractéristiques mécaniques ont été mesurées au droit des sondages au moyen des essais pressiométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

		Essais pressiométriques							Consistance / compacité de la formation
N°	Formation	Pression limite nette p <sub>LM</sub> * (MPa)			Module pressiométrique E <sub>M</sub> (MPa)			Nb valeurs	
		Min	Max	Moyenne*	Min	Max	Moyenne†		
1	Remblais	0.82	2.24	1.18	10.2	43.5	15.07	5	Ferme à raide
2	Argile	0.12	2.57	0.62	1.2	37.6	6.91	43	Mous à raides
3	Dolomies altérées	2.33	3.5	2.82	28.2	55.0	41.20	3	Raides à très raides

### C.1.2.2. Essais au pénétromètre dynamique

- Remblais : Les résistances à la pénétration dynamique  $Q_d$  sont comprises entre 2 et 40 MPa, généralement supérieures à 5 MPa.
- Argiles sableuses et caillouteuses : Les résistances à la pénétration dynamique  $Q_d$  sont comprises entre 1 et 15 MPa, généralement inférieures à 4 MPa.

On note des passages moins compacts au droit des essais PNI et PN2 entre 3.4 et 5.2 m de profondeur (PNI) et entre 4.4 et 5.6 m de profondeur en PN2 avec des résistances dynamiques de pointe inférieures  $Q_d$  à 2 MPa.

## C.2. Données hydrogéologiques

### C.2.1. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention du 25 mars 2024 au 29 mars 2024, nous avons rencontré une arrivée d'eau uniquement au droit du forage PR4 à partir de 13 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, sous la cote 136.1 au droit du sondage.

Il s'agit de circulations d'eau dans les sols sableux vraisemblablement en relation avec le niveau du cours d'eau « Moselle » située à quelques centaines mètres au sud du projet dont le niveau est soumis à des fluctuations saisonnières.

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques précises, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

### C.3. Résultats des essais en laboratoire (en cours de réalisation)

#### C.3.1. Essais d'identification

4 essais d'identification (granulométrie + limites d'Atterberg ou VBs selon la nature des terrains) ont été réalisés sur des échantillons remaniés prélevés dans les sondages.

Les résultats sont compilés dans le tableau suivant :

Échantillon	Nature	w <sub>n</sub> (%)	C <sub>63µm</sub> (%)	w <sub>L</sub> (%)	I <sub>p</sub> (%)	I <sub>c</sub> (-)	VBs (g)	Classe GTR	Classe DIN 18196
R1	Remblai argileux légt caillouteux	12.9	43.9	38.2	20.6	1.23	1.595	A2/F2	UM
R2	Remblai argileux	11.9	27.5	28.4	11.2	1.47	0.548	B5/I2	TL
R3	Remblai argileux	10.0	69.8	40.4	20.4	1.49	1.342	A2/F2	UM
R4	Remblai argileux caillouteux	15.8	27.9	46.4	19.7	1.56	0.744	C1B6/I2	UM/GU- GT

Les sols rencontrés sont très sensibles aux variations de teneurs en eau et n'ont pas les qualités requises en l'état pour une réutilisation en couche de forme.

## **D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES**

### **D.1. Contraintes spécifiques au site / identification des aléas géotechniques**

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence, concernant :

#### **La géologie :**

- Présence de sols argileux +/- caillouteux mous ou fermes jusqu'à une cote 135.15 à 142.55, soit jusqu'à 3.7 à plus de 12 m sous le niveau R-I ;
- Présence des grès dolomitiques très raides, rencontrés uniquement au droit du sondage PR2 sous la cote 142.55 dont le toit peut présenter des dénivellations importantes sur le site et entre nos sondages.

#### **La nature des matériaux :**

- Présence de remblais argileux +/- graveleux, jusqu'à des profondeurs de 1.2 à 1.8 m par rapport au niveau du terrain actuel ;
- Présence d'argiles limoneuses +/- caillouteuses très sensibles aux variations de teneur en eau, ce qui impose de réaliser les travaux dans de bonnes conditions météorologiques, ainsi que des sujétions particulières pour assurer le drainage de la plateforme de travail.

#### **L'hydrogéologie :**

- Présence de circulations d'eau à différentes profondeurs dans les remblais et les argiles d'altération, et potentiellement également plus en profondeur dans les fractures des grès dolomitiques.

#### **L'environnement (ZIG : Zone d'Influence Géotechnique) :**

- Présence du bâtiment commercial et son parking avoisinant du côté Nord ce qui imposera des précautions bien spécifiques pour ne pas créer de dommages à cet avoisinant ;
- Présence des voies ferrées en retrait par rapport à la limite de propriété du côté Sud-Est ;
- Présence de la route de Wasserbillig, très circulée, qu'il conviendra de ne pas déstabiliser lors des terrassements du nouveau parking.

## D.2. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

### D.2.1. Déblais, remblais, soutènements

Le niveau fini du R-01 projeté conduit à prévoir des terrassements importants en déblai sur une profondeur d'environ 3.5 m. L'espace disponible entre les limites de propriété et le projet étant compris entre 10 et 20 m, un simple talutage pourra être envisagé sur les 4 côtés.

On se reportera au chapitre E ci-après pour l'étude de ces ouvrages.

## D.3. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Lors de notre intervention, des niveaux d'eau souterraine ont été relevés uniquement vers 13 m de profondeur au droit du sondage PR4 sous la cote 136.1, qui correspondent à des circulations d'eau se produisant dans les sols sableux vraisemblablement en relation avec le niveau de la Moselle située à environ 200 m au Sud-Est du site.

En fonction des conditions météorologiques notamment des circulations d'eau à des profondeurs moindres peuvent également se produire.

### D.3.1. Drainage de la plate-forme, épuisement des fouilles, en phase travaux

La fouille du projet ne recoupera pas de nappe. Des dispositions de drainage de la fouille sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques notamment (réalisation d'un matelas granulaire, de formes de pentes, de fossés, ...).

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. La réalisation d'une plateforme sera nécessaire pour travailler dans de bonnes conditions (voir §D.4.1). Il devra s'agir d'une **couche de forme épaisse** en matériaux d'apport de bonne qualité, de granulométrie 0/45 mm ou équivalent, de type I (insensible à l'eau), et **d'une épaisseur de 50 cm** sous réserve de vérifier une **portance EV2 minimale de 15 MPa au niveau du fond de forme**. Elle devra être compactée par couches de 30 cm d'épaisseur maximum et le compactage devra être vérifié au moyen d'essais de chargement statique à la plaque, avec un **objectif EV2 de 50 MPa minimum au sommet de la couche de forme** et un rapport de compactage  $k = EV2 / EV1$  égal à 2.2 au maximum.

La réalisation de la couche de forme devra être effectuée en période météorologique favorable, faute de quoi les terrains d'assise seraient très mous (cas  $EV2 < 10-15$  MPa sur le fond de forme). Le cas échéant, il sera nécessaire de réaliser un **cloutage préalable** par incorporation de 40/80 mm ou équivalent dans le fond de forme, sur une épaisseur de 30 cm ou au refus si celui-ci intervient plus tôt. L'efficacité du cloutage devra être validée au moyen d'essais de chargement statique à la plaque, pour montrer qu'on atteint bien en fond de forme les modules  $EV2 \geq 15$  MPa souhaités.

La plateforme servira de couche de forme pour un éventuel dallage sur terre-plein, ainsi que de couche drainante en phase de service également (cf §D.3.2), il sera donc impératif de **mettre en œuvre un géotextile anticontaminant entre le sol d'assise (éventuellement clouté) et la couche de forme**.

### D.3.2. Dispositions pour les parties enterrées en phase service

Étant donné l'absence de nappe phréatique au droit du projet et à des profondeurs concernées par celui-ci, il ne sera pas nécessaire de prévoir le cuvelage des niveaux enterrés du projet.

Le choix du dispositif de protection adapté à la destination des locaux doit être fait par le maître d'ouvrage et les concepteurs en regard des documents réglementaires en vigueur.

A minima, il faudra prévoir une imperméabilisation des niveaux enterrés et un drainage périphérique raccordé à un exutoire non refoulable (à rechercher par le Maître d'Œuvre), par l'intermédiaire d'une pompe de relevage si nécessaire.

## D.4. Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables

### D.4.1. Fondations

Aucune descente de charge ne nous a été communiquée à ce stade du projet.

Au niveau d'assise du niveau de sous-sol prévu vers la cote 146 (hypothèse à confirmer), nos sondages ont rencontré des sols argileux+/- caillouteux de compacité médiocre à moyenne.

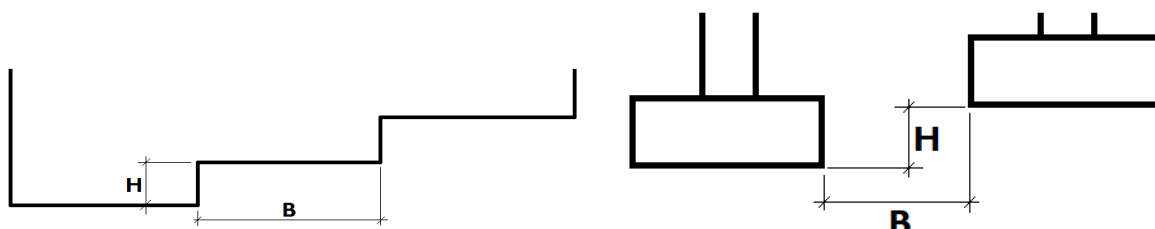
Des fondations superficielles, sur semelles filantes et/ou isolées, sollicitant les argiles sont envisageables à la profondeur minimale sous le niveau R-I projeté.

Il est également possible d'envisager un radier général sollicitant les sols argileux par l'intermédiaire d'une couche de forme granulaire de 50 cm d'épaisseur en matériaux d'apport de bonne qualité, afin de permettre le réglage de l'assise du radier. En période pluvieuse ou hivernale, cette épaisseur devra être majorée de plusieurs décimètres.

L'intercalation d'un géotextile non tissé entre le sol support argileux et la couche de forme granulaire est nécessaire afin d'éviter la pollution de cette dernière par remontées capillaires de fines, d'où un gain sensible de portance.

Les décalages éventuels entre niveaux d'assise se feront par des redans qui n'excéderont pas une pente de  $2H / 3B$  pour des semelles isolées et  $1H / 3B$  pour des semelles filantes :

Ces deux solutions sont étudiées séparément dans des chapitres dédiés.



*Semelles filantes :  $H/B \leq 1/3$*

*Massifs isolés :  $H/B \leq 2/3$*

### D.4.2. Niveaux bas

Les valeurs des surcharges sur le niveau bas et les seuils de déformations admissibles de ce dernier ne nous ont pas été communiquées.

Sous réserve de surcharges restant « modérées » (charge surfacique inférieure ou égale à 1000 kg/m<sup>2</sup>) et de seuils de déformations « courants », un dallage sur couche de forme sera envisageable.

Pour des surcharges supérieures et/ou des seuils de déformation limités, la faisabilité de cette solution sera réévaluée.

*Les hypothèses géotechniques de calcul, et ébauches dimensionnelles le cas échéant, de ces ouvrages sont fournies dans les chapitres suivants.*

### D.5. Remblaiement contre les murs enterrés

Il conviendra :

- De mettre en œuvre un géotextile anticontaminant à l'interface entre les argiles en place et le massif drainant pour éviter leur pollution par les fines du sol ;
- De mettre en place un drain suffisamment dimensionné au niveau d'assise des fondations (ou sous la base de la couche de forme pour la solution radier), relié à un exutoire ne pouvant refouler ;
- De mettre en œuvre un complexe d'étanchéité au contact du mur enterré (type Delta MS) complété par un enduit adapté étanche ;
- De réaliser le massif drainant périphérique en matériaux d'apport granulaire de bonne qualité 0/45 ou 0/31.5 type I, soigneusement compacté (le compactage devra être vérifié au pénétrodensitographe avec un objectif de densification  $q_3$  avant réalisation des ouvrages extérieurs).

## E. ÉTUDE DES TERRASSEMENTS

### E.1. Proposition pour les terrassements

Etant donné l'espace disponible et les hauteurs à terrasser, nous proposons de réaliser, sur les différents côtés du projet un talutage dans les remblais et sols argileux +/- caillouteux.

Selon le niveau fini projeté du niveau R-01, les terrassements atteindront une profondeur de l'ordre de 3.5 à 4 m par rapport au niveau du terrain actuel.

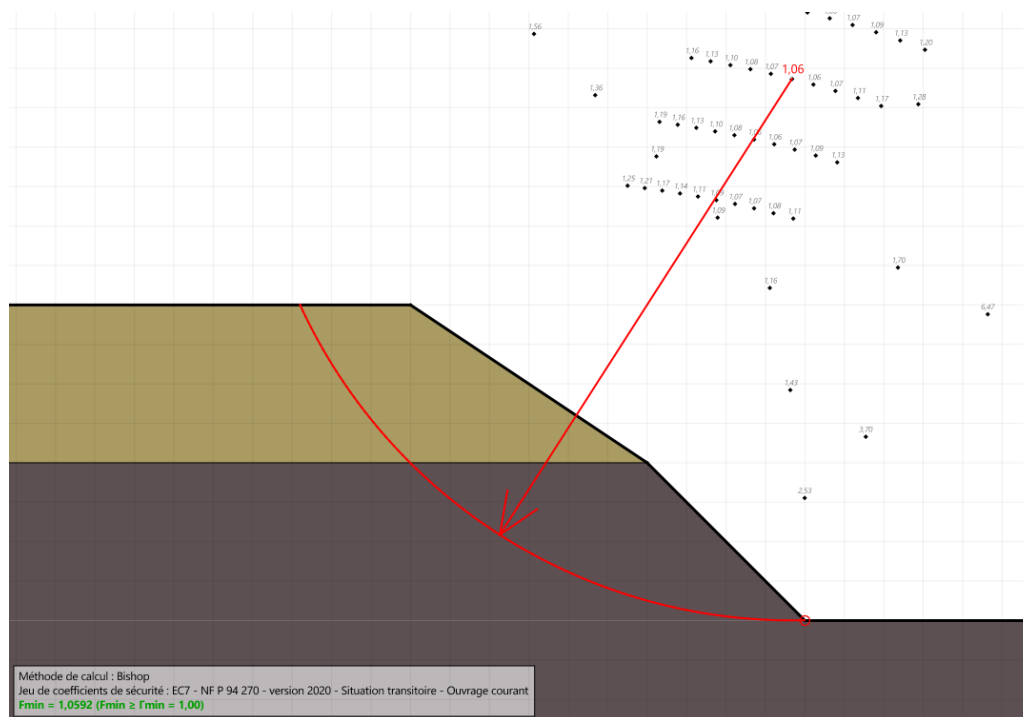
#### E.1.1. Talus provisoires

Pour des talus de hauteur inférieure ou égale à 4 m et en l'absence de surcharges en crête sur une largeur d'au moins 3 m, les pentes des talus provisoires en déblai seront réglées suivant des pentes maximales de :

- 3 H / 2 V dans les remblais argileux +/- caillouteux ;
- 1 H / 1 V dans les argiles sableuses +/- caillouteuses.

Des dispositions devront être prises pour empêcher la dégradation des faces des talus sous l'action du ruissellement des eaux et/ou de dépôts éoliens. On retiendra à minima la mise en place d'un **film polyane étanche** solidement ancré et dépassement suffisamment de la crête de talus.

Une ébauche dimensionnelle de la stabilité des talus périphérique a été menée. Dans cette configuration, nous obtenons un coefficient de sécurité  $FS = 1.06 > 1.0$  à l'approche 3 de l'Eurocode.



Profil de calcul de stabilité à la rupture





Visualisation des talutages

Il s'agit là de principes généraux donnés en première approche, qui devront faire l'objet d'une étude détaillée en phase PRO.

### E.1.2. Hypothèses de calcul

Les caractéristiques intrinsèques à prendre en compte dans la définition des talus et des éventuels soutènements seront (sur la base des résultats des essais pressiométriques) :

Couche	Prof. base (m)	$p_l^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$c'$ (kPa)	$\varphi'$ (°)	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )
Remblai argileux +/- caillouteux jusqu'à 1.2 à 2 m / TA	1.5	1.18	15	5	20	18
Argile légèrement sableuse bariolée gris-marron-ocre jusqu'à 6.7 à 15 m / TA	3.7 -15	0.62	6.9	9	18	18
Grès dolomitique (rencontrés uniquement en PR2)	<10 m	2.82	41	30	35	21

## E.2. Conditions générales de terrassements

### E.2.1. Classification des sols selon les anciennes normes DIN 18196 et DIN 18300

Le tableau suivant donne les classes de sol des différentes couches de terrain rencontrées, selon la DIN 18196 et l'ancienne DIN 18300.

Couche	pl* (MPa)	Module E <sub>M</sub> (MPa)	Symbole du groupe selon DIN 18196	Classe de sol
Remblais argileux +/- graveleux	0.8 – 2.2	10 – 43	UM-TL-GU	4
Argile +/- caillouteuse sableuse	0.12 – 2.5	1.2 – 31	TM-TL – TA-TL	4
Grès dolomitique	2.33 – 3.5	60 – 500+	-	6-7

### E.2.2. Généralités

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Les terrassements pourront être majoritairement réalisés à la pelle mécanique, étant donné que les grès dolomitiques de classe 6/7 ne seront pas rencontrés à la profondeur prévue pour le niveau R-01 projeté.

Cependant, la rencontre de possibles passages indurés, pourront nécessiter ponctuellement l'emploi de moyens de déroctage (BRH, ...).

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté, à partir d'une étude environnementale spécifique.

Le réemploi des déblais du site en remblais sera impossible étant donné la sensibilité à l'eau de l'ensemble des matériaux observés sur site.

## E.3. Suivi / instrumentation

Certaines problématiques ne peuvent être vues que lors de l'ouverture « en grand » des terrassements. C'est notamment le cas des circulations erratiques d'eaux souterraines et de certaines hétérogénéités lithologiques.

Un suivi géotechnique d'exécution sera à prévoir lors des travaux pour vérifier les hypothèses et définir les éventuelles adaptations (dans le cadre de la mission G3).

## F. ÉTUDE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

### F.1. Type et niveaux d'assise des fondations

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder le bâtiment sur des fondations superficielles de types semelles filantes ou isolées, prolongées autant que nécessaire par du gros béton, en respectant comme conditions un ancrage minimum de 0.6 m sous le niveau fini du sous-sol projeté.

Dans ce cas, la profondeur de mise hors gel de 0.8 m à par rapport au niveau fini extérieur sera automatiquement respectée étant donné la présence du niveau de sous-sol.

En revanche, une profondeur d'assise minimale de hors-gel (0.9 m) devra être respectée au niveau de la jonction rampe d'accès/sous-sol.

Le toit du sol d'assise est sujet à des faibles variations altimétriques et le niveau d'assise des fondations sera adapté pour respecter l'ancrage prescrit. Il faudra provisionner des quantités de béton de rattrapage permettant de prendre en compte cet aléa.

On pourra retenir un niveau d'assise unique pour les semelles et compenser les surprofondeurs par un gros béton coulé pleine fouille.

### F.2. Contraintes de calcul pour les fondations

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées par la méthode pressiométrique (cf. NF P94-261) à partir de la pression limite nette équivalente  $p_{le}^*$  calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance  $k_p$ .

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, il est possible de retenir :

$$p_{le}^* = 0.62 \text{ MPa}$$

$$k_p = 0.8$$

Les contraintes de calcul sont alors de :

$$\begin{cases} q'_{ELS} = \frac{k_p p_{le}^*}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} i_\delta i_\beta = \frac{0.8 \times 0.62}{1.2 \times 2.3} i_\delta i_\beta = 0.18 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)} \\ q'_{ELU} = \frac{k_p p_{le}^*}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} i_\delta i_\beta = \frac{0.8 \times 0.62}{1.2 \times 1.4} i_\delta i_\beta = 0.30 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)} \end{cases}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

Nota : dans le cas d'une charge inclinée par rapport à la verticale, ou bien d'une fondation réalisée à proximité d'un talus, les coefficients respectivement  $i_\delta$  et  $i_\beta$  seront inférieurs à 1.

### F.3. Ebauches dimensionnelles - première approche des tassements

Dans le cadre de la phase AVP de la mission G2, nous nous limiterons à la reprise des charges verticales centrées ; la stabilité au glissement et à l'excentrement des charges devra être étudiée en phase PRO.

L'application de la contrainte de calcul aux ELS déterminée ci-avant, conduit pour quelques charges types aux dimensions de fondation et aux tassements associés suivants :

Type de fondation		Massif isolés			Semelles filantes
Charges ELS		500 kN	750 kN	1000 kN	< 200kN/ml
Dimensions (m)		1.65 × 1.65	2.0 × 2.0	2.35 × 2.35	1.1
Ordre de grandeur du tassement (mm)	En SP1	6	7	8	7
	En SP2	9	10	10	12
	En SP3	6	7	8	7
	En SP4	8	8	11	7
	En SP5	5	6	7	5

Les tassements absolus et différentiels seront de l'ordre de 0.5 à 1.0 cm au droit de nos sondages d'où un tassement différentiel de l'ordre du ½ cm. L'admissibilité des tassements devra être confirmée par le bureau d'étude statique.

Compte-tenu de la nature argileuse des sols d'assise sensibles aux variations de teneurs en eau ainsi qu'au retrait-gonflement, il faudra prévoir une rigidification soignée de la structure du bâtiment (blocs béton coffrant, voiles en béton armé, etc...).

### F.4. Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution

L'étude détaillée des principes d'exécution relève de la phase PRO de l'étude géotechnique de conception G2. Nous nous limiterons dans le cadre de la phase AVP à lister les principes généraux.

Le béton des fondations devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant. La caractérisation de l'agressivité potentielle du milieu (sol, eau) nécessite des analyses spécifiques à réaliser lors de la phase projet.

Les terrassements des fondations superficielles pourront se faire avec un engin de terrassement puissant traditionnel (pelle hydraulique, par exemple) pour le passage des argiles d'altération.

Il conviendra :

- De bien vérifier la nature et l'homogénéité des fonds de fouille et de purger toutes poches de sols mous que l'on pourrait rencontrer au niveau d'assise prévu ;
- De couler les fondations en pleine fouille ;
- D'évacuer les arrivées d'eau en cours de terrassements par des pompes de chantier reliées à un exutoire non refoulable.

## G. SOLUTION RADIER

### G.1. Contrainte de calcul

On pourra utiliser la même contrainte de calcul que pour la solution de semelles filantes / massifs isolés, à savoir 0.18 MPa aux ELS et 0.30 MPa aux ELU.

Ces contraintes de calcul sont vraisemblablement surabondantes par rapport aux charges affectant le radier.

### G.2. Première approche des tassements

Nous estimons le tassement par la méthode pressiométrique. On émet l'hypothèse que la contrainte à l'ELS quasi-permanent apportée au sol est au plus égale à  $q_{ELS} = 35 \text{ kPa}$  ; Niveau fini : 146 (hypothèse)

- Surcharge répartie = 25 kPa ;
- Poids du radier = 10 kPa
- Maquette géotechnique suivante :

Couche	Cote base (m)	Profondeur base / Ai radier (m)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$ (-)	$E_s$ (MPa)
Couche de forme	145.1	0.3	15	1/3	45
Argiles sableuses fermes à raides	< 134.1	Supposé 11.5 m de profondeur/ dallage	7	1/2	14
Grès dolomitiques (rencontrés uniquement en PR2)	<139.25	3.0	Substratum indéformable		

**Nota :** l'estimation de chargement devra bien entendue être approuvée par le bureau d'études statiques en charge du projet.

Les sondages ne permettant pas d'identifier un substratum au sens géotechnique du terme dans ce cas, on suit la règle de l'Eurocode 7 qui propose de considérer un substratum indéformable à partir de la profondeur pour laquelle la contrainte apportée sous radier devient inférieure à 20% de la contrainte verticale effective initiale à la profondeur donnée :

$$q \leq 0.2 \sigma'_{v,0} = 0.2 \times 18 \times z$$

Soit une profondeur de l'ordre de 10 m par rapport au niveau du terrain naturel soit environ 6 m sous le radier.

On a alors le tassement suivant :

$$s = q \times \sum_i \frac{h_i}{E_{s,i}} = 35 \times \left[ \frac{0.5}{45} + \frac{6}{60} \right] \sim 4 \text{ mm}$$

Le tassement calculé obtenu est de l'ordre du demi-centimètre, ce qui semble acceptable pour le projet (à confirmer). Les tassements absolus et différentiels seront donc du même ordre de grandeur.

Pour l'étude du renforcement du radier, le bureau d'études devra considérer un module de réaction verticale  $k_v$  de 9 MPa/m.

### G.3. Recommandations et sujétions d'exécution

Il conviendra :

- De terrasser par temps sec non pluvieux, les sols argileux et sableux étant très sensibles aux variations de teneur en eau ;
- De bien vérifier la nature et l'homogénéité des fonds de fouille ;
- D'évacuer immédiatement les arrivées d'eau en cours de terrassements par des pompes de chantier reliées à un exutoire non refoulable ;
- En cas de stagnation d'eau prolongée dans la fouille, ce que nous déconseillons fortement, il conviendra d'évacuer l'eau par pompage puis de curer le fond de fouille sur une épaisseur minimale de 20 cm, après quoi on coulera le béton sans attendre.

# H. ÉTUDE DE L'ASSISE DES DALLAGES

## H.1. Données d'entrée

Un dallage sur terre-plein pourra être envisagé dans le cas de fondations superficielles de type massifs isolés et/ou semelles filantes.

La base du dallage étudié est prise en compte vers la cote 145.5 (à confirmer).

Nous prendrons en compte une surcharge de 10 kPa en phase AVP, incluant le poids propre du dallage.

## H.2. Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme

Les travaux de terrassements ne devraient pas poser de difficultés aux engins usuels de terrassement sur la hauteur des remblais et sols argileux sableux +/- caillouteux.

Pour la solution sur semelles filantes et/ou isolées, pour un niveau de sous-sol à usage de parking, local technique et si l'on admet des tassements différentiels de l'ordre du 1/2 centimètre, un dallage sur terre-plein est envisageable, à condition toutefois de respecter les modalités de réalisation données ci-après :

- Terrassement impérativement par temps sec non pluvieux compte-tenu de la sensibilité des sols rencontrés aux variations de teneurs en eau ;
- Purger tous les sols mous ou douteux qui subsisteraient au niveau de l'assise théorique ;
- Compactage soigné des fonds de fouille afin de déceler toute zone molle ou tout point dur qui serait à purger en limitant les vibrations à proximité des existants ;
- Mise en place d'un géotextile non tissé en fond de fouille et remontant sur les parois latérales ;
- Mise en place d'une couche de forme épaisse :
  - en matériaux sablo-graveleux ou rocheux d'apport de bonne qualité, de type I, insensibles à l'eau, de granulométrie 0/45 mm, sains, non évolutifs, et ;
  - d'une épaisseur minimale de **50 cm**, en période sèche et pour un module EV2 sur le sol support d'au-moins 15 MPa (70 cm en période pluvieuse ou hivernale). Cette portance devra être vérifiée impérativement par essais de plaque avant la mise en œuvre de la couche de forme ;
  - soigneusement compactée par couches minces de 30 cm d'épaisseur au plus ;
  - compactage à contrôler au sommet de la couche de forme, par la réalisation d'essais de chargement statique à la plaque, avec les objectifs suivants, définis par le DTU 13.3 :
    - $EV2 > 50 \text{ MPa}$
    - $k = \frac{EV2}{EV1} \leq 2$
    - Westergaard  $k_w > 50 \text{ MPa/m}$
- Réalisation du dallage en le désolidarisant de la structure.

Nous rappelons que les critères définis ci-dessus sont à considérer en tant qu'obligation de résultats et qu'il appartient à l'Entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs afin de les respecter.

On notera par ailleurs que, si les travaux se déroulent en période climatique défavorable (ce que nous déconseillons), il faudra prévoir des surépaisseurs de plusieurs décimètres de couche de forme.

### H.3. Modules de déformation des sols

Pour l'estimation des tassements sous dallage, nous proposons de retenir la maquette géotechnique suivante :

Couche	Cote base (m)	Épaisseur (m)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$ (-)	$E_s$ (MPa)
Couche de forme granulaire	PF = 145.5	0.5	-	-	50
Argile +/- caillouteuse	142.55 à 134.1	3.5 à 10.8<	7	0.5	14
Grès dolomitiques	<139.25	-	Substratum supposé incompressible		

À titre indicatif et au stade de l'ébauche dimensionnelle, pour un dallage apportant une contrainte moyenne répartie aux ELS de 10 kPa, le tassement au centre du dallage serait inférieur au demi-centimètre.

Pour l'étude de l'épaisseur et du ferrailage du dallage, le bureau d'études statiques devra faire varier, de la manière la plus défavorable, le module de réaction verticale  $k_v$  entre 2 et 4 MPa/m.

### H.4. Première approche des dispositions constructives et sujétions d'exécution

L'étude détaillée des principes d'exécution relève de la phase PRO de l'étude géotechnique G2 Projet. Nous nous limiterons dans le cadre de la phase AVP à lister les principes généraux.

Il conviendra notamment de tenir compte des points suivants :

- Le dallage devra être désolidarisé des structures verticales adjacentes,
- Les travaux de terrassements ne devront pas induire de mouvement sur les ouvrages avoisinants et mitoyens (bâtiments, dallages) ni de vibrations préjudiciables,
- Les réseaux enterrés devront être remblayés avec soin et un compactage selon les règles en vigueur,
- Pour du bâtiment sur semelles isolées, il faudra assurer la mise hors-gel du dallage en périphérie.



# I. ÉTUDE DES CHAUSSEES

## I.1. Référentiels

Dans le cadre du projet, il est prévu la réalisation d'une voirie d'accès périphérique circulée par des véhicules lourds ainsi qu'un parking pour véhicules légers.

Le trafic poids-lourds qui nous a été communiqué est de 30 PL/jour et par sens de circulation.

Nous considérerons les voiries comme « chaussée urbaine » selon le Guide de dimensionnement des chaussées urbaines d'avril 2000, équivalent à un trafic poids lourds équivalent.

Pour la caractérisation des nouvelles structures de chaussée, nous avons utilisé les documents techniques de SETRA – LCPC suivants :

- Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme de juillet 2000 et 2023 (GTR fascicules I et II).
- Logiciel de calcul Alize-Lcpc V2.
- PONTS ET CHAUSSEES CDC-ENR 16 : Cahier des charges mélanges bitumineux partie I et 2

## I.2. Détermination de la partie supérieure des terrassements (PSTi-Ari)

La surface du site étant relativement plane, l'emprise des voiries et parkings sera décaissée sur une épaisseur de l'ordre de 1 m. Dans ces conditions, les sols supports des futures chaussées correspondront à des remblais argileux +/- graveleux de classe A2, B5 et CIB6 selon le GTR.

Ces matériaux comportent une fraction fine sensible à l'eau en quantité importante. Ils n'ont donc pas les qualités requises pour une réutilisation en couche de forme granulaire et sont très sensibles aux variations de teneurs en eau.

Lors des travaux, on se placera :

- dans le cas d'une **PSTI-ARI**.

## I.3. Choix de la couche de forme

Les sols supports constitués de remblais argileux +/- graveleux et/ou de sols argileux +/- caillouteux n'ayant pas les qualités requises en l'état, une couche de forme granulaire épaisse est nécessaire. Pour obtenir une plate-forme PF2 (EV2 > 50 MPa) (classe minimale pour un trafic faible), une solution de couche de forme est nécessaire en fonction des conditions météorologiques :

- Dans le cas d'une **PSTI-ARI** (sol support constitué de remblai sablo-graveleux +/- limoneux), mettre en œuvre d'une couche de forme de **0,65 m\* d'épaisseur minimum** en matériaux rocheux de type I, de granulométrie 0/45 et/ou 40/80 mm, insensibles à l'eau, sains et non gélifs de classe D3I selon le GTR.

**\*Sous réserve de la vérification au gel.**

**Nota** : Toutes ces épaisseurs sont données pour l'obtention d'une classe de plate-forme PF2. Nous conseillons la pose d'un géotextile non tissé intercalé entre le sol support et le remblai d'apport.

## I.4. Dimensionnement de la structure de chaussée

Pour les nouvelles voiries, nous étudierons une structure soumise à un trafic poids-lourd de 30 PL/jour.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

### Portance des plateformes

La classe de portance sur couche de forme est une PF2 à 50 MPa.

### Durée de vie et taux de croissance

Ces structures sont dimensionnées pour 20 ans avant réparations éventuelles avec un taux de croissance nul. Voie de desserte du réseau non structurant.

### Risque de calcul

Risque 25% d'après le chapitre E.2 de la norme NF P98-086.

### Coefficient d'agressivité moyen

La valeur de CAM provient des valeurs issues du tableau 5 du manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faibles trafic du CEREMA et de l'IDRRIM.

Le CAM retenu est de 0.8 pour les couches bitumineuses et 1 pour la plateforme.

### Trafic poids lourd cumulé N :

A une valeur de MJA donnée (= 5 ici) et pour un calcul de durée initiale p années, avec un taux d'accroissement arithmétique annuel constant t (nul ici), correspond un nombre cumulé de poids lourds N obtenu par la formule :

$$N = 365 * MJA (p + p * t * (p-1)/2) = 219000$$

### Trafic et essieu équivalent (NE)

NE=NxCAM= 175200 pour les couches bitumineuses et 219000 pour la plateforme.

Le trafic prévisible communiqué équivaut à un trafic **MJA = 30 PL/J maximum**, soit un **trafic T4** et **NE = 219000**

## I.5. Principe de la vérification mécanique de la structure de chaussée

La vérification consiste à s'assurer :

- Que l'allongement  $\varepsilon_t$  à la base des couches bitumineuses reste inférieur à la valeur admissible ;
- Que la déformation verticale  $\varepsilon_z$  à la surface des couches non liées et du sol support est inférieure à une valeur limite.

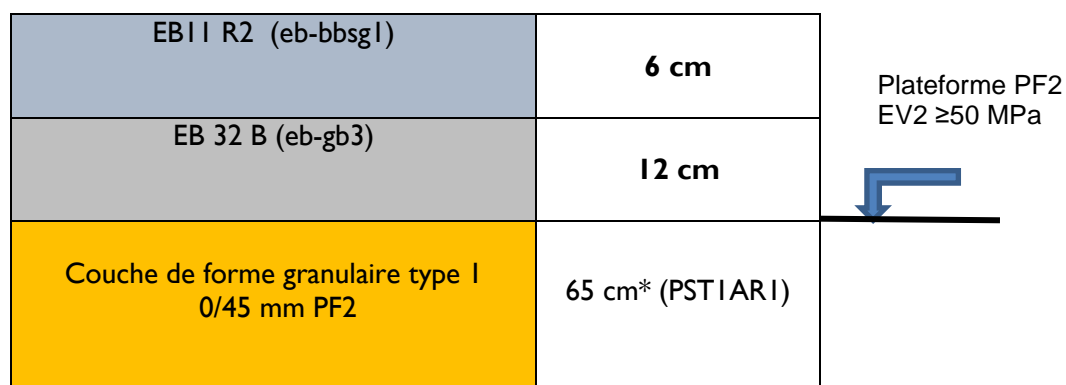
## I.6. Proposition d'une structure de chaussée adaptée à 30 PLj

Les calculs sont effectués à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC v2.

Pour une structure de chaussée soumise à un trafic journalier de 30 poids-lourds et par sens de circulation, nous proposons une structure bitumineuse épaisse dont les épaisseurs sont les suivantes :

- 6 cm EB I I R2
- 12 cm EB 32 B
- Couche de forme 0/45 type I sur 65 cm d'épaisseur (PF2 avec  $EV2 \geq 50$  MPa)

Visualisation de la structure de chaussée lourde



\*Epaisseur de couche de forme minimale à mettre en œuvre dans le cas d'un sol support argilo-sableux +/- caillouteux

Valeurs calculées

### Vérification de la structure par le calcul mécanique Alize-LCPC :

Couches	Modules des matériaux	Déformations et contraintes calculées Eps T ( $\mu$ def)	Déformations et contraintes admissibles Eps T ( $\mu$ def)
6 cm EB I I R2 (eb-bbsgl)	E = 7000 MPa	-	-
Interface collée			
12 cm EB32 B (eb-gb3)	E = 9000 MPa	$\varepsilon_{Th} = - 152.6 \mu\text{def}$	$\varepsilon_{Ta} = 159.5 \mu\text{def}$
Interface collée			
PF2 (GNT+SOL)	EV2 = 50 MPa	$\varepsilon_{zv} = 567.8 \mu\text{def}$	$\varepsilon_{zadm} = 1043.6 \mu\text{def}$

Compte tenu de la valeur admissible de 159.5  $\mu$ def pour la déformation horizontale de la couche de base en EB I I R2 et 12 cm de EB 32 B ou eb-gb3 selon nouvelle dénomination de 6 cm d'épaisseur, supérieure à la déformation calculée ( $\varepsilon_{Th} = 152.6 \mu\text{def}$ ), **la structure de chaussée bitumineuse proposée convient pour un trafic de 30 PLj/sens de circulation.**


**La déformation  $\varepsilon_{zv}$  à la surface de la couche de forme est également inférieure à la valeur admissible.**

## I.7. Proposition d'une structure de chaussée pour véhicules légers

Pour les chaussées et parkings circulés uniquement par des véhicules légers, nous proposons une structure bitumineuse épaisse dont les épaisseurs sont les suivantes :

- 4 cm EBI I R2P
- 5 cm EB I6 LP
- Couche de forme 0/45 type I sur 65 cm d'épaisseur (PF2 avec EV2≥50 MPa)

Visualisation de la structure

EBI I R2P (eb-bbsgl)	4 cm	Plateforme PF2 EV2 ≥50 MPa 
EB I6 LP (eb-gb3)	5 cm	
Couche de forme granulaire type I 0/45 mm PF2	65 cm* (PST IARI)	

\*Epaisseur de couche de forme minimale à mettre en œuvre dans le cas d'un sol support argilo-sableux +/- caillouteux.

## I.8. Vérification vis-à-vis du gel de la chaussée lourde

Dans la région, pour que les structures soient vérifiées au cycle de gel/dégel, il faut au minimum une structure de chaussée de 80 à 90 cm d'épaisseur en matériaux non gélifs (matériaux d'apport sablo-graveleux ou rocheux).

Pour que les structures soient vérifiées aux cycles de gel/dégel de l'hiver rigoureux non exceptionnel, de la région (indice de gel de référence connu le plus proche), il faut que l'indice de résistance au gel de la structure proposée (IA), soit supérieur à l'indice de référence IR HRNE, ici égal à 135°C/J.

Principe de la vérification au gel-dégel :

\_\_\_\_\_ IR = Indice de gel atmosphérique de référence (cf annexe 2 de la présente notice)

\_\_\_\_\_ A = Indice de gel admissible de la chaussée : il est évalué en fonction de QB à l'aide d'un abaque propre à chaque planche de structures

\_\_\_\_\_ QB =  $Q_g - Q_n$  = quantité de gel admissible à la base de la chaussée

\_\_\_\_\_  $ng$  = protection thermique apportée par les matériaux non gélifs de la plate-forme

\_\_\_\_\_  $g$  = quantité de gel admissible en surface des matériaux gélifs

<b>Chaussée</b>
<b>Matériaux non gélifs</b>
<b>Matériaux gélifs</b>

L'indice de gel retenu correspond à celui de la station météorologique de Metz pour l'hiver rigoureux non exceptionnel ( $IR = 135^{\circ}C \times jour$ ).

Nous avons vérifié la structure bitumineuse à l'aide du logiciel de calcul GELID du logiciel ALIZE.

Nous avons pris en compte :

Une couche de forme de 65 cm\* d'épaisseur minimum de matériaux granulaire pour l'obtention d'une PF2 ( $EV2=50MPa$ ).

\* Le sol support argileux de chaussée a été considéré comme très gélif (SGt) avec une pente à l'essai de gonflement de  $1 \text{ mm}/(^{\circ}C.h)1/2$ .

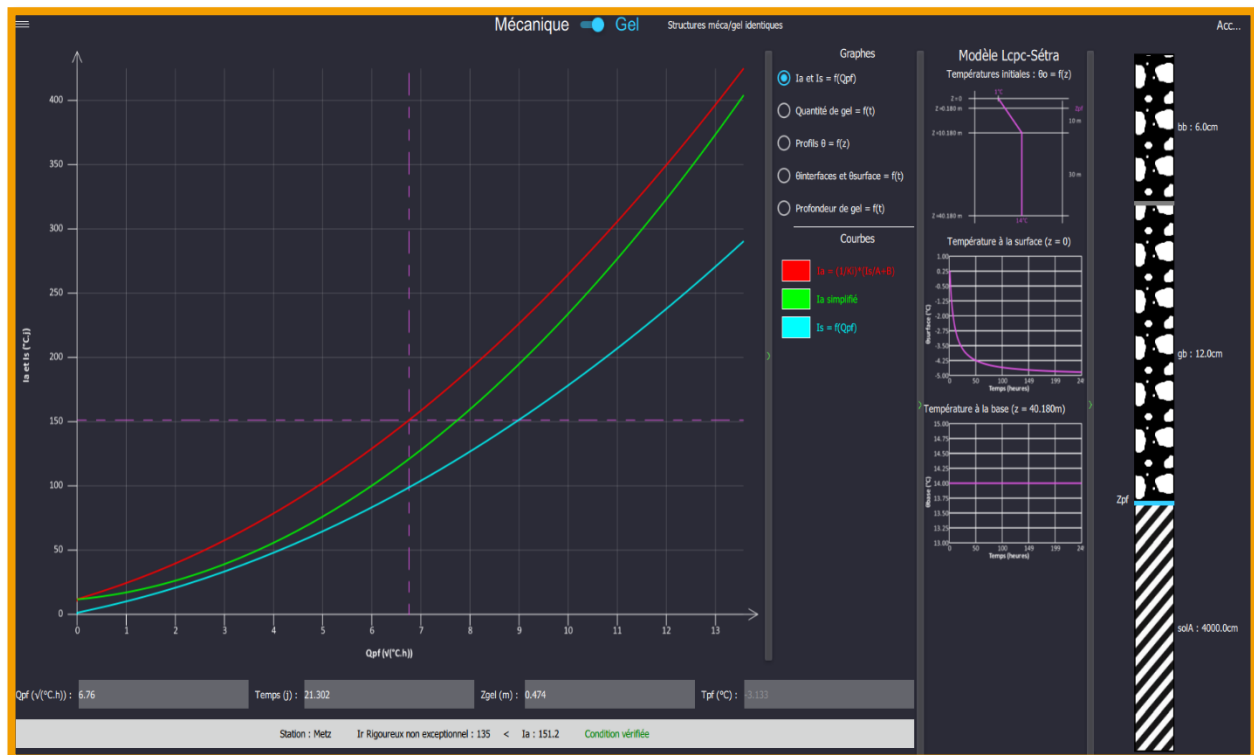
### 1.9. Vérification de la structure de chaussée bitumineuse pour un trafic de 30 PL/j/sens.

Pour la structure bitumineuse avec une couche de forme granulaire de 65 cm d'épaisseur on obtient :

- Structure EBI R2/EB32 B :  $IA = 151.2 > IR \text{ HRNE } (135^{\circ} C/j)$ .
- Avec une couche de forme granulaire de 65 cm d'épaisseur, **la vérification au gel de l'hiver rigoureux non exceptionnel de la voirie est validée,  $IA > IR$ .**

Calcul de  $Q_{pf}$

Calcul Alizé-gel pour une couche de forme de 0.65 m d'épaisseur



### I.9.1. Généralités

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie. Les terrassements pourront être réalisés à la pelle mécanique.

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté, à partir d'une étude environnementale spécifique.

**Le présent rapport conclut la phase AVP de la mission d'étude géotechnique de conception G2 confiée à Fondasol.**

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et **ne constituent pas un dimensionnement du projet.**

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phases PRO et DCE/ACT et la mission G4.

**Pierre-Yves GOEURY**



## ANNEXES



# CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

## 1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

## 2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

## 3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profonds, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

## 4. Obligations générales du Client

**4.1** Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

**4.2** Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

**4.3** Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf

accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-I et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

**4.4** La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

## 5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

## 6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

## 7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'historique du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

#### 8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

#### 9. Hydrogéologie - Géotechnique

**9.1** Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

**9.2** L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

**9.3** L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

#### 10. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs. Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

#### 11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

#### 12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

#### 13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits

documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : *« source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA »* sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

#### 14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

#### 15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

#### 16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force Majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

#### 17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.

Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture. En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

#### 18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation

sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

#### 19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

##### 19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

##### 19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

##### 19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

##### 19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

#### 20. Répartition des risques, responsabilités

**20.1** Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

**20.2** Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, 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, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

**20.3** Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

#### 21. Assurances

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-I du Code des assurances. **A ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

#### 22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

#### 23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

#### 24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

#### 25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

#### 26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRESENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

**NOVEMBRE 2018**

# ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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 à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions GI à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique 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
<b>Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)</b>		<b>Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)</b>		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	<b>Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
<b>Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)</b>	APD/AVP	<b>Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)</b>		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	<b>Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	<b>Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
<b>Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)</b>		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	<b>Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	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	<b>Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	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
<b>À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	<b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>		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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014



# MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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 G4, 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.

### A TOUTES ETAPES : 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).

Février 2014

# ANNEXE N°I : PLAN DE SITUATION

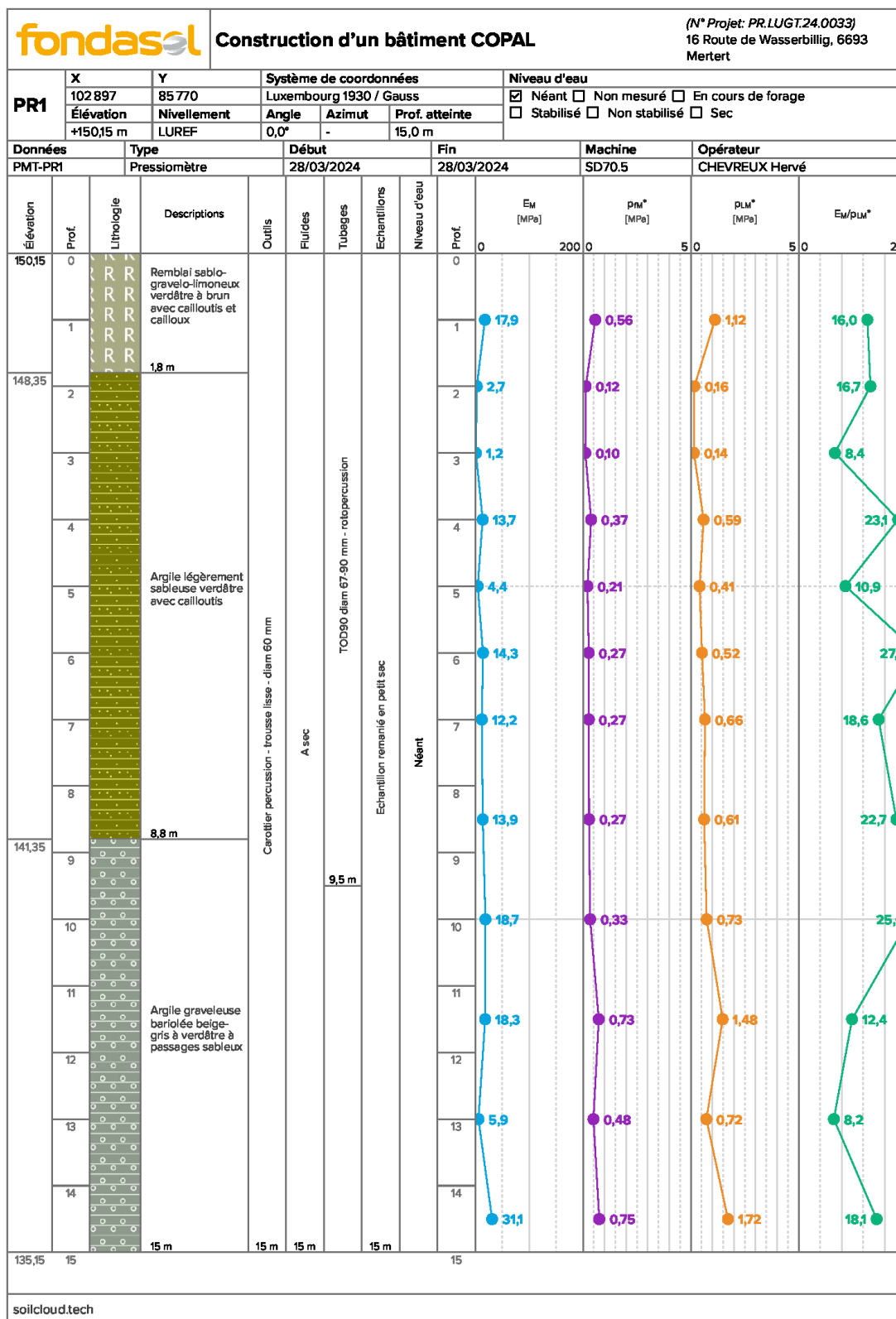




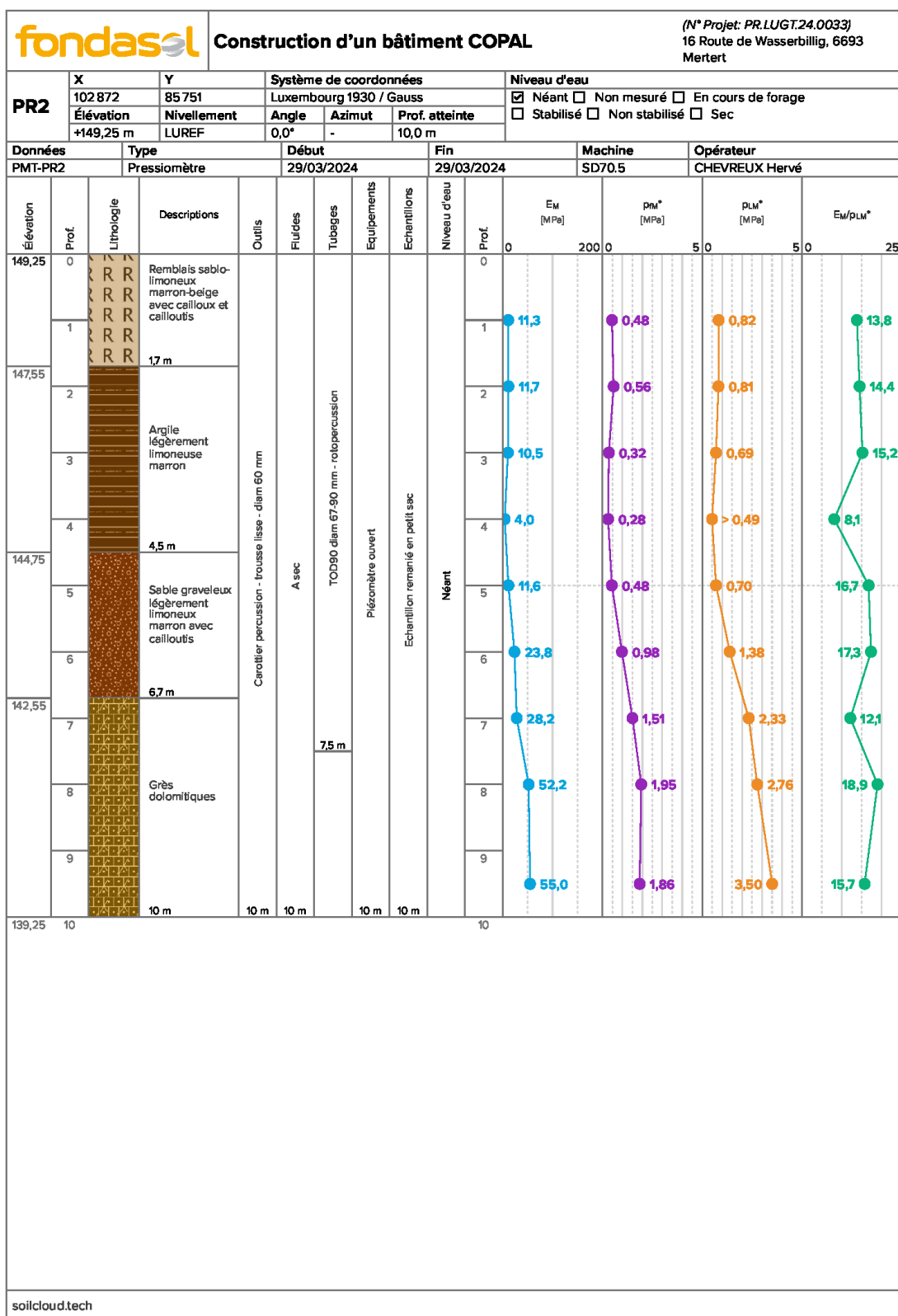
## ANNEXE N°2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



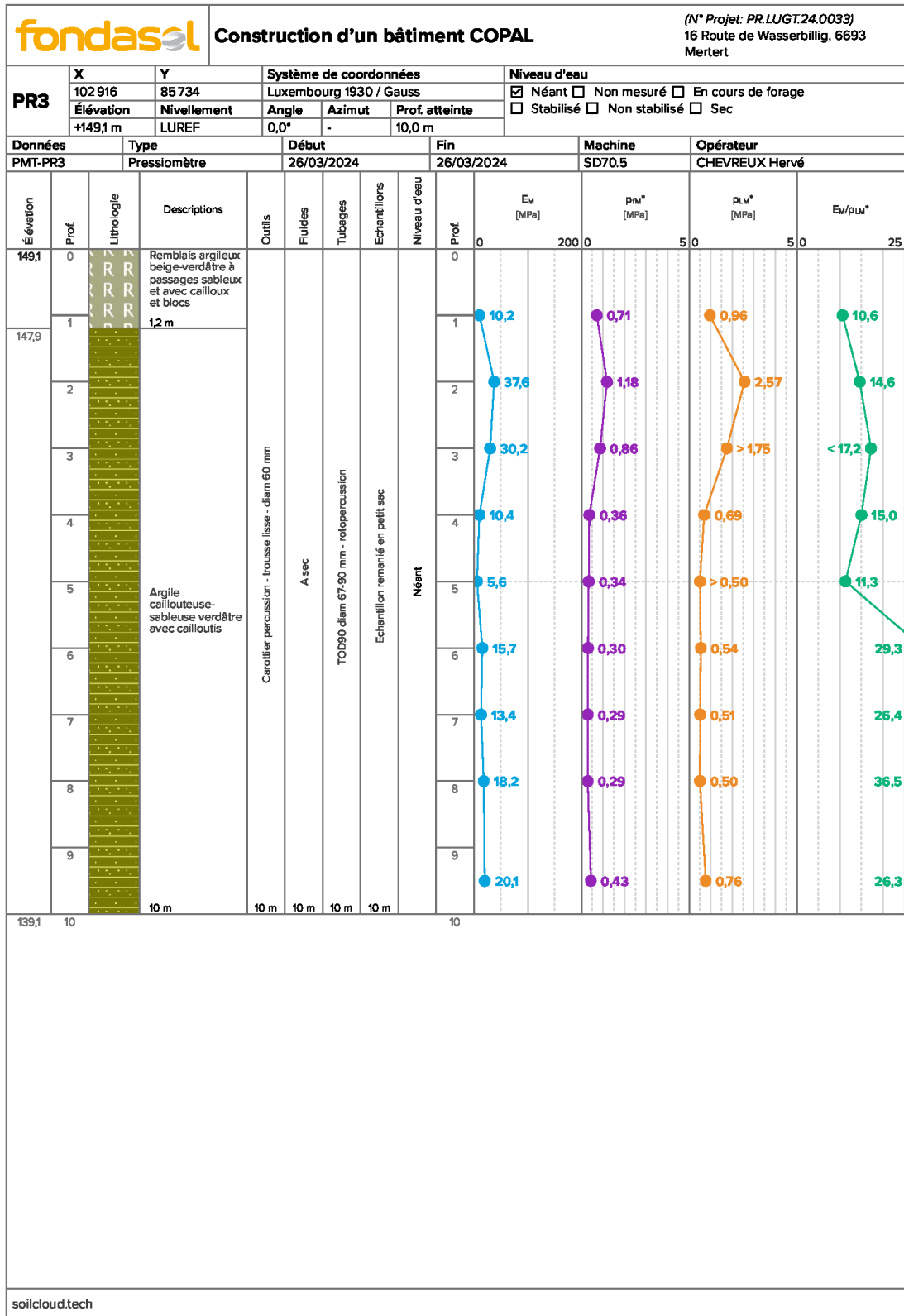
# ANNEXE N°3 : COUPES DES SONDAGES

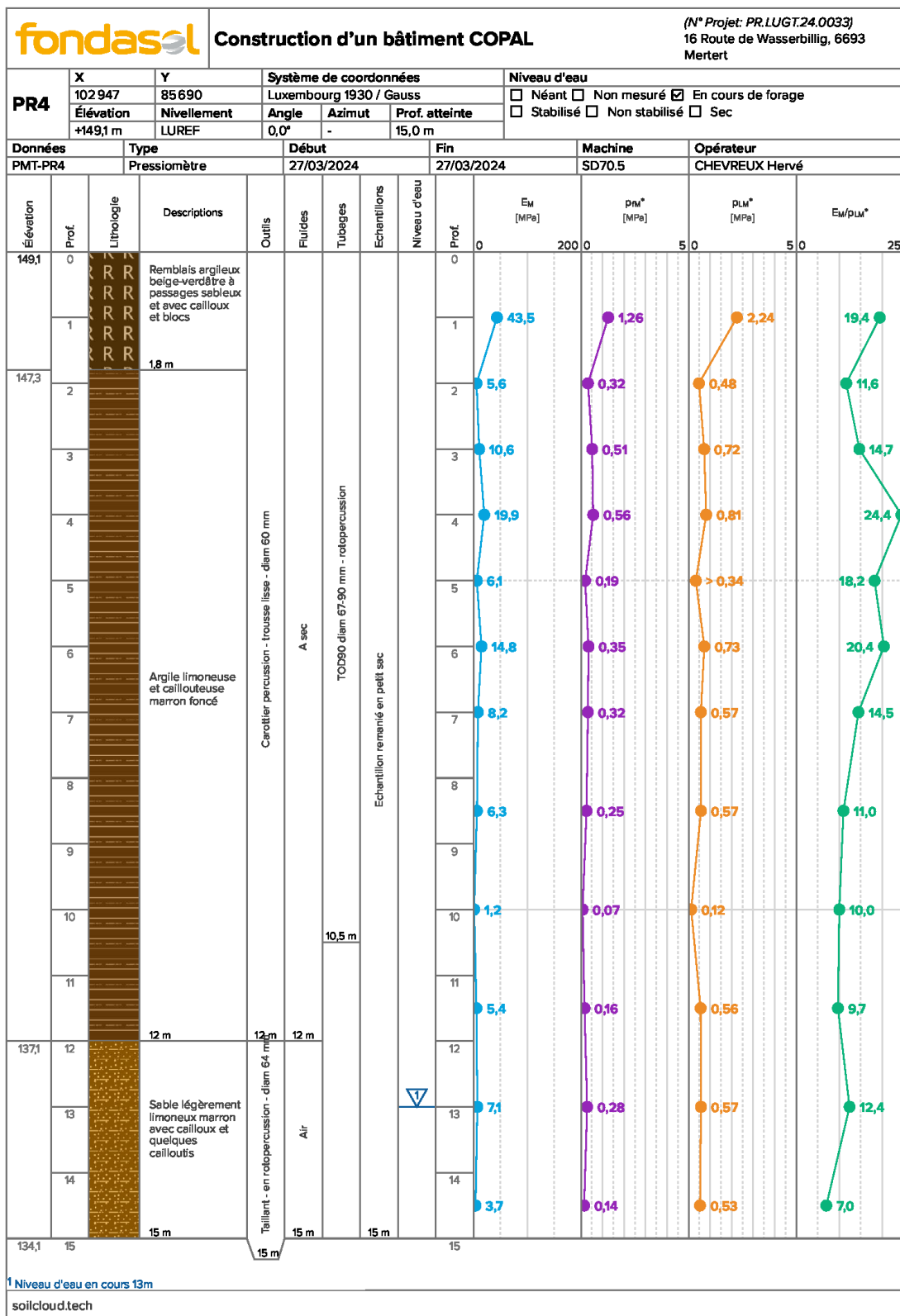


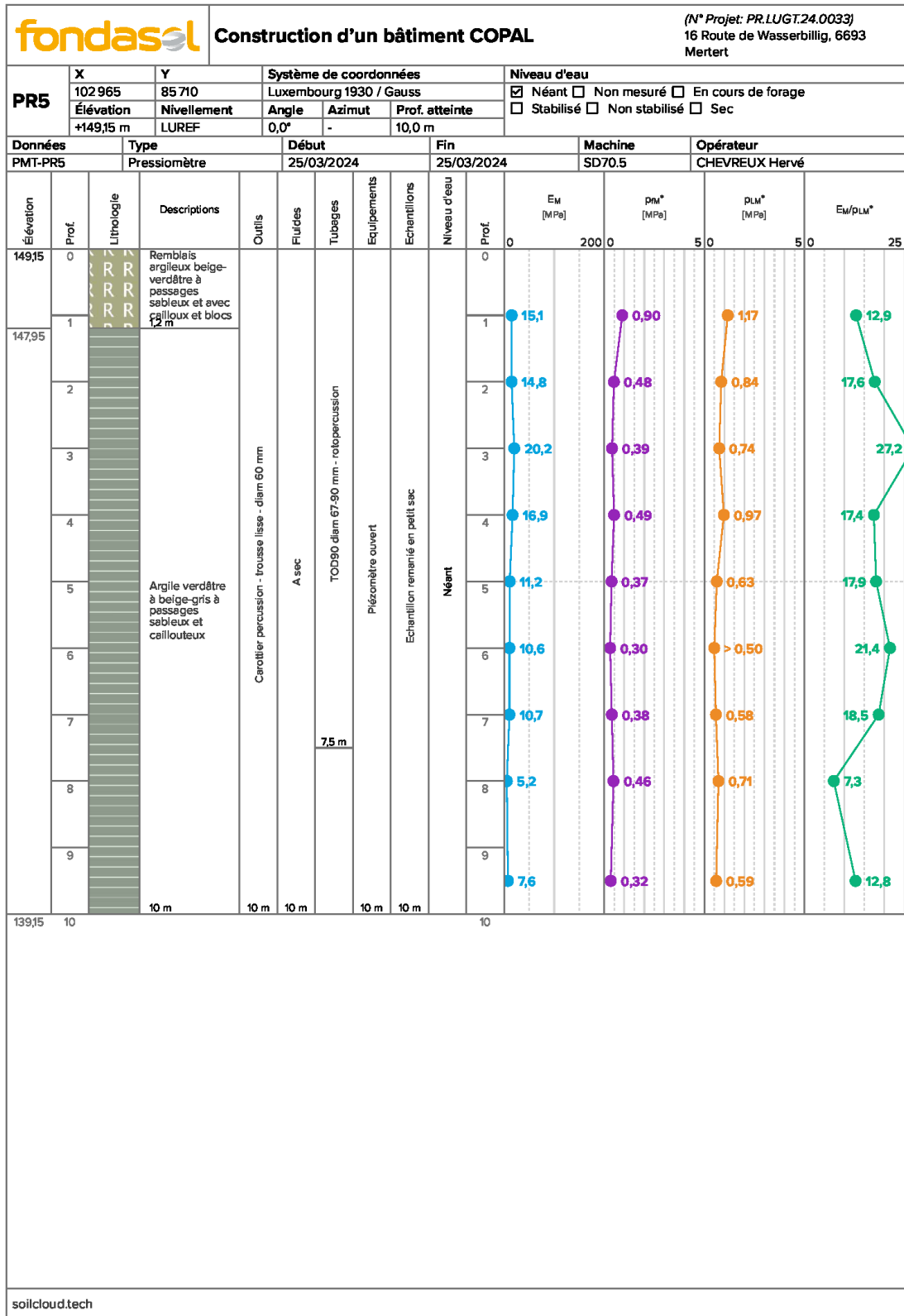






soilcloud.tech









			<b>Construction d'un bâtiment COPAL</b>		<i>(N° Projet: PR.LUGT.24.0033)</i> 16 Route de Wasserbillig, 6693 Mertert	
<b>R1</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Système de coordonnées</b>	<b>Précision des relevés</b>	<b>Niveau d'eau</b>	
	102 877	85 773	Luxembourg 1930 / Gauss	Non renseigné	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage	
	<b>Élévation</b>	<b>Prof. atteinte</b>	<b>Nivellement</b>	<b>Précision des nivellements</b>	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec	
	+150,1 m	2,0 m	LUREF	Non renseigné		
<b>Début</b>			<b>Fin</b>	<b>Machine</b>	<b>Opérateur</b>	
29/03/2024			29/03/2024	SD70.5	CHEVREUX Hervé	
<b>Conditions météorologiques</b>				<b>Flaconnage</b>	<b>Préleveur</b>	
Non renseigné				Non renseigné	Non renseigné	
<b>Élévation</b>	<b>Prof.</b>	<b>Lithologie</b>	<b>Descriptions</b>			<b>Outils</b>
150,1	0		Remblais argileux gris verdâtre clair			Carottier rotapercussion - sabot à plaquettes - diam 101,6 mm
	1					2 m
148,1	2					2 m
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport						
soilcloud.tech						

## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PR1	Carotté	+150,15 m LUREF	15,0 m



			<b>Construction d'un bâtiment COPAL</b>			<i>(N° Projet: PR.LUGT.24.0033)</i> 16 Route de Wasserbillig, 6693 Mertert			
<b>R2</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Système de coordonnées</b>	<b>Précision des relevés</b>	<b>Niveau d'eau</b>				
	102 929	85 757	Luxembourg 1930 / Gauss	Non renseigné	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage				
	<b>Élévation</b>	<b>Prof. atteinte</b>	<b>Nivellement</b>	<b>Précision des nivellements</b>	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec				
	+149,05 m	2,0 m	LUREF	Non renseigné					
<b>Début</b>			<b>Fin</b>	<b>Machine</b>	<b>Opérateur</b>				
29/03/2024			29/03/2024	SD70.5	CHEVREUX Hervé				
<b>Conditions météorologiques</b>				<b>Flaconnage</b>		<b>Préleveur</b>			
Non renseigné				Non renseigné		Non renseigné			
<b>Élévation</b>	<b>Prof.</b>	<b>Lithologie</b>	<b>Descriptions</b>			<b>Outils</b>	<b>Fluides</b>	<b>Echantillons</b>	<b>Niveau d'eau</b>
149,05	0		Remblais argileux gris verdâtre sombre			Carottier rotapercussion - sabot à plaquettes - diam 101,6 mm	A sec	Echantillon remanié en caisse	Néant
	1								
		2 m							
147,05	2					2 m			
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport									
soilcloud.tech									

## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PR2	Carotté	+149,25 m LUREF	10,0 m







		<b>Construction d'un bâtiment COPAL</b>		(N° Projet: PR.LUGT.24.0033) 16 Route de Wasserbillig, 6693 Mertert	
<b>RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE</b>					
<b>Sondage</b> R3		<b>Type</b> Carotté		<b>Élévation</b> +149,05 m LUREF	
				<b>Prof. atteinte</b> 2,0 m	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">0,0 m</div>  <div style="margin-left: 10px;">2,0 m</div> </div>					
soilcloud.tech					

			<b>Construction d'un bâtiment COPAL</b>			<i>(N° Projet: PR.LUGT.24.0033)</i> 16 Route de Wasserbillig, 6693 Mertert			
<b>R4</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Système de coordonnées</b>	<b>Précision des relevés</b>	<b>Niveau d'eau</b>				
	102 980	85 682	Luxembourg 1930 / Gauss	Non renseigné	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage				
	<b>Élévation</b>	<b>Prof. atteinte</b>	<b>Nivellement</b>	<b>Précision des nivellements</b>	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec				
	+149,0 m	2,0 m	LUREF	Non renseigné					
<b>Début</b>			<b>Fin</b>	<b>Machine</b>	<b>Opérateur</b>				
25/03/2024			25/03/2024	SD70.5	CHEVREUX Hervé				
<b>Conditions météorologiques</b>				<b>Flaconnage</b>	<b>Préleveur</b>				
Non renseigné				Non renseigné	Non renseigné				
<b>Élévation</b>	<b>Prof.</b>	<b>Lithologie</b>	<b>Descriptions</b>			<b>Outils</b>	<b>Fluides</b>	<b>Echantillons</b>	<b>Niveau d'eau</b>
149	0		Remblais argileux gris verdâtre clair			Carottier rotapercussion - sabot à boulons - diam 101,6 mm 2 m	A sec	Echantillon remanié en caisse	Néant
	1								
147	2								
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport									
soilcloud.tech									

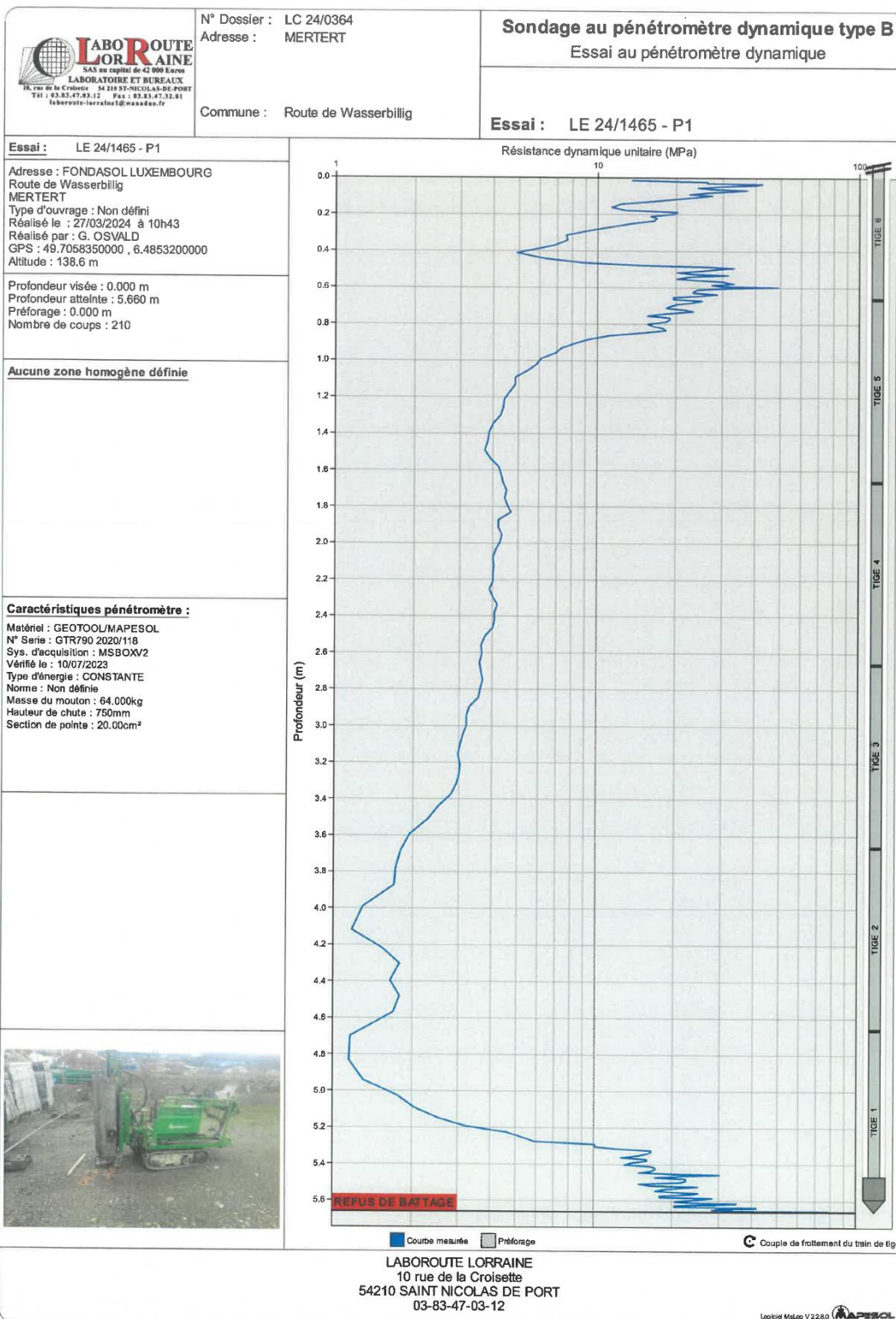
## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
R4	Carotté	+149.0 m LUREF	2.0 m

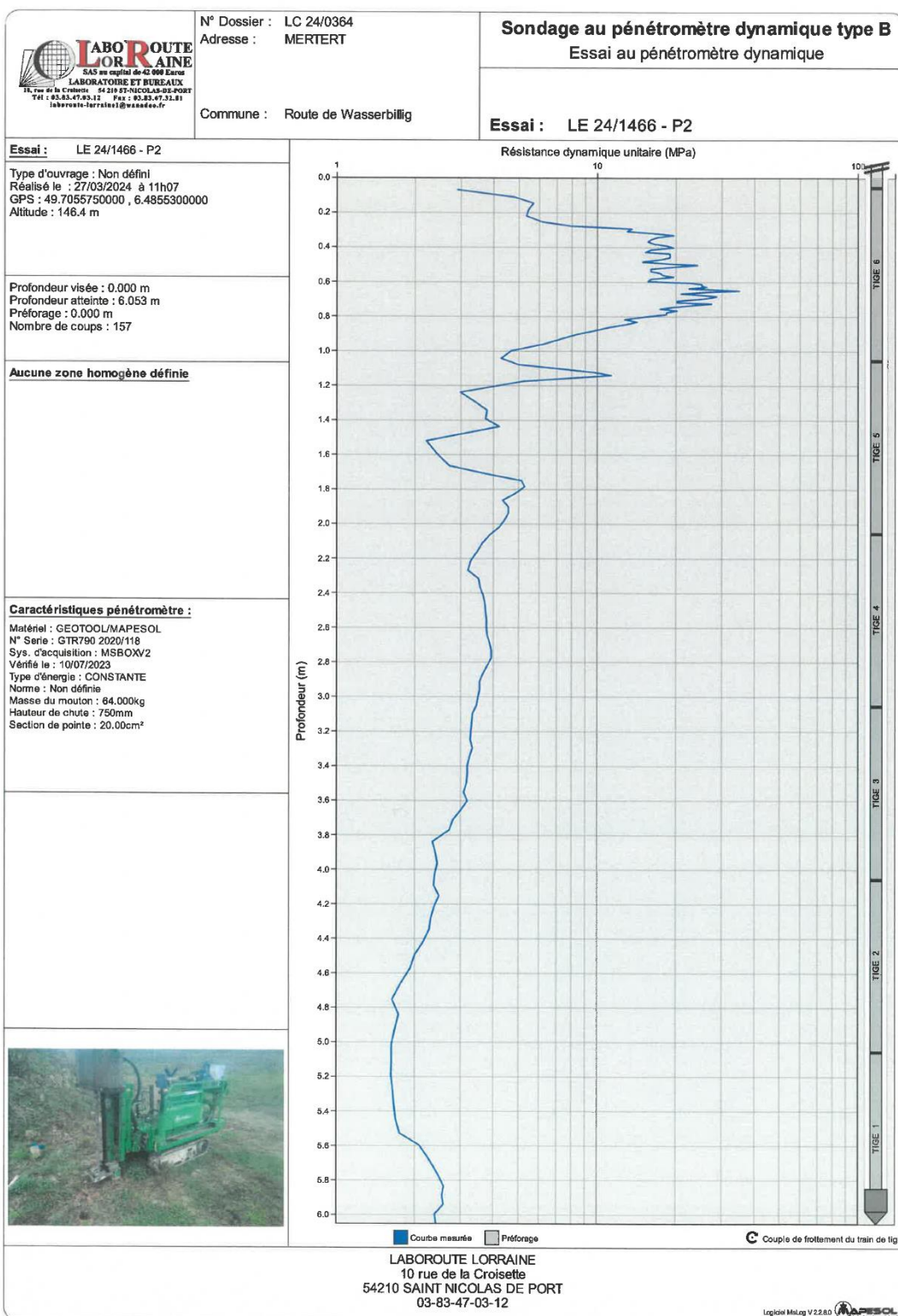


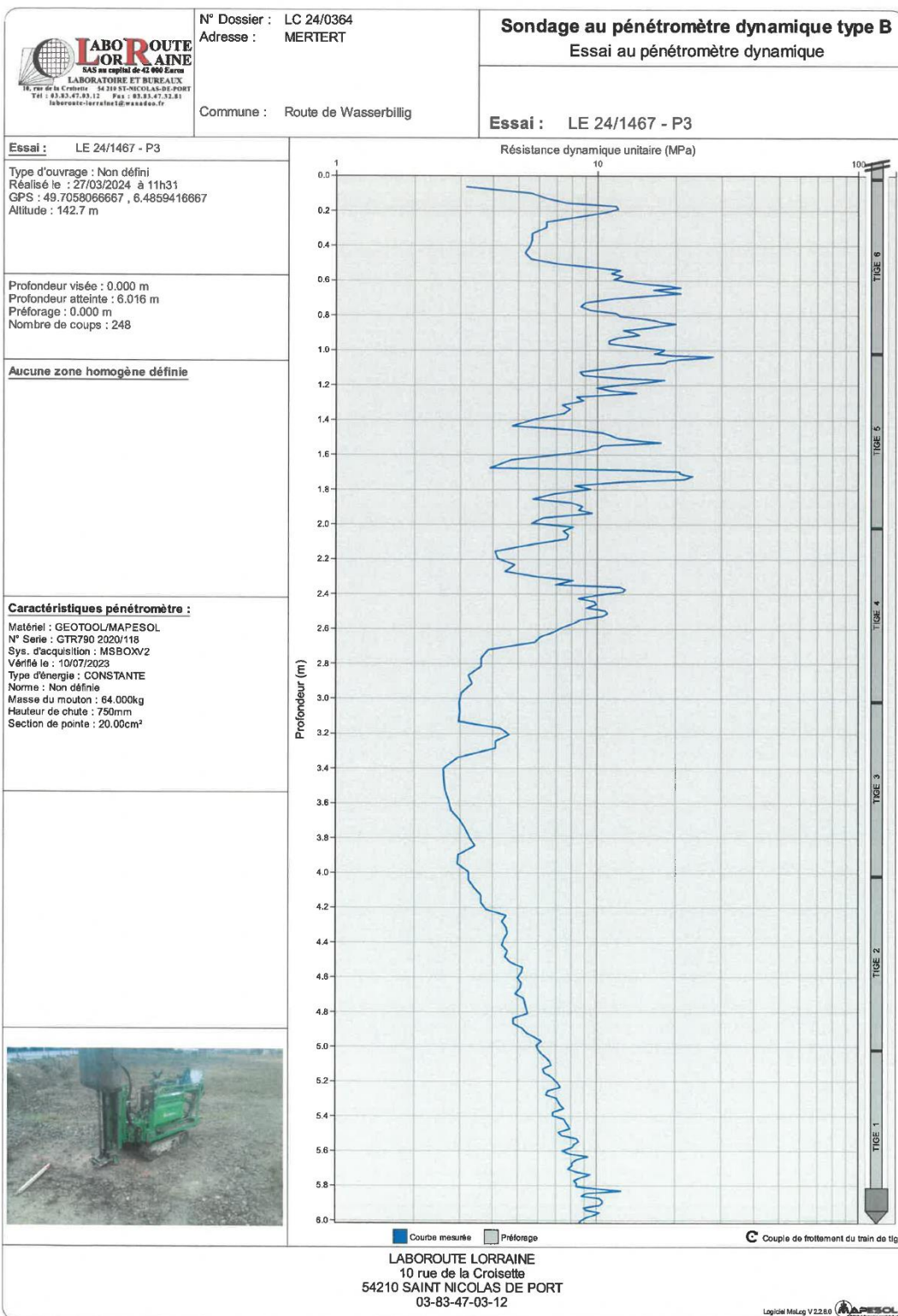
# ANNEXE N°3 : RESULTATS DES ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE



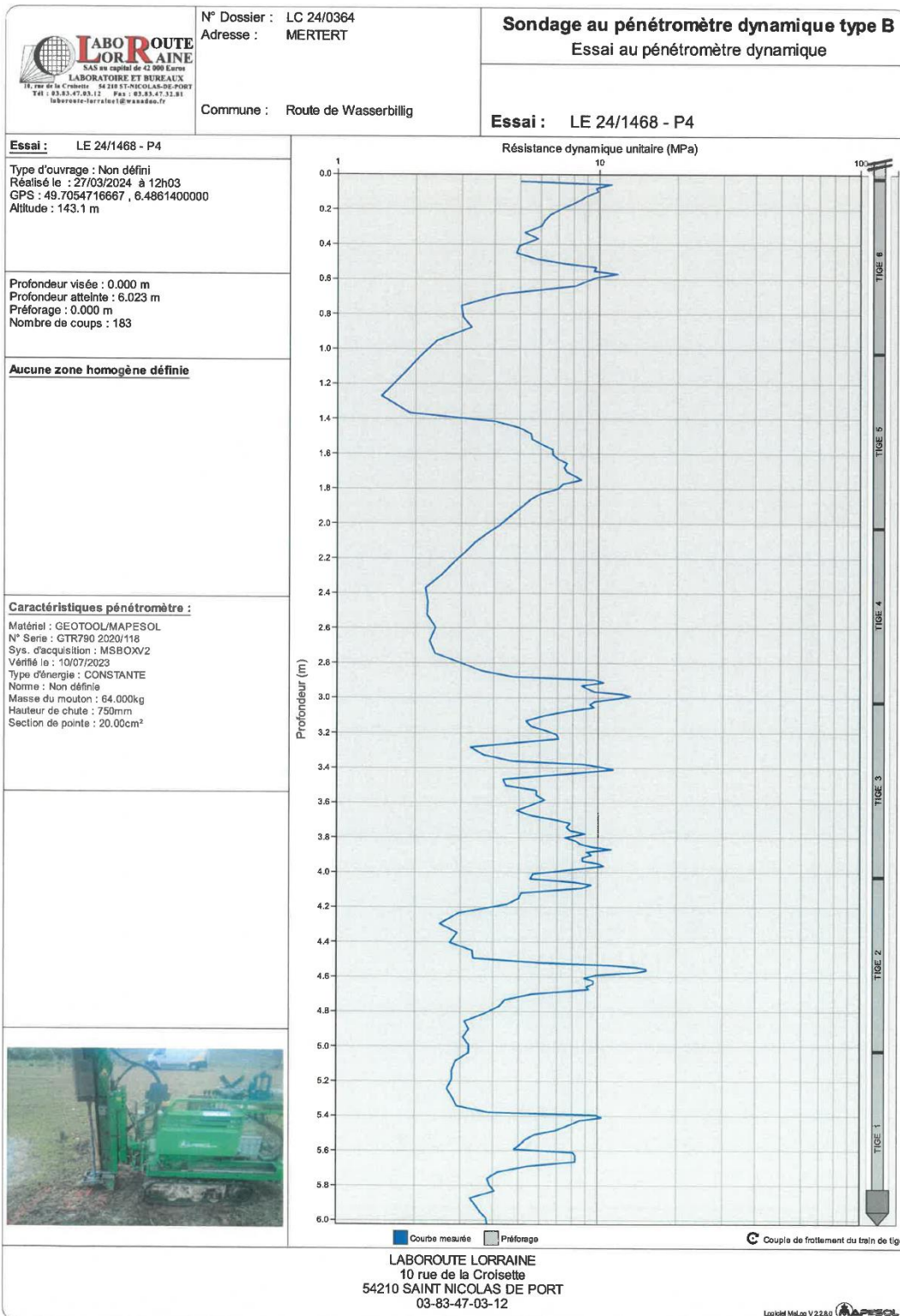












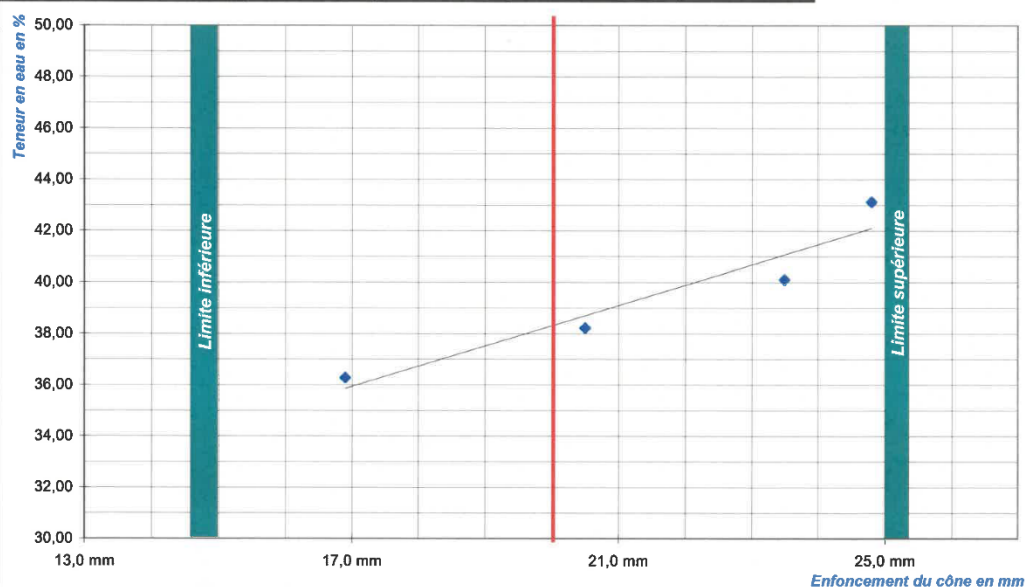


# **PROCES-VERBAL** DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG CONFORME A LA NORME NF EN ISO 17892-12

N° DOSSIER :	LC 24/0364	TYPE DE MATERIAU :	R1 (0-1m)
N° ENREGISTREMENT :	LE 24/1816	MODE DE PRELEVEMENT :	Sondage
AGENT PRELEVEUR :	ENTREPRISE	LIEU DE PRELEVEMENT :	MERTERT PRLUGT24.0033
OPERATEUR LABO :	JEANJEAN M.	SOCIETE EXPLOITANTE :	FONDASOL LUXEMBOURG
RECEPTIONNE LE :	11/04/2024	ANALYSE LE :	19/04/2024

## **METHODE AU CONE**

Mesures N°	1	2	3	4
Enfoncement	16,9 mm	20,5 mm	23,5 mm	24,8 mm
Teneur en Eau %	36,28	38,22	40,11	43,13



Teneur en eau de plasticité	W = 17,69 %	<b>W Moyen</b>	W = 17,59 %	<b>W Moyen</b>
	W = 17,59 %		W = 17,57 %	
	<b>17,64 %</b>		<b>17,58 %</b>	
Limite de liquidité : <b>W<sub>L</sub> =</b>	<b>38,2</b>	Indice de plasticité		
Limite de plasticité : <b>W<sub>P</sub> =</b>	<b>17,6</b>			
		<b>I<sub>P</sub> = 20,6</b>		
Teneur en eau du sol : <b>W<sub>p</sub> =</b>	<b>12,9</b>	Indice de consistance <b>I<sub>c</sub> = 1,23</b>		
	<b>%</b>			

### **Conclusion :**

Matériau classé A2 / F2 selon NF P 11-300

Le 22 / 04 / 2024

S. RAPIN

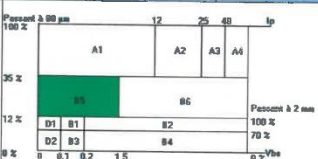
Ce produit a été contrôlé selon une organisation qualité conforme à la norme ISO 9001 certifiée par l'AFAQ N° 1997/8523



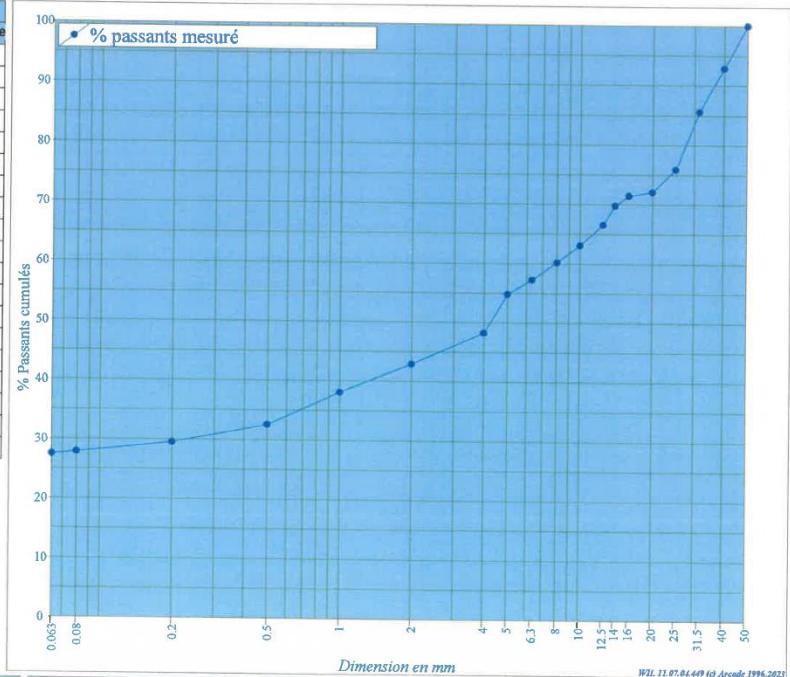
Site : FONDASOL LUXEMBOURG  
Sol : SOLClient : FONDASOL LUXEMBOURG  
47A Rue de Sanem  
4485 SANEM

Dossier LC 24/0364 : Identification GTR - MERTERT PRLUGT24.0033

Prélèvement n° LE 24/1817	reçu le 11/04/2024 (Réalisé le 19/04/2024)
Agent préleveur:	ENTREPRISE
Mode:	Sondage
Opérateur labo:	M.ZAAIM
NFP11300	Norme NF P 11-300
	Matériaux utilisés pour remblai et couche de forme

INFORMATION SOL					
		N° de Sondage		Profondeur (m)	
		R2		1.0-2.0m	
ESSAIS	Minimum	Valeur	Maximum	U	Norme
Teneur en eau par séchage Granulats ou Sol		11.9 %			EN 1097-5 ou EN ISO 17892-1
Teneur en fines Granulats ou Sol		27.5 %			EN 933-1 ou EN ISO 17892-4
Valeur de Bleu d'un Sol		0.548 g			NF EN 17542-3
Classification GTR		B5			NF P 11-300
					

Analyse granulométrique				
Tamis	mini	%tamisé	maxi	Incertitude
50.000		100.0		
40.000		92.8		
31.500		85.6		
25.000		75.9		
20.000		72.1		
16.000		71.5		
14.000		69.8		
12.500		66.5		
10.000		63.1		
8.000		60.2		
6.300		57.2		
5.000		54.8		
4.000		48.3		
2.000		43.0		
1.000		38.1		
0.500		32.5		
0.200		29.5		
0.080		27.9		
0.063		27.5		



CONCLUSION	OBSERVATION	S.RAPIN - GERANT
Sol classe B5 selon NF P 11-300		le 19/04/2024

# PROCES-VERBAL

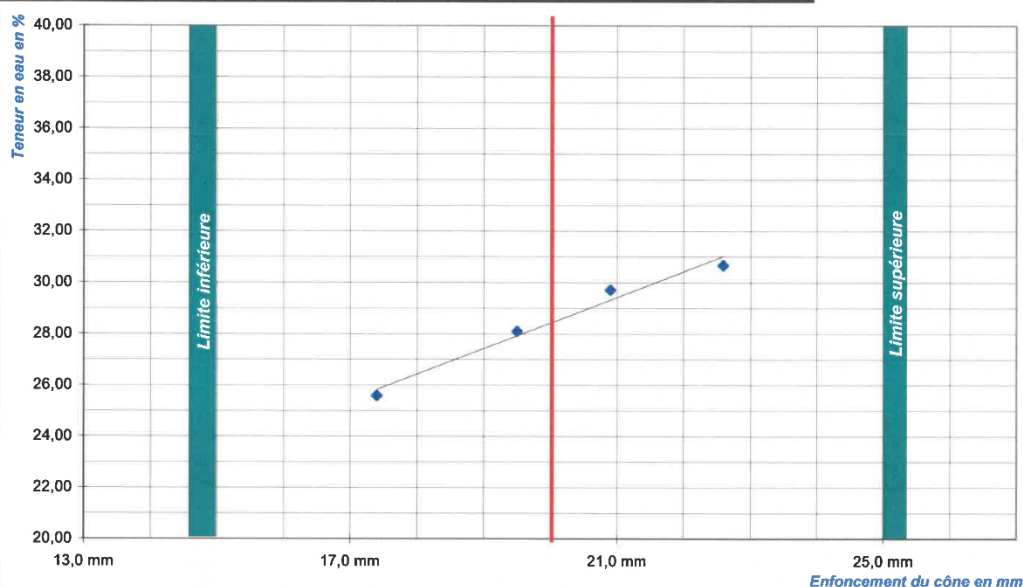
## DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

CONFORME A LA NORME NF EN ISO 17892-12

N° DOSSIER :	LC 24/0364	TYPE DE MATERIAU :	R2 (1-2m)
N° ENREGISTREMENT :	LE 24/1817	MODE DE PRELEVEMENT :	Sondage
AGENT PRELEVEUR :	ENTREPRISE	LIEU DE PRELEVEMENT :	MERTERT PRLUGT24.0033
OPERATEUR LABO :	JEANJEAN M.	SOCIETE EXPLOITANTE :	FONDASOL LUXEMBOURG
RECEPTIONNE LE :	11/04/2024	ANALYSE LE :	18/04/2024

### METHODE AU CONE

Mesures N°	1	2	3	4
Enfoncement	22,6 mm	20,9 mm	19,5 mm	17,4 mm
Teneur en Eau %	30,67	29,71	28,10	25,59



Teneur en eau de plasticité	W = 17,11 %	<b>W Moyen</b>	W = 16,84 %	<b>W Moyen</b>
	W = 17,47 %		W = 17,33 %	
17,29 %		17,09 %		
Limite de liquidité : <b>W<sub>L</sub></b> = 28,4		Indice de plasticité <b>I<sub>p</sub></b> = 11,2		
Limite de plasticité : <b>W<sub>p</sub></b> = 17,2				
Teneur en eau du sol : <b>W<sub>n</sub></b> = 11,9 %		Indice de consistance <b>I<sub>c</sub></b> = 1,47		

### Conclusion :

Matériau classé B5 / I2 selon NF P 11-300

Le 19 / 04 / 2024

S. RAPIN

Ce produit a été contrôlé selon une organisation qualité conforme à la norme ISO 9001 certifiée par l'AFAQ N° 1997/8523

Site : FONDASOL LUXEMBOURG  
Sol : SOLClient : FONDASOL LUXEMBOURG  
47A Rue de Sanem  
4485 SANEM

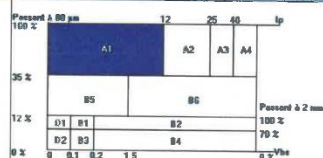
Dossier LC 24/0364 : Identification GTR - MERTERT PRLUGT24.0033

Prélèvement n° LE 24/1818 reçu le 11/04/2024 (Réalisé le 19/04/2024)  
Agent préleveur: ENTREPRISE  
Mode: Sondage  
Opérateur labo: M.ZAAIM  
NFP11300 Norme NF P 11-300  
Matériaux utilisés pour remblai et couche de forme

## INFORMATION SOL

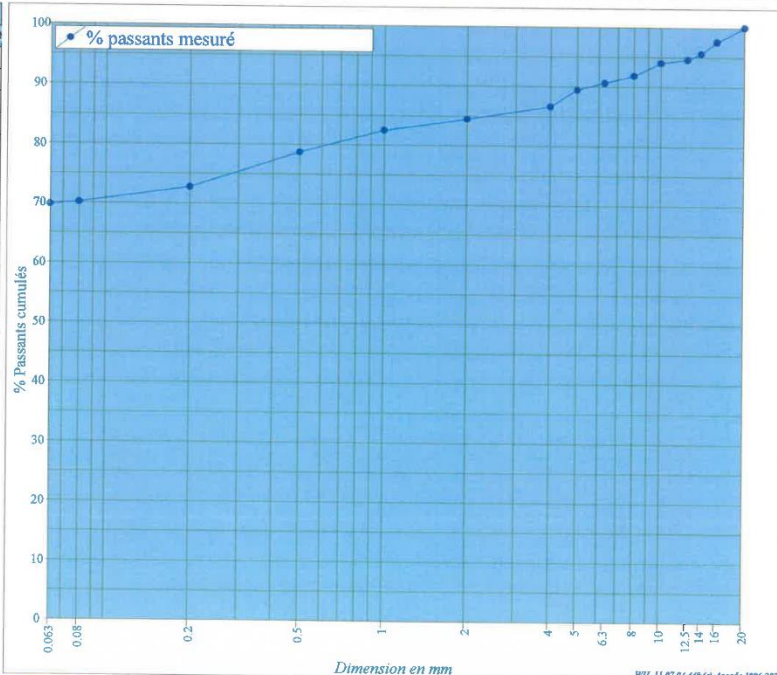
N° de Sondage	Profondeur (m)
R3	1.0-2.0m

ESSAIS	Minimum	Valeur	Maximum	U	Norme
Teneur en eau par séchage Granulats ou Sol		10.0 %			EN 1097-5 ou EN ISO 17892-1
Teneur en fines Granulats ou Sol		69.8 %			EN 933-1 ou EN ISO 17892-4
Valeur de Bleu d'un Sol		1.342 g			NF EN 17542-3
Classification GTR		A1			NF P 11-300



## Analyse granulométrique

Tamis	mini	%tamisé	maxi	Incertitude
20.000		100.0		
16.000		97.6		
14.000		95.6		
12.500		94.6		
10.000		94.0		
8.000		91.8		
6.300		90.7		
5.000		89.5		
4.000		86.7		
2.000		84.5		
1.000		82.5		
0.500		78.7		
0.200		72.7		
0.080		70.2		
0.063		69.8		



## CONCLUSION

Sol classé A1 selon NF P11-300

## OBSERVATION

S.RAPIN - GERANT

le 19/04/2024



# PROCES-VERBAL

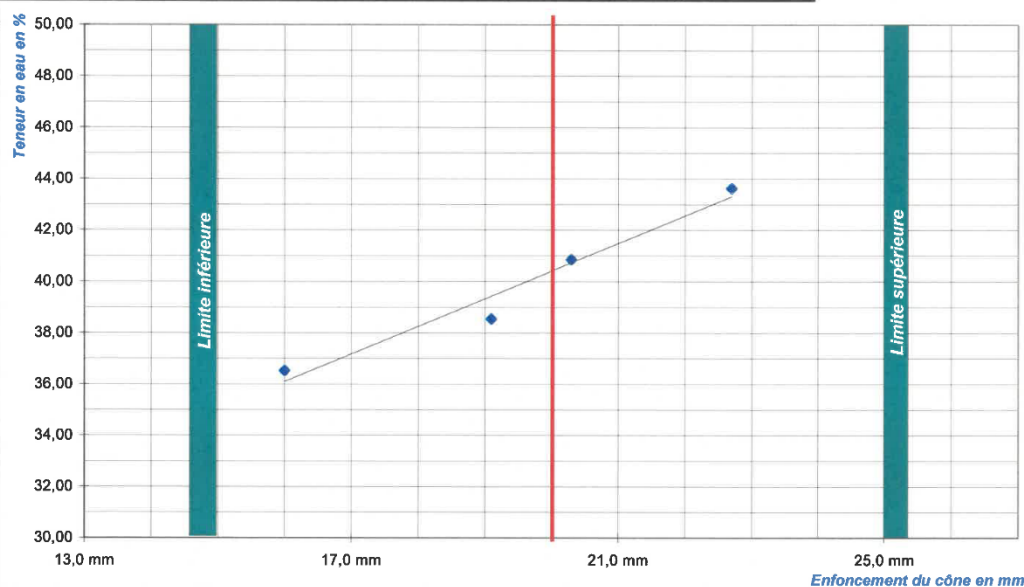
## DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

CONFORME A LA NORME NF EN ISO 17892-12

N° DOSSIER :	LC 24/0364	TYPE DE MATERIAU :	R3 (1-2m)
N° ENREGISTREMENT :	LE 24/1818	MODE DE PRELEVEMENT :	Sondage
AGENT PRELEVEUR :	ENTREPRISE	LIEU DE PRELEVEMENT :	MERTERT PRLUGT24.0033
OPERATEUR LABO :	JEANJEAN M.	SOCIETE EXPLOITANTE :	FONDASOL LUXEMBOURG
RECEPTIONNE LE :	11/04/2024	ANALYSE LE :	19/04/2024

### METHODE AU CONE

Mesures N°	1	2	3	4
Enfoncement	16,0 mm	19,1 mm	20,3 mm	22,7 mm
Teneur en Eau %	36,53	38,54	40,85	43,63



Teneur en eau de plasticité	W = 19,95 %	W Moyen	W = 19,98 %	W Moyen
	W = 20,07 %	20,01 %	W = 20,17 %	20,07 %
Limite de liquidité : $W_L =$	40,4	Indice de plasticité		
Limite de plasticité : $W_P =$	20,0	$I_P =$ 20,4		
Teneur en eau du sol : $W_n =$	10,0 %	Indice de consistance $I_C =$ 1,49		

### Conclusion :

Le 19 / 04 / 2024

Matériau classé A2 / F2 selon NF P 11-300

S. RAPIN

Ce produit a été contrôlé selon une organisation qualité conforme à la norme ISO 9001 certifiée par l'AFQA N° 1997/8523

Site : FONDASOL LUXEMBOURG  
Sol : SOLClient : FONDASOL LUXEMBOURG  
47A Rue de Sanem  
4485 SANEM

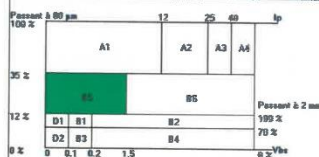
Dossier LC 24/0364 : Identification GTR - MERTERT PRLUGT24.0033

Prélèvement n° LE 24/1819 reçu le 11/04/2024 (Réalisé le 18/04/2024)  
Agent préleveur: ENTREPRISE  
Mode: Sondage  
Opérateur labo: M.ZAAIM  
NFP11300 Norme NF P 11-300  
Matériaux utilisés pour remblai et couche de forme

## INFORMATION SOL

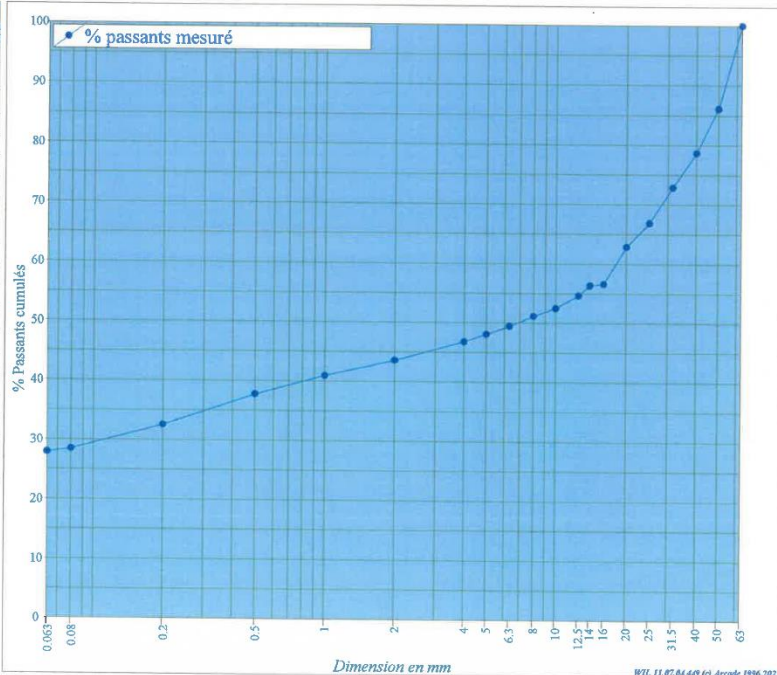
	N° de Sondage	Profondeur (m)
	R4	0.0-1.0m

ESSAIS	Minimum	Valeur	Maximum	U	Norme
Teneur en eau par séchage Granulats ou Sol		15.8 %			EN 1097-5 ou EN ISO 17892-1
Teneur en fines Granulats ou Sol		27.9 %			EN 933-1 ou EN ISO 17892-4
Valeur de Bleu d'un Sol		0.744 g			NF EN 17542-3
Classification GTR		C1B5			NF P 11-300



## Analyse granulométrique

Tamis	mini	% tamisé	maxi	Incertitude
63.000		100.0		
50.000		86.1		
40.000		78.7		
31.500		72.9		
25.000		66.9		
20.000		62.8		
16.000		56.6		
14.000		56.4		
12.500		54.6		
10.000		52.5		
8.000		51.1		
6.300		49.4		
5.000		48.1		
4.000		46.8		
2.000		43.6		
1.000		41.0		
0.500		37.7		
0.200		32.6		
0.080		28.4		
0.063		27.9		



## CONCLUSION

Sol classe C1B5 selon NF P11-300

## OBSERVATION

## S.RAPIN - GERANT

le 18/04/2024

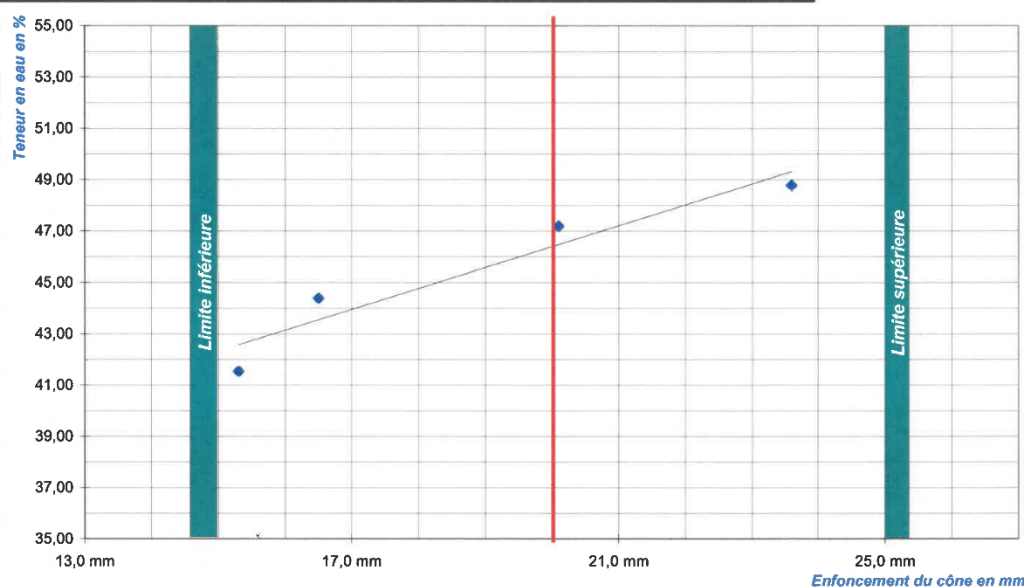


# PROCES-VERBAL DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG CONFORME A LA NORME NF EN ISO 17892-12

N° DOSSIER :	LC 24/0364	TYPE DE MATERIAU :	R4 (0-1m)
N° ENREGISTREMENT :	LE 24/1819	MODE DE PRELEVEMENT :	Sondage
AGENT PRELEVEUR :	ENTREPRISE	LIEU DE PRELEVEMENT :	MERTERT PRLUGT24.0033
OPERATEUR LABO :	JEANJEAN M.	SOCIETE EXPLOITANTE :	FONDASOL LUXEMBOURG
RECEPTIONNE LE :	11/04/2024	ANALYSE LE :	18/04/2024

## METHODE AU CONE

Mesures N°	1	2	3	4
Enfoncement	23,6 mm	20,1 mm	16,5 mm	15,3 mm
Teneur en Eau %	48,78	47,19	44,39	41,55



Teneur en eau de plasticité	W = 26,90 %	<b>W Moyen</b> <b>26,75 %</b>	W = 26,67 %	<b>W Moyen</b> <b>26,70 %</b>
	W = 26,61 %		W = 26,72 %	
Limite de liquidité : <b>W<sub>L</sub> = 46,4</b>	Indice de plasticité <b>I<sub>p</sub> = 19,7</b>			
Limite de plasticité : <b>W<sub>p</sub> = 26,7</b>				
Teneur en eau du sol : <b>W<sub>n</sub> = 15,8 %</b>	Indice de consistance <b>I<sub>c</sub> = 1,56</b>			

### Conclusion :

**Matériau classé C1B6 / I2 selon NF P 11-300**

Le 18 / 04 / 2024

**S. RAPIN**

Ce produit a été contrôlé selon une organisation qualité conforme à la norme ISO 9001 certifiée par l'AFAC N° 1997/8523



[www.groupefondasol.com](http://www.groupefondasol.com)

**AGENCE DE LUXEMBOURG**

47A rue de Sanem  
L-4485 SOLEUVRE

☎ 52 27 97

📠 52 27 96

✉ luxembourg@fondasol.lu