



Agence du Mans

ZAC du Vivier 2

Rue Newton

72700 ALLONNES

☎ 02.43.87.53.64

✉ lemans@groupefondasol.com

SCI LA LAVALLOISE 18

Concession automobile CHANGÉ (53)

Etude géotechnique G2 phase AVP+PRO

PR.72GT.24.0243 - 001

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	10/12/2024	62	1ère diffusion	A. BRICHE	J. BANNEVILLE
A					
B					
C					

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Mission selon la norme NF P94-500	5
A.2.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.2.1.	Documents normatifs et réglementaires	6
A.2.2.	Documents spécifiques au projet	6
A.3.	Description du projet	7
A.4.	Programme d'investigations	8
B.	Descriptif général du site et approche documentaire	9
B.1.	Description générale du site	9
B.2.	Contexte géologique	11
B.3.	Enquête documentaire sur les risques naturels recensés	11
B.3.1.	Liste des arrêtés de catastrophe naturelle publiés sur la commune	11
B.3.2.	Liste des Plans de Prévention des Risques (PPR) et date de prescription	12
B.3.3.	Risque retrait-gonflement des argiles	12
B.3.4.	Risque inondation / remontée de nappe	13
B.3.5.	Risque cavités	13
B.3.6.	Risque mouvements de terrain	13
B.3.7.	Risque sismique	14
B.3.8.	Risque de rayonnement ionisant	14
C.	Résultats des investigations in situ	15
C.1.	Résultats des sondages	15
C.2.	Aspects géomécaniques	16
C.3.	Résultats des essais et analyses en laboratoire	16
C.3.1.	Teneurs en eau naturelle W _n (en %)	16
C.3.2.	Valeur au bleu de méthylène VBS (g de bleu/100 g de sol)	17
C.3.3.	Granulométrie (passant à 80 µm et passant 2 mm en %)	17
C.3.4.	Poinçonnement : Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle I _{Pinat}	18
C.3.5.	Résultats	18
C.4.	Niveaux d'eau	19
C.5.	Essais de perméabilité	20
C.6.	Données statistiques SOLSCORE	20
C.7.	Synthèse géomécanique	21
D.	Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques	22
D.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques	22
D.2.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	22
D.3.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	22
D.4.	Données liées au risque sismique	23

D.5.	Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables	23
D.5.1.	Fondations	23
D.5.2.	Niveaux bas	23
D.6.	Assises de chaussée	23
D.7.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	23
D.8.	Ouvrages de soutènement au niveau des parkings	24
E.	Étude des fondations	25
E.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	25
E.2.	Modèle et hypothèses géotechniques	26
E.2.1.	Modèle géotechnique pour les fondations	26
E.2.2.	Contraintes de calcul par la méthode pressiométrique (NF P94-261)	26
E.3.	Prédimensionnement des fondations	27
E.3.1.	Portance des massifs	27
E.3.2.	Tassement des massifs	27
E.3.3.	Stabilité des massifs	28
E.4.	Dispositions constructives pour les fondations	29
E.4.1.	Conception	29
E.4.2.	Conditions de terrassement	30
E.4.3.	Risques liés à l'eau (pluie, nappe...)	30
E.4.4.	Précautions vis-à-vis de la zone démolie	30
F.	Étude de l'assise des chaussées	31
F.1.	Données d'entrée	31
F.2.	Contexte PST/Arase – nature et qualité de la couche de forme	31
F.3.	Première approche des dispositions constructives et des recommandations d'exécution	32
G.	Conditions générales de terrassement et mise hors d'eau	33
G.1.	Principes généraux des terrassements	33
G.1.1.	Déblais	33
G.1.2.	Remblais	33
G.1.3.	Soutènements	34
G.2.	Mise hors d'eau	34
G.2.1.	Gestion des eaux de pluie et de ruissellement	34
G.2.2.	Protection vis-à-vis des eaux de nappe ou de circulations	34
H.	Conclusions et aléas prévisibles	35

ANNEXES	37
1. Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)	38
2. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)	39
3. Plan de situation	40
4. Implantation des sondages	41
5. Résultats des sondages	42
6. Résultats des essais de laboratoire	52
7. Notes de calculs	56
8. Cartographie du potentiel radon	60
9. Photographies panoramiques de la zone d'étude	61

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Maître d'Ouvrage : SCI LA LAVALLOISE 18

Maître d'œuvre : MC architecture

Devis : référencé SQ.72GT.24.07.065 daté du 30/07/2024

Commande : datée du 05/09/2024

A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Mission : G2 phase AVP+PRO selon norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013)

Objectifs définis dans notre devis :

- Etude préliminaire du site
- Collecte et synthèse des données *Solscore*
- Résultats des investigations
- Analyse et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et de son influence sur le projet
- Modèle géotechnique croisant les données *Solscore* et les résultats des investigations
- Proposition des ouvrages géotechniques envisageables
- Note de pré-dimensionnement des ouvrages suivants :
 - Fondations superficielles selon quelques cas de charges
 - Dallage (1 t/m^2)
- Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique
- Recommandations particulières pour la réalisation des travaux

Notre mission ne comprend pas :

- Etude hydrogéologique (niveaux caractéristiques, débits d'exhaure...)
- Dimensionnement des voiries
- Etablissement des notes de calculs de ferrailage
- Calcul de la raideur en tête des pieux
- Modélisation sismique et dynamique sol-structure
- Etablissement des plans, coupes de projet, plans de coffrage et ferrailage
- Estimation des quantités, coûts et délais
- Descentes de charges sur fondation et sur dallage, déformations admissibles
- Détermination des combinaisons de charges (à la charge du BET Structure)
- Mission G2 DCE/ACT

A.2. Documents à notre disposition pour cette étude

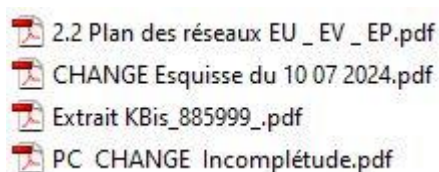
A.2.1. Documents normatifs et réglementaires

Référence	Titre	Date
NF P 94-251-I (NF EN 1997-1)	« Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie I : Règles générales »	06/2005
NF P 94-251-I/NA	Annexe nationale à la NF EN 1997-1	09/2018
NF P 94-261	Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles + Amendement A1 de février 2017	2012 - 2017
NF P 94-500	Missions d'ingénierie géotechnique Classification et spécifications	30/11/2013
Décret N°2010-1254	Décret relatif à la prévention du risque sismique	22/10/2010
Décret N°2010-1255	Décret relatif à la délimitation des zones de sismicité du territoire français	22/10/2010
Arrêté	Arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »	19/07/2011

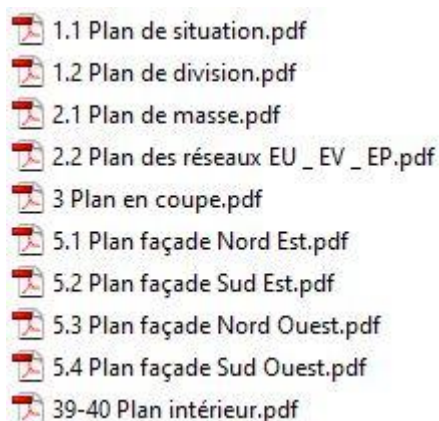
A.2.2. Documents spécifiques au projet

Nous disposons pour cette étude d'un cahier des charges de reconnaissance géotechnique établi par SIGMA le 02/05/2024, ainsi que les plans suivants :

- reçus à la consultation en juillet 2024 (plans phase ESQ) :



- reçus avant la rédaction de l'étude en décembre 2024 (plans phase PC) :



Nous avons aussi utilisé :

- la carte IGN du secteur,
- les données du BRGM,
- la carte géologique au 1/50 000,
- les vues aériennes du secteur (Google Earth, Géoportail).

A.3. Description du projet

Le projet consiste en la construction d'une concession automobile, comprenant un bâtiment principal, un auvent / carport, et des parkings pour véhicules légers à l'avant et à l'arrière du bâtiment.

Les caractéristiques du projet sont les suivantes :

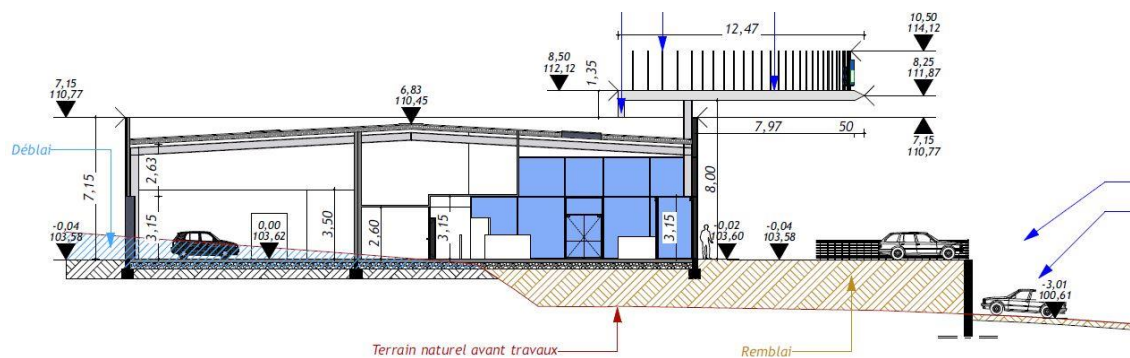
- nombre de niveaux : de plain-pied, sans sous-sol,
- surface plancher du bâtiment : $\approx 800 \text{ m}^2$,
- cote projet du niveau bas du bâtiment : 103,62 NGF,
 - ce qui implique des terrassements notables en déblai et remblai (de l'ordre de 2 m),
- hypothèse des descentes de charges (avec plancher porté) : 50 t / appui.

Compte tenu de la pente du site, des murs de soutènement de type REDI-ROCK seront mis en œuvre au niveau des parkings, d'environ 3 m de hauteur.

Aucun autre élément du projet ne nous est connu. Selon les informations transmises par le maître d'ouvrage, l'ouvrage sera considéré de catégorie géotechnique 2 au sens de l'EUROCODE 7 et de catégorie d'importance II vis-à-vis du risque sismique au sens des décrets d'application de l'EUROCODE 8.



Insertion du projet



Vue en coupe AA du projet

A.4. Programme d'investigations

Pour répondre aux objectifs de l'étude, nous avons réalisé :

ouvrages	Bâtiment, auvent et carport					Parkings VL				
sondages	SP1	SP2	SP3	DPT4	DPT5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
profondeurs (m)	6,0	6,0	6,0	-	-	2,0	2,0	2,0	0,55	0,45
nombre d'essais pressiométriques	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-
profondeurs de refus des essais pénétrométriques dynamiques (m)	-	-	-	4,1	3,5	-	-	-	-	-
essai en laboratoire	-	-	-	-	-	GTR + IPI W _n	GTR + IPI W _n	GTR + IPI W _n	-	-

SP : sondage destructif avec essais pressiométriques

DPT : essai de pénétration dynamique de type B

PM : sondage de reconnaissance lithologique au tracto-pelle ou mini-pelle

GTR : identification des sols selon le guide technique du SETRA-LCPC

IPI wn : indice de portance immédiat à la teneur en eau naturelle

Figurent en annexe :

- un plan de situation,
- un plan d'implantation des sondages,
- les coupes lithologiques,
- les résultats des essais sur site,
- les procès-verbaux des analyses en laboratoire.

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.1. Description générale du site

Adresse du site : ZA Les Dahinières, lieu-dit La Fonderie à Changé (53).

Superficie du terrain : $\approx 10\,000\text{ m}^2$.

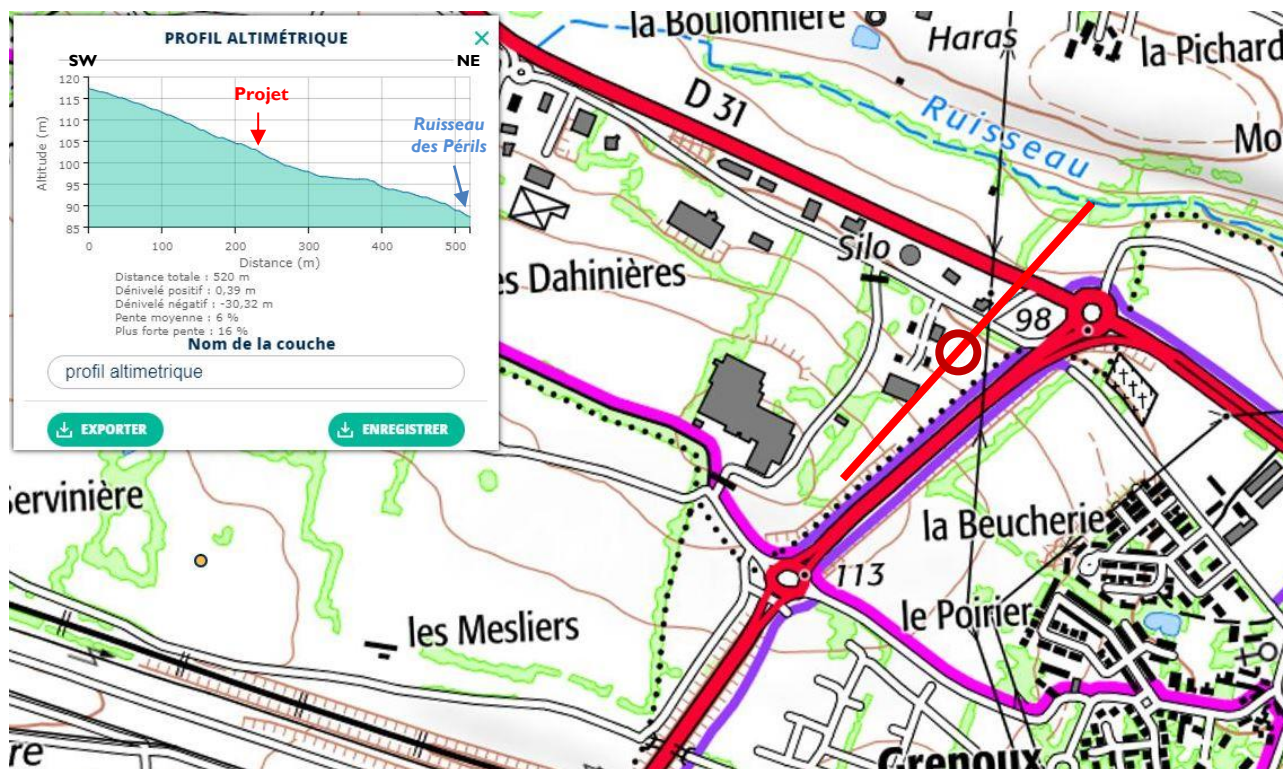
Occupation des sols lors de notre intervention : bâtiment existant (à démolir), voies d'accès gravillonnées, espaces verts, et terrain enherbé à l'arrière du bâtiment (cf. photographies en annexes).

Particularités : terrain à environ 200 m du « ruisseau des Périls », terrain en forte pente ayant déjà connu des terrassements en déblai et remblai pour son aménagement actuel.

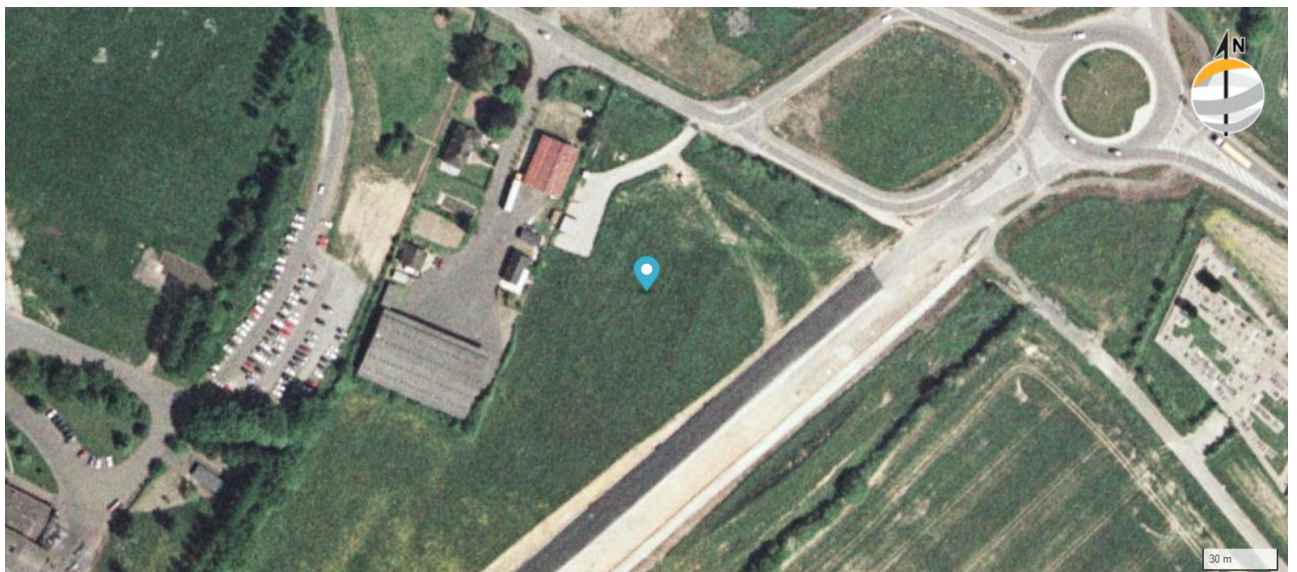
Topographie du site : dénivelé d'environ 12 % globalement orienté descendant vers le nord-est.

Sondages	SP1	SP2	SP3	DPT4	DPT5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
Cotes des sondages (NGF)	105,7	104,0	101,3	104,5	103,1	109,0	105,3	100,9	99,6	99,0

Altimétrie des points de sondage (nivellement à l'aide d'une antenne GPS)



Profil altimétrique du site

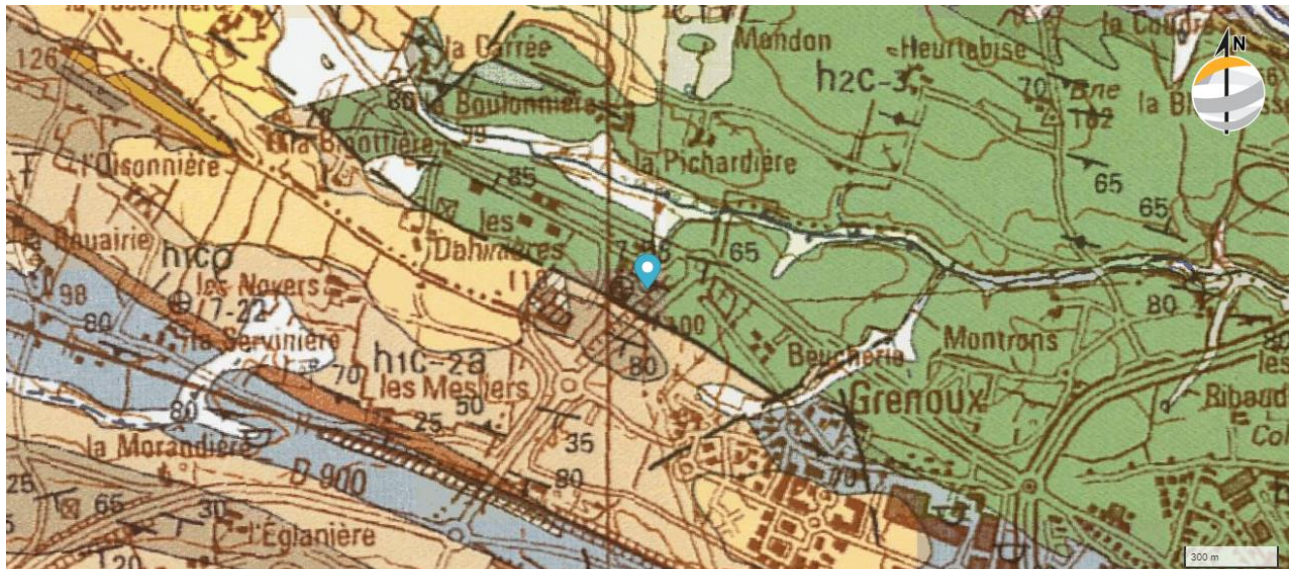


Vues aériennes du site dans les années 1950 (en haut), en 2000 (au centre) et actuellement (en bas)

B.2.Contexte géologique

D'après la carte géologique de Laval au 1/50 000 (infoterre.brgm.fr), les sols du site devraient correspondre, de haut en bas, à :

- des terrains de recouvrement (terre végétale, remblais),
- les siltites noires ardoisières de la formation de Heurtebise (h2c-3).



h2c-3 : PALÉOZOÏQUE - Carbonifère - Formation de Heurtebise (Viséen supérieur - Namurien) : siltites noires ardoisières et grès fins argileux

Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème (source : BRGM)

B.3.Enquête documentaire sur les risques naturels recensés

B.3.1. Liste des arrêtés de catastrophe naturelle publiés sur la commune

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
INTE9000196A	14/02/1990	19/02/1990	14/05/1990	24/05/1990	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE9300315A	10/01/1993	14/01/1993	23/06/1993	08/07/1993	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE9400642A	09/08/1994	09/08/1994	12/01/1995	31/01/1995	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE9500070A	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	CHANGE
INTE0100227A	05/01/2001	07/01/2001	29/05/2001	14/06/2001	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
IOCE0804632A	02/10/2007	02/10/2007	20/02/2008	22/02/2008	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE1238675A	27/07/2012	27/07/2012	06/11/2012	09/11/2012	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE1328613A	27/07/2013	27/07/2013	21/11/2013	23/11/2013	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
INTE1820387A	09/06/2018	09/06/2018	23/07/2018	15/08/2018	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE
IOME2418595A	17/06/2024	21/06/2024	04/07/2024	07/07/2024	Inondations et/ou Coulées de Boue	CHANGE

Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (source : Georisques)

B.3.2. Liste des Plans de Prévention des Risques (PPR) et date de prescription

- aucun PPR

RECAPITULATIF DES RISQUES RECENSES SUR LA COMMUNE

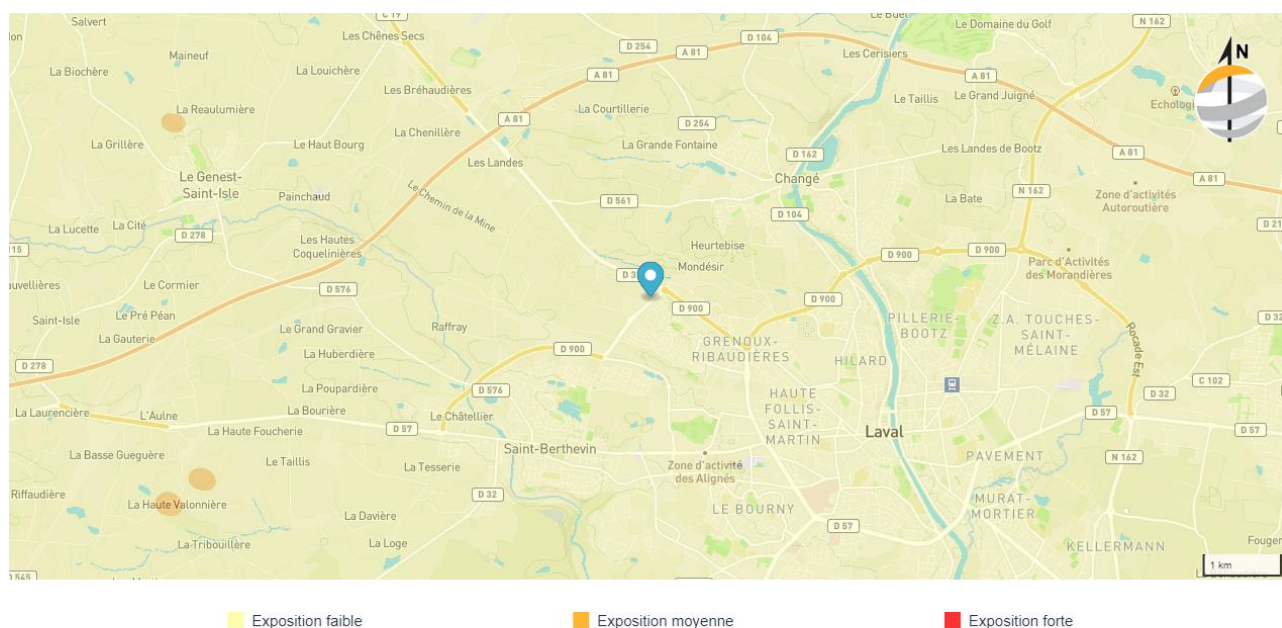
Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas concerné par les risques déjà répertoriés.

Risque	Aléa/sensibilité	Document réglementaire
Retrait-gonflement	Faible	Arrêté du 22 juillet 2020 JORF n°0195 du 9 août 2020
Inondations	Inondation	
Remontées de nappe	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave	
Cavités		Arrêté du 22 juillet 2020 JORF n°0195 du 9 août 2020
Mouvements de terrain	Mouvement de terrain	
Risque sismique	2 - FAIBLE	Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. Code de l'Environnement , article D.563-8-1
Risque Radon	3	Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002

Inventaire des risques naturels connus sur la commune

B.3.3. Risque retrait-gonflement des argiles

Une carte des argiles sensibles au retrait / gonflement disponible sur le site www.georisques.gouv.fr indique que le risque d'argiles gonflantes, à l'emplacement du projet est **faible**.

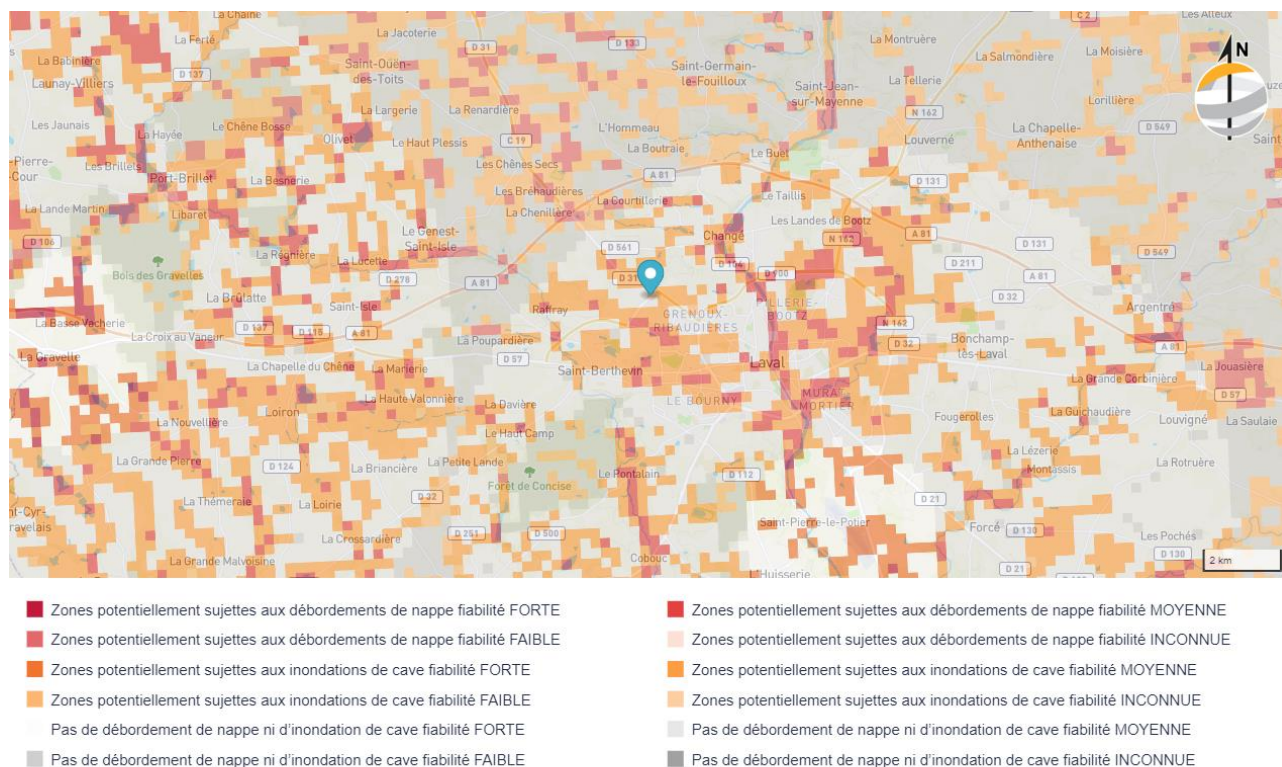


Extrait de la carte d'exposition au risque de retrait-gonflement (source : Georisques)

B.3.4. Risque inondation / remontée de nappe

La commune n'est pas située dans un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) et n'est pas soumise à un PPRN Inondations.

Une carte des remontées de nappe est disponible sur le site www.georisques.gouv.fr. Elle indique que le terrain concerné par l'étude est situé dans une zone potentiellement sujette aux inondations de cave.



Extrait de la carte d'exposition aux remontées de nappes avec niveau de fiabilité (source : Georisques)

B.3.5. Risque cavités

Il y a quelques cavités naturelles répertoriées dans le secteur, mais éloignées du site porté à l'étude (données issues de www.georisques.gouv.fr).

B.3.6. Risque mouvements de terrain

Il n'y a pas de mouvement de terrain répertorié dans le secteur (données issues de www.georisques.gouv.fr).

B.3.7. Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

La ville du projet est située en zone de sismicité faible (zone sismique 2) suivant cette réglementation.

L'analyse sur la liquéfaction des sols n'est pas requise pour un site en zone sismique 2.

La catégorie du bâtiment nous est inconnue mais il est fort probable qu'il s'agisse d'un bâtiment de catégorie d'importance II (à confirmer par le maître d'ouvrage).

Dans ce cas, l'Eurocode 8 ne s'applique pas.

B.3.8. Risque de rayonnement ionisant

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation de l'uranium du sous-sol. Il reste diffus dans l'air mais a tendance à se concentrer dans les milieux fermés, tels que les bâtiments par exemple.

Le projet n'est pas situé dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants.

La ville du projet est classée en **potentiel radon élevé** (catégorie 3). Il conviendra le cas échéant de se référer au décret N°2002-460 du 4 avril 2002 et aux réglementations en vigueur pour la conception du projet.

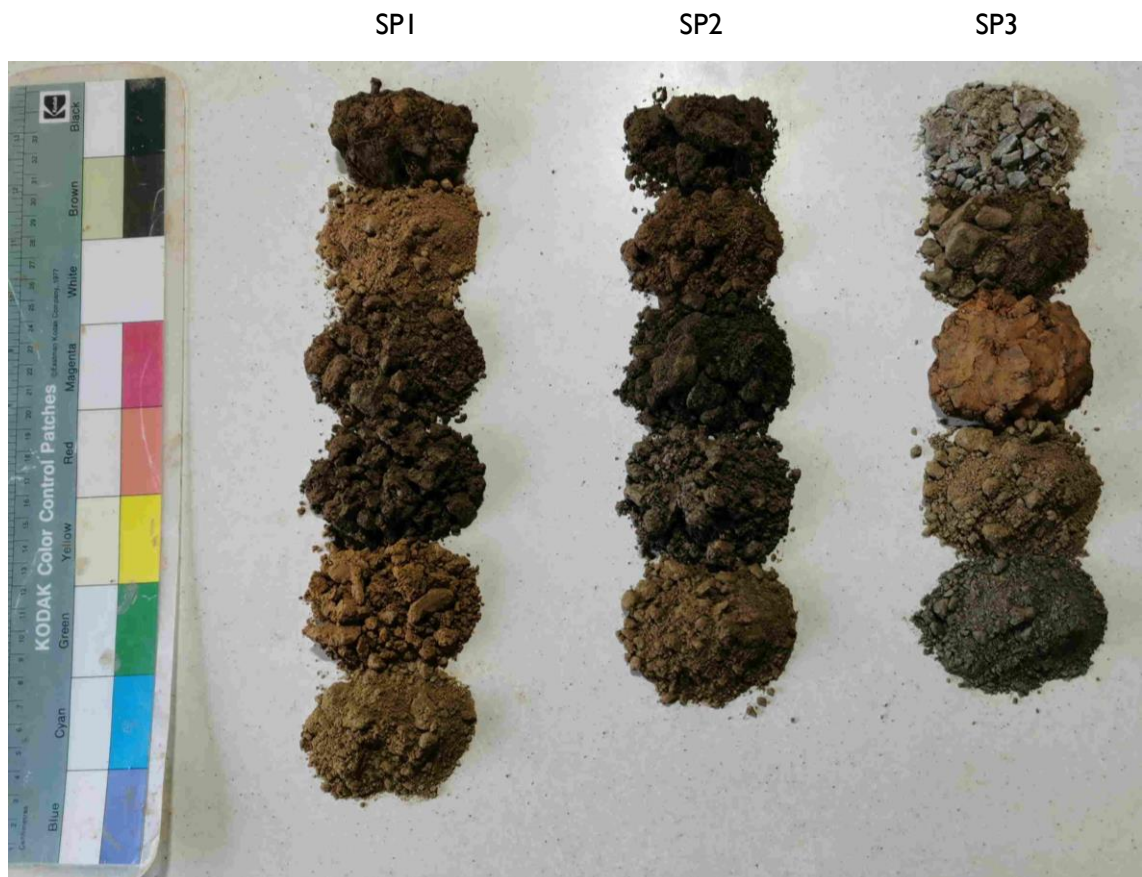
C.RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.I. Résultats des sondages

Les sondages mettent en évidence les horizons suivants, de haut en bas :

- des **remblais limono-graveleux ou schisteux** brun/gris, contenant parfois des déchets divers, observés jusqu'à environ 0,5 m à 2,0 m de profondeur (couche nommée RSI),
- puis des **limons, argiles ou schistes décomposés** brun-clair à brun/ocre, reconnus généralement jusqu'à 1,2 m à 3,5 m de profondeur (couche nommée SD2),
- ensuite des **schistes altérés** brun-clair à gris/jaune, rencontrés jusqu'à environ 4 m à 6 m de profondeur, mais non observés en partie basse du site (couche nommée SA3),
- enfin des **schistes peu altérés à sains** gris-clair à gris, observés jusqu'à la base des sondages en partie basse du site, à 6 m de profondeur (couche nommée SS4).

Nota : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En particulier, ils ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers ou blocs.



Photographie des cuttings prélevés à la tarière (sans flash, avec projecteur)

C.2. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées au pressiomètre et au pénétromètre dynamique de type B, les résultats sont les suivants :

avec : p_l^* : pression limite nette
 E_M : module de déformation pressiométrique
 Q_d : résistance de pointe pénétrométrique dynamique de type B

- des remblais RS1 de compacité hétérogène mais généralement moyenne, caractérisés par :

$$1,2 \leq p_l^* \leq 1,3 \text{ MPa}$$

$$11 \leq E_M \leq 17 \text{ MPa}$$

$$2 \leq Q_d \leq 10 \text{ MPa}$$

- des schistes décomposés SD2 de compacité médiocre, caractérisés par :

$$0,3 \leq p_l^* \leq 0,7 \text{ MPa}$$

$$5 \leq E_M \leq 10 \text{ MPa}$$

$$1 \leq Q_d \leq 4 \text{ MPa}$$

- des schistes altérés SA3 de compacité moyenne à bonne, caractérisés par :

$$1,2 \leq p_l^* \leq 1,3 \text{ MPa}$$

$$15 \leq E_M \leq 21 \text{ MPa}$$

$$10 \leq Q_d \leq 50 \text{ MPa}$$

- des schistes peu altérés à sains SS4 de très bonne compacité, caractérisés par :

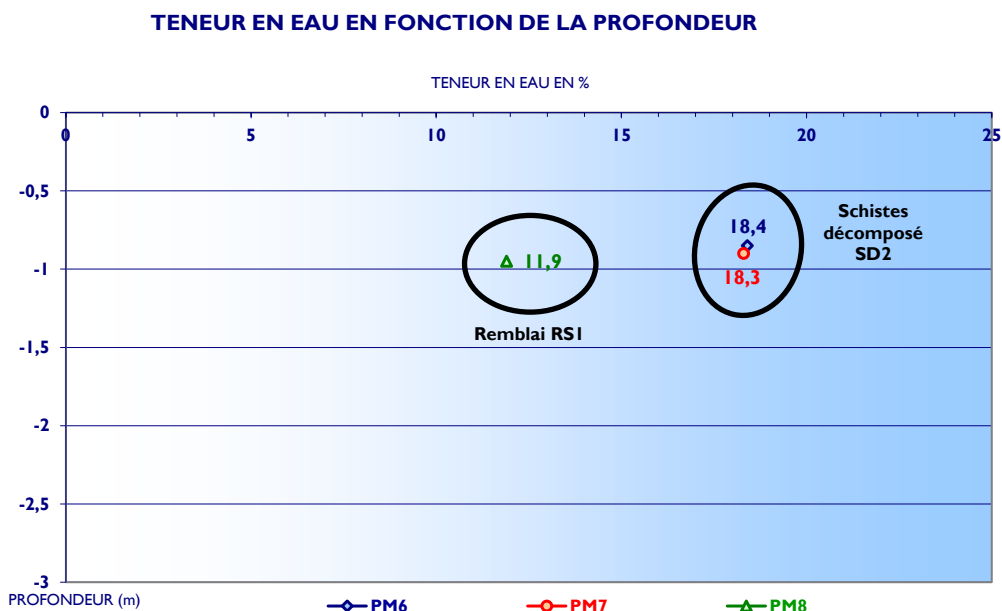
$$p_l^* > 4,8 \text{ MPa}$$

$$120 \leq E_M \leq 200 \text{ MPa}$$

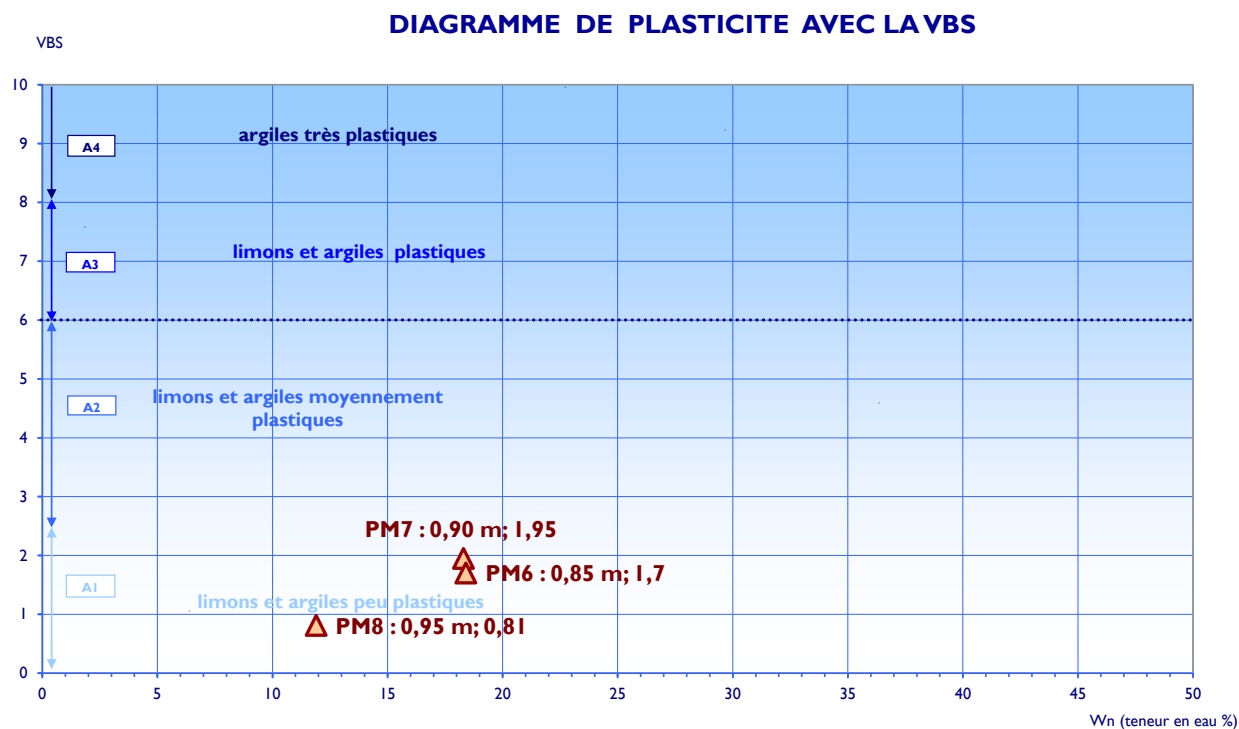
$$Q_d > 50 \text{ MPa}$$

C.3. Résultats des essais et analyses en laboratoire

C.3.1. Teneurs en eau naturelle W_n (en %)

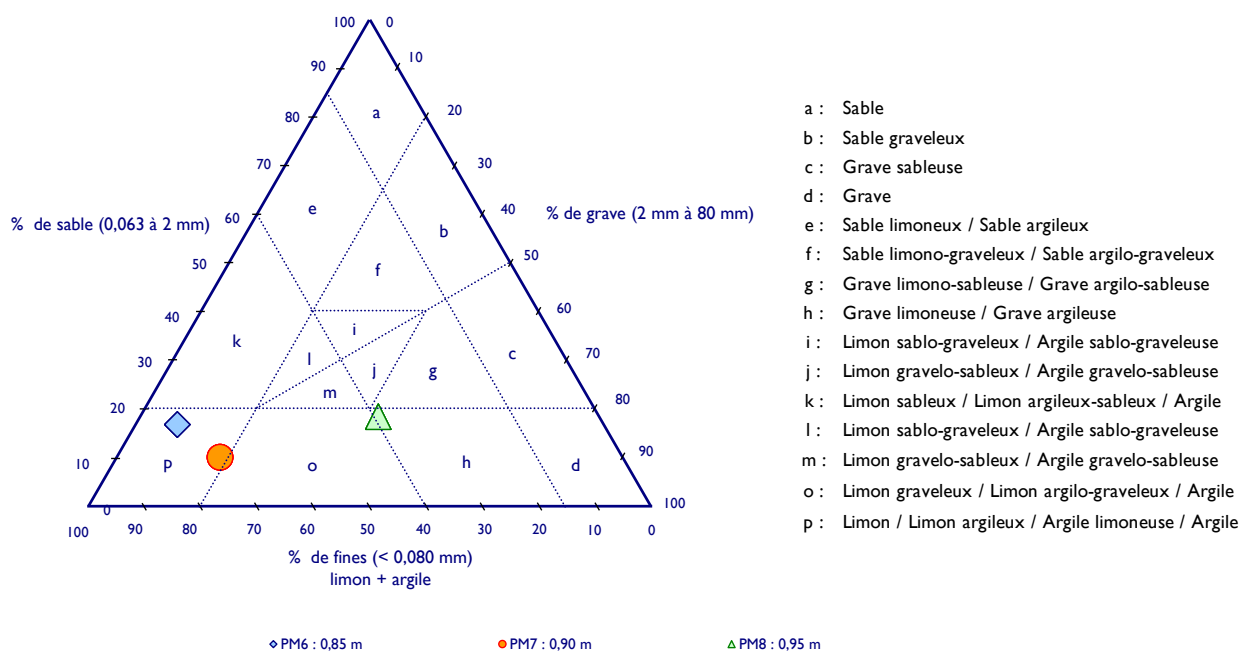


C.3.2. Valeur au bleu de méthylène VBS (g de bleu/100 g de sol)

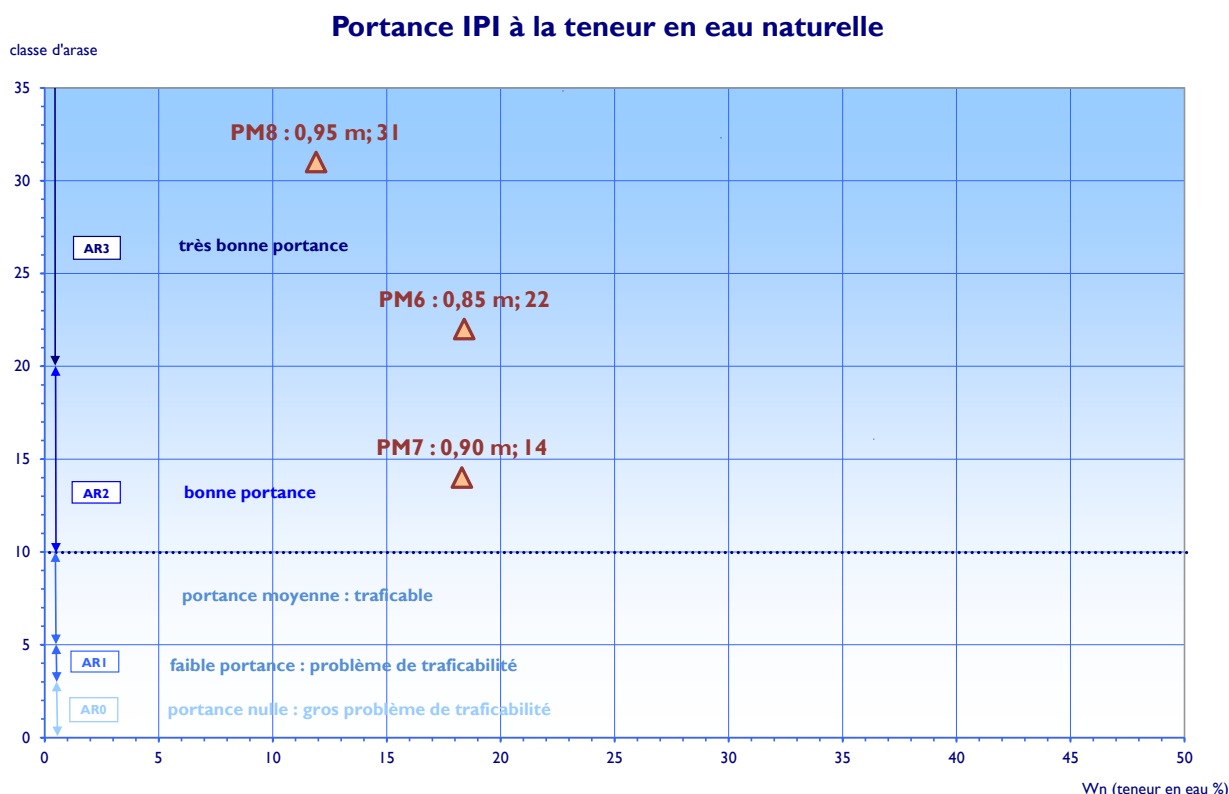


C.3.3. Granulométrie (passant à 80 μ m et passant 2 mm en %)

**Classification des sols établie selon la granularité
Selon la norme NF EN ISO 14688-2 d'avril 2005**



C.3.4. Poinçonnement : Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle IPI_{nat}



C.3.5. Résultats

C.3.5.1. Analyse des résultats de l'échantillon prélevé en PM6 et PM7 vers 0,9 m de profondeur – schistes décomposés SD2

Sous la terre végétale ou les remblais, les sols à dominante limono-schisteuse (schistes décomposés) de la formation SD2 sont classés :

- selon le GTR 2000 : A_I à C_IA_I
- selon le GTR 2023 : F_I
- selon la norme NF EN ISO 14688-2 d'avril 2005 (P 94-400-2) : zone « p » = limon / argile.

Compte tenu de la présence abondante de fine (passant à 80 µm ≥ 70 %), ce sol est très sensible à l'eau et la portance chute rapidement en période défavorable.

La plasticité est assez faible (VBS ≤ 2,0).

À une teneur en eau naturelle, de l'ordre de 18 %, la portance dans les schistes décomposés est bonne (IPI ≈ 14 à 22), classant le sol en état hydrique « m » (moyen).

Ces sols A_I pourront être éventuellement réemployés, pour des états hydrique h, m et s.

Les conditions de réemploi de ces sols sont notées dans le Guide Techniques de Réalisation des remblais et couche de forme (G.T.R.) du SETRA-LCPC, fascicule 2.

Les sols en état hydrique extrême (ts et th) ne seront jamais réemployés en l'état.

C.3.5.2. Analyse des résultats de l'échantillon prélevé en PM8 vers 0,9 m de profondeur – remblais RSI

En PM8, les sols prélevés correspondaient aux remblais RSI de surface. Ils sont classés :

- selon le GTR 2000 : C_1A_1
- selon le GTR 2023 : F_1
- selon la norme NF EN ISO 14688-2 d'avril 2005 (P 94-400-2) : zone « h » = grave argileuse.

Compte tenu de la présence de fine (passant à $80\ \mu\text{m} \approx 40\%$), ce sol est sensible à l'eau et la portance chute rapidement en période défavorable.

La plasticité est faible ($VBS \approx 0,8$).

À une teneur en eau naturelle, de l'ordre de 12 %, la portance dans les remblais est très bonne ($IPI \approx 31$).

Ces sols C_1A_1 pourront être éventuellement réemployés, pour des états hydrique h, m et s.

Les conditions de réemploi de ces sols sont notées dans le Guide Techniques de Réalisation des remblais et couche de forme (G.T.R.) du SETRA-LCPC, fascicule 2.

Nous rappelons toutefois qu'il s'agit de remblais contenant parfois des déchets divers et qu'ils ne devront en aucun cas être réemployés en couche de forme même après traitement.

Aussi, les sols en état hydrique extrême (t_s et t_h) ne seront jamais réemployés en l'état.

Nous rappelons que cette étude n'est basée que sur 3 points d'investigation. Des sols d'états hydriques et de caractéristiques différents que ceux reconnus, pourraient être rencontrés lors de l'exécution des terrassements, nécessitant dans ce cas des adaptations techniques.

C.4. Niveaux d'eau

Lors de nos investigations en octobre 2024, nous avons observé une arrivée d'eau en fin de sondage uniquement au droit du sondage SP3 (en partie basse), à 4,2 m de profondeur (cote 91,1 NGF).

Le niveau de la nappe peut fluctuer en fonction des conditions météorologiques et des saisons.

De plus, en périodes humides, des circulations d'eau pourraient avoir lieu au-dessus de ces niveaux mesurés selon des cheminements préférentiels (ancien drain agricole, source, filon sableux...), et en particulier à l'interface entre les remblais et les terrains en place.

Nota : l'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, 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.5. Essais de perméabilité

Nous avons effectué des essais de perméabilité par infiltration de type MATSUO sur la parcelle, dans le cadre de l'étude G5 relative à la gestion des eaux pluviales et assainissement non collectif.

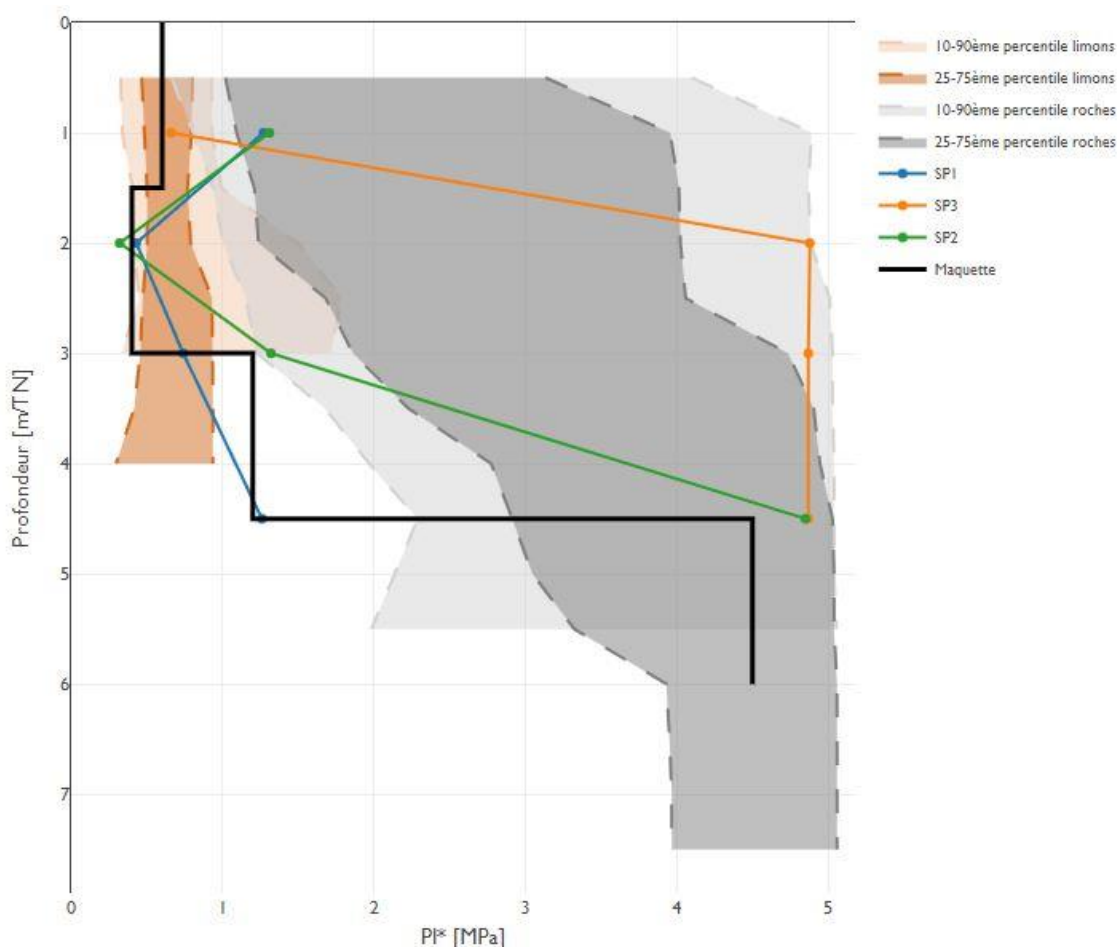
Les résultats de ces essais et les prédimensionnements des ouvrages associés font l'objet d'une pièce spécifique.

C.6. Données statistiques SOLSCORE

Une consultation de données issues de campagnes de reconnaissances effectuées dans le cadre d'études antérieures réalisées par FONDASOL sur la zone d'étude et à proximité (à moins de 2 km dans un contexte géotechnique identique), en tenant compte de l'altimétrie moyenne du terrain de l'ordre de 103 NGF, a été réalisée. Cette consultation fait ressortir une base de 25 sondages pressiométriques significatifs et représentatifs de la zone d'étude.

L'exploitation statistique de ces données permet d'établir les enveloppes probabilistes correspondant aux pressions limites mesurées lors de ces campagnes antérieures et permet la comparaison avec les données provenant des sondages SP1 à SP3 réalisés au droit du site d'étude.

Il en ressort une assez bonne corrélation, avec la présence de terrains de recouvrement limoneux sur des épaisseurs variables et de compacité médiocre, recouvrant le substratum schisteux dont la compacité devient rapidement élevée.



*25 sondages pressiométriques utilisés dans un rayon 2000 m

**Représentation indicative dont la crédibilité probabiliste dépend fortement de la taille de l'échantillon

C.7. Synthèse géomécanique

À partir des résultats des reconnaissances réalisées, et au stade actuel des études, il est possible de proposer la maquette géotechnique suivante :

sols	profondeurs (m / TN)				Qd (MPa)	pl* (MPa)	E _M (MPa)	α	Es (MPa)	GTR	nappe (m / TN)
RS1	de	0,0	à	1,5	3	0,6 *	8 *	2/3	12	CIAI	vers 4,2 m (partie basse) en oct. 2024
SD2	de	1,5	à	3,0	2	0,4	6	2/3	9	AI	
SA3	de	3,0	à	4,5	10	1,2	15	2/3	23	-	
SS4	de	4,5	à	6,0	> 50	4,5	120	2/3	180	-	

* valeurs limitées dans les remblais, en tenant compte des essais pénétrométriques et compte tenu de l'hétérogénéité de la formation.

Remarque : il s'agit d'une « coupe géologique type » ; bien évidemment, des variations de la géométrie des couches géologiques existent. Ce tableau est donc à prendre avec prudence.

A titre informatif, les paramètres géomécaniques ci-après pourront être retenus dans les différentes formations (valeurs prudentes estimées par corrélation avec les essais pressiométriques) :

sols	profondeurs (m / TN)				γ (kN/m ³)	Long terme	
						c' (kPa)	φ' (°)
RS1	de	0,0	à	1,5	18	0	28
SD2	de	1,5	à	3,0	18	5	25
SA3	de	3,0	à	4,5	19	15	28
SS4	de	4,5	à	6,0	20	20	30

Abréviations :

pl* : pression limite nette

E_M : module de déformation pressiométrique Ménard

Q_d : résistance de pointe pénétrométrique dynamique de type B

α : coefficient rhéologique

E_s : module de déformation du sol à long terme (DTU 13.3)

GTR : Guide Technique de Réalisation des remblais et des couches de forme (classement des sols)

c' : cohésion en kPa, à long terme

φ' : angle de frottement interne en degré, à long terme

γ : poids volumique en kN/m³

} valeurs estimées par
corrélation

D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques

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

- présence de remblais plus ou moins épais, contenant des déchets divers,
- compacité souvent faible des schistes décomposés,
- hétérogénéité générale des terrains observés,
- pente marquée du site.

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

La réalisation du projet entraînera des travaux préparatoires de terrassement de plateforme en déblai et remblai. Les travaux de terrassement seront d'ampleur importante compte tenu du dénivelé de la parcelle.

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.

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. Une amélioration de la plateforme par cloutage ou la réalisation d'une couche (de forme) granulaire pourra être nécessaire à la traficabilité.

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie.

Ceux-ci se dérouleront dans des matériaux meubles en surface (remblais, limons et schistes décomposés), mais devenant très rapidement durs à très durs (schistes altérés à compacts). Dans ces conditions, il conviendra de prévoir des engins puissants de terrassement (godet dent rocher, 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.

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

Des niveaux d'eau souterraine ont été relevés sur la profondeur des sondages, vers 4,2 m de profondeur en partie basse du site (octobre 2024).

En période favorable, les zones en déblai en partie haute ne devraient pas intercepter la nappe.

Des dispositions de drainage seront néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques (matelas granulaire, formes de pentes, fossés, caniveaux, ...).

Nota : quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur (exemple : loi sur l'eau).

D.4. Données liées au risque sismique

Compte-tenu de la catégorie d'importance des ouvrages (II) et de la zone de sismicité (2), l'effet d'un séisme n'est pas à considérer sauf exigence particulière du maître d'ouvrage.

D.5. Modes de fondations et structures de niveaux bas envisageables

D.5.1. Fondations

Compte-tenu du contexte géotechnique et du projet, les solutions de fondations envisageables sont les suivantes :

- Fondations semi-profondes de type massifs ou puits, ancrées dans la formation des schistes altérés SA3.

D.5.2. Niveaux bas

Le niveau bas du bâtiment sera prévu sous la forme d'un plancher porté par les fondations (dalle portée).

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

D.6. Assises de chaussée

On considère que l'on vise comme objectif, l'obtention d'une plateforme de classe PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa).

Cet objectif n'étant pas atteignable sur les sols en place, la réalisation d'une couche de forme sera nécessaire. La couche de forme sera à réaliser avec un matériau non évolutif et insensible à l'eau.

D.7. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

ZIG : volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Dans notre cas, pour insérer le projet dans le site, il est prévu la réalisation d'un déblai/remblai, ainsi que des murs de soutènement type « mur poids » au niveau des parkings.

L'emprise de la ZIG à retenir peut être évaluée par une bande de $3H$ à l'arrière des soutènements et talus à créer, ou $3H$ à l'aval d'un remblai, où H correspond à la hauteur du soutènement/talus ou du remblai projeté.

Dans ces conditions, la ZIG s'étendra au-delà des limites de la parcelle concernée.

Ces points impliquent notamment :

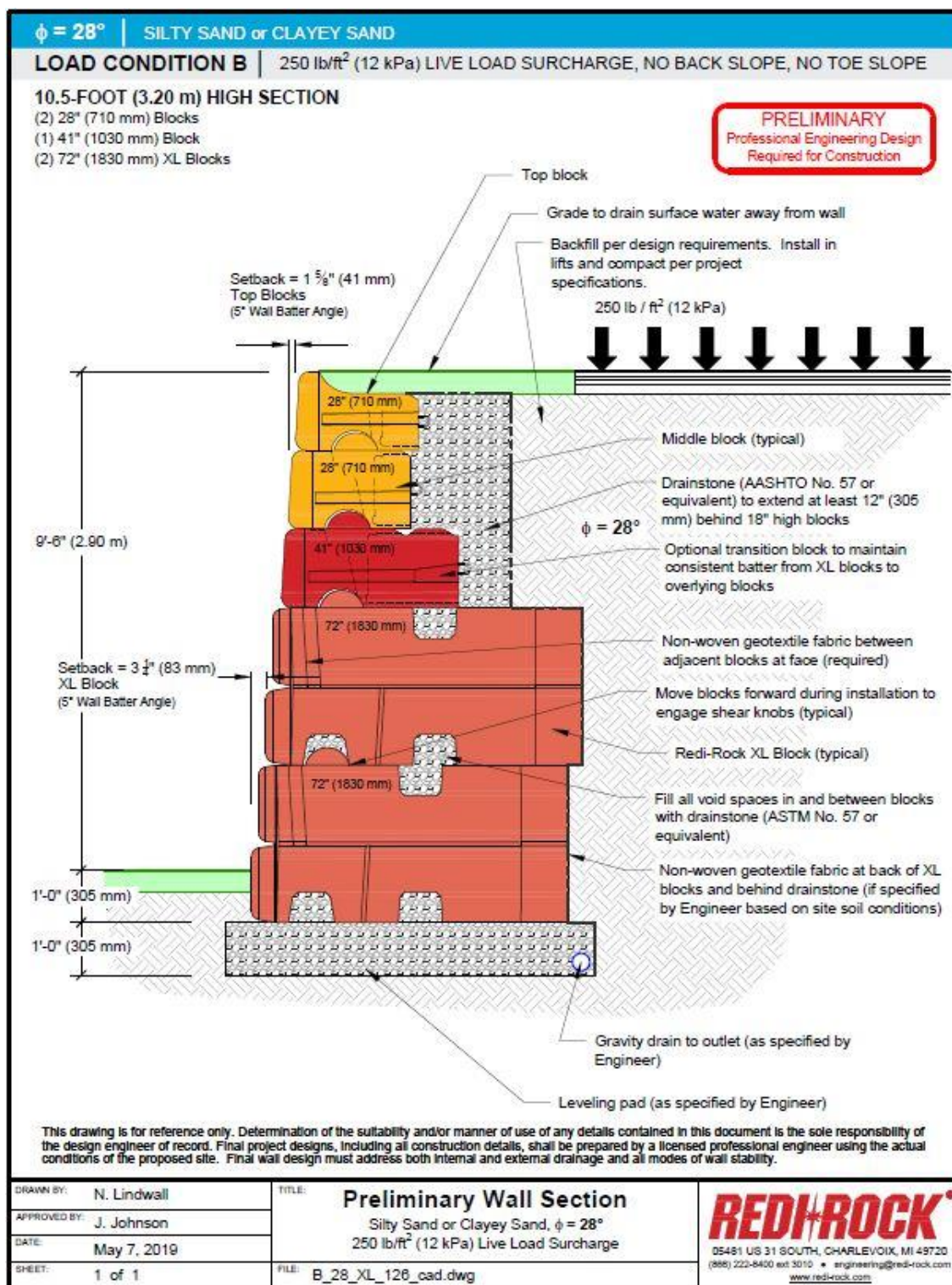
- une reconnaissance topographique de l'intégralité de la ZIG,
- une reconnaissance précise des structures et fondations des ouvrages (bâtiments,...) situés dans l'emprise de la ZIG.

D.8. Ouvrages de soutènement au niveau des parkings

Le projet prévoit la mise en œuvre d'ouvrages de soutènement au droit des parkings pour véhicules légers, à la jonction entre les différentes plateformes créées pour reprendre la pente du site.

En première approche, il est prévu de mettre en œuvre des murs de la marque REDI-ROCK. Il s'agit d'imbriquer des blocs de béton (à la manière de briques à tenons type « LEGO »), afin de créer un mur poids, sur une hauteur de l'ordre de 3 m.

Le dimensionnement des murs sera réalisé par le constructeur qui tiendra compte des données de la présente étude (ci-dessous, extrait d'une fiche du constructeur pour un mur type, dans des conditions proches de celles du terrain étudié).



E. ÉTUDE DES FONDATIONS

E.1. Type et niveaux d'assise des fondations

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, il sera réalisé :

- fondations : des massifs ou puits liaisonnés par des longrines
- sol d'assise : schistes altérés compacts (formation SA3, voire SS4 en partie basse)
- ancrage dans le sol d'assise : 0,2 m à 0,3 m minimum
- profondeurs minimales d'assise des fondations : entre 1,4 m et 3,8 m sous le terrain actuel (soit entre 1,7 m et 3,9 m sous le niveau fini)
- cotes d'assise minimale : entre 99,7 NGF et 101,9 NGF
- présence d'eau : le cas échéant, prévoir pompage + bétonnage au tube plongeur avec béton non délavable / blindage (puits blindés) ou méthode par havage ou par forage (puits forés avec tarières creuses)
- contrainte de calcul à l'État Limite de Service : $q'_{ELS} = 0,35 \text{ MPa}$

Cette contrainte de calcul à l'État Limite de Service q'_{ELS} est élevée au regard de la nature et de l'hétérogénéité des matériaux observée, c'est pourquoi nous recommandons vivement **une mission de reconnaissance des fonds fouilles (dans le cadre d'une mission G4 ou G5)** pour analyser la méthodologie de réalisation des fondations, pour vérifier sur site l'exécution des fondations et vérifier l'ancrage dans le bon sol.

- règles de l'art à respecter :
 - règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents (règle des redans ; cf. ci-après),
 - sur profondeurs possibles : rattrapage altimétrique par un calage en gros béton,
 - **aucune fondation posée dans les sols remaniés (remblais, construction / démolition antérieure)** ou organiques (tourbe, vase, terre végétale et les sols noirâtres susceptibles de l'être).

Les niveaux d'assise minimaux indicatifs (ancrage compris) au droit des sondages sont les suivants :

Sondages	SP1	SP2	SP3	DPT4	DPT5
Cote projet (NGF)	103,62	103,62	103,62	103,62	103,62
Cotes des sondages (NGF)	105,7	104,0	101,3	104,5	103,1
Profondeurs d'assise/TN en m	-3,8	-3,1	-1,4	-3,1	-3,4
Cotes d'assise (NGF)	101,9	100,9	99,9	101,4	99,7
Profondeurs d'assise/cote projet en m	-1,7	-2,8	-3,8	-2,2	-3,9

Le toit du sol d'assise est sujet à des 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.

E.2. Modèle et hypothèses géotechniques

Le modèle géotechnique et l'ébauche dimensionnelle présentés ci-après sont établis vis-à-vis des sollicitations statiques et sous charges verticales centrées.

E.2.1. Modèle géotechnique pour les fondations

Au stade actuel des études, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des fondations, le modèle géotechnique suivant :

sols	profondeurs (m / TN)				Qd (MPa)	p _l * (MPa)	E _M (MPa)	α
RS1	de	0,0	à	1,5	3	0,6	8	2/3
SD2	de	1,5	à	3,0	2	0,4	6	2/3
SA3	de	3,0	à	4,5	10	1,2	15	2/3
SS4	de	4,5	à	6,0	> 50	4,5	120	2/3

E.2.2. Contraintes de calcul par la méthode pressiométrique (NF P94-261)

Pour un massif ou puits descendu et ancré de façon homogène dans les sols SA3 (voire SS4) entre 1,4 m et 3,8 m de profondeur par rapport au terrain actuel, la pression limite nette p_{le}* calculée sous la base de la fondation, et le facteur de portance k_p sont :

$$p_{le}^* = 1,2 \text{ MPa}$$

$$k_p = 0,85 \text{ (pour un encastrement relatif } De/B = 0,3)$$

$$q_0 = 0 \text{ (contrainte verticale dans le sol au niveau de la base de la fondation après travaux)}$$

Les contraintes de calcul retenues sont alors :

$$q'_{ELU} = 0,60 i_\delta i_\beta \text{ MPa}$$

$$q'_{ELS} = 0,35 i_\delta i_\beta \text{ MPa}$$

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_δ et i_β seront inférieurs à 1.

Les fondations auront une largeur minimale de 0,60 m pour des appuis isolés.

E.3. Prédimensionnement des fondations

E.3.1. Portance des massifs

Les descentes de charges et efforts combinés définitifs ne sont pas connus à ce stade de l'étude. Nous retiendrons les hypothèses de descentes de charges suivantes :

Pour les appuis ponctuels aux ELS :

- Min : 20 tonnes (200 kN) par appui,
- Max : 50 tonnes (500 kN) par appui.

Les dimensions de fondations suivantes permettent d'obtenir une capacité portante cohérente avec les descentes de charges du projet.

Pour des charges verticales centrées avec la contrainte de calcul de 0,35 MPa à l'ELS :

Types de fondations	isolées	
Dimensions des fondations l x L (m)	0,8 x 0,8	1,2 x 1,2
Surface effective d'assise A' (m²)	0,64	1,44
Vd indicatif (kN) - ELS	200	500
Capacité portante R _{v,d} (kN) - ELS	224	504
Vérification	Ok	Ok

La relation suivante est ainsi vérifiée : $V_d - R_0 < R_{v,d}$ avec R_0 négligé.

Ceci s'entend pour des fonds de fouilles non remaniés.

En dehors de toute considération de descente de charges, la largeur des massifs ou puits ne devra pas être inférieure à 0,6 m.

E.3.2. Tassement des massifs

Les tassements sont estimés à partir de la norme NF P94-261, au droit des sondages pressiométriques réalisés pour quelques cas de charges, à partir des relations suivantes :

$$s = sc + sd$$

$$sc = \frac{\alpha}{9 \times Ec} \times (q' - \sigma'_{vo}) \times \lambda c \times B$$

$$sd = \frac{2}{9 \times Ed} \times (q' - \sigma'_{vo}) \times Bo \times \left(\lambda d \times \frac{B}{Bo} \right)^\alpha$$

Avec :

- E_M module pressiométrique de Ménard ;
- α un coefficient rhéologique des sols ;
- q' contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation ;
- σ'_{vo} contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux ;

- B la largeur de la fondation ;
- B₀ une largeur de référence égale à 0,60 m.

Nous adoptons les paramètres de calcul suivants pour un « taux de travail apparent » des fondations $R_{v;d}/A$ de 350 kPa :

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_c = 1,10 \text{ pour une semelle isolée} \\ \lambda_d = 1,12 \text{ pour une semelle isolée} \\ \alpha = 2/3 \text{ dans les schistes altérés SA3} \end{array} \right.$$

Le résultat des calculs de tassements est présenté dans les tableaux ci-dessous :

Type de fondations	isolées	
Dimensions de fondation l x L (m)	0,8 x 0,8	1,2 x 1,2
Surfaces effectives d'assise A' (m ²)	0,64	1,44
Descentes de charges V _d verticale centrée à l'ELS (kN)	200	500
Tassements estimés (mm)	4	6

Les tassements absolus seront donc **de l'ordre du demi-centimètre, avec des tassements différentiels du même ordre de grandeur.**

Les estimations ci-dessus devront être vérifiées avec les descentes de charges réelles du projet et les niveaux d'assise des fondations en phase EXE.

Ceci s'entend pour des fonds de fouilles non remaniés, constitués uniformément par les schistes altérés SA3 aux profondeurs mentionnées ci-avant.

E.3.3. Stabilité des massifs

Le cas échéant, les poids propres des massifs de fondations devront permettre d'assurer la stabilité vis-à-vis du soulèvement.

Il convient de vérifier les fondations (stabilité et portance aux états limites) en phase d'exécution, dans le cadre de la mission G3, selon les 3 critères cités ci-après.

E.3.3.1. Portance :

Il convient de vérifier l'inégalité suivante :

- $V_d - R_0 \leq R_{v;d}$ avec R_0 négligée
 - V_d : composante verticale du chargement intégrant le poids propre des massifs
 - $R_{v;d}$: Résistance nette du terrain

Cette inégalité a été vérifiée dans le paragraphe précédent, à partir d'hypothèses de descentes de charges.

E.3.3.2. Renversment :

Il convient de vérifier l'inégalité suivante :

- ELU-fond : $(1-2e_B/B) (1-2e_L/L) \geq 1/15$
- ELS-cara : $(1-2e_B/B) (1-2e_L/L) \geq 1/2$

E.3.3.3. Glissement :

Il convient de vérifier l'inégalité suivante :

- $H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$
 - H_d : Composante horizontale du chargement
 - $R_{h;d}$: Résistance au glissement de la fondation = $(V_d \cdot \tan \delta_a; k) / (\gamma R; d; h \cdot \gamma R; h)$
 - V_d : composante verticale du chargement intégrant le poids propre des massifs
 - $R_{p;d}$: Résistance frontale et/ou tangentielle = 0 (négligée)

Remarques importantes :

Le dimensionnement des fondations devra être réalisé dans le cadre d'une mission G3 et validé par le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4.

E.4. Dispositions constructives pour les fondations

Nous nous limiterons dans le cadre de cette étude à lister les principes généraux.

E.4.1. Conception

Le cas échéant, les règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents devront être respectées, notamment entre les différentes fondations du projet.

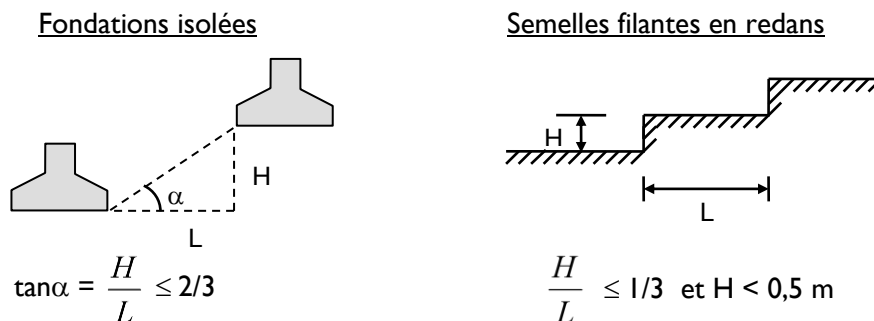


Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

Les puits ou les massifs seront liaisonnés par des longrines permettant de reporter les descentes de charge du futur ouvrage sur ces derniers.

E.4.2. Conditions de terrassement

Les niveaux d'assise sont notablement variables : la réalisation des massifs ou puits fera l'objet d'une vigilance particulière et le matériel devra être adapté pour assurer l'ancrage des fondations à des profondeurs parfois de l'ordre de 4 m (terrassements à l'abri d'un blindage provisoire (viroles métalliques) ou définitifs (buses en béton armé) ou puits à la tarière par exemple).

Ces travaux devront être confiés à une entreprise spécialisée.

En cas de recours ponctuel au brise roche hydraulique, des précautions devront être prises pour ne pas induire de vibrations nuisibles aux structures voisines.

Bien vérifier les fonds de fouilles et purger toute poche de sol douteux (poche de limons mous, remblais, sol comportant des éléments végétaux...) au niveau d'assise retenu. Tout sol douteux détecté à l'ouverture des fouilles sera purgé, remplacé par du gros béton coulé pleine fouille.

E.4.3. Risques liés à l'eau (pluie, nappe...)

Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie.

Le bétonnage interviendra immédiatement après la réalisation des fouilles de fondation. Malgré cette précaution, en cas de pluie avant le bétonnage des fouilles, les fonds de fouilles remaniés par l'eau et les matériaux effondrés des parois devront être bien curés et bien nettoyés avant le coulage.

Des venues d'eau en fond de fouilles pourraient nécessiter un pompage préalable au bétonnage.

E.4.4. Précautions vis-à-vis de la zone démolie

Le projet se situe dans l'emprise d'un ancien bâtiment à démolir.

Il conviendra donc de s'assurer de la bonne conduite des opérations de démolition qui doivent comprendre au minimum :

- démolition et purge des structures existantes (fondations, dallage),
- comblement par un remblai d'apport de type GNT 0/100, insensible à l'eau, soigneusement compacté,
- le relevé minutieux de la localisation, profondeur et géométrie des anciennes fondations afin d'adapter la réalisation des nouvelles fondations.

F. ÉTUDE DE L'ASSISE DES CHAUSSEES

F.1. Données d'entrée

L'objectif minimum de plateforme pour tous les types de voiries est d'obtenir au minimum une PF2 sur la couche de forme, soit une réception par essais à la plaque avec $EV2 > 50 \text{ MPa}$.

Si l'on cherche à obtenir des valeurs de réception de plateforme plus élevées que ci-dessus, ou si l'état hydrique du support le nécessite, il faudra augmenter l'épaisseur de la couche de forme.

F.2. Contexte PST/Arase – nature et qualité de la couche de forme

Après terrassement à la cote de la PST, l'arase de terrassement se trouvera généralement soit dans les remblais RS1, soit dans les schistes décomposés SD2, **matériaux sensibles à l'eau (classés A₁ ou C₁A₁ du GTR 2000)**.

En fonction des conditions climatiques et de l'état hydrique des matériaux constituant la PST, on considérera que l'on se situe dans un contexte de :

- PST I-AR I, voire PST0-AR0, en conditions défavorables,
- PST2-AR I en conditions favorables pour des profils en déblai ou rasants,
- PST3-AR I en conditions favorables pour des profils en remblais.

Il faudra contrôler la portance par des essais en phase chantier.

Une mesure de portance par essais de poinçonnement (IPI) ou par essais à la plaque (EV2) en début de travaux permettra de s'assurer des conditions de traficabilité de chantier et d'adapter si nécessaire la méthode et l'épaisseur des couches.

Nous retiendrons les ébauches dimensionnelles associées aux cas suivants présentés ci-après.

Si $IPI < 3$ ou $EV2 < 20 \text{ MPa}$: la traficabilité sur le chantier n'est pas assurée et l'arase est de classe AR0.

Dans ce cas, il convient d'améliorer l'arase par une substitution, et/ou des travaux de drainage (fossés profonds, rabattement, ...) de manière à pouvoir la reclasser *a minima* en classe AR I. La traficabilité sur chantier ne permet pas d'envisager un traitement.

Si $IPI > 3$ ou $20 < EV2 < 50 \text{ MPa}$: la traficabilité sur le chantier est assurée et la classe d'arase est au minimum AR I. A partir de cette classe d'arase, la traficabilité sur chantier permet d'envisager un traitement. Si l'aptitude est avérée, une amélioration d'arase et une optimisation de l'épaisseur de couche de forme pourraient être envisagées, à étudier avant l'EXE le cas échéant.

Dans le cas PST1-ARI (état hydrique « h ») : 0,75 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure, pouvant être réduit à 0,65 m avec intercalation d'un géotextile de séparation et filtration.

Dans le cas PST2-ARI (état hydrique « m ») : 0,50 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure.

Dans le cas PST3-ARI : 0,40 m de matériaux granulaire insensible à l'eau, naturel ou concassé de roche dure.

En variante, il sera également possible de prévoir un traitement préalable des sols en place pour limiter l'apport de matériaux, sous réserve de l'aptitude au traitement des terrains rencontrés et d'une étude de formulation.

F.3. Première approche des dispositions constructives et des recommandations d'exécution

L'entreprise devra adapter les modes de mise en œuvre et de compactage aux caractéristiques du site (notamment l'état hydrique du sol support au moment des travaux), au matériau retenu et au matériel dont elle dispose, afin d'obtenir les critères de réception demandés.

Le terrassement de la plateforme pourra nécessiter ponctuellement des engins puissants voire l'usage du brise roche hydraulique, ces travaux ne devront pas induire de vibrations préjudiciables aux structures voisines.

De plus, les sols qui seront rencontrés étant sensibles à l'eau, l'aléa météorologique sera à prendre en compte.

G. CONDITIONS GENERALES DE TERRASSEMENT ET MISE HORS D'EAU

G.I. Principes généraux des terrassements

G.I.1. Déblais

Dans les terrains en place, les terrassements pourront nécessiter des engins puissants, voire des engins de déroctage (BRH, ...).

Nous attirons toutefois l'attention sur les basses fréquences de vibrations générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de déstabiliser les existants.

Pour les talus en déblai et non surchargés en tête d'une hauteur maximale de l'ordre de 3 m et compte tenu des matériaux à terrasser, nous recommandons de ne pas dépasser une pente de 1B/1H (1 base pour 1 hauteur) en phase travaux et de 3B/2H (3 bases pour 2 hauteurs) en phase définitive.

Si des arrivées d'eau étaient observées dans le talus, il faudrait les collecter et les évacuer loin de la construction. L'entreprise devra alors réaliser des adaptations (adoucir les pentes, réaliser des masques voire un enrochement).

G.I.2. Remblais

Les remblais seront mis en place sur une plateforme où l'on aura procédé au décapage préalable de la terre végétale et de tous terrains médiocres (sols mous, évolutifs ou détériorés par les engins ou les intempéries).

L'assise des remblais devra être horizontale avec des redans le cas échéant (si pente > 15%).

Pour des remblais paysagers / supports d'espaces verts, les matériaux seront mis en œuvre conformément au guide GTR 2000 pour du remblai courant.

Pour des remblais supports de terrasse, les matériaux devront être des matériaux graveleux sains, insensibles à l'eau et non évolutifs (par exemple de classe D1, D2, D31, B11, B31 ou concassé issu de roches massives type R21, R41 ou R61 ou équivalent), mis en œuvre par passe compactée conformément au GTR 2000 pour une couche de forme.

Les critères de réception seront $EV2 > 35 \text{ MPa}$.

Pour les talus en remblai et non surchargés en tête d'une hauteur maximale de 3 m, nous recommandons de ne pas dépasser une pente de 3B/2H (3 bases pour 2 hauteurs).

On retiendra comme principes généraux de construction :

- assainissement de la plateforme : formes de pente et fossés à prévoir pendant toute la durée du chantier,
- des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie. Il faudra potentiellement prévoir la mise en place d'une couche de forme de circulation provisoire.
- les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie,

- ils pourront se faire à l'aide d'engins de terrassements puissants traditionnels,
- il sera localement possible de recouper des vestiges enterrés anciens (pierres) ou plus modernes (béton), pouvant nécessiter l'emploi d'un moyen de déroctage,
- lorsque la cote de PST sera atteinte, la classe d'arase, si les sols d'assise sont secs au moment du terrassement, sera de type ARI. En revanche, elle sera de classe AR0 si les sols sont humides ou saturés d'eau,
- compte tenu de ces caractéristiques, il convient de prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme sous voiries (cf. ci-avant).

G.1.3.Soutènements

Si les contraintes d'emprises ne permettent pas de réaliser les talutages proposés ci-avant (présence d'ouvrages ou surcharges en crête), pour tout terrassement sous nappe et pour créer les différentes plateformes prévues au niveau des parkings, un soutènement devra être prévu. Celui-ci sera dimensionné vis-à-vis de la poussée des terres et de l'eau.

L'ouvrage pourra être de type mur poids type REDI-ROCK tel que proposé à ce stade, sous réserve du dimensionnement de l'entreprise. Cette étude devra tenir compte des circulations d'eau qui apparaîtront derrière l'ouvrage de soutènement et prévoir un dispositif adapté (massif drainant, drains, barbacanes, nappes drainantes, exutoire etc....).

G.2. Mise hors d'eau

G.2.1.Gestion des eaux de pluie et de ruissellement

On prévoira la reprise des eaux de toitures par des gouttières reliées à un réseau étanche, et une pente légère autour du bâtiment pour ne pas que l'eau de pluie stagne en pied de façades.

Les gouttières devront mener loin des fondations vers des exutoires non refoulants.

On mettra en place un drain en amont des façades de chaque construction. Il faut leur donner une pente régulière vers un exutoire.

Ces drains doivent être constitués d'un tube PVC crépiné sur la partie supérieure avec cunette de fond, entouré d'un massif filtrant, le tout enrobé dans une enveloppe géosynthétique anti-contaminante.

G.2.2.Protection vis-à-vis des eaux de nappe ou de circulations

Le projet ne prévoit pas de niveau enterré.

H.CONCLUSIONS ET ALEAS PREVISIBLES

Le projet consiste en la construction d'une concession automobile, comprenant un bâtiment principal, un auvent / carport, et des parkings pour véhicules légers à l'avant et à l'arrière du bâtiment.

Des terrassements importants en déblai et remblai seront nécessaires pour intégrer le projet dans le site actuel.

Les sondages ont mis en évidence la présence de sols très hétérogènes et parfois remblayés, de compacité médiocre à moyenne en tête.

Des fondations semi-profondes par massifs ou puits seront nécessaires, avec une assise entre 1,4 m et 3,8 m sous le terrain actuel et une contrainte de calcul à l'ELS $q'_{ELS} = 0,35 \text{ MPa}$.

Le niveau bas du bâtiment sera porté par les fondations.

A ce stade de l'étude, plusieurs aléas ont été nettement identifiés :

- épaisseurs variables des remblais,
- profondeur variable du toit des schistes compacts,
- hétérogénéité des sols rencontrés tant par leur nature que par leur compacité,
- présence d'eau vers 4,2 m de profondeur en partie basse du site lors de notre intervention, mais dont le battement saisonnier est inconnu,
- grande dureté ponctuelle des schistes pouvant nécessiter l'emploi d'un BRH pour mener à bien les terrassements en déblai et assurer les conditions d'ancrage des fondations,
- mauvaise traficabilité en phase chantier en période pluvieuse puisque les sols sont particulièrement sensibles à l'eau,
- présence de bâtiments destinés à être démolis dont les fondations devront être soigneusement purgées,
- présence possible d'éléments enterrés non connus ni recensés sur plans au droit des existants.

Nous restons à votre disposition pour réaliser des missions complémentaires permettant de réduire ces aléas.

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception phase projet G2 phase AVP+PRO confiée à FONDASOL.

Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie de la phase DCE/ACT, d'Assistance à Contrat de Travaux limitée aux seuls ouvrages géotechniques consistant notamment en :

- Rédaction des éléments géotechniques nécessaires à l'élaboration d'un DCE (soit éléments de CCTP, BPU et DQE),
- Assistance pour l'analyse technique des offres des entreprises.

Au stade des travaux, une mission de supervision d'étude et de suivi géotechnique d'exécution G4 doit être confiée à un géotechnicien pour :

- Valider les méthodes de construction, ainsi que les adaptations et optimisations des ouvrages géotechniques, proposées par l'Entreprise.
- Vérifier le dimensionnement des ouvrages géotechniques de l'Entreprise.
- Valider le programme d'auscultations et d'investigations proposé par l'Entreprise.
- S'assurer du bon comportement des ouvrages en cours de travaux, et de la maîtrise par l'Entreprise des éventuels aléas résiduels dans le cadre de la mission d'étude et de conception G3 qui reste à sa charge.

FONDASOL reste à la disposition des différents intervenants pour tout complément d'information.



ANNEXES

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

2. 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)

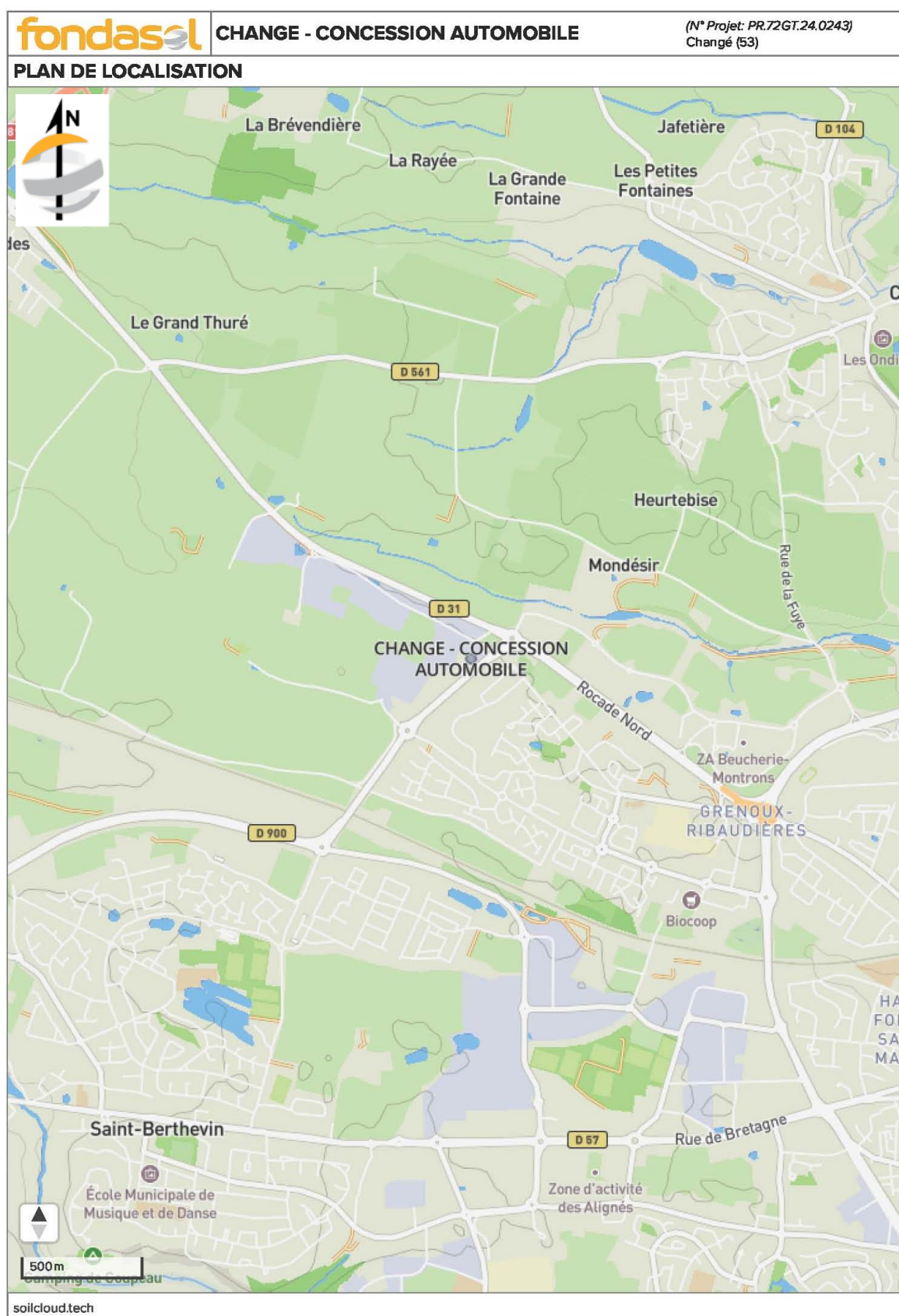
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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

3. PLAN DE SITUATION

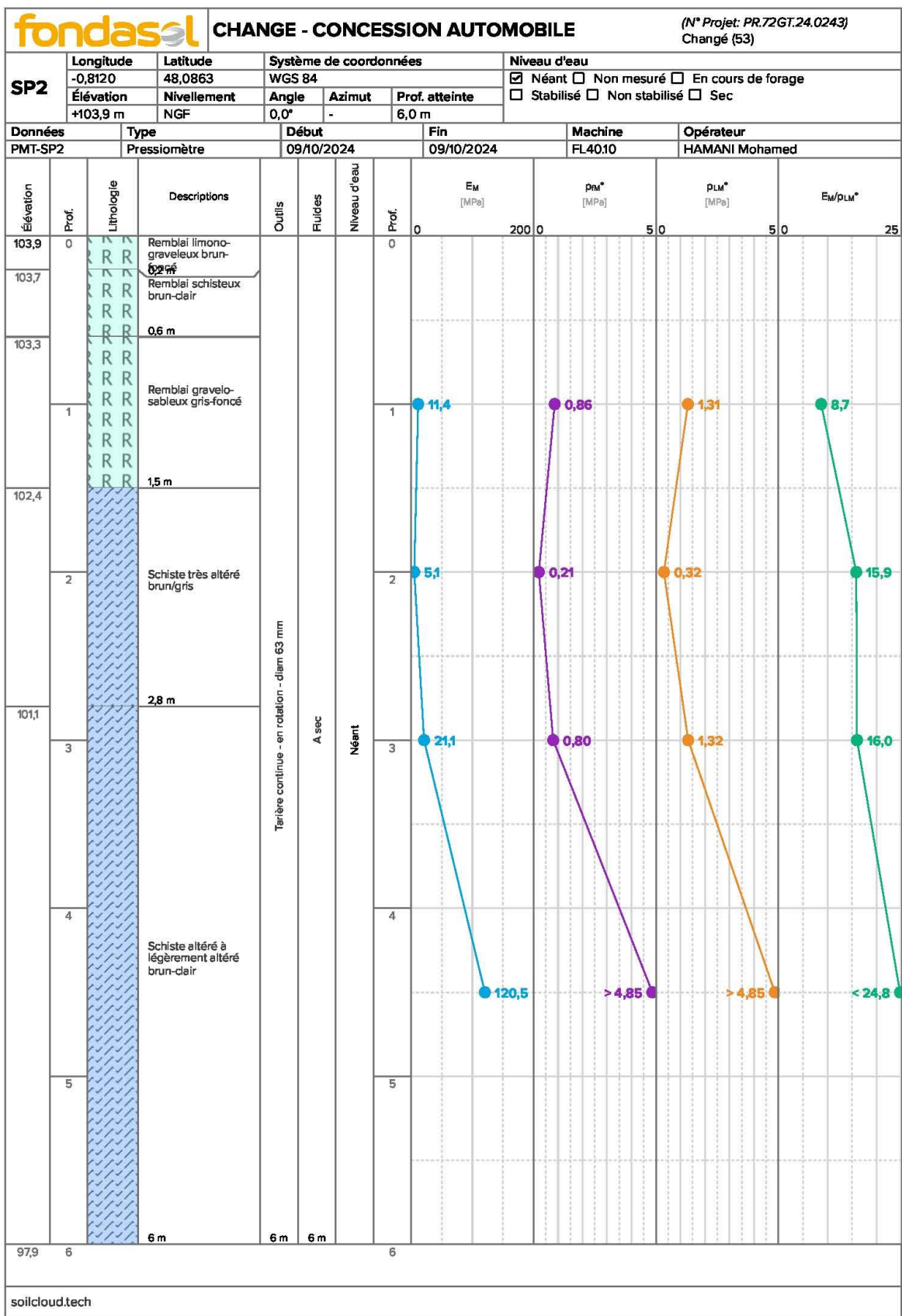


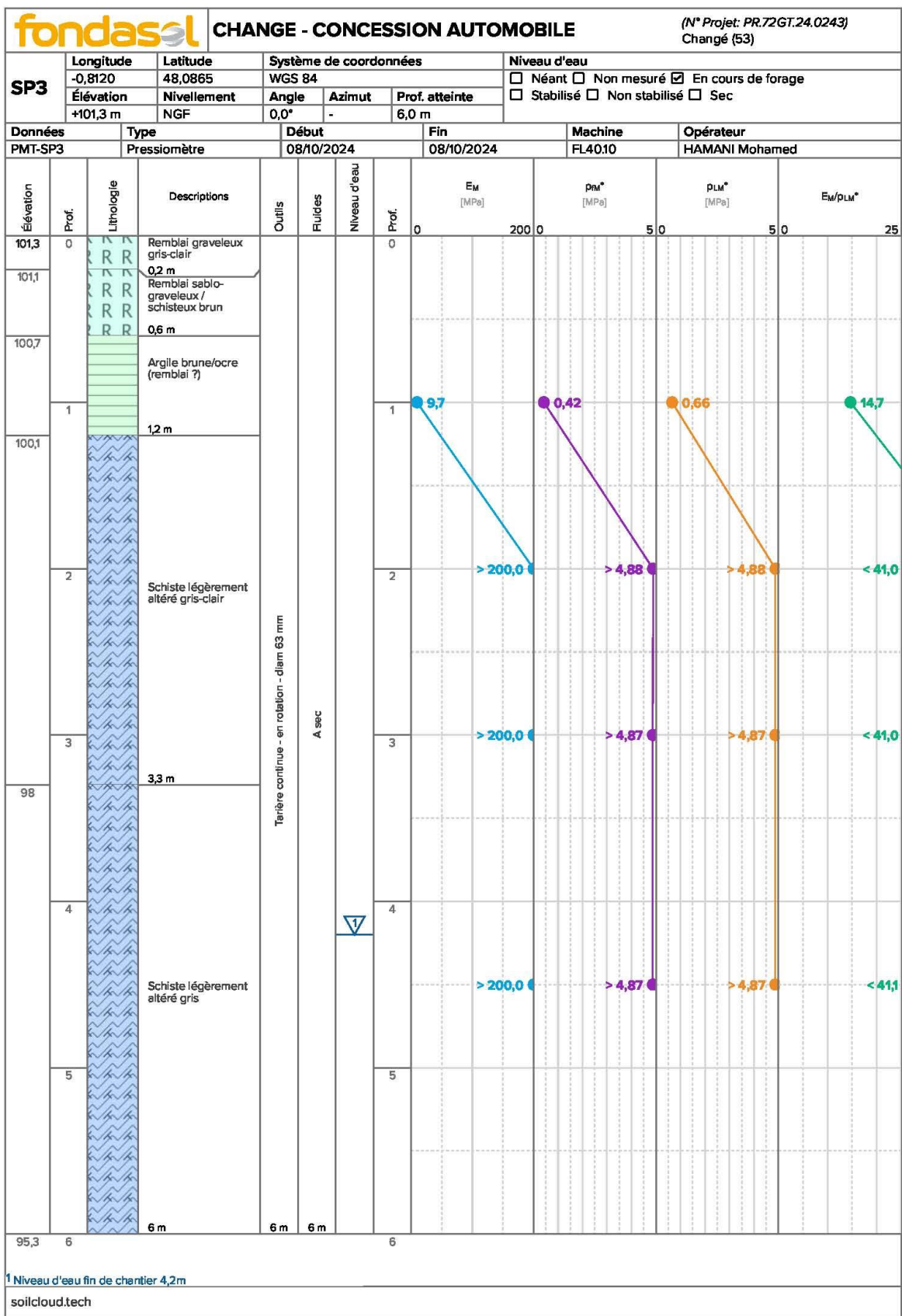
4. IMPLANTATION DES SONDAGES

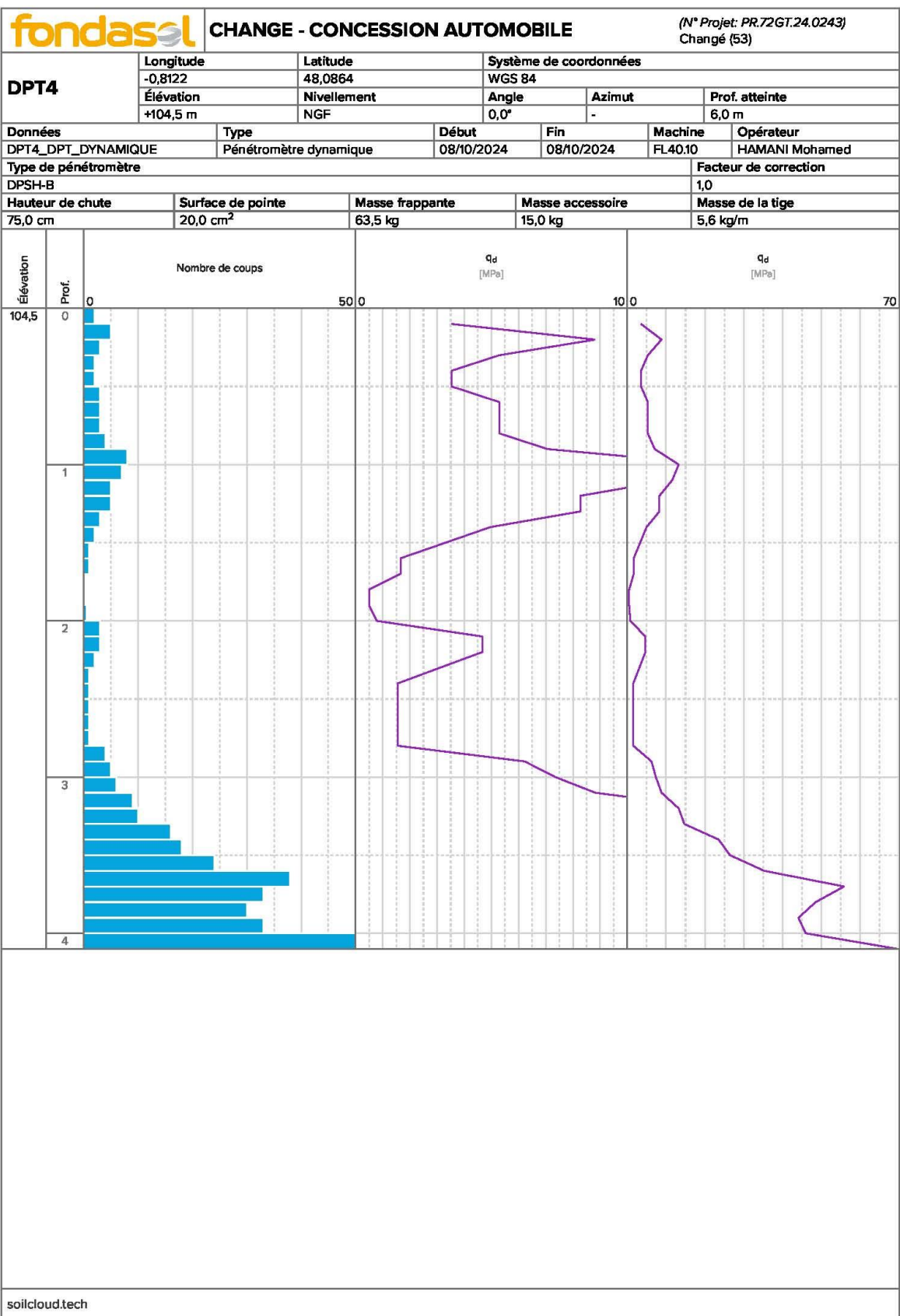


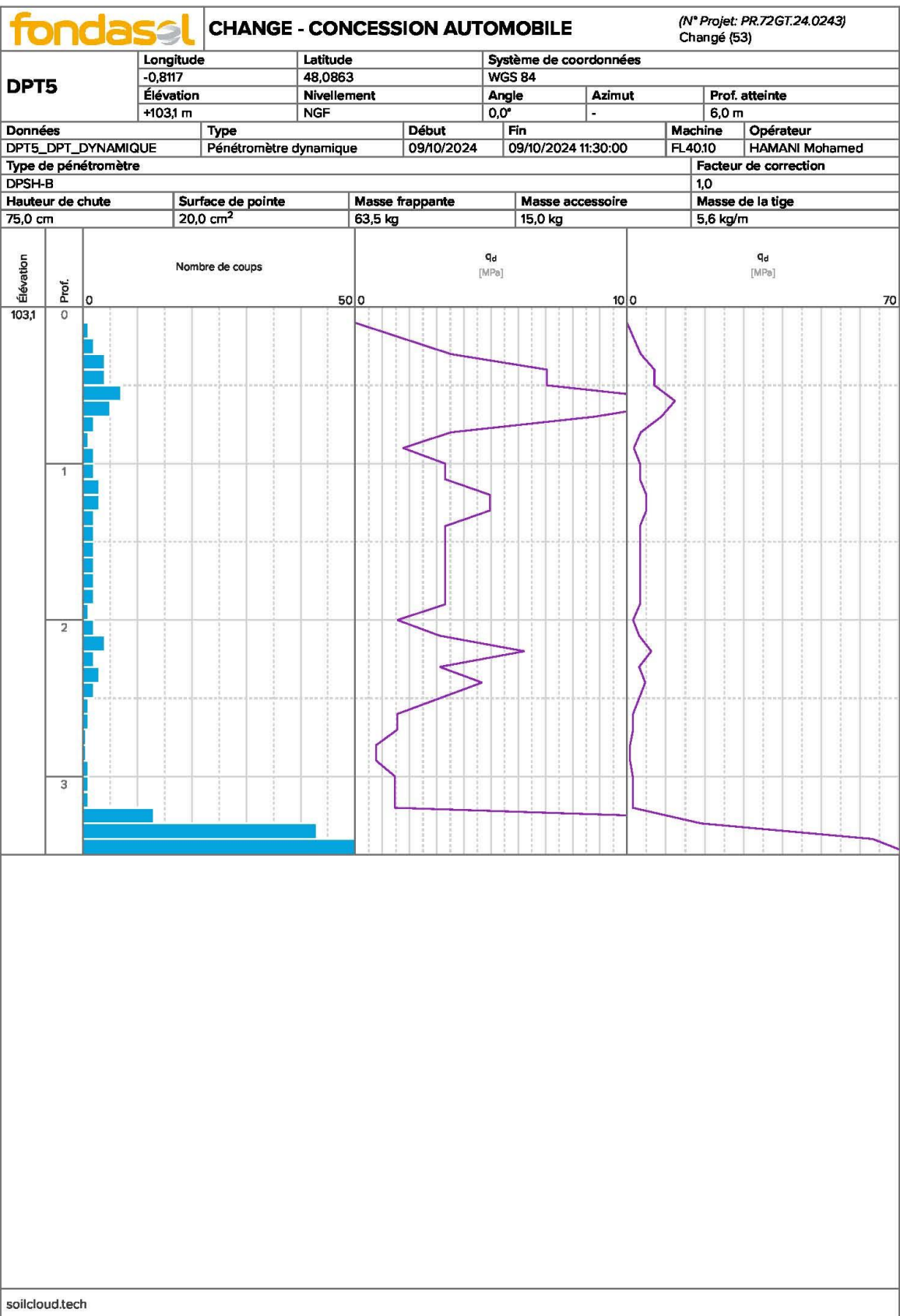
5. RESULTATS DES SONDAGES

[illegible]









fondasol		CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE					(N° Projet: PR.72GT.24.0243) Changé (53)			
PM6	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau		
	-0,8126	48,0858	WGS 84			Plurimétrique		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimet	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec		
	+108,9 m	2,0 m	0,0°	-	NGF	Centimètre				
Début		Fin			Machine		Opérateur			
07/10/2024		07/10/2024			-		Matthieu LE MOIGNE			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Notes	Niveau d'eau
108,9	0		Limon graveleux marron, avec morceaux de schistes et grès (Dmax=160mm)					Mini pelle - à godet - 30 cm	Mauvaise tenue	Néant
108,55			0,35 m Limon marron-clair (schiste décomposé), un bloc de grès (Dmax=200mm)							
108,1	1		0,8 m Schiste décomposé marron orangé							
106,9	2		2 m Schiste décomposé marron orangé					2 m	2 m	
Commentaires		+labo								
soilcloud.tech										

fondasol		CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE						(N° Projet: PR.72GT.24.0243) Changé (53)		
PM7	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau		
	-0,8124	48,0863	WGS 84			Plurimétrique		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements				
	+105,3 m	2,0 m	0,0°	-	NGF	Centimètre				
Début		Fin		Machine		Opérateur				
07/10/2024		07/10/2024		-		Matthieu LE MOIGNE				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Notes	Niveau d'eau
105,3	0		Limon graveleux marron-clair (Dmax=90mm)					Mini pelle - à godet - 30 cm	Moyenne tenue	Néant
104,85			0,45 m						0,45 m	
	1		Schiste décomposé en limon peu graveleux marron grisâtre, avec quelques morceaux de schiste (Dmax=50mm)					Bonne tenue des parois		
103,3	2	2 m						2 m	2 m	
soilcloud.tech										

fondasol		CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE					(N° Projet: PR.72GT.24.0243) Changé (53)			
PM8	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau		
	-0,8116	48,0865	WGS 84			Plurimétrique		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec		
	+100,9 m	2,0 m	0,0°	-	NGF	Centimètre				
Début		Fin			Machine		Opérateur			
07/10/2024		07/10/2024			-		Matthieu LE MOIGNE			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Notes	Niveau d'eau
100,9	0		Remblai limono-sableux marron (Dmax=30mm)					Mini pelle - à godet - 30 cm Bonne tenue des parois	Moyenne tenue 0,2 m	Néant
100,7			Remblai gravo-sableux (schiste altéré) marron-clair, avec déchets : barbelés, ardoise, brique, béton, pavés de rue, bois, ferraille, plastique (Dmax=500mm)							
	1		1,6 m							
99,3			Limon sableux marron grisâtre (remblai ?) (Dmax=60mm)							
			2 m					2 m	2 m	
98,9	2									
soilcloud.tech										

fondasol		CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE					(N° Projet: PR.72GT.24.0243) Changé (53)			
PM9	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau			
	-0,8111	48,0866	WGS 84			Plurimétrique	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage			
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimet	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec			
	+99,6 m	0,55 m	0,0°	-	NGF	Centimètre				
Début		Fin			Machine		Opérateur			
07/10/2024		07/10/2024			-		Matthieu LE MOIGNE			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Notes	Niveau d'eau
99,6	0		Remblai limono-sableux marron (Dmax=20mm)					Mini pelle - à godet - 30 cm	Moyenne tenue des parois	Néant
99,4			0,2 m Remblai limono-sablo-graveleux marron-clair, avec morceaux de grès, film plastique (Dmax=100mm)							
99,05			0,5 m Schiste peu altéré marron grisâtre (refus) 0,55 m							
Commentaires		+labo								
soilcloud.tech										

fondasol		CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE					(N° Projet: PR.72GT.24.0243) Changé (53)			
PM10	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau		
	-0,8119	48,0869	WGS 84			Plurimétrique		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimet	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec		
	+99,0 m	0,45 m	0,0°	-	NGF	Centimètre				
Début		Fin			Machine		Opérateur			
07/10/2024		07/10/2024			-		Matthieu LE MOIGNE			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Niveau d'eau	
99	0		Limon sableux marron (Dmax=40mm)					Mini pelle - à godet - 30 cm	Moyenne tenue des parois	
			0,4 m							Néant
			Schiste peu altéré gris (refus)							
98,55			0,45 m					0,45 m	0,45 m	



Commentaires	+labo
soilcloud.tech	

6. RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

[illegible]

Informations générales

Projet : CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE
Référence : 72GT.24.0243
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 06/11/2024
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : PM6
Profondeur : 0.60 à 1.10 m
Date de prélèvement : 07/10/2024
Date de réception : 25/10/2024
Mode de prélèvement : PM
Mode de conservation : Sac
Profondeur moyenne : 0.85 m

Résultats d'essai : données générales

Description : Limon schisteux
 D_{max} : 44 mm
Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C
Coupure du matériau : 20 mm
Densité des grains, ρ_s : 2.70 Mg/m³ estimée
Type de matériau : Anguleux

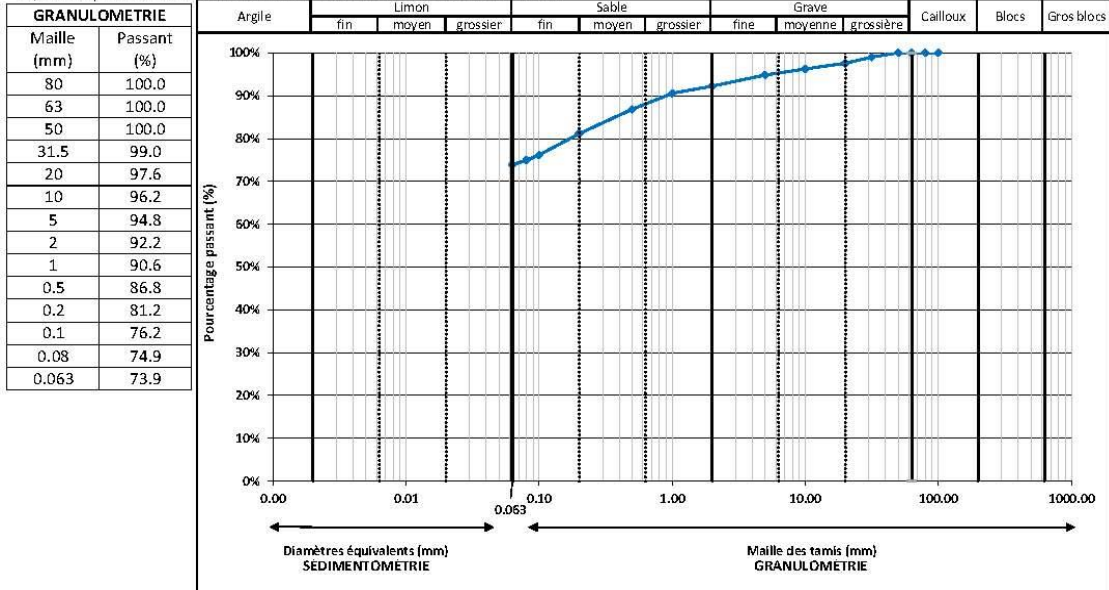
Résultats d'essai : granulométrie

Quantité de matériau Normalisée : Non
Classification selon la granularité : Limon schisteux
Maille maximum utilisée d_m : 50 mm

% de	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	80 μ m	63 μ m
passant à	100.0	100.0	97.6	94.8	92.2	74.9	73.9

Facteur d'uniformité C_u : Impossible à déterminer
Facteur de courbure C_c : Impossible à déterminer

* C_u , C_c avec passant à 63 mm présentant moins de 50% de refus au tamis de 63 μ m



Observations

Informations générales

Projet : CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE
Référence : 72GT.24.0243
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 07/11/2024
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : PM7
Profondeur : 0.60 à 1.20 m
Date de prélèvement : 07/10/2024
Date de réception : 25/10/2024
Mode de prélèvement : PM
Mode de conservation : Sac
Profondeur moyenne : 0.90 m

Résultats d'essai : données générales

Description : Limon graveleux et schisteux
Température de la salle d'essai : 20 °C
D_{max} : 55 mm
Mode de séchage des matériaux : 105 °C
Coupure du matériau : 20 mm
Densité des grains, ρ_s : 2.70 Mg/m³ estimée
Type de matériau : Anguleux

Résultats d'essai : granulométrie

Quantité de matériau Normalisée : Non
Maille maximum utilisée d_m : 80 mm

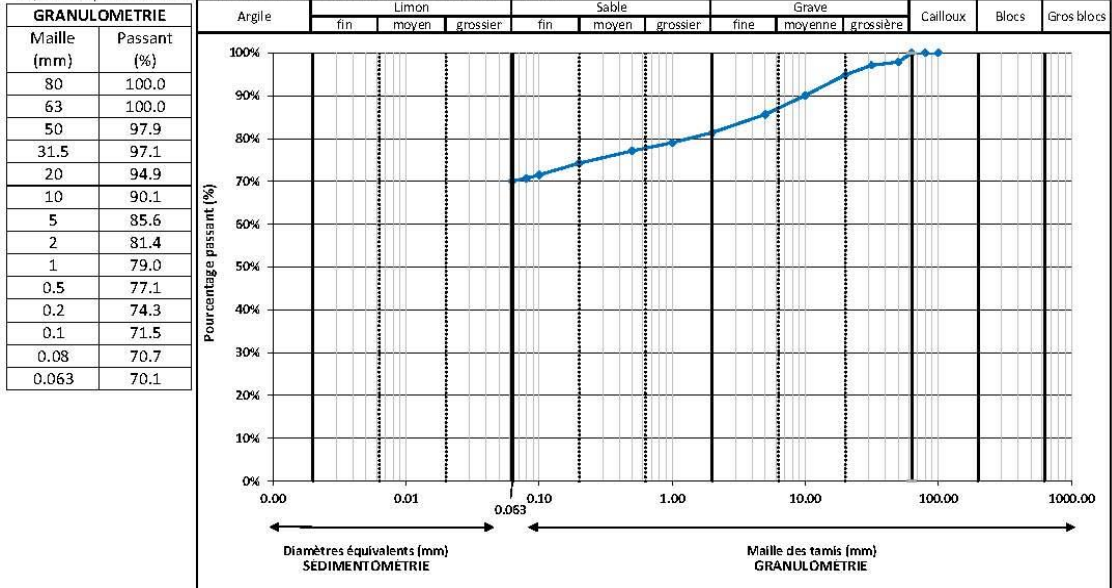
Classification selon la granularité : Limon graveleux et schisteux

% de	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	80 μ m	63 μ m
passant à	100.0	97.9	94.9	85.6	81.4	70.7	70.1

Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

*Cu, Cc avec passant à 63 mm présentant moins de 50% de refus au tamis de 63 μ m



Observations

Informations générales

Projet : CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE
Référence : 72GT.24.0243
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 07/11/2024
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : PM8
Profondeur : 0.70 à 1.20 m
Date de prélèvement : 07/10/2024
Date de réception : 25/10/2024
Mode de prélèvement : PM
Mode de conservation : Sac
Profondeur moyenne : 0.95 m

Résultats d'essai : données générales

Description : Remblai graveleux et schisteux
Température de la salle d'essai : 20 °C
D_{max} : 63 mm
Mode de séchage des matériaux : 105 °C
Coupe du matériau : 20 mm
Densité des grains, ρ_s : 2.70 Mg/m³ estimée
Type de matériau : Anguleux

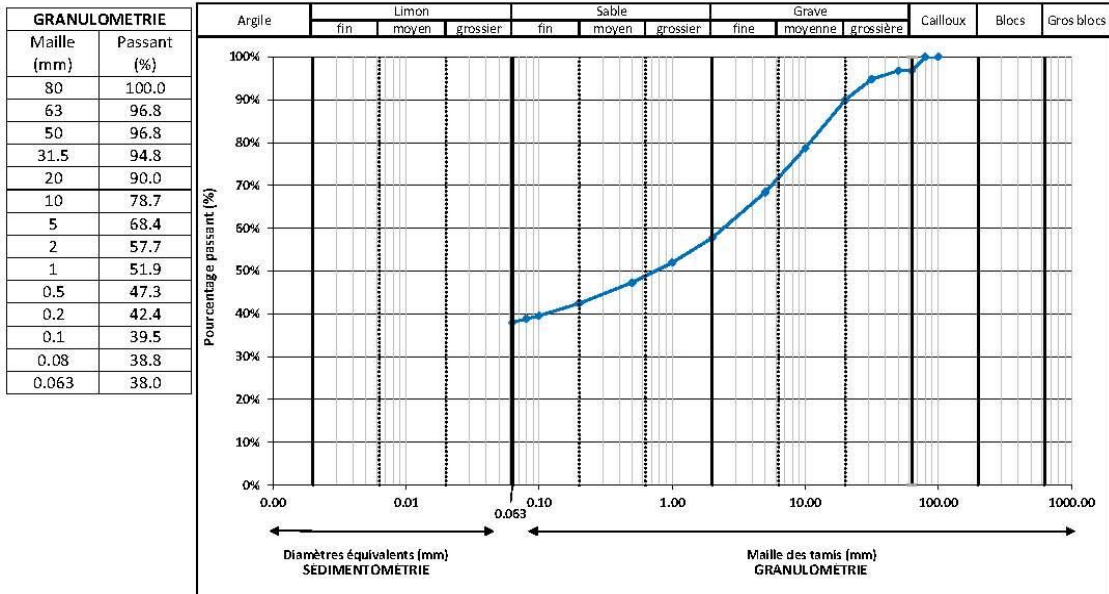
Résultats d'essai : granulométrie

Quantité de matériau Normalisée : Non
Maille maximum utilisée d_m : 80 mm
Classification selon la granularité : Remblai graveleux et schisteux

% de	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	80 μ m	63 μ m
passant à	96.8	96.8	90.0	68.4	57.7	38.8	38.0

Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer



Observations

7. NOTES DE CALCULS



Justifications d'une fondation superficielle suivant la norme NF P94-261

RÉFÉRENCE : PR.72GT.24.0243
NOM DU CALCUL : Massif 0,8 x 0,8 m

PROJET : CHANGE - CONCESSION AUTOMOBILE

OUTIL : Fondations Superficielles v1.4

CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

	HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION $h_{b\text{éton}} = \text{m}$	HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION $h_{\text{sol}} = \text{m}$
LARGEUR DE LA FONDATION $B = 0,80 \text{ m}$		
LONGUEUR DE LA FONDATION $L = 0,80 \text{ m}$		
COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION $z_{\text{assise}} = 100,40 \text{ m}$		
	POIDS VOLUMIQUE DU BÉTON DE LA FONDATION $\gamma_{b\text{éton}}$	POIDS VOL. DÉJAIGÉ DU BÉTON DE LA FONDATION $\gamma'_{b\text{éton}}$
		POIDS VOLUMIQUE DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION γ_{sol}
		POIDS VOL. DÉJAIGÉ DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION γ'_{sol}

CAS DE CHARGE

CAS DE CHARGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSq	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN)	$V_c = 200$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN)	$R_w = 0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN)	$V_d = 200$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON x (kN)	$H_{x,d} = -$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN)	$H_{y,d} = -$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN)	$H_d = 0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)	$\delta_d = 0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE x (kNm)	$M_{x,d} = -$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE y (kNm)	$M_{y,d} = -$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON x (m)	$e_L = 0,00$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON y (m)	$e_B = 0,00$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL : $z_{\text{T.M. final}} = 103,60 \text{ m}$ COTE DE LA NAPPE : $z_{\text{eau}} = 99,40 \text{ m}$

4 COUCHES	z_{base} m	Sol	P_{LIM}^* MPa	E_M MPa	α_L
RS1	102,10	1	0,60	8,00	0,67
SD2	100,60	1	0,40	6,00	0,67
SA3	99,10	1	1,20	15,00	0,67
SS4	97,60	4	4,50	120,00	0,67

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION $\sigma'_{v0} = \text{MPa}$ PROXIMITÉ D'UN TALUS Non

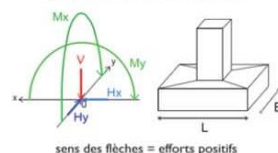
CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION $q_0 = \text{MPa}$

Conditions	γ_h kN/m³	γ' kN/m³	C'_k kPa	ϕ'_k °	δ_{sk} °	C_{yk} kPa
SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION drainées	-	-	-	-	-	-
SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION drainées	19	9	15	28	28	-

CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

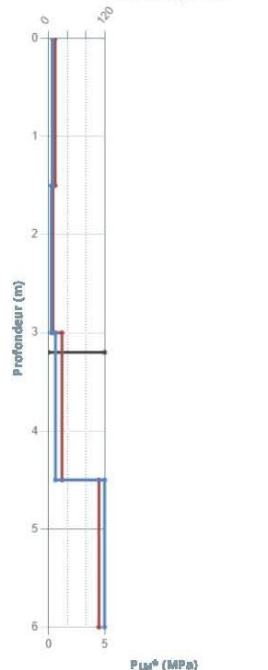
MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R_{front}) Non MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R_{tang}) Non

Positionnement des axes et charges

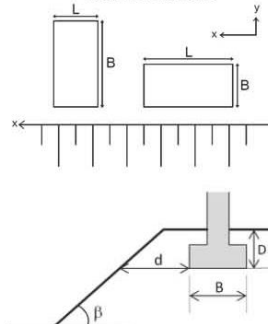


sens des flèches = efforts positifs

E_M (MPa) et q_c (MPa)



Positionnement du talus



PORTANCE

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE	$D_g =$	1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FACTEUR DE PORTANCE PRESSIOMÉTRIQUE RETENU	$k_p =$	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À LA PRÉSENCE D'UN TALUS	$i_p =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À L'INCLINAISON DU CHARGEMENT	$i_g =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT RÉDUCTEUR GLOBAL	$i_{sp} =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRESSIION LIMITE NETTE ÉQUIVALENTE (M Pa)	$P_{iq} =$	1,20									
CONTRAINTES ASSOCIÉE À LA RÉSISTANCE DU TERRAIN (M Pa)	$\sigma_{Rqd} =$	0,487	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RÉSISTANCE NETTE DU TERRAIN (kN)	$R_{qpd} =$	312	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DE LA PORTANCE DU SOL : $V_e - R_o \leq R_{qpd}$		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RENVERSEMENT

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU RENVERSEMENT : $(1 - 2e_b / B) (1 - 2e_L / L) \geq$ CRITÈRE		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GLISSEMENT

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU GLISSEMENT : $H_d \leq R_{qpd} + R_{qpd} = R_{qpd} + R_{qsgqpd} + R_{qsgqpd}$ (kN)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DÉTERMINATION DES TASSEMENTS

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASSEMENTS TOTAUX (mm)	$s =$	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

LARGEUR DE LA FONDATION

B = 1,20 m

LONGUEUR DE LA FONDATION

L = 1,20 m

COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION

z_{assise} = 100,40 m

HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{béton} = m

HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION

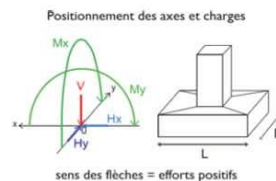
h_{sol} = m

POIDS VOLUMIQUE
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
γ_{béton}

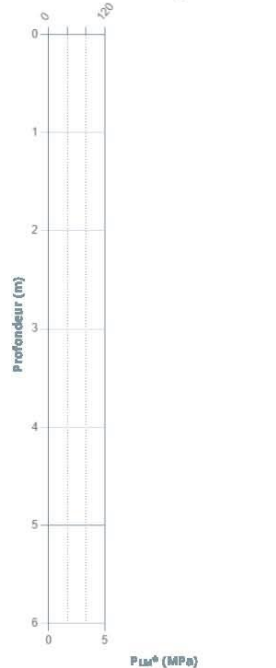
POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
γ_{béton}

POIDS VOLUMIQUE
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
γ_{sol}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
γ_{sol}



Em (MPa) et qc (MPa)



CAS DE CHARGE

CAS DE CHARGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSq	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACTION PERMANENTE (G) À L'ÉLU FONDAMENTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN)	Vc = 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN)	Rwp = 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN)	Vd = 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON x (kN)	Hxd = -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN)	Hyd = -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN)	Hd = 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)	δd = 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE x (kN.m)	Mxd = -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE y (kN.m)	Myd = -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON x (m)	ex = 0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON y (m)	ey = 0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL **z_{TM final} = 103,60 m** COTE DE LA MAPPE **z_{sol} = 99,40 m**

4 COUCHES	z _{base} m	Sol	MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE		
			P _{lat*} MPa	E _{st} MPa	α
RS1	102,10	1	0,60	8,00	0,67
SD2	100,60	1	0,40	6,00	0,67
SA3	99,10	1	1,20	15,00	0,67
SS4	97,60	4	4,50	120,00	0,67

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

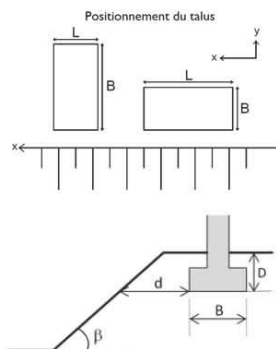
CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION **σ'v0 = MPa** PROXIMITÉ D'UN TALUS **Non**

CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION **q0 = MPa**

Conditions	γ _h kN/m³	γ' kN/m³	c' _{sk} kPa	φ' _{sk}	δ _{sk}	c _{uk} kPa
SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION	drainées	-	-	-	-	-
SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION	drainées	19	9	15	28	28

CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R_{front}) **Non** MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R_{tang}) **Non**



PORTANCE

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE	$D_g =$	1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FACTEUR DE PORTANCE PRESSIOMÉTRIQUE RETENU	$k_p =$	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À LA PRÉSENCE D'UN TALUS	$i_p =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À L'INCLINAISON DU CHARGEMENT	$i_g =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT RÉDUCTEUR GLOBAL	$i_{sp} =$	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRESSIION LIMITE NETTE ÉQUIVALENTE (M Pa)	$P_{iq} =$	1,20									
CONTRAINTES ASSOCIÉE À LA RÉSISTANCE DU TERRAIN (M Pa)	$\sigma_{Rqd} =$	0,470	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RÉSISTANCE NETTE DU TERRAIN (kN)	$R_{qpd} =$	676	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DE LA PORTANCE DU SOL : $V_e - R_o \leq R_{oqd}$		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RENVERSEMENT

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU RENVERSEMENT : $(1 - 2e_b / B) (1 - 2e_L / L) \geq$ CRITÈRE		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GLISSEMENT

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU GLISSEMENT : $H_d \leq R_{qpd} + R_{qpd} = R_{qpd} + R_{qsgqpd} + R_{qsgqpd}$ (kN)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DÉTERMINATION DES TASSEMENTS

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASSEMENTS TOTAUX (mm)	$s =$	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8. CARTOGRAPHIE DU POTENTIEL RADON

La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories :

Catégorie 1

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...).

Dans les communes à potentiel radon de catégorie 1, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m⁻³ et moins de 2% dépassent 400 Bq.m⁻³.

Catégorie 2

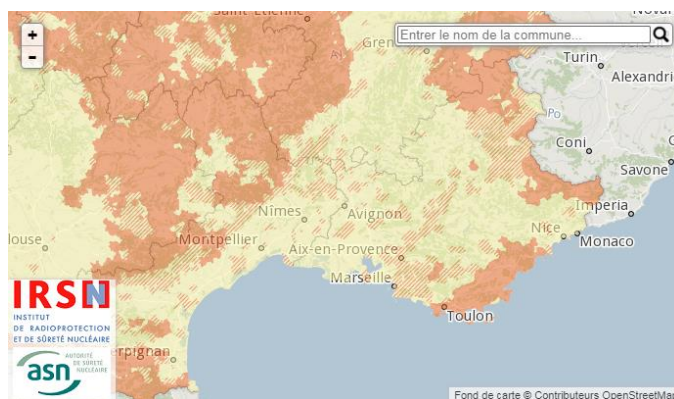
Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.

Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.

Catégorie 3

Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant des teneurs en uranium les plus élevées. Les formations concernées sont notamment celles constitutives des grands massifs granitiques français (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs.

Dans les communes à potentiel radon de catégorie 3, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments de ces communes dépassent 100 Bq.m⁻³ et plus de 6% dépassent 400 Bq.m⁻³.



Depuis 2002 et 2008, la réglementation française oblige certaines ERP (écoles, établissements sanitaires et sociaux...) et lieux de travail souterrains (grottes, voies de stationnement et de circulation...), situés dans les 31 départements identifiés comme prioritaires, à mesurer leur concentration en radon. Les mesures doivent être réalisées par des professionnels agréés, et conformément aux normes en vigueur. Et si cette valeur est supérieure à 400 Bq/m³, à mettre en œuvre des actions de remédiation, c'est-à-dire des travaux visant à réduire la teneur en radon.

Concernant l'habitat, un décret est en cours d'adoption, qui devrait rendre obligatoire le dépistage chez les particuliers. Le seuil retenu est différent (300 Bq/m³), sur la base des dernières recommandations internationales. Le Haut Conseil de santé publique (HCSP) a donné un avis favorable en mars 2010 au seuil de 300 Bq/m³ retenu par la DGS pour l'habitat et les lieux ouverts au public.

9. PHOTOGRAPHIES PANORAMIQUES DE LA ZONE D'ETUDE



A large, stylized graphic of a globe or sphere. The top half is orange, and the bottom half is white. The sphere is cut open to reveal a modern glass skyscraper with greenery on its facade. The bottom of the sphere shows a city map with orange location pins.

fondasol

www.groupefondasol.com