



## CHERBOURG-EN-COTENTIN (50) Etude géotechnique G2 PRO

---

Rapport n° PR.14GT.24.0120 – 001 – 1<sup>ère</sup> diffusion – 04/10/2024

**Maître d'ouvrage : Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)**

**Extension du bâtiment 882 de l'INSTN**

**FONDASOL Agence de CAEN**

# SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	04/10/2024	44	1 <sup>ère</sup> diffusion	Marie RENAULT	Alban MILLOT
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					85				
6	X				46					86				
7	X				47					87				
8	X				48					88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X				57					97				
18	X				58					98				
19	X				59					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X				63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					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>
<b>B.</b>	<b>Description du site</b>	<b>6</b>
B.1.	Description générale du site	6
B.2.	Risques naturels connus	9
B.2.1.	Liste des Plans de Prévention des Risques (PPR)	9
B.2.2.	Risque de remontée de nappe	9
B.2.3.	Risque retrait / gonflement des argiles	10
B.2.4.	Risque sismique	11
B.2.5.	Risque de cavités souterraines ou de mouvements de terrain	11
B.2.6.	Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) – Radon	11
B.3.	Eléments historiques	12
<b>C.</b>	<b>Descriptif du projet</b>	<b>17</b>
C.1.	Intervenants	17
C.2.	Données à notre disposition	17
C.3.	Description du projet	17
C.4.	Descentes de charges sous fondations	19
<b>D.</b>	<b>Analyses géologique et géotechnique</b>	<b>20</b>
D.1.	Données	20
D.2.	Analyse géologique	21
D.3.	Résultats des sondages	21
D.4.	Aspect géomécanique	22
D.5.	Niveaux d'eau	22
D.6.	Essais en laboratoire	23
<b>E.</b>	<b>Adaptation du projet au site</b>	<b>24</b>
E.1.	Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	24
E.2.	Terrassements	24
E.3.	Fondations de l'extension	24
E.4.	Niveaux bas	24
E.5.	Assise des voiries et parkings	24
<b>F.</b>	<b>Terrassements</b>	<b>25</b>
F.1.	Conditions de terrassement	25
F.2.	Talutages	25
F.3.	Dispositions vis-à-vis des eaux météoriques et souterraines	25
F.3.1.	En phase chantier	25
F.3.2.	En phase définitive	26
<b>G.</b>	<b>Prédimensionnement des fondations</b>	<b>27</b>

G.1.	Type de fondations et niveau d'assise	27
G.2.	Détermination des contraintes de calcul sous fondations	28
G.3.	Descentes de charges	28
G.4.	Prédimensionnement des fondations	29
G.5.	Sujétions d'exécution	29
G.6.	Sujétions d'exécution liées à la présence de mitoyens	30
<b>H.</b>	<b>Assise des voiries</b>	<b>31</b>
H.1.	Normes et règlements	31
H.2.	Fond de forme	31
H.3.	Couche de forme	31
<b>I.</b>	<b>Suites à donner</b>	<b>32</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)</b>	<b>34</b>
<b>2.</b>	<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)</b>	<b>35</b>
<b>3.</b>	<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>Résultats des essais de laboratoire</b>	<b>40</b>

# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Le CEA a confié à FONDASOL l'étude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO) relative à l'extension du bâtiment 822 de l'INSTN, situé chemin de la Crespinière, sur la commune de CHERBOURG-EN-COTENTIN (Manche).

Notre mission comprend, conformément à notre devis SQ.I4GT.24.06.038 indice A du 20/06/2024 et à la commande 4001052720 du 03/07/2024 :

- **La description des choix constructifs des ouvrages géotechniques** intégrant le phasage et les contraintes du projet données par le maître d'œuvre.
- **Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages** : élaboration des maquettes géotechniques par type d'ouvrage et détermination des paramètres et valeurs géotechniques caractéristiques.
- **La note de dimensionnement** pour chaque ouvrage géotechnique élémentaire listé ci-dessous :
  - Terrassements : sujétions d'exécution, terrassabilité et traficabilité.
  - Fondations superficielles : prédimensionnement, tassements et sujétions d'exécution.
  - Mitoyenneté : sujétions d'exécution, interactions.
  - Voiries et parkings : assise et structures des chaussées, contrôles à prévoir.

Cette étude fait suite à l'étude G1 + G2 AVP (document [7]).

Non compris :

- La recherche de cavités souterraines.
- Le diagnostic pollution.
- L'établissement des notes de calculs de ferrailage et des plans de coffrage et de ferrailage.
- Le dimensionnement complet des fondations et l'établissement des plans de fondation.
- L'estimation des quantités et coûts.
- L'étude hydrogéologique (détermination des niveaux EH, EB, EE, etc.).
- L'étude des ouvrages de gestion des eaux pluviales.



## B. DESCRIPTION DU SITE

### B.1. Description générale du site

Adresse du site : chemin de la Crespinière – 50130 CHERBOURG-EN-COTENTIN



Figure 1 – Extrait de la carte IGN du secteur

Le terrain est actuellement occupé par le bâtiment de l'INSTN, de type R+I avec un niveau de sous-sol partiel.

Le niveau bas du sous-sol, situé à la cote +72.3 NGF, est à environ -3 m par rapport au niveau du terrain actuel recouvert d'enrobé ou enherbé.

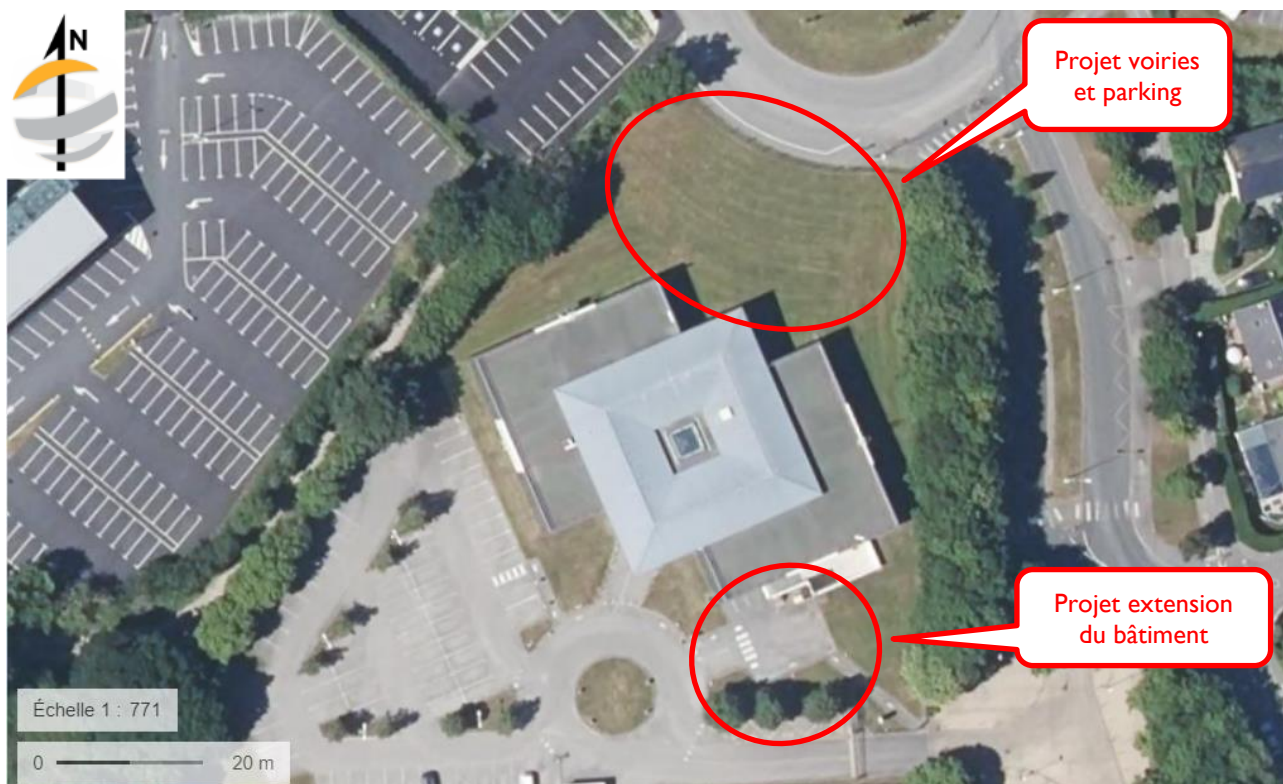
L'emprise du projet est une aire de circulation recouverte d'enrobé et entourée par des zones enherbées.

Au droit de l'emprise de l'extension du bâtiment 882, l'altimétrie de nos points de sondages varie entre les cotes +75.1 NGF et +75.3 NGF, soit un dénivelé de l'ordre de 0,2 m.

Au droit de la future zone de voirie côté Nord, le terrain se situe environ 1,5 m à 2,0 m en contrebas (cote sondage SD3 à +73.5 NGF).

D'après le plan de fondation incluant l'existant (document [5]), les fondations de la partie sans sous-sol présentent une arase supérieure à -2.6 m/RDC soit +72.9 NGF (sans information sur la cote d'arase inférieure). La partie du sous-sol mitoyenne à l'extension projetée est fondée sur un radier dont l'arase inférieure s'établit à -3.49 m/RDC soit +72.0 NGF et sur des fondations dont l'arase supérieure s'établit à -3.6 m/RDC soit +71.9 NGF (sans information sur la cote d'arase inférieure).





**Figure 2 – Photographie aérienne du site (Géoportail)**



**Figure 3 – Vues de l'emprise de l'extension – visite du 08/06/2023**





**Figure 4 – Vue de l'accès au sous-sol de l'existant – visite du 08/06/2023**



**Figure 5 – Vues de l'emprise des nouvelles places de parking - visite du 08/06/2023**



## B.2. Risques naturels connus

### B.2.1. Liste des Plans de Prévention des Risques (PPR)

D'après le site internet GEORISQUES, il existe un Plan de Prévention des Risques Naturels de la région de Cherbourg, approuvé le 30/12/2019. Le site concerné le projet n'est toutefois pas concerné par le zonage réglementaire.

### B.2.2. Risque de remontée de nappe

D'après la cartographie du risque de remontées de nappe consultable sur le site de Géorisques, le projet n'est concerné ni par le risque d'inondation de cave, ni par le risque de débordement de nappe.



Figure 6 – Extrait de la carte d'exposition aux remontées de nappes

D'après la carte des remontées de nappe disponible sur le site de DREAL Normandie, la nappe phréatique se situerait à plus de 5 m de profondeur en période de très hautes eaux.

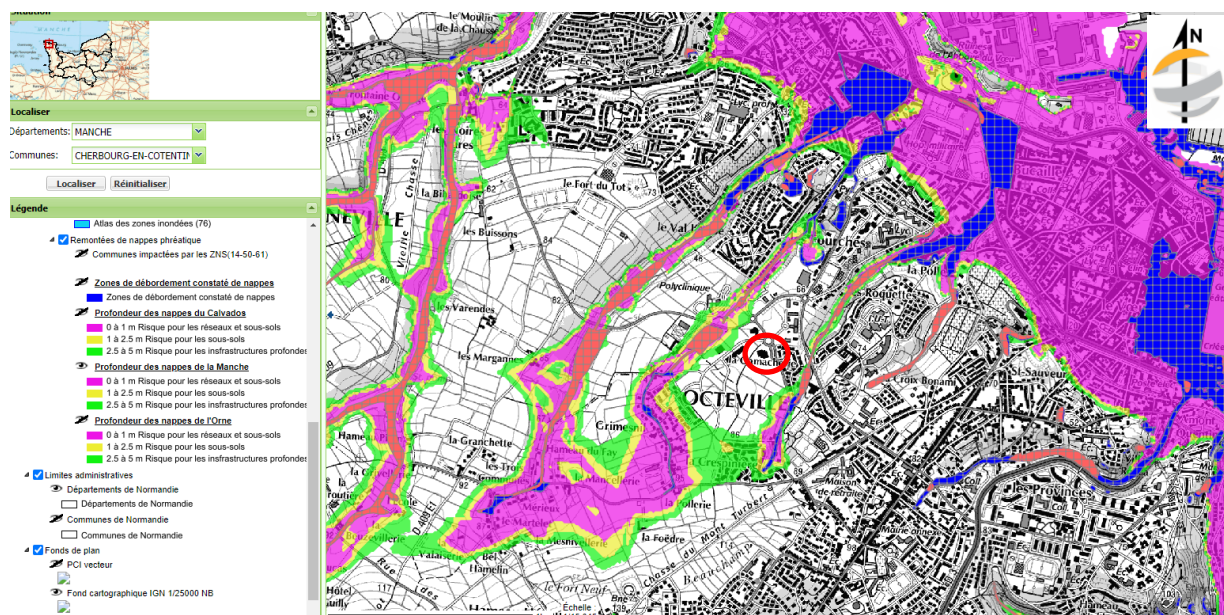


Figure 7 – Extrait de la carte de la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux

### B.2.3. Risque retrait / gonflement des argiles

Le projet se situe en dehors de toute zone d'exposition au phénomène de retrait/gonflement des argiles, d'après la carte de sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux disponible sur le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr).

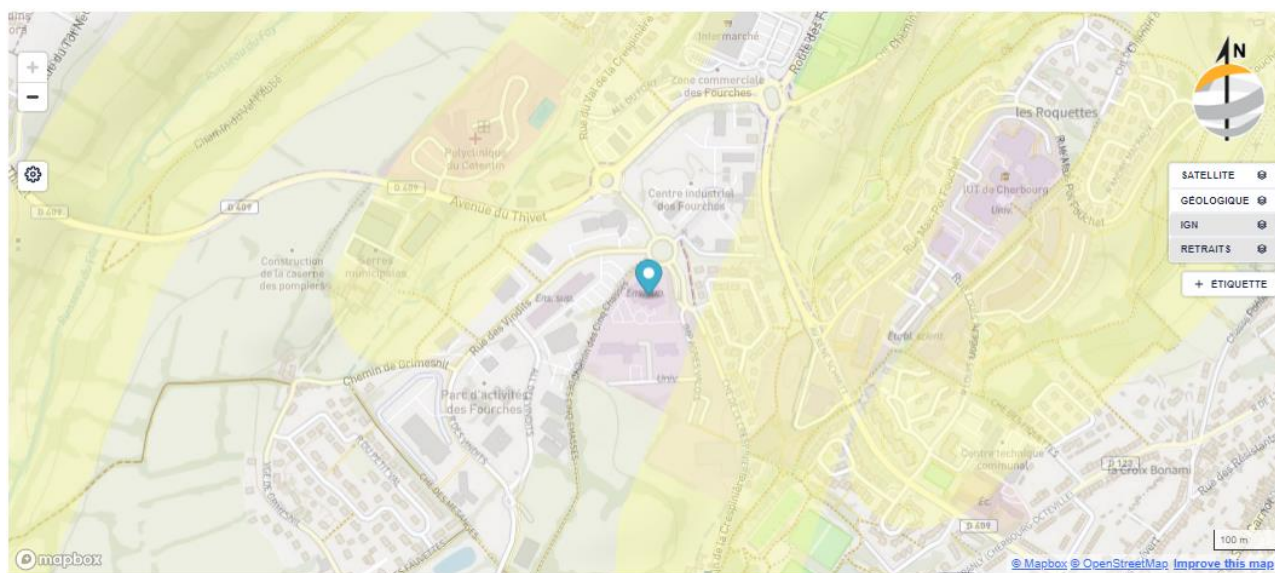


Figure 8 – Extrait de la carte du retrait-gonflement des sols argileux

#### B.2.4. Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au 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".

Selon le décret 2010-1255 du 22 octobre 2010, la commune de CHERBOURG-EN-COTENTIN est classée en zone de sismicité 2 (faible).

Le bâtiment étant de catégorie d'importance II, il n'y a pas lieu d'appliquer les règles sismiques pour le dimensionnement des ouvrages géotechniques.

#### B.2.5. Risque de cavités souterraines ou de mouvements de terrain

Concernant le risque de cavités souterraines, la cartographie consultable sur le site GEORISQUES n'indique pas la présence de cavités souterraines ou de mouvements de terrains à moins de 500 m du projet.

#### B.2.6. Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) – Radon

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 se situe dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (présence potentielle de radon) et à titre informatif, la commune de CHERBOURG-EN-COTENTIN est classée en potentiel radon de catégorie 3 (catégorie la plus élevée). Ce risque n'étant pas géotechnique, il conviendra de se référer au décret N°2002-460 du 4 avril 2002 et aux réglementations en vigueur pour la conception du projet.



### B.3.Éléments historiques

D'après la visualisation de quelques photographies aériennes et historiques disponibles sur [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr), la parcelle projetée aurait tété occupée par des terrains agricoles ou enherbés jusqu'au 1998. Le bâtiment existant aurait été construit entre 1998 et 2007.

L'analyse de ces photographies aériennes ne révèle la présence d'aucun ouvrage antérieur sur le site.

Cependant, nous attirons l'attention sur le caractère partiel de ce reportage photographique (échantillon de quelques années seulement et la mauvaise résolution des photographies), et qu'il ne s'agit en aucun cas d'une enquête historique. Nous n'excluons pas la possibilité de présence d'anciens ouvrages au sein du site (par exemple, puits, fossés, ...).

*Ci-après, quelques photographies historiques du site et son environnement de 1944 à 2007.*



**Figure 9 - Vue aérienne datée de juin 1944 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



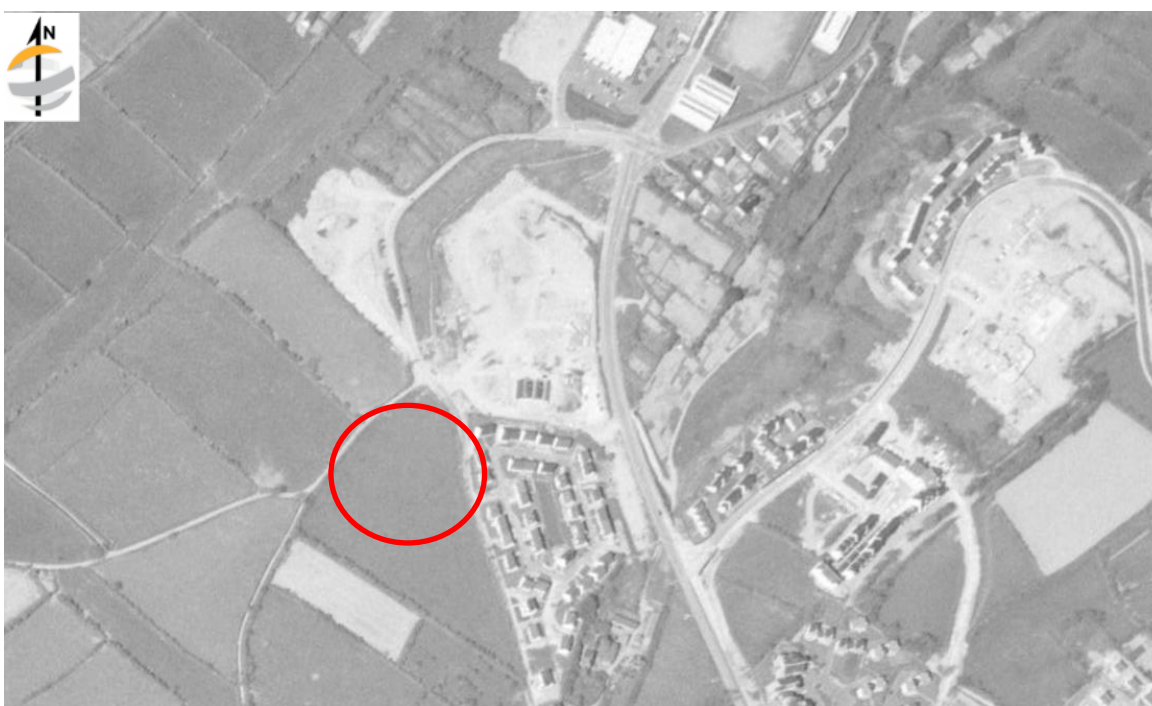
**Figure 10 - Vue aérienne datée de septembre 1958 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



**Figure 11 - Vue aérienne datée de janvier 1966 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



**Figure 12 - Vue aérienne datée de juillet 1982 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



**Figure 13 - Vue aérienne datée d'avril 1988 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**





**Figure 14 - Vue aérienne datée de mai 1992 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



**Figure 15 - Vue aérienne datée d'août 1998 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**



**Figure 16 - Vue aérienne datée de mai 2007 (source : [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr))**

## C. DESCRIPTIF DU PROJET

### C.1. Intervenants

Les intervenants sur ce projet sont les suivants :

- Maître d'ouvrage : CEA
- Maître d'œuvre : ARCADE REALISATIONS

### C.2. Données à notre disposition

Nous disposons pour cette étude des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Plan topographique	Cabinet DROUET	23136	-	01/06/2023
[2]	Plan de masse existant	ARCADE	01	B	11/09/2024
[3]	Plan de masse projet	ARCADE	02	B	11/09/2024
[4]	Coupes projet	ARCADE	14	B	13/09/2024
[5]	Plan de fondations	ARCADE	18	B	11/09/2024
[6]	Descentes de charges	-	-	-	24/09/2024
[7]	Etude géotechnique G1 + G2 AVP	FONDASOL	PR.14GT.23.0076	-	25/07/2023

**Tableau 1 – Eléments à notre disposition pour l'étude**

### C.3. Description du projet

Le projet consiste en l'extension du bâtiment 882 de l'INSTN, situé chemin de la Crespinère, à CHERBOURG-EN-COTENTIN (50).

L'extension sera de type RdC sans sous-sol et d'emprise au sol de l'ordre de 370 m². Elle sera implantée en façade Sud-Est du bâtiment existant. Son niveau de plancher bas de rez-de-chaussée sera calé au même niveau que le rez-de-chaussée de l'existant soit à la cote +75,5 NGF. Un vide sanitaire est prévu sous l'extension avec un niveau fini compris entre +73.6 et +74.3 NGF.

Des terrassements de l'ordre de 0.5 à 2 m seront donc nécessaires pour atteindre le niveau du vide sanitaire.

Le bâtiment existant mitoyen présente un sous-sol enterré de 3 m environ par rapport au terrain extérieur. Le niveau bas fini du sous-sol existant s'établit à +72.3 NGF.

Il est également envisagé la création d'une trentaine de places de stationnement pour véhicules légers au Nord du bâtiment existant. Le niveau fini des voiries s'établira entre +73.0 et +73.5 NGF.

Au vu de la topographie actuelle des terrains, des terrassements en déblais pouvant atteindre 1.5 m de hauteur seront nécessaires au droit du parking Nord.





Figure 17 - Plan de masse du projet (extrait du document [3])

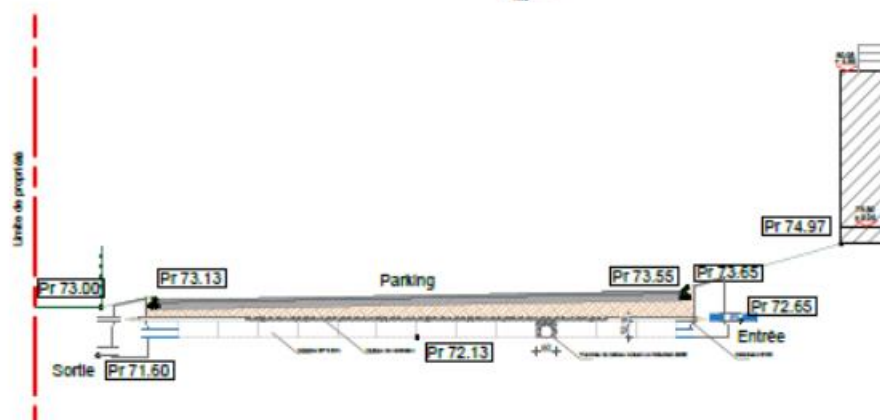
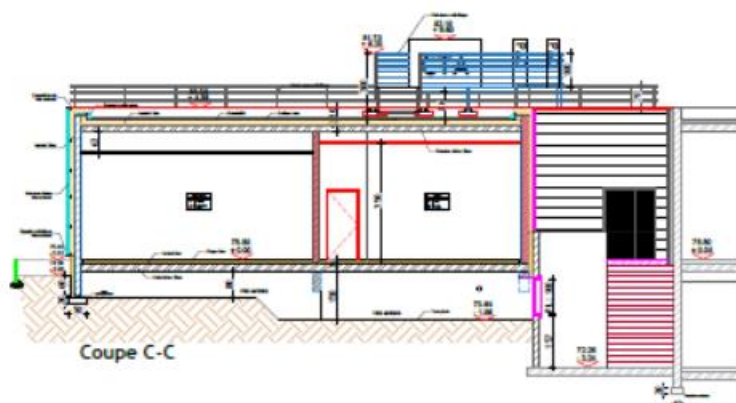


Figure 18 – Coupes du projet (extrait du document [4])

## C.4. Descentes de charges sous fondations

Les descentes de charges sur fondations transmises par ARCADE (document [6]) sont présentées (en tonnes/ml et tonnes) ci-après avec la numérotation des fondations :

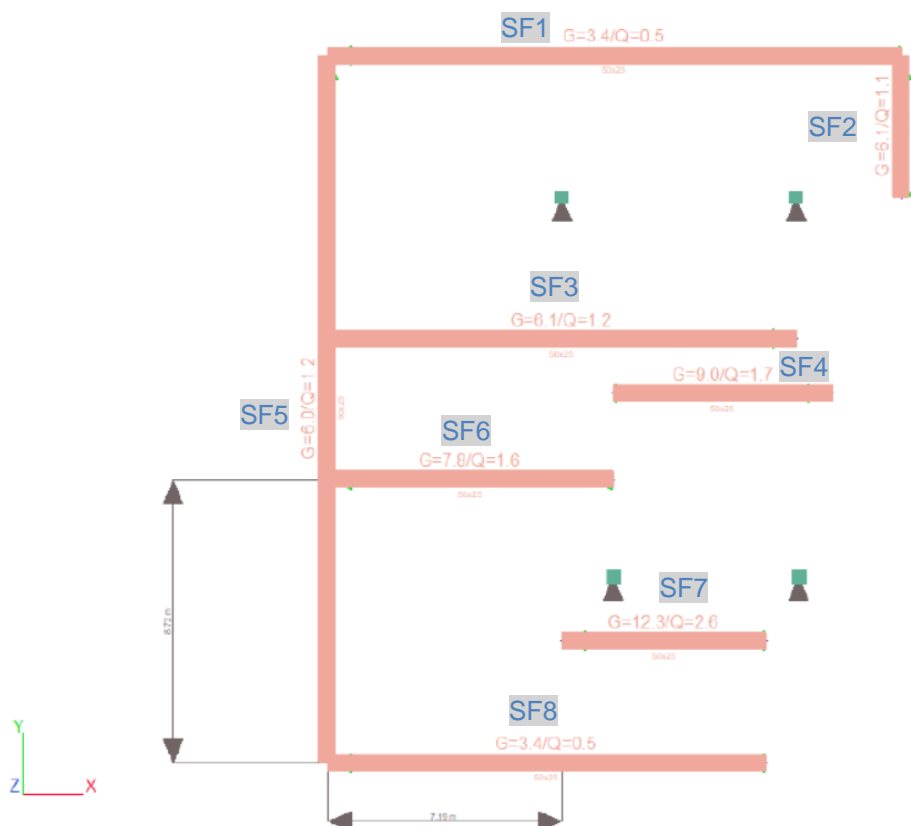


Figure 19 – Descentes de charges sur appuis filants (extrait du document [6])

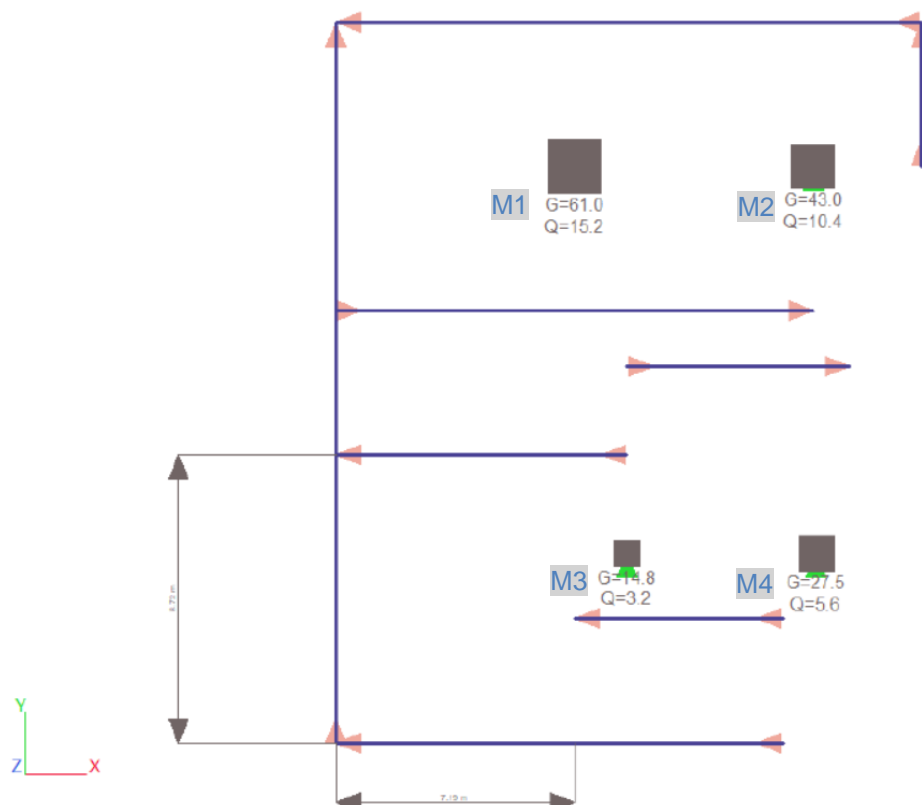


Figure 20 – Descentes de charges sur appuis isolés (extrait du document [6])

# D. ANALYSES GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

## D.1. Données

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de l'étude G1 + G2 AVP (document [7]) :

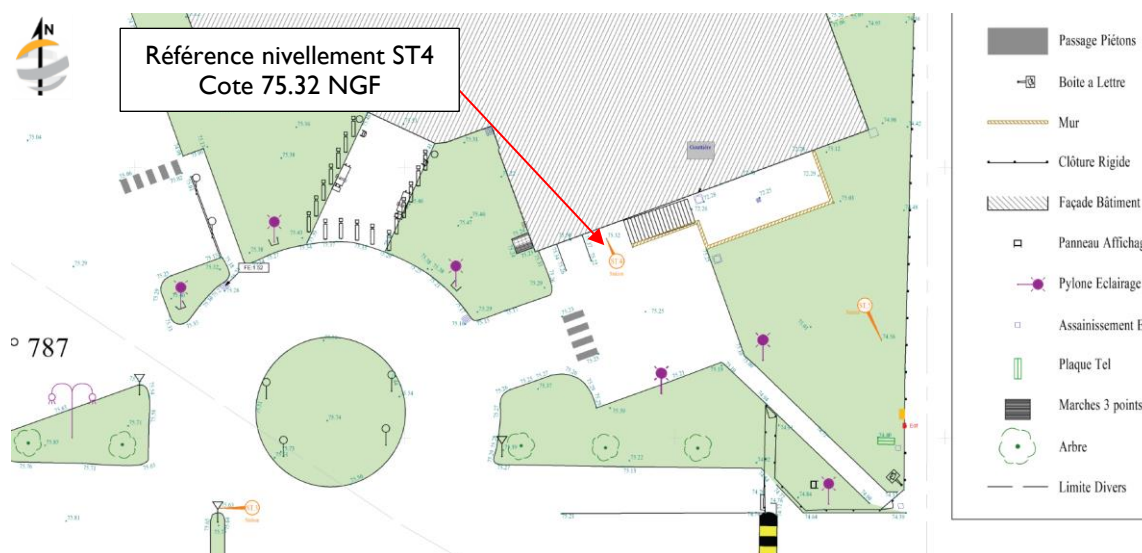
Sondages	SP1	SP2	SD3
Type	Pressiométrique	Pressiométrique	Destructif
Profondeur (m)	8	8	1,5
Essais	5	4	-
Cote NGF	75,1	75,3	73,5

**Tableau 2 – Investigations réalisées sur site**

Le plan d'implantation ainsi que les résultats des essais pressiométriques, des essais en laboratoire et les coupes de sondages sont présentés en annexe du présent rapport.

Les profondeurs et cotes données dans la suite du présent rapport se réfèrent au niveau du terrain naturel au droit de nos sondages lors de nos interventions sur site.

Nous avons, par ailleurs, procédé au nivellement de nos sondages à partir d'une référence locale correspondant au niveau de la station référencée ST4 (cf. extrait du plan topographique en page suivante). Elle est située à la cote 75,32 NGF selon le plan topographique fourni.



**Figure 21 – Extrait du plan topographique – document [1] avec localisation de la borne de nivellement**



## D.2. Analyse géologique

D'après notre expérience du secteur et l'examen de la carte géologique de CHERBOURG au 1/50 000<sup>ème</sup>, la succession lithologique prévisionnelle au droit du projet est constituée successivement par :

- des terrains de recouvrement,
- le substratum rocheux métamorphique.



Figure 22 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> (source : BRGM)

## D.3. Résultats des sondages

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

- **Formation n°1 : terrains de recouvrement constitués d'une structure de chaussée** (enrobé et couche de forme) de 0,3 m d'épaisseur en SPI et de **limons sableux végétalisés marron clair** de 0,2 à 0,6 m d'épaisseur, respectivement en SD3 et SP2 (zones enherbées).
- **Formation n°2 : limons sablo-argileux marron à marron clair pouvant être légèrement schisteux altérés** à la base, rencontrés ensuite jusqu'à 2,3 m à 2,6 m de profondeur au droit de l'extension et jusqu'à 0,9 m de profondeur au droit du parking projeté (soit +72.6 à +72.8 NGF).
- **Formation n°3 : schistes altérés limoneux gris-verdâtre clair**, rencontrés ensuite jusqu'à 1,5 m (base de SD3), et jusqu'à 4,3 m et 5,1 m de profondeur (soit +70.8 à +70.2 NGF) respectivement en SPI et SP2. Ces schistes sont fortement altérés en tête (vers 3 m de profondeur) en SPI et SP2, puis peu altérés.
- **Formation n°4 : schistes sains (rocheux) gris-verdâtre foncé** rencontrés ensuite jusqu'à la base des sondages (soit à 8,0 m de profondeur).

### REMARQUES

- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage. En particulier, les sondages ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers, blocs...
- Il est difficile de rattacher clairement les terrains observés en forage aux différentes formations.
- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement en dehors de nos sondages, notamment il est possible de rencontrer des surépaisseurs d'éventuels remblais ou de terrains remaniés.
- Nous rappelons que la recherche de pollution ne compte pas parmi les objectifs de notre étude.

## D.4. Aspect géomécanique

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in-situ à partir des essais pressiométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

		Essais pressiométriques					Consistance / Compacité <sup>(1)</sup>
N°	Formation	Pression limite nette p <sub>LM</sub> * (MPa)		Module pressiométrique E <sub>M</sub> (MPa)		Nb valeurs	
		Min	Max	Min	Max		
1	Terrains de recouvrement	-	-	-	-	(2)	-
2	Limon sablo-argileux légèrement schisteux	0.48		4.8		1	Ferme
3	Schistes +/- altérés limoneux	1.17	3.03	22.3	85.8	4	Altérée
4	Schistes sains	> 3,82		122.6	160.9	4	Fragmentée

(1) Décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau A.2.1 de la norme NFP94-261

(2) Aucun essai pressiométrique n'a pu être réalisé dans les terrains de recouvrement (formation n° 1), compte-tenu de la faible épaisseur de ces matériaux au droit de nos sondages pressiométriques.

**Tableau 3 - Caractéristiques des sols mesurées in situ**

## D.5. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention en juin 2023, aucune venue d'eau n'a été détectée au droit de nos sondages poursuivis jusqu'à 8,0 m de profondeur.

Nous n'excluons cependant pas la possibilité de circulations d'eau superficielles d'origine météoritique, en fonction des conditions météorologiques, notamment dans les limons de recouvrement.

L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques précises et exhaustives, dans la mesure où l'absence d'arrivée d'eau mentionnée dans le rapport d'étude correspond nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et des circulations d'eau qui dépend des conditions météorologiques.

## D.6. Essais en laboratoire

Des essais en laboratoire ont été réalisés sur un échantillon de sols prélevé au droit du sondage SD3 entre 0,2 et 0,9 m de profondeur. Les résultats de ces essais figurent en annexe du présent rapport. Ils caractérisent des sols au sens de la norme NF P11-300 relative à l'exécution des terrassements (GTR) :

- Formation n°2 : des limons sablo-argileux marron (décrits en laboratoire comme étant un limon sableux marron).

Les identifications réalisées indiquent que les sols testés en SD3 sont de classe A<sub>1</sub> selon le GTR. Il s'agit de sols peu plastiques qui changent brutalement de consistance pour des faibles variations de teneur en eau.



# E. ADAPTATION DU PROJET AU SITE

## E.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le 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.

La Zone d'Influence Géotechnique s'étend sur une distance horizontale de l'ordre de 7 mètres autour de l'extension et de l'ordre de 5 m autour du parking.

A ce stade de l'étude et à notre connaissance, les ouvrages inclus dans la ZIG sont :

- Le bâtiment existant ;
- Les voiries et les réseaux existants.

Il conviendra de prévoir le dévoiement des réseaux existants présents sur l'emprise de l'extension.

## E.2. Terrassements

Les dispositions constructives concernant les terrassements sont décrites en partie F du présent rapport.

## E.3. Fondations de l'extension

On pourra s'orienter vers une solution de fondations superficielles, ancrées dans les schistes altérés limoneux gris verdâtre, sains et naturellement en place (formation n°3).

Cette solution est présentée en partie G du présent rapport.

## E.4. Niveaux bas

Le niveau bas de l'extension sera traité en plancher porté par les fondations sur vide sanitaire d'une hauteur variable de 0.8 à 1.5 m.

## E.5. Assise des voiries et parkings

Les dispositions constructives et les sujétions de réalisation de l'assise des voiries et parkings VL sont précisées au chapitre H.

# F. TERRASSEMENTS

## F.1. Conditions de terrassement

Les terrains superficiels ont été identifiés comme des matériaux majoritairement fins. Ces terrains étant très sensibles à l'eau, des précautions et dispositions particulières devront être prises (voir paragraphe F.3).

Les terrassements devraient pouvoir être réalisés au moyen d'engins classiques (pelle mécanique, ...), hormis en cas de rencontre de gros blocs ou de passages indurés. Dans ce cas, les terrassements pourront nécessiter des engins plus puissants et du matériel spécifique (BRH, etc.).

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, etc.) 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.

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.

## F.2. Talutages

En phase définitive, des talutages allant jusqu'à 2 m de hauteur sont prévus pour la création du vide sanitaire et des talutages de l'ordre de 1.5 m sont prévus entre le bâtiment existant et le parking projeté au Nord. En l'absence de surcharges notables en amont de ces talus, on pourra retenir une pente de 3H/2V.

Des instabilités locales par érosion pourront affecter les talus. Il sera nécessaire de protéger les talus des intempéries (enherbement en phase définitive pour les talus extérieurs).

## F.3. Dispositions vis-à-vis des eaux météoriques et souterraines

### F.3.1. En phase chantier

On rappelle la forte sensibilité à l'eau des terrains superficiels. Cet aspect doit impérativement faire partie des paramètres à sérieusement considérer pour assurer une bonne réalisation et gestion des terrassements. En l'absence de précautions et dispositions particulières, le site pourrait devenir impraticable par temps de pluie ce qui pourrait impliquer notamment l'arrêt du chantier.

Aussi, il convient de privilégier la réalisation des travaux de terrassement en période sèche de façon à limiter les impacts liés aux eaux météoriques et souterraines. L'entreprise devra notamment se tenir informée des conditions météorologiques et adapter le phasage des travaux en fonction des périodes de temps sec annoncées.

Par ailleurs, il conviendra de prévoir :

- Des dispositifs assurant la gestion des eaux de ruissellement provenant des abords pour les canaliser en dehors de l'emprise des talus et de la plateforme ;
- Au niveau des plateformes : couche de forme granulaire mise en œuvre sur un fond de fouille dressé avec une (ou des) forme(s) de pente en direction de fossés et/ou tranchées

drainantes, etc. La position et les modalités de réalisation des différents dispositifs devront être définies pour ne pas compromettre la stabilité des talus.

Ces dispositifs devront être raccordés à un système assurant l'évacuation des eaux collectées vers un (ou des) exutoire(s) non refoulants et sans risque pour le chantier et les avoisinants.

### F.3.2. En phase définitive

Il conviendra de prévoir notamment :

- Un système de drainage périphérique. Les drains seront des drains routiers disposés à la base des murs sur des cunettes en béton, ils seront entourés de massifs filtrants avec enveloppe géosynthétique anti-contaminante et devront présenter une pente régulière et suffisante ;
- Des dispositifs permettant d'écarter les eaux de ruissellement du bâtiment en direction de dispositifs de récupération ;
- Des dispositions de reprise des eaux de toiture via des gouttières reliées à un réseau étanche.

Il devra être prévu des systèmes assurant la collecte et l'évacuation des eaux collectées vers un (ou des) exutoire(s) non refoulant(s).

Par ailleurs, dans le cas où la réalisation d'ouvrages d'infiltration serait envisagée, la faisabilité devra être vérifiée dans le cadre d'une étude spécifique complémentaire et, le cas échéant, ces ouvrages devront être implantés à une distance suffisante des autres ouvrages et/ou infrastructures pour éviter toute interaction directe et éviter tout effet néfaste sur les terrains supportant ces derniers.



# G. PREDIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

## G.I. Type de fondations et niveau d'assise

Compte tenu du contexte géotechnique défini précédemment et des caractéristiques du projet, nous préconisons une solution de fondations superficielles de type semelles répondant aux conditions d'ancrage suivantes :

- Ancrage d'au minimum 0,3 m de profondeur dans les schistes altérés limoneux gris verdâtre (formation n°3), sains et naturellement en place.

ET

- Ancrage à une profondeur minimale de 2.6 m par rapport au terrain actuel et fini (RDC).

Ainsi, au droit de nos sondages, les profondeurs d'assise prévisionnelles sont les suivantes :

	SP1	SP2
Cote terrain actuel TA (NGF)	75.1	75.3
Profondeur assise (m/TA)	2.6	2.9
Niveau fini RDC (NGF)	75.5	
Profondeur assise (m/TF)	3.0	3.1

**Tableau 4 - Profondeurs d'assise prévisionnelles des fondations au droit des sondages**

Dans ces conditions, la profondeur de mise hors gel minimale par rapport au niveau fini extérieur de 0,5 m est vérifiée.

Nous excluons tout ancrage des fondations dans les limons sablo-argileux de la formation n°2 ou dans des remblais, ou dans toute poche qui serait remaniée ou décomprimée ou qui contiendrait des éléments évolutifs et/ou racinaires. Toute présence de tels matériaux devra donner lieu aux sur-profondeurs de fouilles et sur-volumes de bétonnage nécessaires au respect du critère d'encastrement minimal défini précédemment.

Toute modification du projet (implantation, conception, ...) peut rendre les conclusions de cette étude inadaptées. Il convient de se reporter aux conditions générales d'exploitation du rapport figurant à la fin de ce document.

Par ailleurs, des variations ou hétérogénéités locales, non mises en évidence lors de la reconnaissance, peuvent apparaître en cours de travaux et nécessiter des adaptations constructives.

NOTA : Une vérification et validation systématiques des fonds de fouilles devront être réalisées dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution (mission G3) avec avis du géotechnicien chargé de la supervision géotechnique d'exécution (mission G4).

## G.2. Détermination des contraintes de calcul sous fondations

Le calcul et le dimensionnement des fondations seront conduits aux ELS et ELU (Etats Limites de Service et Etats Limites Ultimes) suivant les recommandations de l'Eurocode 7 et sa norme d'application NF P 94-261.

Pour les fondations décrites précédemment, les paramètres de calculs sont les suivants :

$$\begin{aligned} p_{le}^* &= 1,00 \text{ MPa} \\ k_p &= 0,9 \end{aligned}$$

En négligeant  $q_0$ , les contraintes de calcul sont les suivantes :

$$\begin{aligned} q'_{ELS} &= 0,32 i_\delta \text{ (MPa)} \\ q'_{ELU} &= 0,53 i_\delta \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

Avec  $i_\delta$ , le coefficient minorateur lié à l'inclinaison de la charge, à calculer selon les prescriptions de l'annexe D de la norme NF P94-261 ( $i_\delta = 1,0$  dans le cas d'une charge verticale centrée).

## G.3. Descentes de charges

Les hypothèses de descentes de charges sont présentées au paragraphe C.4.

Nous avons retenu les combinaisons d'actions suivantes pour le pré-dimensionnement des fondations :

- ELS Caractéristiques :  $G + Q$
- ELU Fondamentaux :  $1.35G + 1.50Q$

Les descentes de charges combinées sont les suivantes :

	Charges verticales	
	ELS (kN/ml)	ELU (kN/ml)
SF1	39	53
SF2	72	99
SF3	73	100
SF4	17	26
SF5	72	99
SF6	94	129
SF7	146	201
SF8	39	53

**Tableau 5 – Descentes de charges sur appuis filants**

	Charges verticales	
	ELS (kN)	ELU (kN)
M1	762	1052
M2	534	737
M3	180	248
M4	331	455

**Tableau 6 – Descentes sur appuis isolés**

## G.4. Prédimensionnement des fondations

Les semelles filantes sont toutes vérifiées pour une largeur de 0,4 m.

Les semelles isolées sont vérifiées pour les dimensions suivantes :

	Dimensions	
	B (m)	L (m)
M1	1.6	1.6
M2	1.3	1.3
M3	0.8	0.8
M4	1.1	1.1

**Tableau 7 – Dimensions des semelles isolées**

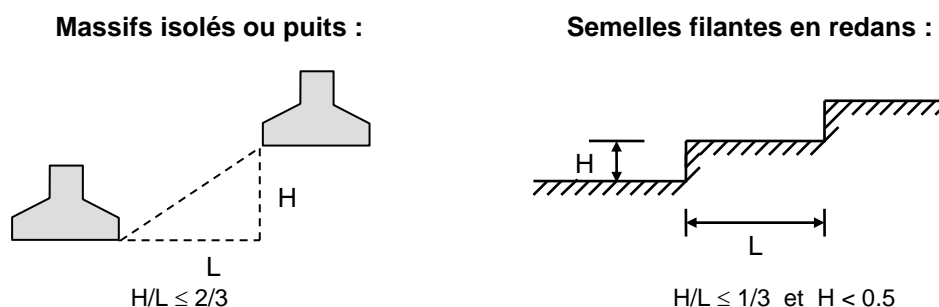
Estimés à l'aide de la méthode pressiométrique (en retenant un coefficient rhéologique  $\alpha$  de 1/2 dans les schistes plus ou moins altérés), les tassements inférieurs au demi-centimètre en absolu et en différentiel.

On rappelle que les tassements sont essentiellement conditionnés par le soin porté à l'exécution des fondations (homogénéité du fond de fouille, ancrage, ...).

## G.5. Sujétions d'exécution

Il faudra respecter les précautions générales suivantes :

- On travaillera par temps sec.
- Indépendamment des charges, les dimensions minimales des fondations seront de 0,5 m x 0,5 m pour les massifs isolés et 0,4 m pour les semelles filantes.
- On se conformera aux règles de la norme NF P 94-261 concernant les fondations voisines, en descendant l'ensemble des massifs à la même profondeur ou en appliquant une pente minimale de 3 de base pour 2 de hauteur entre massifs voisins.
- La condition de redan à respecter pour les semelles filantes sera une pente minimale de 3 de base pour 1 de hauteur et une hauteur de redan inférieure à 0,5 m.



**Figure 23 – Schémas de principe des règles relatives aux fondations posées à différents niveaux**

- Avant de couler les fondations, l'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée. Les épaisseurs de limons, de remblais, de terrains remaniés, de terrains douteux ou de sols racinaires devront conduire à un approfondissement de l'assise des fondations afin de garantir l'ancrage requis dans les sols en place. Le rattrapage se fera par du gros béton.
- Les terrains remaniés, altérés par les engins ou les intempéries devront être purgés.
- On procèdera soit immédiatement après ouverture des fouilles au coulage des fondations, soit à la protection du fond de fouille par un béton de propreté.
- Au besoin, un pompage provisoire en fond de fouille permettra d'empêcher toute stagnation d'eau sur les horizons d'assise des futures fondations, notamment en cas de conditions météorologiques défavorables. Nous insistons sur le fait que la portance pourrait baisser fortement en cas d'humidification excessive.



## G.6. Sujétions d'exécution liées à la présence de mitoyens

D'après le plan de fondation incluant l'existant (document [5]), les fondations de la partie sans sous-sol présentent une arase supérieure à -2.6 m soit +72.9 NGF (sans information sur la cote d'arase inférieure). La partie du sous-sol mitoyenne à l'extension projetée est fondée sur un radier dont l'arase inférieur s'établit à -3.49 m soit +72.0 NGF et sur des fondations dont l'arase supérieure s'établit à -3.6 m soit +71.9 NGF (sans information sur la cote d'arase inférieure).

Les débords des fondations mitoyennes décrites dans le document [5] sont de l'ordre de 10 à 20 cm par rapport au nu des voiles.

Nous préconisons la réalisation de fouilles de reconnaissances de fondations en début de chantier afin de confirmer les données ci-avant. En effet, il n'est pas exclu que les données des plans d'exécution diffèrent de la réalité, étant donné le coulage pleine fouille des fondations.

L'implantation des fondations projetées devra tenir compte des débords réellement constatés afin de ne pas interférer avec l'existant. Si nécessaire, on prévoira des parties de l'extension en porte-à-faux et les longrines de redressement adaptées.

Le cas échéant, il conviendra de prendre en compte les éventuelles excentricités de charges dans le dimensionnement des fondations en phase exécution du fait du décalage des fondations projetées vis-à-vis des existants mitoyens.

Les fondations projetées devront être descendues au même niveau que les fondations existantes afin de ne pas venir surcharger l'existant.

Dans tous les cas, les entreprises chargées des travaux devront prendre toutes les précautions nécessaires afin de ne pas déstabiliser les existants tant en phase provisoire que définitive.

L'utilisation du BRH à proximité des fondations de l'existant pour la réalisation des fouilles des fondations projetées sera proscrite.

La mise en place des nouvelles fondations provoquera une surcharge des terrains et est susceptible de provoquer des tassements sur les existants (de l'ordre du millimètre).

# H. ASSISE DES VOIRIES

## H.1. Normes et règlements

On se référera au Guide de réalisation des remblais et des couches de forme – édition 2000 du SETRA LCPC.

## H.2. Fond de forme

Le fond de forme sera constitué de limons sablo-argileux gris verdâtre, sans éléments végétaux et/ ou racinaires, sains, propres et de compacité satisfaisante.

Toutes poches de remblais impropres, de terrains remaniés, décomprimés, évolutifs, racinaires ou de points durs qui seraient rencontrées au niveau du fond de forme devront être purgées. Le cas échéant, ces matériaux impropres seront à remplacer de façon adaptée avec des matériaux sablo-graveleux soigneusement compactés, de sorte à éviter la création de zones de faiblesse ou au contraire de points durs.

## H.3. Couche de forme

A ce stade de l'étude, nous étudions une couche de forme en matériau granulaire d'apport séparée des terrains en place par un géotextile.

On mettra en œuvre une couche de forme en matériau de type grave naturelle de classe D21 ou D31 ou un concassé de roche dure de classe R21 ou R22.

Les matériaux retenus devront être insensibles à l'eau, conformes à la norme NF P 11-300 et ils devront en particulier répondre aux exigences suivantes :  $VBS < 0.1$ ,  $MDE < 45$ ,  $D_{max} \leq 80$  mm et passant à  $80 \mu m < 12 \%$ .

L'épaisseur de la couche de forme sera à adapter en fonction des terrains en fond de fouille et de l'état hydrique des matériaux au moment des travaux. Dans le cas d'une PST I/ARI, l'épaisseur de la couche de forme peut être estimée à 50 cm.

Les épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre seront à valider en début de chantier par une planche d'essai.

La réalisation de planches d'essai permettra de valider et/ou d'optimiser les épaisseurs de couches de forme (notamment dans les zones où le fond de fouille est constitué de schistes).

On exigera en couche finale :  $EV2 \geq 50$  MPa et  $EV2/EV1 \leq 2,2$ .

On proscrira l'utilisation de sablon pour la couche de forme (risque d'entraînement hydraulique dû à des circulations d'eau superficielles...).

En cas d'utilisation de matériaux de démolition (béton concassé), on réalisera des mesures préalables de teneurs en sulfate afin d'écarter tout risque de gonflement.

Dans le cas d'une couche de forme en matériau traité au liant hydraulique, il sera nécessaire de :

- Procéder à des classifications GTR du matériau,
- Vérifier la teneur en sulfates solubles du sol (inférieure ou égale à 0,5 % dans l'eau),
- Réaliser des essais d'évaluation de l'aptitude du sol au traitement.

Nous recommandons la réalisation d'un compactage soigné et adapté des fonds de forme (évitant tout matelassage) avant la mise en œuvre de la couche de forme.

# I. SUITES A DONNER

Nous préconisons la réalisation de fouilles de reconnaissances de fondations en début de chantier afin de confirmer les profondeurs d'ancrage et les débords des fondations existantes mitoyennes indiqués sur le plan de fondations disponible.

---

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique G2 PRO confiée à FONDASOL.

Selon la norme NF P 94-500, cette étude doit être suivie de la phase DCE / ACT 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.

FONDASOL est à la disposition du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre pour la réalisation de la mission G2 phase DCE / ACT.

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 et des avoisinants 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 se tient à la disposition du maître d'ouvrage pour la réalisation de la mission G4.



# 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 géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	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'exécutions (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.

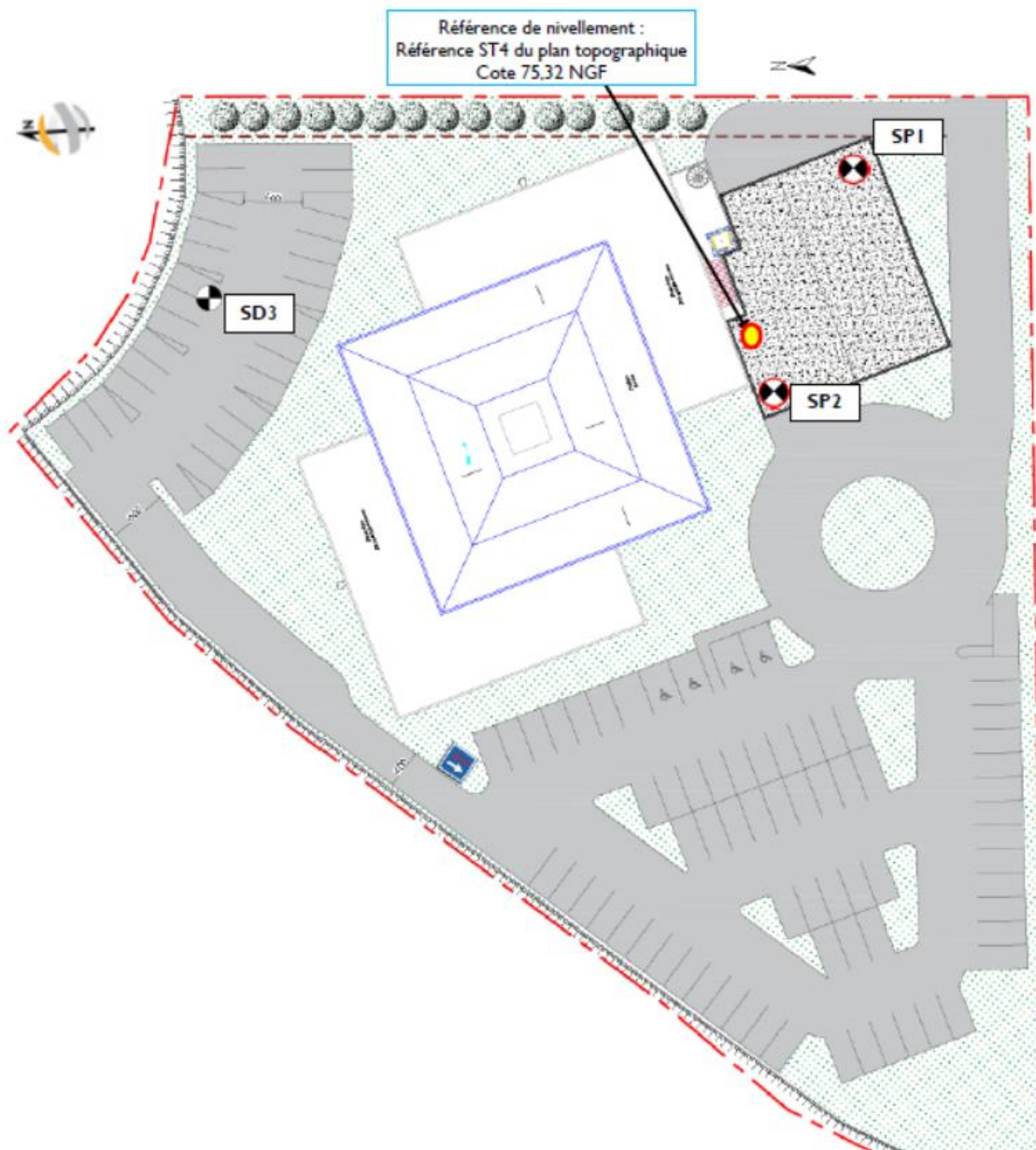
### A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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).

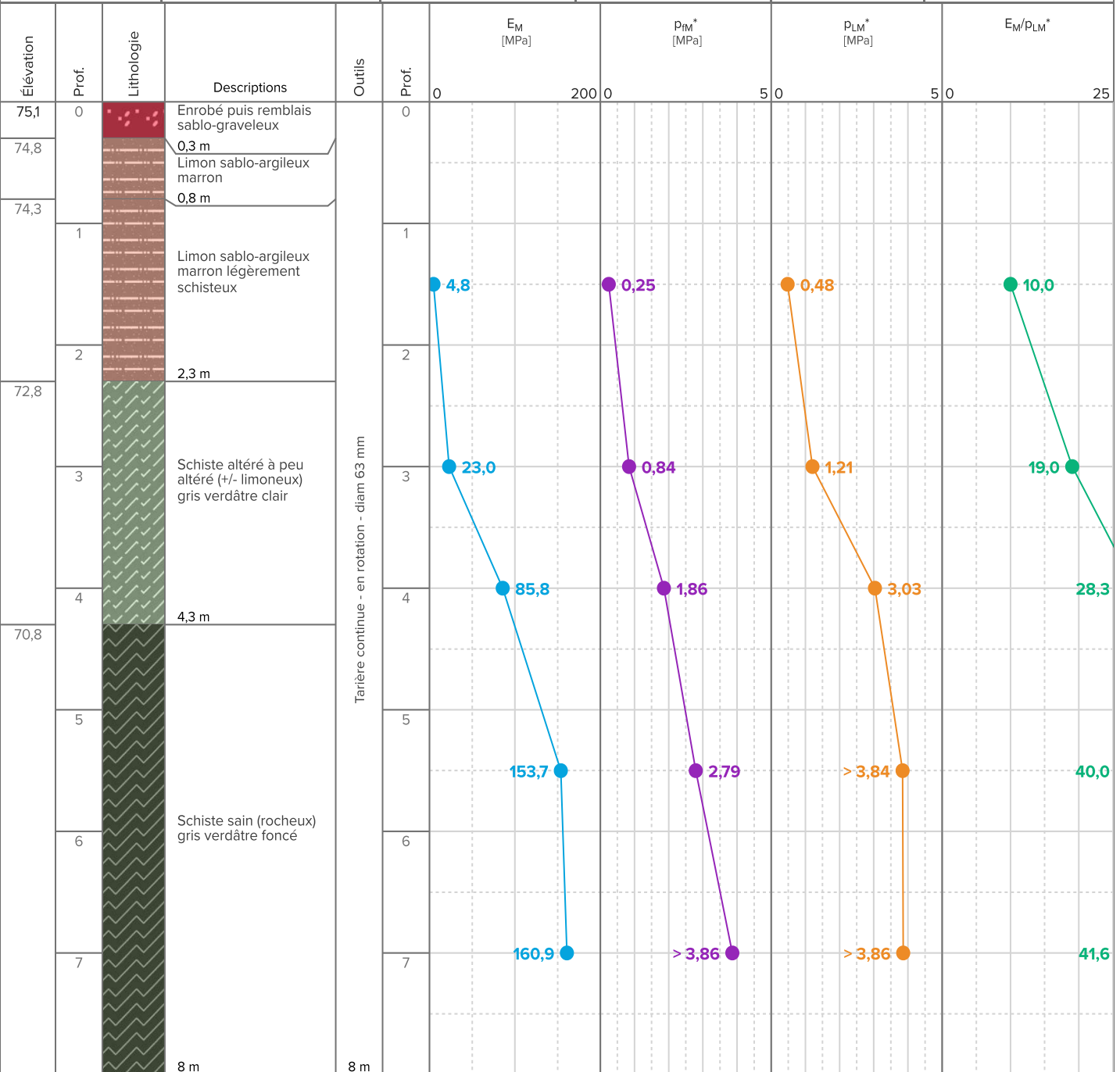
### 3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU





SP1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	-1,651881689	49,633672273	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec		
	+75,1 m	NGF	0,0°	8,0 m			

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP1	Pressiomètre	13/06/2023	13/06/2023	SD70.8	MICHALEC



SP2


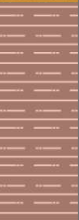

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
-1,652199789	49,633744380	WGS 84		<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input checked="" type="checkbox"/> Sec
+75,3 m	NGF	0,0°	8,0 m			

Données			Type	Début		Fin		Machine	Opérateur
PMT-SP2			Pressiomètre	13/06/2023		13/06/2023		SD70.8	MICHALEC
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Prof.	$E_M$ [MPa]	$p_{fM}^*$ [MPa]	$p_{LM}^*$ [MPa]	$E_M/p_{LM}^*$
75,3	0		Limons sableux végétalisés marron clair	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	0				
74,7			0,6 m						
	1		Limons sablo-argileux marron		1				
	2		2,2 m		2				
73,1			Limons argilo-sableux marron clair légèrement schisteux						
72,7			2,6 m						
	3		Schiste altéré à peu altéré (+/- limoneux) gris verdâtre clair		3	22,3	0,74	1,17	19,1
	4				4	66,3	1,78	2,70	24,5
	5		5,1 m		5				
70,2			Schiste sain (rocheux) gris verdâtre foncé						
	6				6				
	7				7	122,6	2,28	> 3,84	32,0
67,3	8		8 m	8 m	8				



CONSTRUCTION EXTENSION DU BATIMENT 882  
DE L'INSTN - CHERBOURG-OCTEVILLE (50)

(N° Projet: PR.14GT.23.0076)

SD3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau		
	-1,652131282	49,634297695	WGS 84		Pluricentimétrique	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec		
	+73,5 m	1,5 m	-	NGF	Décimètre			
Début			Fin			Machine	Opérateur	
13/06/2023			13/06/2023			SD70.8	MICHALEC	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils
73,5	0		Limon sableux végétalisé marron clair					Tarière continue - en rotation - diam 89 mm
			0,2 m					
73,3			Limon sablo-argileux marron					
			0,9 m					
72,6	1		Schiste altéré limoneux gris verdâtre clair					1,5 m

72

## 4. RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE





**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** CHERBOURG-EN-COTENTIN  
**N° d'affaire :** 14GT.23.0076 **Laboratoire :** ARGENTEUIL

Quantité de matériau Normalisée:

**Sondage :** SD4 **Date de prélèvement :** 13/06/2023  
**Profondeur (m) :** 0.20 à 1.00 **Date de réception :** 19/06/2023  
**Cote (m) :** à **Mode de prélèvement :** Sondage destructif  
**Profondeur moyenne :** 0.60 m  
**Nature matériau :** limon sableux marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

**TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)**

**Date de l'essai :** 30/06/2023  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
**w<sub>n</sub> =** 15.0 %

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**

**Date de l'essai :**  
**Conditions :** **Résultats :**  
Conditions de conservations : **ρ =** t/m<sup>3</sup>  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau **Autres paramètres :**  
Température de la salle d'essai : °C **ρ<sub>d</sub> =** t/m<sup>3</sup>  
**Observations :** **γ =** kN/m<sup>3</sup>  
**γ<sub>d</sub> =** kN/m<sup>3</sup>

**LIMITES D'ATTERBERG**

**Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)**

**Limite de liquidité W<sub>L</sub> :** **Date de l'essai :**  

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

  
**Limite de plasticité W<sub>p</sub> :** **Résultats :**  

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

  
**Observations :** **W<sub>L</sub> =** %  
**W<sub>p</sub> =** %  
**I<sub>p</sub> =**

**ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)**

**Date de l'essai :** 05/07/2023 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
**Proportion : C =** 97.48  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
**VBS =** 0.42

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)**

**Date de l'essai :**  
**Fraction testée :** fraction 0/2 mm **f =** %  
**Teneur en eau :** w = %  
**Observations :** **Résultats :**  
**SE<sub>1</sub> =** %  
**SE<sub>2</sub> =** %  
**Equivalent de sable :**  
**SE(10) =** %

**COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)**

**Observations :** **Résultat :**  
**F<sub>s</sub> =** %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC  
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**  
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

**Nom de l'affaire :**

CHERBOURG-EN-COTENTIN

**N° d'affaire :**

14GT.23.0076

**Laboratoire :** ARGENTEUIL

Quantité de matériau Normalisée:

**Sondage :** SD4

**Date d'essai de prélèvement :**

13/06/2023

**Profondeur (m)** 0.20 à 1.00 m

**Date de réception :**

19/06/2023

**Cote (m) :** à m

**Mode de prélèvement :**

Sondage destructif

**Profondeur moyenne :** 0.6 m

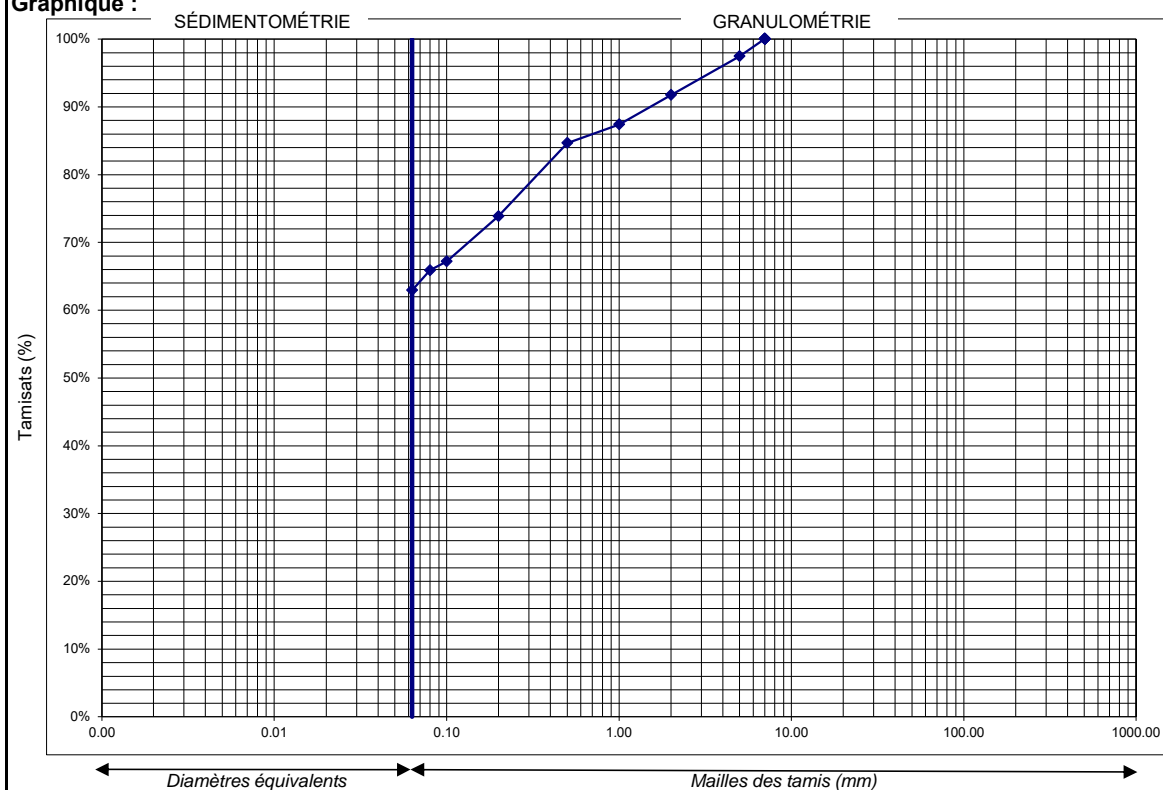
**Date d'essai :**

04/07/2023

**NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :**

Classification NF P 11-300 :		Nature du sol selon Classification granulométrique		limon sableux marron	
Nature du sol : limon sableux marron		Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :  dm = 10 mm	% estimé d'éléments > d <sub>m</sub>	Température d'étuvage : 105°C	
% de passant à :				Plus gros élément	
50 mm = 100.00%	2 mm = 91.74%				
20 mm = 100.00%	80 µm = 65.89%				
5 mm = 97.48%	63 µm = 62.93%				

**Graphique :**



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer    Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

**DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)**

**Résultats :**

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.48	91.74	87.41	84.66	73.87	67.17	65.89	62.93
Refus %							2.52	8.26	12.59	15.34	26.13	32.83	34.11	37.07

**Observations :**



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

**FONDASOL Agence de CAEN**

8 rue Abo Volo  
14120 – MONDEVILLE

☎ 02.31.74.31.31.

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