



**fondasol**

**Agence de Lorraine**

102 Impasse Henri Becquerel

54170 LUDRES

☎ 03 83 98 34 00

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



**Restructuration de la pharmacie à usage intérieur  
Centre Hospitalier de Lunéville (54300)**

**Etude géotechnique G1 + G2-AVP**

**PR.LOGT.25.0188 - 001**

<i>Rév.</i>	<i>Date</i>	<i>Nb pages</i>	<i>Modifications</i>	<i>Rédacteur</i>	<i>Contrôleur</i>
-	29/07/2025	24	1ère diffusion	A. BOURTSEV	D. HOGNON
A					
B					
C					

# SOMMAIRE

<b>A.</b>	<b>Présentation de notre mission</b>	<b>4</b>
A.1.	Eléments du contrat	4
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	4
A.3.	Documents à notre disposition pour cette étude	5
A.4.	Description du projet	6
A.5.	Programme d'investigations	6
<b>B.</b>	<b>Caractéristiques générales du site</b>	<b>7</b>
B.1.	Description générale	7
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	8
<b>C.</b>	<b>Résultats des investigations</b>	<b>14</b>
C.1.	Lithologie	14
C.2.	Données géomécaniques	14
C.3.	Données hydrogéologiques	15
C.4.	Reconnaitances de fondations	15
C.5.	Analyses d'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis du béton	15
<b>D.</b>	<b>Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques</b>	<b>16</b>
D.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques	16
D.2.	Données liées au risque sismique	16
D.3.	Modes de fondations et de niveau bas envisageables	16
D.4.	Travaux d'adaptation afin d'accueillir le projet	17
D.5.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	17
D.6.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	17
<b>E.</b>	<b>Études des fondations superficielles</b>	<b>18</b>
E.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	18
E.2.	Modèle et hypothèses géotechniques	18
E.3.	Exemples de calcul pour quelques fondations types - Première approche des tassements	19
E.4.	Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution	19
<b>F.</b>	<b>Etude des fondations par radier général</b>	<b>21</b>
F.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	21
F.2.	Modèle et hypothèses géotechniques – Ebauche dimensionnelle	21
F.3.	Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution	22
<b>G.</b>	<b>Suites à donner</b>	<b>24</b>
G.1.	Données d'entrée nécessaires pour la mission G2 PRO	24
G.2.	Enchaînement des missions normalisées	24

## **ANNEXES**

- 1. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page**
- 2. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – 1 page**
- 3. Résultats des investigations in situ – 2 pages**
- 4. Compte-rendu de la sécurisation des points de sondages – 9 pages**
- 5. Risques naturels – 1 page**

# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

## A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : GHEMM, 6 Rue Girardet, 54301 Lunéville Cedex

Devis : SQ.LOGT.25.05.029 – Indice A en date du 16/06/2025

Commande en date du 24/06/2025

## A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Etude géotechnique G1 + G2 AVP selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013), en vue du projet de restructuration de la pharmacie à usage extérieur.

Le présent rapport comprend :

- L'étude préliminaire du site,
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),
- Les principes d'adaptation au site,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'ébauche dimensionnelle d'ouvrages de gestion des eaux pluviales,
- L'étude des niveaux caractéristiques de la nappe,
- Etude de stabilité de talus et de moyens de soutènement provisoire ou définitif,
- Etude de nouvelles structures de voiries,
- Réutilisation des sols extraits en remblais ou couche de forme.

Remarques importantes :

- Cette étude géotechnique ne concerne pas les aspects géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour en définir les potentialités et analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.). Le département Hydrogéologie de FONDASOL peut prendre en charge ces prestations sur la base d'une offre de service spécifique.

- L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Le cas échéant, le service Environnement de FONDASOL est disponible pour établir un devis de diagnostic environnemental.

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

### A.3.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude de la lettre de consultation (avec plan projeté du RDC) établie par le BET ETICO en mai 2025.

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

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

- La carte IGN du secteur,
- Les données du BRGM,
- La carte géologique du secteur,
- Les données publiées sur le site [georisques.gouv.fr](https://georisques.gouv.fr),
- Les vues aériennes du secteur disponibles sur [remonterletemps.ign.fr](https://remonterletemps.ign.fr).

### A.3.3. Données manquantes

Les éléments suivants ne nous ont pas été fournis :

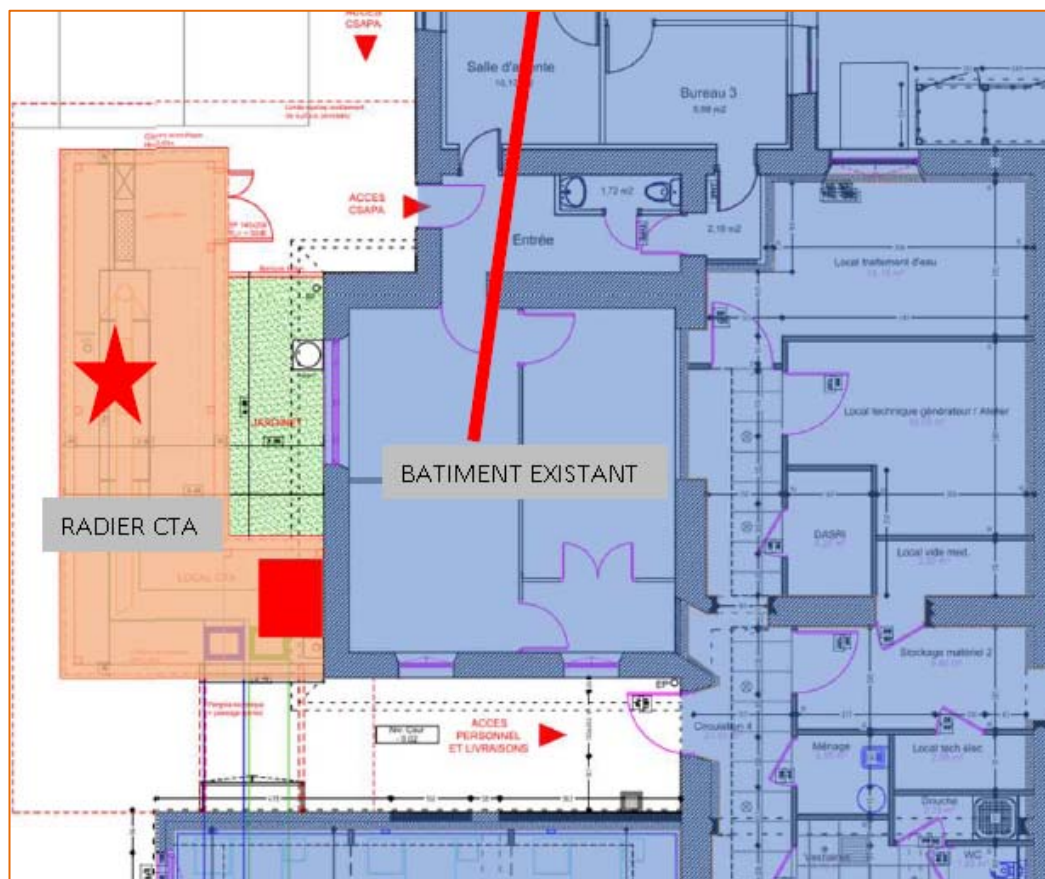
- Coupes du projet et niveaux finis,
- Plan topographique du site,
- Tassements absolus et différentiels admissibles,
- Descentes de charges sur fondations et niveaux bas.

#### A.4. Description du projet

#### A.4.1. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

Le projet prévoit des travaux de restructuration d'un bâtiment existant, avec la mise en place notamment d'une centrale de traitement d'air à l'extérieur sur dalle ou radier.

Le futur ouvrage sera ponctuellement mitoyen à l'existant, sans niveau de sous-sol enterré. Nous supposons un niveau fini du projet sensiblement identique au niveau du terrain actuel, soit vers la cote 231.3 m NGF.



*Plan RDC du projet (extrait de la lettre de consultation, mai 2025)*

## A.5. Programme d'investigations

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Sondages	SPI	RFI
Type	Pressiométrique	Reconnaissance de fondation
Profondeur (m)	7.0 m	1.7 m
Essais	5 essais pressiométriques	
Nivellement (NGF)	231.3	231.4

Le nivellement des sondages a été réalisé à l'aide d'un GPS dont la précision altimétrique est de plus ou moins 5 cm, par rapport au référentiel de nivellement NGF-IGN69 (repris par le terme NGF dans la suite du rapport). La sécurisation des points de sondages vis-à-vis des réseaux enterrés existants a été réalisée par la société PARERA, dont le compte-rendu est présenté en annexes.

L'intégralité des résultats des investigations in situ réalisées par FONDASOL est donnée en annexes du présent rapport.



## B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

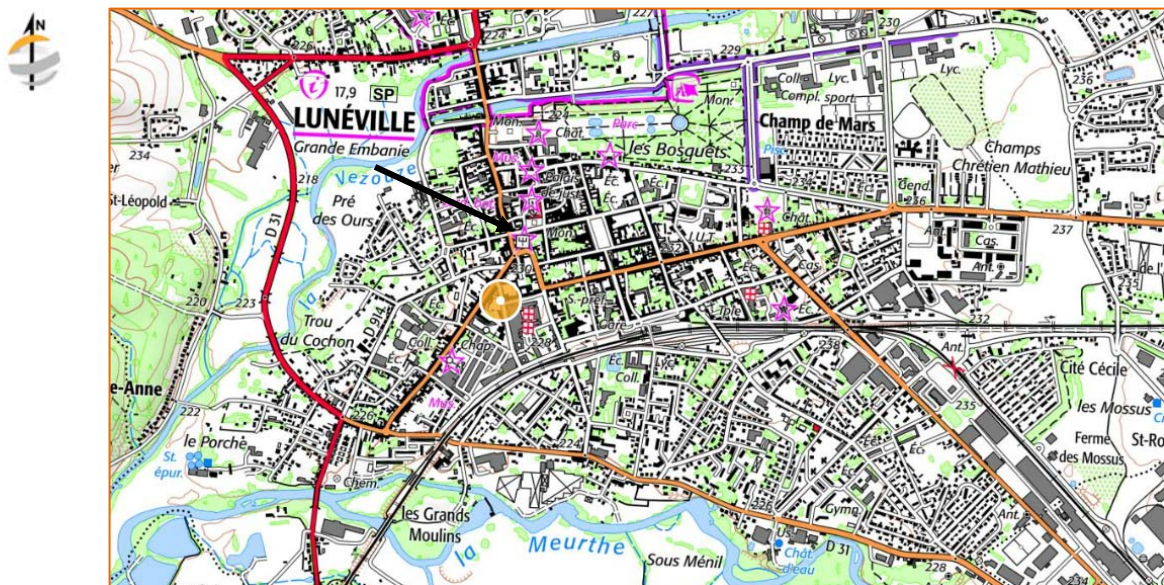
### B.1. Description générale

Le terrain étudié est situé au centre-ville, au sein du Centre Hospitalier de Lunéville (54), au croisement entre la rue de l'Abbé Renard et rue de Viller.

La zone étudiée correspond à un parking existant.

D'un point de vue topographique, le terrain est globalement plat et horizontal et culmine vers 231.3 m NGF.

D'un point de vue hydrogéologique, notons la présence de la Meurthe et de la Vezouze à environ 600 m respectivement au Sud et à l'Est du site.



Extrait carte IGN (Géoportail)



Extrait du plan cadastral du site et localisation de la zone étudiée (Géoportail)





Photographies du site (02/07/2025)

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

### B.2.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique de LUNEVILLE et sa notice associée, les terrains du site seraient constitués par des alluvions anciennes de la Meurthe, à dominante sableuse et graveleuse et recouvert par une couverture limoneuse.



Extrait de la carte géologique de LUNEVILLE (source : BRGM ©)



## B.2.2. Risques naturels connus

### B.2.2.1. Synthèse des risques recensés

Risque	Aléa / sensibilité	Document réglementaire et date de prescription
Inondations	Non concerné par le PPRI	PPR Lunéville - 2011
Remontées de nappe	Terrain situé en zone potentiellement sujette aux débordements de nappe ou d'inondations de caves (fiabilité moyenne)	/
Retrait-gonflement des sols argileux	Aléa <b>moyen</b>	Arrêté du 22 juillet 2020
Cavités	Pas de cavité recensée à moins de 500 m du site	/
Mouvements de terrain	Pas de mouvement de terrain recensé à moins de 500 m du site	/
Séisme	Zone de sismicité I – Très faible	Décret n°2010-1254 Décret n°2010-1255 Arrêté du 22/10/10 modifié par l'arrêté du 19/07/11 et par celui du 15/09/14
Rayonnements ionisants – Radon	Non situé dans un département prioritaire - potentiel modéré (catégorie 2)	Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002

Cette liste n'est pas exhaustive. Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte des prescriptions liées à l'ensemble des risques, y compris non géotechniques.

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux extraits des cartes en Annexes.

### B.2.2.2. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
NOR19830516	01/04/1983	28/04/1983	16/05/1983	18/05/1983	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
NOR19830720	25/05/1983	30/05/1983	20/07/1983	26/07/1983	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
NOR19830720	25/05/1983	30/05/1983	20/07/1983	26/07/1983	Glissement de Terrain	LUNEVILLE
BUDD8750068A	07/07/1987	08/07/1987	27/09/1987	09/10/1987	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9300213A	13/04/1992	13/04/1992	18/05/1993	12/06/1993	Secousse Sismique	LUNEVILLE
INTE9400004A	13/12/1993	25/12/1993	11/01/1994	15/01/1994	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9700188A	24/02/1997	28/02/1997	12/05/1997	25/05/1997	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9900026A	28/10/1998	31/10/1998	21/01/1999	05/02/1999	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9900488A	28/05/1999	28/05/1999	29/11/1999	04/12/1999	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	LUNEVILLE
INTE0200700A	29/12/2001	30/12/2001	17/01/2003	24/01/2003	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE0400285A	14/01/2004	14/01/2004	21/05/2004	09/06/2004	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE0600952A	02/10/2006	05/10/2006	01/12/2006	08/12/2006	Inondations et/ou Couées de Boue	LUNEVILLE
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/05/2019	Sécheresse	LUNEVILLE
INTE2027601A	01/07/2019	30/09/2019	20/10/2020	17/11/2020	Sécheresse	LUNEVILLE
IOME2308745A	01/07/2022	30/09/2022	03/04/2023	03/05/2023	Sécheresse	LUNEVILLE

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

### B.2.3. Eléments d'histoire et autres risques

Les vues aériennes anciennes sont issues du site [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr).

Nous observons les modifications suivantes :

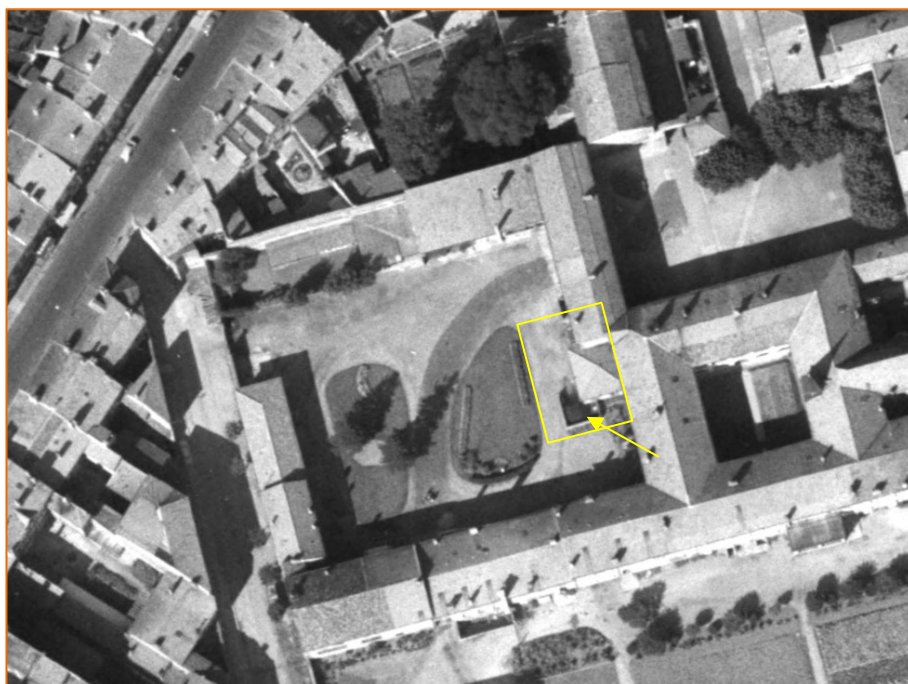
- En 1944 : la pharmacie actuelle est visible sur les photographies. Autrement, le terrain était boisé,
- Entre 1944 et 1959 : Travaux d'aménagements paysagers et déboisement des arbres. Une structure non identifiée est présente à l'angle Sud-Ouest de la pharmacie,
- Entre 1961 et 1972 : Travaux de démolitions visibles, avec notamment la suppression de la structure en angle Sud-ouest,
- Entre 2004 et 2008 : Déboisement des arbres et construction du parking actuel.
- Depuis 2008 : Nous n'observons pas de modifications majeures au droit du site.



Vue aérienne datée de 1944 (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr))



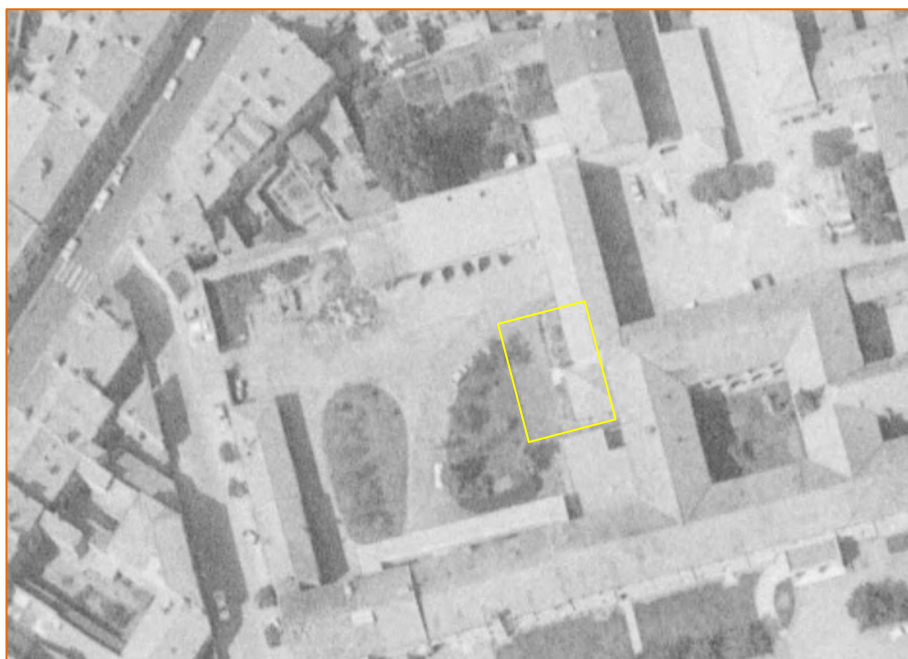
Vue aérienne datée de 1959 (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr))



*Vue aérienne datée de 1961 (source : remonterletemps.ign.fr)*



*Vue aérienne datée de 1972 (source : remonterletemps.ign.fr)*



Vue aérienne datée de 1978 (source : remonterletemps.ign.fr)



Vue aérienne datée de 2004 (source : remonterletemps.ign.fr)





*Vue aérienne datée de 2008 (source : remonterletemps.ign.fr)*

# C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

## C.1. Lithologie

Le sondage a permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- **Formation n°1 : Structure du parking : enrobés puis remblais sableux et graveleux**

La structure a été rencontrée jusque 0.8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

- **Formation n°2 : Sables et graviers, plus ou moins limoneux**

Cette formation semble correspondre à la formation alluvionnaire (cf. carte géologique de Lunéville §B.2.1).

Elle a été rencontrée à partir de 0.8 m (soit sous la cote 230.5 m NGF) et jusqu'à 4.5 m de profondeur.

Compte-tenu de l'historique du site, il n'est pas exclu que cette formation soit remaniée en tête (distinction délicate avec les remblais sableux et graveleux, compte-tenu de leur granulométrie semblable).

- **Formation n°3 : Argiles sableuses et graveleuses, gris-vert**

La formation argileuse a été rencontrée à partir de 4.5 m (soit sous la cote 226.8 m NGF) et jusqu'à la base de notre sondage à 7 m de profondeur.

*La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...), ni de distinguer les remblais de même nature que les sols en place.*

## C.2. Données géomécaniques

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*	
N°	Formation	Pression limite nette PI* (MPa)			Module pressiométrique E <sub>M</sub> (MPa)		Nb valeurs		
		Min	Max	Moy (1)	Min	Max	Moy (1)		
I	Structure de parking	Non mesurées							
2a	Sables et graviers limoneux	0.13			1.2			1	Très lâches jusque vers 1.5 m
2b		0.38	0.41	0.39	3.0	4.9	3.9	2	
3	Argiles sableuses	0.63	0.68	0.65	7.9	8.3	8.1	2	Fermes

Moyenne arithmétique

\* décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau B.2.1 de la norme NF P94-262.

### C.3. Données hydrogéologiques

Lors de notre intervention réalisée le 28 juillet 2025, une arrivée d'eau en cours de forage a été rencontrée à -4.0 m de profondeur (soit sous la cote 227.3 m NGF).

Il s'agit vraisemblablement de la nappe d'accompagnement de la Meurthe, dont le niveau dépend des conditions météorologiques et des saisons.

*Les niveaux d'eau ci-avant correspondent à des observations réalisées lors de notre intervention sur site ; les niveaux mentionnés peuvent être influencés par le fluide utilisé pour le forage, la durée d'observation dans le cas de terrains peu perméables, les conditions pluviométriques ayant précédé ces relevés....*

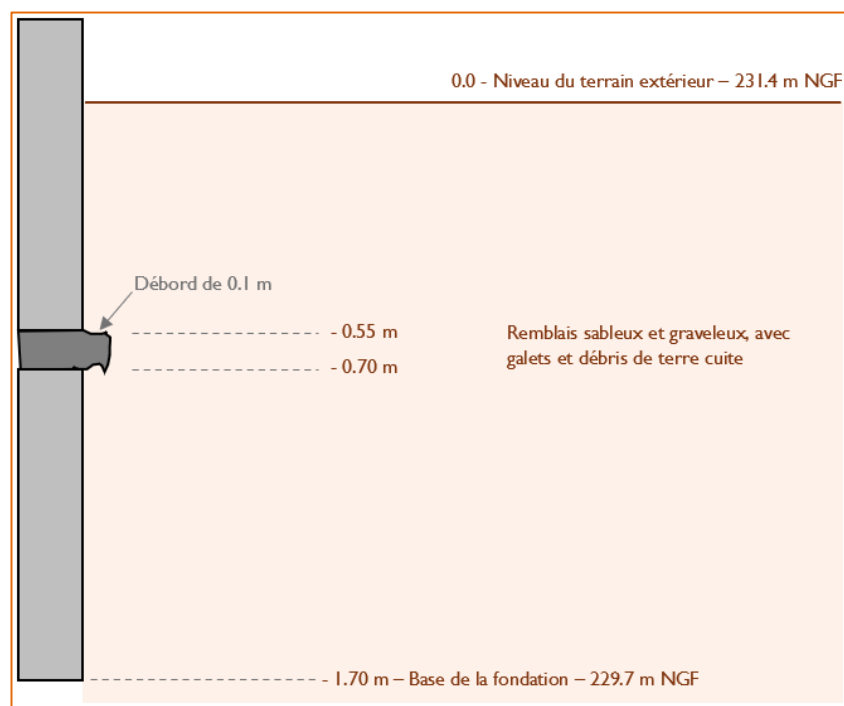
*L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques précises, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier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

### C.4. Reconnaissances de fondations

Nous avons réalisé un sondage de reconnaissance de fondation existante au droit de la façade Ouest de l'existant. Le sondage a été réalisé à la pelle mécanique jusqu'à la base de la fondation.

Il a été mis en évidence une fondation descendue jusque -1.7 m de profondeur (soit une assise à la cote 229.7 m NGF). Il n'a pas été mis en évidence de débord extérieur au droit de la semelle. Toutefois, un pseudo-débord de 10 cm a été mis en évidence, entre 0.55 et 0.7 m de profondeur et semble correspondre à une ancienne couche de béton de propreté.

Les sols sont constitués de remblais sableux et graveleux sur toute la hauteur de la fouille.



Croquis schématique du sondage de reconnaissance de fondation RFI

### C.5. Analyses d'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis du béton

L'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis du béton doit être évaluée selon la norme NF EN 206 (2014).

À ce stade, aucune analyse d'agressivité n'a été réalisée. Elles devront être réalisées en phase projet et pourront nécessiter des investigations complémentaires.

# 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 :

- Les travaux de démolition de la structure de parking existante ainsi que la présence éventuelle d'anciens vestiges (voir enquête historique §B.2.3), nécessitant des moyens de terrassements puissants,
- L'ouvrage existant et ponctuellement mitoyen au projet. Des dispositions constructives adaptées devront être respectées afin de ne pas déstabiliser les existants, avec un aléa de déstabilisation si l'on descend sous leurs niveaux d'assise ou si l'on surcharge les fondations,
- Les précédents travaux de déboisement, pouvant être à l'origine de remaniements des sols sur des profondeurs pluri-décimétrique et devront être pris en compte lors de la conception des fondations. Des approfondissements ponctuels pourront être à prévoir, en cas de rencontre de sols douteux en fond de fouille,
- La présence de la nappe, nécessitant de réaliser les travaux préférentiellement en période météorologique favorable et en période de nappe basse,
- L'aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

## D.2. Données liées au risque sismique

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

## D.3. Modes de fondations et de niveau bas envisageables

Compte-tenu du contexte géotechnique du site, il peut être envisagé soit :

- la réalisation de **fondations superficielles de type filantes ou isolées**, ancrées au sein de la formation n°2 de sables et graviers.  
Dans ce cas, le dallage sera porté par les fondations (dalle portée).
- la réalisation d'un **radier généralisé en béton armé**, par l'intermédiaire de gros béton.  
Dans ce cas, le radier fera office de niveau bas.

Des dispositions seront nécessaires en mitoyenneté afin de ne pas déstabiliser l'ouvrage existant.



#### D.4. Travaux d'adaptation afin d'accueillir le projet

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassment, 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.

D'une manière générale, les travaux seront réalisés préférentiellement en dehors des périodes de pluie et en période de nappe basse.

Les terrassements nécessiteront des moyens de terrassements puissants, compte-tenu de la structure de parking existante ainsi que la rencontre de possibles vestiges enterrés issus de l'ancienne occupation du site. Ces derniers devront être purgés et substitués par des matériaux insensibles à l'eau ou du gros béton.

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

En cas d'évacuation de matériaux hors du site (notamment des enrobés existants) il conviendra de respecter le type de filière adapté, à l'issue d'une étude environnementale.

#### D.5. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Les investigations réalisées le 28 juillet 2025 ont mis en évidence la nappe vers -4.0 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel (soit sous la cote 227.3).

Les travaux seront réalisés préférentiellement en période météorologique favorable et en période de nappe basse afin de s'affranchir de dispositifs spécifiques en phase chantier (blindage associé à un pompage, bétonnage au tube-plongeur, ...).

Le projet ne prévoit pas de déblai notable ni d'ouvrages enterrés, des dispositions de drainage sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques (matelas granulaire, formes de pentes, fossés, caniveaux, ...).

#### D.6. Première approche de la 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.

Au stade AVP actuel, il s'agit d'une délimitation en première approche, dans le but notamment de définir si des ouvrages existants à proximité du projet peuvent être impactés ou en interaction avec ce dernier.

La Zone d'Influence Géotechnique définie en première approche s'étend sur une distance horizontale de 3 m autour du futur ouvrage projeté et comprend notamment :

- l'existant et mitoyen au projet
- les réseaux enterrés et sauvegardés
- la structure de parking et voiries conservés

La ZIG devra être redéfinie en phase PRO, une fois les plans du projet et le phasage des travaux précisément établis. Ces éléments devront être disponibles pour la réalisation de la mission G2 PRO.

# E. ÉTUDES DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

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

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder les futurs ouvrages sur des **fondations superficielles, de type filantes ou isolées**, en respectant les conditions suivantes :

- ancrage minimal de **0.3 m dans les sables graveleux et limoneux de la formation n°2b**, sains et non remaniés (par les travaux de déboisement et remaniements notamment),
- une profondeur d'assise minimale de 1.0 mètres par rapport au niveau du terrain extérieur fini (de facto assurée compte-tenu de l'épaisseur des sols superficiels et remaniés des formations n°1 et 2a),
- respecter les règles de dénivellation contre les mitoyens (voir §F.3).

→ Ainsi, au droit de nos sondages SPI, la profondeur d'assise minimale sera de l'ordre de -1.8 m (229.5 m NGF) par rapport au niveau du terrain actuel.

*Des approfondissements ponctuels seront à prévoir, afin de dépasser toute poche de sols douteux (poche molle ou remaniée par les travaux, traces charbonneuses ou débris végétaux, traces de remblais, ...).*

*Nota : 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.*

## 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 de l'avant-projet, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des fondations, le modèle géotechnique et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes, par rapport au niveau du terrain fini supposé identique à l'existant :

N°	Nature du sol	Prof. approximative de la base (m/TF) Ou cote (m NGF)	$p_{LM}^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$	Classe de sol (NF P94-261)
1	Structure de parking	≈ 0.8 m (230.5 m NGF)				
2a	Sables graveleux et limoneux	≈ 1.5 m (229.8 m NGF)	0.13	1.2	1/3	Sables et graviers
2b		4.5 m (226.8 m NGF)	0.40	3	1/3	
3	Argiles	>7 m (< 224.3 m NGF)	0.65	8	2/3	Argiles

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol considéré

TF : niveau du terrain fini

Classe de sol : catégorie conventionnelle de sol selon NF P94-261- tableau D.2.3.

## E.2.2. Contraintes de calcul pour les fondations

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

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous limiterons les contraintes de calculs à :

$$q'_{ELS} = 0.14 i\delta i\beta \text{ (en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0.23 i\delta i\beta \text{ (en MPa)}$$

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

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

*Nota :* Une optimisation peut être recherchée en G2 PRO dans le cas de très faibles descentes de charges, avec un ancrage au sein de la couche n°2a afin de limiter les profondeurs des massifs notamment.

## E.3. Exemples de calcul pour quelques fondations types - Première approche des tassements

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

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

Type de semelles	Semelles isolées		Semelles filantes	
Charge ELS	50 kN	150 kN	50 kN/ ml	100 kN/ ml
Dimensions	0.6 x 0.6 m	1.1 x 1.1 m	0.4 ml	0.8 ml
Ordre de grandeur du tassement (cm)	0.7	0.8	0.8	0.9

En admettant comme hypothèses des valeurs seuils admissibles de 2 cm pour le tassement total et de 1 cm pour le tassement différentiel, les valeurs de tassements estimées ici sont a priori acceptables, sous réserve de l'appréciation du Bureau d'études structures.

Ces tassements sont à considérer comme différentiels vis-à-vis des existants.

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

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

Les fondations superficielles doivent être implantées de façon à ne pas exercer d'actions préjudiciables à la bonne tenue des réseaux, fouilles et talus voisins.

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

### E.4.1. Dimensions minimales - Dispositions en cas de niveaux décalés

D'une manière générale et indépendamment des descentes de charges, les fondations auront une largeur minimale B de 0.6 m pour des appuis isolés et 0.4 pour des semelles filantes.

La hauteur des semelles ne doit pas être inférieure à 0.2 m.

En cas de niveaux d'assise décalés entre fondations voisines, on limitera les redans ou le décalage d'assise entre fondations en respectant les schémas suivants :

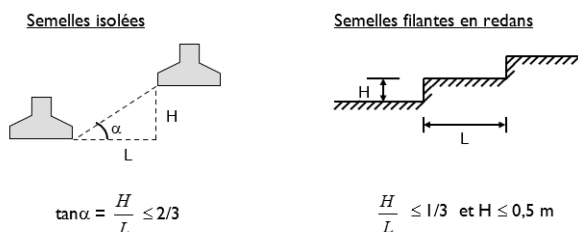


Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

### E.4.2. Conditions de réalisation des fondations

L'étude détaillée des sujétions d'exécution relève de la phase PRO de la mission G2 ; et il faudra notamment tenir compte des problématiques suivantes :

- Les travaux seront effectués préférentiellement en dehors des périodes de pluie,
- Bien vérifier la nature et l'homogénéité des fonds de fouilles. **Il conviendra de purger toute poche de sols douteux** (éventuels remblais, poche de sols mous, poches d'argiles décomprimées, traces charbonneuses ou débris végétaux,...) que l'on pourrait rencontrer aux niveaux d'assises prévus ;
- En cas de venue d'eau en fond de fouille, un blindage associé à un pompage pourra être nécessaire pour travailler à sec. Si les venues d'eau sont plus importantes, le bétonnage devra être réalisé au tube-plongeur depuis la base de la fouille,
- Le bétonnage interviendra immédiatement après la réalisation des fouilles de fondations. Malgré cette précaution, en cas de pluie avant bétonnage, les fonds de fouilles remaniées par l'eau et les matériaux effondrés des parois devront être bien curés et nettoyés avant bétonnage.

### E.4.3. Dispositions vis-à-vis des avoisinants

La présence d'ouvrages existants contre lesquels le projet sera accolé nécessitera une étude spécifique lors de la phase PRO de la mission G2.

D'une manière générale, les massifs seront le plus éloignés possible des existants et les semelles filantes le plus perpendiculaire possible. Nous recommandons la mise en place d'un blindage provisoire ou définitif afin d'éviter tout affouillement des structures existantes.

Les fondations contre l'ouvrage mitoyen seront descendues au minimum au même niveau que les fondations existantes et on prendra soin de ne pas affouiller les fondations et dallages des existants. Dans le cas contraire, on respectera les règles de dénivellations présentées ci-avant.

Les éventuels débords seront à prendre en compte. Dans le cas de fondations excentrées pour tenir compte des débords des fondations existantes, on réalisera des longrines en béton armé permettant la reprise en console des murs du projet.

Il sera nécessaire de désolidariser les nouveaux ouvrages des existants.



# F. ETUDE DES FONDATIONS PAR RADIER GENERAL

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

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, il peut être envisagé une solution de radier général en béton armé, reposant sur les sables graveleux et plus ou moins limoneux de la formation n°2 par l'intermédiaire de gros béton.

*Nota : Nous déconseillons la mise en œuvre d'une couche de forme, notamment vis-à-vis des vibrations générées à proximité immédiate de l'ouvrage mitoyen.*

Le gros béton sera descendu à minima jusqu'à 1.0 m de profondeur par rapport au niveau du terrain extérieur fini, afin d'assurer une protection vis-à-vis du gel et des variations hydriques. La mise en œuvre de redans sera nécessaire, vis-à-vis des fondations mitoyennes (voir §E.3).

## F.2. Modèle et hypothèses géotechniques – Ebauche dimensionnelle

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

### F.2.1. Modèle géotechnique pour les fondations

Au stade de l'avant-projet, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des radiers, les modèles géotechniques et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes, par rapport au niveau du terrain fini supposé identique à l'existant :

N°	Nature du sol	Prof. approximative de la base (m/TF) Ou cote (m NGF)	$p_{LM}^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$	Classe de sol (NF P94-261)
1	Structure de parking	≈ 0.8 m (230.5 m NGF)				
2a	Sables graveleux et limoneux	≈ 1.5 m (229.8 m NGF)	0.13	1.2	1/3	Sables et graviers
2b		4.5 m (226.8 m NGF)	0.4	3	1/3	
3	Argiles sableuses	>7 m (< 224.3 m NGF)	0.65	8	2/3	Argiles

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol considéré

TF : niveau du terrain fini

Classe de sol : catégorie conventionnelle de sol selon NF P94-261 - tableau D.2.3.

## F.2.2. Contraintes de calcul pour la fondation par radier

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

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous limiterons les contraintes de calculs à :

$q'_{ELS} \leq 0.035 \text{ (en MPa)}$
$q'_{ELU} \leq 0.06 \text{ (en MPa)}$

Outre le non dépassement de ces contraintes de calcul, le dimensionnement du radier devra intégrer aussi le calcul des tassements engendrés.

## F.2.3. Première approche des tassements

À titre indicatif et au stade de l'ébauche dimensionnelle, pour un radier de 10 m x 10 m apportant une contrainte moyenne répartie ELS de 0.01 MPa (soit 1 t/ m<sup>2</sup>), le tassement au centre du radier serait de l'ordre du centimètre.

Le calcul de tassement sera à réaliser en phase PRO de la mission G2 en tenant compte des dimensions de l'ouvrage, de la profondeur d'enfouissement, de sa rigidité, et de la répartition des descentes de charges.

Ces données nécessaires sont à communiquer par le bureau d'étude structure. Celui-ci devra également s'assurer de la compatibilité des valeurs de tassements résultants, avec la structure envisagée, pour rigidifier l'ouvrage en conséquence.

En première approche, on pourra retenir un coefficient de réaction verticale des sols sous radier de l'ordre de 10 MPa/m.

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

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

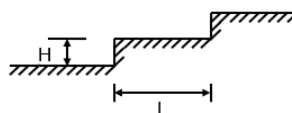
Le béton des fondations devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant. La caractérisation de l'agressivité potentielle du milieu (sol, eau) nécessite des analyses spécifiques à réaliser lors de la phase projet.

Il y aura lieu de prévoir :

- Des purges locales en cas de présence de poches hétérogènes, remaniée, de faible compacité ou présentant des débris végétaux,
- La vérification visuelle et le compactage du fond de forme obtenu suivant sa nature et son état hydrique,
- En mitoyenneté, le gros béton sera descendu à la même profondeur que les fondations existantes (reconnues au droit de notre sondage à -1.7 m soit une assise à la cote 229.7 m NGF).

Ensuite, on limitera les redans entre fondations selon le schéma suivant :

Semelles filantes en redans



$$\frac{H}{L} \leq 1/3 \text{ et } H \leq 0,5 \text{ m}$$

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

Lors de l'exécution, les adaptations éventuelles et la réception du fond de fouille sont à réaliser dans le cadre de la mission G3.

# G. SUITES A DONNER

## G.1. Données d'entrée nécessaires pour la mission G2 PRO

Devrons-nous être transmis avec l'ordre de service de démarrage de la mission G2 PRO :

- Mise à jour des plans du projet,
- Combinaisons suivant les Eurocodes des descentes de charges aux états limites.
- Seuils de déformations admissibles,
- Tout autre élément nécessaire à la bonne compréhension du projet.

## G.2. Enchaînement des missions normalisées

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

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

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

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

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





# ANNEXES

# I. ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

## 2. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – I PAGE

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 PRELABLE (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.

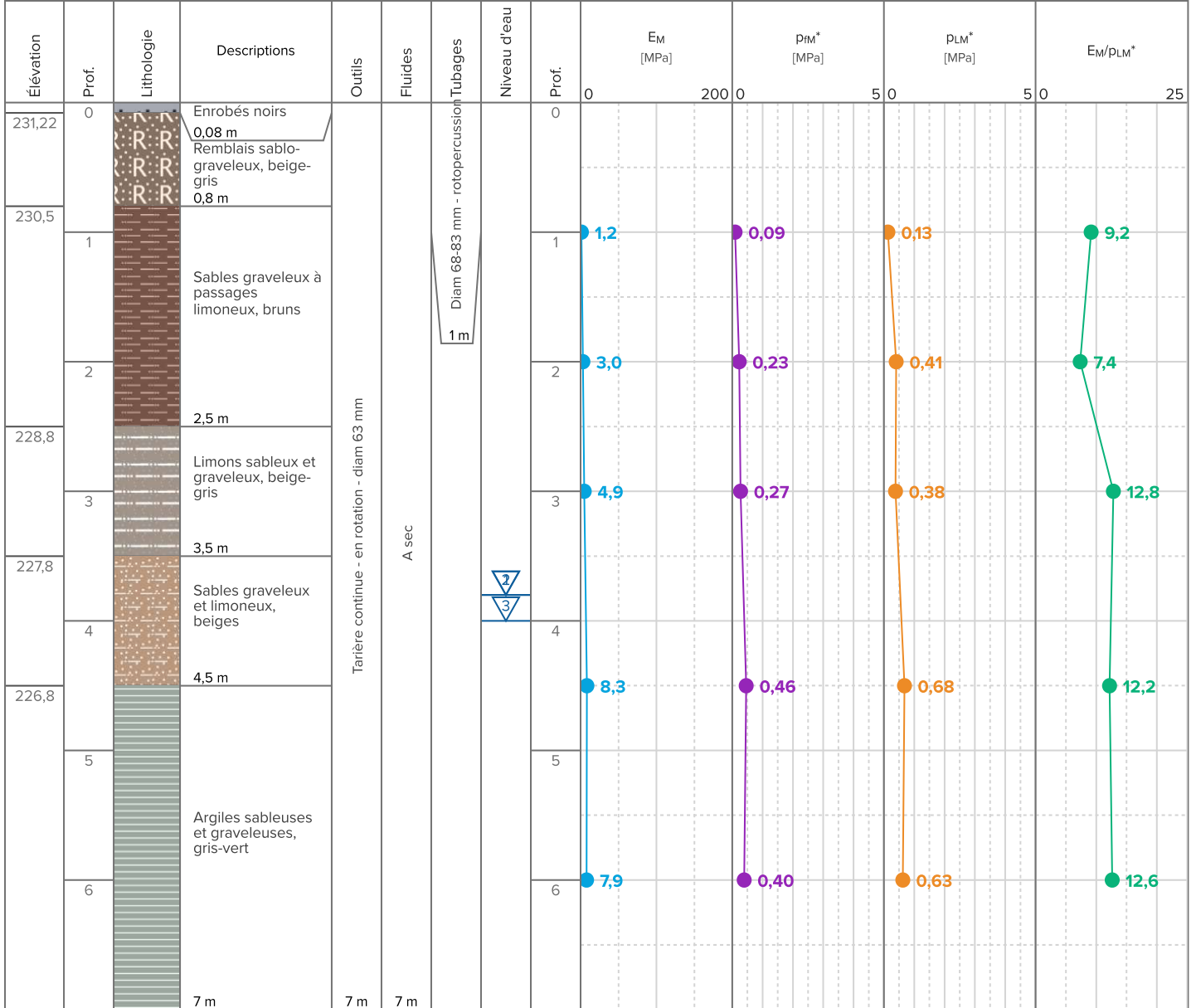
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

### 3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU – 2 PAGES



<b>SP1</b>	<b>Longitude</b>		<b>Latitude</b>		<b>Système de coordonnées</b>		
	6,4911832		48,5894866		WGS 84		
	<b>Élévation</b>		<b>Nivellement</b>		<b>Angle</b>	<b>Azimut</b>	<b>Prof. atteinte</b>
	+231,3 m		NGF		-	-	7,0 m
<b>Données</b>		<b>Type</b>	<b>Début</b>		<b>Fin</b>		<b>Machine</b>
PMT-S2		Pressiomètre	28/07/2025		28/07/2025		SOCO35.5
							Opérateur
							CONROY Pascal





## **4. COMPTE-RENDU DE LA SECURISATION DES POINTS DE SONDAGES – 9 PAGES**

**6 Rue Jean Girardet**  
**54300 Lunéville**

**fondasol**  
#GÉOTECHNIQUE

## Table des matières

1 / PRESENTATION DE LA MISSION .....	3
1.1 DESCRIPTION DE LA PRESTATION .....	3
1.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SITE .....	3
1.3 MOYENS MATERIELS .....	4
2 / DEROULEMENT DE LA PRESTATION .....	5
2.1 Localisation des indices visibles.....	5
2.2 Détection électromagnétique.....	6
2.3 Détection géoradar .....	7
3 / RESULTATS DE LA SECURISATION.....	8

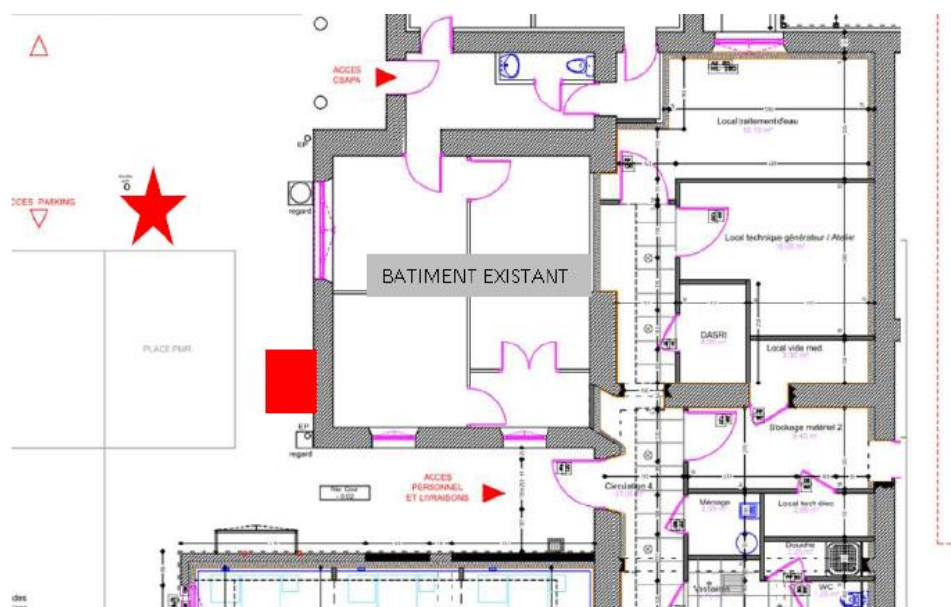
## 1 / PRESENTATION DE LA MISSION

### 1.1 DESCRIPTION DE LA PRESTATION

L'entreprise FONDASOL a fait appel à PARERA afin de sécuriser 2 points de sondage matérialisés par une étoile rouge et un carré rouge.

### 1.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SITE

Implantation prévue des sondages :



**EXISTANT**

### 1.3 MOYENS MATERIELS

Afin de détecter correctement tous types de réseaux, nous avons croisé les méthodes de détection non intrusives. Nous avons à disposition principalement deux types de matériels : un détecteur électromagnétique (avec ses accessoires) et un radar géologique, appelé aussi géoradar.

Les matériels listés ci-dessous ont été utilisés dans le cadre de la prestation de détection et de géoréférencement. Ils présentent les caractéristiques techniques correspondantes aux exigences réglementaires, et notamment aux prescriptions des normes NF S70-003 parties 2 et 3.

Employé	Equipement	N° série
RIEUX Louis	GEORADAR	01023000140N
	DETECTEUR PDL 8100	10/81PDL4469
	GENERATEUR	21902170593
	GPS MOBILE TRIMBLE R10	5308426537
	STATION S5	37120160



## 2 / DEROULEMENT DE LA PRESTATION

### 2.1 Localisation des indices visibles

Nous commençons par faire un tour de chantier pour marquer d'un point de la bonne couleur (*voir tableau du rappel de la norme NF S 70-003-2*) toutes les émergences et les indices visibles (coffrets, regards, tampons...). On en profite pour contrôler la cohérence des plans fournis.

**Tableau des couleurs normalisées :**

Nature des réseaux	Abréviation	Sensible	Couleur du marquage	
Electricité BT	BT	Oui		Rouge
Electricité HTA/HTB	HTA / HTB	Oui		Rouge
Eclairage	ECL	Oui		Rouge
Feux Tricolores / Signalisation routière	Feux / Sign	Oui		Rouge
Gaz combustible (transport ou distribution)	GAZ	Oui		Jaune
Hydrocarbures	HYD	Oui		Jaune
Produits chimiques	PC	Oui		Orange
Eau potable	AEP	Non		Beu
Assainissement Eaux Usées	EU	Non		Marron
Assainissement Eaux Pluviales	EP	Non		Marron
Assainissement Réseaux Unitaires	UNI	Non		Marron
Chauffage / Climatisation	CH / CLIM	Non		Violet
Télécommunications	TEL	A définir avec l'exploitant		Vert
Fibre optique	FO	A définir avec l'exploitant		Vert
Feux tricolores TBT / Signalisation TBT	Feux / Sign	Non		Vert
Zone de travaux	-	-		Blanc
Zone d'emprise multi-réseaux	-	-		Rose

Les réseaux détectés sont géoréférencés en trois dimensions et sont donc positionnés au regard de l'arrêté « DT-DICT » du 15 février 2012 qui permet de caractériser le niveau de qualité de la connaissance de l'emplacement des réseaux.

#### Rappel des classes de précision

Classe	Précision de positionnement du réseau
A	0,40 m pour un ouvrage rigide 0,5 m pour un ouvrage flexible
B	> à la classe A et < 1,50 m ou 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité
C	au-delà d'1,50 m ou 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains sensibles pour la sécurité

## 2.2 Détection électromagnétique



VLOC 3 et ses accessoires

Afin de réaliser un pré-repérage des réseaux présents, nous avons réalisé un premier passage en mode passif.

La détection de fréquences passives s'appuie sur les signaux qui peuvent être présents dans les conducteurs métalliques enterrés où on mesure le champ électromagnétique émis par un câble sous tension ou non et soumis à un courant.

Cette méthode n'étant pas discriminante, aucun point n'a été matérialisé (marquage) suite à cette détection. Il s'agit uniquement d'une information permettant de connaître le niveau de charge du sous-sol.

Ensuite, nous avons pu accéder aux émergences des réseaux à détecter et ainsi nous brancher en mode actif afin d'isoler nos recherches.

Les fréquences actives sont appliquées sur un conducteur enterré via un générateur.

Trois méthodes permettent d'appliquer le signal du générateur :

- En induction le générateur est placé sur le sol au-dessus ou à proximité d'un réseau qui rayonne en passif ou d'une émergence dont on n'a pas eu l'accès
- En raccordement direct, la sortie du générateur est connectée directement sur l'installation (pièces nues, aimant sur canalisation...)
- En mode serrage avec une pince émettrice pour les réseaux conducteurs comme les réseaux électriques ou de télécommunications.

Enfin, l'utilisation d'un flexible détectable au bout duquel il est possible d'ajouter une sonde et sur lequel nous pouvons induire un champ magnétique nous permettra de détecter les réseaux creux non conducteurs (canalisations EU/EP en béton ou PVC, gaines et fourreaux vides par exemple).

Pour chaque type de raccord il faut adapter les fréquences d'induction en fonction du réseau que l'on cherche à détecter.

Pour ce chantier nous avons utilisé deux types de raccord sur les réseaux conducteurs :

- ✓ le serrage qui consiste à passer une pince à champs autour d'un câble pour y induire une fréquence avec le générateur (TX-10) et la suivre avec le récepteur (RD8000 PDL).
- ✓ le galvanique qui consiste à injecter une fréquence en pinçant une pièce nue d'un côté (avec le fil rouge du kit de connexion) et raccorder a la terre de l'autre (avec le fil noir et la terre du kit de connexion).

Nous avons eu recours au flexible détectable (ou aiguille) pour détecter les réseaux creux (assainissement), les fourreaux vides...

## 2.3 Détection géoradar

Le principe d'un géoradar fonctionne sur une antenne émettrice et réceptrice qui envoie une onde électromagnétique en forme de cône, qui se propage dans le sous-sol. Une partie se réfléchit aux interfaces des matériaux. On enregistre le temps de trajet de l'onde ainsi que l'amplitude de réflexion. (Voir image 2 ci-dessous)

On réalise des coupes régulières sur la zone d'investigation pour croiser perpendiculairement tous types des réseaux enterrés de diamètre supérieur à 40mm.



Image 1 : DS2000



Image 2 : principe de fonctionnement

Nous avons terminé par le géoradar pour chercher les réseaux non conducteurs et non accessibles par un jonc détectable (réseau Gaz en PE). Ou encore les canalisations pour lesquelles nous n'avons pas réussi à suivre le signal émis par générateur sur toute la longueur du chantier.

Le géoradar nous permet ainsi de :

- ✓ détecter les réseaux non conducteurs (Gaz en PE ou assainissement inaccessible)
- ✓ de rajouter des profondeurs sur les réseaux gravitaires
- ✓ confirmer les profondeurs trouvées par la méthode électromagnétique

### 3 / RESULTATS DE LA SECURISATION

#### **SONDAGE S2 (Etoile rouge) – Point validé**





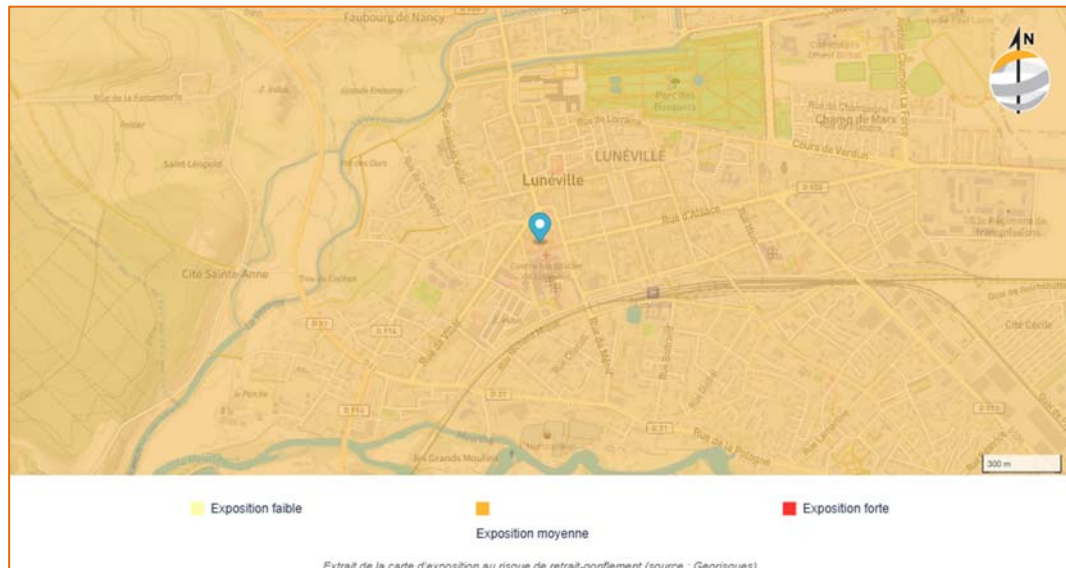
SONDAGE S1 (Carré rouge) – Point validé





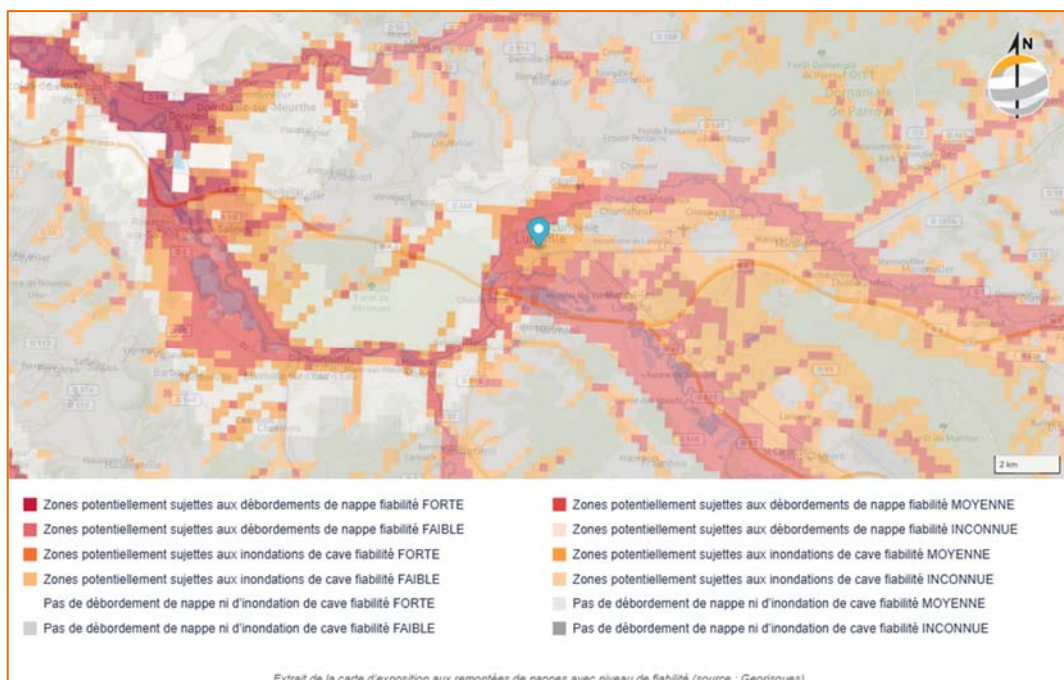
## 5. RISQUES NATURELS – I PAGE

### RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT



Extrait de la carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr))

### RISQUE INONDATION



Extrait de la carte du risque d'inondation de cave ou de débordement de nappe, avec niveau de fiabilité (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr))



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