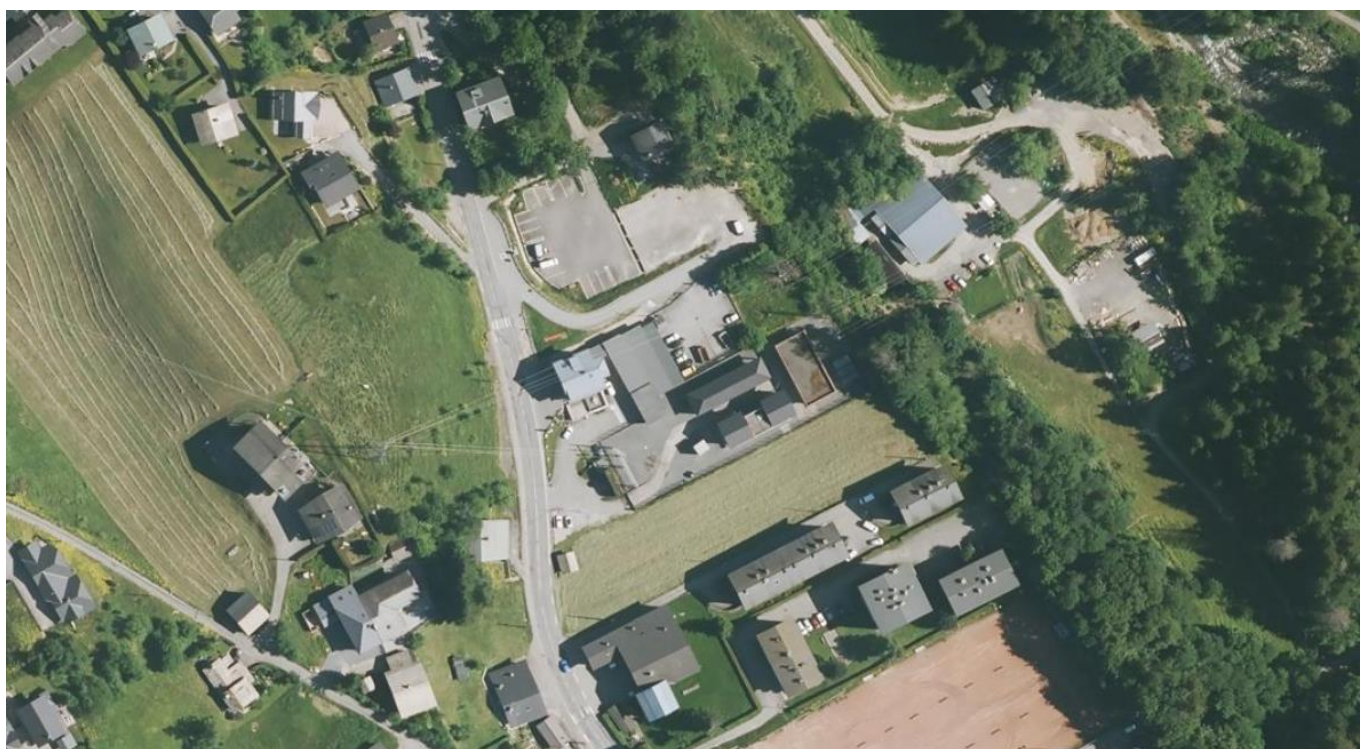


# ETUDES GEOTECHNIQUES D'AVANT PROJET (Mission G2 AVP)

## Réhabilitation du poste source de Morzine

### Route de la Plagne MORZINE (74110)



## Client

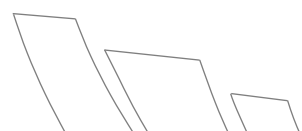
Nom	ENEDIS DR ALPES
Adresse	4 Boulevard Gambetta 73000 CHAMBÉRY
Interlocuteur	M. Richard PERRET

## ECR Environnement

AGENCE DE	Chambéry
ADRESSE	ZA Savoie Hexapole - 480, Rue Maurice Herzog - 73420 VIVIERS-DU-LAC
TELEPHONE	04 79 52 42 10
MAIL	<a href="mailto:chambery@ecr-environnement.com">chambery@ecr-environnement.com</a>
CHARGE D'AFFAIRES	Dorian COUCHON
CHARGE D'ETUDES	Lucas MAULNY

Date	Indice	Observation / Modification	Rédacteur	Vérificateur
30/04/2024	0		L. MAULNY	D. COUCHON

Rédacteur	Contrôle interne
L. MAULNY Chargé d'Etudes	D. COUCHON Chargé d'Affaires



## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
1.1.	OPERATION – INTERVENANTS .....	4
1.2.	MISSIONS .....	4
1.3.	INVESTIGATIONS REALISEES.....	5
1.4.	DOCUMENTS DE REFERENCE .....	5
<b>2.</b>	<b>SITE ET PROJET .....</b>	<b>6</b>
2.1.	PLAN DE SITUATION .....	6
2.2.	DESCRIPTION DU SITE.....	6
2.3.	CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	7
2.4.	RISQUES NATURELS .....	7
2.5.	DESCRIPTION DU PROJET.....	9
<b>3.</b>	<b>RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....</b>	<b>10</b>
3.1.	IMPLANTATION.....	10
3.2.	LITHOLOGIE .....	10
3.3.	CARACTERISTIQUES GEOMECHANQUES .....	11
3.4.	HYDROGEOLOGIE .....	11
3.5.	PERMEABILITE DES SOLS .....	12
3.6.	DONNEES PARASISMIQUES REGLEMENTAIRES .....	13
3.7.	RECONNAISSANCES DE FONDATION.....	13
3.8.	ANALYSE LABORATOIRE : CLASSIFICATION GTR.....	14
<b>4.</b>	<b>ANALYSE DES RESULTATS.....</b>	<b>15</b>
4.1.	PREAMBULE.....	15
4.2.	SYNTHESE DES CONTRAINTES GEOLOGIQUES ET GEOMECHANIQUES .....	15
<b>5.</b>	<b>PRECONISATIONS POUR L'AVANT-PROJET .....</b>	<b>16</b>
5.1.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	16
5.1.1.	<i>Principe .....</i>	<i>16</i>
5.1.2.	<i>Conditions de terrassement.....</i>	<i>16</i>
5.1.3.	<i>Drainage en phase chantier et mise hors d'eau .....</i>	<i>16</i>
5.1.4.	<i>Talutage .....</i>	<i>17</i>
5.2.	FONDATIONS SUPERFICIELLES .....	18
5.2.1.	<i>Principe .....</i>	<i>18</i>
5.2.2.	<i>Méthodologie pour le dimensionnement des fondations .....</i>	<i>18</i>
5.2.3.	<i>Contraintes de calcul sous charge verticale centrée (Etats limites) .....</i>	<i>20</i>
5.2.4.	<i>Estimation des tassements (semelles isolées ou filantes) .....</i>	<i>20</i>
5.2.5.	<i>Structure du radier .....</i>	<i>21</i>

5.2.6.	Hypothèse de dimensionnement du radier .....	21
5.2.7.	Recommandations constructives spécifiques vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles .....	21
5.2.8.	Dispositions constructives et recommandations pour les fondations .....	22
5.2.9.	Murs enterrés.....	23
5.3.	NIVEAUX BAS DU BATIMENT (SEMELLES ISOLEES OU FILANTES) .....	23
5.3.1.	Principe .....	23
5.3.2.	Préparation des plateformes .....	23
5.3.3.	Structures des dallages .....	24
5.3.4.	Contrôle .....	24
5.3.5.	Hypothèses de dimensionnement des dallages .....	24
5.3.6.	Estimation des tassements.....	25
5.4.	AVOISINANTS/MITOYENNETES.....	25
5.1.	VOIRIE LOURDE .....	26
5.1.1.	Préparation des plateformes.....	26
5.1.2.	Principe .....	26
5.1.3.	Couche de forme .....	26
5.1.4.	Contrôle .....	26
<b>6.</b>	<b>OBSERVATIONS .....</b>	<b>27</b>

## ANNEXES

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500
- Annexe 2 : Conditions particulières
- Annexe 3 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 4 : Coupes des sondages et résultats des essais in situ
- Annexe 5 : Procès-verbaux des essais de perméabilité
- Annexe 6 : Procès-verbaux des essais en laboratoire

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Opération – Intervenants

Opération : Réhabilitation du poste source de Morzine

Adresse : Route de la Plagne – 74110 MORZINE

Maître d'ouvrage : ENEDIS DR ALPES

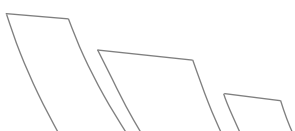
### 1.2. Missions

La présente étude a été réalisée par le bureau d'étude ECR Environnement, agence de Chambéry, à la demande et pour le compte d'ENEDIS DR ALPES.

Il s'agit de la mission type G2 AVP au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique jointe en Annexe 1.

L'étude répond aux objectifs suivants :

- préciser le contexte géologique et hydrogéologique général du site ;
- reconnaître la nature et les caractéristiques géomécaniques des sols au stade du projet ;
- reconnaître les niveaux d'eau (nappe, circulations ...) ;
- définir les modes de fondation envisageables en fonction des éléments communiqués ;
- fournir les paramètres de dimensionnement des fondations proposées et estimer les tassements ;
- fournir les données parasismiques réglementaires (EC8) ;
- évaluer les sujétions d'exécution des travaux de terrassements, de traitement et de fondations liées aux conditions géotechniques du site et aux caractéristiques du projet.



### 1.3. Investigations réalisées

La campagne d'investigations suivante a été réalisée pour les besoins de l'étude :

*ESSAIS IN-SITU :*

- 4 sondages pressiométriques (SP1 et SP4) descendus à 10.0 et 15.0 m de profondeur, à raison de 6 à 9 essais pressiométriques par sondage ;
- 3 essais de perméabilité types Lefranc (EP1 à EP3) réalisés à 1.5 m de profondeur, respectivement dans les sondages SP1, SP3 et SP4 ;
- 2 reconnaissances de fondation (RF1 et RF2), descendues à 1.25 et 1.5 m de profondeur ;
- La pose d'un piézomètre (PZ1) dans le sondage SP2 jusqu'à 8.0 m de profondeur.

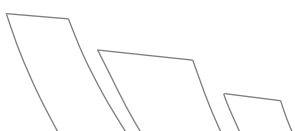
*LABORATOIRE :*

- 1 identification GTR (teneur en eau, granulométrie et VBS), suivant la norme NF P11-300, réalisée sur des échantillons prélevés au droit du sondage SC1 entre 0.5 et 2.0 m de profondeur.

L'implantation des sondages est reportée sur le plan joint en Annexe 3. Les coupes des sondages et les résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 4.

### 1.4. Documents de référence

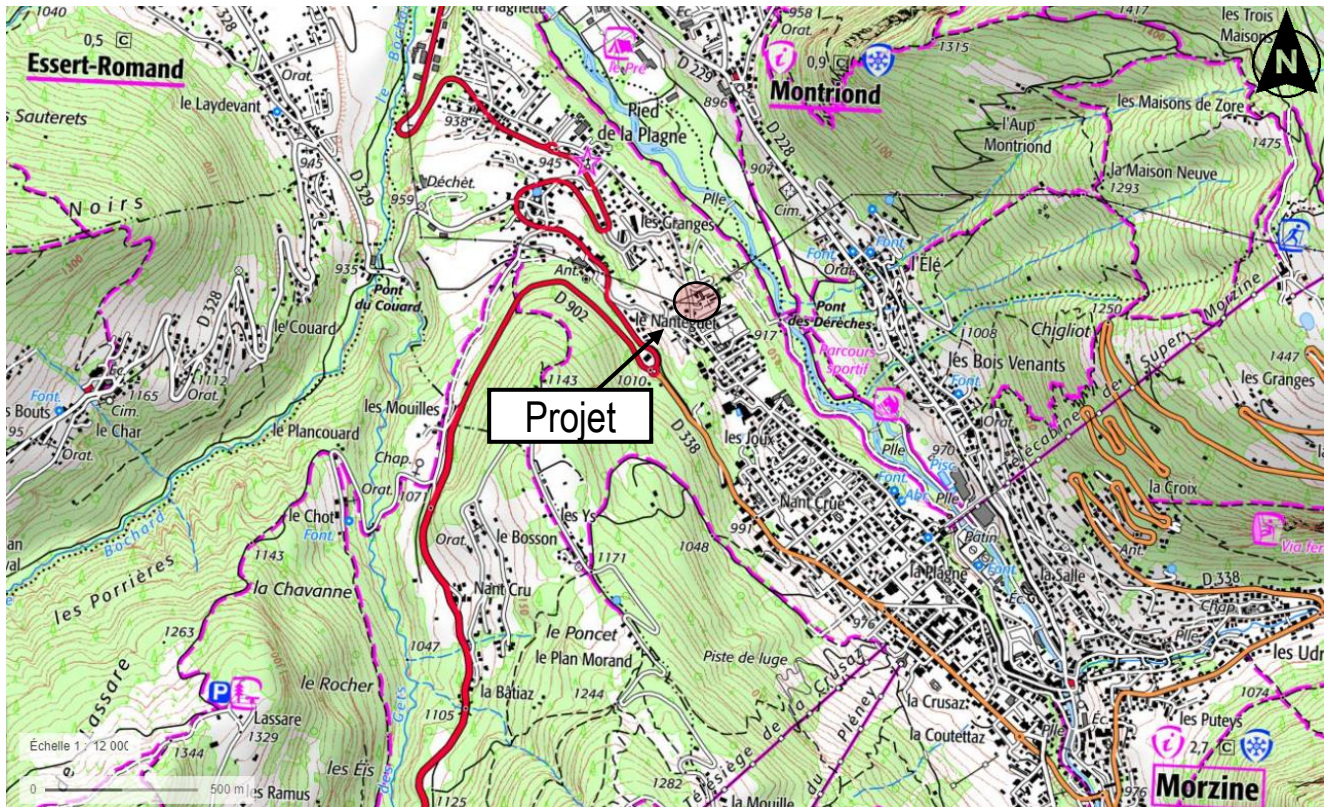
Le plan d'implantation générale avant / après travaux, réalisé par ENEDIS en date du 06/12/2023, a été utilisé dans le cadre de cette étude.





## 2. SITE ET PROJET

### 2.1. Plan de situation



*Fig.1 – Extrait de la carte topographique 1/25 000, Géoportail (IGN)*

### 2.2. Description du site

Le projet est localisé Route de la Plagne au sein de la commune de Morzine (74), sur les parcelles cadastrales 153, 155 et 545 de la section AD.

La topographie du site est sensiblement plane, son altitude est d'environ 951 m NGF.

Le poste est délimité par :

- La Route de la Plagne à l'Ouest ;
- Des champs agricoles au Sud ;
- Un parking au Nord ;
- Une zone boisée à l'Est.

Le site est actuellement occupé par le poste source de Morzine.





## 2.3. Contexte géologique

D'après la carte géologique de SAMOENS – PAS-DE-MORGIN (74) à l'échelle 1/50 000 et nos connaissances locales, le sous-sol du site est constitué, sous d'éventuelles remblais, par des dépôts fluvio-glaciaires et lacustres (GLFy).

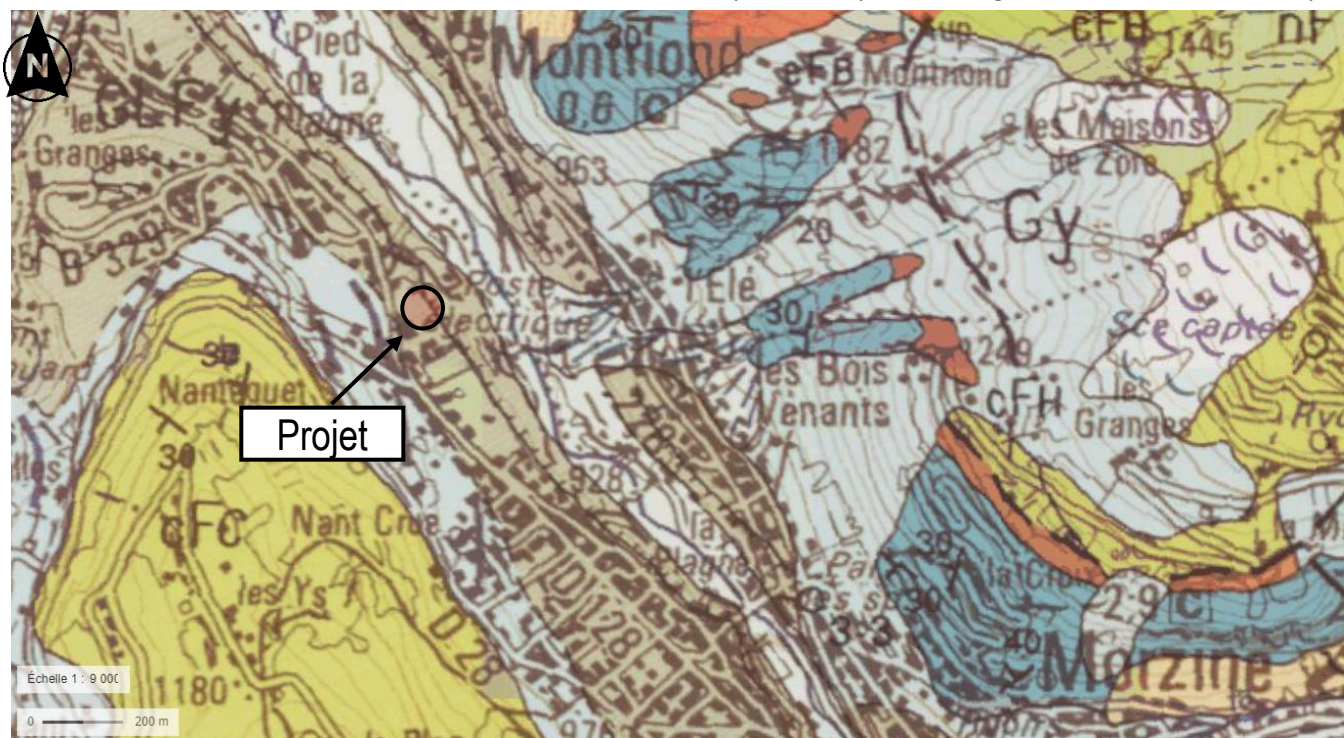


Fig.2 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000, Infoterre (BRGM)

D'après la banque de données du Sous-Sol du BRGM et le contexte du site, ces formations peuvent être le siège d'une nappe à faible profondeur (< 10 m).

## 2.4. Risques naturels

Sismique (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) :

La commune de Morzine (74) est située en zone de sismicité 4 (exposition moyenne).

L'ouvrage concerné par la présente étude est a priori de classe IV. Dans ces conditions, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 est obligatoire.

La classe du bâtiment devra être confirmée par le maître d'ouvrage.

Inondations et coulées de boue :

D'après le site de prévention des risques majeurs « [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) », six arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de Morzine (74) entre 1982 et 2015 suite à des inondations et coulées de boue.

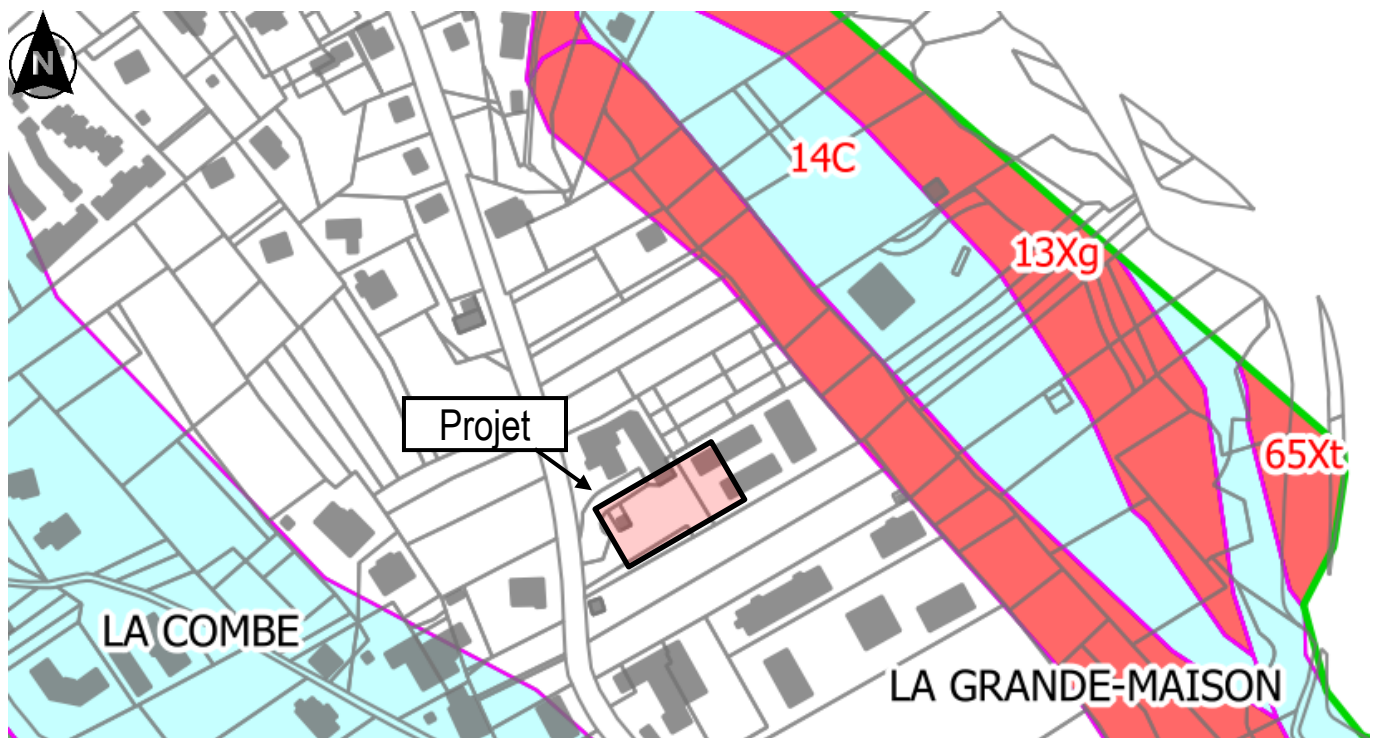




### Mouvements de terrain :

D'après le site de prévention des risques majeurs « [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) », deux arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de Morzine (74) en 2013 et 2015 suite à des mouvements de terrain.

D'après le site de prévention des risques majeurs « [haute-savoie.gouv.fr](http://haute-savoie.gouv.fr) », la commune de Morzine est soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPR commune de Morzine approuvé en Décembre 2021). La zone d'étude n'est pas soumise à prescription.



*Fig.3 – Extrait de la carte du PPR, [haute-savoie.gouv.fr](http://haute-savoie.gouv.fr)*

### Retrait gonflement des sols argileux :

D'après le site « [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) », le site est classé en zone d'exposition faible vis-à-vis du risque de retrait gonflement des sols.

## 2.5. Description du projet

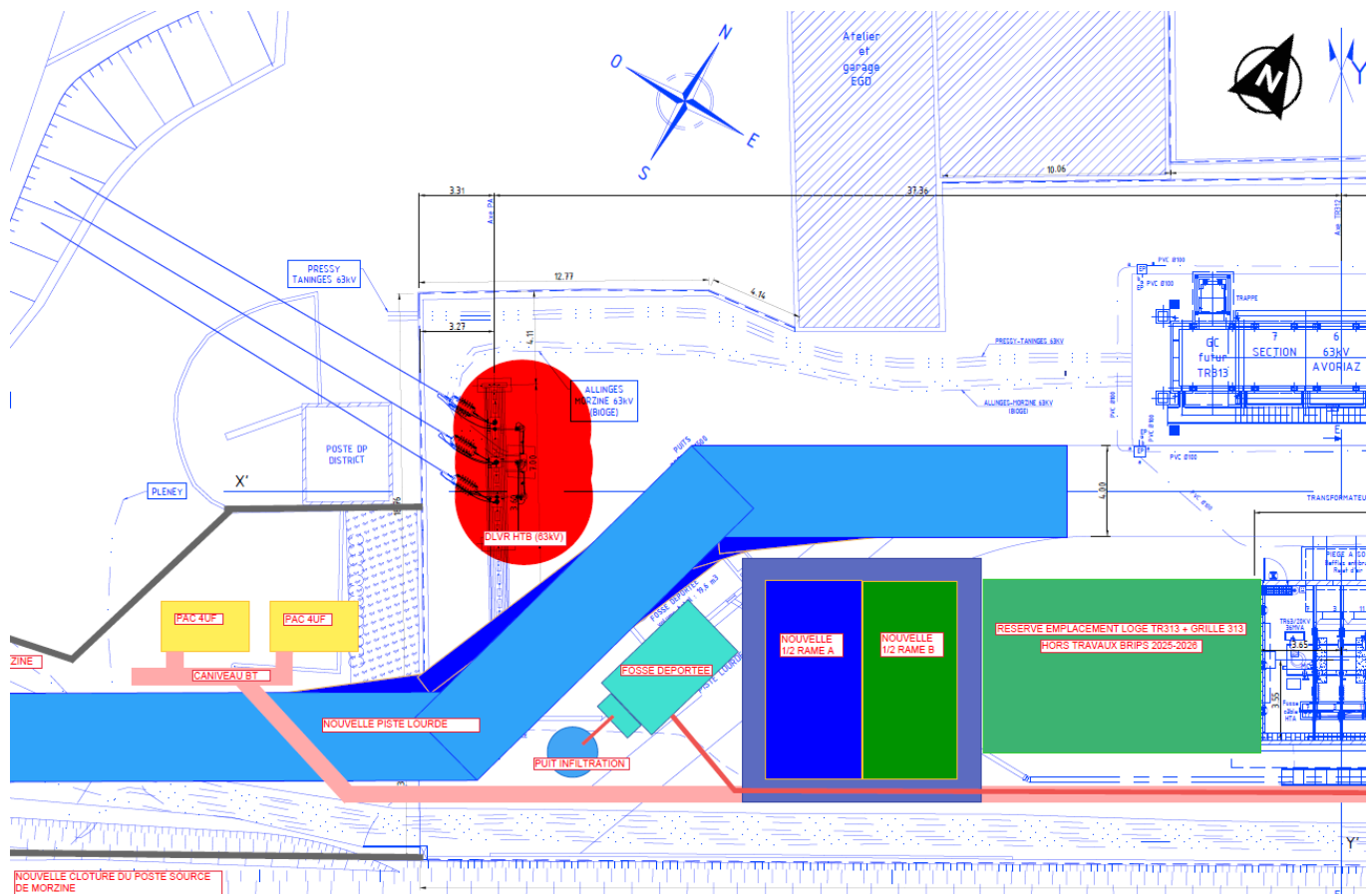
Il est prévu la construction

- D'un bâtiment contenant de demies rames ;
- De deux bâtiments PAC 4UF ;
- D'une nouvelle fosse déportée ;
- D'une piste voirie lourde.

À noter que :

- L'actuelle fosse déportée sera détruite ;
- Le transformateur DLVR HTB 63 kV est partiellement préservé ;
- Dans un second temps, la loge TR313 + Grille 313 sera construite, elle sera mitoyenne aux deux nouvelles demies rames.

Les descentes de charges et les niveaux bas ne sont pas connus à ce stade du projet.



*Fig.4 – Extrait du plan de projet, ENEDIS*

### 3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

#### 3.1. Implantation

La position des sondages et du repère topographique figure sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 3. L'implantation des sondages et essais a été réalisée, en fonction du plan du projet, des conditions d'accès et de la présence des réseaux enterrés et aériens.

Lors de notre intervention, les points de sondages ont été nivelés en prenant comme référence le pilier gauche du portail (cf. Plan d'implantation des sondages en annexe 3). Nous avons donné à ce point la cote de 100.00 m NI (Nivellement Indépendant).

Les cotes altimétriques des têtes des sondages sont reportées dans le tableau suivant :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SC1
Cote (m NI)	98.88	98.96	101.09	99.06	98.92

#### 3.2. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de notre intervention (Mars 2024).

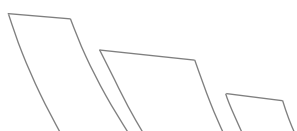
Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique suivante :

##### Formation 1 : Terrains de couverture

- Terre végétale reconnue uniquement au droit du sondage RF1 jusqu'à 0.2 m/TA (Terrain Actuel) ;
- Enrobés reconnus au droit du sondages SP3 sur 5 cm d'épaisseur ;
- Stabilisés en graves reconnus au droit des sondages SP1 à SP3, SC1 et RF2 jusqu'à 0.05 à 0.35 m/TA.

##### Formation 2 : Remblais

Cette formation est composée de remblais sablo-graveleux à limono-sableux avec blocs ( $D_{max}$  observé > 30 cm) et matériaux anthropiques (ferrailles, scotch et plastiques). Elle a été rencontrée uniquement au droit des sondages SP3 et RF2 jusqu'à 0.35 à 3.5 m/TA, et jusqu'au terme du sondage RF1 descendu à 1.5 m/TA. Elle présente des caractéristiques géomécaniques **médiocres**.



### Formation 3 : Argiles sableuses

Cette formation est composée d'argiles sableuses à cailloutis. Elle a été rencontrée uniquement au droit des sondages SP1, SP2 et SP4 jusqu'à 1.0 et 2.2 m/TA. Elle présente des caractéristiques géomécaniques **médiocres à bonnes**.

### Formation 4 : Graves +/- sablo-argileuses

Cette formation est composée de graves +/- sablo-argileuses. Elle a été rencontrée au droit des sondages SP1 à SP4, SC1 et RF2 descendus entre 1.3 et 15.0 m/TA. Elle présente des caractéristiques géomécaniques **globalement élevées**.

### Remarque :

*La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions ou des interprétations inhérentes à la méthode de forage (destructif ou tarière).*

## 3.3. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques des formations sont reportées dans le tableau suivant :

Formation	Toit (m/TA)	Pression limite pl* (MPa)		Module pressiométrique E <sub>M</sub> (MPa)	
		mini	maxi	mini	maxi
2 – Remblais	0.05	0.03	0.10	0.3	1.2
3 – Argiles sableuses	0.05 – 0.15	0.36	2.73	3.4	53.9
4 – Graves +/- sablo-argileuses	0.5 – 3.5	0.17	2.93	1.5	200.0

## 3.4. Hydrogéologie

Lors de notre intervention (Mars 2024), aucune arrivée d'eau n'a été observée au droit des sondages descendus entre 1.25 et 15.0 m de profondeur. Compte tenu de la méthode de forage des sondages pressiométriques, il n'est pas possible de déterminer des venues d'eau (forage au tricône utilisant de l'eau comme fluide de forage).

Il est important de noter que la présence d'autres circulations aléatoires et ponctuelles d'eau non recoupées et/ou non reconnues au moment des sondages est toujours possibles, notamment après des périodes de précipitations et/ou à la faveur de passages plus sableux.





La mise en place d'un piézomètre (PZ1) descendu à 8.0 m a été réalisée dans le sondage SP2. Un relevé a été effectué le 29/03/2024, le niveau piézométrique était à 3.25 m/TA. Une sonde piézométrique avec relevé quotidien sera mise en place.

Remarque importante :

*Le niveau piézométrique d'une nappe est directement influencé par les conditions météorologiques, l'environnement et la perméabilité de l'aquifère. Ce qui peut se traduire par des remontées lors des périodes d'apport ou au contraire conduire à des baisses à la suite de périodes déficitaires.*

### 3.5. Perméabilité des sols

Pendant la campagne d'investigation, 3 essais d'eau ont été réalisés avec la méthode Lefranc.

Essai	Profondeur (m/TA)	Formation	Perméabilité K (m/s)
EP1	1.5	3 – Argiles sableuses	$> 2,0.10^{-3}$
EP2			$> 2,0.10^{-3}$
EP3		2 – Remblais	$> 2,0.10^{-3}$

Les procès-verbaux des différents essais d'infiltrations se trouvent à l'annexe 5.

Les valeurs de perméabilité des essais EP1 et EP3 caractérisent des terrains perméables.

À titre d'information, le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques des perméabilités usuelles en milieu saturé :

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, loess	Peu perméable
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméable
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable



### 3.6. Données parasismiques réglementaires

Selon la norme EN 1998-1 (EC8), les principales données parasismiques déduites des reconnaissances dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

Données parasismiques réglementaires	
Zone de sismicité	Zone 4 – exposition moyenne
Accélération	$A_{gr}=1.6 \text{ m/s}^2$
Classe de sol	B
Coefficient de sol S	1.35
Coefficient d'importance $\gamma_I$	1.4 (pour un bâtiment de classe IV)

En toute rigueur, la classe de sol doit être évalué par la mesure de vitesse moyenne des ondes de cisaillement au moyen d'essais Cross-Hole, ou par la méthode Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), par essais de pénétration SPT ou par la mesure de la cohésion non drainée des sols ( $C_u$ ).

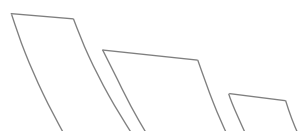
### 3.7. Reconnaissances de fondation

Des reconnaissances de fondation (RF1 et RF2) ont été réalisées dans le cadre de ce projet.

Les coupes schématiques et les photos des reconnaissances sont présentées en annexe 4.

Les fondations reconnues présentent les principales caractéristiques suivantes :

Sondage	RF1	RF2
Ouvrage concerné	Poste transformateur	DLVR HTB Sud
Type de fondation	Superficielle filante	Superficielle sous poteau
Profondeur de la base de la fondation (m/TA)	1.45	> 1.35
Débord de la fondation par rapport au nu du soubassement (m)	0.12	0.58
Épaisseur de la fondation (m)	0.35	> 1.05
Épaisseur de l'ancrage dans le sol d'assise (m)	0.35	> 0.75
Nature du sol d'assise	Remblais (formation 2)	Graves +/- sablo-argileuses (formation 4)



La fondation reconnue au droit du sondage RF1 est réglementaire dans sa structure mais est ancrée dans des remblais (formation 2) qui peuvent évoluer de manière hétérogène. Toute interférence avec celle-ci ou les sols sous-jacents pourront amener à des désordres pouvant aller jusqu'à la ruine de l'ouvrage.

La fondation reconnue au droit du sondage RF2 est réglementaire et est fondée dans les graves +/- sablo-argileuses (formation 4) qui ont de bonnes caractéristiques géomécaniques.

### 3.8. Analyse laboratoire : classification GTR

Les principaux résultats des essais laboratoires réalisés sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Formation	Profondeur (m/TA)	Analyse granulométrique			Teneur en eau (%)	VBS (g de bleu / 100 g de sol)	Classe GTR
			% passant à 80 µm	% passant à 2 mm	% passant à 50 mm			
SC1	4 – Graves +/- sablo-argileuses	0.5 - 2.0	18.6	38.1	93.7	20.9	0.38	C1B5

D'après le GTR 2000, l'échantillon analysé est de classe C1B5, cela représente des dépôts alluvionnaires (sables et graves avec présence de particules fines) contenant de gros éléments avec un Dmax supérieur à 5 cm.



## 4. ANALYSE DES RESULTATS

### 4.1. Préambule

Il est rappelé qu'il est prévu la construction d'un bâtiment contenant de demies rames de deux PAC 4UF, d'une fosse déportée et d'une nouvelle voirie lourde.

### 4.2. Synthèse des contraintes géologiques et géomécaniques

#### Contexte géotechnique :

- formation 1 : terrains de couverture (terre végétale, enrobés et graves concassées) jusqu'à 0.05 à 0.35 m de profondeur ;
- formation 2 : remblais sablo-graveleux à limono-sableux rencontrés au droit des sondages SP3, SC1 et RF2 (0.35 à 3.5 m/TA) et jusqu'au terme du sondage RF1 (1.5 m/TA) avec des caractéristiques géomécaniques médiocres ;
- formation 3 : argiles sableuses rencontrées au droit des sondages SP1, SP2 et SP4 (1.0 à 2.2 m/TA) et jusqu'au terme du sondage SC1 (4.0 m/TA) avec des caractéristiques géomécaniques médiocres à bonnes ;
- formation 4 : Graves +/- sablo-argileuses rencontrées au droit et jusqu'au terme des sondages SP1 à SP4 et RF2 (1.25 à 15.0 m/TA) avec des caractéristiques géomécaniques globalement élevées.
- une venue d'eau a été observée dans le piézomètre à 3.25 m/TA le 29/03/2024 ;
- zone de sismicité 4.

#### Élément important à prendre en compte :

- homogénéité des formations ;
- présence locale de remblais profonds (3.5 m/TA au droit de SP3) ;
- la formation 4 a des caractéristiques géomécaniques élevées.

#### Caractéristiques géomécaniques moyennes des formations :

Faciès	Prof. (m/TA)	Module pressiométrique moyen $E_M$ (MPa)	Pression limite moyen $P_l^*$ (MPa)
2 – Remblais	0/0.2 à 0.15/3.5	0.5	0.05
3 – Argiles sableuses	0.05/0.15 à 1.0/2.2	2.1	0.25
4 – Graves +/- sablo-argileuses	1.0/3.5 à > 1.25/ > 15.0	40.0	2.40





## 5. PRECONISATIONS POUR L'AVANT-PROJET

### 5.1. Terrassements généraux

#### 5.1.1. Principe

Compte tenu de sa nature du projet, le projet pourrait impliquer la réalisation de terrassement pouvant atteindre 3.0 m de déblais pour la fosse déportée et l'insertion de PAC 4UF.

Après décapage des terrains de couverture (formation 1), les terrassements en déblais concerneront les remblais (formation 2), les argiles sableuses (formation 3) et les graves sableuses (formation 4).

Au droit des futurs bâtiments, les terrassements pourront recouper des venues d'eau +/- importantes (à confirmer par un suivi piézométrique).

#### 5.1.2. Conditions de terrassement

Les terrains du site (formations 2, 3 et 4) sont sensibles à l'eau par leur fraction fine. Il est donc recommandé de réaliser les terrassements en période favorable (par temps sec) pour faciliter la circulation des engins de chantier sans détériorer les plateformes. Dans le cas contraire, des dispositions particulières pourront être nécessaires (ajout de matériaux granulaires insensibles à l'eau, cloutage du fond de forme ...).

Les terrassements des matériaux du site sont résistants et pourront être réalisés avec une pelle de forte puissance. De plus, la démolition d'ouvrages enterrés existants (notamment à l'intérieur du poste existant : structures enterrées, anciennes fondations, réseaux ...) et la présence de gros blocs pourra nécessiter l'emploi d'engins adaptés (pelle puissante associée à un BRH ...). Nous attirons l'attention sur le fait que ces procédés génèrent des vibrations dont il faudra tenir compte notamment vis-à-vis des avoisinants et mitoyens.

#### 5.1.3. Drainage en phase chantier et mise hors d'eau

Il est rappelé que la présence de circulations d'eau et/ou d'une nappe localisée a été mise en évidence lors de nos investigations (Mars 2024) avec un niveau piézométrique relevé à 3.25 m /TA le 29/03/2024.

Les terrassements du bâtiment projeté (fosse déportée) pourront recouper ce niveau d'eau, car il peut être soumis à des fluctuations saisonnières et pourrait également remonter et baigner les terrains superficiels concernés. Dans ce cas, des difficultés sont à attendre pour la réalisation des terrassements et le coulage des fondations.



Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols du site (formations 2, 3 et 4), il est recommandé de drainer les plateformes pour les protéger contre les eaux de ruissellement et d'infiltration dès le démarrage des travaux et de prévoir des dispositifs d'évacuation des eaux (tranchées drainantes amont, cunettes, pentes avec collecte et évacuation des eaux, dispositifs de pompage ...). Toutes les dispositions seront prises pour garder les plateformes au sec.

Afin de limiter les contraintes d'exécutions qui résulteraient de la présence de niveaux d'eau lors des ouvertures, nous recommandons par ailleurs de :

- privilégier une exécution des travaux de terrassements en période climatique favorable (sans pluie) ;
- prévoir la mise en œuvre d'un système de pompage à débit suffisant dans l'objectif, le cas échéant, d'assécher les fonds de fouille pour travailler à sec.

Les dispositifs mis en place seront entretenus dans le temps afin que leur efficacité soit assurée durablement (y compris achèvement des travaux).

---

#### 5.1.4. Talutage

Un décaissement atteignant +/- 3.0 mètres pourrait être réalisé pour insérer le projet dans le terrain.

Des terrassements en déblai seront prévus pendant la phase travaux du bâtiment.

En première approche, hors d'eau et hors mitoyennetés, les pentes maximales des talus provisoires et définitifs seront de 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur).

En phase provisoire, pour une hauteur maximale de 3.0 m, les dispositions suivantes devront être respectées :

- collecter les eaux en amont des talus (cunettes en crêtes de talus ...) et les évacuer vers un exutoire adapté ;
- éviter tout dépôt de matériel ou circulation d'engins de chantier en crêtes de talus ;
- protéger les talus provisoires des intempéries par des bâches en polyane soigneusement fixées ;
- garder une banquette minimale de 2.0 m entre la tête des talus et les avoisinants.

Dans le cas où les pentes de talus ne peuvent être respectées, des ouvrages de soutènement provisoires pourront être à prévoir (en présence d'avoisinants/mitoyens notamment).



## 5.2. Fondations superficielles

### 5.2.1. Principe

Compte tenu des caractéristiques du projet et des conditions hydrogéologiques, et en fonction des descentes de charges des ouvrages, le futur bâtiment pourra être fondé par l'intermédiaire de :

- fondations superficielles isolées ou filantes ancrées uniformément dans les graves +/- sablo-argileuses (formation 4) pour le bâtiment contenant les deux demies rames et les deux PAC 4UF ;
- radier général ancré uniformément dans les graves +/- sablo-argileuses (formation 4) pour la fosse déportée.

Les fondations des ouvrages devront respecter les critères restrictifs suivants :

- un ancrage minimum de 0.3 m dans le sol support (formation 4) ;
- encastrement minimum de 1.1 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (condition de mise hors gel des fondations), notamment par la mise en œuvre d'une bèche périphérique pour le radier ;
- les règles de mitoyenneté (cf. § 5.4) ;
- respect des dispositions constructives spécifiques aux sols gonflants et rétractables : notamment un encastrement minimum de 0.8 m par rapport au niveau du terrain fini pour s'ancrer hors zone d'influence du phénomène de retrait / gonflement (cf. § 5.2.7) ;
- les dispositions constructives de conception et de mise en œuvre (cf. § 5.2.8), notamment les règles de l'Eurocode 8 et de sa norme d'application NF P 1998-5 pour les fondations assises à des niveaux décalés (pente de 3 de base pour 1 de hauteur entre fondations).

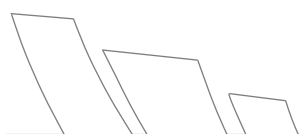
### 5.2.2. Méthodologie pour le dimensionnement des fondations

La justification par calcul des fondations superficielles sera établie selon les dispositions relatives au calcul des fondations superficielles aux ELS et ELU (Etats Limites de Service et Etats Limites Ultimes) suivant les recommandations de l'Eurocode 7 (NF P 94-261).

#### Portance (ELS et ELU)

La vérification de l'état-limite de portance s'effectue en satisfaisant l'inégalité suivante pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge aux états limites ultimes et de services :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad [NF P 94-261 - \text{formule 9.1.1}]$$



Avec :

$V_d$  : composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;

$R_0 = A \cdot q_0$  avec  $A$ , la surface de la semelle et  $q_0$ , la contrainte totale verticale à la base de la fondation après travaux en faisant abstraction de celle-ci ;

$R_{v;d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Pour une fondation superficielle,  $R_{v;d}$  se détermine au moyen de la formule suivante :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \quad \text{Et} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}} \quad [NF P 94-261 - \text{formule 9.1.3 et 9.1.4}]$$

Au final, on obtient :

$$V_d \leq \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v} \gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

$A'$  : surface effective de la semelle (en fonction de la géométrie de la fondation (cf. NF P 94-261 Annexe Q) ;

$q_{net}$  : contrainte associée à la résistance nette du terrain ;

$\gamma_{R;v}$  : facteur partiel de portance (1.4 à l'ELU fondamental, 1.2 à l'ELU accidentel, 2.3 à l'ELS (cf. NF P 94-261 §D.1(2)) ;

$\gamma_{R;d;v}$  : facteur de résistance partiel (1.2 à l'ELU fondamental, à l'ELU accidentel et à l'ELS (cf. NF P 94-261 §D.1(2)).

Détermination de la contrainte nette du terrain ( $q_{net}$ ) sous les fondations superficielles à partir des essais pressiométriques

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \quad [NF P 94-261 \text{ Equation D.2.1}]$$

Avec :

$k_p$  : facteur de portance ;

$p_{le}^*$  : pression limite nette équivalente ;

$i_\delta$  : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement. Ici  $i_\delta = 1$  (charges supposées verticales) ;

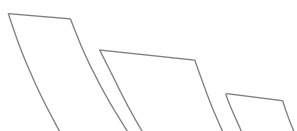
$i_\beta$  : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus. Ici,  $i_\beta = 1$  (charges éloignées de tout talus).

### Glissement (ELU)

En fonction des efforts horizontaux prévus sur l'ouvrage, il conviendra également de satisfaire les conditions de non-glissement. Ce point pourra être étudié en phase projet (mission G2 PRO).

### Excentricité

La vérification des excentricités s'effectue en satisfaisant les inégalités données aux paragraphes 9.5 et 13.3 de la norme NF P 94-261 relative aux fondations superficielles.





### 5.2.3. Contraintes de calcul sous charge verticale centrée (Etats limites)

D'après les différentes vérifications présentées ci-dessus, il vient, dans le cas du projet étudié, que les conditions à satisfaire sont :

Semelles superficielles isolées ou filantes ancrées dans les graves +/- sablo-argileuses (formation 4) :

- $V_d$  ELU Accidentelles /  $A' < i_\delta * i_\beta * 570$  kPa ;
- $V_d$  ELU Fondamental /  $A' < i_\delta * i_\beta * 490$  kPa ;
- $V_d$  ELS Quasi Permanent et Caractéristique /  $A' < i_\delta * i_\beta * 300$  kPa.

Radier ancré dans les graves +/- sablo-argileuses (formation 4) :

- $V_d$  ELU Accidentelles /  $A' < i_\delta * i_\beta * 90$  kPa ;
- $V_d$  ELU Fondamental /  $A' < i_\delta * i_\beta * 80$  kPa ;
- $V_d$  ELS Quasi Permanent et Caractéristique /  $A' < i_\delta * i_\beta * 50$  kPa.

Avec :

$V_d$  : composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;

$A'$  : surface effective de la semelle (en fonction de la géométrie de la fondation : cf. NF P 94-261 Annexe Q).

A titre d'information, pour une charge verticale centrée (sans excentricité), il vient :

Formation	Type de fondation	Contraintes de calcul (kPa)		
		ELU A	ELU F	ELS QP et C
4 – Graves +/- sablo-argileuses	Semelles superficielles ou semi-profondes	570	490	300
	Radiers	90	80	50

Pour rappel, les conditions d'excentricité données au paragraphe 9.5 et 13.3 de la norme NF P 94-261 relative aux fondations superficielles devront également être satisfaites.

### 5.2.4. Estimation des tassements (semelles isolées ou filantes)

Conformément aux recommandations de l'EC7, les tassements ont été estimés avec la formule Ménard à partir des résultats des essais pressiométriques.

Pour des contraintes verticales centrées de l'ordre de celle données à l'ELS (300 kPa pour des fondations superficielles), et pour autant que les conditions de sols et d'eau rencontrées soient en accord avec les hypothèses retenues, les tassements ne devraient pas dépasser le centimètre.



#### 5.2.5. Structure du radier

La structure du radier sera réalisée de la manière suivante :

- purge et substitution des terrains de couverture (formation 1), des remblais (formation 2) et des zones décomprimées ou détériorées par les engins de chantier ;
- pose d'un géotextile anticontaminant ;
- compactage de la plateforme à 95 % de l'optimum Proctor Normal (OPN) avec des engins adaptés ;
- pour un fond de forme constitué de graves sableuses (formation 2), mise en œuvre d'une couche de forme d'au minimum 40 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/80 mm ;
- mise en œuvre d'une couche de réglage d'au minimum 10 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/31.5 mm.

Ces valeurs sont valables en conditions météorologiques favorables.

La structure du radier devra être réalisée en matériaux granulaires, durs, non gélifs, bien triés, insensibles à l'eau (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés par couches selon les recommandations du GTR 2000.

#### 5.2.6. Hypothèse de dimensionnement du radier

Les hypothèses à retenir pour le dimensionnement des radiers sont les suivantes :

Formation	Epaisseur (m)	$\alpha$	Module $E_s$ (MPa)
Couche de réglage	0.5	1/4	50
4 – Graves +/- sablo-argileuses	> 15.0	1/3	90

#### 5.2.7. Recommandations constructives spécifiques vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles

Compte tenu de la sensibilité faible des sols supports de fondation au phénomène de retrait-gonflement (sols potentiellement gonflants et rétractables), les dispositions particulières suivantes seront prises pour éviter toute variation de la teneur en eau au niveau des sols d'assise et pour permettre à la structure de s'adapter aux déformations (cf. § 1.4 – Documents de référence) :

- ancrage à une profondeur homogène pour l'ensemble des fondations ;
- renforcement / rigidification de la structure (chaînages horizontaux et verticaux notamment) ;
- encastrement minimum des fondations de 0.8 m/TF (mise hors dessiccation des sols) ;
- fondations coulées pleine fouille sur toute leur hauteur pour éviter toute infiltration préférentielle dans le remblai des fouilles ;
- éloigner au maximum les arbres et arbustes des constructions (distance minimale de 1.5 fois la hauteur adulte de l'arbre ou de l'arbuste) ;



- système de drainage indépendant et éloigné des fondations (distance minimum de 3.0 m) ;
- éviter tout épandage d'eau aux abords des fondations ;
- soigner la conception et la réalisation des réseaux EP/EU (prévoir des systèmes de fourreau pour désolidariser les réseaux de la structure).

Il est également important de prévoir de drainer les eaux de ruissellement et les eaux infiltrées en amont des constructions par des dispositifs adaptés (cunette, tranchées drainantes ...).

#### 5.2.8. Dispositions constructives et recommandations pour les fondations

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- réaliser des fondations les moins chargées de largeur minimum 0.5 pour des semelles filantes et 0.7 m pour des semelles isolées afin d'assurer un bon contact sol/fondation ;
- régler horizontalement les fonds de fouille et les finir manuellement ou au godet de curage ;
- contrôler la qualité et l'homogénéité du fond de fouille (sans éléments évolutifs) ;
- purger les éventuelles poches de matériaux médiocres, compressibles ou impropres, remaniés, foisonnés, décomprimés et les substituer par du gros béton coulé pleine fouille afin d'obtenir un sol d'assise de compacité et d'homogénéité satisfaisante ;
- purger les éventuelles structures enterrées ou blocs au minimum 50 cm sous la base des fondations pour éviter tout phénomène de point dur ;
- vérifier soigneusement les matériaux extraits des fouilles pour s'assurer du bon ancrage dans les sols requis ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondation sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- couler pleine fouille les fondations immédiatement après ouverture de manière à limiter la durée d'exposition aux intempéries et éviter toute altération et décompression des terrains et sols d'assise ;
- radiers : mettre en œuvre une bèche périphérique pour éviter tout glissement plan de l'ouvrage et respecter la conditions de mise hors gel des fondations ;
- en cas de présence d'eau dans les sols du site, le bétonnage se fera au tube plongeur selon la technique pieu (norme NF P 94-262) et avec un béton immergé fortement dosé ;
- prévoir d'éventuels dispositifs de blindage des fouilles dans le cas de sols instables et bouillants (tenues précaires des parois des fouilles au travers des terrains de couverture (formation 1) et des remblais (formation 2) ;
- mettre en place des joints de construction (y compris au niveau des fondations) entre les parties d'un même bâtiment présentant des descentes de charge et/ou un mode de fondations hétérogène et entre le bâtiment et les ouvrages mitoyens ;



- respecter les règles de l'Eurocode 8 concernant les fondations assises à des niveaux décalés ou à proximité de talus (pente de 3 pour 1 entre les fondations) ; cette remarque est valable notamment entre les fondations à créer et celles existantes (ouvrages avoisinants ou mitoyens).

#### 5.2.9. Murs enterrés

Les murs enterrés devront être dimensionnés pour reprendre la poussée des terres et les poussées dues aux éventuelles surcharges

### **5.3. Niveaux bas du bâtiment (semelles isolées ou filantes)**

#### 5.3.1. Principe

Il est rappelé que les niveaux bas du futur bâtiment n'est pas connus à ce stade du projet.

Dans le cas de fondations superficielles de type semelles isolées ou filantes, le niveau bas pourra être traité en dallage sur terre-plein.

#### 5.3.2. Préparation des plateformes

Il conviendra de purger :

- Les terrains de couverture (formation 1) et les remblais (formation 2) ;
- les éventuelles poches de matériaux médiocres, foisonnés ou décomprimés ;
- les gros blocs présents en fond de fouille pouvant créer un phénomène de point dur ;
- les éventuels matériaux évolutifs et/ou putrescibles.

Le rattrapage éventuel des côtes du projet devra être réalisé avec des matériaux granulaires, durs, insensibles à l'eau (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés.

Afin de ne pas dégrader la portance des matériaux en place, Il est donc recommandé de :

- réaliser les terrassements en situation météorologique favorable ;
- terrasser la dernière couche en rétro sans faire évoluer d'engins sur la pleine masse ;
- régler la plateforme avec des pentes suffisantes pour faciliter l'évacuation des eaux ;
- mettre en œuvre la couche de forme à l'avancement des terrassements ;
- fermer les plateformes en cas d'épisode pluvieux (le cas échéant, la protéger par la mise en place de bâches en polyane) ;
- Un cloutage pourra s'avérer nécessaire.





### 5.3.3. Structures des dallages

Après préparation des plateformes, les structures des dallages pourront être réalisées de la façon suivante :

- purge et substitution des zones décomprimées ou détériorées par les engins de chantier ;
- compactage de la plateforme à 95 % de l'optimum Proctor Normal (OPN) avec des engins adaptés ;
- pour un fond de forme constitué d'argiles sableuses (formation 3) ou de graves +/- sablo-argileuses (formation 4), mise en œuvre d'une couche de forme d'au minimum 60 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/80 mm ;
- mise en œuvre d'une couche de réglage d'au minimum 10 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/31.5 mm.

Ces valeurs sont valables en conditions météorologiques favorables.

Les structures des dallages devront être réalisées en matériaux granulaires, non gélifs, insensibles à l'eau, bien triés (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés par couches selon les recommandations du GTR 2000.

### 5.3.4. Contrôle

Les couches de fondation seront réceptionnées par essais de chargement à la plaque (selon le mode opératoire du LCPC).

Les critères de réception à atteindre pour une voirie lourde sont les suivants (à valider par le maître d'œuvre) :

- $K_w > 50 \text{ MPa/m}$  ;
- $EV2 > 80 \text{ MPa}$  ;
- $EV2/EV1 < 2$ .

En phase chantier, une planche d'essai permettra de valider l'ensemble des hypothèses avec les valeurs EV2 du fond de terrassement, les matériaux mis en place et les moyens de compactage retenus. En cas d'arase possédant un  $EV2 < 20 \text{ MPa}$ , un reclassement d'arase par cloutage devra être réalisé.

Si les portances ne sont pas atteintes, un cloutage du fond de forme pourra s'avérer nécessaire.

### 5.3.5. Hypothèses de dimensionnement des dallages

Les hypothèses à retenir pour le dimensionnement des dallages sont les suivantes :

Formation	Base (m)	$\alpha$	Module $E_s$ (MPa)
Couche de forme	0.6	1/4	50
3 – Argiles sableuses	2.2	1/2	4
4 Graves +/- argilo-sableuses	> 15.0	1/3	90



### 5.3.6. Estimation des tassements

Les tassements des dallages peuvent être évalués à partir des essais pressiométriques grâce à la relation suivante :

$$S = \frac{\alpha \times q \times h}{E_M}$$

Avec :

$S$  : tassement (m) ;

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol ;

$h$  : hauteur de sol déformable (m) ;

$q$  : contrainte appliquée sur le sol ( $t/m^2$ ) ;

$E_M$  : module pressiométrique du sol ( $t/m^2$ ).

Pour des surcharges d'exploitation de  $1 t/m^2$  (hypothèse prise en l'absence d'éléments, à valider par le maître d'ouvrage), et pour autant que les conditions de sols et d'eau rencontrées soient en accord avec les hypothèses retenues, les tassements théoriques maximum des dallages seront inférieurs au centimètre.

## 5.4. Avoisinants/Mitoyennetés

Les avoisinants et/ou mitoyens au projet :

- Transformateurs DLVR HTB 63 kV au Nord de la voirie lourde.

Dans ces conditions, les fondations des futurs ouvrages devront impérativement respecter l'une des préconisations suivantes :

- soit être descendues à la même profondeur que les fondations mitoyennes ou avoisinantes ;
- soit respecter les règles des fondations assises à des niveaux décalés (pente de 3 pour 1 entre les fondations - cf. § 5.3.9) ;
- soit prévoir la reprise en sous-œuvre les fondations mitoyennes existantes jusqu'au même niveau que les fondations des ouvrages projetés.

Les dispositions vis-à-vis des mitoyennetés devront être affinées et éventuellement dimensionnées en phase G2 PRO dans la suite du projet. Dans tous les cas, en particulier au moment de la réalisation des terrassements et des fondations du projet, toutes les précautions seront prises pour éviter les désordres sur les fondations existantes tant en phase provisoire qu'en phase définitive.



## 5.1. Voirie lourde

### 5.1.1. Préparation des plateformes

Après préparation de la plateforme (Cf. Chapitre 5.3.2.), le fond de forme sur situera dans les argiles sableuses (formations 3) ou les graves +/- sablo-argileuses (formation 4).

### 5.1.2. Principe

Il est important de réaliser les terrassements en situation météorologique favorable et de contrôler la teneur en eau de la PST au moment des travaux.

### 5.1.3. Couche de forme

La couche de forme sera :

- Mise en œuvre sur un géotextile anti contaminant sur un fond d'argiles lâches ;
- Compactée par couches selon les recommandations pour les terrassements routiers du guide technique "Réalisation des remblais et des couches de forme" du SETRA/LCPC édition 2000 avec contrôles impératifs par couche ;

Pour une voirie lourde, il faudra prévoir une couche de forme ou un remblai technique d'au minimum 70 cm d'épaisseur.

La couche de forme sera constituée de matériaux granulaires type graves ou concassés calcaires D3 suivant GTR 2000 ou équivalent, bien graduées, drainants et insensibles à l'eau (passant à 80 µm inférieur à 12%, VBS < 0,1), durs, non gélifs et chimiquement inertes (LA/MDE<45).

Ces valeurs sont valables en conditions météorologiques favorables.

La couche de forme sera dimensionnée et réalisée conformément aux recommandations du GTR 2000.

### 5.1.4. Contrôle

La portance de la couche de forme devra être contrôlée par des essais à la plaque suivant le mode opératoire du LCPC.

Les critères de réception de la plateforme à atteindre sont :

- $EV2 > 80 \text{ MPa}$  (voirie lourde) ;
- $EV2/EV1 < 2.2$ .

En phase chantier, une planche d'essai permettra de valider l'ensemble des hypothèses avec les valeurs EV2 du fond de terrassement, les matériaux mis en place et les moyens de compactage retenus. En cas d'arase possédant un  $EV2 < 20 \text{ MPa}$ , un reclassement d'arase par cloutage devra être réalisé.



## 6. OBSERVATIONS

Cette étude a été réalisée au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP). Nous rappelons que conformément à la norme NF P 94 500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, des études complémentaires doivent être réalisées au stade de projet (G2 PRO) et d'exécution (G3) pour une analyse détaillée des ouvrages géotechniques.

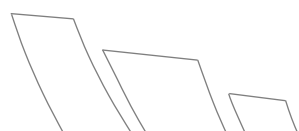
L'étude d'exécution sera réalisée par l'entreprise. Elle devra être validée par le bureau de contrôle et le géotechnicien dans le cadre de la mission de supervision géotechnique (G4).



## Annexe 1

---

### Extrait de la norme NF P 94 500



**Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013**

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.

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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)**

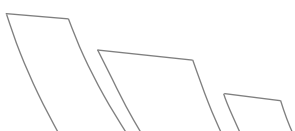
Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- 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)





**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.



### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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 GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

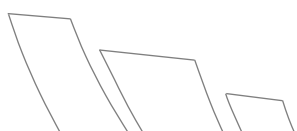
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (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'état 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



## ANNEXE 2

---

### Conditions particulières



## CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou procès-verbal ainsi que toutes annexes constituent un ensemble indissociable.

La société ECR ENVIRONNEMENT serait déchargée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à ECR ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent être portés à la connaissance d'ECR ENVIRONNEMENT.

La société ECR ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

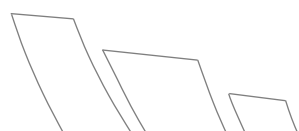
Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain



## Annexe 3

---

### Plan d'implantation



## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Affaire : MORZINE (74) – Poste Source | Client : ENEDIS | N° Dossier : 7303248

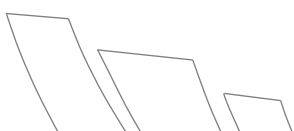


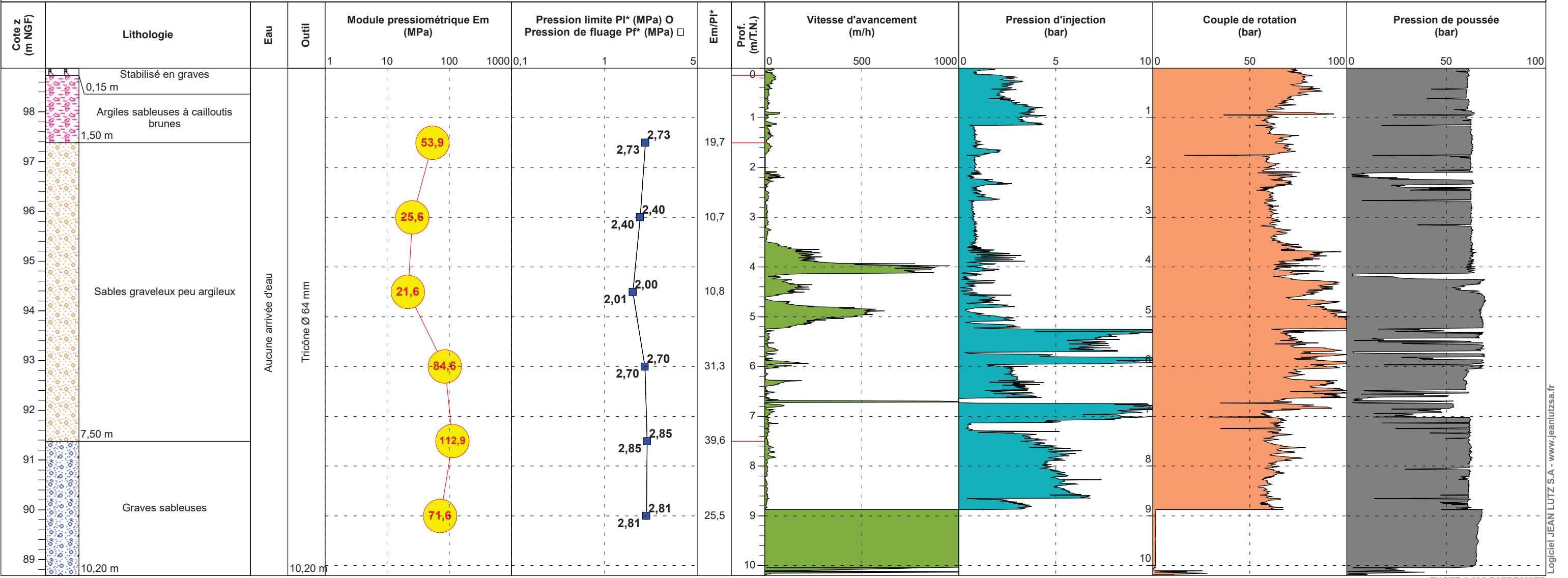


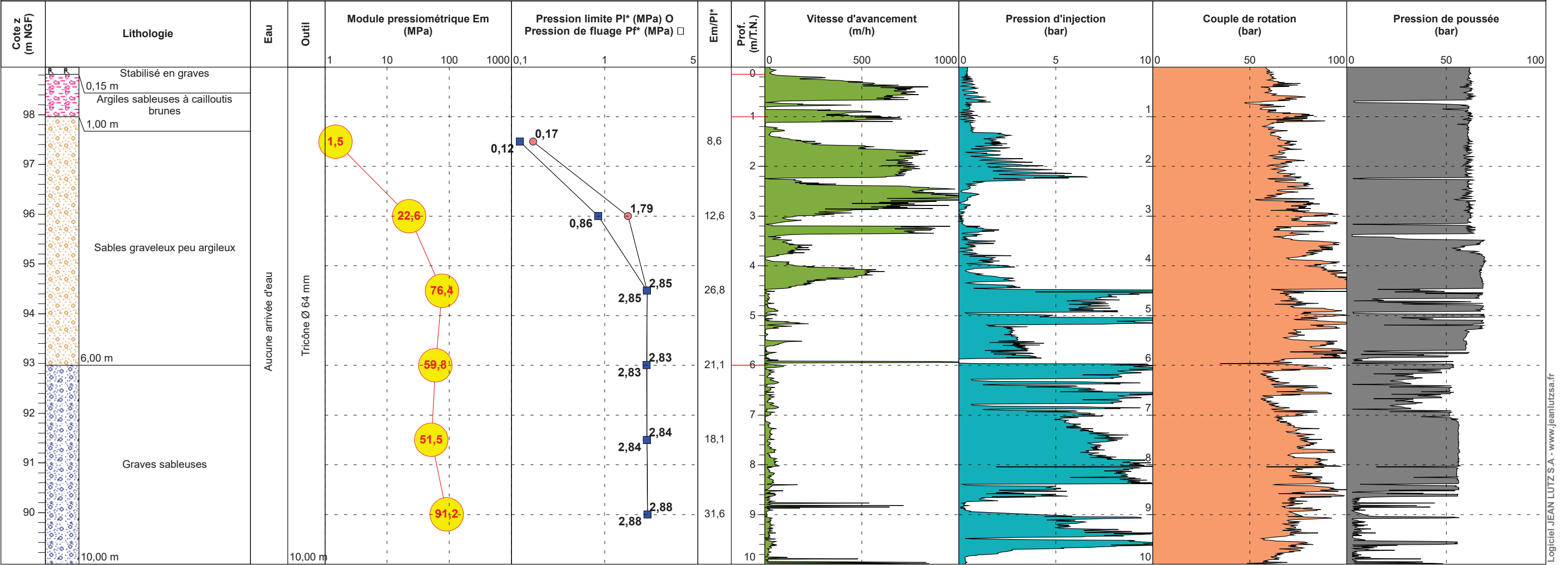
## **Annexe 4**

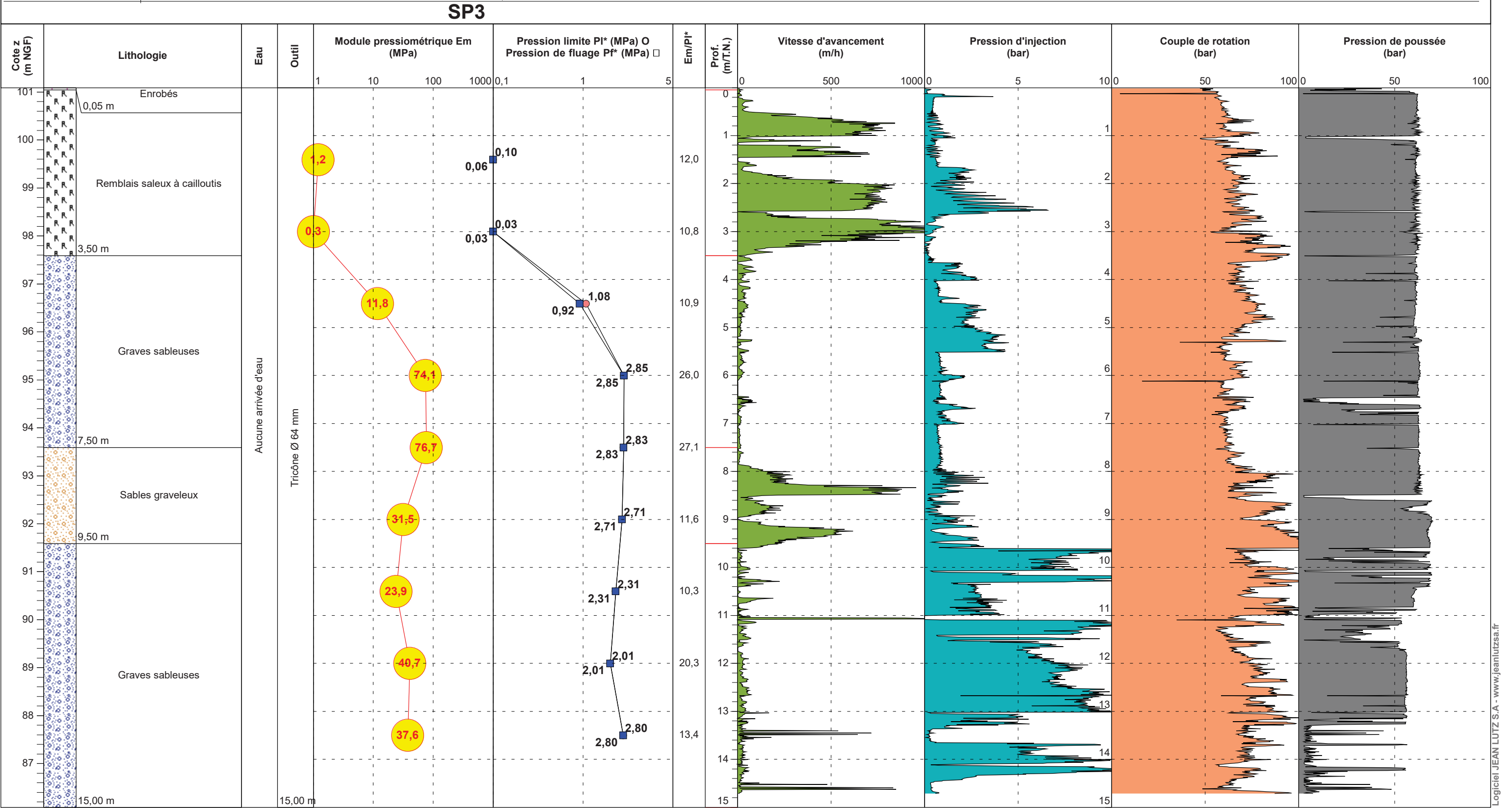
---

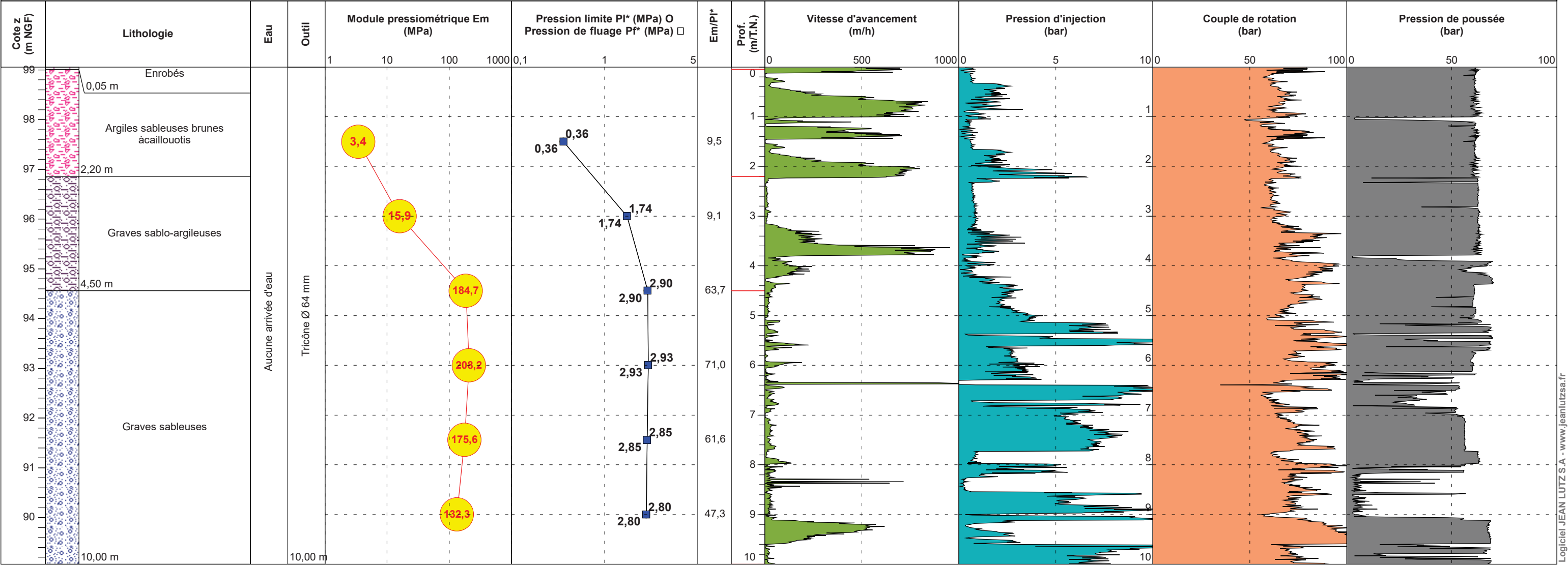
# **Coupes des sondages et résultats des essais in situ**











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

EXGTE 3.20/LB2EPF587FR



(Contrat 7303248)

Profondeur : 0,00 - 4,00 m

**Forage : SC1**

EXGTE 3.20/GTE

Carottier rotatif double LS Ø 114 mm

Absence d'eau lors du carottage le 28/03/2024



## Planche photos du sondage carotté SC1

Affaire : Morzine (74) - Poste source

Client : ENEDIS BRIPS

Dossier : 7303248

SC1



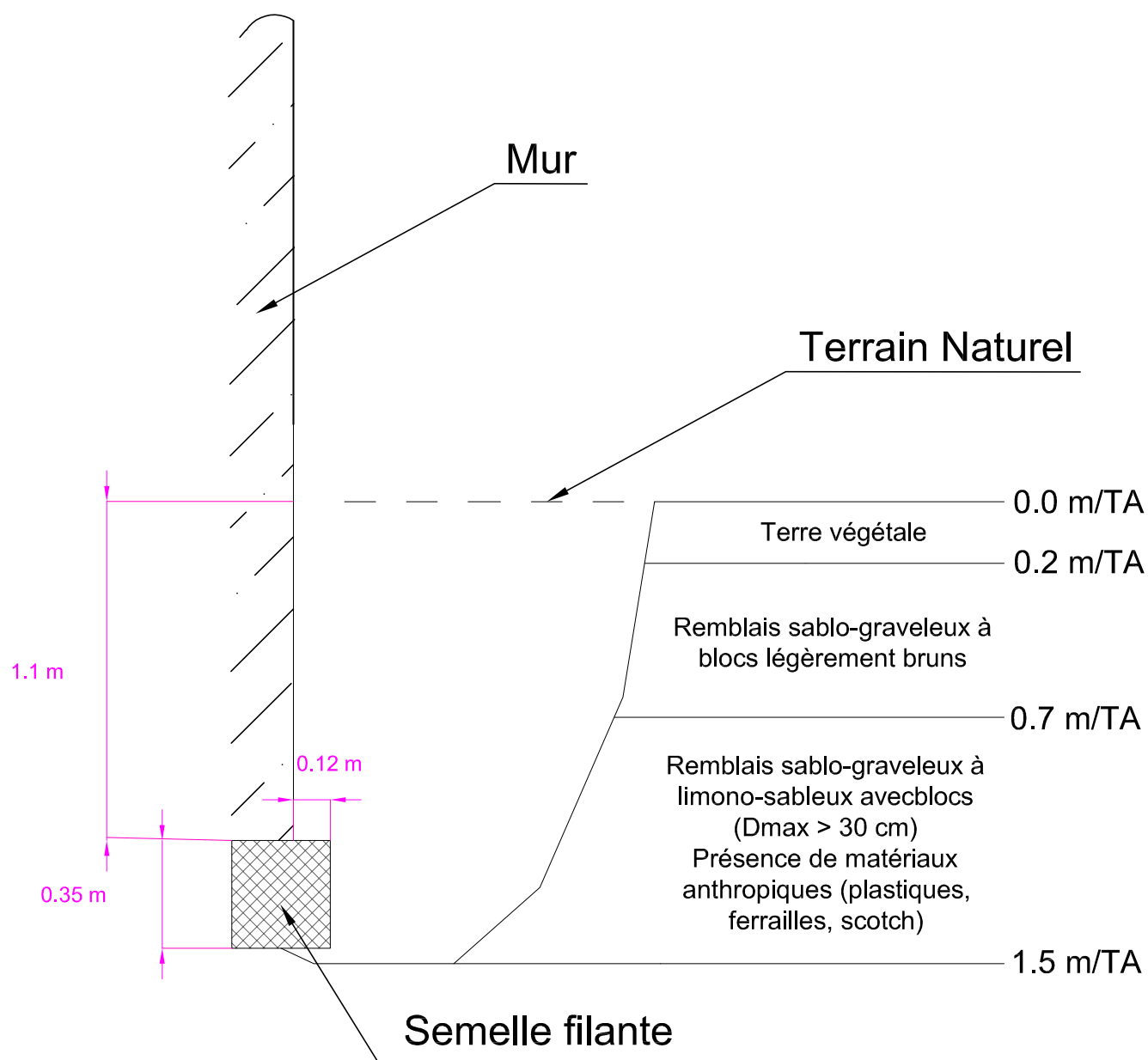
# Reconnaissance de fondation RF1



**Affaire :** Morzine (74) - Extension du poste source de Morzine

**Client :** ENEDIS BRIPS - **N°dossier :** 7303248

**Vue en coupe - Echelle 1/20**



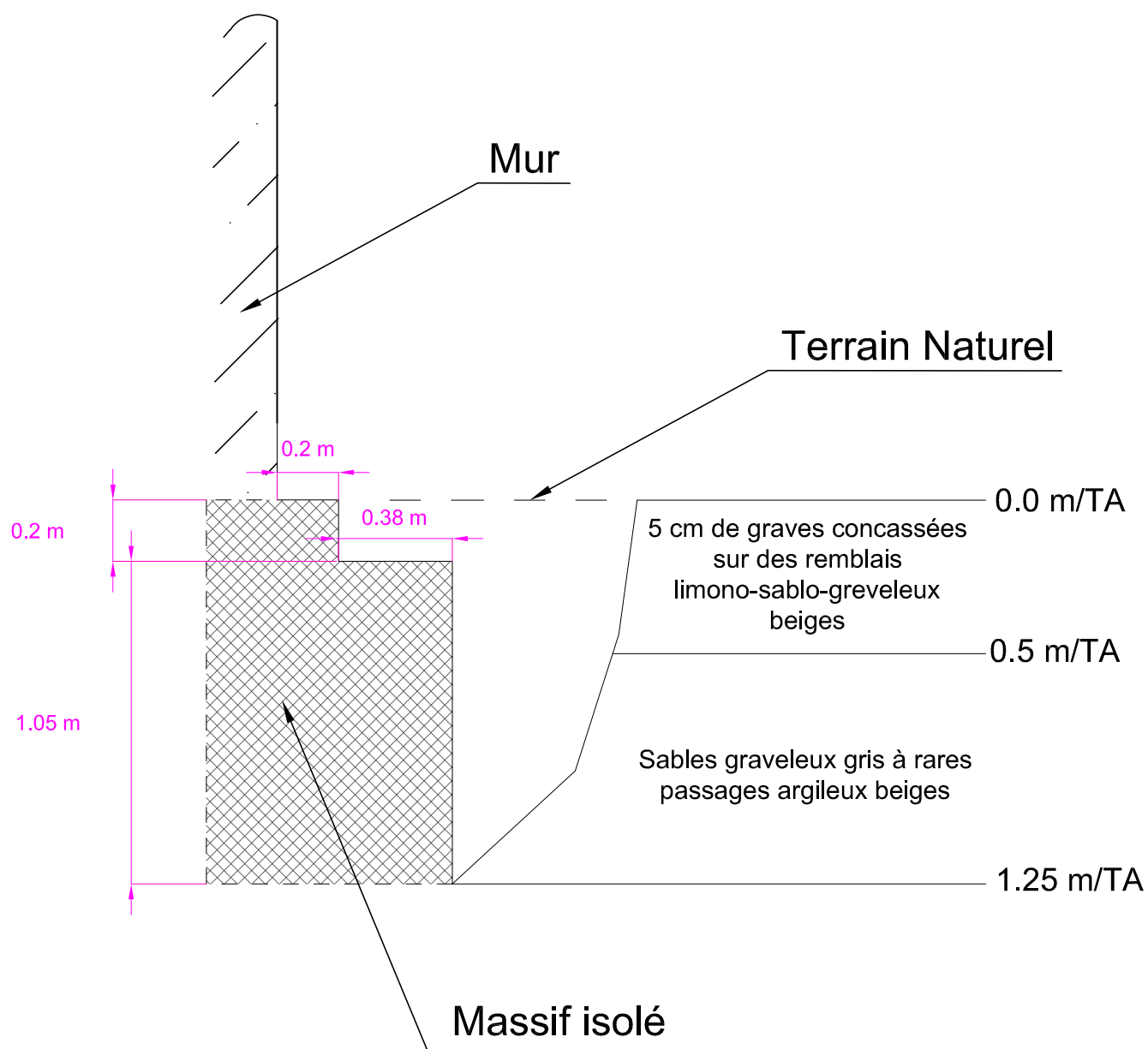
# Reconnaissance de fondation RF2



**Affaire :** Morzine (74) - Extension du poste source de Morzine

**Client :** ENEDIS BRIPS - **N°dossier :** 7303248

**Vue en coupe - Echelle 1/20**



## **Annexe 5**

---

### **Procès-verbaux des essais en laboratoire**



**PROCES-VERBAL D'ESSAI**  
**CLASSIFICATION D'UN SOL**  
 NF P11-300



Température étuve 105°C

**REFERENCES**

**N° affaire** 7303248  
**Localisation** Morzine (74)

**IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON**

**Sondage** SC1  
**Profondeur** 0,50 - 2,00 m  
**Dmax** 67 mm  
**Description** graves et blocs limono-sableux marron

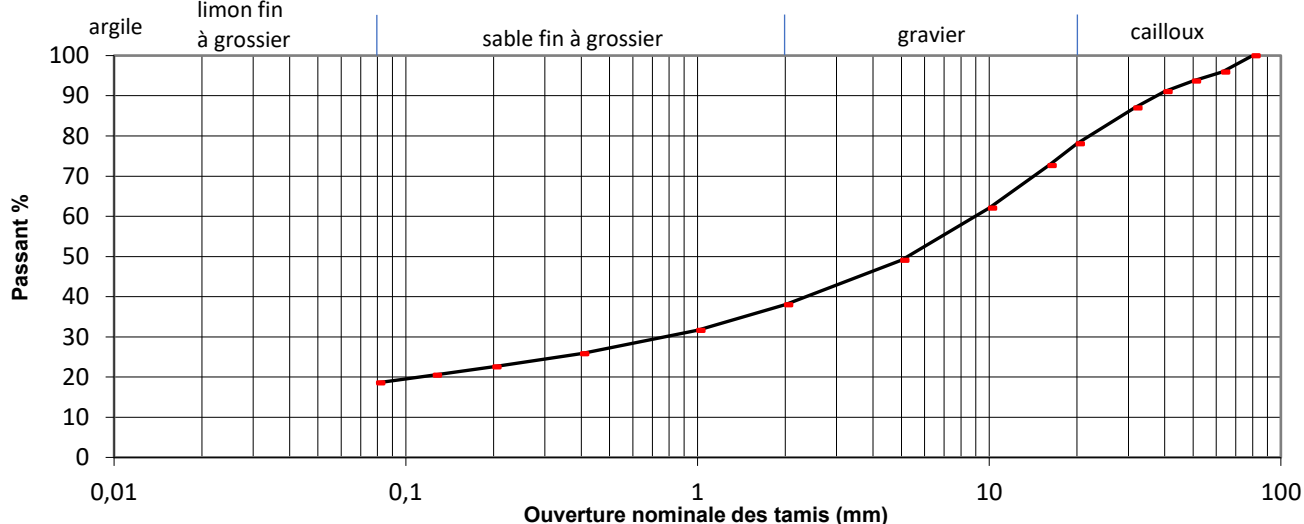
**INFORMATIONS GENERALES**

**Date de prélèvement** -  
**Réception labo** -  
**Mode prélèvement** carottage 114 mm  
**Conservation** sac

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE NF P 94-056**

Ø Tamis (en mm)	80	63	50	40	31,5	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
% Passant	100,0	96,0	93,7	91,0	87,0	78,1	72,7	62,1	49,1	38,1	31,6	25,9	22,6	20,5	18,6
% Passant sur 0/50mm			100,0	97,1	92,8	83,3	77,5	66,2	52,3	40,6	33,7	27,6	24,1	21,8	19,8

**COURBE GRANULOMETRIQUE**



**TENEUR EN EAU NF P 94-050**

$W_{nat} = 20,9 \%$

**VALEUR AU BLEU NF P 94-068**

$VBS = 0,38$  g de bleu/100g sol

**REMARQUES**

Classe matériau

**C1B5**

L'opérateur des essais  
 Pierre-Yves BOYER

## Annexe 6

---

### Procès-verbaux des de perméabilité





- **Lithologie :**

De	à	
0	0,05 m	Terre végétale
0,05	1,50 m	Remblais sableux à cailloutis
		Arrêt

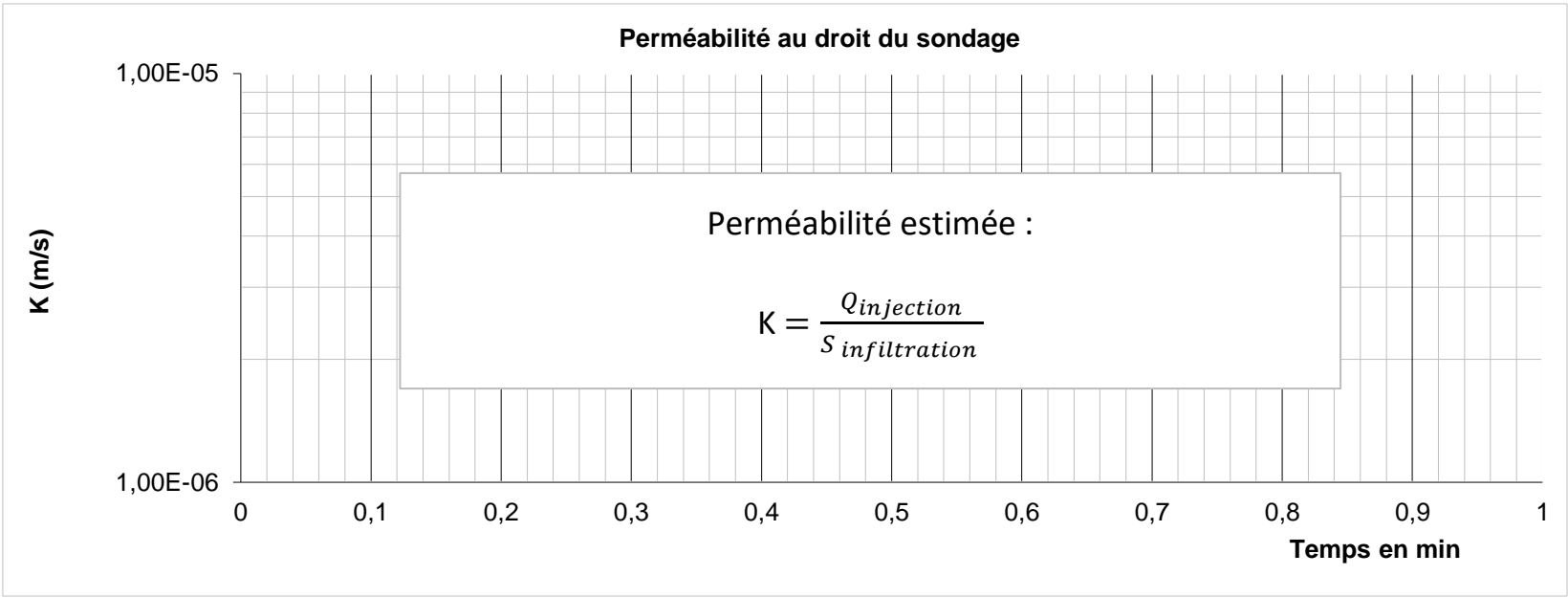
● **Paramètres de l'essai :**

<b>Diamètre du trou :</b>	0,063 m	<b>Surface latérale :</b>	0,297 m <sup>2</sup>
<b>Profondeur du trou :</b>	1,500 m	<b>Surface du fond :</b>	0,003 m <sup>2</sup>
<b>Hauteur mouillée supposée :</b>	1,500 m	<b>Surface totale d'infiltration à t=0 :</b>	0,300 m <sup>2</sup>

- **Suivi :**

[illegible]

● Courbe caractéristique :



### ● Résultats :

La perméabilité retenue correspond à la perméabilité cumulée entre 0 min et 20 min :

$K >$	2,0E-03	m/s
-------	---------	-----



- **Lithologie :**

De	à	
0	0,15 m	Graves concassées
0,15	1,50 m	Argiles sableuses à cailloutis
		Arrêt

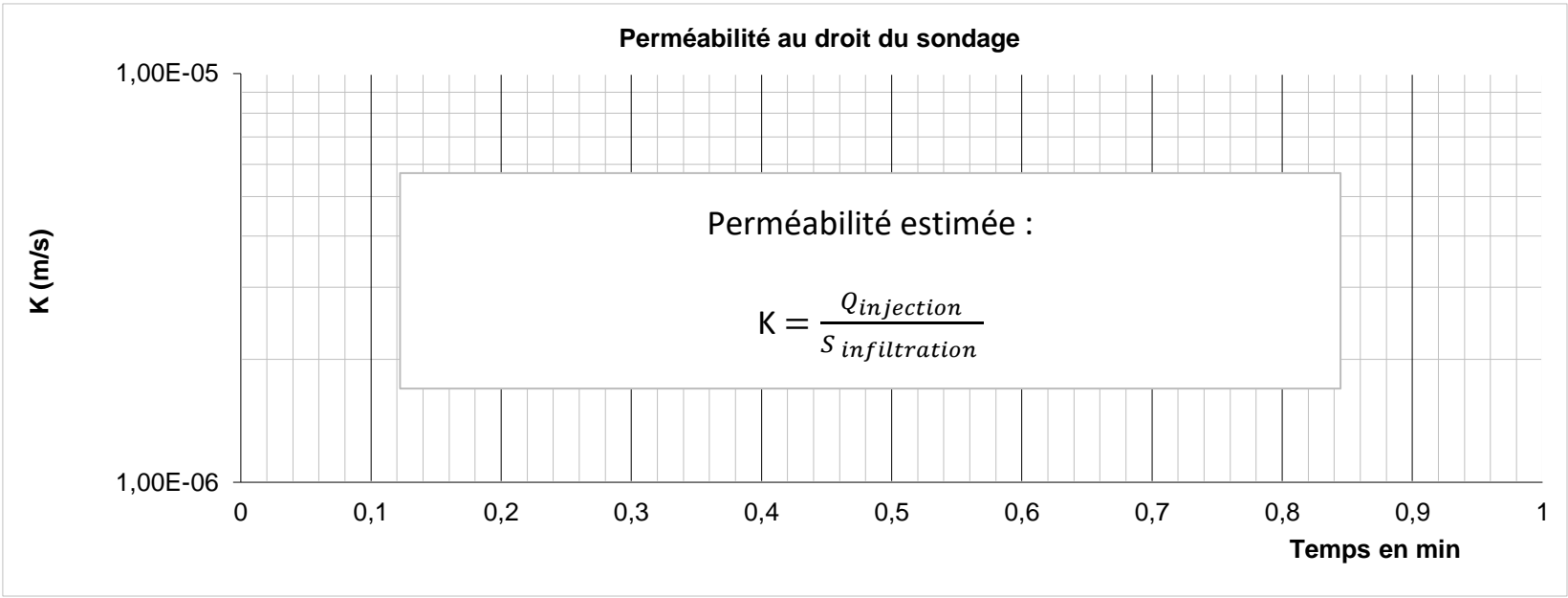
● **Paramètres de l'essai :**

<b>Diamètre du trou :</b>	0,063 m	<b>Surface latérale :</b>	0,297 m <sup>2</sup>
<b>Profondeur du trou :</b>	1,500 m	<b>Surface du fond :</b>	0,003 m <sup>2</sup>
<b>Hauteur mouillée supposée :</b>	1,500 m	<b>Surface totale d'infiltration à t=0 :</b>	0,300 m <sup>2</sup>

- **Suivi :**

[illegible]

● Courbe caractéristique :



### ● Résultats :

La perméabilité retenue correspond à la perméabilité cumulée entre 0 min et 20 min :

$K >$	2,0E-03	m/s
-------	---------	-----



- **Lithologie :**

De	à	
0	0,15 m	Graves concassées
0,15	1,50 m	Remblais sableux à cailloutis
		Arrêt

Diamètre du trou :	0,063 m	Surface latérale :	0,297 m²
Profondeur du trou :	1,500 m	Surface du fond :	0,003 m²
Hauteur mouillée supposée :	1,500 m	Surface totale d'infiltration à t=0 :	0,300 m²

[illegible]

30                      0,1

**Perméabilité au droit du sondage**

Y-axis:  $K \text{ (m/s)}$

X-axis: **Temps en min**

Perméabilité estimée :

$$K = \frac{Q_{injection}}{S_{infiltration}}$$

La perméabilité retenue correspond à la perméabilité cumulée entre 0 min et 20 min :

$K >$	2,0E-03	m/s
-------	---------	-----