



GÉotechnique
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
Agence de Rillieux-la-Pape
672 rue des Mercières
69140 RILLIEUX-LA-PAPE

Tél : 04 78 88 75 83
contact69@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE AVP

Localisation
BUSSIÈRES (42)

Projet
Poste Source de BUSSIÈRES
Commande 0324-5534431936

Maître d'ouvrage
ENEDIS
DR Sillon Rhodanien
VIENNE

REFERENCE : 2025-02-475/1 - G2 AVP

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	04/07/2025	39 pages + annexes	S. LOUVET	R. GAUDE	Etablissement document

Référentiel document : v2.2 22/01/2024

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	4
1.1. Définition de l'opération	4
1.2. Contrat – Mission géotechnique	4
1.3. Cadre réglementaire	5
1.4. Documents communiqués	5
1.5. Caractéristiques du projet	5
1.6. Caractéristiques générales du site	7
1.6.1. Localisation	7
1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude	8
1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique	11
1.7. Risques naturels	13
1.7.1. Risque d'inondation	13
1.7.2. Risque de remontée de nappe	13
1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles	14
1.7.4. Présence de cavités / risque karstique	14
1.7.5. Mouvements de terrains	14
1.7.6. Amiante naturelle	14
1.7.7. Risque sismique	15
1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles	15
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	16
2.1. Implantation	16
2.2. Investigations réalisées	16
2.2.1. Sondages de reconnaissance	16
2.2.1. Equipements piézométriques	16
2.2.2. Essais de perméabilité des sols	16
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE	17
3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques	17
3.2. Niveaux des eaux souterraines	18
3.1. Perméabilité des sols	18
4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET	19
4.1. Modèle géotechnique retenu	19
4.2. Conditions sismiques	20
4.2.1. Données réglementaires	20
4.2.2. Influence du sol	20
4.2.3. Catégorie de bâtiment	21
4.2.4. Exigences sur le bâti neuf	22
4.2.5. Risque de liquéfaction des sols	22
4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)	22
4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques	23
4.5. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens	23
4.6. Principes généraux de terrassements	24

4.6.1. Travaux préparatoires	24
4.6.2. Travaux de démolition sur site occupé	25
4.6.3. Aménagement des plateformes	25
4.6.4. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport	27
4.6.5. Conditions de talutage	27
4.7. Ouvrages de soutènement	29
4.8. Conception des voiries et parkings	29
4.8.1. Assise de la structure de voirie (P.S.T.)	29
4.8.2. Couche de forme sous voirie	30
4.8.3. Critères de réception	30
4.9. Etude des fondations semi-profondes (Norme NF P94-261) – mur de clôture – mur pare-feu – jeux de barres – bâtiment RTE	31
4.9.1. Sol d'assise et conditions d'ancrage	31
4.9.2. Adaptation vis-à-vis des fondations mitoyennes ou proches	31
4.9.3. Contraintes admissibles (<i>appellation ENEDIS : Coefficient de portance</i>)	32
4.10. Etude de fondation par radier général – ouvrages avec fosse enterrée (grille HTA, transformateur, bâtiment TSA et caniveaux HTA) + équipement 2I+P	32
4.10.1. Assise du radier, couche de forme	32
4.10.2. Contraintes admissibles (<i>appellation ENEDIS : Coefficient de portance</i>)	34
4.10.3. Remarques complémentaires	34
4.11. Conditions et précautions d'exécution des fondations	35
4.12. Protection des ouvrages contre les eaux	36
4.12.1. Dispositions de drainage	36
4.13. Recommandations générales vis-à-vis du risque sismique	37
5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES	38
6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT	39

- Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**
 Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**
 Annexe 3 : **Implantation des sondages**
 Annexe 4 : **Coupes de sondages**
 Annexe 5 : **Détails descriptifs des ouvrages en projet**

Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.

Éléments d'aide à la lecture

Notre rapport d'étude géotechnique communiqué ci-après aborde les différents éléments géotechniques pour l'étude conception AVANT-PROJET.

Nous proposons une aide à la lecture de la présente étude géotechnique en synthétisant par des mots clés les solutions techniques recommandées à ce stade du projet.

Cette aide ne consiste pas en un résumé des différents sujets abordés dans la présente étude. La lecture complète et en détail de notre rapport reste l'unique manière de prendre connaissance du contexte géotechnique et hydrogéologique établi à ce stade, des problématiques identifiées par le projet et des solutions techniques retenues.

Contexte géologique	Parcelle localisée en contexte de versant. Présence de remblais, puis de limons sablo-graveleux puis du substratum rocheux +/- altéré.
Contexte hydrogéologique	Un suivi piézométrique est actuellement en cours par S2e.
Exposition au Retrait-Gonflement	Exposition non renseignée au droit du projet.
Terrassements envisagés pour le projet	Lorsque le projet sera mieux défini, notamment concernant l'étendue des rénovations sur ouvrages existants les talutages pourront être envisagés. Cependant il est fort probable que la proximité avec les existants ou les limites parcellaires conduisent à devoir réaliser des soutènements.
Ouvrages de soutènement	NB : le PS étant en amont d'un talus existant de plusieurs mètres, l'étude G2PRO devra étudier l'impact du projet sur la stabilité de ce talus.
Type de fondations	Sous les fosses nous pourrions envisager des radiers. Pour les ouvrages sans fosses enterrées, les fondations dépendront de l'ampleur des descentes de charge. Si celles-ci sont faibles les fondations pourront être superficielles, si non elles seront semi-profondes de manière à être ancrée sur le substratum rocheux.
Contrainte de service du sol (Appellation ENEDIS : Coefficient de portance)	Pour un ancrage des fondations dans les sols S1 : limons sablo-argileux , les contraintes maximales à retenir sont les suivantes : $\sigma_{v,dELS} = 0.10 \text{ MPa}$ pour les pour les justifications aux ELS $\sigma_{v,dELU} = 0.16 \text{ MPa}$ pour les pour les justifications aux ELU Pour un ancrage des fondations dans les sols S2 : roche altérée , les contraintes maximales à retenir sont les suivantes : $\sigma_{v,dELS} = 0.30 \text{ MPa}$ pour les pour les justifications aux ELS $\sigma_{v,dELU} = 0.49 \text{ MPa}$ pour les pour les justifications aux ELU
Protection contre eaux	A définir selon les résultats du suivi piézométrique. A minima : Drainage périphérique des voiles enterrés.
Voiries et parking	Couche de forme de 0.80 m sous voirie pour trafic PL.
Particularités du projet	- Présence de remblais, - Insertion du projet sur un PS existant dans un versant (déblais-remblais) et en tête d'un talus. - Meilleure définition du phasage des travaux et de la géométrie des ouvrages, - Meilleure connaissance des descentes de charges et altimétrie des ouvrages.
Besoins identifiés dans le cadre de l'étude G2PRO	- Réalisation de sondages complémentaires avant la phase EXE lorsque les réseaux seront déviés notamment vers les ouvrages mitoyens pour localisation précise des différents ouvrages et de leurs avoisinants, - Communication des descentes de charges aux ELS et ELU en assise de semelles de fondation, - Etude hydrogéologique avec NPHE. - Clarification du phasage des travaux en phase EXE notamment en mitoyenneté avec des ouvrages existants et pour les caniveaux et réseaux enterrés,

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage ENEDIS envisage la réhabilitation du Poste Source ENEDIS situé sur la commune de BUSSIERES (42).

1.2. Contrat – Mission géotechnique

Notre offre d'étude géotechnique référencée SLe2025-02-475/1 en date du 04/03/2025 a été acceptée le 21/03/2025 (bon de commande n°0324-5534431936) par **ENEDIS**.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Avant-Projet** (G2 AVP).

Elle consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les terrassements, les fondations, le mode d'assise des structures au sol ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques sur la base des modèles géotechniques retenus ;
- Donner les dispositions générales vis-à-vis des eaux de surface, des eaux souterraines et des avoisinants ;
- Examiner la pertinence d'application de la méthode observationnelle si nécessaire.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées aux résultats de l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017)
- NF DTU 13.11 Fondations superficielles
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II *dit GTR 92*
- Guide des Terrassements, des remblais et des couches de forme – fascicules n°1 et 2 – dit GTR 2023, publié par le CEREMA en mai 2023
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire

1.4. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

<i>Document</i>	<i>Fourni par</i>	<i>Référence</i>	<i>Format</i>	<i>Date</i>
Vue en plan du projet	ENEDIS	BUSSI.HT.P.IG100.TX ind B	PDF	11/03/2025
Vue en plan de l'existant	ENEDIS	BUSSI.HT.P.IG100.AV	PDF	05/06/2024

1.5. Caractéristiques du projet

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

- Dépose de deux anciens TR et ouvrages annexes pour mise en place de deux TR et de 2 grilles HTA et des murs coupe-feu associés,
- Remplacement du jeu de barre associé,
- Création en dehors du poste actuel :
 - d'un équipement 2I+P,
 - d'un bâtiment TSA dont nous n'avons pas beaucoup d'information et qui est supposé de type RDC avec un niveau enterré pour maintenance technique,
 - piste légère,
 - caniveaux et réseaux enterrés,
 - fosse déportée à proximité d'un talus.
- Création d'un bâtiment RTE donc nous n'avons pas beaucoup d'information et qui est supposé de type RDC sans sous-sol,
- Prolongement de la clôture actuelle.

Fosse déportée

Prolongement de la clôture

2I+P

Mur pare-feu

Transformateur

Bâtiment TSA

Reprise des caniveaux (câbles HTA)

Bâtiment RTE

Dans le cadre du projet plusieurs ouvrages seront déposés (voir plan des existants ci-dessous) :

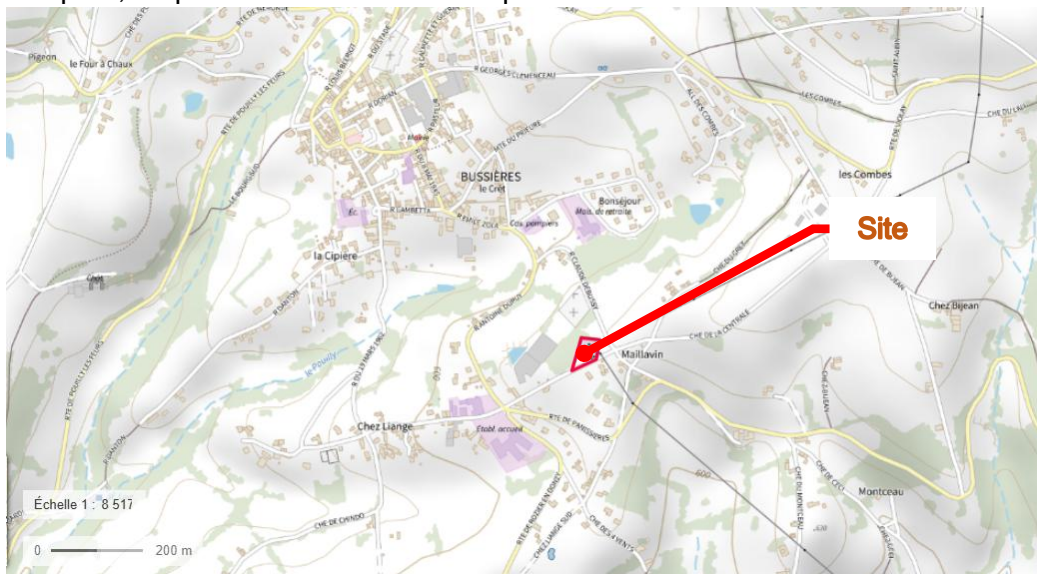
Zones de
dépose des
ouvrages

1.6. Caractéristiques générales du site

1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe au Sud-Est de la commune de BUSSIÈRES (42), à proximité de zones résidentielles. Il est localisé Chemin de la centrale, à proximité du cimetière de la commune.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : www.géoportail.fr

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : www.géoportail.fr

1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- Le terrain est occupé par l'actuel poste source, bâtiments, ouvrages aériens et espaces gravillonnés,
- Ce poste s'insère dans une topographie en pente vers l'Ouest grâce à des talus sur la limite Est du PS,
- L'altimétrie de la parcelle est d'environ 638 m NGF,
- La parcelle est délimitée par :
 - Au Nord et à l'Est par des talus, espaces verts puis les voiries routières,
 - A l'Ouest par un talus arboré,
 - Au Sud par voirie puis un espace résidentiel.





Source : Google Streetview





Source : Google earth



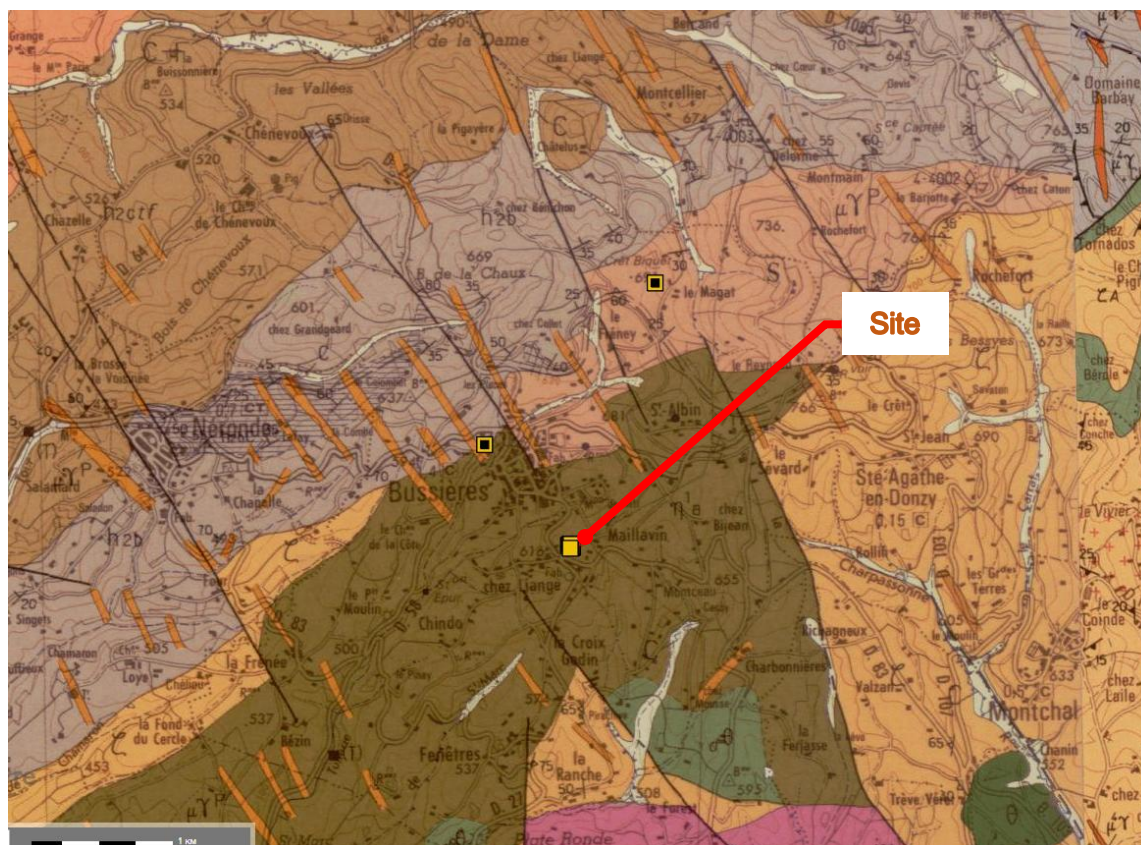


1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

- Des remblais d'aménagement,
- Roche granitique de la Série du Beaujolais, équivalente de la série de la Brévenne : Trondhjémite albitique de Chindo
- Avec de possibles inclusions de microgranite porphyrique.

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



La base de données du BRGM – INFOTERRE – BSS indique plusieurs sondages anciens localisés sur la parcelle voisine au projet. Voici ci-dessous les coupes lithologiques de ces sondages :

- Sondage n° BSS004EPMM, référencé à 80 m au Sud-Ouest du projet :

Profondeur	Lithologie
De 0 à 72 m	Granit compact couleur bleu gris foncé
De 72 à 78 m	Granit altéré (plus tendre)
De 78 à 200 m	Granit compact

- Sondage n° BSS004HDLW, référencé à 90 m au Sud-Ouest du projet :

Profondeur	Lithologie
De 0 à 42 m	Granit compact couleur bleu gris foncé
De 42 à 72 m	Granit compact couleur bleu gris foncé
De 72 à 78 m	Granit altéré (plus tendre)
De 78 à 110 m	Granite compact - légère arrivée d'eau à 90m
De 110 à 140 m	Granit compact couleur bleu - gris foncé
De 140 à 144 m	Granit compact mélange couleur rouge blanc avec granit bleu
De 144 à 200 m	Granit compact mélange couleur rouge blanc avec granit bleu

Concernant le contexte hydrogéologique, une enquête préliminaire a été réalisée sur les sites institutionnels.

La rivière du POUILLY est localisée en contre bas du projet à environ 200 m de distance et 50 m d'altitude. Le site est localisé dans un léger versant.

1.7. Risques naturels

Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

A noter que les risques naturels sans lien direct avec la stabilité des ouvrages (présence d'amiante, présence de radon, présence de pollutions de sol, etc...) ne sont pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

1.7.1. Risque d'inondation

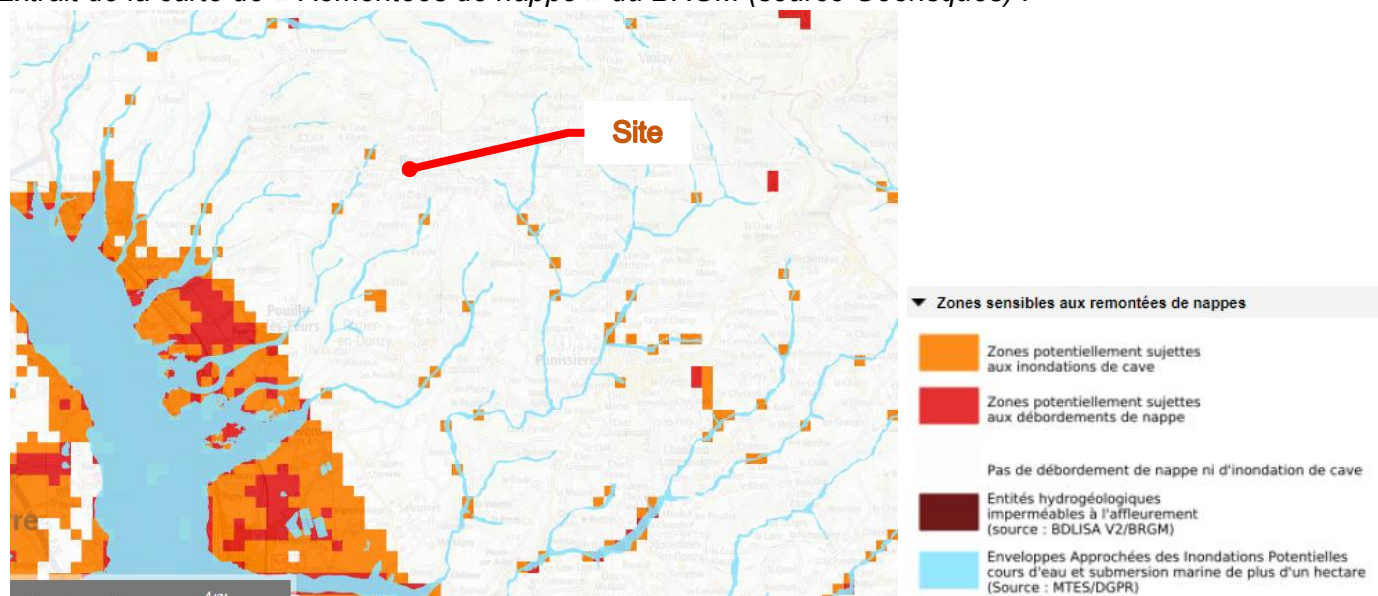
Le site de la préfecture de la LOIRE ne fait pas mention de PPRN ou de PPRi sur la commune de BUSSIERES.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

1.7.2. Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site est localisé dans une zone sans débordement de nappe ni d'inondation de cave.

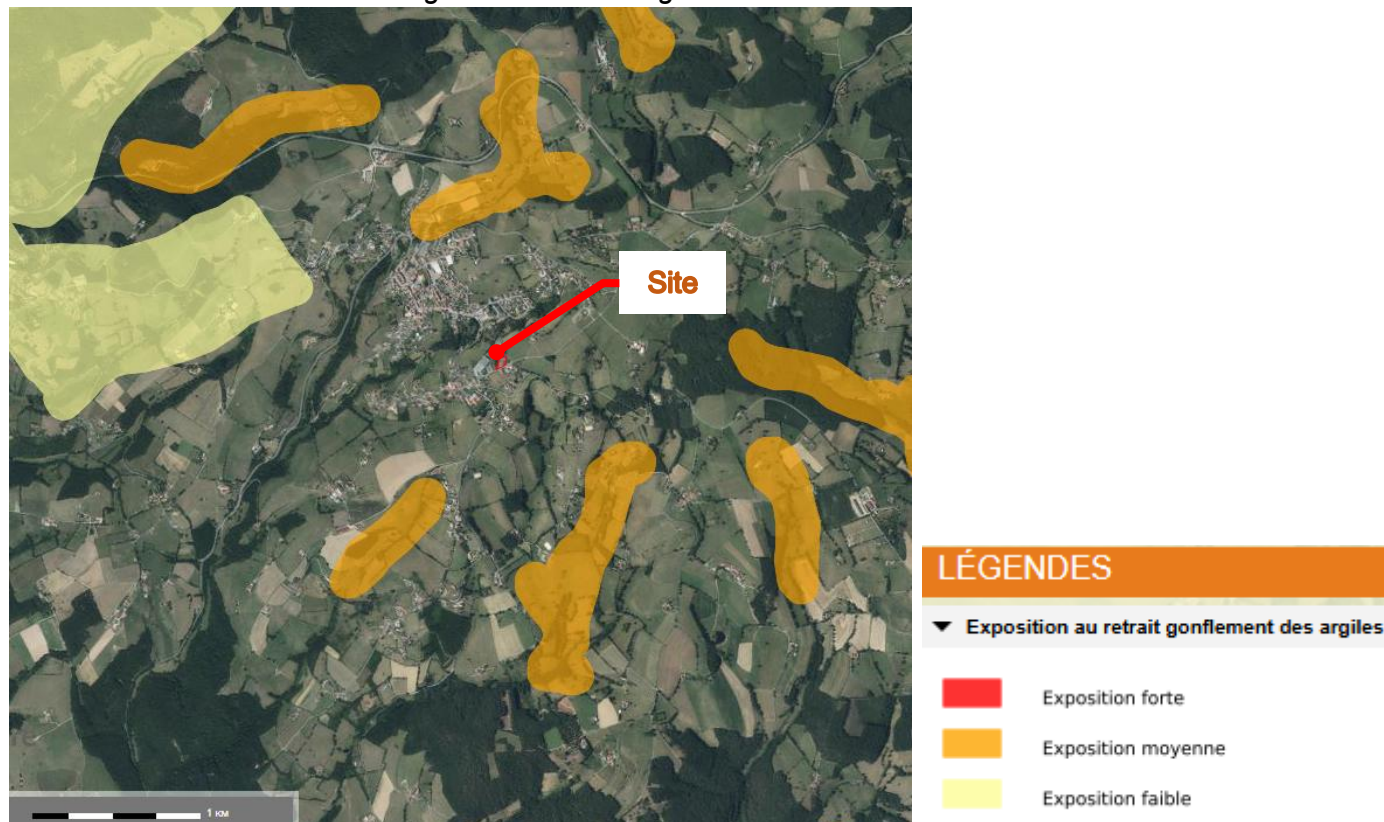
Extrait de la carte de « Remontées de nappe » du BRGM (source Géorisques) :



1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, au droit du projet le zonage n'est pas spécifié.

Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :



1.7.4. Présence de cavités / risque karstique

Selon les cartes d'INFOTERRE, aucune cavité n'est localisée dans un rayon de 2 km autour du projet.

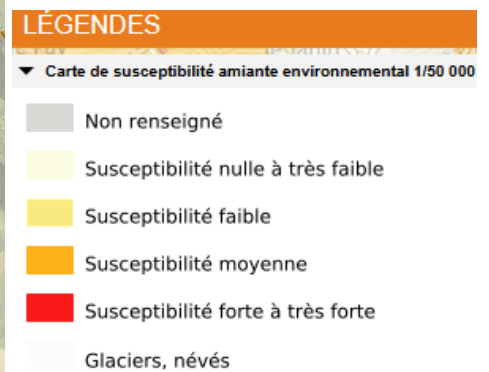
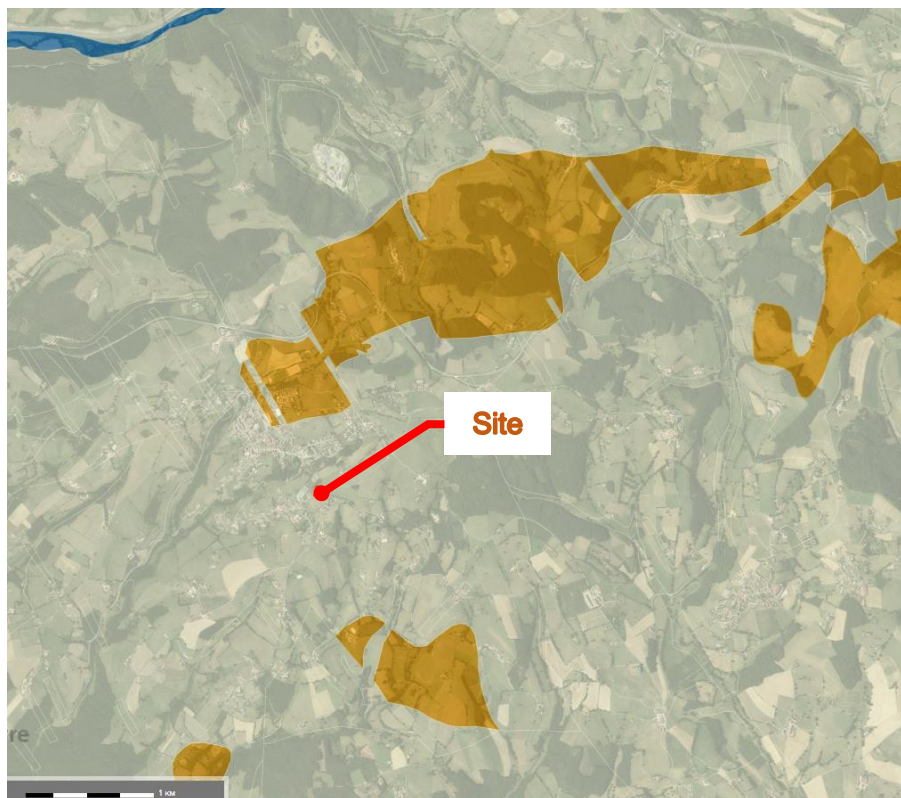
1.7.5. Mouvements de terrains

Selon les cartes d'INFOTERRE, aucun mouvement de terrain n'est localisé dans un rayon de 2 km autour du projet.

1.7.6. Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune fait l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental et le terrain est classé à titre indicatif en zone de susceptibilité nulle à très faible.

Le décret relatif aux modalités d'application de la norme sur l'amiante environnemental n'est pas encore publié mais la Maitrise d'Ouvrage peut solliciter un BE spécialisé pour effectuer un diagnostic amiante conformément à la norme NF P94-001.



1.7.7. Risque sismique

Selon la nouvelle réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 2 – FAIBLE.

Selon la catégorie des bâtiments pour cette zone d'aléa le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Historique des catastrophes naturelles dans ma commune : 3

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
NOR19830621	Glissement de Terrain	01/05/1983	24/06/1983
NOR19821215	Poids de la Neige	26/11/1982	22/12/1982
NOR19821118	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/11/1982	19/11/1982

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1. Implantation

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Sondages de reconnaissance

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP :

Type de sondage	Référence	Prof. / TN	Nb d'essais
Sondages pressiométriques Norme NF P 94-110 Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	SP1	2.98	2
	SP2	3.04	2
	SP3	3.94	3
	SP4	2.16	1
	SP5	6.05	5
Sondages semi-destructifs Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	SD1	3.17	-
	SD2	1.70	
	SD3	1.70	

Les coupes lithologiques associées aux sondages destructifs sont estimées à partir des cuttings de forages, des paramètres de forage et des indications données par l'équipe de sondage.

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

2.2.1. Equipements piézométriques

Équipement piézométrique	Référence	Sondage	Prof. / TN
Piézomètre définitif fermé avec capot métallique Norme NF P94-157-2	PZ1	SP5	5.25 m

2.2.2. Essais de perméabilité des sols

Type d'essai de perméabilité in situ	Référence	Prof. / TN
Essai d'injection à charge variable / constante dit « essai Nasberg » Norme NF EN ISO 22282-2 adaptée	SD1	0.0 – 2.5 m
	SD2	0.0 – 1.1 m
	SD3	0.0 – 1.4 m

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- les paramètres de forage :
 - la vitesse d'avancement instantanée généralement fonction de la résistance mécanique des sols traversés (élevée dans les horizons « mous » à lâches et faibles dans les formations compactes),
 - la pression sur l'outil de forage ainsi que le couple de rotation moteur, peu variables mais dépendant toutefois du matériau traversé (plus élevé généralement dans les formations graveleuses ou granuleuses et abrasives).
- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale avec une précision verticale de +/- 20 cm ;
- les cuttings de forage ;
- les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques

➤ R: Remblais

Cette formation correspond à la couche de forme sous les ouvrages existants ou à l'aménagement de la plateforme dans la pente.

- Aspect visuel : graves sablo-limoneuses à sable limono-graveleux
- Niveau du toit : au niveau du terrain actuel (TA),
- Niveau de la base : elle est supposée jusqu'à 0.30 à 1.40 m de profondeur au droit de SP1 et vers SP4.
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $p_l^* \approx 1.73 \text{ MPa}$, (*)
 - Module pressiométrique (E_M) : $E_M \approx 14.2 \text{ MPa}$, (*)

(*) : Un seul essai pressiométrique a été réalisé dans cette formation.

Des variations de nature et d'épaisseur des **remblais** (R) sont à attendre dans l'emprise du projet.

➤ S1: Limons sablo-graveleux

Cette formation correspond probablement à des dépôts de surface et à l'altération du substratum rocheux.

- Aspect visuel : limon sablo-graveleux marron à beige-jaune,
- Niveau du toit : 0.30 à 1.40 m de profondeur,
- Niveau de la base : 1.50 à 2.40 m de profondeur,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $0.29 \leq p_l^* \leq 5.00 \text{ MPa}$,
 - Module pressiométrique (E_M) : $2.2 \leq E_M \leq 116 \text{ MPa}$,

➤ **S2 : Roche granitique altérée**

Cette formation correspond au faciès altéré du substratum rocheux

- Aspect visuel : roche granitique altérée
- Niveau du toit : 1.50 à 2.40 m de profondeur,
- Niveau de la base : au-delà de la base de nos sondages vers 3 à 6 m de profondeur, profondeurs auxquelles nous avons rencontré des refus à la tarière.
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $1.50 \leq p_l^* \leq 5$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $8 \leq E_M \leq 220$ MPa,

3.2. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations. Toutefois, nous précisons qu'elles ont été réalisées courant avril 2025 suite à une longue période de sécheresse.

Cependant, des circulations d'eaux erratiques ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

Des circulations d'eau peuvent également se produire au sein des remblais en zone urbanisée.

De même, en milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés ou à des circulations induites par les tranchées de réseaux.

Un suivi piézométrique est en cours auprès des équipes d'hydrogéologues de S2e.

3.1. Perméabilité des sols

Il est rappelé que les essais de perméabilité sont réalisés sur des surfaces très limitées et en nombre limité.

Dans le cas où des pompages ou rabattements de nappe seraient nécessaires en phase chantier ou en phase d'exploitation, seuls des essais de pompage en quantité suffisante et représentative au regard du contexte stratigraphique du site permettraient d'obtenir une estimation réaliste des débits d'exhaure.

Les essais d'eau réalisés ont pour objet d'évaluer la perméabilité des sols. Le tableau ci-après présente les résultats obtenus :

Sondage	Formation	Nature du sol	Type d'essai	Profondeur (m)	Coefficient de perméabilité
					K (m/s)
SD1	R	Limon sablo-graveleux	NASBERG	0.00 – 2.50	4.32 E ⁻⁶
SD2	R	Graves sablo-limoneuses	NASBERG	0.00 – 1.10	1.22 E ⁻⁶
SD3	R	Limon sablo-graveleux	NASBERG	0.00 – 1.40	3.12 E ⁻⁶

Les essais de perméabilité de type Nasberg (essai d'eau en forage hors nappe) donnent des résultats de perméabilité globalement plus faibles du fait d'un phénomène de colmatage progressif de la cavité au cours de l'essai.

Ci-dessous, une indication du degré de perméabilité en fonction de la perméabilité mesurée :

Ordre de grandeur de la perméabilité k	Degré de perméabilité correspondant
10^{-1} à 10^{-3} m/s	Elevée
10^{-3} à 10^{-5} m/s	Modérée
10^{-5} à 10^{-7} m/s	Faible
10^{-7} à 10^{-9} m/s	Très faible
10^{-9} à 10^{-12} m/s	Quasi-nulle

4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET

4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Id.	Nature du sol	Base de la couche	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
R	Remblais	0.4 à 1.5	1	8	0.25
S1	Limons sablo-graveleux	2.2	0.6	4	0.50
S2	Roche granitique altérée	< 6	3	100	0.33

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol

Note importante : la profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

Nous retenons l'hypothèse de l'absence de nappe pouvant interférer avec les ouvrages au droit du projet.

4.2. Conditions sismiques

4.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), le niveau d'aléa ainsi que l'accélération du sol « au rocher » de référence sont indiqués dans le tableau ci-après pour le site objet de la présente étude :

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0.4
Zone 2	<u>Faible</u>	<u>0.7</u>
Zone 3	Modéré	1.1
Zone 4	Moyen	1.6
Zone 5	Fort	3.0

4.2.2. Influence du sol

L'Eurocode 8 distingue 5 classes de sols pour lesquelles sont définis des coefficients de sol S permettant de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par le sol. La classe de sol ainsi que le coefficient S associé correspondant au contexte géologique mis en évidence au droit du projet sont précisés dans le tableau suivant :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coef. De sol S	
		Zone 1 à 4	Zone 5
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériaux moins résistants	1.0	1.0
B	Dépôts raides de sables, de graviers ou d'argiles sur-consolidées d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1.35	1.2
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de graviers ou d'argiles moyennement raides, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	1.5	1.15
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	1.6	1.35
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle* d'une épaisseur comprise entre 5 et 20 m reposant sur un matériau plus raide	1.8	1.4
S ₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($I_p > 40$) et une teneur en eau importante	<i>Étude spécifique</i>	
S ₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes précédentes	<i>Étude spécifique</i>	

* couche superficielle de classe B, C ou D

À noter qu'en l'absence d'investigations spécifiques (essais Cross-Hole, essais en laboratoire, essais CPTu, essais SPT...) la classe de sol donnée est estimative.

4.2.3. Catégorie de bâtiment

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance en fonction de l'activité hébergée ou du nombre de personnes pouvant être accueillies dans les locaux.

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance Y_I qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8.

Le tableau suivant précise le cas dans lequel le projet se trouverait d'après les informations qui nous ont été transmises. Ce point devra être confirmé ou modifié par le Maître d'ouvrage.

Catégorie d'importance		Description	Coef. Y_I
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.	0.8
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 personnes. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.	1.0
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. ■ Bâtiment pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production d'énergie. ■ Établissements scolaires.	1.2
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise ■ Centres météorologiques	1.4

4.2.4. Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
				
Zone 1				
Zone 2			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3,0 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3,0 \text{ m/s}^2$

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

4.2.5. Risque de liquéfaction des sols

La liquéfaction des sols sous séisme est un mécanisme de rupture brutale qui advient dans les sols peu consistants saturés, durant des mouvements oscillatoires sismiques forts. Le sol perd alors toute ou partie de sa portance, causant l'enfoncement et/ou l'effondrement des constructions.

Le site étant classé en zone sismique 2 (faible), l'étude de la liquéfaction des sols n'est pas requise d'après l'arrêté n°2010-1255 du 22/10/2010.

4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)

Compte tenu de la topographie en déblais dans un contexte de versant, de la présence d'ouvrages existants et des caractéristiques du projet réalisé avec des fosses enterrées (avec solutions de soutènement et blindages), l'impact du projet en phase travaux et en phase d'exploitation est théoriquement limité au tènement du projet. **Ce point restera toutefois à valider en phase Projet. Le point particulier sera de vérifier l'influence de la fosse déportée par rapport au talus sous-jacent, lorsque la géométrie et la profondeur de la fosse sera connue.**

En première approche, les distances d'influence d'un ouvrage enterré sont de l'ordre de 3 fois la hauteur des talus, soit environ pour ce projet de 1 à 9 m à compter des têtes de talus.

Les conditions d'aménagement des talus sont à définir par une étude de stabilité spécifique en vue de déterminer les coefficients de sécurité au glissement et les dispositions constructives d'accompagnement (renforcements, drainage, végétalisation, entretien...) en phase de réalisation et en service.

4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques

Ci-après, nous récapitulons les principales contraintes du projet au regard des conditions géotechniques du terrain et du contexte local.

- La réalisation d'ouvrages enterrés à proximité d'ouvrages existants dont ni les parties enterrées ni les modes de fondations n'ont été reconnus.
- La profondeur des ouvrages projetés n'est pas arrêtée définitivement, ce qui pourra conduire à ce que l'influence des travaux intéresse des zones au-delà des limites parcellaires.
- La réalisation d'ouvrages de soutènement provisoires ou définitifs seront à prévoir en limite parcellaire et à proximité d'ouvrage existants si les emprises nécessaires au talutage ne sont pas disponibles.
- Les niveaux caractéristiques de la nappe ne sont pas connus. Compte tenu de l'environnement du secteur, nous supposons une absence de nappe dans les profondeurs concernées par le projet. Cependant seule une étude NPHE pourrait permettre de confirmer ceci. Un suivi piézométrique est actuellement en cours.
- La présence d'ouvrages électriques en fonctionnement.
- La sensibilité à l'eau des terrains de surface.

Compte tenu de ces éléments, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- La réalisation d'un système de fondations superficielles pour des descentes de charges supposées faibles.
- La nécessité de réaliser un mode de soutènement des terres au droit des ouvrages enterrés proches d'avoisinants (fosse sous les grilles HTA, grilles sous les transformateurs).
- L'éventualité de devoir réaliser une reprise en sous-œuvre des ouvrages mitoyens / avoisinants (à ce stade les modes de fondation des ouvrages existants ne sont pas connus),

Ces adaptations techniques sont précisées dans la suite du rapport.

Nous précisons que toute modification du projet, ou du terrain, ultérieure à la présente étude, est de nature à entraîner une nouvelle étude partielle ou complète, qui prendra en compte les modifications apportées et la validité des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport.

4.5. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens

Nous rappelons que les ouvrages en projet sont prévus à proximité d'ouvrages existants. Le mode de fondation de ces existants ne sont pas connus et la profondeur des parties enterrées existantes n'est pas connue. Ceci est particulièrement le cas dans la zone de projet des caniveaux pour les réseaux HTA. **Pour réaliser l'étude G2PRO il devra être précisé l'altimétrie de l'existant et des caniveaux et la configuration du raccordement entre les deux.**

Des fouilles de reconnaissance de fondations devront être réalisées avant la réalisation des travaux et idéalement dès la phase PROJET. Pour ceci les ouvrages devront être consignés au moment des investigations de manière à pouvoir exécuter les sondages à leur pied avec une pelle mécanique.

Les ouvrages existants concernés par ces reconnaissances sont ceux situés dans une zone de 3 fois la profondeur d'ancrage du projet.

Afin de compléter ces données, il conviendrait donc que soit recherché dans les archives, le dossier de recollement des fondations des ouvrages actuels.

A ce stade des études, nous ne pouvons pas exclure l'éventualité qu'il soit nécessaire de réaliser une reprise en sous-œuvre des existants. Ceci devra être étudié en phase projet (G2 PRO, G5). Le prédimensionnement des reprises en sous-œuvre ou en contre-œuvre devra être impérativement précédé d'une mise au point technique entre les différents intervenants (géotechnicien, BET Structure, Maitrise d'œuvre) afin de retenir la méthode constructive la mieux adaptée au contexte techniquement et économiquement.

Toutes les précautions devront être prises par l'entreprise pour éviter tout dommage aux existants tant en phase travaux que définitive. Nous attirons l'attention sur le fait qu'une reprise partielle peut impacter sa stabilité générale.

Dans tous les cas, une vérification de la bonne exécution est nécessaire. La mission G2 PRO indiquera si la méthode observationnelle est pertinente (cf. EUROCODE 7 – norme NF EN 1997-1).

4.6. Principes généraux de terrassements

4.6.1. Travaux préparatoires

4.6.1.1. *Décapage de surface*

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

En cas de dévoiement de réseau, nous recommandons de prévoir un relevé par un géomètre de toutes les infrastructures enterrées qui seront purgées et/ou dévoyées. Ce relevé permettra par ailleurs d'adapter le calepinage des fondations projetées ou d'anticiper les difficultés de terrassements qui pourraient être rencontrées.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral et des remblais présents.

4.6.1.2. *Travaux de démolitions*

Les travaux de démolition devront comprendre l'extraction complète des ouvrages enterrés avec comblement des cavités induites à l'aide de matériaux d'apport correctement compactés.

Les travaux de démolitions devraient a priori concerner les deux transformateurs, leurs ouvrages annexe et le bâtiment à l'angle Nord-Est du Poste.

Des précautions devront être prises afin de ne pas engendrer de mouvements de terrain ni de dommages envers les ouvrages existants à conserver ni envers les avoisinants.

Note importante : l'étude des conditions de stabilité des travaux de démolition ne fait pas partie de notre mission. Elle peut faire l'objet d'une étude spécifique (mission de type G5).

4.6.2. Travaux de démolition sur site occupé

Les opérations prévues au droit de sites occupés à ce jour doivent faire l'objet d'une attention particulière du fait de travaux de démolitions.

Ces travaux doivent impérativement faire l'objet d'un cahier des charges intégrant notamment la purge complète des vestiges structurels (dallages, fondations, fosses...), la méthodologie de remblaiement et les contrôles associés.

Un DOE avec plan de récolement doit ensuite être délivré par le démolisseur, fournissant à minima les informations suivantes :

- les structures purgées,
- les profondeurs de purge,
- les méthodologies mises en œuvre,
- les épaisseurs remblayées,
- les contrôles de remblaiement.

En l'absence de ces éléments, une reconnaissance spécifique du site (sur la base d'investigations adaptées à l'identification des travaux de démolition / remise en état du site) devra être menée, indépendamment de l'étude géotechnique prévue pour la conception du projet de construction.

4.6.3. Aménagement des plateformes

Globalement la plateforme de travail devrait être au niveau du terrain existant. Les déblais seront uniquement localisés au droit des fondations.

La plateforme actuelle est constituée de voirie, espaces verts et surface gravillonnées.

NB : nous considérons ici qu'au droit de la fosse déportée, le terrain naturel ne sera pas modifié. Toutefois si des remblais sont prévus il sera indispensable de nous le signaler de manière à l'intégrer dans l'étude G2PRO notamment pour les questions de stabilités des talus et d'étude des tassements.

4.6.3.1. *Drainage du terrain*

Les sols de surface, impactés par les terrassements sont sensibles à l'eau et leur portance peut se dégrader rapidement.

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ($\geq 1.5\%$).

En cas de remontée de nappe importante, il faudra prévoir un dispositif de rabattement dont les modalités et les dimensions sont à déterminer dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique. Compte tenu des sols rencontrés (limons sablo-graveleux), on peut s'orienter vers un mode de rabattement de nappe (pointes filtrantes, pompage sur puits, etc...), à définir dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique.

4.6.3.2. **Réalisation des déblais**

En partie supérieure, dans les sols limono-sableux (S1) les terrassements en déblai pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Pour éviter d'altérer les sols en place, il sera préférable d'avancer le déblaiement « en rétro ».

Au-delà de 2 à 2.50 m de profondeur, au contact de la formation rocheuse (S2) les déblais à réaliser concerneront des matériaux très compacts, nécessitant l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique,...). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

4.6.3.3. **Fond de forme**

Bâtiment RTE :

A ce stade du projet, la profondeur du niveau bas du bâtiment n'est pas clairement définie, elle devrait être **équivalente au terrain naturel**. Ainsi, à ce niveau altimétrique, on devrait rencontrer des remblais (R) de mauvaise consistance. Il conviendra donc d'approfondir le niveau bas du bâtiment, d'épaissir la couche de forme de manière à ce que le dallage et la couche de forme repose sur le terrain naturel correspondant aux limons sablo-graveleux (S1) ou traiter le niveau bas en plancher porté par les fondations.

Transformateur - Equipement 2I+P – caniveaux :

A ce stade du projet, il n'est pas clairement définie l'ampleur de la rénovation des transformateurs existants. Nous supposons qu'ils seront purgés ainsi que leur fosse.

D'après le calage altimétrique du projet et en tenant compte des terrassements nécessaires, il apparaît que le niveau de fond de forme devrait se situer vers **- 1.10 à 1.30 m** (en tenant compte d'une profondeur de base des ouvrages à - 0.60 ou -0.80 m/TA et l'épaisseur approximative d'une couche de forme de 0.5 m). A ce niveau altimétrique on devrait rencontrer les limons sablo-graveleux (S1) ou les remblais (R). En cas de rencontre des remblais, on veillera à approfondir la couche de forme de manière à ancrer ces ouvrages dans le terrain naturel correspondant aux limons sablo-graveleux (S1).

Grille HTA :

A ce stade du projet, les grilles HTA seront implantées à la place d'ouvrages purgés donc nous supposons que les purges ne devraient pas être plus profondes que 0.80 m de profondeur.

Ainsi il apparaît que le niveau de fond de forme devrait se situer entre **-1.2 et -2.1 m/TA**. A ce niveau altimétrique on devrait rencontrer les limons sablo-graveleux (S1) ou les remblais (R). En cas de rencontre des remblais, on veillera à approfondir la couche de forme de manière à ancrer ces ouvrages dans le terrain naturel correspondant aux limons sablo-graveleux (S1).

Bâtiment TSA et Fosse déportée :

La profondeur du bâtiment TSA et de la fosse déportée ne sont à ce stade pas bien définies. Nous formulons donc l'hypothèse de l'existence d'un niveau enterré sous le bâtiment TSA à - 2.5 m de manière à former une fosse de maintenance sous les ouvrages électriques. Ainsi en tenant compte des terrassements nécessaires, il apparaît que le niveau de fond de forme devrait se situer vers **-3.0 m/TA** au droit de ce futur bâtiment.

A ce niveau altimétrique, on devrait rencontrer des sols S2 correspondant au substratum rocheux altéré.

Les niveaux altimétriques devront être clarifiés pour établir l'étude G2PRO.

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une **portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa**. Par conséquent, une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque à raison d'un essai tous les 2000 m², ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques incombe au terrassier, qui devra programmer à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme en prévision d'événements pluvieux (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).

4.6.4. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maîtrisée, est conseillée pour la réalisation de la couche de forme.

Selon le GTR 92, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D₂ / D₃ ou R₂₁ / R₆₁.

Selon le GTR 2023, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il devra s'agir préférentiellement de matériaux de type G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li.

La granulométrie des matériaux employés en couche de forme doit être comprise entre 0/40 et 0/80. La couche de réglage doit être de granulométrie 0/31.5.

4.6.5. Conditions de talutage

Nous rappelons que l'aménagement du terrain pour les fosses associées aux grilles HTA, transformateurs, caniveaux de câbles HTA, bâtiment TSA et fosse déportée nécessitera la réalisation de déblais provisoires d'environ 1 à 3 m de hauteur (en tenant compte de l'épaisseur approximative d'une couche de forme de 0.5 m).

A ce stade du projet la profondeur définitive des ouvrages n'est pas arrêtée, en phase G2PRO la réalisation des talus sera donc à revoir. Ainsi si les emprises disponibles ne permettent la réalisation de talus, des ouvrages de soutènement devront être dimensionnés et réalisés.

En première approche, moyennant des dispositions destinées à préserver la stabilité, portant notamment sur la protection des surfaces, **sur l'absence de chargements provisoires et définitifs et sur le drainage des eaux susceptibles d'atteindre les talus**, les pentes de talus qui peuvent être retenues sont les suivantes :

- En déblai :
 - Talus provisoires dans les remblais et les limons sablo-graveleux (S1) : **2 H / 1 V** pour une hauteur maximale de 2 m,
 - Talus provisoires dans les formations rocheuses (S2) : **1 H / 1 V** pour une hauteur maximale de 2 m,

NB : le projet ne prévoit pas de mise en place de remblais.

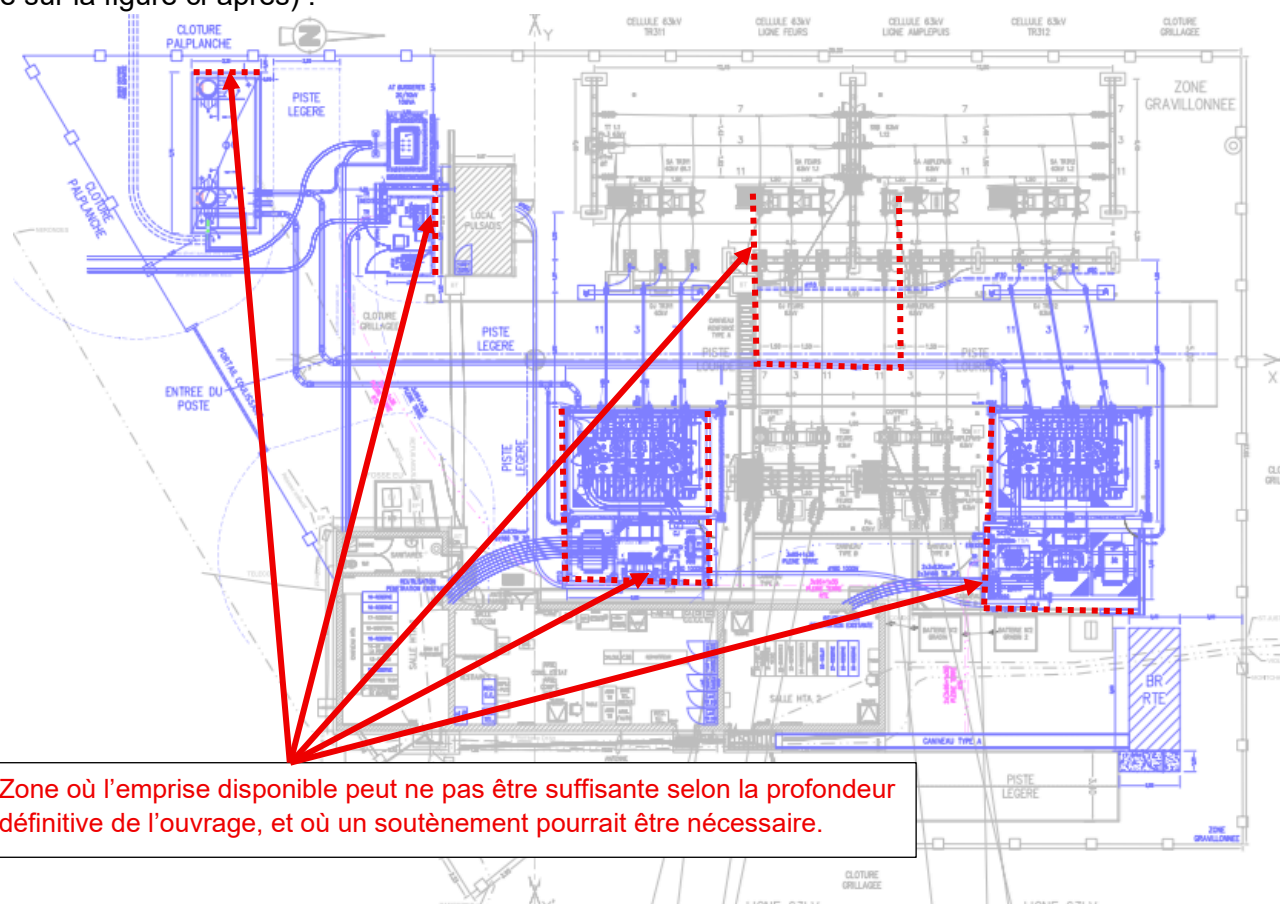
Les dispositions générales à prendre en compte sont les suivantes :

- Proscrire les chargements même provisoires à proximité des crêtes des talus,
- Protéger les surfaces provisoirement en pente, au moyen de nappes de polyane, ou, selon les conditions hydriques, avec des géotextiles drainants, solidement fixés au sol,
- Protéger les talus définitifs au moyen de bâches spécifiques solidement fixés au sol, d'enrochements ou par l'intermédiaire d'une végétalisation rampante à prise rapide (les dispositifs anti-érosion peuvent être associés),
- Aménager si nécessaire des fossés étanches de captage des eaux de ruissellement en crête et en pied de talus,
- Mettre en place un réseau de drainage relié à un exutoire stable (sans possibilité de refoulement) en cas de venues d'eau en fond de fouille,

Lors du profilage des talus, des éboulements ou des affouillements peuvent se produire notamment à la faveur de variations latérales de faciès, d'anomalies ponctuelles ou de venues d'eau localisées. Dans ce cas, il faudra suspendre les travaux et mettre en place, si nécessaire, un système de confortement provisoire (remblais d'épaulement, étaies, etc...) et prévenir le géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution en vue de proposer des mesures de confortement adaptées.

En phase d'études PRO, la stabilité des talus devra être vérifiée par le calcul.

Localement (et notamment en proximité avec les installations déjà existantes) la réalisation de talus nécessitera une emprise qui ne sera pas disponible sans devoir déchausser un existant (zone indiquée en tireté sur la figure ci-après) :



Zone où l'emprise disponible peut ne pas être suffisante selon la profondeur définitive de l'ouvrage, et où un soutènement pourrait être nécessaire.

En aucun cas les travaux ne devront déchausser un existant. En conséquence, il conviendra impérativement de réaliser des ouvrages de soutènement provisoires, dont les types et les sujétions de conception et de réalisation sont examinés dans le chapitre suivant.

4.7. Ouvrages de soutènement

En phase G2PRO les altimétries et géométries des ouvrages devront nécessairement être fixées.

A priori les soutènements seront de maximum 3 m de hauteur et seront provisoires.

Les solutions envisageables à ce stade des études sont les suivantes :

- Murs en béton armé coulés en place ou préfabriqués,
- Parois blindées butonnées,

Le choix définitif du type d'ouvrages de soutènement devra être impérativement précédé d'une concertation technique entre les différents intervenants (géotechnicien, BET Structure, Maitrise d'œuvre) afin de retenir la méthode constructive la mieux adaptée au contexte technique et économique.

Pour les remblaiements à l'arrière des ouvrages de soutènement, il est conseillé de retenir des matériaux granulaires, drainants. Les remblaiements sont à effectuer selon les exigences du Guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme – GTR.

Les ouvrages de soutènement devront être dimensionnés et justifiés dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO) en adoptant des hypothèses géotechniques issues des essais in-situ et en laboratoire. De même, les niveaux d'eaux souterraines à prendre en compte, eaux hautes et eaux exceptionnelles devront être déterminés par une étude hydrogéologique spécifique.

4.8. Conception des voiries et parkings

Ce paragraphe traite spécifiquement des voiries (stationnements et circulations) associées au projet de construction.

Nous rappelons qu'il est envisagé de réaliser une piste légère semblable à celle existante.

4.8.1. Assise de la structure de voirie (P.S.T.)

La partie supérieure des terrassements correspond actuellement à un cas de PST2 avec une portance de l'arase de classe AR1, après purge des sols de couverture impropres. Une couche de forme devra être réalisée.

Dans tous les cas, un compactage du fond de forme devra être effectué à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature des sols.

Une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque (**Objectif EV2 > 30 MPa**) ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

Les fonds de formes seront sensibles aux infiltrations des eaux pluviales et aux possibles circulations d'eau superficielles et évolueront dans le temps s'ils ne sont pas protégés. Les fonds de forme seront pentés dans la mesure du possible et l'eau sera évacuée dans des fossés provisoires ou définitifs.

4.8.2. Couche de forme sous voirie

La structure d'assise de la voirie de type PL respectera les préconisations données ci-après :

Sur une P.S.T. de nature Limons sablo-graveleux (sol S1) et avec EV2>30 MPa	
Mise en œuvre de la structure support de voirie	• 0.80 m de couche de forme en concassé en : ○ D'après GTR 92 : R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80 ○ D'après GTR2023 : G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/40 ou 0/80 • Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM • Mise en œuvre de la couche d'assise (base et fondation) à définir par la Maitrise d'œuvre
** à valider par une vérification au gel / dégel notamment	

4.8.3. Critères de réception

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2- (VL) sont :

- Module EV2 ≥ 50 MPa,
- Rapport EV2/EV1 < 2.

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2+ (PL) sont :

- Module EV2 ≥ 80 MPa,
- Rapport EV2/EV1 < 2.

Dans le cas où les portances souhaitées ne seraient pas atteintes, une adaptation de la structure support devra être envisagée. Une étude particulière sera effectuée en phase travaux dans le cadre des missions G3 et G4.

4.9. Etude des fondations semi-profondes (Norme NF P94-261) – mur de clôture – mur pare-feu – jeux de barres – bâtiment RTE

Concernant les **ouvrages sans partie enterrée (mur de clôture, mur pare-feu, jeux de barre et bâtiment RTE)** nous rappelons que les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager un mode de fondations semi-profondes au moyen de semelles isolées ou filantes. Compte tenu de la profondeur d'assise, des puits seront probablement nécessaires.

A ce stade nous ne connaissons pas les descentes des charges du projet. Celles-ci seront indispensables pour réaliser l'étude G2PRO.

Nous ne tenons formulons donc les hypothèses suivantes (nous ne considérons que des efforts verticaux et aucun moment ou effort horizontal) :

- Mur de clôture, mur pare-feu et jeux de barre : prise en compte uniquement du poids propre de la structure que nous avons déterminé d'après la coupe qui nous a été communiquée (voir annexe), soit 20 kN par semelle isolée. Nous ne considérons que des efforts verticaux et aucun moment ou effort horizontal.
- Bâtiment RTE : hypothèse de DDC de 150 kN par semelle isolée.

4.9.1. Sol d'assise et conditions d'ancrage

Les fondations seront ancrées dans le **substratum de roche altérée (S2)**.

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer la mise hors gel recommandée pour la région, soit 0.8 m de profondeur à partir des surfaces finies du projet exposées au froid,
- Assurer un ancrage d'au moins 0.2 m dans la couche d'assise désignée ci-dessus et au-delà de tout remblai éventuel et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries,

La profondeur d'assise des fondations sera calculée à l'aide des coupes de sondages et sera fonction du calage altimétrique du projet et du niveau du terrain fini extérieur. **Au droit de nos sondages la profondeur d'assise devrait être située vers 2.2 à 2.70 m de profondeur.**

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise.

4.9.2. Adaptation vis-à-vis des fondations mitoyennes ou proches

Nous rappelons qu'il existe des ouvrages avoisinants dont les niveaux de fondations ne sont pas connus.

Les nouveaux appuis seront donc descendus à la même profondeur que les existants ou éloignées de manière à respecter les redans de 3H/2V.

Dans le cas où l'existant est fondé sur des appuis isolés, il conviendra de décaler les nouveaux appuis. Dans l'impossibilité d'adaptation, une reprise en sous œuvre de l'existant doit être envisagée et devra être étudiée dans le cadre de la mission G2 PRO.

En cas de débordement des fondations de l'existant, le plan de fondation du projet devra privilégier un système permettant de prévoir un plancher en console en éloignant l'axe des nouvelles fondations de l'ouvrage mitoyen.

4.9.3. Contraintes admissibles (appellation ENEDIS : Coefficient de portance)

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet, sont :

$\sigma_{v,dELS} = 0.30 \text{ MPa}$ pour les justifications aux ELS $\sigma_{v,dELU} = 0.49 \text{ MPa}$ pour les justifications aux ELU
--

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$ qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur $i\beta$ doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

4.10. Etude de fondation par radier général – ouvrages avec fosse enterrée (grille HTA, transformateur, bâtiment TSA et caniveaux HTA) + équipement 2I+P

Nous rappelons que les **grilles HTA, transformateurs, équipement 2I+P, bâtiment TSA et caniveaux** seront fondées par un radier à des profondeurs qui ne sont à ce stade pas clairement identifiées mais qui devraient être de l'ordre de -0.80 à - 3.0 m de profondeur par rapport au terrain existant (équivalent au niveau du terrain fini).

Nous rappelons également que les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager de fonder les ouvrages par l'intermédiaire de radiers tel que :

- pour les transformateurs, grilles HTA, caniveaux et 2I+P les radiers seront assis sur les limons sablo-graveleux (S1).
- Pour le bâtiment TSA et la fosse déportée les radiers intéresseront la roche altérée (S2).

La plateforme devant recevoir le radier sera aménagée en respectant les « *principes généraux de terrassements* ».

4.10.1. Assise du radier, couche de forme

La faisabilité d'un radier nécessite qu'il repose sur une assise homogène, de bonne compacité, et que les amplitudes de tassements absolus et différentiels prévisibles soient compatibles avec la destination de l'ouvrage.

Les recommandations données au paragraphe « Principes généraux de terrassements » devront être suivies scrupuleusement.

La conception du radier devra suivre les recommandations suivantes :

Sur les limons sablo-graveleux (sol S1)	
Préparation du fond de forme	Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination du radier
Contrôle du fond de forme	Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Mise en œuvre de la couche de forme	- Géotextile anti-contaminant* 0.50 m de couche de forme minimum - Selon le GTR 93 : en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80 - Selon le GTR 2023 : G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/40 ou 0/80 - Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM 0.05 m de couche de réglage - Selon le GTR 93 : en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/31.5 - Selon le GTR 2023 : G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/31.5
* non obligatoire	

Sur le substratum rocheux (sol S2)	
Préparation du fond de forme	Purge de possibles zones trop altérée ou impropres à la destination du radier
Contrôle du fond de forme	Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Mise en œuvre de la couche de forme	0.20 m de couche de forme minimum - Selon le GTR 93 : en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80 - Selon le GTR 2023 : G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/40 ou 0/80 - Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM 0.05 m de couche de réglage - Selon le GTR 93 : en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/31.5 - Selon le GTR 2023 : G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li, de granulométrie 0/31.5

Au début de la phase d'exécution, nous recommandons de réaliser des planches d'essais afin de valider les hypothèses de conception ainsi que les modalités de mise en œuvre et le choix des engins de compactage proposés par l'entreprise.

Le radier est une fondation et non un dallage, il n'y a donc pas de critères de réception réglementaire de la portance de la couche de forme sous radier. Toutefois, nous retiendrons les critères de réception suivants à ce stade du projet :

- Contrôle au pénétromètre dynamique : résistance dynamique de pointe $q_d > 8$ MPa,
- Contrôle au pressiomètre :
 - Pression limite $p_l > 1.2$ MPa,
 - Module pressiométrique $E_M > 15$ MPa.

4.10.2. Contraintes admissibles (*appellation ENEDIS : Coefficient de portance*)

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet, sont :

Dans les limons sablo-argileux (S1) (pour les transformateurs, grilles HTA, 2I+P et caniveaux) :

$\sigma_{v,dELS} = 0.10$ MPa pour les pour les justifications aux ELS
 $\sigma_{v,dELU} = 0.16$ MPa pour les pour les justifications aux ELU

Dans le substratum rocheux altéré (S2) (pour le sous-sol du bâtiment TSA et la fosse déportée) :

$\sigma_{v,dELS} = 0.30$ MPa pour les pour les justifications aux ELS
 $\sigma_{v,dELU} = 0.49$ MPa pour les pour les justifications aux ELU

4.10.3. Remarques complémentaires

Une bêche périphérique au radier sera nécessaire dans les cas suivants (à définir en collaboration avec le BET Structure en phase Projet) :

- La mise hors gel du radier (profondeur minimale de 0.80 m par rapport à la surface exposée aux intempéries),
- Le non glissement du radier.

En cas d'avoisinant au radier, une étude d'impact des tassements devra être menée en phase Projet (mission G2 PRO).

NB : Les ouvrages sont parfois implantés à proximité d'autres installations fondées plus ou moins superficiellement. De manière à ne pas exercer des efforts parasites, les fondations de ces ouvrages plus superficielles devront soit être approfondis à la même côte que le reste de l'ouvrage ou respecter des redans de 3H/1V (décrits dans la suite de cette étude).

Ainsi en phase G2PRO il sera nécessaire de connaître la profondeur des ouvrages en projet et ceux déjà existant de manière à évaluer leurs interactions.

4.11. Conditions et précautions d'exécution des fondations

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que variations d'altitude ainsi que latéralement peuvent exister et découvertes au moment des travaux.

Dans la mesure du possible, nous proposons de commencer les travaux de fondation par les semelles situées à proximité de nos sondages pour permettre un étalonnage visuel du faciès du sol support.

En cas de venues d'eau ou de nappe, la réalisation des fouilles nécessitera un blindage des parois voire un dispositif de pompage pour évacuer les eaux du fond de fouille.

Dans le cas où les débits d'exhaure s'avèreraient conséquents, un rabattement de nappe pourra être nécessaire avant la réalisation des fouilles de fondations.

Dans tous les cas, les eaux de pompage seront évacuées vers un exutoire adapté.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler :

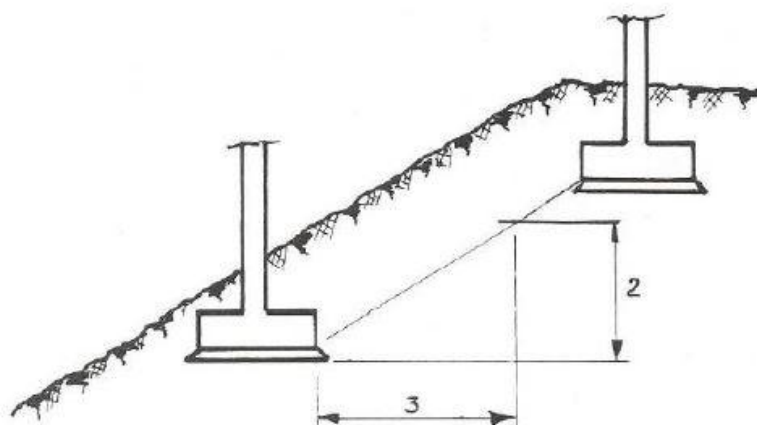
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.
- En cas d'un substratum rocheux présent partiellement sur le terrain, les semelles concernées, seront coulées sur un lit de sable disposé en fond de fouille sur 0.4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur ;

En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Les fouilles exécutées au voisinage d'ouvrages existants ne doivent pas compromettre la stabilité de ces ouvrages, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Dans les zones non soumises à la réglementation sismique, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-11 en date de septembre 2019.

4.12. Protection des ouvrages contre les eaux

En phase travaux, les terrassements en déblais ne devraient pas recouper la nappe, cependant des circulations d'eau par ruissellement sont à prévoir.

À long terme, des dispositions techniques seront à prévoir vis à vis de la nappe et des venues d'eau. Elles sont évoquées ci-après.

4.12.1. Dispositions de drainage

Aucune arrivée d'eau n'a été mise en évidence au moment des sondages. Cependant, on ne peut exclure des circulations d'eau dans le sol qui peuvent être aggravées par l'infiltration des eaux de ruissellement.

Dans ces conditions, il est conseillé de mettre en œuvre une protection des murs enterrés contre l'humidité selon les règles de l'art (cf. DTU 20.1) avec système drainant périphérique.

L'évacuation des eaux récupérées se fera soit gravitairement si les pentes et les exutoires le permettent, soit à l'aide de fosses de récupération associées à des pompes de relevage. Les eaux de ruissellement des plateformes au pourtour des ouvrages ne devront préférentiellement pas être dirigées vers les ouvrages.

Les conditions d'étanchéité des parties enterrées devront être définies par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le bureau de contrôle en fonction de la destination des ouvrages.

Les voiles périphériques du sous-sol devront être dimensionnés en prenant en compte les poussées hydrostatiques dans la mesure où ils ne sont pas associés à un système de drainage périmétral extérieur.

Dans le cas de la réalisation d'un ouvrage enterré à périphérie étanche, l'incidence des modifications des conditions hydrogéologiques sur les ouvrages et terrains du secteur devra être examinée (prévoir une enquête de voisinage et une étude hydrogéologique spécifique)

Une étude hydrogéologique devra être menée afin de définir les moyens de protection adéquates. Plusieurs solutions sont envisageables pour protéger l'ouvrage des circulations d'eau (elles peuvent être cumulatives pour certaines d'entre elles) :

- Un drainage périphérique réalisé selon les règles de l'Art (DTU 20.1) ;
- Un tapis drainant sous dallage de 30 cm d'épaisseur minimum et de granulométrie type 20/40 en veillant à conserver une pente suffisante de drainage ;
- Une étanchéité relative associée à des cunettes périphériques avec forme de pente et évacuation par pompage des eaux de suintement recueillies ;
- Un cuvelage étanche remonté de 0.5 m par rapport au niveau des PHE (cf. la norme NF P11-221-1 de mai 2000 paragraphe 4.11 – Travaux de cuvelage).

En cas de mise en œuvre d'un tapis drainant sous dallage, l'épaisseur sera prise en compte dans le dimensionnement de la structure d'assise.

Les drainages devront être raccordés à un exutoire adapté par gravitation ou par l'intermédiaire de pompes de relevage.

Le rejet des eaux de drainage dans les réseaux sera soumis à l'autorisation des services compétents concernés.

Un entretien régulier des ouvrages de drainage devra être assuré par le maître d'ouvrage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement.

Dans l'hypothèse où le Maître d'Ouvrage accepte la possibilité d'une inondation du sous-sol, des dispositions spécifiques devront être étudiées.

4.13. Recommandations générales vis-à-vis du risque sismique

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques.
- Ne pas fonder un même ouvrage sur des discontinuités géologiques naturelles : fractures, failles, etc...
- Encastrer fortement les fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- Préférer la présence de niveaux enterrés homogènes sur l'emprise de la construction ou, à défaut, sur un bloc indépendant dissocié par un joint parasismique.
- Encastrer toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification.
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables.
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les **variations d'épaisseur** des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- La **présence de remblais** en tête entre 0.3 à 1.4 m de profondeur.
- La possibilité de ruissellement des eaux de surface en profondeur.
- **Le niveau d'assise des fondations** des mitoyens au projet et des profondeurs des fosses autour des ouvrages en projet. Avant le début des travaux, ces niveaux d'assise devront être relevés par des reconnaissances complémentaires.
- La nécessité de **devoir mieux définir** l'ampleur des déposes des éléments électriques au droit des futurs transformateur et grilles HTA. Pour réaliser l'étude G2PRO il sera nécessaire de nous fournir la méthodologie de dépose des éléments existant, purges des parties enterrées de manière à tenir compte de cela pour le calage des futurs ouvrages et les conséquences concernant la stabilité des terrains et l'étude des tassements.
- Définir la **géométrie finale** et le raccordement aux éléments existant pour les murs de clôture, mur coupe-feu, bâtiment TSA, transformateur, grilles HTA, caniveaux HTA, fossé déportée et jeux de barre.
- Définir le **calage altimétrique** de tous les ouvrages notamment le bâtiment TSA, bâtiment RTE, fosse déportée. Si des remblais sont envisagés ceci aura des conséquences sur les tassements des ouvrages et les préconisations de réalisation.
- Etudier la **stabilité du talus existant à l'Ouest** du PS une fois que seront callées les géométries et altimétries des ouvrages en projet de manière à ne pas créer d'instabilités.
- **Clarification de la réalisation du bâtiment RTE vis-à-vis des câbles HTA enterrés**, présents actuellement dans ce secteur du poste source. En G2PRO il sera nécessaire d'étudier la prise en compte de ces réseaux existants dans la réalisation du projet.
- Les éventuels remaniements du terrain ultérieurs à notre intervention.

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Relevés topographiques,
- Recherches historiques,
- Sondages complémentaires,
- Rédaction de méthodologies de travaux,
- Suivi de piézomètres. (en cours),

6. CONDITIONS GÉNÉRALES DE VALIDITÉ DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase AVP qui nous a été confiée par ENEDIS.

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

Selon l'enchaînement des missions géotechniques préconisés par la norme NF P94-500, une étude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO) doit être envisagée en collaboration avec les différents intervenants du projet afin de réduire les aléas géotechniques.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maîtrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment).

Rédacteur
S. LOUVET
Chargée d'affaire

Vérificateur
R. GAUDE
Responsable d'agence



Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de 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'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).

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Tout changement de maîtrise d'ouvrage nécessite une mise à jour du rapport que le terrain et/ou l'emprise des travaux envisagées soient identiques ou aient évolués depuis la publication du présent rapport.

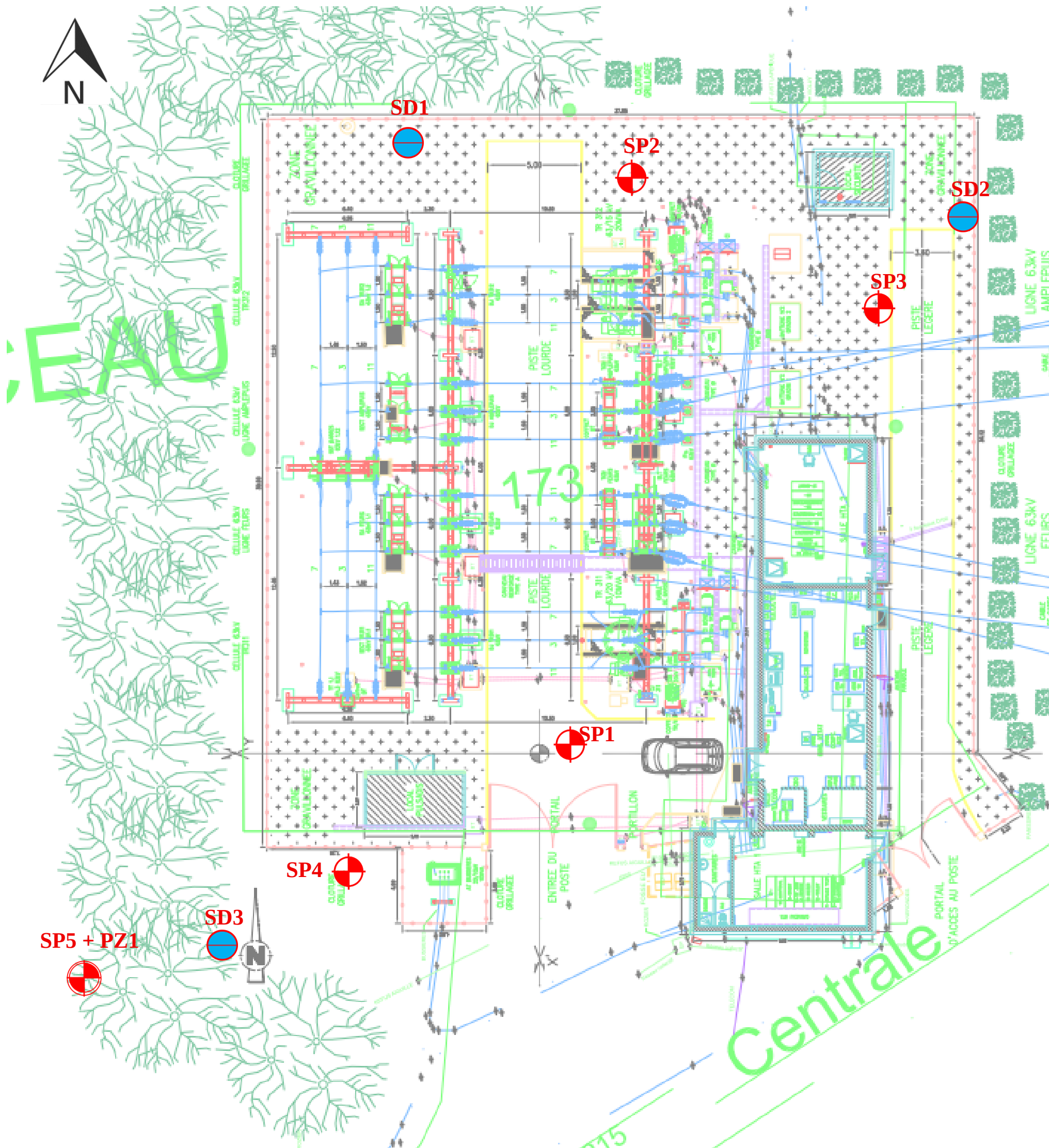
6 - Le délai de validité du présent rapport est limité à 6 mois et sous réserve que les conditions globales du site et du projet restent intactes dans ce même délai. Dans le cas contraire, une mise à jour du rapport ou une nouvelle étude doit être sollicitée par le client.

7 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

8 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.



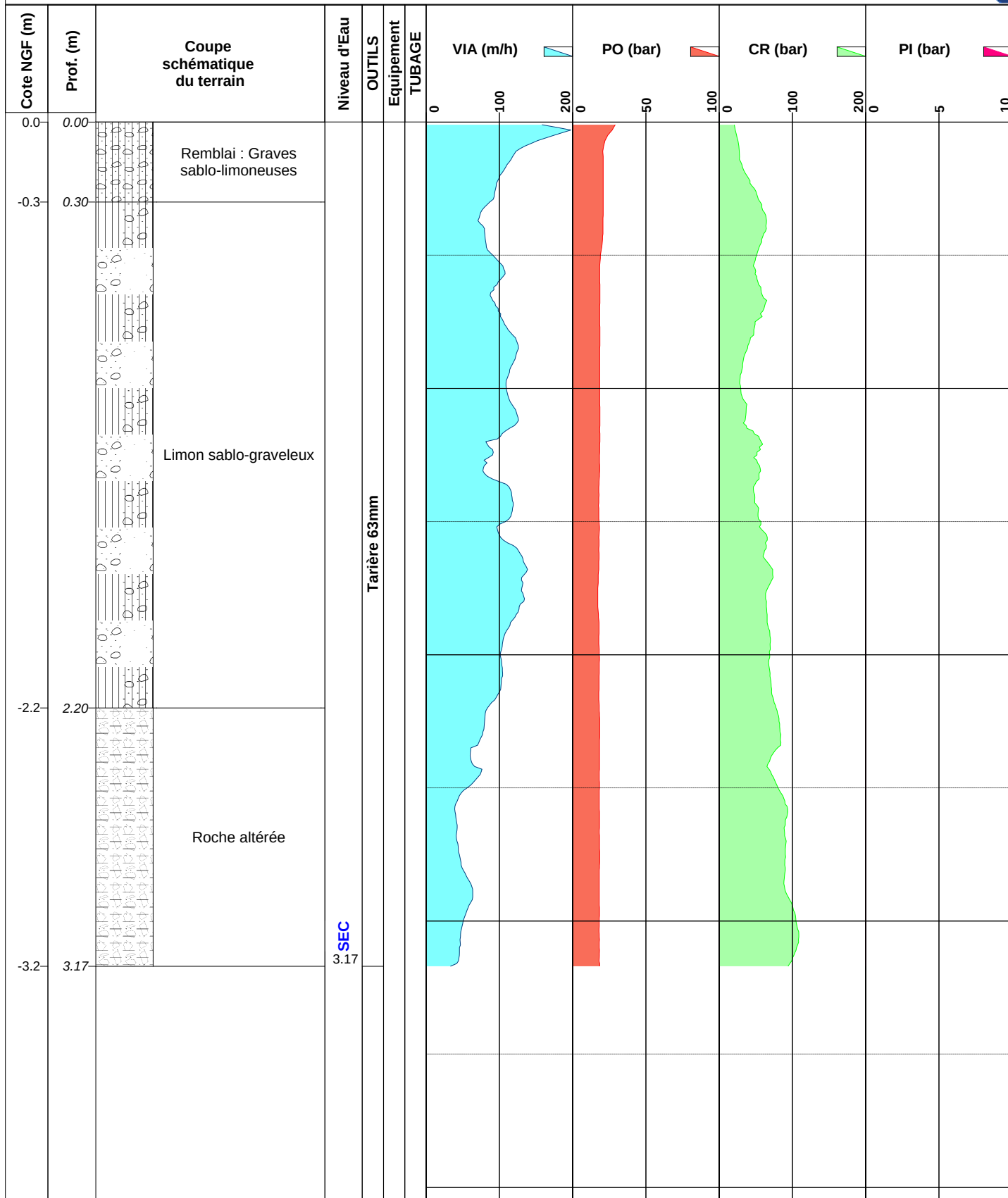
Annexe 3 : Implantation des sondages



REP	NB	Type de sondages	Date d'exécution des sondages	
	4	SP – Sondage destructif avec essai pressiométrique	du 22 au 24 avril 2025	
	1	SP+PZ – Sondage pressiométrique + piézomètre	24 avril 2025	
	1	SD+EP – Sondage destructif + essai d'eau	du 22 au 25 avril 2025	
 GÉO technique sciences de la terre sas 672 rue des Mercières - 69140 RILLIEUX-LA-PAPE Tel : 04 78 88 75 83 - contact69@geotechnique-sas.com		BUSSIÈRES (42) Plan d'implantation des sondages		26/05/2025
		Client : ENEDIS		Plan 1
		AFFAIRE : 2025-02-475		Ind 0



Annexe 4 : Coupes de sondages





SD2

Opération : **BUSSIÈRES (42)**

Machine : EMCI450

Client : ENEDIS

Dossier : 2025-02-475

Remarques : Refus tarière

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

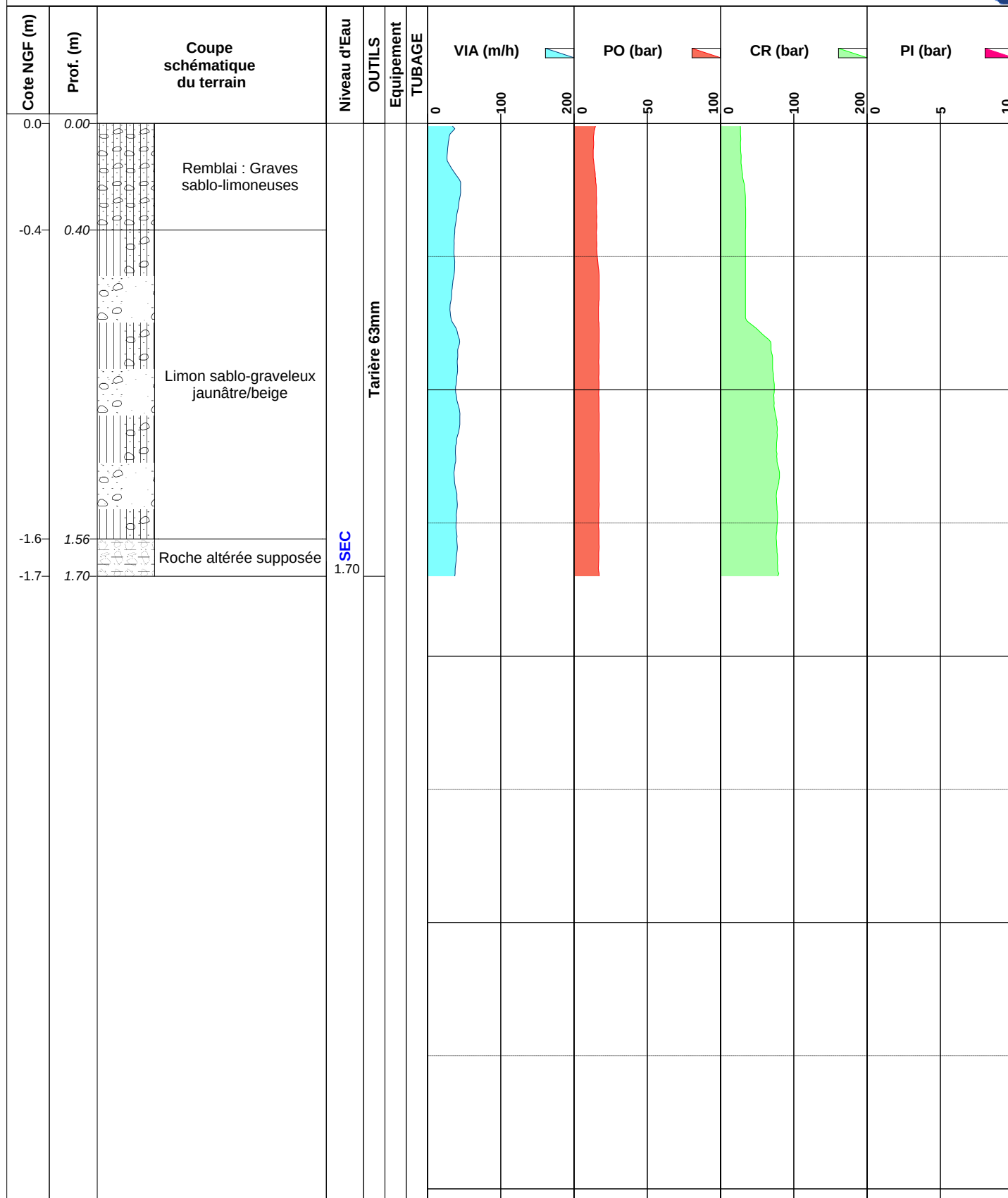
Coordonnée en Y :

Echelle : 1 / 20

Profondeur atteinte : **1,70 m**

Date du sondage : 22/04/25

Page : 1 / 1





SD3

Opération : **BUSSIÈRES (42)**

Machine : EMCI450

Client : ENEDIS

Dossier : 2025-02-475

Remarques : Refus tarière

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

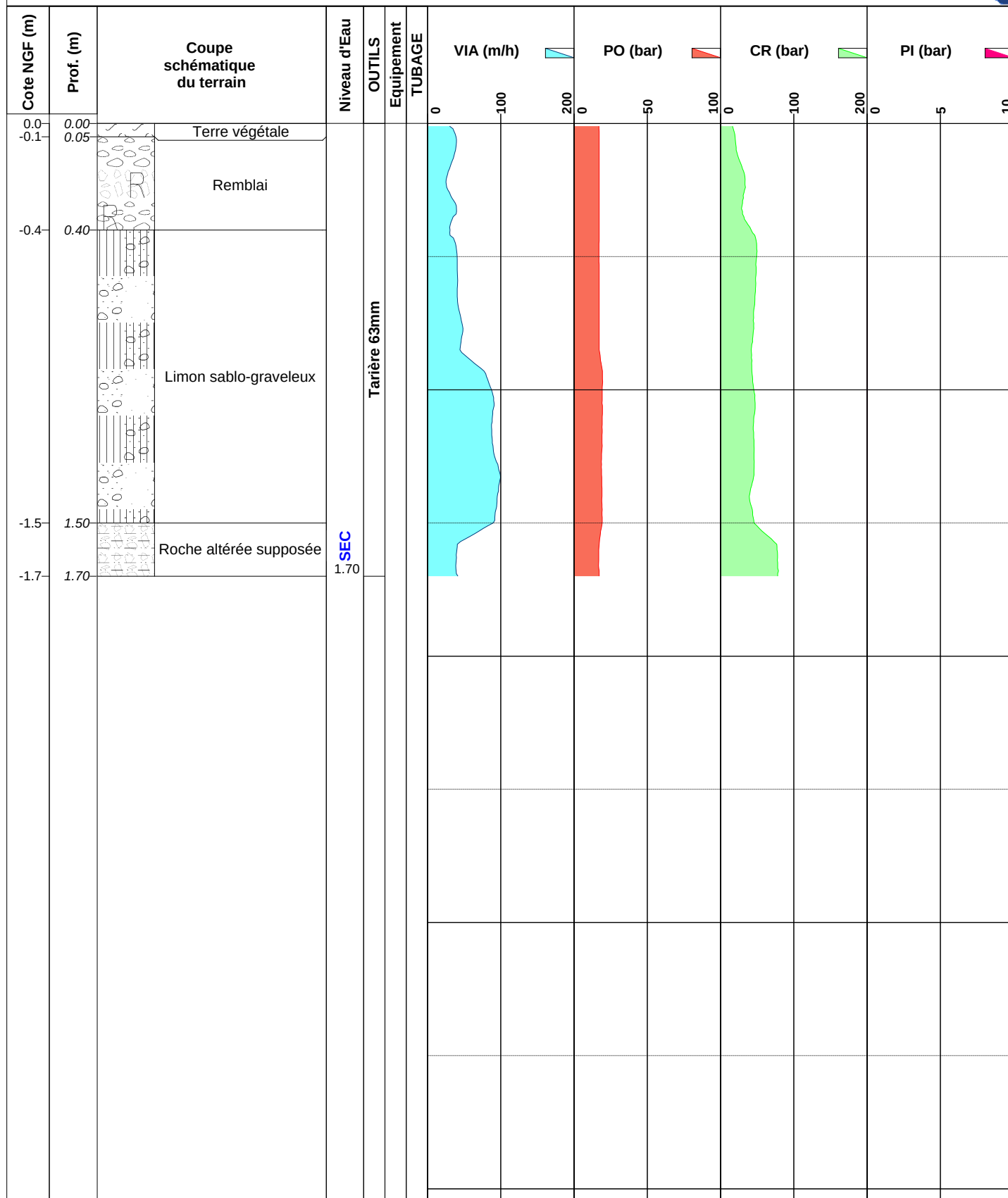
Coordonnée en Y :

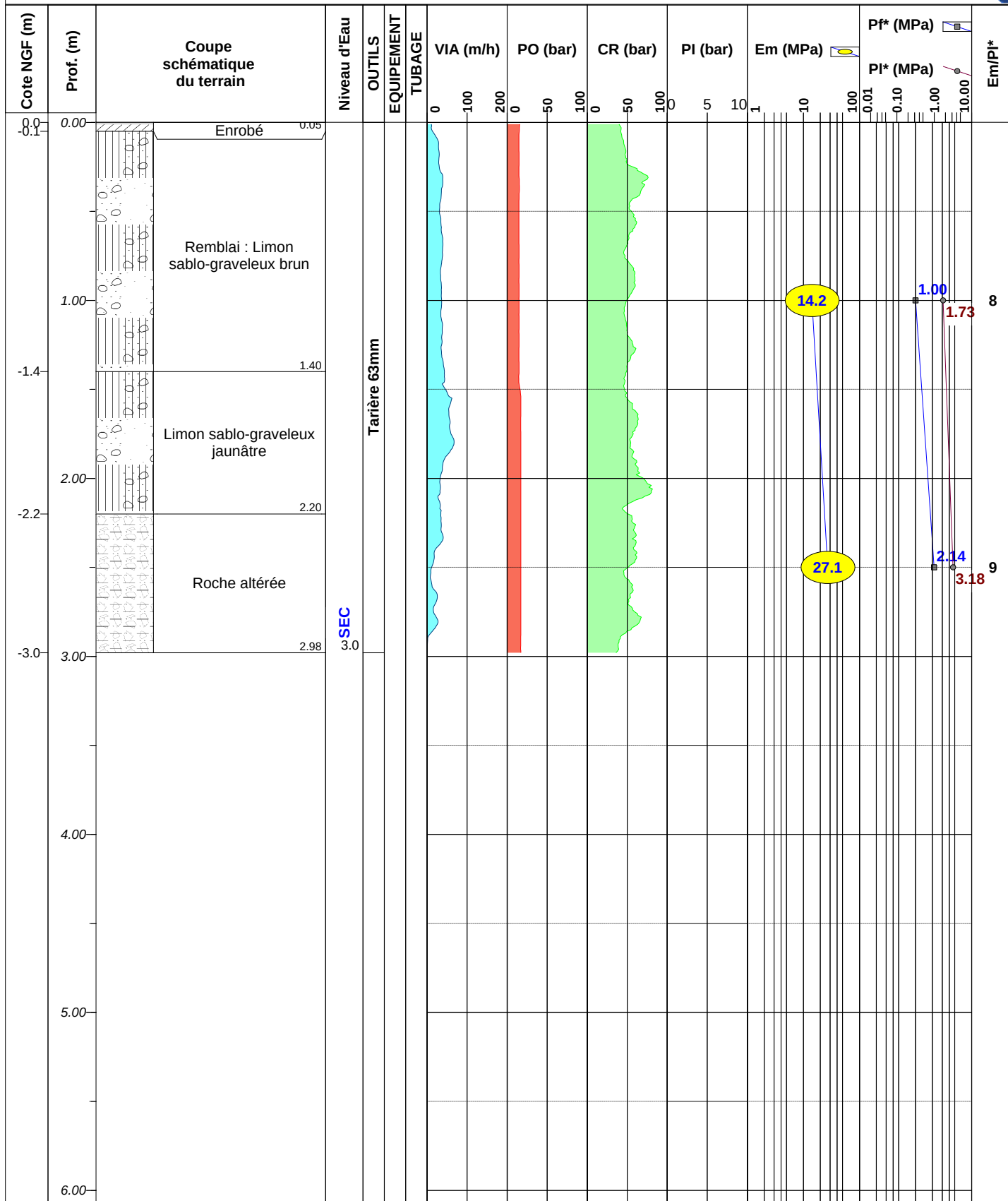
Echelle : 1 / 20

Profondeur atteinte : **1,70 m**

Date du sondage : 25/04/25

Page : 1 / 1







Opération : **BUSSIÈRES (42)**

Machine : EMCI450

Client : ENEDIS

Dossier : 2025-02-475

Remarques : Refus tarière

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

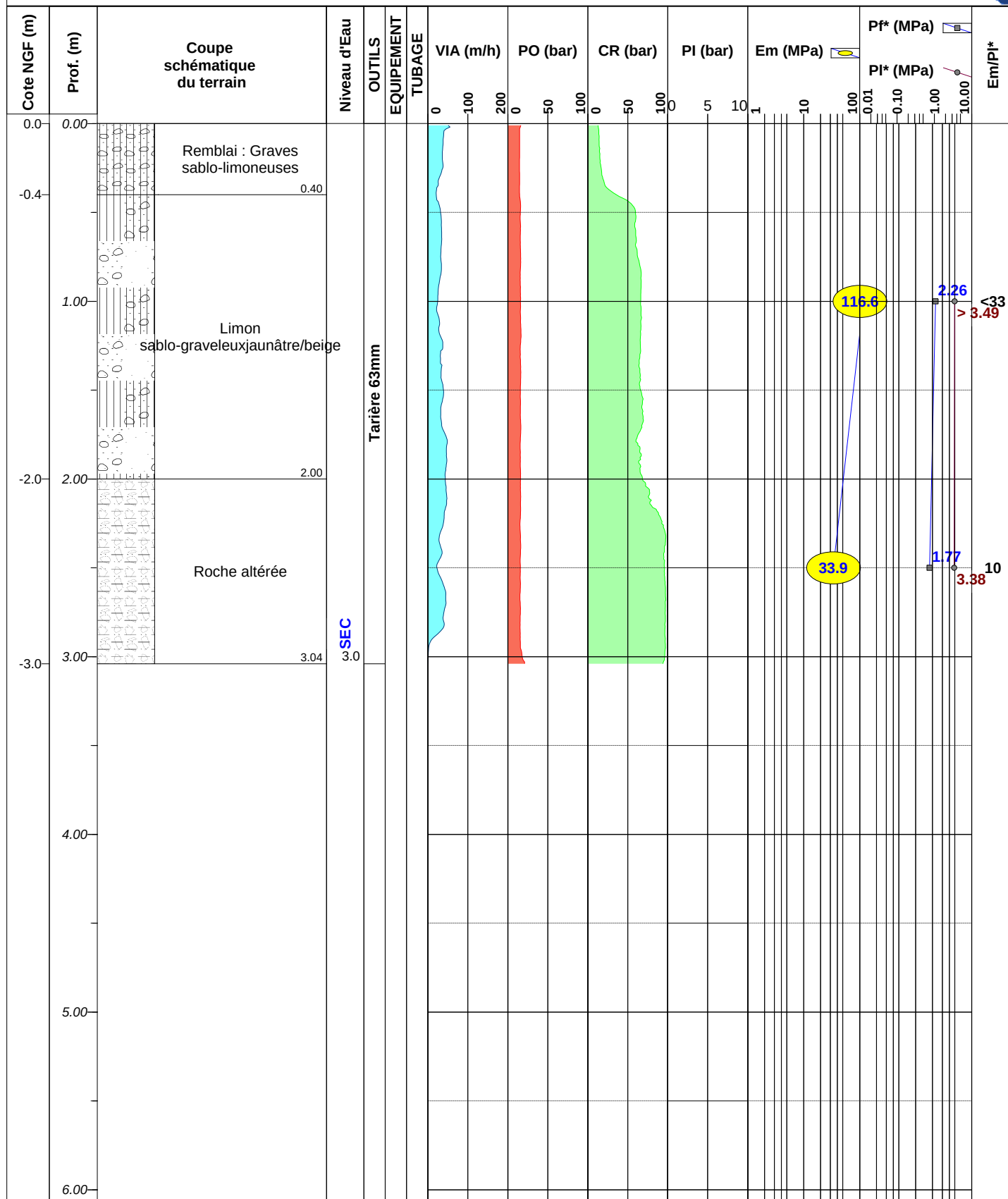
Coordonnée en Y :

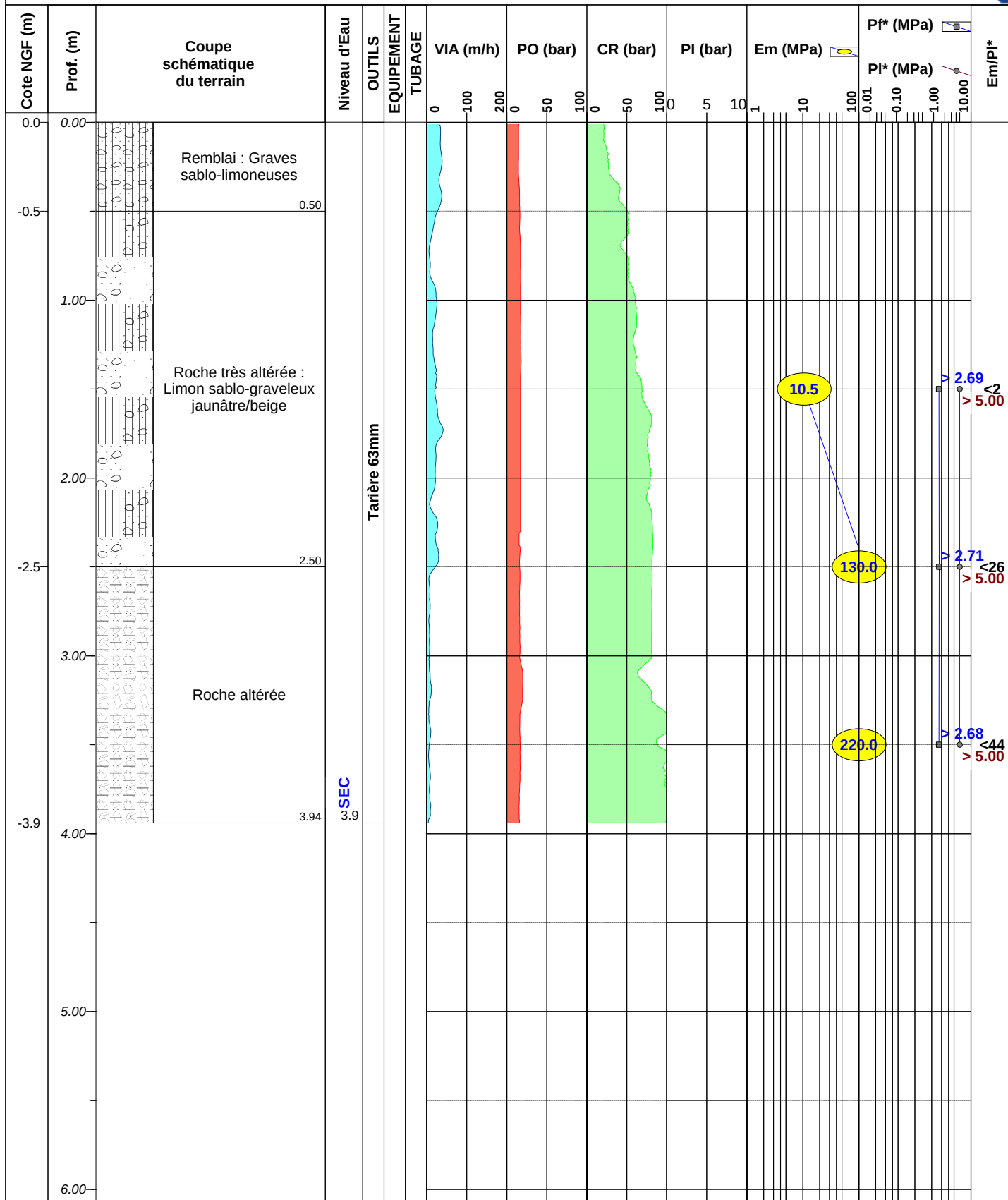
Echelle : 1 / 30

Profondeur atteinte : **3,04 m**

Date du sondage : 23/04/25

Page : 1 / 1





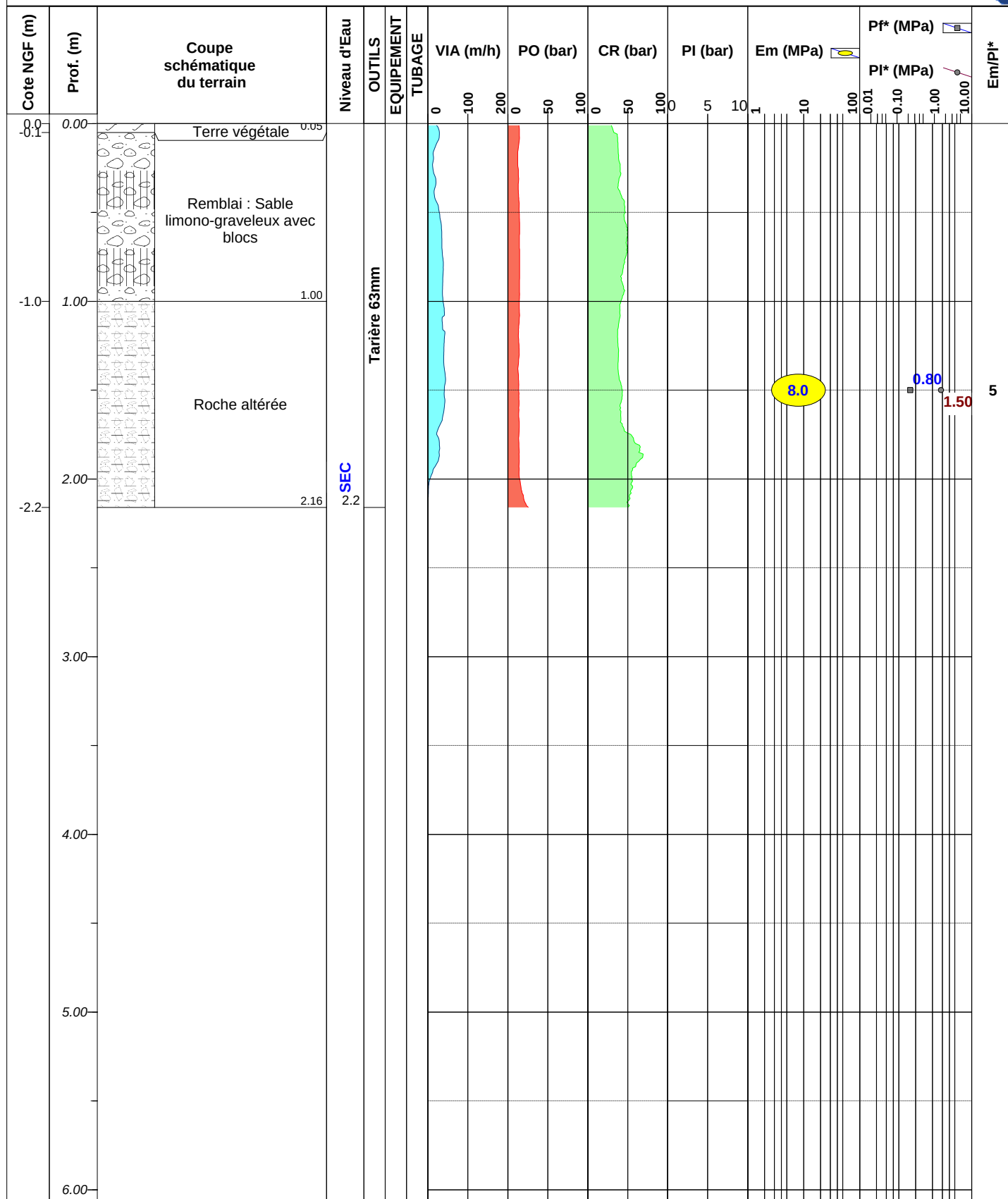


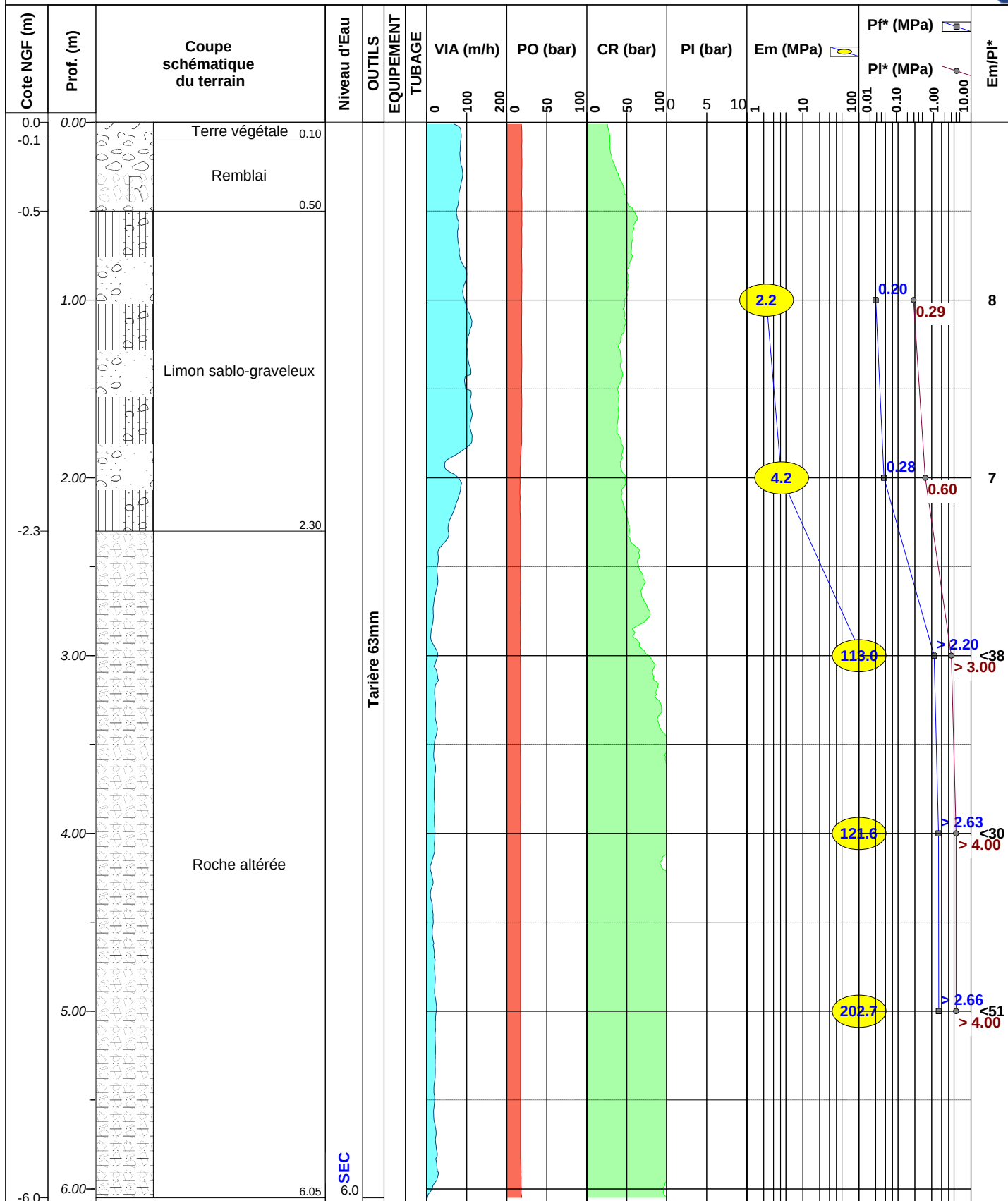
Opération : **BUSSIÈRES (42)**

Coordonnée en Y :

Remarques : Refus tarière

Page : 1 / 1





PROCES VERBAL

ESSAI DE PERMEABILITE DANS UN FORAGE EN TUBE OUVERT

conformément à la norme NF EN ISO 22282-2 de janvier 2014
(essai à charge variable - méthode de la courbe de vitesse)

Dossier n° : **SLe2025-02-475**

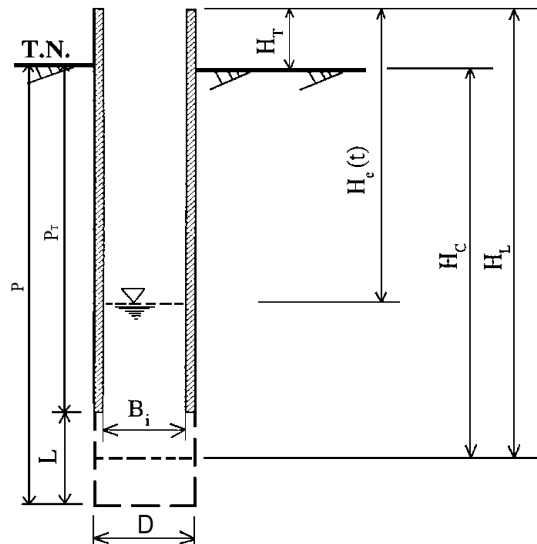
Client : **ENEDIS**

Lieu : **BUSSIERES**

Sondage n° : **SD1**

Date de l'essai : **23/04/2025**

Profondeur : **essai à 1,1 m**



CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI

Forage	Profondeur $P =$	2,250 m	Alt. =
	Ø du forage $B_e =$	0,063 m	
Tube d'injection	Profondeur $P_T =$	0,000 m	Alt. =
	Ø intérieur $B_i =$	0,050 m	Tubage $H_T =$ +0,00 m
	Section $S =$	0,002 m²	Alt. =

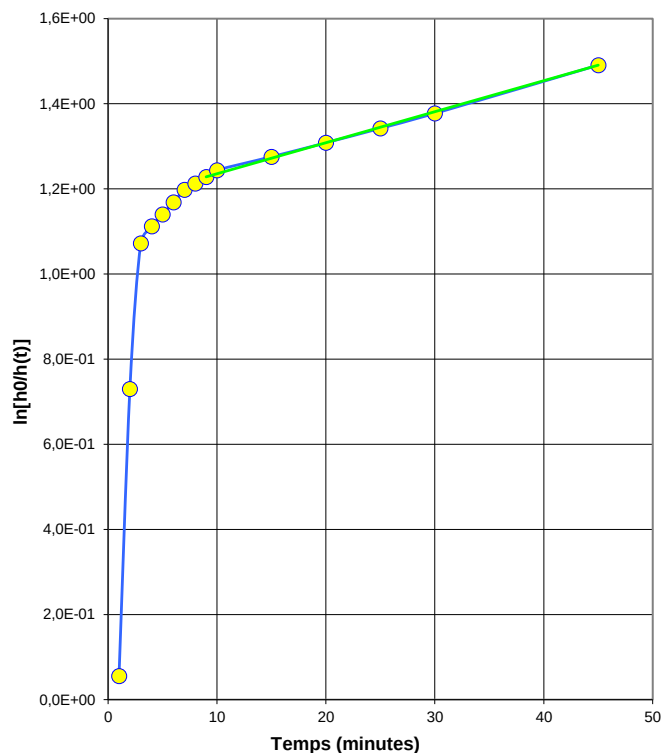
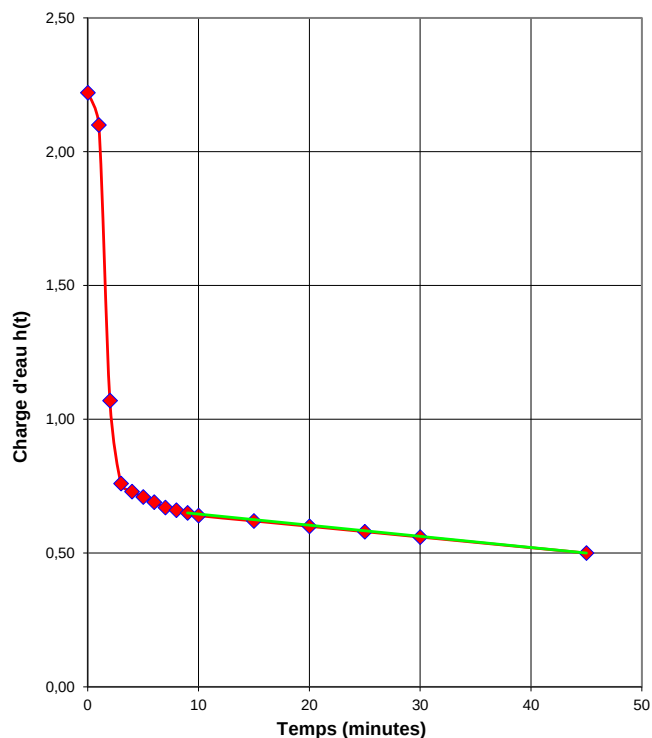
CARACTERISTIQUES DE LA CAVITE D'ESSAI

Profondeur par rapport au TN	de : 0,0 m	Ø de la cavité $D =$	0,063 m
	à : 2,3 m	Hauteur de la cavité $L =$	2,25 m
Profondeur moyenne	$H_C =$ 1,1 m	Alt. =	$L/D =$ 35,7
	$H_L =$ 1,1 m	Alt. =	soit $L/D > 10$
Facteur de forme $F =$			3,31

IMPLANTATION DU SONDAGE

$X =$	$Y =$	$Z_{TN} =$	m (local)
-------	-------	------------	------------------

t (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
H_e (m)	0,03	0,15	1,18	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59	1,6	1,61	1,63	1,65	1,67	1,69
t (mn)	45														
H_e (m)	1,75														



NATURE DU SOL TESTÉ

Remblais: Limon sablo-graveleux

RESULTATS DE L'ESSAI

Droite de regression	t (min)	$\ln[h_0/h(t)]$	Pente α	k_L
	9	1,23E+00	7,3E-03	4,32E-06 m/s
	45	1,49E+00		

PROCES VERBAL

ESSAI DE PERMEABILITE DANS UN FORAGE EN TUBE OUVERT

conformément à la norme NF EN ISO 22282-2 de janvier 2014
(essai à charge variable - méthode de la courbe de vitesse)

Dossier n° : **SLe2025-02-475**

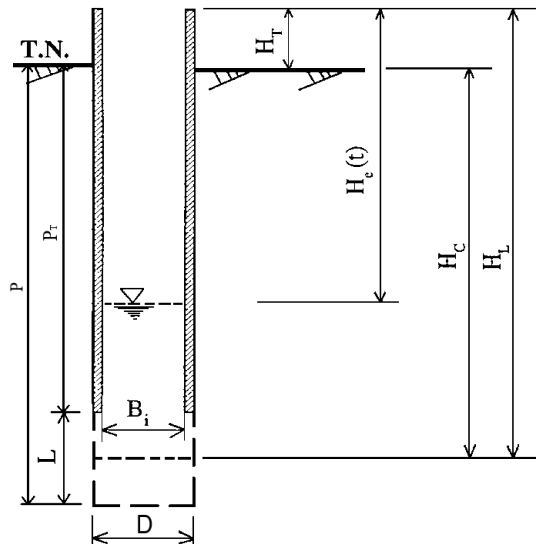
Client : **ENEDIS**

Lieu : **BUSSIÈRES**

Sondage n° : **SD2**

Date de l'essai : **22/04/2025**

Profondeur : **essai à 0,6 m**



CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI

Forage	Profondeur $P =$	1,100 m	Alt. =
	Ø du forage $B_e =$	0,063 m	
Tube d'injection	Profondeur $P_T =$	0,000 m	Alt. =
	Ø intérieur $B_i =$	0,050 m	Tubage hors sol $H_T =$ +0,00 m
	Section $S =$	0,002 m²	Alt. =

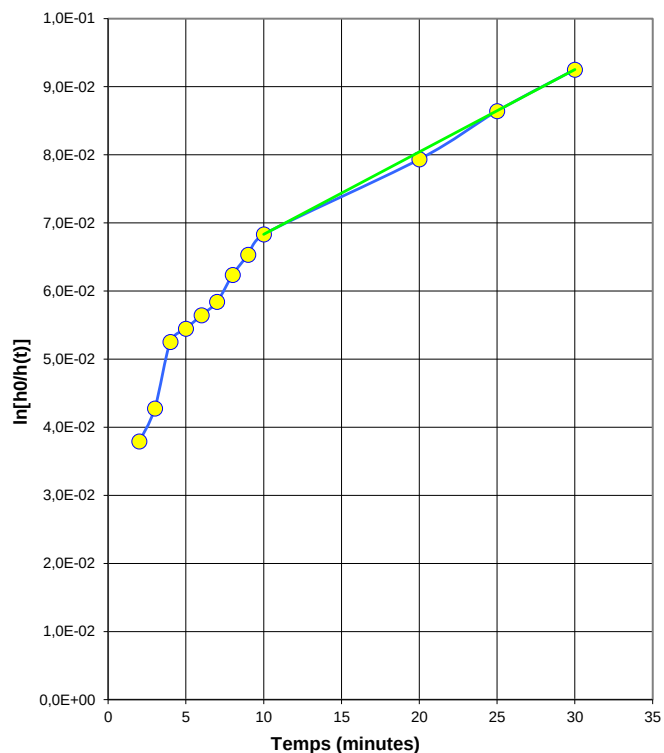
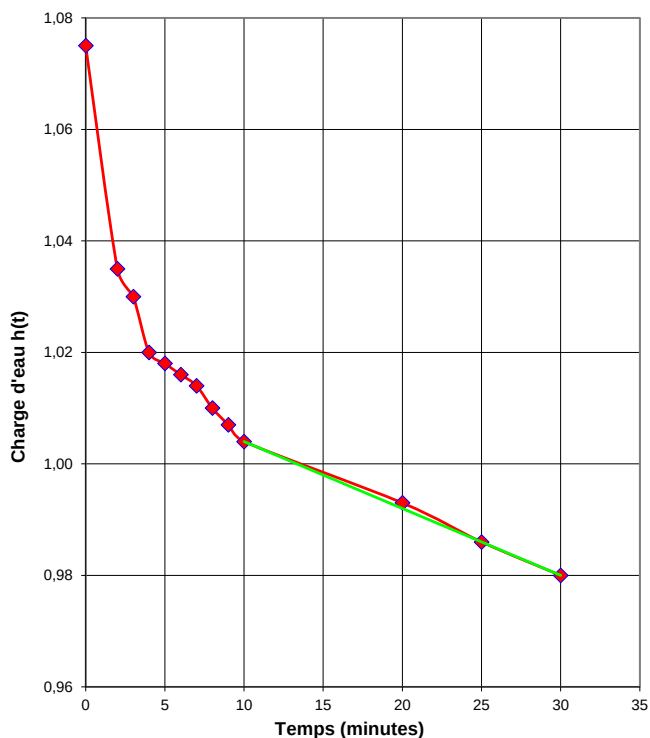
CARACTERISTIQUES DE LA CAVITE D'ESSAI

Profondeur par rapport au TN	de : 0,0 m	Ø de la cavité $D =$	0,063 m
	à : 1,1 m	Hauteur de la cavité $L =$	1,10 m
Profondeur moyenne	$H_C =$ 0,6 m	Alt. =	$L/D =$ 17,5
	$H_L =$ 0,6 m	Alt. =	soit $L/D > 10$
		Facteur de forme $F =$	1,95

IMPLANTATION DU SONDAGE

$X =$	$Y =$	$Z_{TN} =$	m (local)
-------	-------	------------	------------------

t (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	25	30	
H_e (m)	0,025	0,05	0,065	0,07	0,08	0,082	0,084	0,086	0,09	0,093	0,096	0,107	0,114	0,12	
t (mn)															
H_e (m)															



NATURE DU SOL TESTÉ

Remblais : graves sablo-limoneuses

RESULTATS DE L'ESSAI

Droite de regression	t (min)	$\ln[h_0/h(t)]$	Pente α	k_L
	10	6,83E-02	1,2E-03	1,22E-06 m/s
	30	9,25E-02		

PROCES VERBAL

ESSAI DE PERMEABILITE DANS UN FORAGE EN TUBE OUVERT

conformément à la norme NF EN ISO 22282-2 de janvier 2014
(essai à charge variable - méthode de la courbe de vitesse)

Dossier n° : SLe2025-02-475

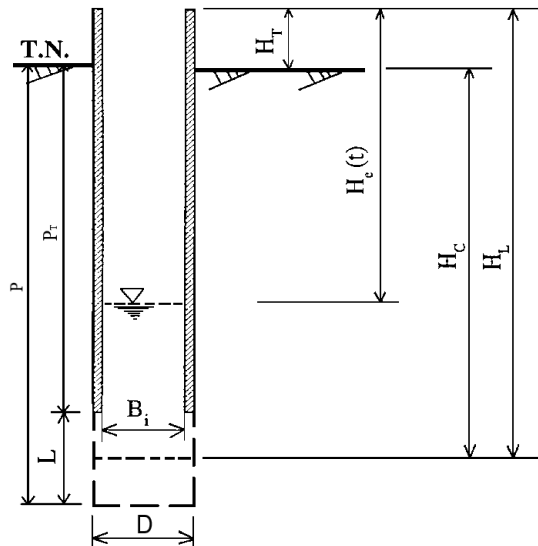
Client : ENEDIS

Lieu : BUSSIERES

Sondage n° : SD3

Date de l'essai : 25/04/2025

Profondeur : essai à 0,7 m



CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI

Forage	Profondeur $P =$	1,400 m	Alt. =
	Ø du forage $B_e =$	0,063 m	
Tube d'injection	Profondeur $P_T =$	0,000 m	Alt. =
	Ø intérieur $B_i =$	0,050 m	
	Section $S =$	0,002 m²	Tubage hors sol Alt. =

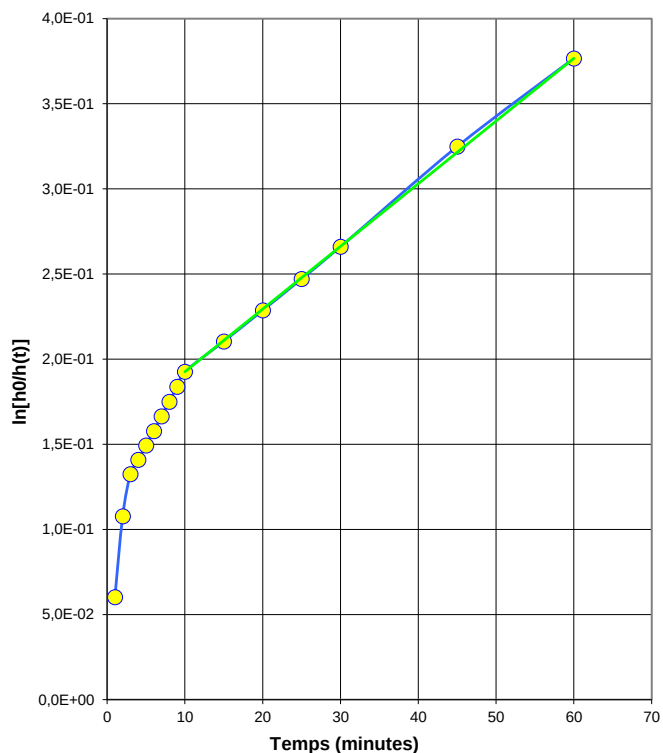
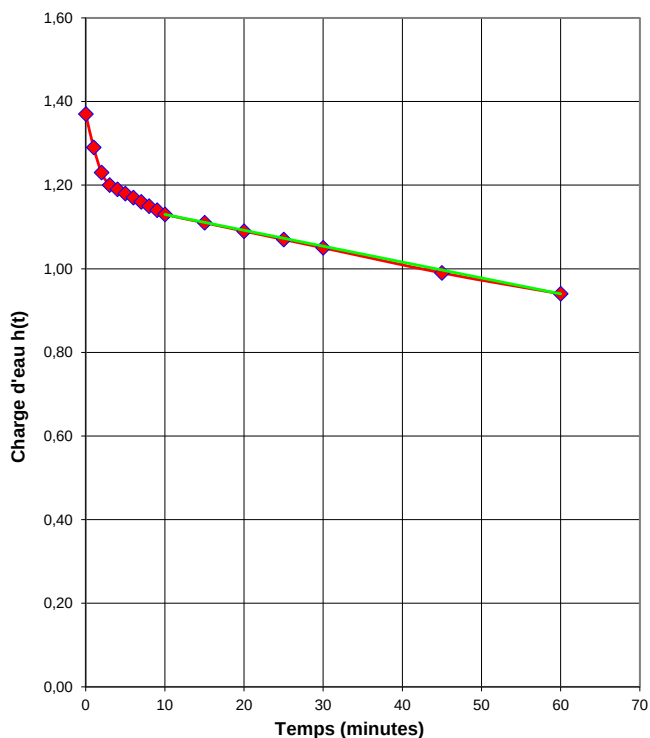
CARACTERISTIQUES DE LA CAVITE D'ESSAI

Profondeur par rapport au TN	de : 0,0 m	Ø de la cavité $D =$	0,063 m
	à : 1,4 m	Hauteur de la cavité $L =$	1,40 m
Profondeur moyenne	$H_c =$	Alt. =	$L/D =$ 22,2 soit $L/D > 10$
	$H_L =$	Alt. =	
Facteur de forme $F =$			2,32

IMPLANTATION DU SONDAGE

$X =$	$Y =$	$Z_{TN} =$	m (local)
-------	-------	------------	-----------

t (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
H_e (m)	0,03	0,11	0,17	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
t (mn)	45	60													
H_e (m)	0,41	0,46													



NATURE DU SOL TESTÉ

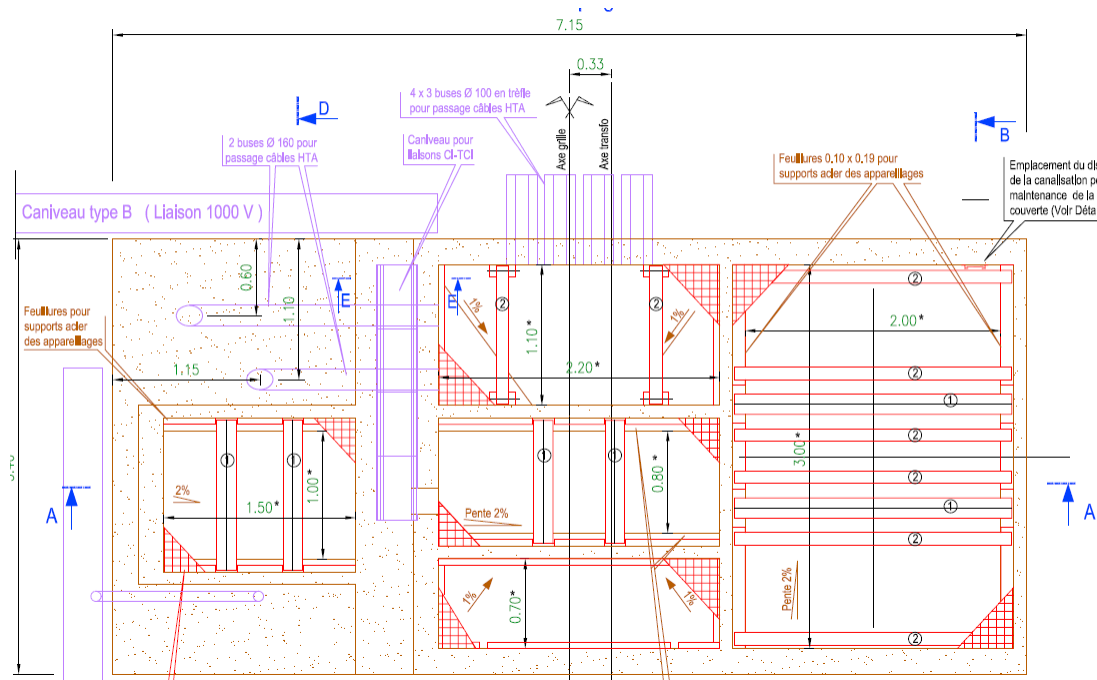
Remblai : Limon sablo-graveleux

RESULTATS DE L'ESSAI

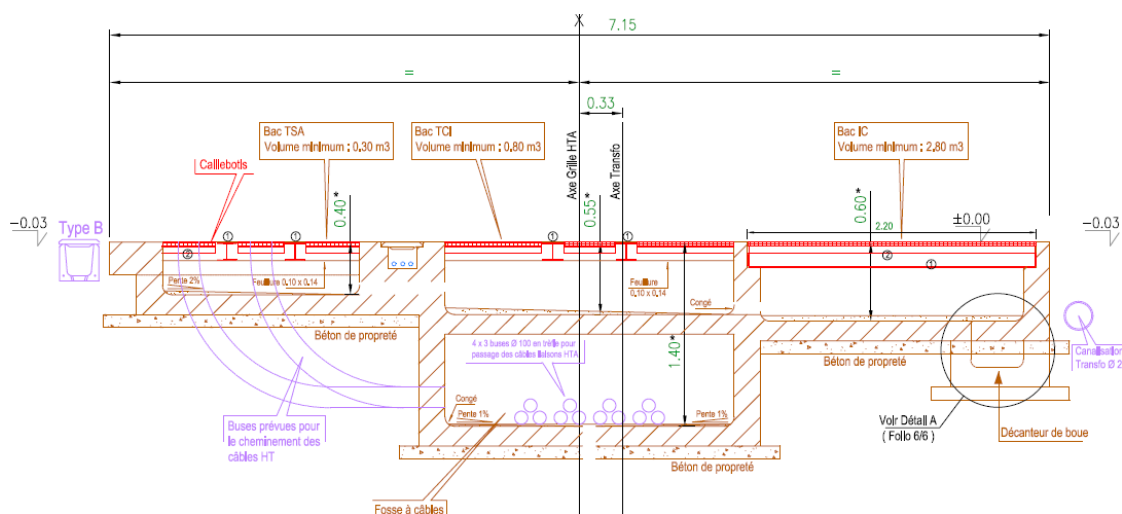
Droite de regression	t (min)	$\ln[h_0/h(t)]$	Pente α	k_L
	10	1,93E-01		
	60	3,77E-01	3,7E-03	3,12E-06 m/s

Annexe 5 : **Détails descriptifs des ouvrages en projet**

GRILLE HTA



Vue en plan grille HTA

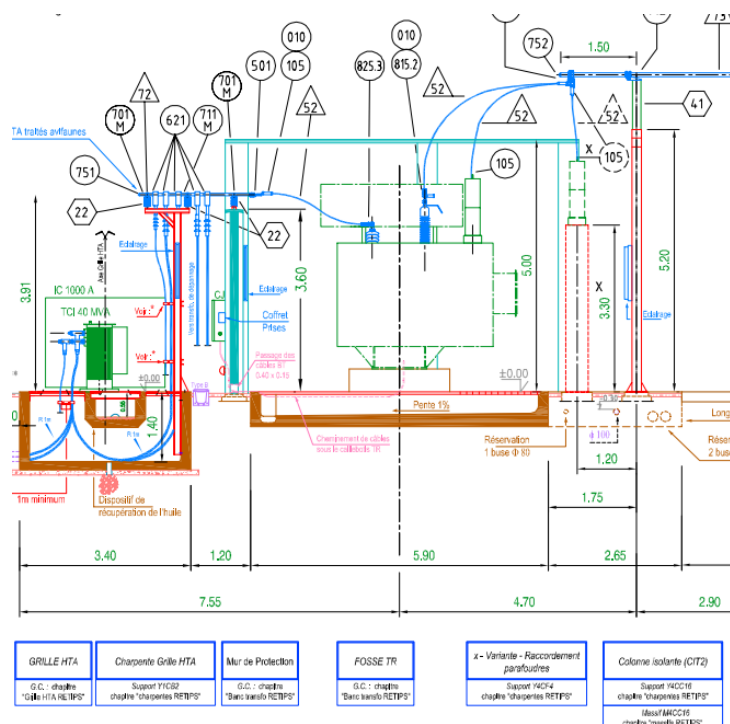


Coupe AA grille HTA

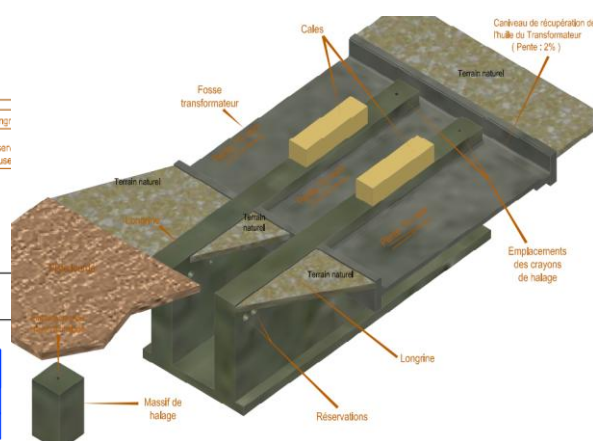
Les hypothèses relatives à la grille HTB1 sont :

- Profondeur de 0.7 à 1.6 m environ par rapport au terrain actuel,
- Superficie : 7.2 x 3.4 m,
- La descente de charge supposée à ce stade du projet pour la grille HTA est d'environ 50 kPa en charge surfacique répartie.

TRANSFORMATEUR



Vue en coupe du TR312 et de la Grille HTA



Représentation 3D des longrines d'un TR312

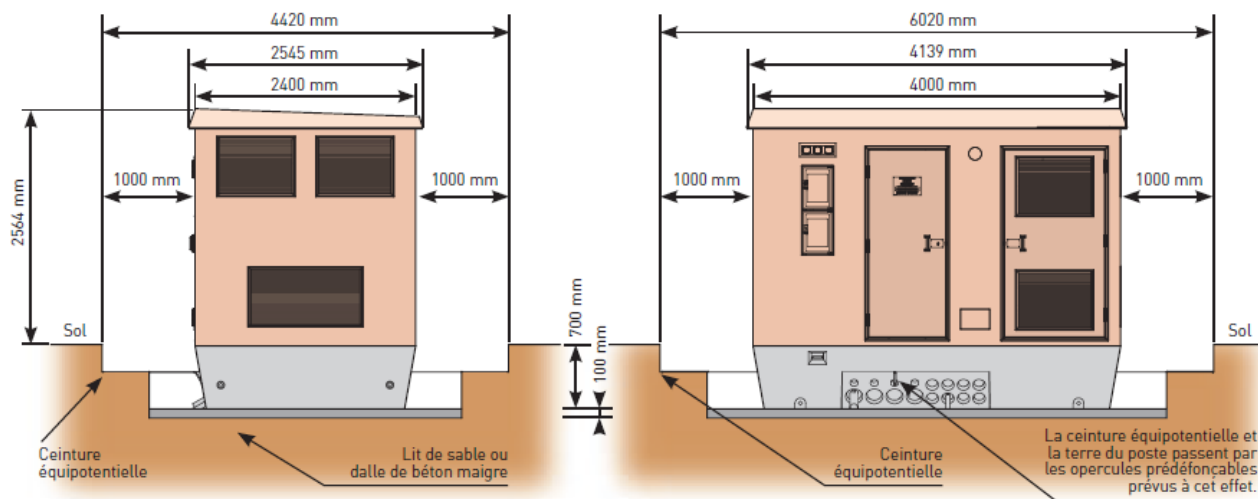
	Tension	Référence	Hauteur crosse (mm)	Hypothèse	F _x (daN)	F _y (daN)	F _z (daN)	M _x (daN.m)	M _y (daN.m)
1	400	M7CT12	150	AHPV_Ox	486,94	120	-1699,28	-1092	2018,06
2	400	M7CT12	150	AHPV_Oy	-240	845,14	-1699,28	-5434,64	-2328
3	400	M7CT12	150	Effort normal	-240	845,14	-1699,28	-5434,64	-2328
4	400	M7CT12	150	AHPV_Ox	486,94	120	-1699,28	-1092	2018,06
5	400	M7CT12	150	AHPV_Oy	-240	845,14	-1699,28	-5434,64	-2328
6	400	M7CT12	150	AHPV_Ox	486,94	120	-1699,28	-1092	2018,06
7	400	M7CT12	150	AHPV_Oy	-240	845,14	-1699,28	-5434,64	-2328

Notes méthode fondations superficielles à l'Eurocode 7

1	Orientation fondation: Longueur = L et Largeur = B
2	Pondération poids de terre et semelle: l'effort normal étant favorable (Mt résistant) la pondération de la charge P0 est de 0,9.
3	Calcul à l'ELU: l'effort normal (masse du massif) étant favorable (Mt résistant) la pondération de Vd est de 0,9.
4	Calcul à l'ELU: Combinaison ELU = $0,9 \cdot G + 1,5 \cdot Q$ = surface comprimée sous semelle = 10%
5	Calcul à l'ELS Caractéristique: $G + Q$ = surface comprimée sous semelle = 75%
6	Calcul à l'ELS Quasi permanente: $G + \psi_2 \cdot Q$ = surface comprimée sous semelle = 100% (avec $\psi_2 = 0$) = Par conséquent combinaison avec
7	AT 2001: Pour répondre à l'article 13 de l'AT2001 la pondération à l'ELU des efforts renversant liés à AZVF est de 2 Combinaisons AT 2001 = $1 \cdot G + 2 \cdot Q$ = surface comprimée sous semelle = 10% (pour cas AZVF et AHPV)

Hypothèses de charges – extrait du document RTE concernant un transformateur condensateur de tension à 400 kV

EQUIPEMENT 2I+P



	Dimensions : extérieur				Dimensions : intérieur			Surface au sol	Masse du poste	Masse Transformateur (poids maxi)
	L	I	H	H hors sol	L	I	H			
NAUVAPAC 100 kVA									13 180 kg	480 kg
NAUVAPAC 160 kVA									13 400 kg	700 kg
NAUVAPAC 250 kVA	4 m	2,4 m	3,26 m	2,56 m	3,84 m	2,24 m	2,26 m	9,6 m²	13 625 kg	925 kg
NAUVAPAC 400 kVA									13 975 kg	1 275 kg
NAUVAPAC 630 kVA									14 445 kg	1 745 kg
NAUVAPAC 1000 kVA									15 180 kg	2 480 kg

Autres dimensions de postes, nous consulter.

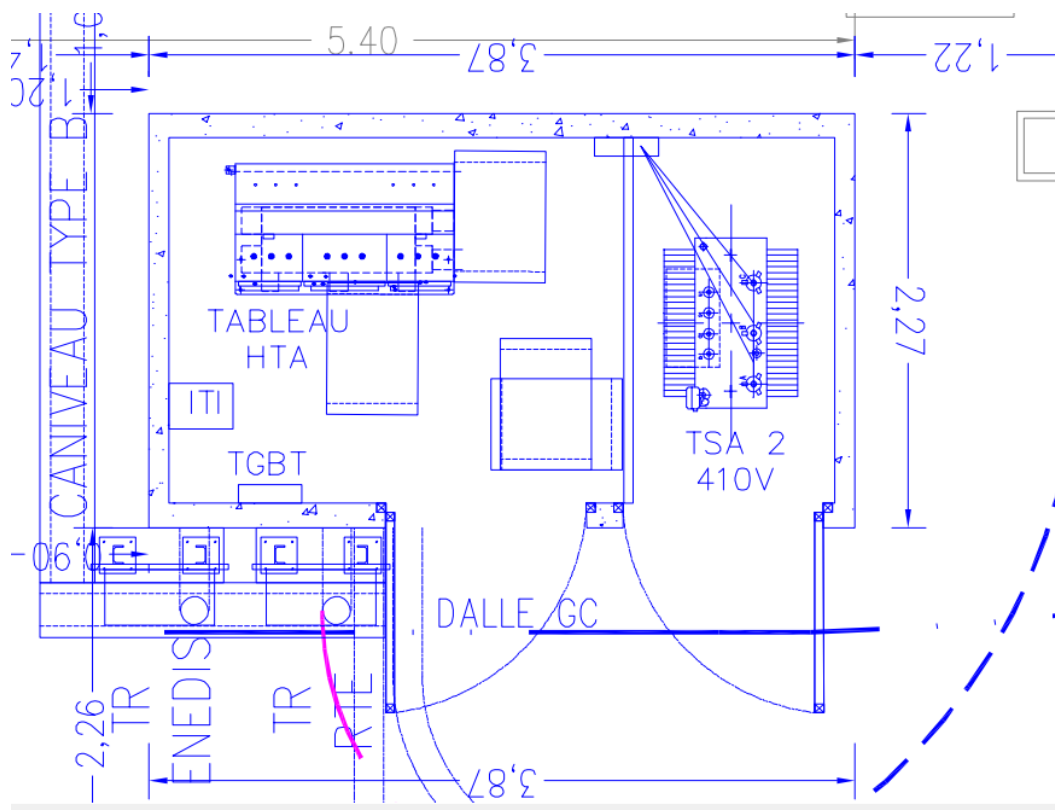
Enveloppe

- Béton armé
- IP25D
- IK 10
- IP 2X
- Tenue à la surpression interne
- Tenue au feu
- Ventilations et ouvrants personnalisables
- Bac de rétention intégré

**Tonnage total avec
équipement jusqu'à 4I+P :
15.5 tonnes**

- Finition : crépis et habillage
- Couleur : suivant nuancier.

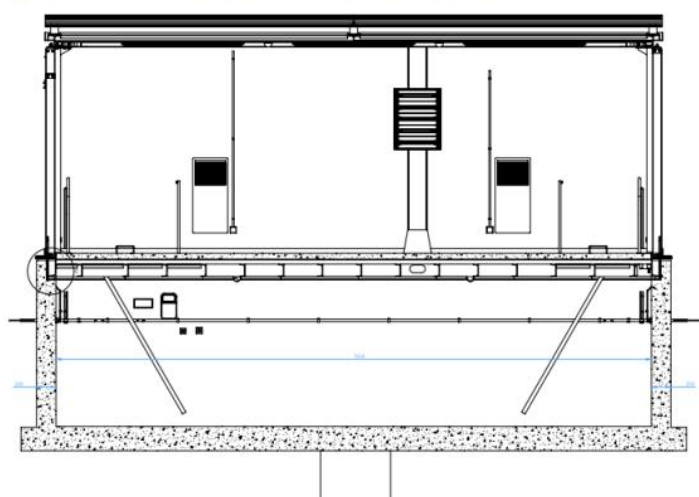
BATIMENT TSA



Vue en plan

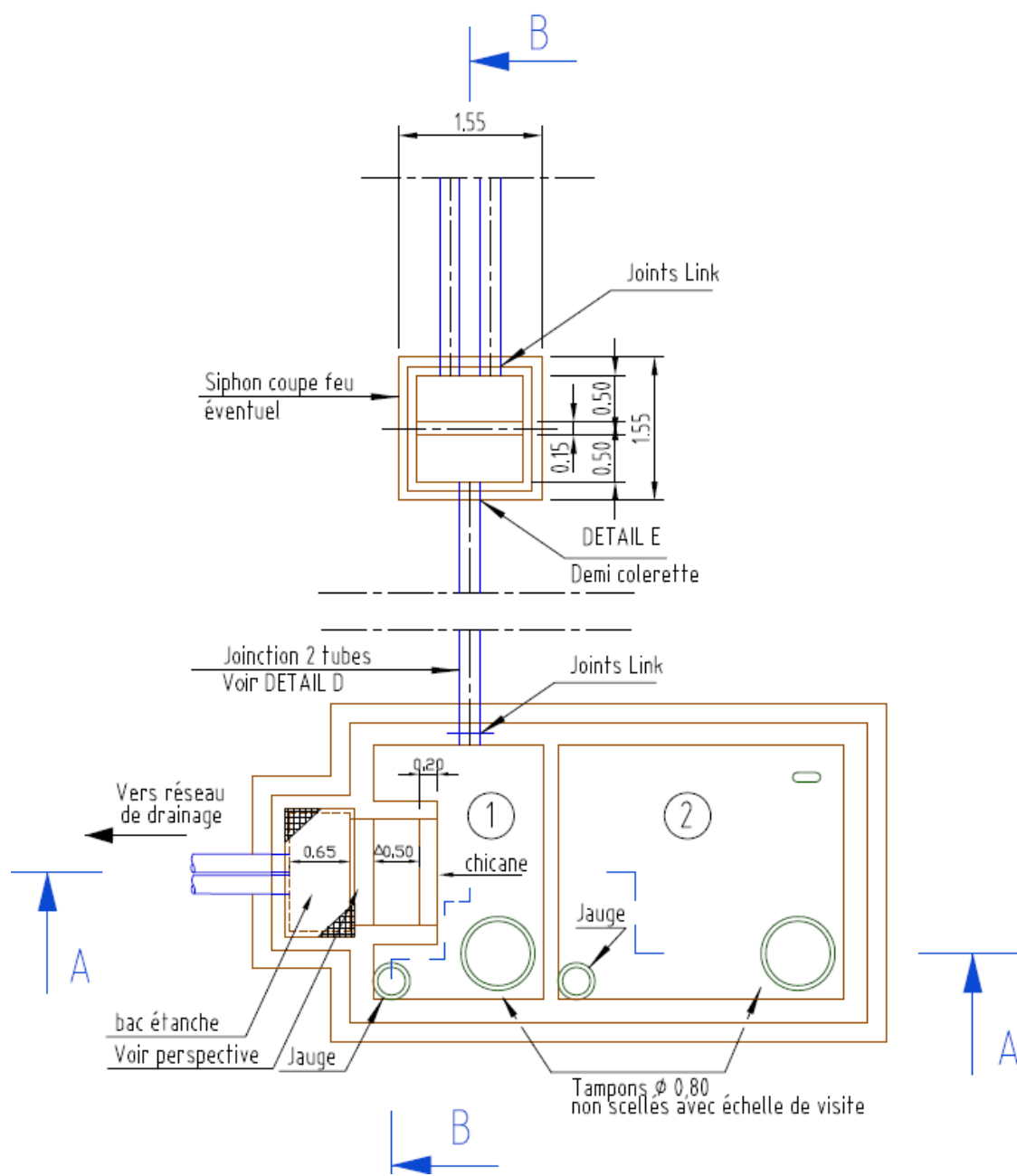
Infrastructure béton armé

- Voiles périphériques, butés en tête par le plancher en phase définitive
- Fondations de type radier sur plateforme compactée.



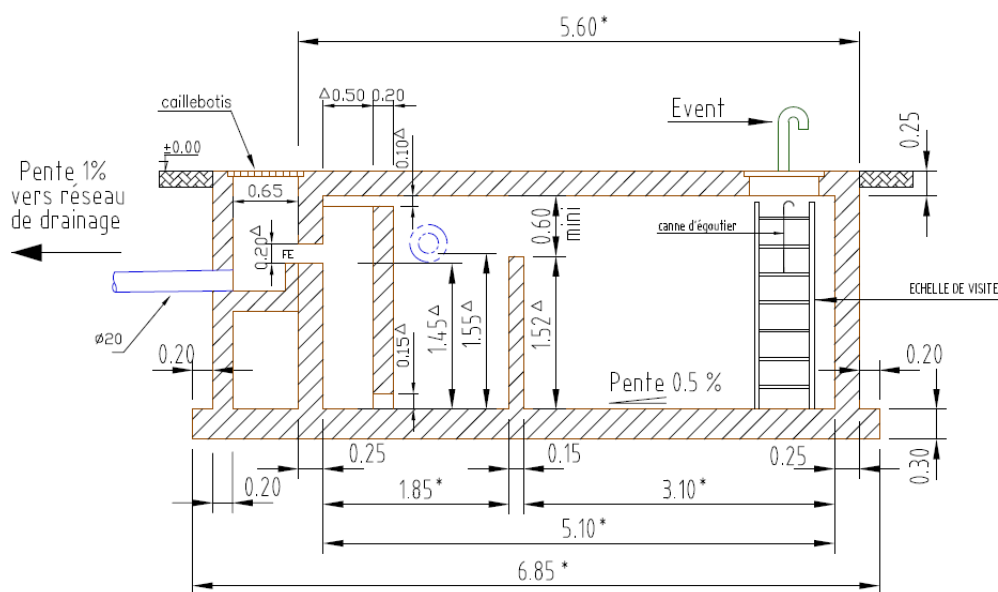
Vue en COUPE – supposée car nous n'avons pas d'information sur cet ouvrage

FOSSE DEPORTEE



COUPE A-A

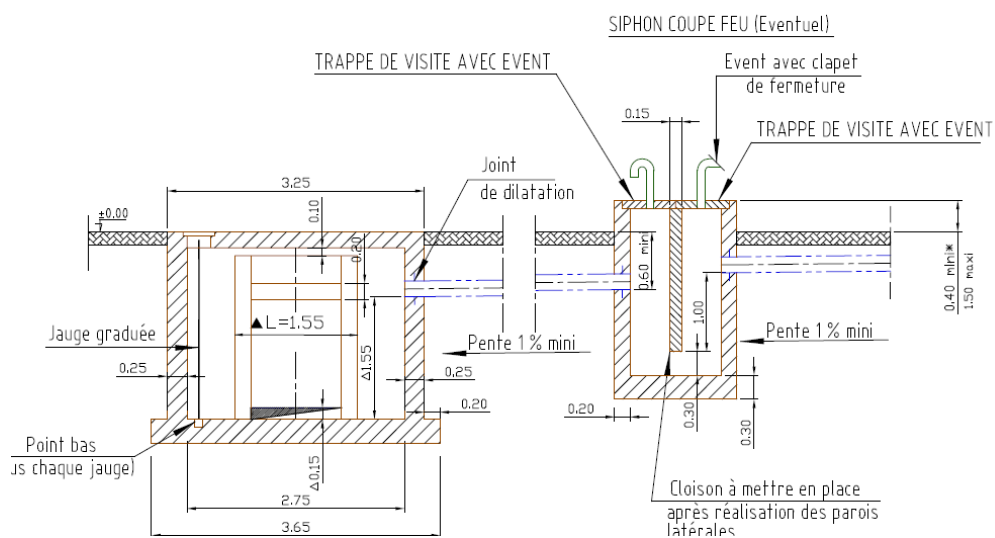
2 / 4



Vue en coupe AA

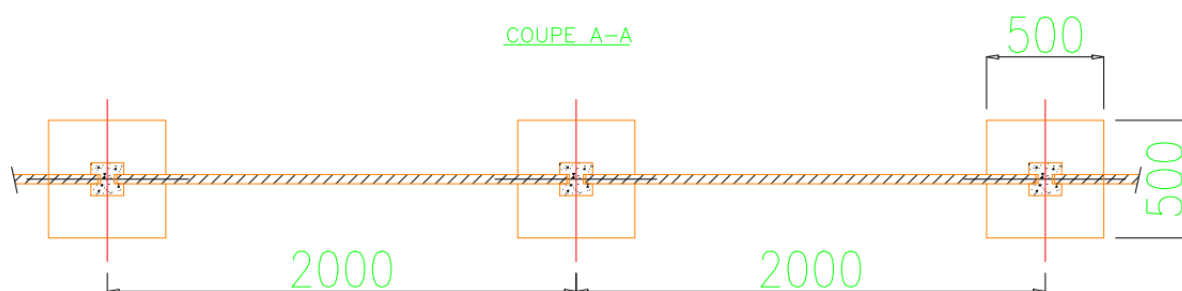
COUPE B-B

3 / 4



Vue en coupe BB

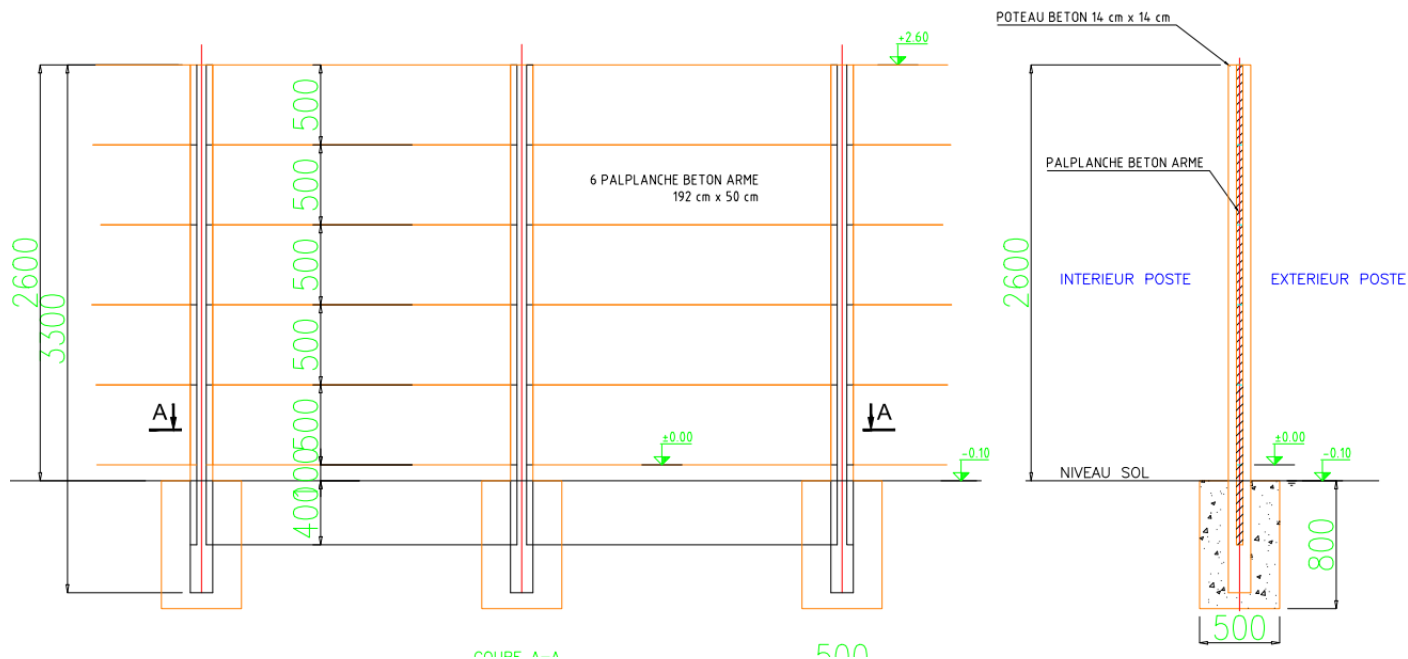
MUR COUPE FEU et GRILLAGE DE CLOTURE



Vues en plan d'un mur coupe-feu

ELEVATION Vue de l'extérieur du poste

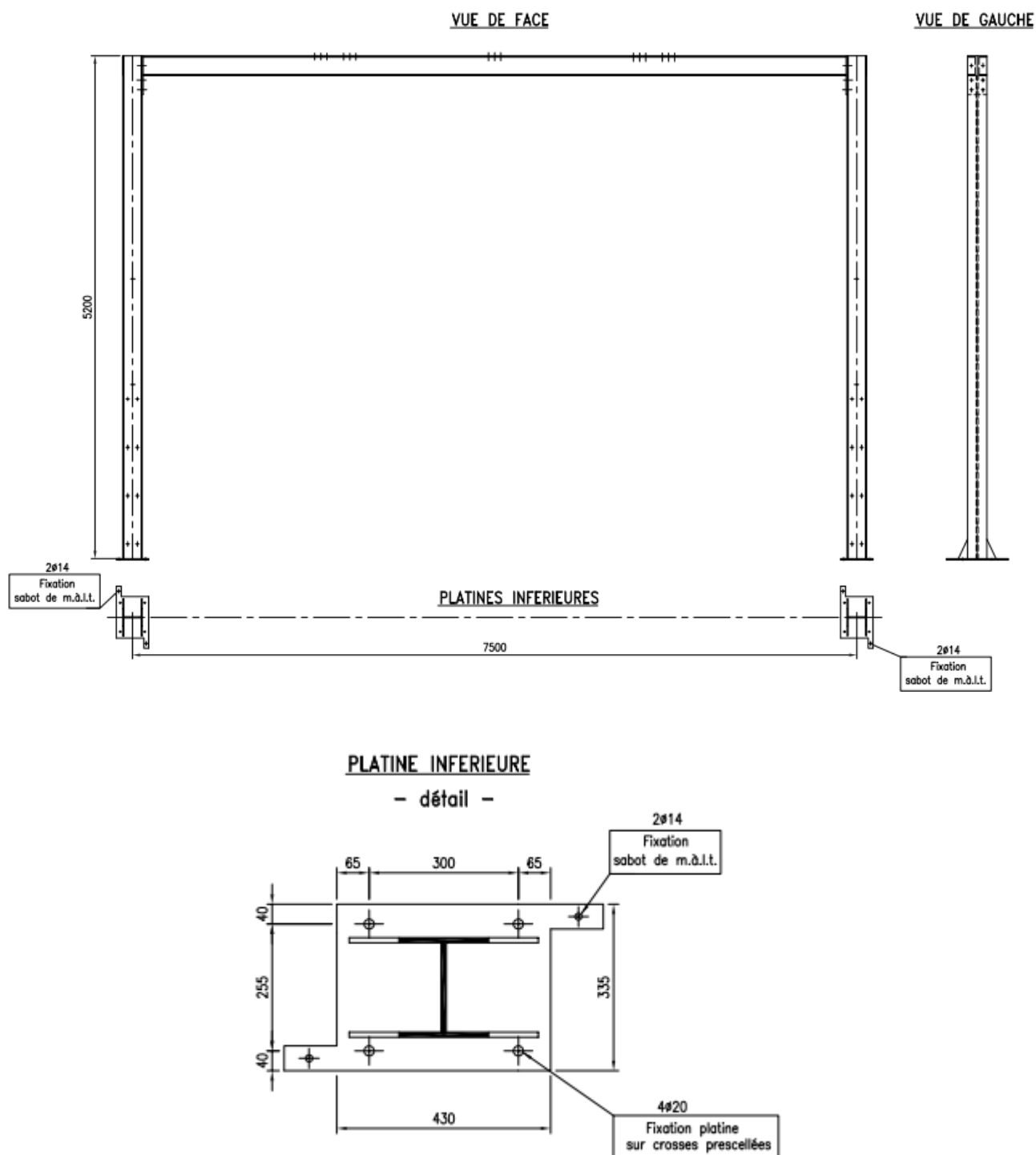
VUE EN COUPE TYPE



Vues en coupe et en élévation d'un mur coupe-feu

Nous ne disposons pas des éléments de charges sur cet ouvrage. **Les descentes de charges réelles seront indispensables pour réaliser la mission G2PRO.**

JEUX DE BARRE



Nous ne disposons pas des éléments de charges sur cet ouvrage. **Les descentes de charges réelles seront indispensables pour réaliser la mission G2PRO.**

NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131
84918 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989



GÉOtechnique
sciences de la terre sas