



IRISOLARIS

Centrale solaire

Lieu-dit Chez Sapet à CHÂTELDON (63)

Rapport d'étude RCF2.P.026 Version A

étude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2AVP)

18/04/2025



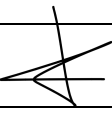
GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 Rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-
FERRAND

Tél. : 04 73 27 72 00

Fax : 04 73 27 74 57

www.groupe-cebtp.com

<i>IRISOLARIS</i> CENTRALE SOLAIRE Lieu-dit Chez Sapet à CHÂTELDON (63) RAPPORT - étude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2AVP)							
Dossier : RCF2.P.026			Réf. rapport : RCF2.P.026			Contrat : RCF2.P.0024	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	18/04/25	Lucie PRAT		François MERESSE		43 pages 4 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

I. CONTEXTES.....	5
I.1. Contexte du projet.....	6
I.1.1. Données générales.....	6
I.1.2. Description du projet.....	6
I.1.3. Documents communiqués	7
I.1.4. Sollicitations	7
I.2. Mission Ginger CEBTP	8
I.3. Description du site	9
I.3.1. Extrait de carte IGN	9
I.3.2. Image aérienne.....	9
I.3.3. Occupation du site - Mitoyenneté.....	10
I.3.4. Topographie.....	10
I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.....	12
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels.....	12
I.4.2. Contexte hydrogéologique.....	12
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	13
II. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES	17
II.1. Préambule	18
II.2. Implantation et nivellement	18
II.3. Sondages, essais et mesures in situ	18
II.4. Essais en laboratoire	19
III. INTERPRÉTATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GÉOTECHNIQUE.....	20
III.1. Synthèse des investigations - Interprétations	21
III.1.1. Lithologie	21
III.1.2. Caractéristiques géomécaniques.....	23
III.1.3. Caractéristiques physiques des sols	23
III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique.....	25
III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau	25
III.2.2. Interprétation des niveaux d'eau éventuels.....	25
IV. ÉTUDE DES OUVRAGES.....	26

IV.1. Zone d’Influence Géotechnique : ZIG	27
IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques.....	27
IV.2.1. Inondations - Débordement de cours d’eau.....	27
IV.2.2. Risque sismique	27
IV.2.3. Remblais.....	27
IV.2.4. Radon	28
IV.2.5. Cavités naturelles ou anthropiques – Carrières	28
IV.2.6. Argiles (retrait / gonflement)	28
IV.2.7. Mouvement de terrain - Instabilité – Glissement – Chutes de blocs.....	28
IV.2.8. Pollution	28
IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique	28
IV.4. Terrassements généraux - Fouilles	29
IV.4.1. Traficabilité en phase chantier	29
IV.4.2. Terrassabilité des matériaux.....	29
IV.4.3. Talutage.....	29
IV.4.4. Drainage en phase chantier et en phase définitive	29
IV.5. Fondations des tables supports des panneaux.....	31
IV.5.1. Fondations superficielles par radier général (postes)	32
IV.6. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique.....	36
IV.7. Zones de voiries	36
IV.7.1. Référentiels	36
IV.7.2. Hypothèses de calcul	36
IV.7.3. Travaux préparatoires	37
IV.7.4. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d’arase	37
IV.7.5. Méthodologie de compactage.....	39
IV.7.6. Couche de forme	39
IV.7.7. Remarques complémentaires.....	41
IV.7.8. Drainage définitif	41
V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES	42

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D’IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Centrale solaire
Adresse et Commune : Lieu-dit Chez Sapet à CHÂTELDON (63)
Demandeur de la mission : IRISOLARIS
Client : IRISOLARIS

I.1.1.2. Intervenant

Maître d'ouvrage : IRISOLARIS

I.1.1.3. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
X						

I.1.2. Description du projet

D'après les documents et les informations fournies, le projet prévoit l'aménagement d'un parc solaire sur une emprise parcellaire de 1.6 ha environ.

Il est par ailleurs prévu l'aménagement de voiries internes et de postes (PDL et PTR).

Le détail des ouvrages ne nous a pas été transmis.

A ce stade de l'étude, le projet n'est pas complètement défini et est susceptible d'évoluer. L'étude de conception phase projet (mission G2 PRO) devra tenir compte des dernières évolutions.



Plan de masse du projet transmis avec implantation des sondages

I.1.3. Documents communiqués

Les documents transmis et utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

Document	Echelle	Origine / Référence	Format	Date
Lien de géolocalisation google earth	-	Transmis par IRISOLARIS	kmz	Non daté
Calepinage 1 MWC-S25 – Plan de masse sur vue aérienne	Non définie		PDF	Non daté

I.1.4. Sollicitations

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage. Les fondations sont prévues sur pieux métalliques battus ou vissés.

I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme aux propositions n°RCF2.P.0024 en date du 03/02/2025 (Bon de commande n°CF2502-41253 en date du 11/02/2025). Il s'agit d'une Etude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2 AVP) réalisée en phase Avant-Projet (AVP), selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2 intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

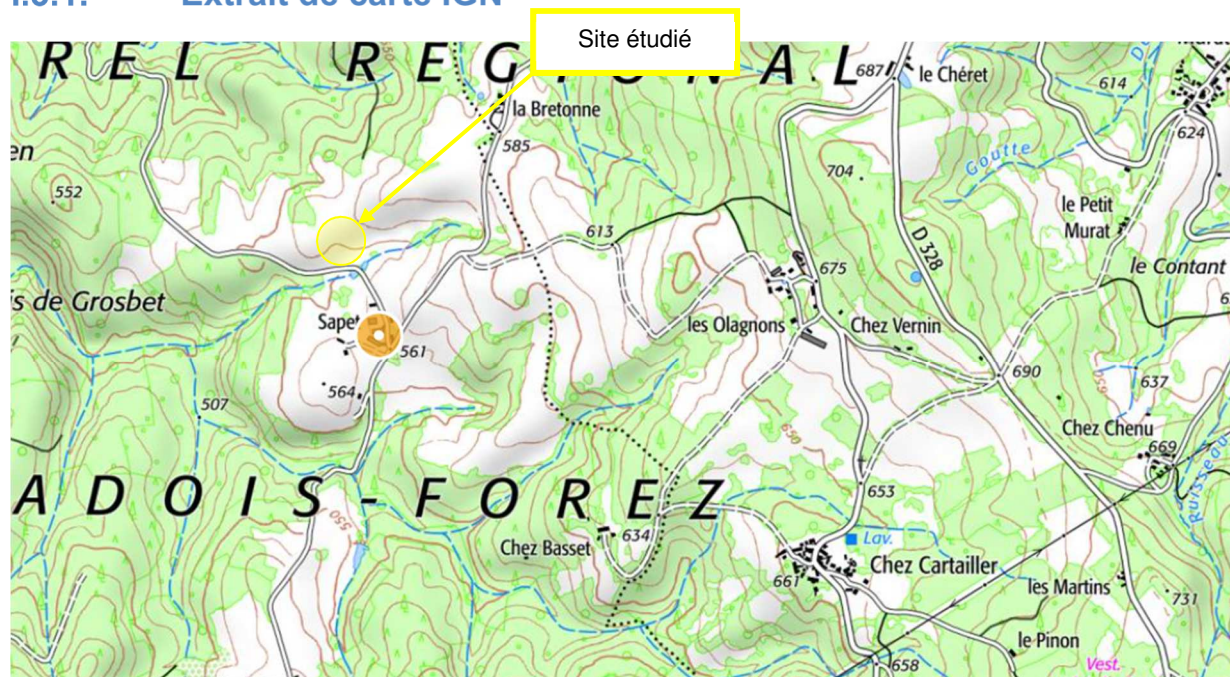
- L'ébauche des contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique :
 - Etablir une première approche d'un modèle géologique,
 - Etudier les différents risques naturels identifiés,
 - Fournir une première approche d'un modèle hydrogéologique,
 - Présenter une première ébauche du contexte sismique et qualifier le risque de liquéfaction sous séisme,
 - Faire une première estimation des caractéristiques géotechniques importantes et des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
 - Donner Les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants), ainsi qu'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- Préciser la disposition vis à vis des avoisinants et des ouvrages situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).

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

- l'étude de stabilité du site dans le cadre du projet ;
- la reconnaissance de cavités ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations.

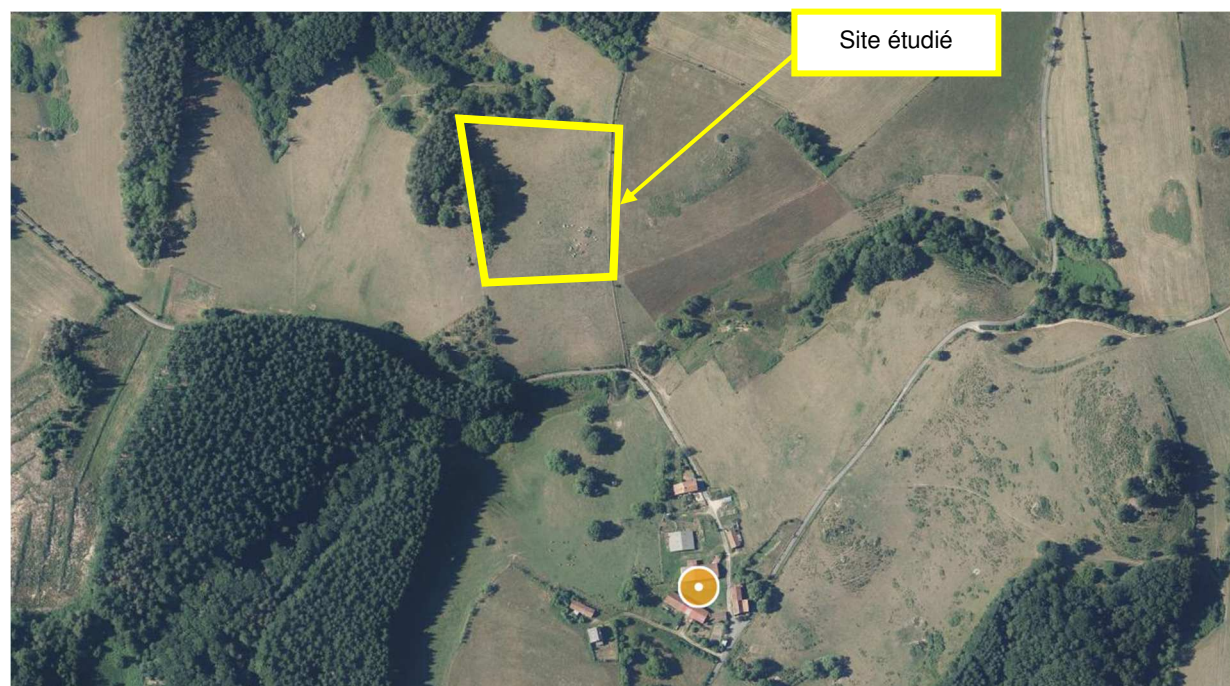
I.3. Description du site

I.3.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

I.3.2. Image aérienne



Source : Géoportail

I.3.3. Occupation du site - Mitoyenneté

Lors de nos interventions en mars et avril 2025, le site correspondait à une prairie bordée au Nord Ouest d'une zone boisée.

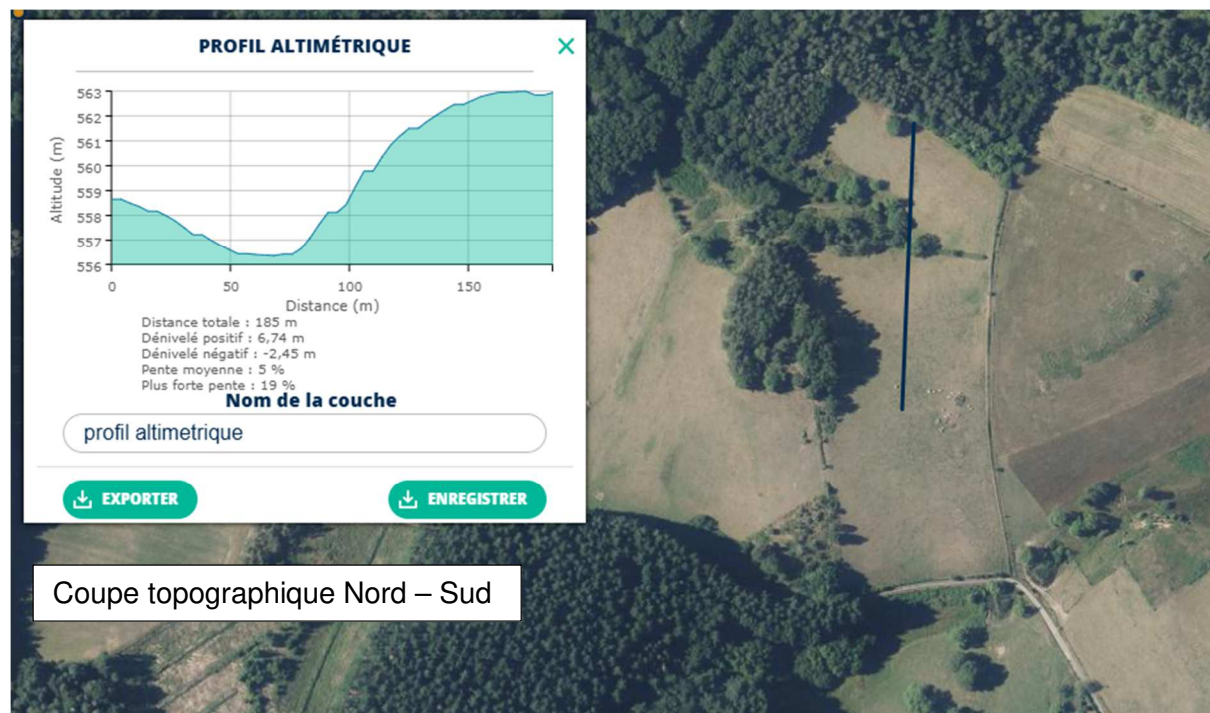


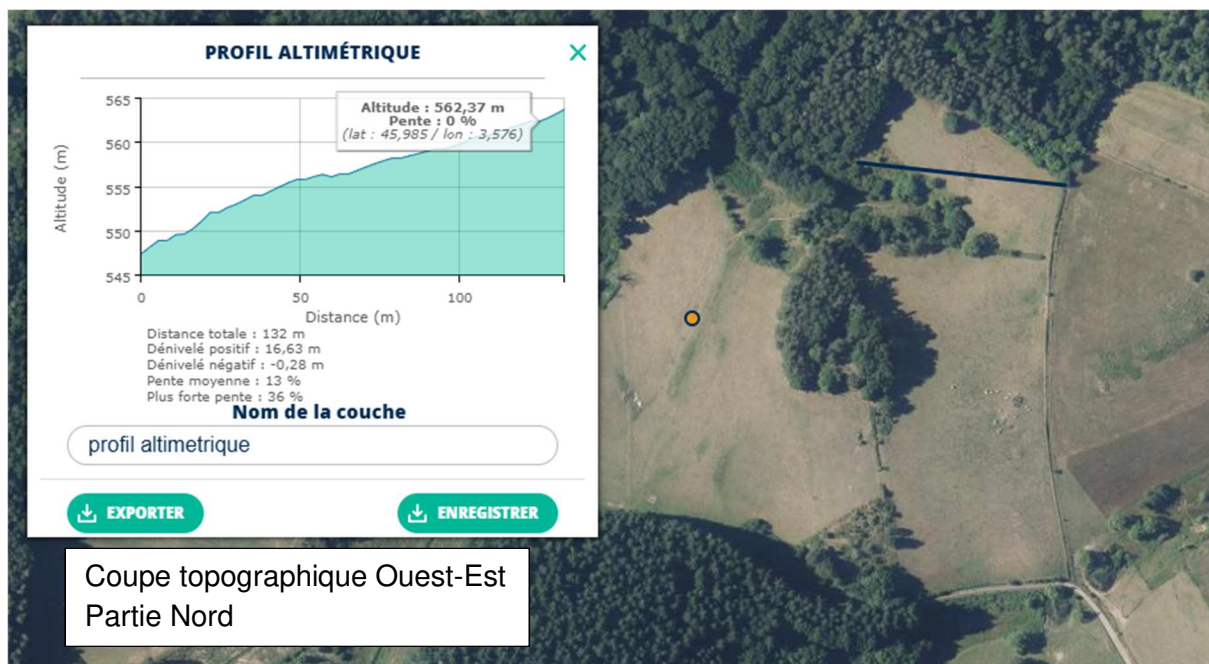
Photographies du site en date du 14/03/2025

L'emprise du projet est libre de toute mitoyenneté. On ne note pas d'ouvrage dans la zone d'Influence Géotechnique (ZIG).

I.3.4. Topographie

Le site concerné par l'étude est marqué par une pente globalement orientée Sud (point haut) Nord (point bas), le site apparaît « vallonné », son altitude variant d'environ 556 à 569 mètres NGF dans l'emprise du projet selon l'extrait IGN et les extraits géoportail ci-après.

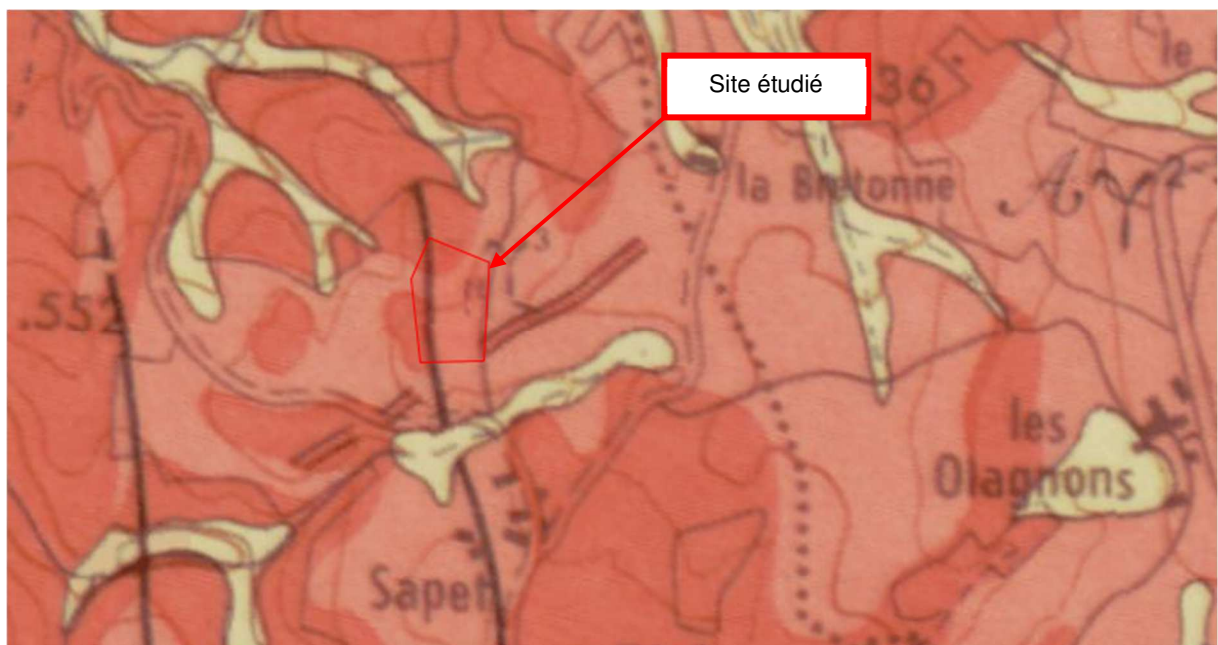




I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.

I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de MARINGUES (feuille n°670) à l'échelle 1/50000, le site serait constitué, sous une faible épaisseur de terre végétale et/ou de remblais, d'un Granite à gros grain, riche en quartz et pauvre en biotite, tendance alcaline type Bois Noirs (Roches éruptives hercyniennes) et / ou d'un faciès d'altération du granite à gros grain, riche en quartz et pauvre en biotite, tendance alcaline type Bois-Noirs. Roches éruptives hercyniennes. On note la présence d'une faille en partie Ouest du site.



Extrait de la carte géologique

I.4.2. Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- une poche d'eau temporaire, de type nappe d'imbibition, pouvant régner au sein des formations superficielles perméables, alimentée par la pluviométrie efficace,
- une nappe semi-captive se développant dans les horizons plus perméables du site,
- une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein de l'horizon granitique en fonction de l'état de fracturation du massif rocheux.

Par ailleurs des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles. Le site étant en pente, il peut être sujet aux eaux de ruissellement.

On note la présence du ruisseau 150 m au Sud du site.

I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques majeurs	Informations documentaires*
Inondations/débordement de cours d'eau	Hors zone inondable identifiée
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet, Commune avec cavités non localisées
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition faible à moyen
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet
Séismes	Zone 3 : Modéré
Radon	3 – potentiel radon élevé
Remblais	Risque faible
Pollution – Chimique - Pyrotechnique	Non concerné

* cf. détail et illustrations ci-après

I.4.3.1. Arrêté de catastrophes naturelles

Il est à noter que CHÂTELDON (63) a fait l'objet des arrêtés de catastrophes naturelles suivants dont 2 relatifs à la sécheresse :

Sécheresse : 2				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1928914A	01/07/2018	30/09/2018	15/10/2019	15/11/2019
INTE2031567A	01/01/2019	31/12/2019	24/11/2020	03/12/2020

Inondations et/ou Coulées de Boue : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Source : www.georisques.gouv.fr

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Source : www.georisques.gouv.fr

I.4.3.2. Inondation /débordement de cours d'eau

Après consultation du site du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires sur les risques majeurs (www.georisques.gouv.fr), **la commune fait l'objet d'un PPR vis-à-vis du risque inondation qui ne concerne pas le site étudié.**

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

I.4.3.3. Remblais

Le site présente un **risque faible** de remblais de forte épaisseur.

I.4.3.4. Pollution

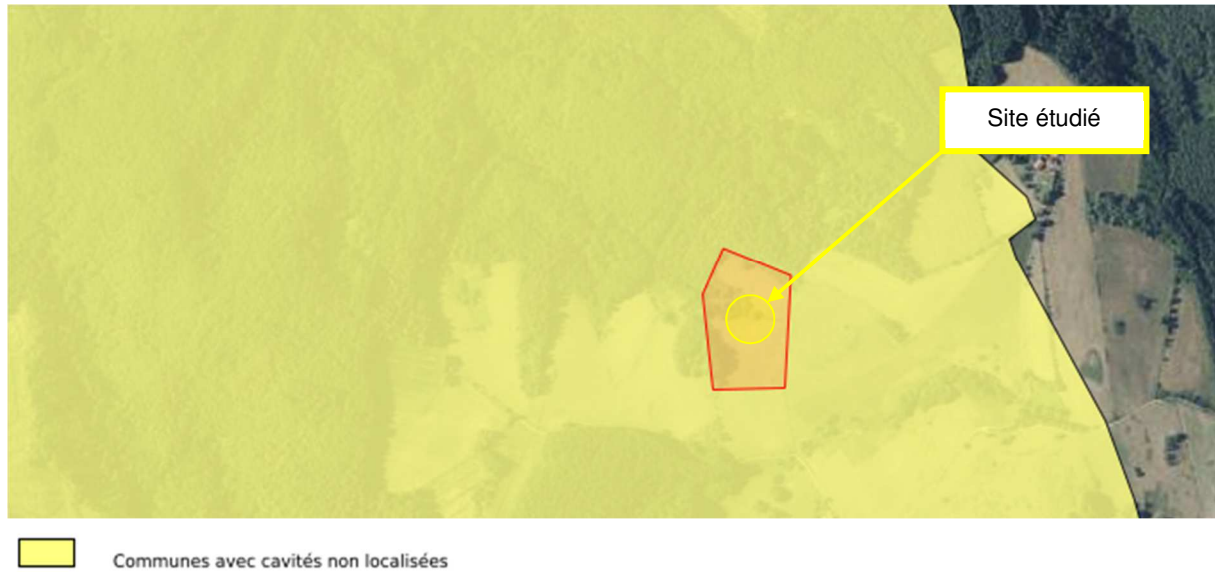
D'après les informations recueillies, on ne note pas la présence de site pollué à moins de 500 m de la zone d'étude.

I.4.3.5. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), il n'y a **aucun mouvement de terrain** répertorié à moins de 500 m du site.

I.4.3.6. Cavités naturelles ou anthropiques - Carrières

D'après les cartes d'aléas (www.georisques.gouv.fr) du BRGM réalisées pour le compte du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, il **apparaît qu'il n'y a aucune cavité répertoriée** dans un rayon de 500 m autour de la zone d'étude. Toutefois le site se localise sur une commune avec cavités non localisées.



A noter que le substratum n'est pas réputé karstique.

I.4.3.7. Séisme

Le site étudié est classé en **zone de sismicité 3** (modéré). Dans le cas d'un ouvrage de catégorie d'importance II, III ou IV, l'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).



SISMICITÉ : 3/5

- 1 - très faible
- 2 - faible
- 3 - modéré
- 4 - moyen
- 5 - fort

Un tremblement de terre ou séisme, est un ensemble de secousses et de déformations brusques de l'écorce terrestre (surface de la Terre). Le zonage sismique détermine l'importance de l'exposition au risque sismique.



Source : www.georisques.gouv.fr

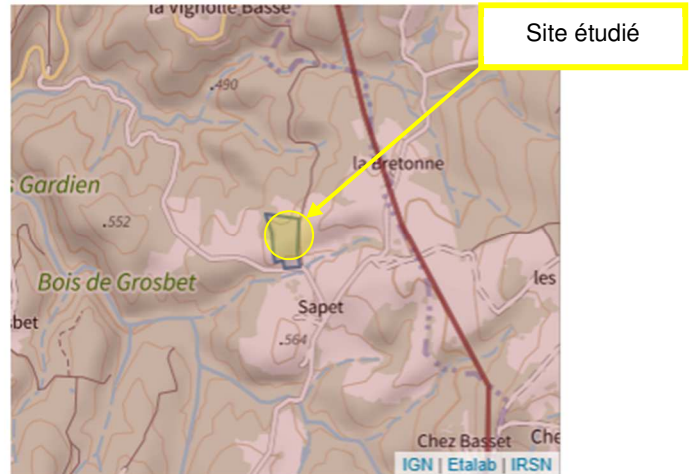
I.4.3.8. Radon

On note un potentiel radon de catégorie 3.



- 1 : potentiel radon faible
- 2 : potentiel radon moyen
- 3 : potentiel radon significatif

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte. Ce gaz est présent partout dans les sols et il s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.



Source : www.georisques.gouv.fr

I.4.3.9. Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)

A noter que, d'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est **faible à moyen**.

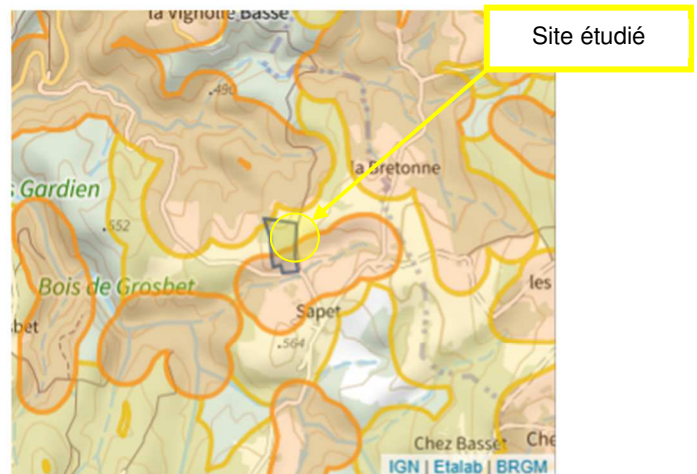


- 1 : Exposition faible
- 2 : Exposition moyenne
- 3 : Exposition forte

Les sols argileux évoluent en fonction de leur teneur en eau. De fortes variations d'eau (sécheresse ou d'apport massif d'eau) peuvent donc fragiliser progressivement les constructions (notamment les maisons individuelles aux fondations superficielles) suite à des gonflements et des tassements du sol, et entraîner des dégâts pouvant être importants. Le zonage argile identifie les zones exposées à ce phénomène de retrait-gonflement selon leur degré d'exposition.

Exposition faible : La survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol). Il est conseillé, notamment pour la construction d'une maison individuelle, de réaliser une étude de sols pour déterminer si des prescriptions constructives spécifiques sont nécessaires. Pour plus de détails :

<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sols-argileux-secheresse-et-construction#e3>



Source : www.georisques.gouv.fr

II. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie par GINGER CEBTP en accord avec le client.
Ces investigations ont toutes été réalisées en mars et avril 2025.

II.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2.
Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet et de ses accès.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport. L'altitude des têtes de sondages a été relevée approximativement sur le fond IGN.

II.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qté	Noms	Prof. / TA (m)	Essais pressiométriques (Norme NF 94 110-1)	Altitude NGF de la tête (m)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	1	SP1	5.0	4	562.3
Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B mené au refus® Norme NF EN ISO 22476-2	4	PDB1 PDB2 PDB3 PDB4	1.8® 1.4® 1.4® 2.0®		561.4 560.8 564.2 562.4
Puits à la pelle mécanique 2.7 T mené au refus®	5	PM1 PM2 PM3 PM4 PM5	2.0® 1.2® 1.5® 1.9® 1.4®		557.8 562.1 564.5 562.7 563.3

Les coupes des sondages sont présentées en annexes 3 où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondage semi-destructifs :**
 - coupe des sols
 - niveau d'eau éventuel
- **Essais pressiométriques :**
 - Module pressiométrique : E_M (MPa)
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa)
 - Pression de fluage nette p_r^* (MPa)
 - Rapport E_M/p_l^*

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
 - diagramme donnant la résistance dynamique q_d en fonction de la profondeur, calculée selon la formule des Hollandais,
 - éventuel niveau d'eau en fin de sondage.
- **Sondage à la pelle :**
 - coupe détaillée des sols,
 - photographie de la fouille,
 - venue d'eau éventuelle,
 - résultats des essais de laboratoire.

II.4. Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants avaient été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	1	NF EN ISO 17892-1
Analyse granulométrique par tamisage	1	NF EN ISO 17892-4
Valeur au bleu du sol (VBS)	1	NF EN 17542-3
Indice Portant Immédiat	1	NFP 94-078
Classification des sols (GTR)	1	NF EN 16907-2

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus. Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

III. INTERPRÉTATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GÉOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

Cette synthèse devra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO), puis en phase d'élaboration du dossier de consultation des entreprises et assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

III.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance (mars et avril 2025). L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 : Terre végétale limoneuse brune

Epaisseur : 0.1 à 0.2 m

Formation n°2: Sable limono-graveleux marron à gravelo-limoneux marron beige, présence de racines en tête

Profondeur du toit : 0.1 à 0.2 m / TA, absent en PM5 et supposé absent en PDB3

Profondeur de la base : jusqu'à 0.3 à 1.9 m / TA

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl^*) : 0.55 MPa (un seul essai)
- Module pressiométrique (E_m) : 4.4 MPa (un seul essai)
- Résistance dynamique de pointe (q_d) : <1 à 4 MPa

Commentaires :

- Cet horizon présente des caractéristiques mécaniques faibles voire très faibles.
- Il s'agit a priori d'arène remobilisée sous forme de dépôt colluvionnaire.
- Il apparait absent au droit de PM5 et a priori au droit de PDB3.
- Il présente des épaisseurs très variables.

Formation n°3a : Arène granitique sablo-graveleux à grave sableuse beige de + en + compacte

Profondeur du toit : de 0.2 à 1.9 m / TA

Profondeur de la base : jusqu'à 2.6 m / TA au droit de SP1

jusqu'à plus de 1.2 à 2.0 m / TA (> à la base des sondages PM et PDB)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl^*) : > 3.17 MPa (un seul essai)
- Module pressiométrique (E_m) : 41.7 MPa (un seul essai)
- Résistance dynamique de pointe (q_d) : 3 augmentant rapidement jusqu'au refus

Commentaires :

- Cet horizon présente des caractéristiques mécaniques moyennes à rapidement bonnes.
- Il a entraîné le refus de tous les sondages PM et PDB.

Formation n°3b : Granite fracturé compact marron

Profondeur du toit : 2.6 m / TA uniquement visualisé au droit de SP1

Profondeur de la base : jusqu'à plus de 5.0 m / TA (> à la base du sondage)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l^*) : > 4.78 à > 4.85 MPa
- Module pressiométrique (E_m) : 108.0 à 169.6 MPa
- Résistance dynamique de pointe (q_d) : non mesurée – au-delà du refus

Commentaires :

- Cet horizon présente des caractéristiques mécaniques très bonnes.
- Il s'agit du substratum fracturé compact, il peut également se présenter sous forme d'arène très compacte.

Remarque :

- **la transition entre les différents degrés d'altération du granite peut être brutale compte tenu de la dégradation plus ou moins rapide du substratum. La limite entre les états n'est pas clairement distincte et varie, parfois fortement, d'un point à un autre,**
- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits « aveugles » en l'absence et au-delà de sondage couplé, la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. **La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.**

III.1.2. Caractéristiques géomécaniques

Le tableau ci-dessous retranscrit les valeurs pressiométriques pouvant être retenues. Les pressions limites (p_l) sont issues de la moyenne géométrique et les modules pressiométriques (E_M) sont issus de la moyenne harmonique. Les valeurs retenues ont été minorées afin de tenir compte de l'hétérogénéité des formations.

Formation	Nature du sol	Prof. base /TA (m)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α	Résistance de pointe qd (MPa)
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)		
n°1	TV limoneuse	0.1 à 0.2	-	-	-	-
n°2	Sable limono-graveleux	Absent 0.3 à 1.9	0.4*	5*	0.67	< 1 à 4
n°3a	Sable graveleux à grave sableuse	>1.2 à 2.6	3.0*	40*	0.67	3 à refus
n°3b	Granite peu altéré, fracturé, compact	>5.0	>4.7	>100	0.67	Non mesurée

** valeur retenue pour les calculs et tenant compte des valeurs pénétrométriques mesurées. Ceci ne doit pas faire oublier les caractéristiques mécaniques plus élevées mesurées dans le substratum (voir coupes de sondage) pour le choix des techniques de travaux.*

Ces données ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues pour la justification des ouvrages. La conception des infrastructures devra tenir compte des variations des limites de couches et des hétérogénéités locales toujours possibles.

III.1.3. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 5. Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification et des essais mécaniques sur matériaux non rocheux :

Sondage/référence	Formation/type de sol	Prof. échant* (m/TA)	W (%)	VBS	Dmax (mm)	Tamiséat < 80 μ m	IPI	Classe GTR	Equivalent GTR NF P 11 300
PM1 / 25RCF-0150	2/ Sable limono-graveleux	0.5-1.1	14.8	0.85	30*	23.2 %	3	I₁th	B₅th

** au sein de l'échantillon analysé*

Légende :

W :	Teneur en eau pondérale
VBS :	Indice de mesure de la capacité d'absorption de bleu de méthylène du sol
Dmax :	Diamètre maximal des éléments
< 80 µm :	Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 micromètres
IPI :	indice Portant Immédiat
Classe GTR :	Classe de sol selon la norme NF EN 16907-2

Remarques :

- Les matériaux analysés correspondent à une classification GTR I₁ (équivalent B₅) ; la proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols F.
- D'après les études de CHASSAGNEUX et Al. (1995)*, les sols analysés présenteraient une **sensibilité faible** (VBS < 2.5) à l'aléa retrait et gonflement.

* La classification établie par CHASSAGNEUX et Al. (1995) considère, en plus de la valeur au bleu (VBS), la valeur du coefficient de gonflement (C_g) et l'indice de plasticité (I_p). Ces deux valeurs ne peuvent être connues avec les essais réalisés dans le cadre de cette mission.

Par ailleurs, d'après le BLPC de nov-déc 2000 :

- le pourcentage de passant au tamis de 80 µm (23.2 %) démontre une **susceptibilité de variation de volume du sol faible**,
- la valeur de bleu VBS (0.85) démontre une **susceptibilité de variation de volume du sol faible**.

Enfin selon le guide IFFSTAR, les formations du site sont pas ou peu sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

Tableau 4
Sensibilité du terrain
au retrait-gonflement
sous une construction

Sol	w_L	< 35	35 à 45	45 à 70	> 70
	I_p	< 10	10 à 20	20 à 40	> 40
	V_{BS}	< 1,5	1,5 à 4	4 à 12	> 12
	A_C	< 20	20 à 50	50 à 100	> 100
	A_{CB}	< 3	3 à 8	8 à 13	> 13
Épaisseur (m)	0,5 à 1,5	Terrain pas ou peu			
	1,5 à 3	sensible	Terrain sensible à très sensible		
	> 3				

Extrait tableau 4 p. 39 du guide IFFSTAR n°1

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré dans nos sondages lors des investigations (mars et avril 2025). Les formations sont apparues humides en fond de sondage SP1.

De plus, des circulations d'eau ponctuelles / anarchiques ne sont pas à exclure au sein des différentes formations, notamment en cas de précipitations. Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie.

L'étude du contexte hydrogéologique ne fait pas partie de la présente mission et doit faire l'objet d'une étude spécifique (cf. annexe A1 de la norme NFP 94-500). Nous restons à la disposition pour effectuer cette étude.

III.2.2. Interprétation des niveaux d'eau éventuels

Cas d'une nappe perchée, poches d'eau

Les nappes perchées peuvent régner au sein des sols de surface et notamment des remblais. Leur présence est favorisée par des terrains superficiels perméables reposant sur un niveau inférieur plus imperméable.

Elles sont alimentées par la pluviométrie ou des écoulements de surface et ont un caractère aléatoire. Elles sont généralement temporaires et peuvent atteindre le niveau du terrain actuel (subaffleurantes).

Cas d'une nappe de fissures

D'après les informations en notre possession, nous sommes potentiellement en présence d'une nappe fissurale. Les niveaux d'eau dans ce type de formations peuvent varier fortement d'un point à l'autre et selon la période de mesure. En effet, dans ces milieux, les écoulements d'eau ne sont pas homogènes et sont sujets à des variations fortes liées au faible coefficient d'emménagement et à la géométrie des fissures et des chemins préférentiels d'écoulements.

Les nappes présentes dans des milieux fracturés se traduisent principalement par des arrivées d'eau localisées (type sources) notamment en cas de terrassement en déblai dans le versant. Nous alertons sur le risque de présence d'eau lié à des écoulements souterrains erratiques pouvant ne pas être repérés par des campagnes de forages.

IV. ÉTUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Le projet n'est pas concerné par la présence d'avoisinants sensibles.

IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

IV.2.1. Inondations - Débordement de cours d'eau

La commune fait l'objet d'un PPR qui ne concerne pas le site étudié.

Le site n'est a priori pas localisé en zone inondable.

En cas d'aménagement d'ouvrage enterré (poste par exemple), des protections devront être prévues (drainage périphérique adapté au minimum par exemple).

IV.2.2. Risque sismique

IV.2.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité		3 (aléa modéré)
Caractéristiques du sol	Type de sol	A
	Paramètre de sol « S »	1.0
Accélération maximale de référence (agR)		1.1 m.s ⁻²

La classe d'ouvrage devra être confirmée *a minima* avant les études de la phase projet.

IV.2.2.2. Liquéfaction

Compte tenu de la compacité des sols et de l'absence de nappe, le risque de liquéfaction apparaît négligeable.

IV.2.3. Remblais

Le projet n'est pas concerné par la présence de remblais de forte épaisseur.

IV.2.4. Radon

Ce risque est à considérer pour les bâtiments à présence humaine. La définition des dispositions techniques à retenir ne fait pas partie de notre mission. Elle est de la responsabilité des concepteurs du projet.

Le site étudié est concerné par un potentiel radon de catégorie 3.

Au regard du projet, ce risque peut être négligé (absence de bâtiment à présence humaine).

IV.2.5. Cavités naturelles ou anthropiques – Carrières

Le projet est localisé sur une commune avec des cavités non localisées. Par ailleurs, la présence de cavité anthropique n'est pas exclue.

IV.2.6. Argiles (retrait / gonflement)

La zone d'étude est localisée dans une zone d'aléa faible à moyen. Les résultats des analyses en laboratoire mettent en évidence des sols globalement de type I₁ selon le GTR avec un faible valeursde VBS et généralement peu sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

IV.2.7. Mouvement de terrain - Instabilité – Glissement – Chutes de blocs

Le projet n'est pas concerné par des mouvements de terrain.

IV.2.8. Pollution

Le site n'est pas concerné par cet aléa.

IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

Il n'est a priori pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0.3 m) et les déblais liés au travaux de VRD.

L'amplitude des terrassements éventuels pour l'aménagement des plateformes techniques (PDL, PTR, aire de stationnement...) et de la voie interne ne nous a pas été transmise. Par expérience, les postes sont encastrés à minima à 0.8 m de profondeur.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

Les formations du site (matériaux I₁) sont sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier peut rapidement devenir impraticable et nécessiter la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

IV.4.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais éventuels concernant les formations n°1 et 2 pourra être réalisée par des engins de moyenne puissance.

En cas de déblais dans la formation n°3a (arène sablo-graveleuse à grave sableuse), il pourra être nécessaire d'employer des engins ou des outils adaptés. Notons que les refus à la minipelle 2.7 T ont été rencontrés entre 1.4 et 2.0 m de profondeur.

IV.4.3. Talutage

Hors mitoyenneté et hors venues d'eau et dans le cas de terrassement limité (< 2.0 m), les talus **provisoires** des fouilles pourront être dressés avec une pente de 1 de base pour 1, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux dans ce cas les pentes devront être réduites. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane soigneusement fixées et des cunettes étanches en tête de talus.

Il n'est a priori pas prévu de talus définitifs dans le cadre de ce projet.

IV.4.4. Drainage en phase chantier et en phase définitive

IV.4.4.1. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe resté sec, des venues d'eau sont possibles en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures).

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

IV.4.4.2. Drainage en phase définitive

➤ Remarques préalables

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré dans nos sondages lors des investigations (mars et avril 2025). Les formations sont apparues humides en fond de sondage SP1.

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable (se référer au PLU et au PPRN en Préfecture).

➤ Protection du niveau d'assise des fondations et/ou niveau enterré (poste PDL et PDT, locaux éventuels)

Pour des ouvrages éventuels enterrés (poste par exemple), une protection minimale de type drainage périphérique devra être mis en place.

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage), et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés.

Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

Pour préciser les niveaux d'eau, une étude hydrogéologique complétée par un suivi piézométrique sont à réaliser.

Ces niveaux sont à prendre en compte pour l'évaluation des efforts dus aux sous pressions correspondantes

Les eaux pluviales ne devront, en aucun cas, être infiltrées dans les terrains. Par ailleurs, les dispositifs d'évacuation et de collecte devront être imperméabilisés (bétonnage, ...).

IV.5. Fondations des tables supports des panneaux

Compte tenu de la **présence d'une formation rapidement très compacte (formation n°3a ; Arène sablo-graveleuse de + en + graveleuse et compact)** ayant entraîné le refus des sondages à la pelle entre 1.2 et 2.0 m et des sondages pénétrométriques entre 1.4 et 2.0, ce contexte apparaît défavorable pour la mise en place de pieux battus compte tenu du risque de refus prématuré au battage, nous attirons votre attention sur les aléas de chantier suivants liés à la technique des pieux battus :

- **1^{er} aléa : Risque d'endommagement des profilés lors du battage**
Risque de refus et de détérioration importante des profilés métalliques.
Le profilé risque de se déformer au battage.
- **2^{ième} aléa : Préforages à réaliser si refus au battage**
En cas de refus au battage, il devra être réalisé des pré-forages descendus à la cote prévue pour le battage.

Par conséquent, le projet pourra s'orienter :

- Soit vers un mode de fondations par pieux battus dans un préforage de diamètre 250 mm rempli de gravettes.
- Soit vers un mode de fondations par forages et mise en place de pieux HEB avec coulis ciment PMES.
- Soit une solution via des tables fixes hors sol en fonction de la topographie du site et de l'acceptabilité de la solution selon la topographie du site pour des raisons évidentes de stabilité, cette solution pourrait s'avérer trop contraignante à mettre en œuvre.

La fiche de pieu pour ce type de méthodologie retenue sera d'au moins 1.0 m / TA à adapter aux épaisseurs hétérogènes de la formation 2. La réalisation de tests d'arrachement sera primordiale pour affiner précisément la fiche de pieu à retenir pour le projet.

IV.5.1. Fondations superficielles par radier général (postes)

IV.5.1.1. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- le radier devra être descendu de 0.3 m dans la formation n°3a dont le toit a été atteint vers 0.2 à 1.9 m par rapport au terrain actuel (TA) au droit des sondages réalisés,
- la mise en place d'une bêche périphérique coulée à pleine fouille est recommandée afin de limiter un éventuel glissement horizontal du radier et de respecter la mise hors gel de 0.85 m au minimum (cf. annexe O de la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - NFP 94-261 révisée en juillet 2016).

IV.5.1.2. Justifications de la fondation

➤ Remarques préalables

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NFP 94-261 – Eurocode 7 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

De plus, on notera les points suivants :

- les calculs proposés ci-dessous sont valables dans le cas de charges verticales et de fondations suffisamment éloignées d'un talus de pente. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$. De même pour des fondations à proximité de talus (distance au talus $d \leq 8$ fois la largeur de la fondation), il conviendra d'appliquer un coefficient de réduction de portance $i\beta$,
- les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 (NFP 94-261),
- des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2 PRO.

La vérification de la stabilité au glissement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans la mission géotechnique en phase projet (G2 PRO).

➤ Méthode de calcul de la capacité portante

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad \text{avec} \quad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;d}} = A' * q_{v;d} \quad \text{et} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 : masse volumique de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' : surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $q_{v;d}$: la contrainte effective du sol,
- $\gamma_{R;d;v}$ et $\gamma_{R;v}$: facteurs de sécurité partiels à considérer.

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p * p_{le} * i_\delta * i_\beta$$

Avec :

- k_p est le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- p_{le} est la pression limite nette équivalente,
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit $i_\delta = 1.00$),
- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, $i_\beta = 1.00$)

➤ Méthode de calcul des tassements

Les tassements sont évalués selon la méthode du bicouche de Ménard.

Selon le bicouche de Ménard, les tassements sous une charge donnée pour une couche donnée est :

$$S = (\alpha * h * p) / E_M$$

Avec s : tassement en m

α : coefficient rhéologique (en tablant ici sur $\alpha = 0.67$ dans la formation n°2)

h : épaisseur de la formation compressible en m

p : surcharge en kPa

E_M : module pressiométrique en kPa

➤ Préparation du fond de fouille

La mise en œuvre du radier sera réalisée moyennant les précautions suivantes :

1°/ terrassement jusqu'au fond de forme,

2°/ purge de la terre végétale (formation n°1) et des sables limono-graveleux lâches (formation n°2) résiduels ainsi que des éventuelles poches inconsistantes et des sols détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie,

3°/ compacter le fond de forme à 95% de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.). Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'O.P.N.. Selon le G.T.R., la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module EV2 de l'ordre de 20 MPa pour une couche de forme en matériaux granulaires.

4°/ mise en place d'un géotextile anti-contaminant si nécessaire.

5°/ si nécessaire (en cas d'hétérogénéité par exemple) **homogénéiser** les fonds de forme par la mise en œuvre d'une **couche de forme de 0.4 m d'épaisseur minimale*** sous radier en grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent, avec compactage à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

*** Nota :** cette épaisseur est donnée à titre indicatif. Elle devra être adaptée en fonction des conditions météorologiques au moment du chantier ainsi que des résultats des planches d'essais préalables.

➤ Exemples de calcul

Les exemples de calculs présentés ont été menés pour la géométrie ci-dessous et selon l'Eurocode 7 et sa norme d'application nationale (Fondations superficielles - NFP 94-261) de juin 2013.

Dimension et caractéristiques de l'ouvrage	Postes
Profil terrassement au droit du projet	Traditionnellement en déblais (jusqu'à 0.8 m + épaisseur dalle + couche de forme éventuelle, à confirmer)
Couche d'ancrage	Formation n°3a (implantation définitive inconnue)
q_{net} (kPa) minimal (sécuritaire)	≈ 2400 (surabondant au regard du projet) (en tablant sur $p \approx 3.0$ MPa et $k_p \approx 0.8$)
$q_{v,d_{ELU}}$ maximale (kPa)	1400 (surabondant au regard du projet)
$q_{v,d_{ELS}}$ maximale (kPa)	860 (surabondant au regard du projet)
$q_{service}$ estimée (kPa)	50 maxi.
Tassement théorique estimé sous $q_{service}$ (cm) en fonction des terrassements	< 0.5 (en déblais)
Module k_v (kPa/m) Avec $k_v = q_{service} /$ tassement associé	> 10000

Il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants.

IV.6. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Compte tenu de la sismicité de la zone dans laquelle se situe le projet, les dispositions générales suivantes seront à respecter pour les ouvrages de catégorie II, III et IV :

- système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques ;
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusque, changement de pente, etc... ;
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage ;
- éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite) ;
- prévoir tous éléments raidisseurs dans la structure, tels que chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter.

IV.7. Zones de voiries

Dans le cadre de notre mission qui comporte un prédimensionnement des couches de forme de voiries, les indications données ici constituent une première approche, qui devra être complétée par un dimensionnement complet en phase PRO (G2 PRO).

IV.7.1. Référentiels

Pour le prédimensionnement des couches de formes, nous avons utilisé le « **Guide des terrassements routiers** » (GTR, juillet 2000 2^{ème} édition)

IV.7.2. Hypothèses de calcul

Le projet comprend la réalisation de voiries dont la classe de trafic ne nous a pas été fournie.

IV.7.3. Travaux préparatoires

Avant la mise en place de la couche de forme, les travaux préparatoires consisteront à :

1°/ purger la terre végétale ainsi que des éventuelles poches inconsistantes et des sols détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie,

2°/ compacter le fond de forme à 95% de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.). Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'O.P.N.. Selon le G.T.R., la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module EV2 de l'ordre de 20 MPa minimum pour une couche de forme en matériaux granulaires.

En cas de matériaux rocheux, **un écrêtage des pics rocheux et un cylindrage du fond de forme** seront suffisants.

IV.7.4. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

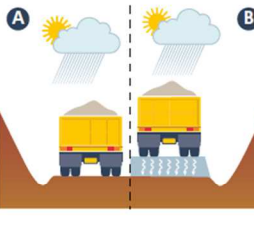
La partie supérieure des terrassements sera constituée par des sols essentiellement constitués par le substratum arénisé en matériau sablo-limoneux +/- graveleux (formation 2a, matériau I₁ – B₅).

Lorsque les terrassements seront exécutés (purge de la TV pour l'essentiel), la PST peut être estimée, dans des conditions favorables et en fonction des sols en présence, pour le sol support sans drainage ni amélioration de type **PST n°0 classe AR0** pour des sols en place arénisés selon leur état hydrique (th) au moment des investigations.

PST0		Sols F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, I2, VC2 se trouvant dans un état hydrique (th) Contexte Profil rasant avec une nappe subaffleurante, ou en déblai dans des matériaux très humides. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation des travaux.	Une PST0 ne permet pas la réalisation d'une couche de forme et nécessite un reclassement. En phase chantier, des dispositifs de type drainage, purge, substitution ou traitement avec un liant adapté sont nécessaires de manière à pouvoir reclasser la PST en PST1, 2, 3 ou 4. Un dispositif de rabattement de nappe peut s'avérer nécessaire. Un dispositif de drainage définitif est fortement conseillé.	AR0
------	---	---	---	-----

Extrait du GTR

Cette PST nécessite des travaux préparatoires (drainage, purge et substitution, cloutage, mise en place de géogrilles, etc...) pour obtenir une portance PST n°2 ou 3, AR1 (en l'absence de drainage) ou AR2 (si dispositions de drainage dans le cas d'une PST3) minimum.

PST2		Sols F1, F2, F3, F4, I2, VC2, R5Cl, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, VC2, CH3, CH4 et certains matériaux VC1, R5Sa, R5Co, R5Vo et R5Me dans un état hydrique (m) ou (s). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A), mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B). Ce cas de PST comprend les sols sensibles à l'eau traités dans un but d'amélioration uniquement (qui ne permet pas le reclassement en PST4).	Bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Le dimensionnement de l'épaisseur de la couche de forme prend en compte la possibilité de chute de portance à long terme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante et un drainage des eaux d'infiltration, on est ramené au cas de PST3. Si le drainage n'est pas suffisant, le classement est maintenu en PST2 (pour des matériaux F3 ou F4 on reste dans le cas PST2). Le risque de remontée de nappe doit être pris en compte dans le comportement de la couche de forme.	AR1 20 MPa
PST3		Sols F1, F2, F3, F4, I2, VC2, R5Cl, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, VC2, CH3, CH4 et certains matériaux VC1, R5Sa, R5Co, R5Vo et R5Me dans un état hydrique (m) ou (s). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A), mais pouvant baisser à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B). Ce cas se présente en l'absence de risque de remontée de la nappe dans la PST • soit en remblai • soit en déblai ou profils rasants avec des dispositifs de drainage profond de la PST. Ce cas de PST comprend les sols sensibles à l'eau traités dans un but d'amélioration uniquement (qui ne permet pas le reclassement en PST4).	Bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. En remblai : le classement de l'arase en AR2 nécessite que les matériaux soient à l'état m et des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettant d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST. Le classement d'arase sera alors évalué selon la nature des matériaux (en général les sols fins ne permettent pas d'accéder en l'état à une AR2). Dans le cas contraire, le classement de l'arase sera AR1. Pour un sol dans un état hydrique (s), on sera limité au cas de l'AR1. En déblai ou profils rasants : en l'absence d'un drainage profond de la PST permettant un rabattement de la nappe, on sera limité au cas de la PST2. Dans le cas d'un drainage de la PST permettant de drainer les eaux en pied de talus ou les eaux de ruissellement et/ou d'infiltration, l'évaluation de la classe d'arase en AR1 ou AR2 sera similaire au cas des remblais.	AR1 20 MPa AR2 50 MPa

Extrait du GTR

Les travaux devront être réalisés en période météorologique favorable afin d'obtenir des matériaux en état hydrique moyen à sec et pour permettre une circulation des engins sur la PST sans difficulté.

Si, toutefois, les travaux sont réalisés en période défavorable, des sujétions seront à prévoir afin d'augmenter la portance avant la réalisation de la couche de forme.

Il est conseillé de prévoir des essais à la plaque au démarrage du chantier sur l'arase terrassement pour confirmer sa qualité :

- EV2 < 20 MPa (AR0) : amélioration de la PST nécessaire (cloutage, traitement ou substitution),
- 20 MPa < EV2 < 50 MPa (AR1) mise en œuvre d'une couche de forme épaisse nécessaire,
- EV2 > 50 MPa (AR2) mise en œuvre d'une couche de forme réduite.

IV.7.5. Méthodologie de compactage

IV.7.5.1. Procédure de compactage

La méthodologie de compactage dépend du ou des compacteur(s) déployés sur chantiers. En fonction de son matériel, l'Entreprise de terrassement se reportera alors aux recommandations du GTR92.

Il conviendra de compacter le fond de forme à 95% de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.). Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'O.P.N.. Selon le G.T.R., la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module EV2 de l'ordre de 20 MPa sur des sols meubles.

Dans le cas où cette valeur ne serait pas atteinte (à la suite d'intempéries par exemple), on attendra que le terrain s'assainisse sinon des travaux supplémentaires et suivants seront nécessaires par exemple :

- Cloutage (incorporation par compactage et jusqu'à refus d'éléments 100/200 mm ou équivalents).
- Mise en place d'un géotextile.

IV.7.5.2. Contrôles du fond de forme

Les critères de réception du fond de forme par essais à la plaque Ø 60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C., devront être :

- un module $EV2 \geq 20 \text{ MPa}$,
- $EV2/EV1 \leq 2$.

IV.7.6. Couche de forme

IV.7.6.1. Epaisseur de couche de forme selon la PST

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) à partir d'une PST n°3, AR 1, il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + traitement à la chaux* sur 50 cm d'épaisseur	0.35 m de matériaux A ₂ traités au liant et éventuellement à la chaux ou
h	PST 1 / AR 1	Traitement à la chaux* sur 50 cm d'épaisseur	
m ou s	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
m ou s	PST 3 / AR 1		
ts			

*Sous réserve de la vérification de l'aptitude au traitement des sols

IV.7.6.2. Contrôle

La structure sera mise en œuvre avec pour base de dimensionnement les valeurs suivantes mesurables par essais à la plaque qui permettront d'obtenir une PF2 :

- **Pour un trafic VL (cas d'une PF2) :**
 - module $EV2 \geq 50$ MPa ;
 - rapport $EV2/EV1 \leq 2$,
 - compacité ≥ 98.5 % de l'Optimum Proctor Normal.
- **Pour un trafic PL (cas d'une PF2qs ou PF2+) :**
 - Epaisseur de la couche de forme indiquée précédemment + 30 cm,
 - module $EV2 \geq 80$ MPa ;
 - rapport $EV2/EV1 \leq 2$,
 - compacité ≥ 98.5 % de l'Optimum Proctor Normal.

IV.7.7. Remarques complémentaires

Nous attirons l'attention sur le fait qu'une plateforme établie sur un sol sensible à l'eau (horizon n°2 +/- arénisé) nécessite un drainage efficace à toutes les étapes de la construction et de la vie de l'ouvrage :

- création de pentes et d'exutoires afin d'éviter les stagnations des eaux superficielles,
- mise en place de tranchées, épis, couches drainantes, pour rabattre la nappe sous la plateforme ou si nécessaire, l'arase, pour les eaux internes.

NB : Pendant les travaux, l'entreprise doit prévoir un assainissement de chantier visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc...).

Pour la phase définitive, le concepteur doit prévoir, si nécessaire après une étude hydraulique spécifique, un assainissement de la structure « PST-couche de forme » avec :

- des dispositions constructives adaptées au contexte hydrogéologique (présence possible de nappes temporaires en surface), à la nature et à la géométrie de la plateforme,
- des dispositifs de visite du système de drainage.

IV.7.8. Drainage définitif

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable (se référer au PLU). Il conviendra de réaliser un drainage des plateformes de voiries par la mise en œuvre de fossés drainants.

Une forme de pente suffisante devra être donnée afin de permettre le bon écoulement de l'eau.

Un contrôle topographique sera mené afin de s'assurer que la pente soit suffisante pour permettre un bon écoulement des eaux vers un exutoire adapté.

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Nous rappelons que cette étude est une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet.

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

Enfin, Ginger CEBTP peut également assurer la maîtrise d'œuvre des ouvrages géotechniques.

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> 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. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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 : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> 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. <u>Phase Projet (PRO)</u> 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. <u>Phase DCE / ACT</u> 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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 : <u>Phase Étude</u> — 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. <u>Phase Suivi</u> — 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 : <u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — 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. <u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — 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 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Schéma d'implantation des investigations
Echelle : 1/2500 (format A3)

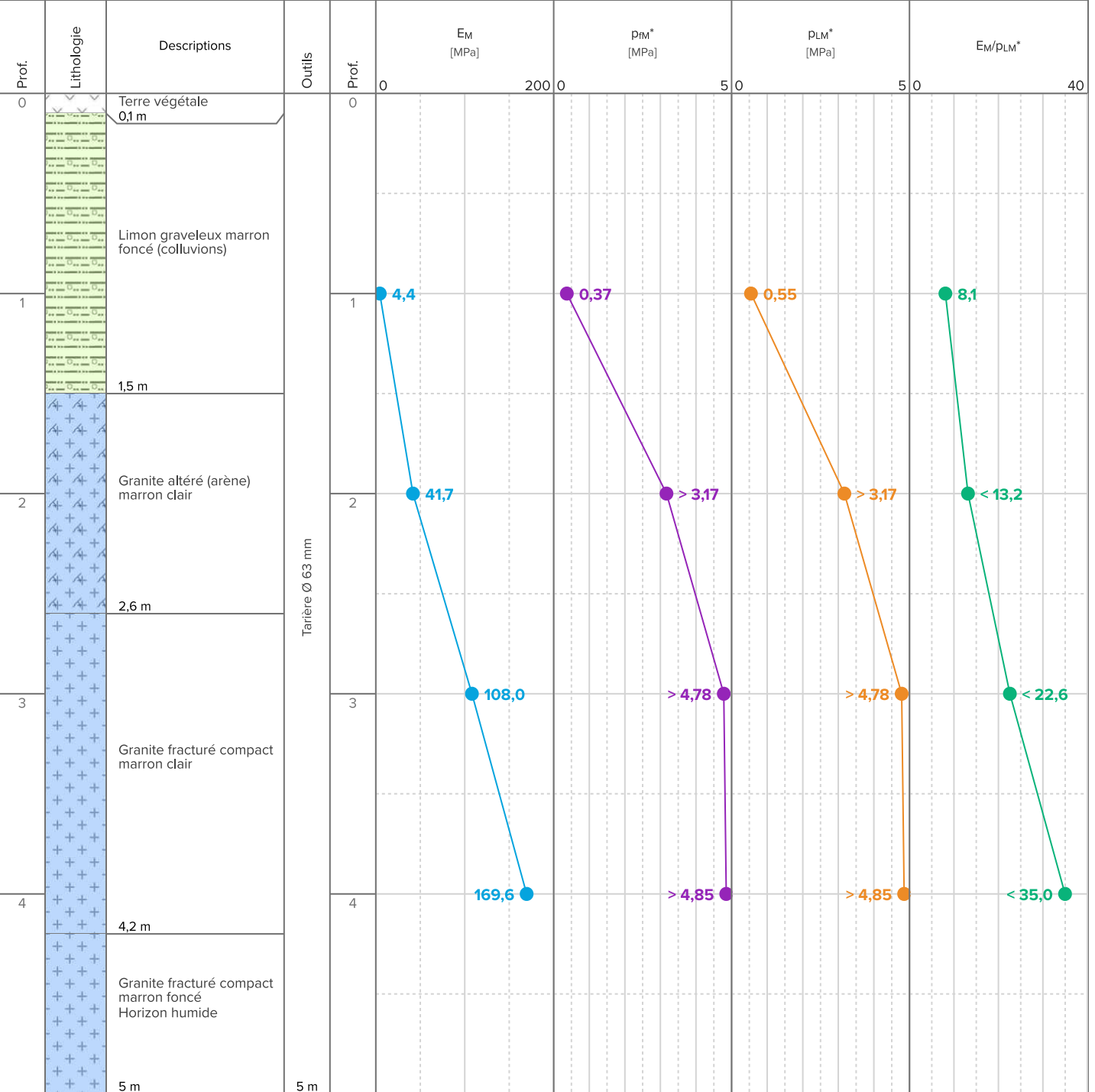
Légende :  Sondage au pénétromètre dynamique  Puits à la pelle mécanique  Sondage pressiométrique

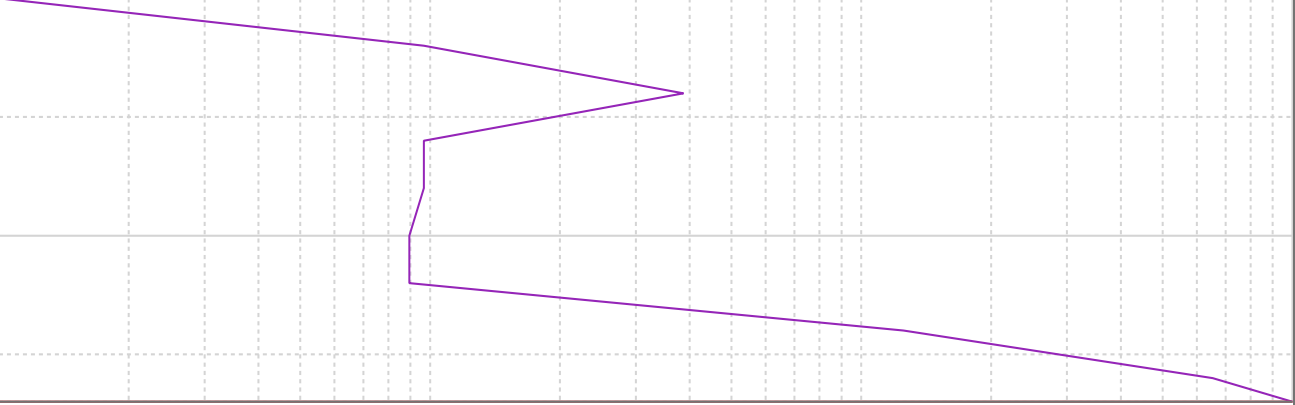


ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

SP1	Longitude		Latitude		Système de coordonnées	
	3,575336308		45,983776541		WGS 84	
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut
	Non renseigné		Non renseigné		-	-
						Prof. atteinte
						4,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP1	Pressiomètre	Non renseigné	Non renseigné	-	-



		CHÂTELDON (63) - Centrale solaire		Client: IRISOLARIS		
		RCF2.P.026				
PDB1	Longitude		Latitude		Système de coordonnées	
	3,575648668		45,984241640		WGS 84	
	Élévation		Nivellement		Angle	
	+561,4 m		Non renseigné		Azimut	
				Prof. atteinte		
				1,7 m		
Données		Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PDB1		Pénétromètre dynamique	03/04/2025	03/04/2025	M671	—
Type de pénétromètre					Facteur de correction	
GEOTOOL					0,97	
Hauteur de chute		Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm		20,0 cm ²	63,5 kg	4,88 kg	6,0 kg/m	
Élévation	Prof.	q _d [MPa]				
		0,1 1 10 100				
561,4	0					
	1					
Refus						
Commentaires		Refus à 1.7 m				
soilcloud.tech						

Elevation	Prof.	Q_d [MPa]
560,8	0	0,1
	1	1
		10
		100

Refus

GINGER

CEBTP

CHÂTELDON (63) - Centrale solaire

RCF2.P.026

Client: IRISOLARIS

PDB3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	3,575626357	45,983594376	WGS 84		
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
	+564,2 m	Non renseigné	-	-	1,3 m
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PDB3	Pénétromètre dynamique	03/04/2025	03/04/2025	M671	-
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
GEOTOOL				0,97	
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	4,88 kg	6,0 kg/m	

Élévation

564,2

Prof.

0

0,1

1

10

100

q_d

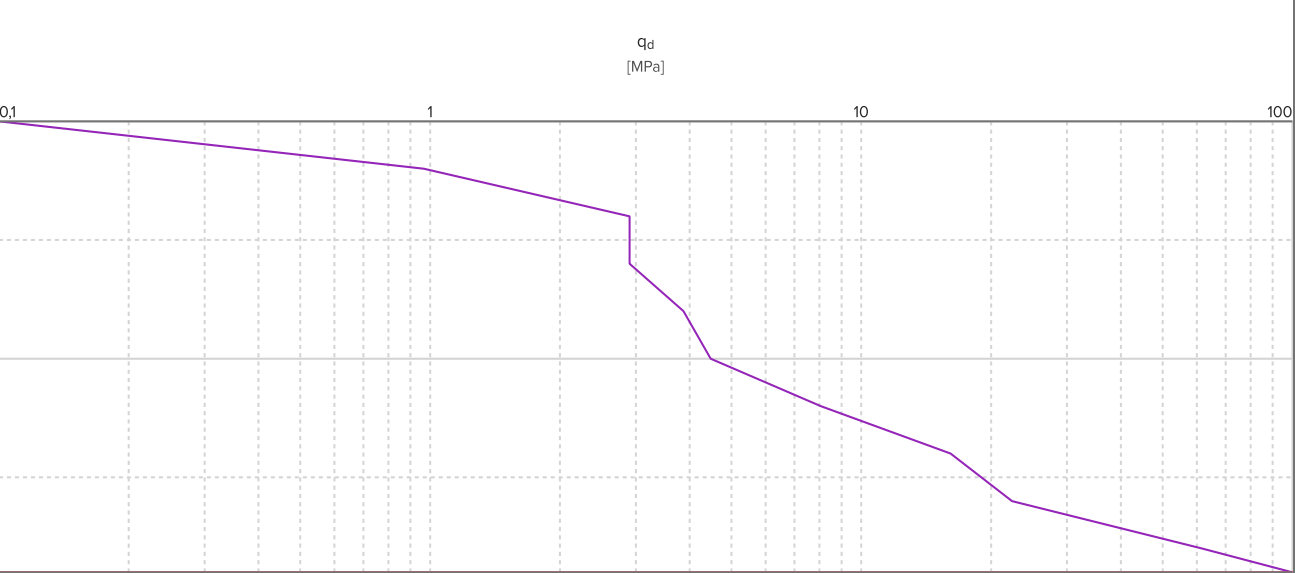
[MPa]

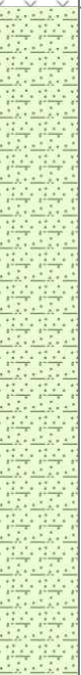
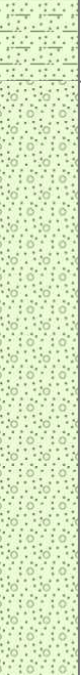
Refus

Commentaires

Refus à 1.3 m

soilcloud.tech

 CHÂTELDON (63) - Centrale solaire RCF2.P.026		Client: IRISOLARIS			
PDB4	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	3,574990481	45,983326941	WGS 84		
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
	+562,4 m	Non renseigné	-	-	1,9 m
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PDB4	Pénétromètre dynamique	03/04/2025	03/04/2025	M671	—
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
GEOTOOL				0,97	
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	4,88 kg	6,0 kg/m	
Élévation	Prof.	q_d [MPa] 			
562,4	0	Refus			
	1				
Commentaires Refus à 1.9 m					
soilcloud.tech					

		CHÂTELDON (63) - Centrale solaire					Client: IRISOLARIS		
		RCF2.P.026							
PM1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau		
	3,575414398	45,984388921	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ En cours de forage ☒ Sec		
	+557,8 m	2,0 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé		
Début		Fin		Machine			Opérateur		
14/03/2025		14/03/2025		Pelle mécanique 2.7 T			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Echantillons
557,8	0		Terre végétale					Godet 40 cm	
			0,1 m						
557,7			Sable limono-graveleux marron avec racines (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec						
									0,5 m
	1		1,1 m						25-0150
556,7			Sable graveleux-limoneux marron beige (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec						1,1 m
555,9			Grave sableuse beige compacte (arène granitique) Très bonne tenue des parois Horizon sec						
			2 m						
555,8	2							2 m	
Commentaires		Refus à 2.0 m sur granite altéré							
soilcloud.tech									

Photographies du sondage PM1



Fond de fouille



0.1-1.1 m : Sable limono-graveleux marron avec racines (colluvions)



1.1-1.9 m : Sable graveleux-limoneux marron beige (colluvions)



1.9-2.0 m : Grave sableuse beige compacte (arène granitique)

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/03/2025	14/03/2025	Pelle mécanique 2.7 T	–

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons
562,1	0		Terre végétale	Godet 40 cm	0,8 m
562			Sable limono-graveleux marron (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec		
561,8			Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique) Très bonne tenue des parois Horizon sec		
	1				25-0151

560.9

Commentaires	Refus à 1.2 m sur arène compacte
--------------	----------------------------------

Photographies du sondage PM2



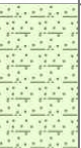
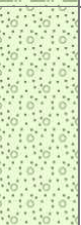
Fond de fouille



0.1-0.3 m : Sable limono-graveleux marron (colluvions)



0.3-1.2 m : Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique)

 CHÂTELDON (63) - Centrale solaire RCF2.P.026		Client: IRISOLARIS						
PM3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau	
	3,575771381	45,983792044	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ En cours de forage ☒ Sec	
	+564,5 m	1,5 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé	
Début		Fin			Machine		Opérateur	
14/03/2025		14/03/2025			Pelle mécanique 2.7 T		-	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils
564,5	0		Terre végétale					Godet 40 cm
			0,2 m					
564,3			Sable limono-graveleux marron (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec					
			0,4 m					
564,1			Sable graveleux marron beige (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec					
			0,7 m					
563,8								
	1		Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique) Très bonne tenue des parois Horizon sec					
			1,5 m					1,5 m
563								
Commentaires		Refus à 1.5 m sur arène compacte						
soilcloud.tech								

Photographies du sondage PM3



Fond de fouille



0.2-0.4 m : Sable limono-graveleux marron (colluvions)



0.4-0.7 m : Sable graveleux-limoneux marron beige (colluvions)



0.7-1.5 m : Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique)

		CHÂTELDON (63) - Centrale solaire				Client: IRISOLARIS	
PM4	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau	
	3,575012792	45,983443218	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ En cours de forage ☒ Sec
	+562,7 m	1,9 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé
Début		Fin		Machine		Opérateur	
14/03/2025		14/03/2025		Pelle mécanique 2.7 T		-	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				
562,7	0		Terre végétale				
			0,1 m				
562,6			Sable limono-graveleux marron (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec				
			0,8 m				
561,9			Sable graveleux marron beige (colluvions) Bonne tenue des parois Horizon sec				
	1		1,3 m				
561,4			Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique) Très bonne tenue des parois Horizon sec				
			1,9 m				
560,8							
Commentaires		Refus à 1.9 m sur arène compacte					
soilcloud.tech							

Photographies du sondage PM4



Fond de fouille



0.1-0.8 m : Sable limono-graveleux marron (colluvions)



0.8-1.3 m : Sable gravo-limoneux marron beige (colluvions)



1.3-1.9 m : Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique)

		CHÂTELDON (63) - Centrale solaire					Client: IRISOLARIS		
PM5	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau		
	3,575821582	45,983237796	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré		
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ En cours de forage ☒ Sec		
	+563,3 m	1,4 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé		
Début		Fin		Machine			Opérateur		
14/03/2025		14/03/2025		Pelle mécanique 2.7 T			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Echantillons
563,3	0		Terre végétale					Godet 40 cm	0,2 m
563,1			0,2 m						25-0152
	1		Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique) Très bonne tenue des parois Horizon sec						0,6 m
561,9			1,4 m					1,4 m	
Commentaires									
Refus à 1.4 m sur arène compacte									
soilcloud.tech									

Photographies du sondage PM5



Fond de fouille



0.2-1.4 m : Sable graveleux beige de plus en plus graveleux et compact (arène granitique)

ANNEXE 4 – RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

Informations générales

N° dossier : RCF2.P026.0001

Client / MO : IRISOLARIS

Désignation : CHATELDON (63) - CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Localité : CHATELDON

Demandeur / MOE : IRISOLARIS

Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon N° 25RCF-0150

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique

Sondage : PM1

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 0.50/1.10 m

Date prélèvement : 14/03/25

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 14/03/25

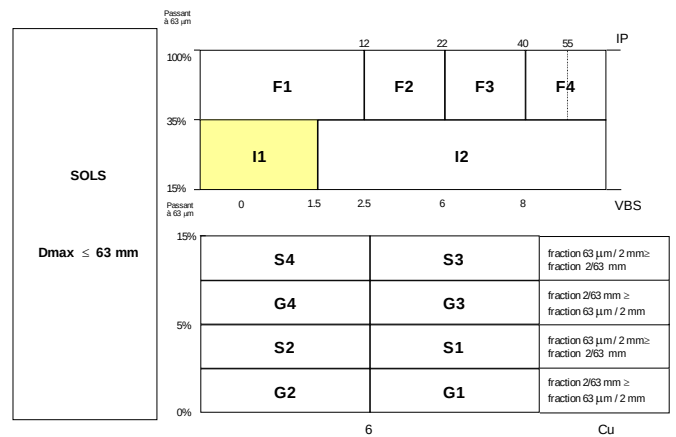
Description : Sable limono-raveleux marron (colluvions)

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	30 / 30	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	64.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	23.2	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	22.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P		%
Limite de liquidité - WL	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - WP	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF EN 17542-3	0.85	g /100 g
MV des particules solides ρs	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρd	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - CMOC	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF EN 16907-2: I1th

Equivalence Classification NF P 11 300: B5



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	14.8	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	3	
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - FS	NF P18-576		

SOLS Dmax > 63 mm	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux	Roches sédimentaires	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argillites, pélite ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
	Roches magmatiques	Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
	Roches métamorphiques	Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	

Observations :

Technicienne de laboratoire
CONSTANCE IRAILAU



GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P026.0001	Client / MO :	IRISOLARIS
Désignation :	CHATELDON (63) - CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE		
Localité :	CHATELDON	Demandeur / MOE :	IRISOLARIS
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 25RCF-0150

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	0.50/1.10 m
Date prélèvement :	14/03/25		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	14/03/25		
		Dmax / D95 (mm) :	30
Description :	Sable limono-raveleux marron (colluvions)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	26/03/25

Résultats

M0 =	35	g	Masse humide de la prise	
W =	17.7	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm	
M1 =	29.74	g	Masse sèche de la prise d'essai	
V =	29	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)	
B =	0.29	g	Masse totale de bleu de méthylène	
VB 0/5 mm =	0.98	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm		<u>Sans correction de C</u>
C =	0.867		Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.85	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm		

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicienne de laboratoire
CONSTANCE IRAILAU



Détermination de la distribution granulométrique des particules Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P026.0001**

Client / MO : **IRISOLARIS**

Désignation : CHATELDON (63) - CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Demandeur / MOE : **IRISOLARIS**

Localité : CHATELDON

Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon N° 25RCF-0150

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique

Sondage : PM1

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 0.50/1.10 m

Date prélèvement : 14/03/25

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 14/03/25

dm (mm) : 50

dc (mm) : 20

Description : Sable limono-raveleux marron (colluvions)

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Lawadoun KI

Température : 107.5°C

Date essai : 21/03/25

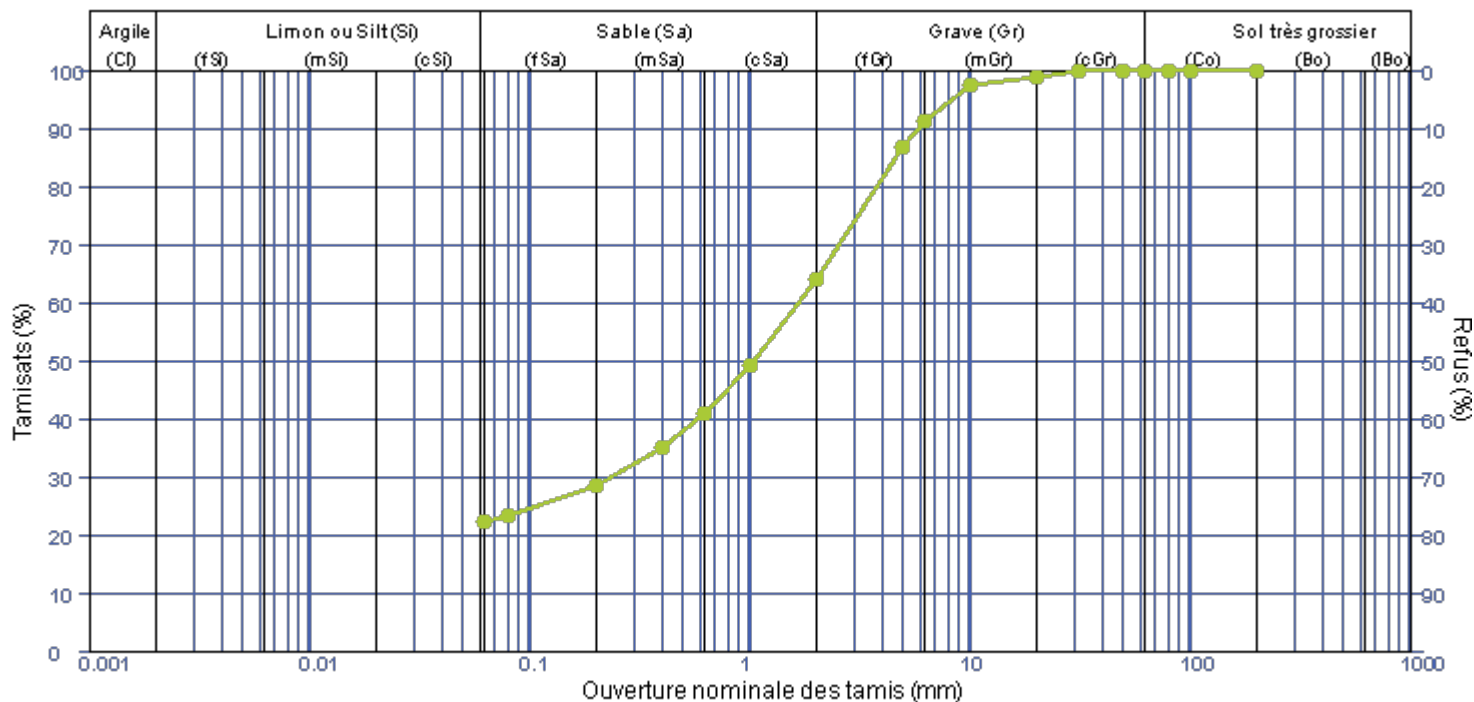
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	98.9	97.3	91.3	86.7	64.0	49.0	41.0	34.9	28.4	23.2	22.4

Facteur d'uniformité Cu = (N.D.)

Facteur de courbure Cc = (N.D.)

Facteur de symétrie Cs = (N.D.)



Observations :

Technicienne de laboratoire
CONSTANCE IRAILAU



MESURE DES INDICES PORTANT IMMEDIATS (IPI - I.CBRimmédiat) Mesure sur échantillon compacté au moule CBR NF P 94-078

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P026.0001**

Client /MO : **IRISOLARIS**

Désignation : CHATELDON (63) - CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Localité : CHATELDON

Demandeur / MOE : **IRISOLARIS**

Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon N° 25RCF-0150

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique

Sondage : PM1

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 0.50/1.10 m

Date prélèvement : 14/03/25

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 14/03/25

Description : Sable limono-raveleux marron (colluvions)

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Température : 105°C

Technicien : Antoine VIVIER

Type de moule : Moule CBR

Date essai : 27/03/2025

Dame - Energie de compactage : A - Normale

Essai sur matériau : Non traité

Fraction testée : 0/20 mm

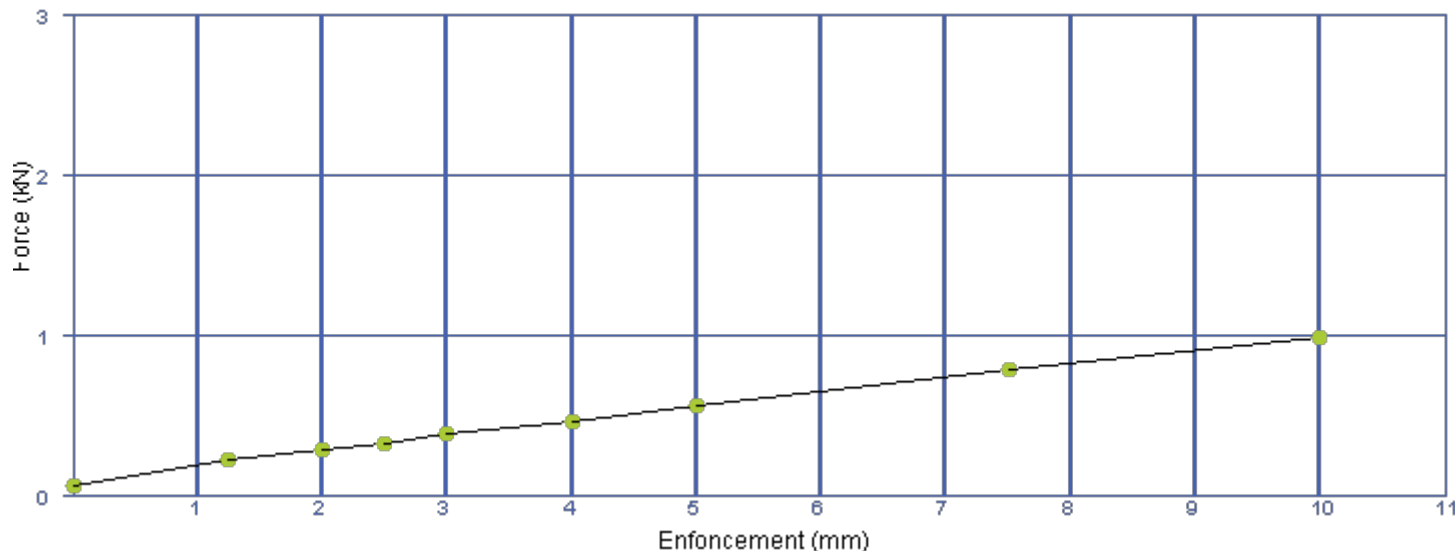
Liant(s) et dosage(s) :

Refus (%) sur 0/20 mm: 1.1

Préparation du matériau : Manuelle

Essai IPI

Force anneau: 5 KN



Résultats sur la fraction 0/20 mm

Teneur en eau initiale W (%) = 15.0

Masse volumique sèche ρ_d (Mg/m3) = 2.07

IPI = 3

Pourcentage par rapport à la référence optimale

W moulage CBR / W OPT (%) =

ρ_d moulage CBR / ρ_d OPT (%) =

Remarque:

Observations :

Technicienne de laboratoire
CONSTANCE IRAILAU





www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de CLERMONT FERRAND

ZAC des Gravanches

17 rue du Pré Comtal

63100 CLERMONT FERRAND

Tél. : +33 (0)4.73.27.72.00

www.ginger-cebtp.com