



H&DC PARTICIPATIONS

Construction d'un data center

Chemin de Serre à BLYES (01)

Rapport d'étude RLY2.P.132 - Indice A

Etude géotechnique de conception (G2) – phase AVP

25/08/2025



Agence de LYON • 53 rue Jean Zay – CS 90092 – 69800 SAINT PRIEST
Tél. 33 (0)4 72 79 59 59 • Fax 33 (0)4 72 79 59 58 • e-mail : cebtp.lyon@groupeginger.com



<i>H&DC PARTICIPATIONS</i> CONSTRUCTION D'UN DATA CENTER BLYES RAPPORT - étude géotechnique de conception (G2) – phase AVP							
Dossier : RLY2.P.132					Contrat : RLY2.P.0278		
Indice	Date	Chargé d'affaires	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	25/08/25	L.OLIVEIRA		C.ANGLADA		32 pages 2 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. Ouvrages projetés.....	7
I.1.5. Sollicitations.....	8
I.2. Mission de Ginger CEBTP.....	8
I.3. Description du site.....	9
I.3.1. Extrait de la carte IGN.....	10
I.3.2. Image aérienne.....	10
I.3.3. Topographie.....	11
I.4. Contextes géologique, géotechnique et hydrogéologique – Risques majeurs.....	11
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels.....	11
I.4.2. Contexte hydrogéologique.....	11
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	12
II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	13
II.1. Préambule.....	14
II.2. Implantation et nivellement.....	14
II.3. Sondages, essais et mesures in situ.....	14
II.3.1. Investigations in situ.....	14
II.3.2. Essais de perméabilité et d'infiltration in situ.....	15
III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE.....	16
III.1. Synthèse des investigations - Interprétations.....	17
III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique.....	19
III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau.....	19
III.2.2. Perméabilité.....	20
III.3. Modèle géotechnique.....	20
IV. ETUDE DES OUVRAGES.....	21
IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG.....	22
IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques - séisme.....	22
IV.2.1. Données réglementaires.....	22

IV.2.2. Liquéfaction	22
IV.3. Adaptations du terrain au projet – Calage altimétrique.....	22
IV.4. Terrassements généraux - Fouilles	23
IV.4.1. Traficabilité en phase chantier.....	23
IV.4.2. Terrassabilité des matériaux	23
IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier	23
IV.5. Fondations.....	24
IV.6. Niveau bas	28
IV.6.1. Conception	28
IV.6.2. Contrôles.....	29
IV.6.3. Tassements prévisibles.....	29
IV.7. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique	30
IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau	30
V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES	31

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Construction d'un data center
Localisation : Chemin de serre
Commune : BLYES
Code postal : 01150
Client : H&DC PARTICIPATIONS

I.1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : PIPA-DC1
Maître d'œuvre : H&DC PARTICIPATIONS
Architecte : ATELIER M3

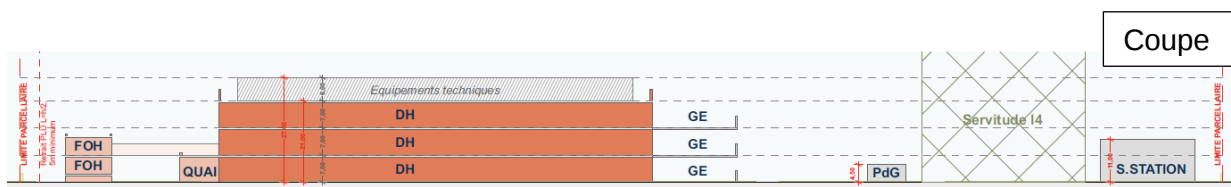
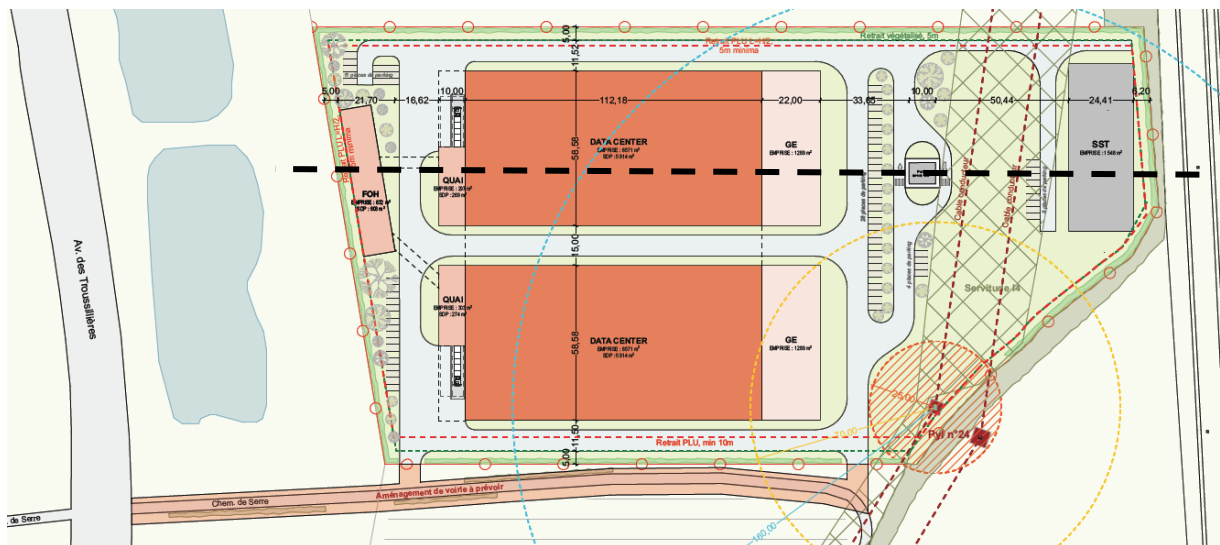
I.1.1.3. Phase du projet

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

Le projet porte sur la construction d'un data center sur la commune de Blyes, composé par deux bâtiments principaux et six aménagements annexes, dont deux quais de déchargement. La figure ci-dessous présente le plan masse du projet au stade esquisse, avec une coupe technique (source : Atelier M3, 31/07/25) :



Par ailleurs, il est prévu d'aménager des espaces verts en périphérie du projet.

I.1.3. Documents communiqués

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

- Suivi de la nappe du parc industriel de la plaine de l'Ain - rapport annuel 2024, référencé 24-005-01 du 31/01/2025, CPGF-HORIZON ;
- Veille écologique 2024 - 2026 - Parc Industriel de la Plaine de l'Ain – SMPIPA, 12/02/2025 ;
- Jeu de plans au stade esquisse, ATELIER M3, 21/02/2025 ;
- Plan d'implantation – v2, stade esquisse, ATELIER M3, 31/07/2025 ;
- Mail du 03/06/2025 informant les caractéristiques du projet, dont les surcharges sur dallage.

I.1.4. Ouvrages projetés

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet sont les suivants :

- Préparation du terrain, terrassements (déblais et remblais),
- Fondations et niveaux bas.

Le présent rapport traite de leur étude au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP).

I.1.5. 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 surcharges sur dallage, quant à elles, sont estimées à 2.5 t/m² au stade avant-projet.

I.2. Mission de Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°RLY2.P.0278.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception (G2) réalisée en phase Avant-Projet (AVP), selon la norme AFNOR NF P94-500 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 phase PRO. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2 PRO puis G2 DCE/ACT.

L'étude comprend, conformément au contrat et à la norme NF P94-500 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, fondations et assises des dallages), ainsi qu'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- Préciser les dispositions vis-à-vis des avoisinants et des ouvrages situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).

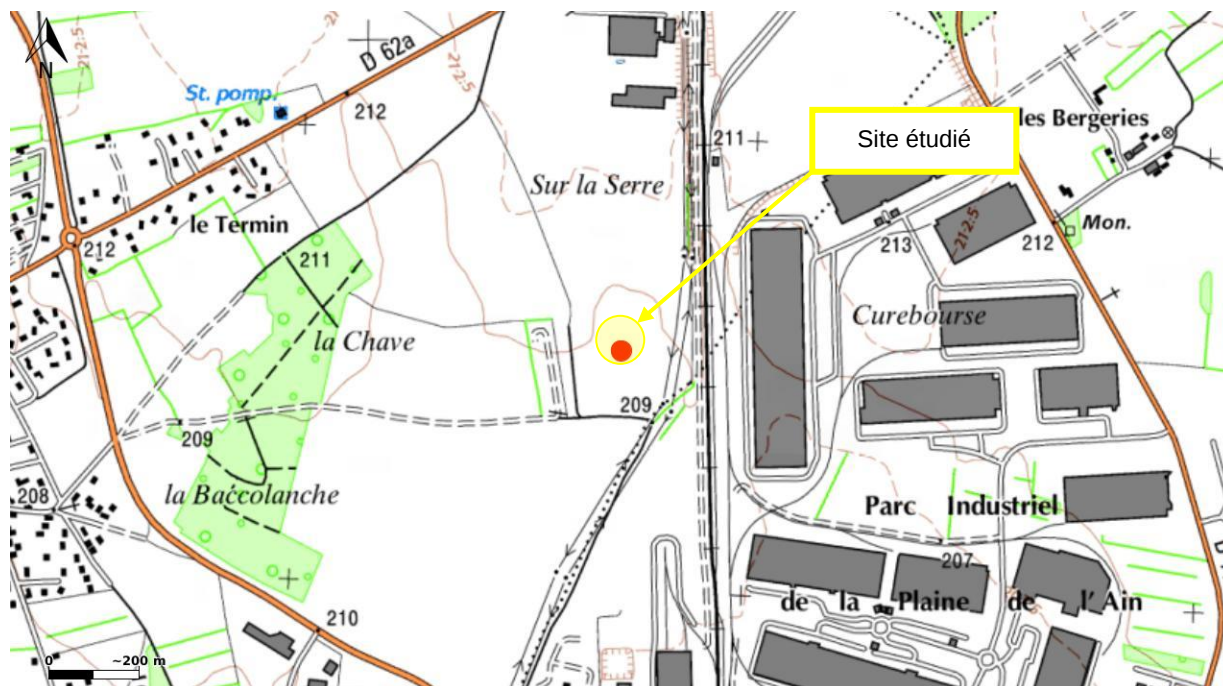
I.3. Description du site

Lors de notre intervention en août 2025, le terrain était une parcelle agricole, comme illustré sur la figure ci-dessous :



L'emprise des futurs ouvrages est libre de toute mitoyenneté.

I.3.1. Extrait de la carte IGN



Source : Géoportail

I.3.2. Image aérienne



Source : Géoportail

I.3.3. Topographie

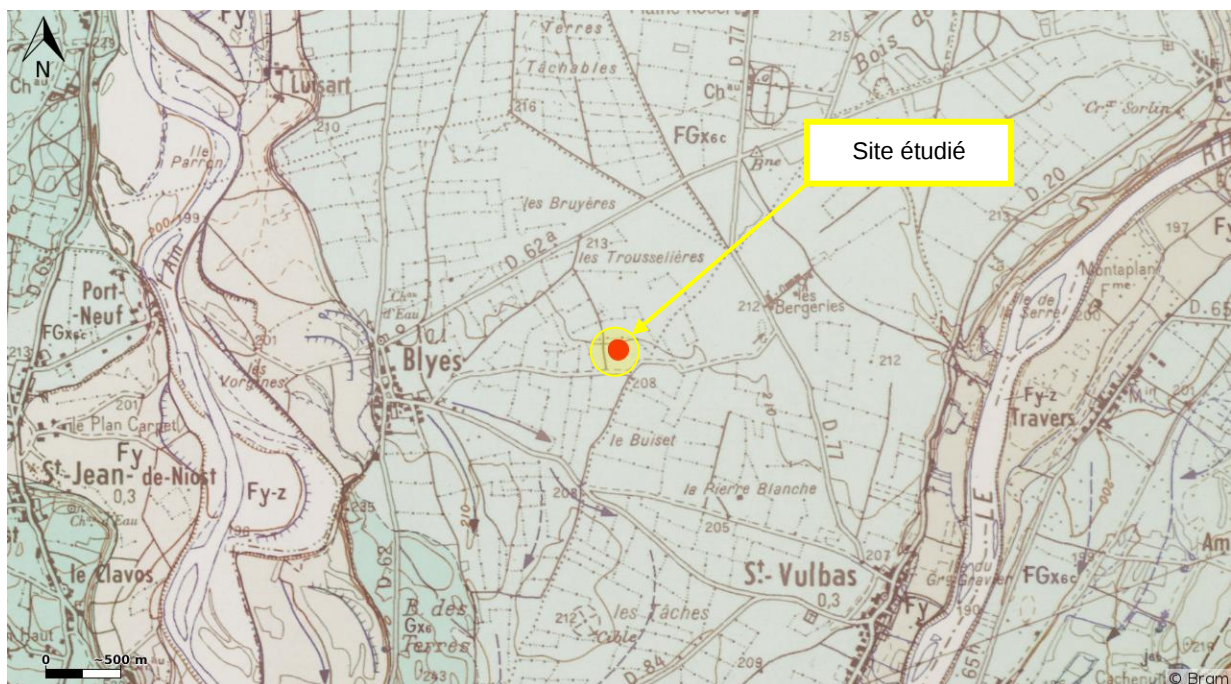
Le site d'étude est relativement plat et horizontal. Sa cote altimétrique moyenne est d'environ 209,5 mètres NGF.

I.4. Contextes géologique, géotechnique et hydrogéologique – Risques majeurs

I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de Montluel à l'échelle 1/50 000, le site serait constitué des formations suivantes, de haut en bas :

- Des formations de couverture (faible épaisseur de terre végétale),
- Des alluvions fluvio-glaciaires würmiennes, composées en tête par une couche à matrice limoneuse, puis par une couche sablo-graveleuse avec présence de galets, de notation FGX6c ;
- Le substratum probablement argileux ou molassique.



I.4.2. Contexte hydrogéologique

D'après notre expérience locale, le toit de l'aquifère se situerait vers 6-8 mètres de profondeur, à une cote de 201.5-203.5 m NGF environ.

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	Zone potentiellement sujette aux inondations de cave, ce qui est surprenant compte-tenu de la profondeur supposée de la nappe
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet (rayon de 1 km)
Argiles (retrait/gonflement – carte 2020)	Niveau exposition : Faible
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet (rayon de 1 km)
Séismes	Zone 3 (modérée)
Radon	Potentiel radon : 1 (faible)

Le site étudié est classé en zone de sismicité 3 (modérée).

Dans le cas d'un ouvrage de catégorie d'importance II à 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).

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie par H&DC Participations lors de la consultation et a fait l'objet d'adaptations par Ginger CEBTP en accord avec le client. Les investigations ont toutes été réalisées.

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.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain actuel au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport. Les coordonnées X et Y fournies en annexe ne résultent pas d'un nivellement GPS mais du report sur le logiciel SoilCloud.

II.3. Sondages, essais et mesures in situ

II.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées du 07 au 14/08/2025 :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TA (m)
Sondage destructif avec prélèvement de cuttings	1	SP1	20.0
Exécution d'essais pressiométriques Norme NF EN ISO 22476-4	14		
Puits à la pelle hydraulique, à la mini-pelle ou au tractopelle	8	PU1 PU2 PU3 PU4 PU5 PU6 PU7 PU8	2.0 2.0 2.0 2.0 2.2 2.1 2.3 2.1
Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B Norme NF EN ISO 22476-2	8	PN1 PN2 PN3 PN4 PN5 PN6 PN7 PN8	2.2 (refus) 1.2 (refus) 1.2 (refus) 1.2 (refus) 0.8 (refus) 2.8 (refus) 0.8 (refus) 0.8 (refus)

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en annexe 2.

II.3.2. Essais de perméabilité et d'infiltration in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai in situ	Sondage de référence	Prof. / TA (m)
Essai d'infiltration de type Matsuo	PU1	1.5
	PU7	2.3

Les résultats des essais de perméabilité sont également fournis en annexe 2.

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GEOTECHNIQUE

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 d'assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

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

Formation n° 0 : Terre végétale

- Observée sur l'intégralité des sondages réalisés (puits à la pelle et forage destructif).
- Profondeur : de 0 à 0.3 m/TA.

Formation n° 1 : Sable graveleux-limoneux (Altération des alluvions fluvio-glaciaires)

- Observée sur les sondages à la pelle PU1 à PU7, sur le sondage destructif SP1 et déduite à partir de tous les pénétromètres ;
- Profondeur : de 0.3 à 0.4/1.5 m/TA,
- Résistance dynamique de pointe (qd) : de 3 à 10 MPa ;
- Pression limite corrigée (pl*) : >0.67 MPa (1 valeur mesurée) ;
- Module de Ménard (Em) : 5.8 MPa (1 valeur mesurée).

D'après les sondages réalisés, cette formation possède des caractéristiques géotechniques **faibles à moyennes**.

Formation n° 2 : Sable graveleux (Alluvions fluvio-glaciaires)

- Observée sur l'intégralité des sondages réalisés et déduite à partir de tous les pénétromètres ;
- Profondeur : de 0.4/1.5 à 13 m/TA,
- Résistance dynamique de pointe (qd) : de 10 à >50 MPa (refus) ;
- Pression limite corrigée (pl*) : de 1.73 à >4.78 MPa ;
- Module de Ménard (Em) : de 12.9 à 278.7 MPa.

A noter que l'essai de 6 m donne des valeurs plus faibles ($pl^* = 0.62$ MPa et $Em = 4.5$ MPa) probablement dues à la zone de battement de la nappe.

D'après les sondages réalisés, cette formation possède des caractéristiques géotechniques **élevées à très élevées** et ponctuellement faibles (essai de 6 m).

Formation n° 3 : Molasse Miocène (substratum)

- Cette formation a été supposée à partir du sondage destructif SP1 et du résultat des essais pressiométriques ;
- Profondeur : de 13 à >20 m/TA,
- Pression limite corrigée (pl*) : >4.8 MPa ;
- Module de Ménard (Em) : >500 MPa.

D'après les sondages réalisés, cette formation possède des caractéristiques géotechniques **très élevées**.

Dans le tableau ci-dessous sont listées les profondeurs (en m/TA) des différentes formations observées/déduites de chaque sondage :

Sondage	Formation n° 0 : terre végétale	Formation n° 1 : Sable gravelo- limoneux	Formation n° 2 : Sable graveleux	Formation n° 2 : Molasse supposée
PN1		1,2	>2,2	-
PN2		0,6	>1,2	-
PN3		0,8	>1,2	-
PN4		0,8	>1,2	-
PN5		0,6	>0,8	-
PN6		0,8	>2,6	-
PN7		0,4	>0,8	-
PN8		0,4	>0,8	-
PU1	0,3	1,1	>2,0	-
PU2	0,3	0,7	>2,0	-
PU3	0,3	1,0	>2,0	-
PU4	0,3	1,4	>2,0	-
PU5	0,3	1,2	>2,2	-
PU6	0,3	0,7	>2,1	-
PU7	0,3	1,0	>2,3	-
PU8	0,3	-	>2,1	-
SP1	0,3	1,5	13,0	>20,0

Remarques :

- 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 ;

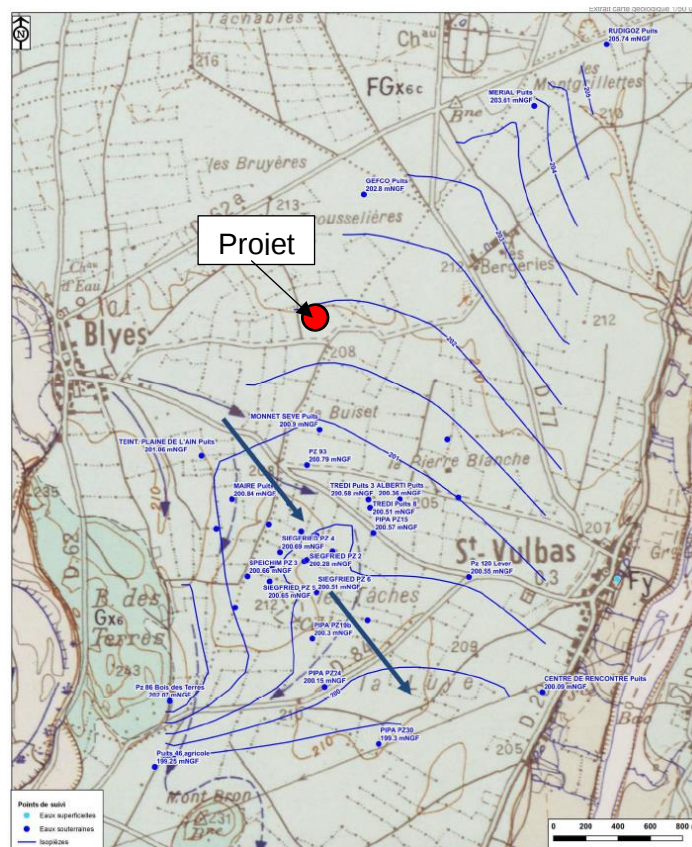
- Au droit du sondage pressiométrique, un horizon argileux peu compact a été observé entre 5 et 7 m/TA, au sein de la formation n° 2, probablement dû au battement de la nappe ;
- Au droit des essais de pénétration dynamique, les limites des couches sont extrapolées à partir des diagrammes (valeurs de compacité du sol) et de notre connaissance du contexte géologique. La nature des terrains et les limites des couches pourront être confirmées lors des phases ultérieures (études ou travaux).

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages à la pelle mécanique. En revanche, celles-ci n'ont pas dépassé les 2,3 m/TA. Le forage destructif ayant été réalisé à l'eau, le niveau d'eau peut être biaisé par le liquide de forage.

D'après le rapport de suivi de la nappe mené par le SMPA, le niveau de la nappe en hautes eaux se trouverait entre 201.5 et 202.0 m NGF, soit environ **7.0 m** de profondeur.



III.2.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité de type Matsuo ont été réalisés.

Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Nature du sol	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient de perméabilité K
			(m/s)
PU1	Sable gravelo-limoneux (formation n° 1)	1.5	2×10^{-4}
PU7	Sable graveleux à galets	2.3	$> 10^{-3}$

III.3. Modèle géotechnique

Les hypothèses géotechniques retenues en phase avant-projet sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Formation	Nature des sols supposée	Profondeur de la base retenue (m/TA)	α	Caractéristiques pressiométriques		Caractéristiques pénétrométriques	Caractéristiques mécaniques**	
				pl^* (MPa)	E_M (MPa)	q_d (MPa)	c' (kPa)	φ' (°)
0*	Terre végétale	0.3	-	-	-	-	-	-
1	Sable gravelo-limoneux	1.5	1/2	0.6	6	3	2	25
2	Sable graveleux	13.0	1/3	1.75	15	>10	0	35
3	Molasse Miocène supposée	>20.0	1/2	4.8	500	-	10	35

* formation à purger

** valeurs estimées par expérience

Légende : pl^* : pression limite ; E_M : module pressiométrique ; q_d : résistance dynamique de pointe ; α : coefficient rhéologique du sol ; c' : cohésion effective ; φ' : angle de frottement effectif.

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Le projet est concerné par les avoisinants suivants :

- **Voirie** : Chemin de Serre au Sud et la voie SNCF à l'Est ;
- Le **réseau aérien** situé en bordure Est du site ;
- Les **bassins** situés à l'Ouest du projet.

IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques - séisme

IV.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
Type de sol	B
Paramètre de sol S	1.35

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

IV.2.2. Liquéfaction

Compte-tenu des caractéristiques mécaniques des sols observés, le risque de liquéfaction sous séisme est négligeable.

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

Il n'est pas prévu de terrassements autres que la purge des terres végétales, le simple reprofilage du terrain (+/- 0,3 m) et l'encastrement des fondations.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

Les formations n° 0 et 1 comportant une partie fine sont, par expérience, 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 concernant les sols des formations n° 0, 1 et 2 ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Toutefois, bien que nous n'en ayons pas trouvé au droit des sondages, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH ou dérocteur.

Nous attirons l'attention sur le fait que ces procédés génèrent des vibrations dont il faudra tenir compte. Dans tous les cas, la technique de déroctage retenue sera choisie en fonction de la présence d'avoisinants afin de leur éviter tout désordre (limitation des vibrations, par exemple). Une étude spécifique, qui ne relève pas de nos missions d'ingénierie géotechnique, pourra être réalisée par les concepteurs du projet.

IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier

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

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

IV.5. Fondations

Ce chapitre concerne les fondations des bâtiments principaux (où se trouvera le data center), ainsi que des bâtiments annexes.

Compte-tenu de la présence d'un sol de bonne portance à faible profondeur, une solution de fondations superficielles par semelles isolées (massifs) ou filantes est envisageable. Elles seront ancrées de 0.3 m minimum dans les sables graveleux (formation n°2).

Notons que ce chapitre correspond à un prédimensionnement des fondations, mené en phase AVP. Un dimensionnement sera réalisé en phase PRO et prendra en compte les charges réelles induites par les ouvrages.

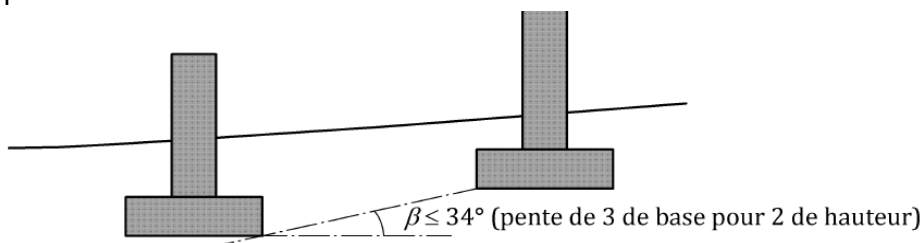
Suivant la NF P94-261, les vérifications doivent porter sur :

- Pour les situations à l'ELU :
 - Poinçonnement,
 - Glissement,
 - Excentrement de la charge,
- Pour les situations à l'ELS :
 - Limitation de la charge,
 - Excentrement de la charge,
 - Tassement.

IV.5.1.1. Prescriptions générales

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- **Ancrage des fondations de 0.3 m sur la couche porteuse** (formation n°2) ;
- Ancrage minimal des fondations à 0.8 m/TA ;
- Ancrage minimal de 0.75 m par rapport au TF, afin de respecter la garde au gel,
- Respect de la norme NF P94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :



IV.5.1.2. Ebauche dimensionnelle des fondations

Le dimensionnement aux ELS et ELU des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NF P94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

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 $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 est la valeur du poids de volume 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,
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;v}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.3 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.4 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.2 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de q_{net} , contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

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, $i_\beta = 1.00$).

Pour une semelle filante ancrée de 0.3 m dans la formation n° 2 selon les prescriptions données plus haut, il vient :

$$q_{net} = 1.4 \text{ MPa.}$$

Il vient les contraintes maximales suivantes :

- À l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte de 820 kPa,
- À l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte de 500 kPa.

A titre d'information, **pour une semelle filante ancrée** selon les principes donnés précédemment, travaillant aux ELS à 500 kPa :

Largeur B de la semelle	$R_{v;d}$
0.7 m	350 kN/m
1.0 m	500 kN/m

Estimations des tassements :

Conformément aux exemples donnés, le tassement estimé est **inférieur ou égal** au centimètre.

Limites du prédimensionnement :

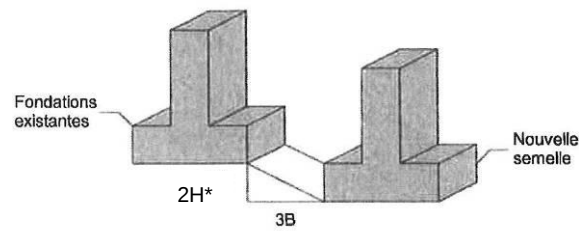
Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer le coefficient minorateur i_δ (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NF P94-261).

IV.5.1.3. Dispositions constructives

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

- Pour des raisons de bonnes exécution (cela permet notamment d'assurer un enrobage correct des armatures standards), il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.4 m avec une surface au sol (assise) de 0.5 m² minimum pour une semelle isolée (soit 0.7 m x 0.7 m pour une semelle carrée), le DTU 13.1 de septembre 2019 fixant normativement la largeur minimale à 0.4 m hors tolérances d'exécution des fouilles,
- Il est impératif de récupérer les eaux météoriques et les éloigner des sols de fondation par un réseau d'évacuation spécifique.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur (3B/1H en cas d'application des règles parasismiques) entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (NF P94-261 et NF DTU 13.1).



** 1H si application des règles parasismiques*

Au démarrage des travaux de fondation, les premiers fonds de fouille ouverts feront l'objet d'un contrôle visuel afin de faire valider l'horizon d'assise visé. Avant la mise en place des fondations, une inspection en fond de fouille **doit** être réalisée.

À tout moment du chantier, en cas de doute sur les matériaux observés, une nouvelle visite pourra être nécessaire. Ginger CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre pour assurer les vacations de contrôle de fonds de fouille, dans le cadre d'une mission générale de supervision de l'exécution (mission G4) ou d'une mission ponctuelle G5, en fonction du contexte.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

IV.6. Niveau bas

La surcharge sur le dallage du rez-de-chaussée est de 2.5 t/m². Compte-tenu de la nature du terrain, un dallage sur terre-plein peut être envisagé. Pour ce faire, une structure sous dallage sera mise en place suivant les préconisations suivantes :

IV.6.1. Conception

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- Décapage de la terre végétale (formation n° 0) ;
- Terrassement jusqu'au fond de forme qui sera constitué par les sols de la formation n°1 (voire ponctuellement les sols de la formation n° 2) ;
- Purge des éventuelles poches médiocres (dont les sols de la couche n° 0) et des sols détériorés par les engins de terrassement et substitution par des matériaux de bonne qualité géotechnique convenablement compactés ;
- Compactage du fond de forme avec des engins adaptés et avec un objectif de densification q4 correspondant à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN),
- Vérification de la portance du fond de forme par essais à la plaque ; elle doit être supérieure ou égale à 20 MPa (EV2) ;
- Mise en place d'un géotextile anti-contaminant (elle n'est pas obligatoire mais recommandée) ;
- Mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme suivant un objectif de densification q3 représentant 98,5 % de l'Optimum Proctor Normal (OPN) en moyenne pour chaque couche et 96 % de l'OPN en fond de chaque couche.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 2023 par le CEREMA.

Pour un fond de forme constitué par la formation n°1 dans un état hydrique supposé moyen, la structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.5 m d'épaisseur minimale, pour un fond de forme de nature argilo-limoneuse, en concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- une couche de réglage de 0.1 m d'épaisseur minimale en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type R₃Li/R₃Vo/R₃Me ou équivalent.
Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

Si le fond de forme est constitué par la formation n° 2, compte-tenu de sa bonne compacité, il convient de vérifier par des essais à la plaque ou dynaplaque si les conditions ci-dessous sont obtenues :

- module $EV2 \geq 70$ MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties > 20 kN/m²;
- rapport de compactage $EV2/EV1 \leq 2,2$.

Si ces critères sont vérifiés, une simple couche de réglage d'épaisseur minimale 0,20 m sera mise en place.

IV.6.2. Contrôles

Pour une surcharge de 2.5 t/m², les caractéristiques à obtenir pour la structure sous dallage sont les suivantes :

- module $EV2 \geq 70$ MPa ;
- rapport de compactage $EV2/EV1 \leq 2.2$.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

IV.6.3. Tassements prévisibles

Sur la base du modèle géotechnique préalablement présenté, pour la mise en œuvre du dallage et de la structure sous dallage, il sera retenu les épaisseurs et modules E_s suivants (conformément au DTU 13.3) :

Formation (n°)	Epaisseur	α	Module E_m (MPa)	Module E_s^* (MPa)
Couche de forme + réglage	0.6	(-)	(-)	70
1 – Sable graveleux-limoneux	0.6	1/2	6	12
2 – Sables graveleux	11.5	1/3	15	45
3- Molasse Miocène	>7.0	1/2	500	Indéformable

$$* E_s = E_m / \alpha$$

Il revient aux concepteurs de préciser la limite acceptable des tassements.

Pour information, les tassements seront **inférieurs au centimètre** pour l'hypothèse d'une surcharge répartie de 2.5 t/m² (évaluation à partir du modèle bicouche de Ménard). Il convient de refaire les calculs en cas de surcharge sur dallage plus conséquente.

Le BET structure se prononcera sur la compatibilité de ces déformations avec l'usage du dallage.

IV.7. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Les dispositions générales suivantes sont à respecter :

- 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...
- Encastrer fortement les fondations dans les sols meubles,
- 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. En cas de niveaux enterrés, les prévoir sur toute l'emprise de la construction ou, à défaut, sur une partie séparée par un joint parasismique. Si la stratification des couches géologiques est inclinée, la totalité des fondations doit descendre dans un niveau de sol identique, éventuellement avec décrochement de niveaux bas, de préférence inférieur à 1.2 m,
- Eviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite),
- Prévoir tous les 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.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

Il n'a pas été rencontré d'eau dans les sondages au moment des investigations. Il sera cependant nécessaire de prévoir un système de drainage périphérique pour protéger les parties enterrées du projet (soubassements, notamment). Il permettra de collecter les eaux et de les évacuer vers un exutoire adapté (cf. DTU 20.1).

Il a été dit précédemment que la nappe phréatique avait été supposée en SP1 vers 5-7 m de profondeur (horizon peu compact de la formation n° 2). Le risque d'inondation du niveau bas par remontée intermittente de la nappe apparaît donc très faible compte tenu de la cote finie du projet. En revanche, seule une étude hydrogéologique en vue de déterminer le niveau des plus hautes eaux souterraines (NPHE) serait à même de confirmer cette hypothèse.

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage), et seront, soit rejetés dans les réseaux (sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés), soit infiltrées in situ en fonction de la réglementation locale et du projet. Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage (et éventuellement d'infiltration) est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

Enfin, les eaux pluviales ne devront, en aucun cas, être infiltrées à moins de 5 m des bâtiments.

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 GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

4.2.4 Tableaux synthétiques

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 seules 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 (phases 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).

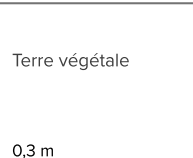
ANNEXE 2 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- Plan d'implantation des sondages ;
- Sondages destructifs :
 - Coupes des sondages destructifs,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Courbes pressiométriques éventuelles (p_i^* , p_i^* , E_M et E_M/p_i^*),
 - Diagrammes des enregistrements de paramètres :
 - V.I.A. : vitesse instantanée d'avancement (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
- Sondages à la pelle mécanique :
 - Coupes détaillée des sols,
 - Tenue des fouilles,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés,
 - Photographies des puits à la pelle et des matériaux extraits.
- Essais de pénétration dynamique :
 - Pénétrogrammes,
 - Niveau d'eau éventuel
- Essais d'infiltration et de perméabilité :
 - Coupe des sols,
 - Valeur de perméabilité.

PLAN D'IMPLANTATION



Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Non renseigné	Non
Système de coordonnées du projet	Nivellement
WGS 84	Non renseigné

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
0		Terre végétale	Pelle mécanique
		Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge	
1		Sable graveleux à galets beige (Ø~60 cm)	
			2 m

Sondage

Élévation

Prof. atteinte

PU1

-0,0 m

Non renseigné

PHOTOS



		BLYES - Data Center						
		RLY2.P.132						
PU2	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés	
	5,267767610		45,847672764		WGS 84		Non renseigné	
	Élévation		Prof. atteinte		Angle		Azimut	
	Non renseigné		Non renseigné		-		-	
Début		Fin		Machine		Opérateur		
Non renseigné		Non renseigné		-		-		
Prof.	Lithologie	Descriptions						Outils
0		Terre végétale						Pelle mécanique
		0,3 m						
		Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge						
		0,7 m						
1		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm)						
		2 m						2 m
2								
soilcloud.tech								

Sondage

PU2

Élévation

-0,0 m

Prof. atteinte

Non renseigné

PHOTOS



		BLYES - Data Center							
		RLY2.P.132							
PU3	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés		
	5,267826466		45,848287718		WGS 84		Non renseigné		
	Élévation		Prof. atteinte		Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	
	Non renseigné		Non renseigné		-	-	Non renseigné	Non renseigné	
Début			Fin			Machine		Opérateur	
Non renseigné			Non renseigné			-		-	
Prof.	Lithologie	Descriptions							Outils
0		Terre végétale							Pelle mécanique
		0,3 m							
		Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge							
		1 m							
1		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm)							
		2 m							2 m
2									
soilcloud.tech									

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
PU3	-0,0 m	Non renseigné

PHOTOS



		BLYES - Data Center							
		RLY2.P.132							
PU4	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés		
	5,268098866		45,848672431		WGS 84		Non renseigné		
	Élévation		Prof. atteinte		Angle		Azimut		
	Non renseigné		Non renseigné		-		-		
Début			Fin			Machine		Opérateur	
Non renseigné			Non renseigné			-		-	
Prof.	Lithologie	Descriptions							Outils
0		Terre végétale							Pelle mécanique
		0,3 m							
1		Sable gravelo-limoneux à galets brun/rouge							
		1,4 m							
2		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm)							
		2 m							
soilcloud.tech									

Sondage

PU4

Élévation

-0,0 m

Prof. atteinte

Non renseigné

PHOTOS



Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
0		Terre végétale 0,3 m	Pelle mécanique
1		Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge 1,2 m	
2		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm) 2,2 m	

Sondage

PU5

Élévation

-0,0 m

Prof. atteinte

Non renseigné

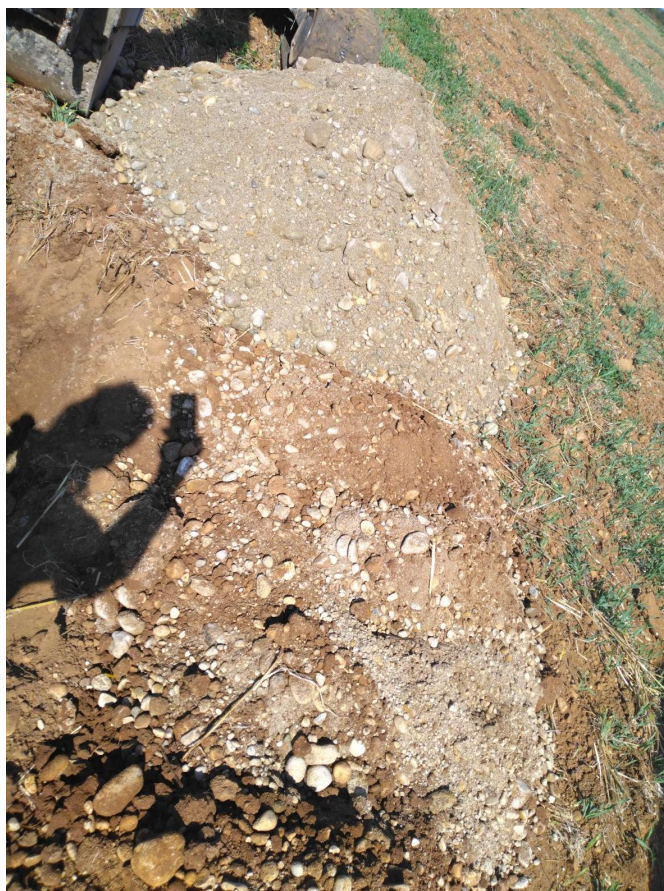
PHOTOS



Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
0		Terre végétale 0,3 m	Pelle mécanique
		Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge 0,7 m	
1		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm)	
2		2,1 m	2,1 m

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
PU6	-0,0 m	Non renseigné

PHOTOS



Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
0	 Terre végétale 0,3 m	Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge 1 m	Pelle mécanique
1	 Sable graveleux à galets beige (Ø~50 cm)		
2	2,3 m		

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
PU7	-0,0 m	Non renseigné

PHOTOS



		BLYES - Data Center							
		RLY2.P.132							
PU8	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés		
	5,270657290		45,848325220		WGS 84		Non renseigné		
	Élévation		Prof. atteinte		Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	
	Non renseigné		Non renseigné		-	-	Non renseigné	Non renseigné	
Début			Fin			Machine		Opérateur	
Non renseigné			Non renseigné			-		-	
Prof.	Lithologie	Descriptions							Outils
0		Terre végétale							Pelle mécanique
		0,3 m							
1		Sable graveleux à galets beige (Ø~30 cm)							
2		2,1 m							2,1 m
soilcloud.tech									

Sondage

Élévation

Prof. atteinte

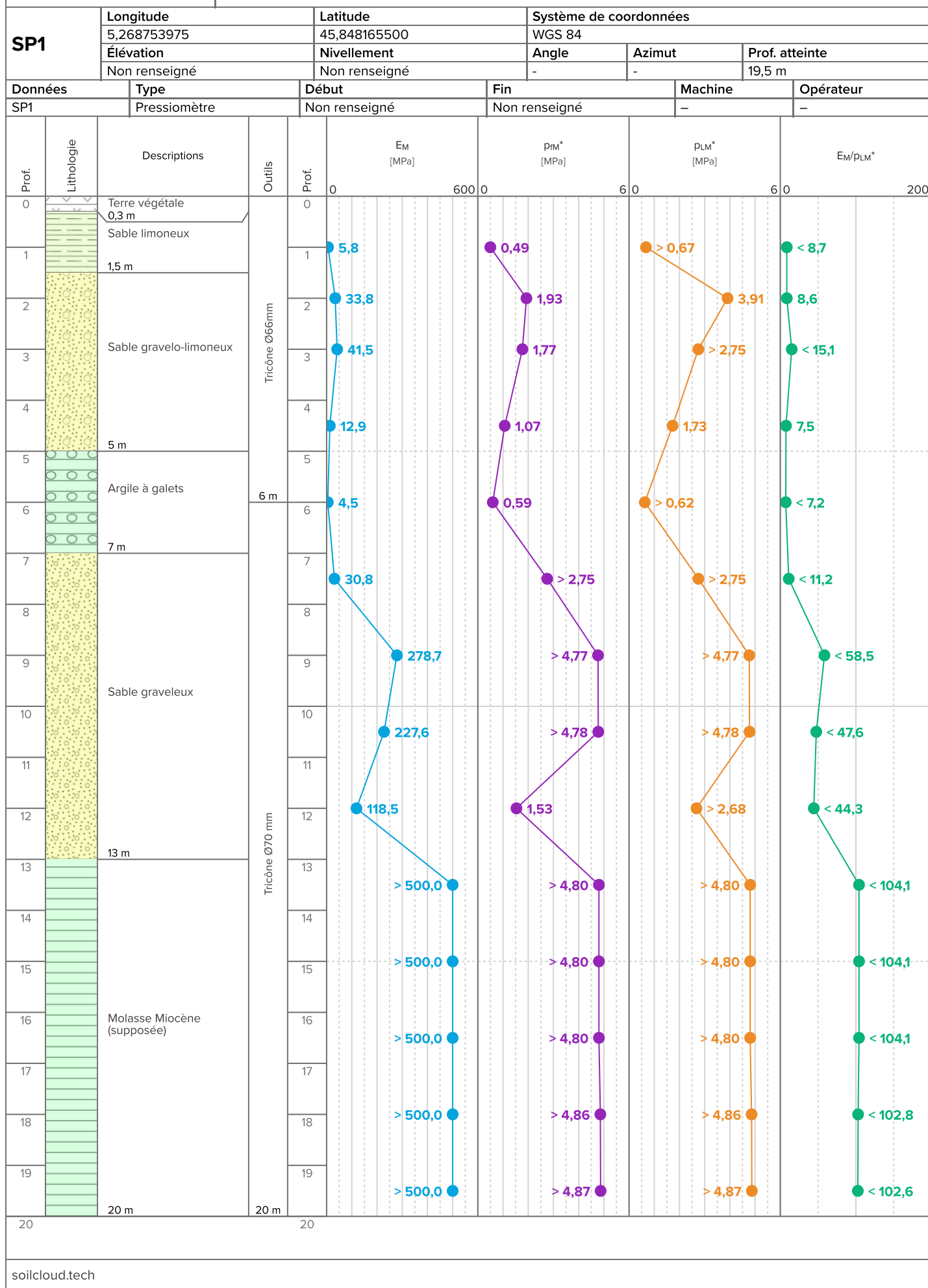
PU8

-0,0 m

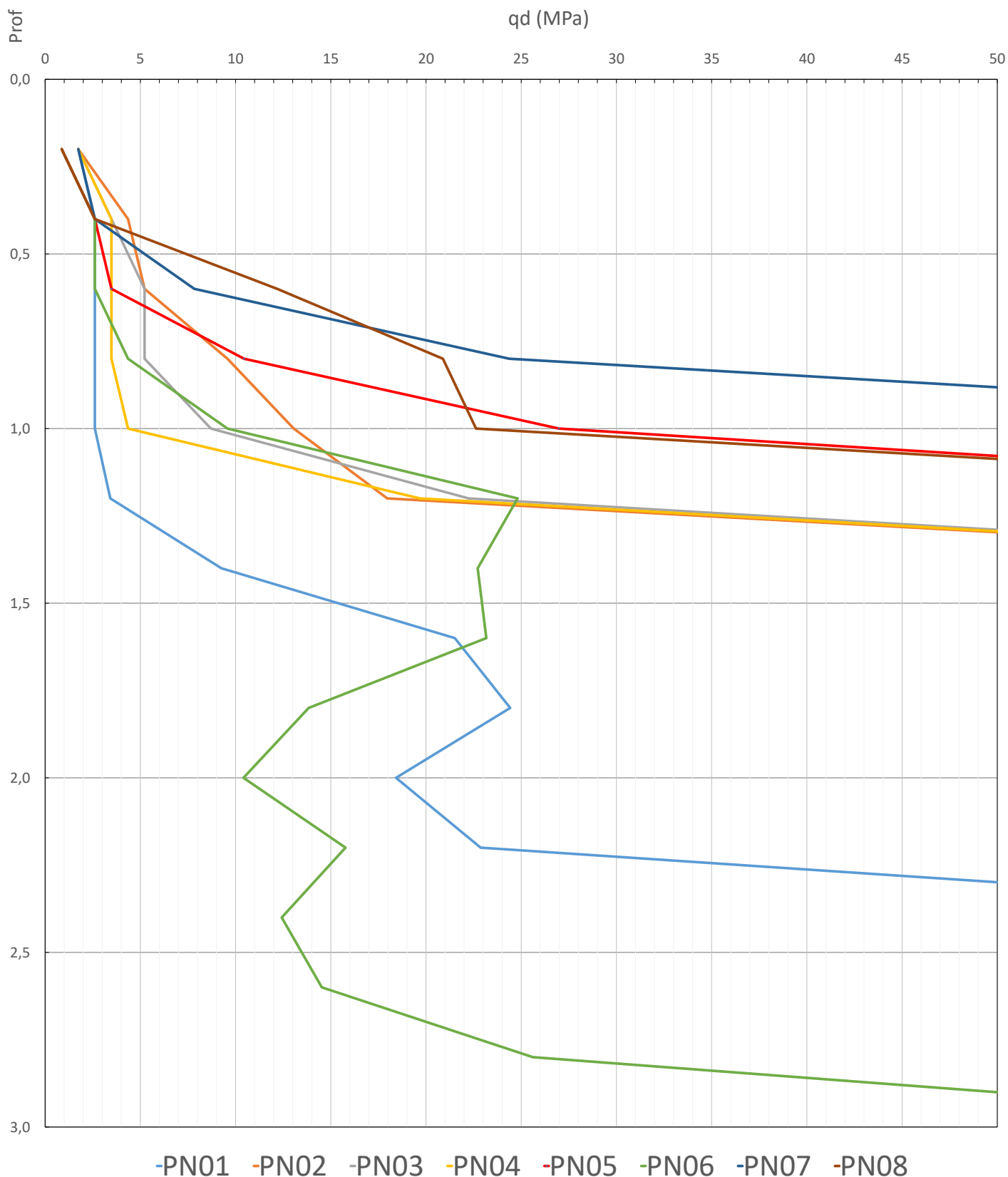
Non renseigné

PHOTOS





ESSAIS CUMULES	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		
	-		-		WGS 84		
	Elévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof.atteinte
	-		*		0.0°	-	\
Données			Début	Fin	Machine	Opérateur	
DPRB	Pénétromètre dynamique		Non renseigné	Non renseigné	GEOTOOL	GES	
Type de pénétromètre						Facteur de correction	
GEOTOOL						0,87	
Hauteur de chute		Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire		Masse de la tige	
75.0 cm		20.0 cm²	63.5 kg	4.88 kg		6.0 kg/ml	



The graph displays the relationship between specific discharge q_d (in MPa) and depth (in meters). The x-axis ranges from 0 to 50 MPa, and the y-axis ranges from 0 to 2.5 meters. The curve starts at (0, 0), rises to a peak of approximately 27 MPa at 1.5 meters depth, then drops sharply to about 22 MPa at 2.0 meters depth, and finally levels off to approximately 20 MPa at 2.5 meters depth.

Prof. [m]	q_d [MPa]
0.0	0.0
0.5	10.0
1.0	20.0
1.5	27.0
2.0	22.0
2.5	20.0

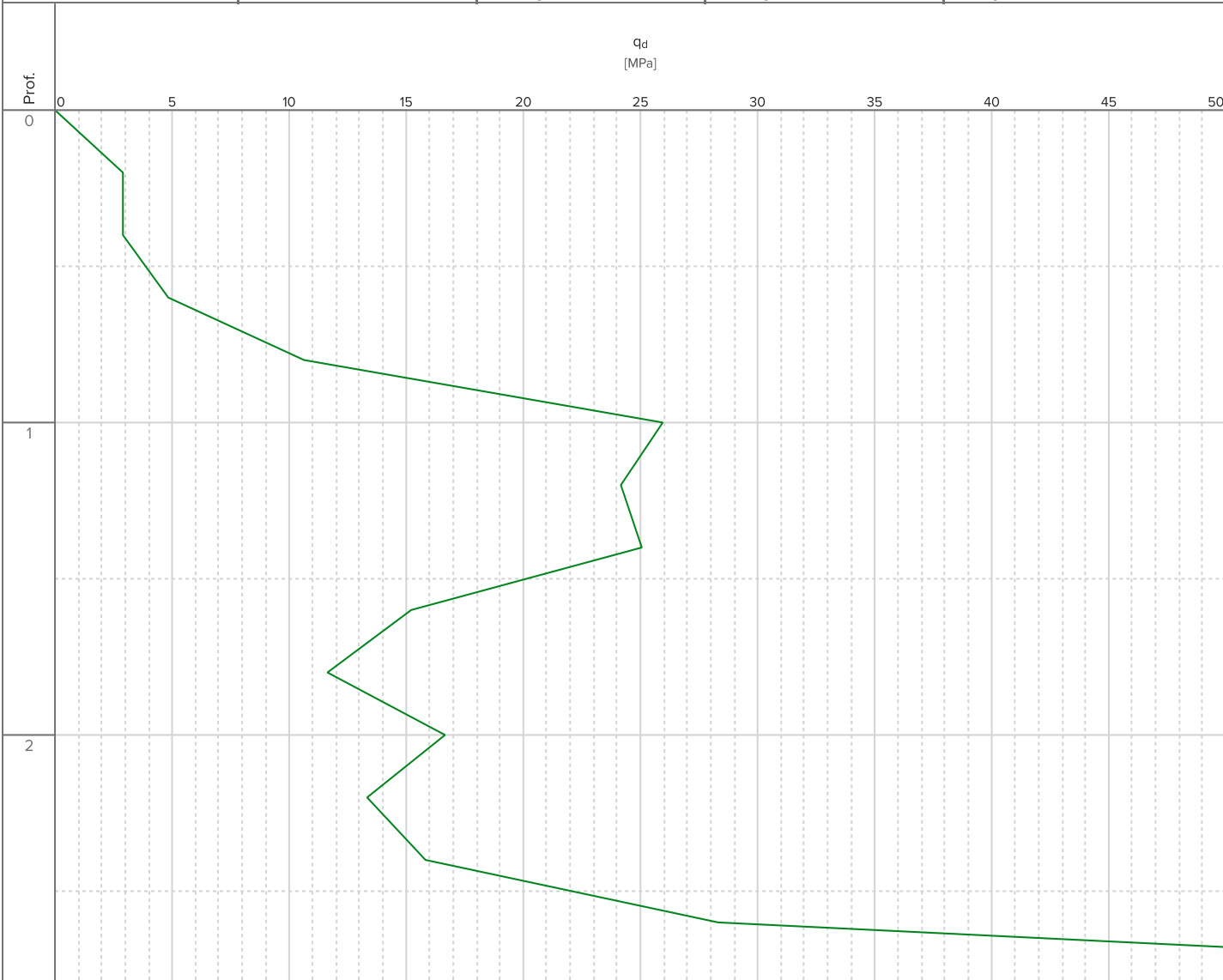
 BLYES - Data Center RLY2.P.132							
PN2	Longitude		Latitude		Système de coordonnées		
	5,268079987		45,847659797		WGS 84		
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte
	Non renseigné		Non renseigné		-	-	Non renseigné
Données	Type	Début		Fin		Machine	Opérateur
DPRB-PN2	Pénétromètre dynamique	Non renseigné		Non renseigné		-	-
Type de pénétromètre						Facteur de correction	
GEOTOOL						0,97	
Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire	
75,0 cm		20,0 cm ²		63,5 kg		4,88 kg	
						Masse de la tige	
						6,0 kg/m	
Prof.	q_d [MPa] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50						
	0						
1							
soilcloud.tech							

The graph shows the relationship between q_d [MPa] (Y-axis) and Prof. (X-axis). The Y-axis ranges from 0 to 50 MPa with major ticks every 5 units. The X-axis ranges from 0 to 1.0 with major ticks every 0.1 units. A green curve represents the data, starting at (0,0), rising to a peak of approximately 25 MPa at Prof. 0.5, and then gradually decreasing to about 15 MPa at Prof. 1.0.

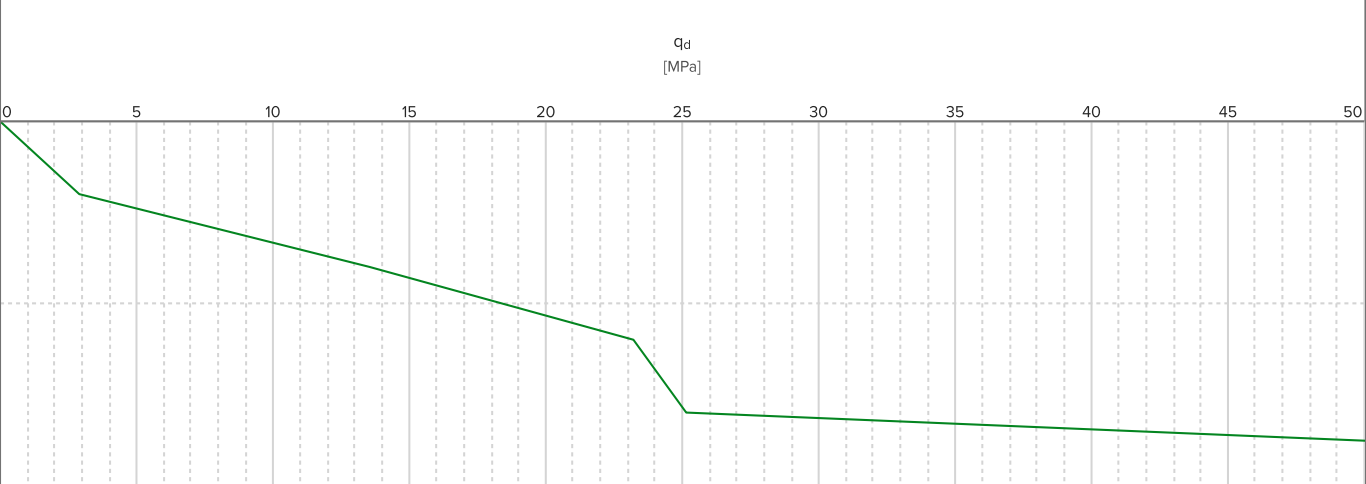
The graph shows the relationship between depth (Prof. [m]) and pressure (q_d [MPa]) for a sand layer. The curve starts at (0,0) and increases linearly to approximately (12, 25). Beyond 12m, the curve becomes non-linear, showing a decreasing slope as depth increases, reaching 50 MPa at 50m depth.

Prof. [m]	q_d [MPa]
0	0
2	5
4	10
6	15
8	18
10	20
12	25
15	27
20	30
25	33
30	36
35	38
40	40
45	42
50	45

PN6	Longitude		Latitude		Système de coordonnées				
	5,270199545		45,848647532		WGS 84				
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimet	Prof. atteinte		
	Non renseigné		Non renseigné		-	-	Non renseigné		
Données		Type		Début		Fin		Machine	Opérateur
DPRB-PN6		Pénétrömètre dynamique		Non renseigné		Non renseigné		–	–
Type de pénétrömètre								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	



A graph showing the relationship between q_d [MPa] (x-axis) and Prof. (y-axis). The x-axis ranges from 0 to 50 with major ticks every 5 units. The y-axis has a label 'Prof.' and a tick mark at 0. A green curve starts at the origin (0,0) and decreases monotonically, passing through approximately (5, 0.15), (10, 0.25), (20, 0.4), and (30, 0.45), eventually leveling off towards a value of 0.5 as q_d increases further.

		BLYES - Data Center						
		RLY2.P.132						
PN8	Longitude		Latitude		Système de coordonnées			
	5,270259251		45,848079153		WGS 84			
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut		
Non renseigné		Non renseigné		-	-	Prof. atteinte		
Données		Type	Début		Fin	Machine	Opérateur	
DPRB-PN8		Pénétromètre dynamique		Non renseigné		Non renseigné	-	-
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
Prof.								
1								
soilcloud.tech								

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

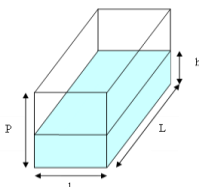
Dossier :	RLY2.P.132	Client :	HDC
Date de l'essai :	08/08/2025	Technicien :	GES
Commune :	Blyes	Dépouillement :	LO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1,50	0,7	1,0	0,21	PU1

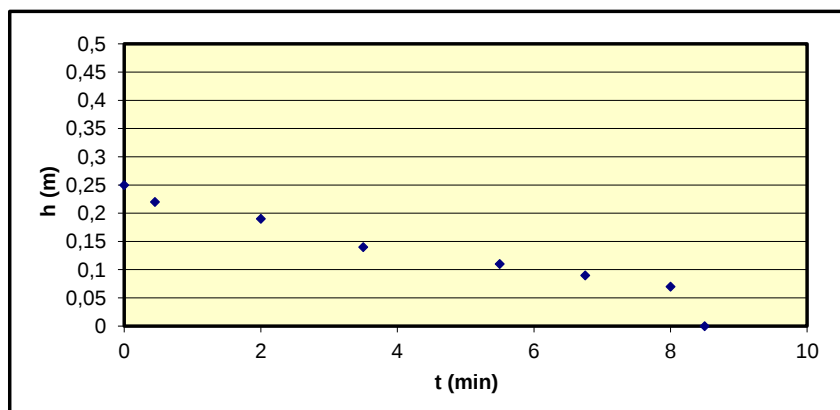
t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	COUPE DE SOL	
0	0,25	-	-	Nature du matériau	Profondeur/TA (m)
0,45	0,22	5,19E-04	5,19E-04	Terre végétale	0,3
2	0,19	2,42E-04	1,62E-04	Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge	1,1
3,5	0,14	2,71E-04	3,09E-04		
5,5	0,11	2,29E-04	1,56E-04	Sable graveleux à galets beige (Ø=60 cm)	2,0
6,75	0,09	2,20E-04	1,80E-04		
8	0,07	2,15E-04	1,92E-04		
8,5	0	3,21E-04	2,01E-03		

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)



Perméabilité K (m/s)
2×10^{-4}



Date du rapport: 08/08/2024

Nom du chargé d'affaires :
Lucas
OLIVEIRA

Nom du vérificateur
Claude
ANGLADA

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

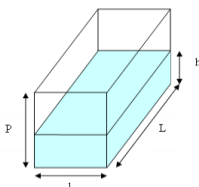
Dossier :	RLY2.P.132	Client :	HDC
Date de l'essai :	08/08/2025	Technicien :	GES
Commune :	Blies	Dépouillement :	LO

P (m)	I (m)	L(m)	C	Référence
2,30	0,7	1,0	0,21	PU7

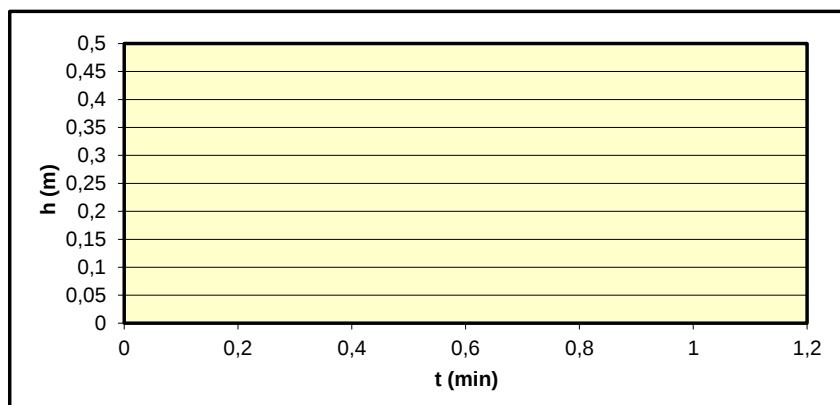
t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	COUPE DE SOL	
Infiltration instantanée				Nature du matériau	Profondeur/TA (m)
				Terre végétale	0,3
				Sable graveleux-limoneux à galets brun/rouge	1,0
				Sable graveleux à galets beige (Ø-50 cm)	2,3

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times I}{2 \times (L + I)}$$

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- I est la largeur de la fosse (m)



Perméabilité K (m/s)
> 10 ⁻³



Date du rapport: 08/08/2024

Nom du chargé d'affaires :
Lucas
OLIVEIRA

Nom du vérificateur
Claude
ANGLADA



www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de Lyon

53 rue Jean Zay 69800 SAINT PRIEST

Tél. : +33 (0)4 72 79 59 59

Mail. : cebtp.lyon@groupeginger.com

www.ginger-cebtp.com