

**PROJET DE CONSTRUCTION
D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN (SITE ENAC)**



**Note technique de dimensionnement
Fondations superficielles
Phase Projet**

ALPHA SOL CONCEPT

174, allée de Riottier

69400 LIMAS

Tél. 04 74 68 20 02 – 07 78 39 00 94

RCS VILLEFRANCHE-TARARE 797 603 941

SIRET : 797 603 941 000 15

Code APE : 7112 B - N°TVA intracommunautaire : FR24797603941

ASC25.11.013.a/G

MAITRE D'OUVRAGE

ENAC

7 AVENUE EDOUARD BELIN

31055 TOULOUSE

ARCHITECTE - MAITRE D'ŒUVRE -

ALIX ET DELHAYE ATELIER D'ARCHITECTURE

79 PLACE DE LA GARE

73000 CHAMBERY

Note technique de dimensionnement

Fondations superficielles

Phase Projet

Le présent dossier, qui constitue un ensemble indissociable, comporte :

- la note technique de dimensionnement de fondations
- un cahier d'annexes de 79 pages comprenant :
 - l'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 novembre 2013)
 - les recommandations DGS et CSTB vis-à-vis du risque Radon
 - le plan de fondations fourni
 - le rapport d'étude géotechnique en phase G2 AVP
 - les résultats des investigations menées dans le cadre de la mission G2 AVP
 - les calculs de dimensionnement des fondations superficielles

Affaire : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE – 635 RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN (SITE ENAC)	Date : 28/07/25	
N° dossier : ASC25.11.013	Indice : a	
Agence de LIMAS, le chargé d'étude	S. GUITTARD	
Contrôle interne	L. SANZELLE	

Sommaire

1 – CADRE DE L'ETUDE.....	5
1.1 - GENERALITES	5
1.2 - MISSION G2 PRO	5
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS/UTILISES	7
1.4 - NORMES ET REGLES DE DIMENSIONNEMENT UTILISEES	8
2 – PROJET ET CONTEXTE GEOTECHNIQUE.....	8
2.1 - DESCRIPTION DU PROJET	8
2.2 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	9
2.3 - CONTEXTE SISMIQUE	11
2.3 - SOLUTIONS TECHNIQUES RETENUES	11
2.4 - DESCENTES DE CHARGES DE L'OUVRAGES	12
3 – TERRASSEMENTS.....	13
4 – PRINCIPE ET DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS	13
4.1 - PRINCIPE : FONDATIONS SUPERFICIELLES PAR SEMELLES ISOLEES CARRES	13
4.2 - MODELE GEOTECHNIQUE.....	14
4.3 - ENCASTREMENTS DE L'OUVRAGE.....	14
4.4 - JUSTIFICATION DES FONDATIONS.....	15
4.5 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	18
5 – TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS.....	18
5.1 - TYPE DE NIVEAUX BAS	18
5.2 - DALLAGES SUR TERRE-PLEIN (ZONES DE STOCKAGES)	19
5.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	20
6 – DRAINAGE	21
7 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS.....	21
8 – VERIFICATION DE LA TRANSCRIPTION DES PRECONISATIONS GEOTECHNIQUES SUR LES PLANS DE FONDATIONS	21
9 – CONCLUSIONS.....	22

1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction d'un bâtiment de stockage sur le site de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 635 rue Louis Nottoghem à SAINT-YAN.

Elle est réalisée à la demande et pour le compte de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile.

Elle fait suite à notre devis du 26/02/2025 et à la commande du 30/04/2025.

Notons qu'une mission G2 AVP (cf. ASC25.11.083.1) a été réalisée au droit du projet → Toutes les prescriptions/dispositions fournies en phase G2 AVP restent applicables (cf. annexes).

Cette note technique vise principalement à dimensionner les fondations en portance et en tassements et à vérifier la bonne transcription des prescriptions géotechniques sur le plan de fondations établi par le BET Structure.

Les différents intervenants connus sur cette opération sont les suivants :

Maitre d'ouvrage	ENAC, Mme LACAVE
Maître d'œuvre/architecte	ALIX ET DELAHAYE ATELIER D'ARCHITECTURE, MMES GOUEFFON, DELHAYE
BET Structure	SETIC STRUCTURE, M PRIVILAS
Bureau de contrôle	NC

1.2 - Mission G2 PRO

Conformément à la demande du client, l'étude a été menée pour permettre :

- de préciser la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) définie lors de l'étude G2 AVP ;
- de valider les systèmes de fondations envisagés pour le projet en G2 AVP et d'en effectuer le dimensionnement (contrainte de calcul à l'ELU et l'ELS, tassements, sollicitations horizontales, capacité portante des pieux (hors dimensionnement des cages d'armature), ...)

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC25.11.013.a/G »	28/07/2025	Page 5 sur 23
----------------------	------------------------------	------------	---------------

- de vérifier la bonne transcription des préconisations géotechniques sur les plans de fondations ;
- de définir les modalités de réalisation des dallages et d'effectuer le dimensionnement de leur couche de fondation ;
- de valider les principes définis pour les terrassements de masse et de fouilles de fondations et définir les préconisations concernant la traficabilité du site en phase chantier ;
- de définir les sujétions d'exécution des terrassements (pente des talus provisoires et définitifs dans les différentes formations, stabilité du fond de fouille, ...),
- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis-à-vis des conditions sismiques du site.

A partir des définitions de la norme NFP 94.500 de novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G2 PRO (étude géotechnique de conception - phase Projet) hors phase DCE/ACT et hors première approche des quantités.

Notons qu'il était prévu de ne pas étudier dans le cadre de cette mission :

- le diagnostic géotechnique complet des ouvrages à agrandir/existants (mission G5 dédiée à réaliser le cas échéant) ;
- les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (voiries, parkings, soutènements, ...) ;
- les missions G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

1.3 - Documents fournis/utilisés

- Rapport géotechnique mission G2 AVP : ASC25.11.083.1 ;
- Pieces Graphiques DCE (documents « architecte »)
 - Etat des lieux
 - Plan de situation
 - Plan de masse au 1/500^{ème}
 - Plan topographique
 - Plan des réseaux au 1/300^{ème}
 - ...
 - Etat projeté
 - Plan de démolition au 1/500^{ème}
 - Plan de masse au 1/500^{ème}
 - Principe de PIC au 1/500^{ème}
 - Plan de l'extension au 1/300^{ème}
 - Coupe de principe au 1/200^{ème}
 - Façade au 1/200^{ème}
- Documents Structure
 - Plan d'implantation
 - Coupe
 - Toiture
 - Façades
 - Note d'hypothèse (charpente métallique)
 - Plan coffrage Fondations
 -

1.4 - Normes et règles de dimensionnement utilisées

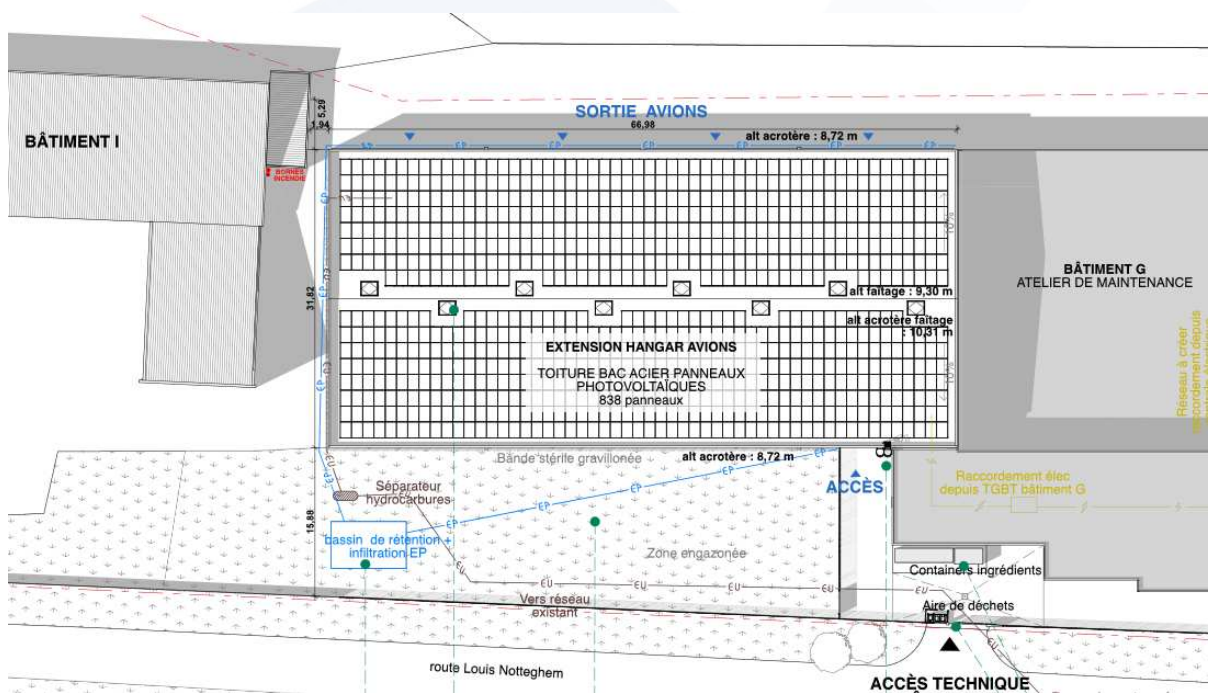
- Norme NFP 94.500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
- D.T.U. 13.3 dallages
- Eurocode 7 – Calcul Géotechnique – Norme NFP 94.251-1
- D.T.U. 13.12 fondations superficielles et Eurocode 7 – Norme NFP 94.261
- Normes AFNOR concernant les différents essais de reconnaissance et en laboratoire (essais pressiométriques NFP 94-110-1 ; sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115, ...)

2 – PROJET ET CONTEXTE GEOTECHNIQUE

2.1 - Description du projet

Ce projet concerne la construction d'un bâtiment d'hangar à avions d'environ 2800 m² d'emprise au sol sur un niveau sur le site de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 635 rue Louis Notteghem à SAINT-YAN.

La structure sera du type ossature béton + charpente métallique.



Altitude du niveau bas :

La cote altimétrique du niveau bas (fini) ne nous a pas été communiquée. Elle est a priori proche du niveau du terrain naturel \Rightarrow à vérifier/modifier impérativement par la Maîtrise d'Œuvre pour valider les solutions de fondations/traitements des niveaux bas fournies dans le présent document

2.2 - Synthèse géotechnique

Pour rappel, la coupe lithologique schématique suivante avait été établie dans le cadre de la mission G2 AVP (cf. ASC25.11.083.1) :

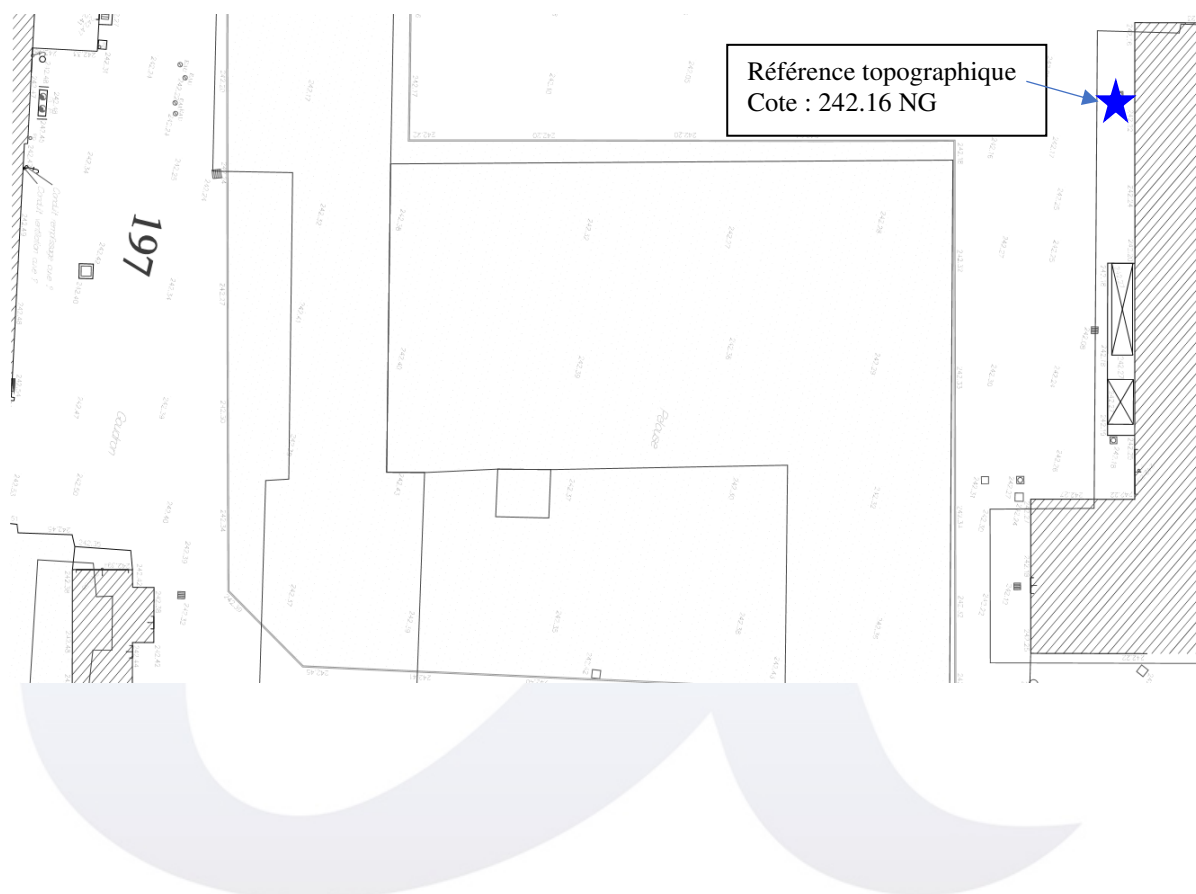
- Formation « 1 » - Terre végétale/enrobés avec couche de forme sablo-graveleuses puis remblais limoneux, sableux et graveleux à blocs et déchets de construction (briques, tuiles, ...)
- Formation « 2 » - Sables graveleux légèrement limoneux marron clairs, marron ocre denses
- Formation « 3 » - Passages argilo-sableux gris peu à moyennement fermes
- Formation « 4 » - Sables graveleux marron denses à très denses

Compte tenu de la mise à disposition d'un plan topographique relié au NGF, les sondages/essais réalisés lors de notre intervention en phase G2 AVP ont pu être raccordés au NGF.

Sondages		SP1/P1	S2/P2	S3/P3	S4/P4	P5	P6
Altitudes NI		242.4	242.4	242.2	242.5	242.2	242.4
Formation N°2	Prof (m/TN)	1.4	0.6	1.6	0.8	≈ 1.2	≈ 0.8
	NI	241.0	241.8	240.6	241.3	≈ 241.0	≈ 241.6
Formation N°3	Prof (m/TN)	6.0	6.2	5.8	6.0	≈ 5.9	≈ 6.1
	NI	236.4	236.2	236.4	236.5	≈ 236.3	≈ 236.3
Formation N°4	Prof (m/TN)	7.4	8.0	8.3	8.0	≈ 7.4	≈ 7.6
	NI	235.0	234.4	233.9	234.5	≈ 234.8	≈ 234.8

Sondages		PU1	PU2	PU3	PU4	PU5
Altitudes NGF		242.2	242.0	242.2	242.5	242.4
Formation N°2	Prof (m/TN)	0.6	0.7	1.2	1.1	0.9
	NI	241.6	241.3	241.0	241.4	241.5
Formation N°3	Prof (m/TN)	> 1.6	> 1.8	> 1.7	> 1.5	> 1.3
	NI	< 240.6	< 240.2	< 240.5	< 241.0	< 241.1
Formation N°4	Prof (m/TN)	-	-	-	-	-
	NI	-	-	-	-	-

L'altitude de référence 242.16 NGF permettant le relevé des sondages a été prise égale à celle du niveau supérieur d'un regard EU (voir schéma ci-dessous et schéma d'implantation annexé). **Ces altitudes sont rattachées au NGF ⇒ altitudes à vérifier impérativement par le géomètre de l'opération.**



2.3 - Contexte sismique

D'un point de vue sismique et selon les Eurocodes 8, on retiendra :

Zone de sismicité	2 - Aléa faible
Accélération du sol a_{gr}	0.7 m/s²
Classification du sol	B
Paramètre S	1.35
Catégorie de l'ouvrage (*)	II
Coefficient d'importance γ_I (*)	1.0
Coefficient d'amplification topographique S_T	1.0
Classe de ductibilité	<i>A définir par le BET Structure</i>

(*) : A vérifier/valider par la Maîtrise d'Œuvre.

Il revient aux concepteurs, en fonction de la catégorie d'importance de l'ouvrage projeté, de déterminer les règles parasismiques applicables.

2.3 - Solutions techniques retenues

Compte tenu des résultats des différentes investigations, de la définition du projet (implantation, typologie, ...), et conformément aux résultats de l'étude géotechnique d'Avant-Projet (cf. ASC25.11.083.1), les solutions techniques de fondations/traitements des niveaux bas retenues à ce jour par l'équipe de conception sont les suivantes :

- fondations superficielles par semelles filantes ou isolées ancrées dans la formation « 2 » : *Sables graveleux légèrement limoneux marron denses*,
- dallages sur terre-plein/dalles portées/plancher sur vide sanitaire (selon l'admissibilité des déformations/tassements pour leur exploitation).

2.4 - Descentes de charges de l'ouvrages

Les descentes de charges de de la charpente métallique non combinées, ont été fournies par le BET Structure de l'opération.

Une première ébauche des descentes de charges combinées a été établie par nos soins *(à vérifier/valider impérativement par le BET Structure → hors mission géotechnique)*, il en ressort :

Nœud	G (kN)	Q (kN)	ELS Qp (kN/ml)	ELS Carac (kN/ml)	ELU FOND (kN/ml)	B (m)
1	134.4	22.4	152.3	156.8	215.0	3.55
3	65.6	0.2	65.8	65.8	88.9	3.55
31	9.3	0.0	9.3	9.3	12.6	1.40
73	11.5	0.0	11.5	11.5	15.5	1.60
74	13.7	0.0	13.7	13.7	18.5	1.60
75	14.1	0.0	14.1	14.1	19.0	1.60
76	15.6	0.1	15.6	15.6	21.1	3.55
77	14.1	0.1	14.1	14.2	19.1	3.55
85	57.9	0.1	58.0	58.0	78.3	2.05
121	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.20
348	68.1	0.2	68.2	68.3	92.2	3.55
378	121.3	19.6	137.0	140.9	193.1	3.55
405	50.3	0.3	50.5	50.6	68.3	3.10
438	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.40
446	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.40
468	62.1	0.0	62.1	62.1	83.8	3.10
498	135.4	22.5	153.4	157.9	216.5	3.25
525	56.7	0.1	56.7	56.7	76.6	2.05
558	9.3	0.0	9.3	9.3	12.6	1.40
566	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.40
645	60.4	0.1	60.4	60.4	81.6	2.05
678	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.40
686	9.3	0.0	9.3	9.3	12.5	1.45
768	32.6	8.2	39.2	40.8	56.3	1.60
770	8.6	0.0	8.6	8.6	11.6	1.20
791	11.5	0.0	11.5	11.5	15.5	1.60
792	13.9	0.0	13.9	13.9	18.7	1.60
819	2.1	0.0	2.1	2.1	2.8	1.50
826	9.6	1.5	10.7	11.0	15.1	1.40
831	37.0	0.1	37.1	37.1	50.1	2.25
1274	54.2	10.4	62.5	64.6	88.8	1.85
1318	11.8	0.6	12.3	12.4	16.9	1.65
1319	12.3	5.3	16.5	17.6	24.5	1.65

3 – TERRASSEMENTS

Les principes définis dans le cadre de la mission G2 AVP (cf. ASC25.11.083.1) pour les terrassements de masse et de fouilles de fondations et les préconisations concernant la traficabilité du site en phase chantier restent applicables → cf. rapport G2 AVP annexé.

Le présent dimensionnement ne tient pas compte de la mise en œuvre de remblais de surélévation contigus (tassements complémentaires, perte de la capacité portante des fondations, ...) → **pour rappel, les remblais de surélévation du terrain initial supérieur à 0.5 m sont à éviter.**

4 – PRINCIPE ET DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

4.1 - Principe : Fondations superficielles par semelles isolés carrées

Ce type de fondations pourra être retenu. Un ancrage minimum de 0.3 m devra être assuré dans la formation « 2 » : *Sables graveleux légèrement limoneux marron denses* reconnue à partir de 0.6/1.4 m/TN actuel. La fiche totale des fondations, au droit des sondages, sera donc comprise entre 0.9 et 1.7 m/TN actuel ; fiche indicative à adapter impérativement aux fluctuations de l'horizon d'ancrage et à l'altitude de la plateforme de terrassement.

Un encastrement minimal de 0.8 m/Terrain Extérieur Fini tout en respectant l'ancrage précédemment décrit devra être assuré vis-à-vis de la côte hors gel

Les fondations devront être descendues au-delà de tout horizon remanié par les opérations de démolition (anciennes fondations, dalles, cuves, ...) → **attention aux éventuelles sur-profondeurs.**

Les fondations devront être descendues a minima au même niveau que les fondations de l'existant agrandi → - 1.4 m/TN actuel.

Mitoyen :

Les fondations envisagées contre le mitoyen devront permettre d'assurer la stabilité de ce dernier et de ne pas solliciter ses fondations => prévoir des fondations avec respect des règles d'influence à 3B/2H entre arases inférieures des fondations.

Les lignes de fondations respectant le sens de la pente devront être impérativement réalisées avec redans à 3B/1H conformément aux règles parasismiques.

4.2 - Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique au droit du projet est le suivant :

- Cote niveau fini du RDC : ± 242.5 NGF a priori \Rightarrow à préciser par la MOE ;
- Cote du terrain naturel : ± 242.0 NGF à 242.5 NGF a priori ;
- Cote d'assise mini indicative des fondations = comprise entre 240.3 NGF et 241.5 NGF avec une profondeur mini de 1.4 m/TN le long de l'existant \rightarrow à **adapter impérativement** à l'altitude de la plateforme de terrassement et aux fluctuations de l'horizon d'ancrage (suivi G3 et/ou supervision géotechnique d'exécution G4 impératifs).

Couche	Altitude base mini (NGF)	Module pressiométrique Em (MPa)	Pression limite nette Pl* (MPa)	Coefficient rhéologique α
Formation « 1 »	241.3	7.2	0.45	1/2
Formation « 2 »	236.4	19.7	1.37	1/3
Formation « 3 »	234.6	26.1	1.62	2/3
Formation « 4 »	< 230.0	61.4	1.91	1/3

4.3 - Encastrements de l'ouvrage

Il vient pour l'ouvrage, au droit des sondages réalisés, les encastrements suivants :

Sondages		SP1/P1	S2/P2	S3/P3	S4/P4	P5	P6
Altitudes NGF		242.4	242.4	242.2	242.5	242.2	242.4
Formation N°2	Prof/TN	1.4	0.6	1.6	0.8	≈ 1.2	≈ 0.8
	NGF	241.0	241.8	240.6	241.3	≈ 241.0	≈ 241.6
Encastrement mini Fondations	Prof/TN	1.7	0.9	1.9	1.1	≈ 1.5	≈ 1.1
	NGF	240.7	241.5	240.3	241.0	≈ 240.7	≈ 241.3

Sondages		PU1	PU2	PU3	PU4	PU5
Altitudes NGF		242.2	242.0	242.2	242.5	242.4
Formation N°2	Prof/TN	0.6	0.7	1.2	1.1	0.9
	NGF	241.6	241.3	241.0	241.4	241.5
Encastrement mini Fondations	Prof/TN	0.9	1.0	1.5	1.4	1.2
	NGF	241.3	241.0	240.7	241.1	241.2

Nota :

- Encastrements indicatifs à adapter impérativement aux fluctuations de l'horizon d'ancrage et à l'altitude des plateformes de terrassement.
- Un encastrement mini de 0.8 m/Terrain extérieur fini devra impérativement être respecté (côte hors gel) → à adapter ci-besoin.

4.4 - Justification des fondations

Contraintes

Selon les Eurocodes 7 (Norme NF P 94.261), pour le dimensionnement des fondations, les contraintes de calcul à retenir seront de :

$$q_{net} = k p \times Pl_e^* \times i_\delta \times i_\beta$$

avec :

Pl_e^* : pression limite nette

$k p$: facteur de portance

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge

i_β : coefficient de réduction lié à l'influence d'un talus

A défaut d'information sur la nature des descentes de charges, il est considéré des coefficients de réduction équivalents à 1.

Il vient :

- contrainte caractéristique : q_v ; $k = q_{net}/1.2$ soit = 0.69 MPa
- contrainte de calcul à l'ELU : $q'_{ELU} - q_0 = q_v$; $k/1.4$ soit = 0.49 MPa
- **contrainte de calcul à l'ELS : $q'_{ELS} - q_0 = q_v$; $k/2.3$ soit = 0.30 MPa**

Ces contraintes sont mobilisables pour des charges verticales et dans le cadre d'une exécution correcte :

- ancrage systématique de 0.3 m dans la formation « 2 » ;
- nettoyage des fonds de fouille ;
- purge de tous niveaux argileux peu fermes ou douteux et substitution par un gros béton.

Calcul des tassements/coefficient de réaction vertical K_v

Les tassements ont été calculés à partir des formules de Ménard selon les formules suivantes :

$$W = s_c + s_d$$

avec :

W : tassement total

Sc : tassement sphérique

Sd : tassement déviatorique

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{v0}) \times \lambda_c \times B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_d} (q' - \sigma'_{v0}) \times B_0 \times \left(\lambda_d \times \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

avec :

Ec : module sphérique ; Ed : module déviatorique ;

α : coefficient rhéologique fonction de la nature du sol ;

B : largeur de la fondation ;

B0 = 0,6 m : largeur de référence ;

q' : contrainte effective moyenne appliquée au sol par la fondation ;

σ'_{v0} : contrainte verticale effective calculée avant travaux au niveau de la fondation ;

λ_c, λ_d : coefficients de forme, fonction du rapport L/B ;

Les fondations ont été vérifiées sous sollicitations verticales via le logiciel FOXTA® (module Fondsup) → NDC aux ELS quasi-permanent fournies en annexe. Les conditions suivantes sont systématiquement respectées (ELS quasi-permanent) :

- $V_{d} - R_0 < R_{v,d}$
- Surface comprimée > 75 % à l'ELS cara et = 100 % à l'ELS qp et > 10 % aux ELU fond/sismiques

Nota : Il est à noter l'absence d'informations relatives à d'autres sollicitations de type moments, efforts horizontaux, aux ELS, ELU et ELU sismiques → à fournir le cas échéant par le BET structure et à considérer dans le dimensionnement des fondations.

Concernant les fondations superficielles par semelles isolées carrées, les tassements théoriques ont été calculés aux ELS qp /pour différentes géométries type envisageables :

Type de fondations		Fondations isolées			
Dimensions semelles	B (m)	3.25	1.6	2.05	1.85
	ht (m)	0.8	0.35	0.5	0.45
Charge maximale charpente métallique (G + 0.8Q)		153.4	39.2	60.4	62.5
Poids semelle (kN)		211.3	22.4	52.5	38.5
Charge totale		364.7	61.6	112.9	101.0
Contrainte appliquée ELSQP (kPa)		35.6	24.0	26.9	29.5
Tassements W (mm)		< 5	< 5	< 5	< 5

Ces calculs mettent en évidence des tassements absolus n'excédant pas 0.5 cm dans le cadre d'une exécution correcte des fondations conformes aux règles de l'Art. Les tassements différentiels resteront inférieurs à 0.5 cm pour 10 m dans le cas d'une exécution correcte.

Remarque : Un suivi et/ou une supervision géotechnique d'exécution (mission G3 et/ou G4) devront impérativement être envisagés pour :

- préciser le niveau d'encastrement des semelles ;
- valider les fonds de fouille ;
- définir les profondeurs des purges/substitutions éventuellement nécessaires.

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC25.11.013.a/G »	28/07/2025	Page 17 sur 23
----------------------	------------------------------	------------	----------------

4.5 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Paramètres de dimensionnement**

Les tassements absolus des fondations superficielles ont été limités à 1.0 cm et les tassements différentiels à 5/10 000°. Il conviendra de vérifier que ces valeurs sont compatibles avec les dispositions prises pour le dimensionnement de la structure. Dans le cas contraire, la contrainte de calcul à l'ELS devra être modifiée ou le projet orienté vers une solution de fondations plus profondes. ALPHA SOL CONCEPT se tient dans ce cadre à la disposition des concepteurs pour étudier cette solution/adaptation.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement des fondations (ancrage, dimensions, ferrailage, ...) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale, ...) → **à fournir par le BET structure.**

- **Précautions de mise en œuvre**

Les précautions de mise en œuvre décrites en phase G2 AVP devront être prises en compte (cf. ASC25.11.083.1) → cf. rapport G2 AVP annexé.

5 – TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

5.1 - Type de niveaux bas

Compte tenu de la compacité des matériaux en fond de terrassement et de la destination des locaux (stockage), une solution de dallage sur terre-plein pourra être envisagée sous réserve d'accepter et de tenir compte :

- des déformations dues aux tassements des sols d'assise,
- des risques consécutifs de désordres (fissurations, soulèvements, désaffleurements).

D'autres types de « dallages » sont envisageables (structure souple routière par exemple) pour permettre, sans rupture, des déformations plus importantes.

5.2 - Dallages sur terre-plein (zones de stockages)

Ces ouvrages seront établis sur une couche de fondation en grave non traitée d'épaisseur minimale de 0.5/0.6 m mise en œuvre sur un géotextile anti-contaminant de classe 7 minimum et après purge de la terre végétale, des enrobés et des remblais potentiellement évolutifs des formations compressibles altérées et/ou remaniées par les engins de terrassement ou la pluie (épaisseur mini 0.4 m à adapter aux observations faites en phase terrassement) et poinçonnement éventuel du fond de forme à l'aide de matériaux crus ($50 \leq D \leq 300$ mm) sous conditions météorologiques défavorables. Les matériaux de fondations, insensibles à l'eau, seront sélectionnés et mis en œuvre conformément aux règles GTR. Nous rappelons que la couche de fondation devra être éventuellement épaissie et/ou renforcée (géotextile par exemple) pour permettre d'assurer le trafic du chantier (nécessité éventuelle de reprise avant mise en œuvre des dallages).

En l'absence de remblais de surélévation du terrain actuel, le tassement potentiel sous une surcharge répartie de 1 T/m² a été estimé à ≤ 1.0 cm.

Rappelons que ce tassement peut être localement totalement différentiel (vis à vis des zones non chargées, de « points durs », ...) et qu'il convient d'en tenir compte dans la définition des sujétions de réalisation de l'ouvrage.

Pour rappel, d'après le DTU 13.3, une épaisseur mini de 20 cm de couche de fondations doit être intercalée entre l'arase supérieure des fondations et la base du dallage.

On devra prendre en compte également dans la définition des sujétions de réalisation, des tassements différentiels possibles pouvant se produire entre structure et dallage.

5.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Dimensionnement/Conception**

Conformément au DTU 13.3 de décembre 2021, les caractéristiques géotechniques nécessaires au dimensionnement des dallages sur terre-plein traditionnels sont fournies ci-après :

Couche	NGF (base)	Epaisseur (m)	Coefficient Rhéologique α	Module E_m/α à retenir (MPa)
Couche de Fondation	$\approx 242.0^{(1)}$	0.5/0.6	1/3	50
Formation « 1 » ⁽²⁾	241.3	0.7	1/2	14
Formation « 2 »	236.4	5.9	1/3	59
Formation « 3 »	234.6	1.8	2/3	39
Formation « 4 »	< 230	Infinie	1/3	100

⁽¹⁾ à définir en fonction de la cote altimétrique du niveau fini

⁽²⁾ Après purge de la terre végétale et des remblais potentiellement évolutifs.

- **Contrôle de mise en œuvre de l'arase/couche de fondation**

Des contrôles par essais à la plaque devront être effectués sur la couche de fondation des dallages. A titre indicatif, les valeurs minima suivantes seront retenues :

	Ev2 (MPa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (MPa/m)
Arase	Réception visuelle		
Couche de fondation	≥ 70	≤ 2	≥ 70

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai éventuelle.

ALPHA SOL CONCEPT ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

6 – DRAINAGE

Les modalités de drainage définies en phase G2 AVP (cf. ASC25.11.083.1) restent applicables → cf. rapport G2 AVP annexé.

7 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS

Les mesures de protection définies en phase G2 AVP (cf. ASC25.11.083.1) restent applicables → cf. rapport G2 AVP annexé.

8 – VERIFICATION DE LA TRANSCRIPTION DES PRECONISATIONS GEOTECHNIQUES SUR LES PLANS DE FONDATIONS

Le plan de fondation fournis, phase PRO indice 0, est daté du 18/07/2025, notons les transcriptions des préconisations géotechniques suivantes :

- Zone de sismicité : 2 → **Conforme**
- Catégorie de l'ouvrage : I → **A vérifier/valider par la Maîtrise d'œuvre**
- Classe de sol : B → **Conforme**
- Ancrage : mini 0.3 m dans la formation « 2 » *sables graveleux légèrement limoneux marron denses* → **Conforme**
- Encastrement mini/Terrain extérieur fini : 0.8 m → **Conforme**
- Contrainte de calcul à l'ELS : 0.3 MPa → **Conforme**
- Couche de forme sous dallage : 0.5/0.6 m sur géotextile anticontaminant → **Conforme**
- Critère de réception sur couche de forme : $EV2 > 50 \text{ MPa} / EV2/EV1 < 2 / Kw > 50 \text{ MPa}$ → **Conforme**

Remarque importante :

Il est recommandé, sur le plan de fondations, la réalisation de sondages complémentaires de reconnaissance de fondations de l'existant ⇒ à prévoir impérativement en phase exécution (mission G3) et/ou en phase G4

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC25.11.013.a/G »	28/07/2025	Page 21 sur 23
----------------------	------------------------------	------------	----------------

9 – CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G2 PRO hors phase DCE/ACT.

ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des différents intervenants pour la réalisation des études spécifiques et/ou complémentaires définies dans la norme dont copie est jointe, soit :

- Etude géotechnique de conception - phase DCE/ACT (G2 DCE/ACT) ;
- Etude et suivi d'exécution (G3) ;
- Supervision géotechnique d'exécution (G4).

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve de la définition et de la classification des missions géotechniques (Norme NFP 94.500) et des conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques.

Rapport réalisé à LIMAS, le 28 juillet 2025

L'Ingénieur chargé d'étude,	L'ingénieur en charge du contrôle interne,
Simon GUITTARD	Loïc SANZELLE

ANNEXES



Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géotechniques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société.

Le rapport géotechnique devient la propriété du client après paiement intégral du prix de la prestation. Le client devient alors responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuite judiciaire à l'encontre du contrevenant.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe,...), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. Conformément à la classification des missions géotechniques types, chaque mission ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution du projet.

En particulier :

- Une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante ;
- Une mission de sondages engage notre société sur la conformité des travaux aux documents contractuels et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- Une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part du projet décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- Une mission type G1 (ES+PGC), G2 AVP ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les dimensionnements, quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- Une mission type G2 PRO et/ou G2 ACT/DCE engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport : en particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (NFP 94.500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'Art.

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NORME NFP 94.500)

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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire esquisse APS	Etude 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
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude 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	Etude 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	Etude 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		
Etape 3 : Etude géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (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)	Etude 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	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de 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
A 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 géotechnique. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DDC/ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossiers 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)

**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 ET G4, DISTINCTES ET SIMULTANEEES)
ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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, valeur seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

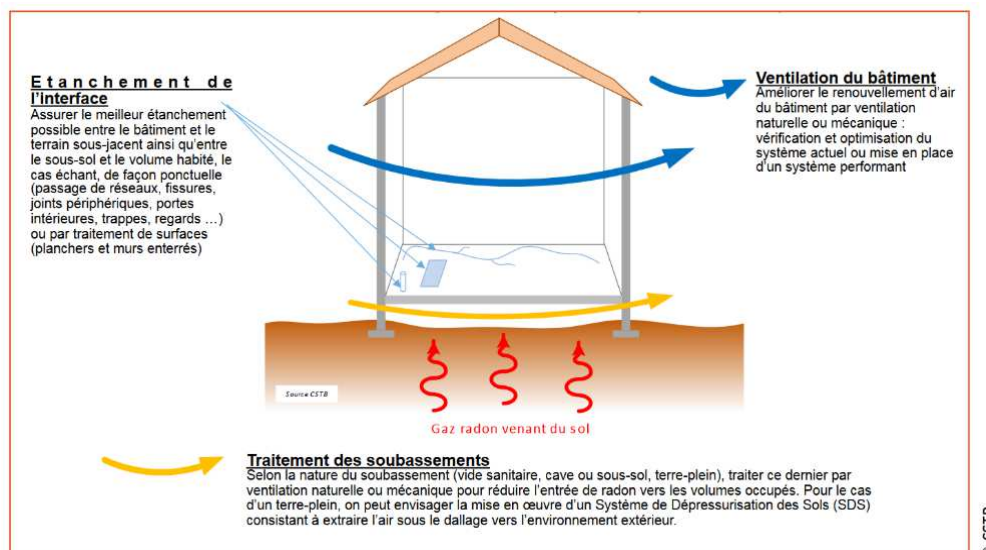
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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).

Les mesures courantes à mettre en œuvre vis-à-vis de ce risque, conformément aux recommandations de la DGS (Direction Générale de la Santé) et du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) sont les suivantes :

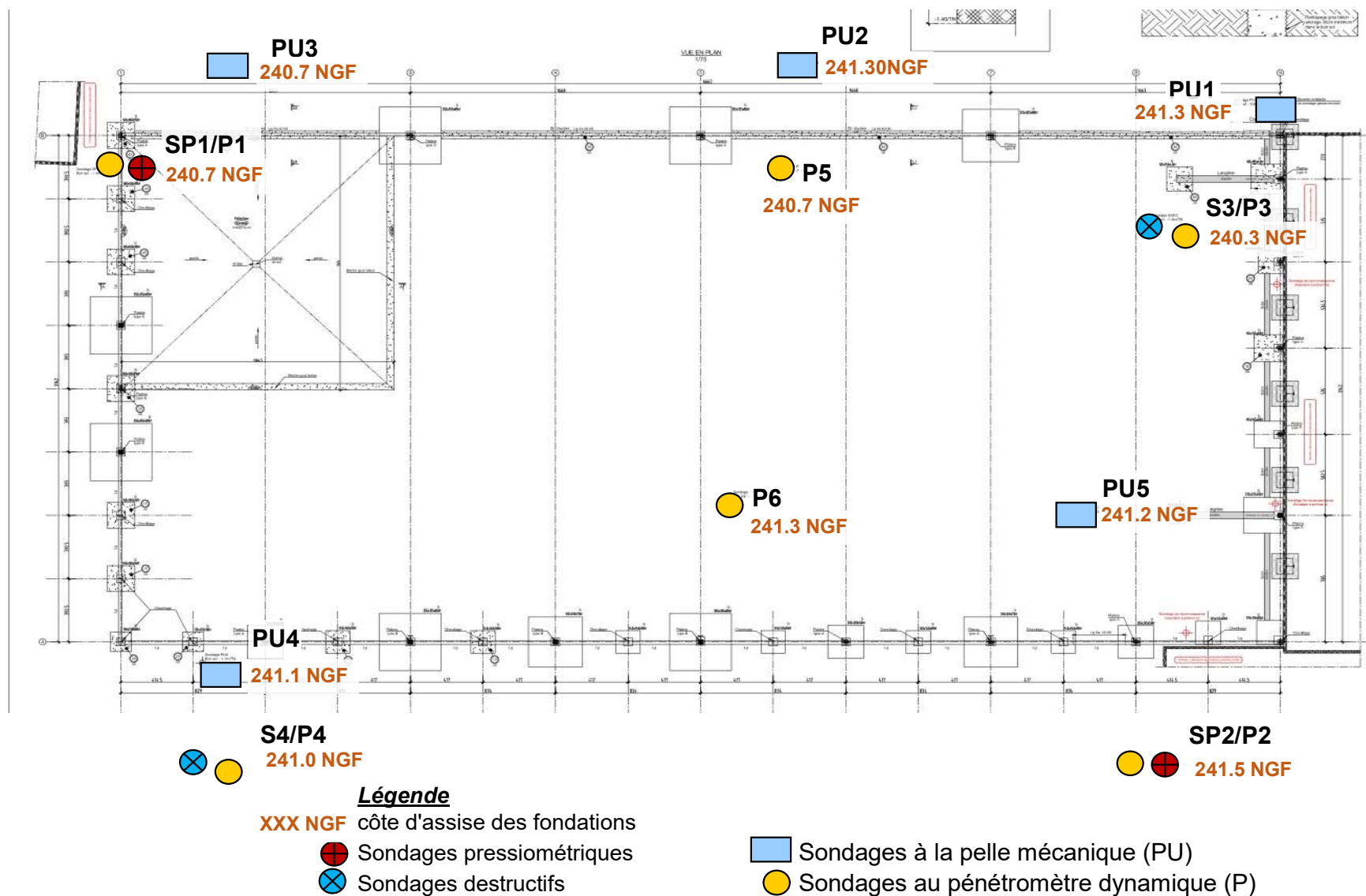
- Aération quotidienne du domicile par ouverture des fenêtres (minimum 10 minutes par jour),
- Installation et entretien d'un système de ventilation efficace,
- Assurer l'étanchéité du sol pour éviter le passage du radon → joints sols/murs, passages des réseaux, fissures éventuelles, ...,
- Mise en place d'une aération naturelle ou mécanique du soubassement de l'ouvrage (ouvertures des vides sanitaires/techniques, ventilation mécanique, mise en dépression, ...),
- ...



Le cas échéant, ces dispositions peuvent être précisées par mesure de l'activité volumique du radon.



PLAN DE FONDATION AVEC IMPLANTATION DES **SONDAGES**



Sans échelle



CALCUL FOXTA / MODULE FONSUP

- **Semelle isolée ($B = 3.25$ m) : Calculs de portance / Tassements**
- **Semelle isolée ($B = 1.6$ m) : Calculs de portance / Tassements**
- **Semelle isolée ($B = 2.05$ m) : Calculs de portance / Tassements**
- **Semelle isolée ($B = 1.85$ m) : Calculs de portance / Tassements**

Données

Titre du projet : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR A ST YAN (ENAC)

Numéro d'affaire : ASC25.11.013

Commentaires : semelle 3.25 x 3.25

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,50

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 3,25

Cote du TN initial Zini (m) : 242,50

Cote du TN final Zfin (m) : 242,50

Cote de base fondation Zd (m) : 241,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

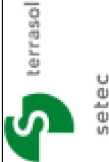
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couche 1		241,30	450,00	7200,00	0,50
2	Couche 2		236,40	1370,00	19700,00	0,33
3	Couche 3		234,50	1620,00	26100,00	0,67
4	Couche 4		230,00	1910,00	61400,00	0,33

Cas de charge

N°	Qd	Id	MB,d	ML,d	Combinaison
1	364,7	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:56:08
Calcul réalisé par : ALPHA BTP

Projet : Saint Yan semelle 3.25
Module : Fondsup

File : C:\Users\UTILIS~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\16348\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 25/07/2025 à 09h55
par : ALPHA BTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 241.00

Toit du terrain initial Zini 242.50

Toit du terrain final Zfin 242.50

Fondation rectangulaire :

largeur B 3.25
longueur L 3.25

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Sables et graves
Type de comportement : parfaitement frottantPoids volumique moyen du sol au dessus de Zd 0.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.39

Couche	base	pl*	EM
01	241.30	450.00	7200.00
02	236.40	1370.00	19700.00
03	234.50	1620.00	26100.00
04	230.00	1910.00	61400.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.50

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	242.50	450.00	7200.00
01	2	242.00	450.00	7200.00
01	3	241.50	450.00	7200.00
01	4	241.30	450.00	7200.00
02	5	241.30	1370.00	19700.00
02	6	240.80	1370.00	19700.00
02	7	240.30	1370.00	19700.00
02	8	239.80	1370.00	19700.00
02	9	239.30	1370.00	19700.00
02	10	238.80	1370.00	19700.00
02	11	238.30	1370.00	19700.00
02	12	237.80	1370.00	19700.00
02	13	237.30	1370.00	19700.00
02	14	236.80	1370.00	19700.00
02	15	236.40	1370.00	19700.00
03	16	236.40	1620.00	26100.00
03	17	235.90	1620.00	26100.00
03	18	235.40	1620.00	26100.00
03	19	234.90	1620.00	26100.00
03	20	234.50	1620.00	26100.00
04	21	234.50	1910.00	61400.00
04	22	234.00	1910.00	61400.00
04	23	233.50	1910.00	61400.00
04	24	233.00	1910.00	61400.00
04	25	232.50	1910.00	61400.00
04	26	232.00	1910.00	61400.00
04	27	231.50	1910.00	61400.00
04	28	231.00	1910.00	61400.00
04	29	230.50	1910.00	61400.00

04	30	230.00	1910.00	61400.00
04	31	230.00	1910.00	61400.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.69
Facteur de portance kp	1.17

Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-QP

Charge verticale V,d	364.70
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	10.56

Pression limite équiv. Ple	1383.02
Hauteur de calcul Hr	4.88

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1616.03

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	0.00
---	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	6184.52
--	---------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

TASSEMENTS

Coefficients de forme :	
Coefficient Lambda_c	1.10
Coefficient Lambda_d	1.12

Modules équivalents :	
Module E1	19700.00
Module E2	19700.00
Module E3,5	29054.06
Module E6,8	61400.00
Module Ec	19700.00
Module Ed	25137.78

Contrainte initiale sv0	0.00
-------------------------	------

Tassements (mm) :

Part volumique sc	0.27
Part déviatorique sd	0.37
Tassement total 10 ans	0.64



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:56:09
Calcul réalisé par : ALPHA BTP
Projet : Saint Yan semelle 3.25
Module : Fondsup

Données

Titre du projet : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR A ST YAN (ENAC)

Numéro d'affaire : ASC25.11.013

Commentaires : semelle 1.6 x 1.6

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,50

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,60

Cote du TN initial Zini (m) : 242,50

Cote du TN final Zfin (m) : 242,50

Cote de base fondation Zd (m) : 241,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

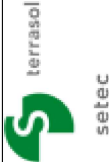
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couche 1		241,30	450,00	7200,00	0,50
2	Couche 2		236,40	1370,00	19700,00	0,33
3	Couche 3		234,50	1620,00	26100,00	0,67
4	Couche 4		230,00	1910,00	61400,00	0,33

Cas de charge

N°	Qd	δd	MB,d	ML,d	Combinaison
1	61,6	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:57:16
Calcul réalisé par : ALPHA BTP

Projet : Saint Yan semelle 1.6
Module : Fondsup

File : C:\Users\UTILIS~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\16348\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 25/07/2025 à 09h56
par : ALPHA BTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 241.00

Toit du terrain initial Zini 242.50

Toit du terrain final Zfin 242.50

Fondation rectangulaire :

largeur B 1.60
longueur L 1.60

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Sables et graves
Type de comportement : parfaitement frottantPoids volumique moyen du sol au dessus de Zd 0.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.39

Couche	base	pl*	EM
01	241.30	450.00	7200.00
02	236.40	1370.00	19700.00
03	234.50	1620.00	26100.00
04	230.00	1910.00	61400.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.50

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	242.50	450.00	7200.00
01	2	242.00	450.00	7200.00
01	3	241.50	450.00	7200.00
01	4	241.30	450.00	7200.00
02	5	241.30	1370.00	19700.00
02	6	240.80	1370.00	19700.00
02	7	240.30	1370.00	19700.00
02	8	239.80	1370.00	19700.00
02	9	239.30	1370.00	19700.00
02	10	238.80	1370.00	19700.00
02	11	238.30	1370.00	19700.00
02	12	237.80	1370.00	19700.00
02	13	237.30	1370.00	19700.00
02	14	236.80	1370.00	19700.00
02	15	236.40	1370.00	19700.00
03	16	236.40	1620.00	26100.00
03	17	235.90	1620.00	26100.00
03	18	235.40	1620.00	26100.00
03	19	234.90	1620.00	26100.00
03	20	234.50	1620.00	26100.00
04	21	234.50	1910.00	61400.00
04	22	234.00	1910.00	61400.00
04	23	233.50	1910.00	61400.00
04	24	233.00	1910.00	61400.00
04	25	232.50	1910.00	61400.00
04	26	232.00	1910.00	61400.00
04	27	231.50	1910.00	61400.00
04	28	231.00	1910.00	61400.00
04	29	230.50	1910.00	61400.00

04	30	230.00	1910.00	61400.00
04	31	230.00	1910.00	61400.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.69
Facteur de portance kp	1.26

Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-QP

Charge verticale V,d	61.60
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	2.56

Pression limite équiv. Ple	1370.00
Hauteur de calcul Hr	2.40

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1731.72

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	0.00
---	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	1606.24
--	---------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

TASSEMENTS

Coefficients de forme :	
Coefficient Lambda_c	1.10
Coefficient Lambda_d	1.12

Modules équivalents :	
Module E1	19700.00
Module E2	19700.00
Module E3,5	19700.00
Module E6,8	24139.44
Module E9,16	59646.28
Module Ec	19700.00
Module Ed	21538.59

Contrainte initiale sv0	0.00
-------------------------	------

Tassements (mm):

Part volumique sc	0.09
Part déviatorique sd	0.23
Tassement total 10 ans	0.32



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:57:18
Calcul réalisé par : ALPHA BTP
Projet : Saint Yan semelle 1.6
Module : Fondsup

Données

Titre du projet : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR A ST YAN (ENAC)

Numéro d'affaire : ASC25.11.013

Commentaires : semelle 2.05 x 2.05 m

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,50

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 2,05

Cote du TN initial Zini (m) : 242,50

Cote du TN final Zfin (m) : 242,50

Cote de base fondation Zd (m) : 241,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

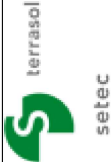
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couche 1		241,30	450,00	7200,00	0,50
2	Couche 2		236,40	1370,00	19700,00	0,33
3	Couche 3		234,50	1620,00	26100,00	0,67
4	Couche 4		230,00	1910,00	61400,00	0,33

Cas de charge

N°	Qd	δd	MB,d	ML,d	Combinaison
1	112,9	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:56:43
Calcul réalisé par : ALPHA BTP

Projet : Saint Yan semelle 2.05
Module : Fondsup

File : C:\Users\UTILIS~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\16348\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 25/07/2025 à 09h56
par : ALPHA BTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 241.00

Toit du terrain initial Zini 242.50

Toit du terrain final Zfin 242.50

Fondation rectangulaire :

largeur B 2.05
longueur L 2.05

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Sables et graves
Type de comportement : parfaitement frottantPoids volumique moyen du sol au dessus de Zd 0.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.39

Couche	base	pl*	EM
01	241.30	450.00	7200.00
02	236.40	1370.00	19700.00
03	234.50	1620.00	26100.00
04	230.00	1910.00	61400.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.50

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	242.50	450.00	7200.00
01	2	242.00	450.00	7200.00
01	3	241.50	450.00	7200.00
01	4	241.30	450.00	7200.00
02	5	241.30	1370.00	19700.00
02	6	240.80	1370.00	19700.00
02	7	240.30	1370.00	19700.00
02	8	239.80	1370.00	19700.00
02	9	239.30	1370.00	19700.00
02	10	238.80	1370.00	19700.00
02	11	238.30	1370.00	19700.00
02	12	237.80	1370.00	19700.00
02	13	237.30	1370.00	19700.00
02	14	236.80	1370.00	19700.00
02	15	236.40	1370.00	19700.00
03	16	236.40	1620.00	26100.00
03	17	235.90	1620.00	26100.00
03	18	235.40	1620.00	26100.00
03	19	234.90	1620.00	26100.00
03	20	234.50	1620.00	26100.00
04	21	234.50	1910.00	61400.00
04	22	234.00	1910.00	61400.00
04	23	233.50	1910.00	61400.00
04	24	233.00	1910.00	61400.00
04	25	232.50	1910.00	61400.00
04	26	232.00	1910.00	61400.00
04	27	231.50	1910.00	61400.00
04	28	231.00	1910.00	61400.00
04	29	230.50	1910.00	61400.00

04	30	230.00	1910.00	61400.00
04	31	230.00	1910.00	61400.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.69
Facteur de portance kp	1.23

Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-QP

Charge verticale V,d	112.90
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	4.20

Pression limite équiv. Ple	1370.00
Hauteur de calcul Hr	3.07

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1684.10

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	0.00
---	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	2564.28
--	---------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

TASSEMENTS

Coefficients de forme :

Coefficient Lambda_c	1.10
Coefficient Lambda_d	1.12

Modules équivalents :

Module E1	19700.00
Module E2	19700.00
Module E3,5	20560.78
Module E6,8	38260.88
Module E9,16	61400.00
Module Ec	19700.00
Module Ed	22563.10

Contrainte initiale sv0	0.00
-------------------------	------

Tassements (mm):

Part volumique sc	0.13
Part déviatorique sd	0.27
Tassement total 10 ans	0.40



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:56:44
Calcul réalisé par : ALPHA BTP
Projet : Saint Yan semelle 2.05
Module : Fondsup

Données

Titre du projet : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR A ST YAN (ENAC)

Numéro d'affaire : ASC25.11.013

Commentaires : semelle 1.85 x 1.85 m

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,50

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,85

Cote du TN initial Zini (m) : 242,50

Cote du TN final Zfin (m) : 242,50

Cote de base fondation Zd (m) : 241,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

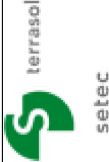
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Couche 1		241,30	450,00	7200,00	0,50
2	Couche 2		236,40	1370,00	19700,00	0,33
3	Couche 3		234,50	1620,00	26100,00	0,67
4	Couche 4		230,00	1910,00	61400,00	0,33

Cas de charge

N°	Qd	Id	MB,d	ML,d	Combinaison
1	101,0	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:55:37
Calcul réalisé par : ALPHA BTP

Projet : Saint Yan semelle 1.85
Module : Fondsup

File : C:\Users\UTILIS~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\16348\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 25/07/2025 à 09h54
par : ALPHA BTP

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd 241.00

Toit du terrain initial Zini 242.50

Toit du terrain final Zfin 242.50

Fondation rectangulaire :

largeur B 1.85
longueur L 1.85

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Sables et graves
Type de comportement : parfaitement frottantPoids volumique moyen du sol au dessus de Zd 0.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.39

Couche	base	pl*	EM
01	241.30	450.00	7200.00
02	236.40	1370.00	19700.00
03	234.50	1620.00	26100.00
04	230.00	1910.00	61400.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.50

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	242.50	450.00	7200.00
01	2	242.00	450.00	7200.00
01	3	241.50	450.00	7200.00
01	4	241.30	450.00	7200.00
02	5	241.30	1370.00	19700.00
02	6	240.80	1370.00	19700.00
02	7	240.30	1370.00	19700.00
02	8	239.80	1370.00	19700.00
02	9	239.30	1370.00	19700.00
02	10	238.80	1370.00	19700.00
02	11	238.30	1370.00	19700.00
02	12	237.80	1370.00	19700.00
02	13	237.30	1370.00	19700.00
02	14	236.80	1370.00	19700.00
02	15	236.40	1370.00	19700.00
03	16	236.40	1620.00	26100.00
03	17	235.90	1620.00	26100.00
03	18	235.40	1620.00	26100.00
03	19	234.90	1620.00	26100.00
03	20	234.50	1620.00	26100.00
04	21	234.50	1910.00	61400.00
04	22	234.00	1910.00	61400.00
04	23	233.50	1910.00	61400.00
04	24	233.00	1910.00	61400.00
04	25	232.50	1910.00	61400.00
04	26	232.00	1910.00	61400.00
04	27	231.50	1910.00	61400.00
04	28	231.00	1910.00	61400.00
04	29	230.50	1910.00	61400.00

04	30	230.00	1910.00	61400.00
04	31	230.00	1910.00	61400.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.69
Facteur de portance kp	1.24

Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-QP

Charge verticale V,d	101.00
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	3.42

Pression limite équiv. Ple	1370.00
Hauteur de calcul Hr	2.78

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1703.59

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	0.00
---	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	2112.51
--	---------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

TASSEMENTS

Coefficients de forme :

Coefficient Lambda_c	1.10
Coefficient Lambda_d	1.12

Modules équivalents :

Module E1	19700.00
Module E2	19700.00
Module E3,5	19743.62
Module E6,8	32082.01
Module E9,16	61400.00
Module Ec	19700.00
Module Ed	22062.01

Contrainte initiale sv0	0.00
-------------------------	------

Tassements (mm) :

Part volumique sc	0.13
Part déviatorique sd	0.29
Tassement total 10 ans	0.42



FoXta v3
v3.3.6

Imprimé le : 25/07/2025 - 09:55:38
Calcul réalisé par : ALPHA BTP
Projet : Saint Yan semelle 1.85
Module : Fondsup



ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET
MISSION G2AVP

**PROJET DE CONSTRUCTION
D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN (SITE ENAC)**



**Etude géotechnique de conception
Phase Avant-projet + G5 partielle
Rapport**

ALPHA SOL CONCEPT

174, allée de Riottier

69400 LIMAS

Tél. 04 74 68 20 02 – 07 78 39 00 94

RCS VILLEFRANCHE-TARARE 797 603 944

SIRET : 797 603 944 000 45

Code APE : 7112 B - N°TVA intracommunautaire : FR24797603941

ASC24.11.083.1.a/G

MAITRE D'OUVRAGE

ENAC

7 AVENUE EDOUARD BELIN

31055 TOULOUSE

ARCHITECTE - MAITRE D'ŒUVRE

ALIX ET DELHAYE ATELIER D'ARCHITECTURE

79 PLACE DE LA GARE

73000 CHAMBERY

Etude géotechnique de conception

Phase Avant-projet

Le présent dossier, qui constitue un ensemble indissociable, comporte :

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 23 pages comprenant :
 - l'enchaînement et la classification des missions géotechniques types (NFP 94-500 novembre 2013)
 - les recommandations DGS et CSTB vis-à-vis du risque Radon
 - les coupes des sondages à la pelle
 - les résultats des sondages pressiométriques
 - les coupe du sondage destructif en tarière
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - les résultats des essais de laboratoire
 - le schéma d'implantation des sondages

Affaire : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE – 635 RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN (SITE ENAC)	Date : 12/03/25	
N° dossier : ASC24.11.083.1	Indice : a	
Agence de LIMAS, le chargé d'étude	S. GUITTARD	
Contrôle interne	I. GALLOIS	

Sommaire

1 – CADRE DE L'ETUDE.....	5
1.1 - GENERALITES.....	5
1.2 - MISSIONS G2 AVP + G5 PARTIELLE.....	5
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS (ESQUISSE ALIX ET DELHAYE DE NOVEMBRE 2024)	7
1.4 - NORMES ET REGLES DE PRE-DIMENSIONNEMENT UTILISEES	7
2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET	8
2.1 - DESCRIPTION DU PROJET	8
2.2 - DESCENTES DE CHARGES APPORTEES PAR L'OUVRAGE.....	9
2.3 - ADMISSIBILITE DE L'OUVRAGE PROJETE AUX DEFORMATIONS	9
2.4 - CHAUSSEES/VOIRIES/PARKINGS.....	9
2.5 - AMENAGEMENTS EXTERIEURS/OUVRAGES ANNEXES.....	10
2.6 - DESCRIPTION DU SITE	10
2.7 - GEOLOGIE LOCALE	11
2.8 - SITUATION DU PROJET VIS-A-VIS DES RISQUES NATURELS	12
2.9 - CONTEXTE SISMIQUE	13
2.10 - AVOISINANTS/MITOYENS	13
3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS.....	14
3.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	14
3.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE.....	15
4 – SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS.....	15
4.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	15
4.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE.....	17
4.3 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	18
4.4 - RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	19
4.5 - MESURES DE PERMEABILITE	20
4.6 - CONDITIONS DE FONDATIONS DE L'EXISTANT/DES EXISTANTS	20
5 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE.....	21
6 – TERRASSEMENTS.....	22
6.1 - DEBLAI.....	22
6.2 - REMBLAI	23
6.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	24
7 – PRINCIPE ET PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS.....	26
7.1 - FONDATIONS SUPERFICIELLES	26
7.2 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	28
8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS	29
8.1 - TYPE DE NIVEAUX BAS	29
8.2 - DALLAGES SUR TERRE-PLEIN (ZONES DE STOCKAGES)	30
8.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	31
9 – DRAINAGE	32
10 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS.....	32
11 – CONCLUSIONS.....	33

1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction d'un bâtiment de stockage sur le site de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 635 rue Louis Notteghem à SAINT-YAN.

Elle est réalisée à la demande et pour le compte de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile.

Elle fait suite à notre devis du 20/11/2024 et à la commande du 22/11/2024.

Les différents intervenants connus sur cette opération sont les suivants :

Maitre d'ouvrage	ENAC, Mme LACAVE
Maître d'œuvre/architecte	ALIX ET DELAHAYE ATELIER D'ARCHITECTURE
BET Structure	NC
Bureau de contrôle	NC

1.2 - Missions G2 AVP + G5 partielle

Conformément à la demande du client, l'étude a été menée pour permettre :

- de définir la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) ;
- **de reconnaître les conditions de fondations de l'ouvrage existant → zones exemptes de réseaux et accessibles ;**
- de définir les types de fondations adaptées au projet et d'en effectuer le pré-dimensionnement (contraintes de calcul à l'ELU et l'ELS, tassements) ;
- de définir le risque lié à la présence d'argiles potentiellement gonflantes et de préconiser en conséquence le traitement des niveaux bas ;
- de définir le principe de traitement des niveaux bas ;
- de définir, le cas échéant, les modalités de réalisation des dallages et d'effectuer le pré-dimensionnement de leur couche de fondation ;
- de proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse et de fouilles de fondations (en fonction notamment de la tenue des formations et de la stabilité des ouvrages avoisinants) ;

- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- de définir la perméabilité des formations superficielles au droit de la zone investiguée et de proposer un ouvrage d'infiltration des Eaux Pluviales ;
- de proposer des solutions constructives dans le cadre :
 - des ouvrages enterrés sans pré-dimensionnement (stabilité, étanchéité, ...) ;
 - des ouvrages en terre sans pré-dimensionnement (mise en œuvre des remblais, stabilité des talus de déblais et de remblais) ;
 - des plates-formes support de voirie, de parkings, de dallage (traitement, modalités et critères de réception, ...) ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis à vis des conditions sismiques du site.

A partir des définitions de la norme NFP 94.500 de novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G2 AVP (étude géotechnique de conception - phase Avant-Projet) hors première approche des quantités + G5 partielle limitée à la reconnaissance des conditions de fondations de l'existant.

Notons qu'il était prévu de ne pas étudier dans le cadre de cette mission :

- le diagnostic géotechnique complet de l'ouvrage existant (mission G5 dédiée à réaliser le cas échéant) ;
- les ouvrages annexes éventuels et les aménagements extérieurs (voiries, parkings, soutènements, bassins de rétention, bassins d'orage, noues, ...) ;
- les missions G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4 selon l'enchaînement de la norme NFP 94-500.

1.3 - Documents fournis (esquisse ALIX ET DELHAYE de novembre 2024)

- Plan de situation/cadastral
- Plans état des lieux au 1/500^{ème} / au 1/300^{ème}
- Plan de masse au 1/500^{ème} / au 1/300^{ème}
- Plan de l'extension au 1/300^{ème}
- Plan coté au 1/300^{ème}
- Coupes générales au 1/200^{ème}
- Façades au 1/200^{ème}

Aucun autre document ne nous a été communiqué dans le cadre de la présente étude.

1.4 - Normes et règles de pré-dimensionnement utilisées

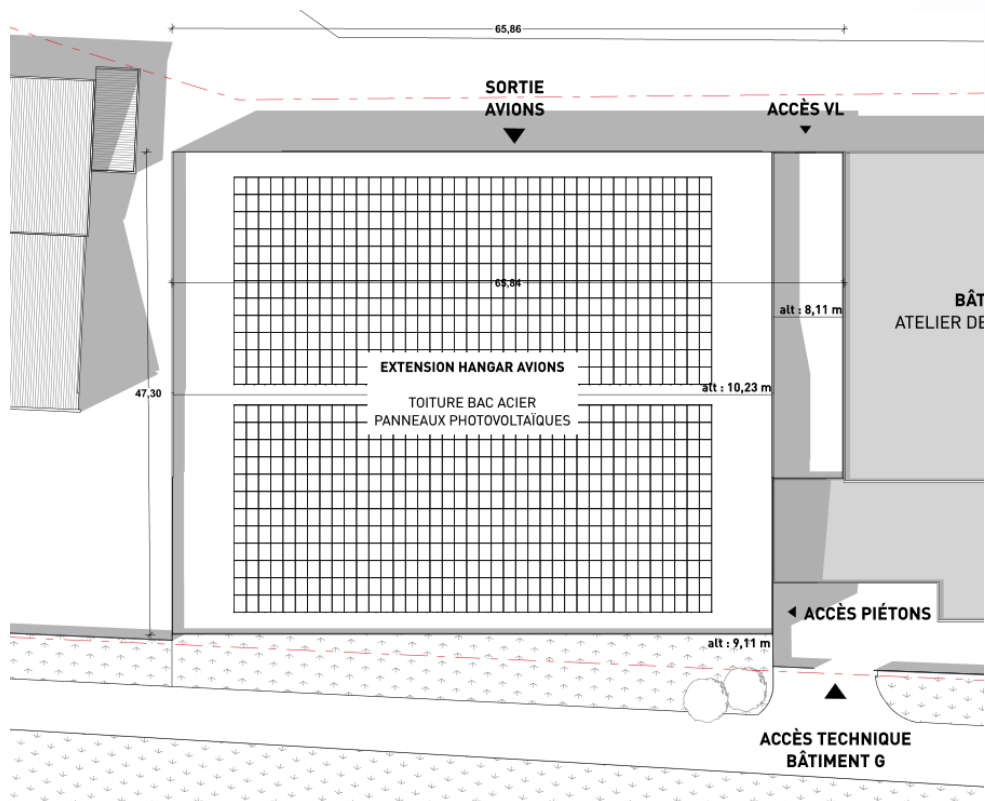
- Norme NFP 94.500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications
- Catalogue des structures types de chaussées neuves de 1998 (SETRA-LCPC)
- D.T.U. 13.3 dallages
- Eurocode 7 – Calcul Géotechnique – Norme NFP 94.251-1
- D.T.U. 13.12 fondations superficielles et Eurocode 7 – Norme NFP 94.261
- Normes AFNOR concernant les différents essais de reconnaissance et en laboratoire (essais pressiométriques NFP 94-110-1 ; sondages au pénétromètre dynamique type B NFP 94-115, ...)

2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

2.1 - Description du projet

Ce projet concerne la construction d'un bâtiment d'hangar à avions d'environ 2800 m² d'emprise au sol sur un niveau sur le site de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 635 rue Louis Notteghem à SAINT-YAN.

La structure sera du type ossature béton + charpente métallique.



Altitude du niveau bas :

La cote altimétrique du niveau bas (fini) ne nous a pas été communiquée. Elle est a priori proche du niveau du terrain naturel ⇒ à vérifier/modifier impérativement par la Maîtrise d'Œuvre pour valider les solutions de fondations/traitements des niveaux bas fournies dans le présent document.

2.2 - Descentes de charges apportées par l'ouvrage

Le projet étant au niveau esquisse, aucune estimation de descentes de charges ne nous a été communiquée pour l'élaboration de ce rapport. Il conviendra de vérifier que les solutions proposées sont compatibles avec les descentes de charges de l'ouvrage. Dans le cas contraire, les conclusions de notre rapport devront éventuellement être modifiées.

2.3 - Admissibilité de l'ouvrage projeté aux déformations

Fondations : En l'absence d'information sur l'admissibilité des déformations sous les fondations projetées, les valeurs seuils suivantes ont été retenues pour le pré-dimensionnement (à vérifier/modifier le cas échéant par le BET structure) :

- Tassements absolus sous fondations : 1.0 cm maxi ;
- Tassements différentiels des fondations : 5/10 000^e maxi.

Dallage : Aucune information ne nous a été communiquée concernant d'éventuelles prescriptions particulières (DPM) ; dans ce cadre les valeurs seuils définies par le DTU 13.3 (6.2) ont été retenues à ce stade :

- Déformation absolue maximale admissible par le dallage

$$W_{absolu} = MIN \left(\frac{L_1}{2000} + 20 ; 30 \right)$$

- Déformation différentielle maximale admissible par le dallage :

$$W_{différentiel} = MIN \left(\frac{L_2}{2000} + 10 ; 20 \right)$$

Avec :

L_1 : plus petit côté du plus petit rectangle enveloppe de l'ouvrage (mm)

L_2 : distance entre deux points quelconques (mm)

Il conviendra de vérifier la compatibilité entre les solutions techniques fournies et les tassements estimés associés et les tassements admissibles par l'ouvrage afin de valider le pré-dimensionnement fourni.

2.4 - Chaussées/voiries/parkings

Etude hors mission.

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC24.11.083.1.a/G »	12/03/2025	Page 9 sur 34
----------------------	--------------------------------	------------	---------------

2.5 - Aménagements extérieurs/ouvrages annexes

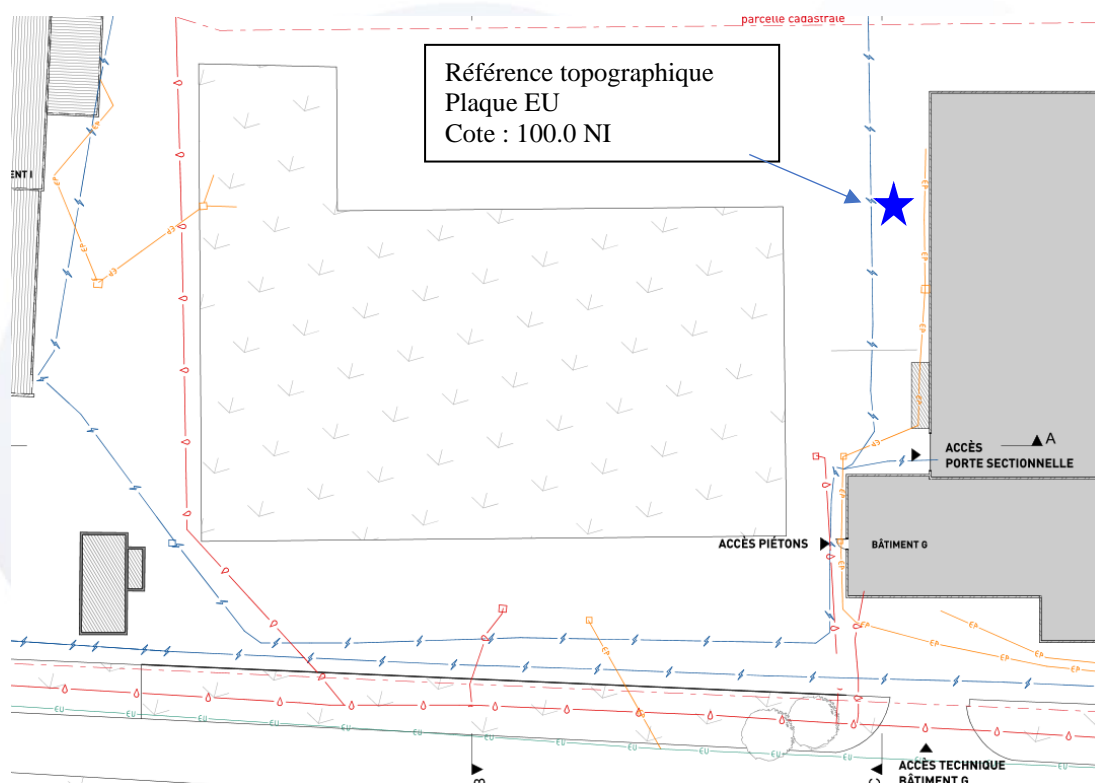
Le projet peut éventuellement comporter des aménagements extérieurs (bassins de rétention/d'orage, noues, réseaux, ...) et des ouvrages annexes (soutènements, murs de clôture, ...) ⇒ études géotechniques hors mission (ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés).

2.6 - Description du site

Lors de notre intervention, le site se présentait sous la forme d'un terrain enherbé et recouvert d'enrobé. Il était normalement accessible et sensiblement plat.

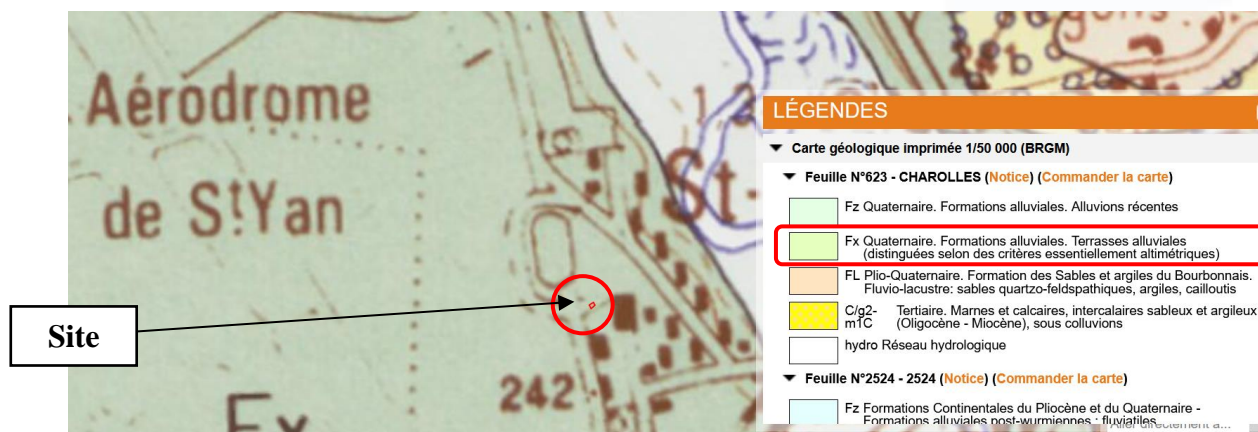
D'après la carte IGN, l'altitude du terrain au droit du projet se situe vers 240 NGF.

Nota : en l'absence de plan topographique, l'altitude de référence 100.0 NI (Nivellement Indépendant) permettant le relevé des sondages a été prise égale à celle du niveau supérieur d'un regard EU (voir schéma ci-dessous et schéma d'implantation annexé). **Ces altitudes ne sont pas rattachées au NGF ⇒ à rattacher impérativement au NGF par un géomètre lors de l'élaboration du plan topographique.**



2.7 - Géologie locale

Au droit du projet et en référence à la carte géologique au 1/50 000^e (feuille de CHAROLLES), la géologie est constituée des alluvions de la Loire. Elle est surmontée par de possibles remblais liés à l'aménagement du site.



Notons les risques spécifiques liés :






- à la possible hétérogénéité lithologique du site compte tenu du contexte alluvial présumé ;
- à la présence possible de remblais anthropiques liés au contexte « urbain » de la parcelle ;
- à la présence possible de vestiges anthropiques enterrés (fondations, dalles, maçonnerie, ...) et/ou de fouilles/tranchées remblayées de façon précaire et pouvant générer des risques de tassements différentiels sous dallage et de risques d'approfondissement/disparition des niveaux porteurs ;
- à la présence possible de zones ayant fait l'objet (ou devant faire) de **fouilles archéologiques**. Ces fouilles correspondent à des zones non répertoriées pouvant présenter des **surépaisseurs de formations remaniées/remblayées** de faibles caractéristiques mécaniques ⇒ le cas échéant un plan détaillé de localisation des fouilles archéologiques devra être fourni pour une meilleure appréhension des risques liés aux excavations (surprofondeurs de fondations, éboulement, ...) ;
- à la présence éventuelle de polluants naturels ou anthropiques dans les sols et/ou dans la nappe ⇒ diagnostic hors mission à prévoir le cas échéant ;
- ...

2.8 - Situation du projet vis-à-vis des risques naturels



Argiles - inondation - radon - cavités - mouvements de terrain

Ci-dessous un tableau synthétique des risques naturels recensés au niveau du projet étudié (informations disponibles sur georisque.gouv.fr) :

Type de risque	Niveau de risque
 Retrait/gonflement des sols argileux	<p>Aléa moyen</p> <p>Nombre d'arrêtés cat-nat « sécheresse » pris sur la commune : 1</p> <p>Risques modérés</p>
 Inondation	<p>La commune de Saint-Yan est soumise au Plan de Prévention des Risques Inondation Loire. → à confirmer par les services préfectoraux</p>
 Radon	<p>Potentiel de catégorie : 1</p> <p>Potentiel faible</p> <p>Cf. annexe Recommandations DGS et CSTB</p>
 Cavités	<p>Hors zone de risque</p> <p>Plan de prévention : non</p> <p>Présence de cavité dans un rayon de 500 m : non</p>
 Mouvements de terrain	<p>Hors zone de risque</p> <p>Plan de prévention : non</p> <p>Présence de mouvements de terrain dans un rayon de 500 m : non</p>

2.9 - Contexte sismique

D'un point de vue sismique et selon les Eurocodes 8, on retiendra :

Zone de sismicité	2 - Aléa faible
Accélération du sol a_{gr}	0.7 m/s²
Classification du sol	B
Paramètre S	1.35
Catégorie de l'ouvrage (*)	II
Coefficient d'importance γ_I (*)	1.0
Coefficient d'amplification topographique S_T	1.0
Classe de ductibilité	<i>A définir par le BET Structure</i>

(*) : A vérifier/valider par la Maîtrise d'Œuvre.

2.10 - Avoisinants/Mitoyens

La zone d'influence géotechnique, notée ZIG, correspond à un volume de terrain en interaction avec le projet (aussi bien durant sa conception/sa construction que durant son exploitation) et/ou les terrassements associés et son environnement (ouvrages, voiries, limites de propriété, réseaux, ...). L'ampleur de la ZIG est propre à chaque ouvrage et à chaque projet.

Compte tenu de la définition du projet, des sols en place et des terrassements envisagés, la ZIG s'étend à une distance de 5.0/10.0 m autour de l'ouvrage projeté.

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : **Bâtiments de type hangar au Nord au Sud \Rightarrow en ZIG ;**
- Voiries : **Voiries du site de l'ENAC \Rightarrow en ZIG ;**
- Réseaux : Associés aux bâtiments, aux voiries et aux réseaux existants.

3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Compte tenu des recommandations sur la consistance des investigations géotechniques de l'union syndicale géotechnique, de notre bonne connaissance préalable du site et du niveau de complexité de l'adaptation au sol de l'ouvrage, le programme d'investigations suivant a été mis en œuvre :

3.1 - Reconnaissances in situ

- 5 sondages à la pelle (PU1 à PU5) pour :
 - la vérification de l'homogénéité du site,
 - l'identification des formations superficielles,
 - la recherche de la géométrie des fondations existantes en PU1 → *zones accessibles et exemptes de réseaux*,
 - la réalisation d'essais d'infiltration in situ (type MATSUO) en PU2 et PU3,
 - le prélèvement d'échantillons (remaniés).

 - 2 sondages pressiométriques au tricône (SP1 et SP2) pour :
 - l'identification des formations en profondeur,
 - la réalisation d'essais in situ (détermination des pressions limites et modules pressiométriques),
 - l'étalonnage des sondages pénétrométriques,
 - le prélèvement d'échantillons.
- Nota : Ce forage a été réalisé avec enregistrement des paramètres de foration (vitesse d'avancement, couple, pression sur l'outil, ...).
-
- 2 sondages destructifs paramétrés (S3 et S4) pour :
 - préciser la nature, le niveau et les caractéristiques relatives des différentes couches,
 - vérifier l'homogénéité du site (notamment niveau et caractéristiques des différentes formations).

Nota : Ce forage a été réalisé avec enregistrement des paramètres de foration (vitesse d'avancement, couple, pression sur l'outil, ...).

▪ 6 sondages au pénétromètre dynamique (P1 à P6) pour :

- l'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons,
- la vérification de l'homogénéité du site.

Nota : Ces sondages ont été descendus au refus rencontré entre 2.8 et 8.2 m ou arrêtés à 9.8 m (en P1)

L'implantation des différents sondages et essais in situ figure sur le schéma d'implantation annexé.

Les résultats des différents sondages et essais in situ sont annexés.

3.2 - Essais en laboratoire

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés :

- 1 identification GTR92 (analyse granulométrique, valeur au bleu de méthylène, ...) pour le classement des sols des futures PST sous voiries/dallages ;
- 1 essai de poinçonnement IPI sur échantillons remaniés compactés à l'énergie Proctor Normal pour l'estimation de l'état hydrique des matériaux / de la portance des futures PST sous voiries.

Les résultats sont annexés et fournis dans le texte.

4 – SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

4.1 - Synthèse géotechnique

L'examen de l'ensemble des résultats nous permet de dresser la coupe schématique suivante :

- *Formation « 1 » - Terre végétale/enrobés avec couche de forme sablo-graveleuses puis remblais limoneux, sableux et graveleux à blocs et déchets de construction (briques, tuiles, ...)*
- *Formation « 2 » - Sables graveleux légèrement limoneux marron clairs, marron ocre denses*
- *Formation « 3 » - Passages argilo-sableux gris peu à moyennement fermes*
- *Formation « 4 » - Sables graveleux marron denses à très denses*

Le niveau du toit des formations relevé au droit des principaux sondages est repris ci-après :

Sondages		SP1/P1	S2/P2	S3/P3	S4/P4	P5	P6
Altitudes NI		100.2	100.2	100.0	100.3	100.0	100.2
Formation N°2	Prof (m/TN)	1.4	0.6	1.6	0.8	≈ 1.2	≈ 0.8
	NI	98.8	99.2	98.4	99.5	≈ 98.8	≈ 99.4
Formation N°3	Prof (m/TN)	6.0	6.2	5.8	6.0	≈ 5.9	≈ 6.1
	NI	94.2	94.0	94.2	94.3	≈ 94.1	≈ 94.1
Formation N°4	Prof (m/TN)	7.4	8.0	8.3	8.0	≈ 7.4	≈ 7.6
	NI	92.8	92.2	91.7	92.3	≈ 92.6	≈ 92.6

Sondages		PU1	PU2	PU3	PU4	PU5
Altitudes NGF		100.0	99.8	100.0	100.3	100.2
Formation N°2	Prof (m/TN)	0.6	0.7	1.2	1.1	0.9
	NI	99.4	99.1	98.8	99.2	99.3
Formation N°3	Prof (m/TN)	> 1.6	> 1.8	> 1.7	> 1.5	> 1.3
	NI	< 98.4	< 98.0	< 98.3	< 98.8	< 98.9
Formation N°4	Prof (m/TN)	-	-	-	-	-
	NI	-	-	-	-	-

4.2 - Synthèse géomécanique

L'interprétation des différentes valeurs mesurées sur le site nous permet de dresser le tableau de synthèse ci-dessous. Celui-ci a notamment pour but de fixer les hypothèses à retenir dans les calculs de pré-dimensionnement des ouvrages.

Couche	Limite inférieure de la couche (m/TN)	Résistance de pointe dynamique Qd (MPa)	Pression limite P _l (MPa)	Module pressiométrique E _M (MPa)	Coefficient Rhéologique α
Formation « 1 »	0.6/1.4	1 à 30*	0.76	7.2	1
Formation « 2 »	5.8/6.2	5 à > 30	0.91 à 3.69	7.2 à 62.9	1/3
Formation « 3 »	7.4/8.3	1.5 à 21	1.62	26.1	2/3
Formation « 4 »	> 11.5	3 à > 30	1.62 à > 4.00	29.6 à 136.7	1/3

*Valeur au sein du complexe enrobé + couche de forme sablo-graveleuse.

Notons :

- La présence sous l'horizon superficiel constitué de terre végétale ou d'enrobés avec couche de forme sablo-graveleuses puis de remblais sablo-limoneux à blocs et déchets de construction (briques, tuiles, ...) \Rightarrow formation « 1 » d'un horizon de sables graveleux légèrement limoneux marron denses \Rightarrow formation « 2 » ;
- La présence, vers 7.4/8.3 m/TN d'un passage sableux et argileux aux caractéristiques mécaniques faibles à moyennes \Rightarrow formation « 3 », puis, d'un horizon de sables graveleux marron denses à très denses \Rightarrow formation « 4 » ;
- Les possibles variations significatives de niveaux des différents horizons entre points de sondages ;
- ...

Rappelons que les sondages destructifs ne permettent qu'une précision approximative d'environ 0.5 m sur les coupes fournies liée au délai de remontée des cuttings en surface.

Par ailleurs, les sondages sont des relevés ponctuels et de ce fait, des variations latérales de lithologie sont possibles (anomalie localisée non décelée). Seule la multiplication des points d'investigation pourrait permettre de limiter ce risque sans pouvoir l'annihiler totalement.

ALPHA SOL CONCEPT se tient à disposition pour réaliser cette prestation complémentaire.

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC24.11.083.1.a/G »	12/03/2025	Page 17 sur 34
----------------------	--------------------------------	------------	----------------

4.3 - Synthèse hydrogéologique

Des venues d'eau ont été relevées aux profondeurs suivantes lors de la campagne de reconnaissance (05 et 06 décembre 2024). De même des niveaux d'eau ont été mesurés en fin de journée d'intervention :

Sondages		SP1	SP2	S3	S4
Altitudes NI		100.2	100.2	100.0	100.3
Venue d'eau	Prof (m/TN)	3.7	4.0	4.5	5.0
	NI	96.5	96.2	95.5	95.3
Niveau d'eau	Prof (m/TN)	3.6	3.6	3.7	3.7
	NI	96.6	96.6	96.3	96.6

Notons que ces niveaux ne sont pas stabilisés et sont donc susceptibles de varier dans des proportions importantes en fonction des conditions météo.

Seul un suivi piézométrique sur une période minimum de 1 an permettrait de déterminer l'amplitude de ses variations. ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des concepteurs pour réaliser ce suivi dans le cadre d'une mission complémentaire.

Il conviendra de vérifier auprès des services compétents :

- le niveau d'inondabilité éventuelle potentielle du site,
- les niveaux EB, EH, EE (voir DTU 14.1).

Notons enfin, compte tenu de la nature des sols superficiels, une possibilité de présence épisodique de nappes superficielles d'imbibition.

4.4 - Résultats des essais en laboratoire

Classification GTR :

Deux classification GTR 92 a été menée sur les formations superficielles du site (formations « 1 » et « 2 »). Ses résultats sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondages	PU2
Prof/TN	0.7/1.0 m
Nature	Sables graveleux lgt limoneux
Teneur en eau W	7.2 %
Dmax	40.0 mm
Passant à 2 mm	43.6 %
Passant à 80 µm (fines)	16.0 %
Valeur au bleu (VBS)	1.3
Valeur d'IPI (Indice Portant Immédiat)	15.2
Classe GTR 92	B5 m

Portance de la PST :

Au droit du prélèvement en PU2, les sols constitutifs de la PST sont de type « **B5 m** » au sens du GTR 92 après décapage de la formation « 1 ».

Il s'agit de sols sensibles à l'eau au sens du GTR92 (*changement brutal de consistance pour de faibles variations de teneur en eau/s'ils changent de teneur en eau*).

La valeur d'IPI de 15.2 permet de définir une portance de type « **PST2-AR1** » après décapage de la formation « 1 ».

Dans le cas de conditions météorologiques défavorables, la portance de la PST pourra chuter en « PST0-AR0 » → traficabilité des engins non-assurée.

Elle nécessitera alors un traitement spécial de type clouage, purge/substitution, drainage, couche de forme épaisse, fossés profonds, ..., permettant de reclasser la plateforme en « PST1-AR1 » minima.

4.5 - Mesures de perméabilité

Les essais de perméabilité, réalisés sur les franges de profondeur indiquées ont fourni les résultats suivants :

Sondage	Frange de profondeur (m)	K (m.s ⁻¹)	K (mm/h)
PU2	1.2 /1.8	1.5 x 10 ⁻⁴	540
PU3	1.2 /1.7	1.7 x 10 ⁻⁴	612

Ce résultat met en évidence une perméabilité relativement importante cohérentes avec la nature sablo-graveleuses de la formation mesurée.

Rappelons que cet essai, en l'absence de nappe, ne permet de déterminer que la perméabilité locale, dont la valeur peut être nettement différente de la perméabilité en grand.

Compte tenu de la perméabilité mesurée, un système d'infiltration des eaux pluviales (puits perdus, bassin, ...) au sein des graves sableuses pourra être envisagée.

L'ouvrage d'infiltration des eaux pluviales devra être dimensionné en phase projet en fonction des surfaces imperméabilisées, de la pluie de retour prise en compte, ...

4.6 - Conditions de fondations de l'existant/des existants

Les résultats du sondage à la pelle PU1 permettent de dresser le profil schématique suivant :

SONDAGE PU1 cote 100.0 NI

- Type de fondation : a priori isolée en béton
- Soubassement : longrine + fût béton
- Encastrement fondations/TN ext. : 1.4 m soit 98.6 ➔ *Garde au gel assurée*
- Epaisseur fondations : 0.65 m
- Débord fondations : 0.70 m par rapport au mur
- Formation d'ancrage : formation « 2 »

La coupe schématique de ce sondage est donnée en annexe.

ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition du Maître d'Ouvrage pour étudier les éventuelles interactions (terrassement/fondations) entre le projet et les fondations de l'existant. dans le cadre d'une mission spécifique G5 ou globale G2 PRO (étude géotechnique de conception-Phase Projet).

5 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence un site au contexte géotechnique globalement favorable, marqué par la présence, vers 0.6/1.4 m, d'un horizon présentant de bonnes caractéristiques mécaniques \Rightarrow formation « 2 ».

Compte tenu de ce qui précède et de la définition du projet (implantation, typologie, ...), les solutions de fondations/traitements des niveaux bas suivantes devraient pouvoir être envisagées :

- fondations superficielles par semelles filantes ou isolées ancrées dans la formation « 2 » : *Sables graveleux légèrement limoneux marron denses*,
- dallages sur terre-plein/dalles portées/plancher sur vide sanitaire (selon l'admissibilité des déformations/tassements pour leur exploitation).

Remarque : En l'absence de renforcement de sol, une solution de dallage sur terre-plein conduira à des tassements plus ou moins importants en fonction des surcharges uniformément réparties projetées et de la présence d'un éventuel remblai de mise à niveau/surélévation sur l'ensemble de la parcelle.

L'ordre de grandeur des tassements prévisibles a été estimé de la façon suivante :

Zone de calcul	Remblais de surélévation (m)	Surcharge d'exploitation (kPa)	Surcharge liée au dallage en béton (kPa)	Tassements estimés (cm)
SP1/P1	Néant	10	0.2 m x 25 kN/m ³ soit 5 kPa	≤ 1.0
S2/P2	Néant	10		≤ 1.0

Remarques importantes :

- Un encastrement minimal de – 0.8 m/Terrain Extérieur Fini devra impérativement être respecté \Rightarrow côte hors gel / encastrement minimum requis en zone d'aléa faible vis-à-vis du retrait gonflement ;
- Les éventuels remblais de surélévation du terrain naturel contigus ou sous les ouvrages et notamment dissymétriques seront à **éviter** (tassements différentiels, frottements négatifs sur les fondations, perte de capacité portante des fondations, ...) \Rightarrow **privilégier les ouvrages de type terrasses portées sur vide technique, ... ;**
- Les sous-sols partiels et/ou niveaux décalés induisent des risques aggravants de désordres ; **les unités différemment chargées et/ou présentant des niveaux bas différents devront impérativement être séparées par des joints de fractionnement, y compris au niveau des fondations ou de dilatation selon le cas ;**
- L'ouvrage devra être particulièrement rigidifié (fondations armées, chaînages hauts, bas, longrines, raidisseurs verticaux, ...) pour pallier d'éventuels tassements différentiels.

6 – TERRASSEMENTS

6.1 - Déblai

A priori sans objet hormis la réalisation des fouilles de fondations et des longrines. Si tel n'est pas le cas, ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés (instabilité, ...).

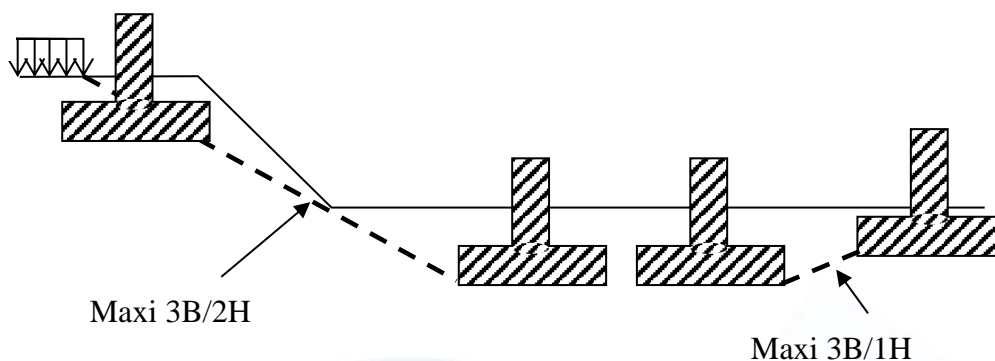
Ces terrassements pourront être réalisés partiellement à l'aide de matériel classique de moyenne puissance. Localement, notamment pour le terrassement d'anciens vestiges de construction enterrés (fondations, dalles, murs, cuves, ...) non évacués lors des travaux de démolition, des matériels de plus forte puissance ou spécifiques (brise-roche, pelle puissante, ...) pourront être nécessaires.

Dans les zones de talutage possible et exemptes d'avoisinants ou mitoyens, les pentes de talus provisoire maximum suivantes seront adoptées :

- dans la formation « 1 » : 3 Bases/2 Hauteurs,
- dans la formation « 2 » : 1 Base/1 Hauteur.

En cas de mouvements ou de venues d'eau apparaissant lors du terrassement, l'avis d'un géotechnicien devra être pris afin d'adapter les modes de mise en sécurité des talus \Rightarrow **mission de suivi géotechnique d'exécution G3**.

Les terrassements, **notamment entre ouvrages projetés et vis-à-vis des ouvrages avoisinants/mitoyens**, devront être effectués en respectant les pentes de talus fictifs schématisées ci-après :



Les éventuels soutènements devront impérativement être étudiés, dimensionnés et validés dans le cadre de missions G2 AVP et G2 PRO selon la norme NFP 94.500.

6.2 - Remblai

Remblais courants :

A priori sans objet. Si tel n'est pas le cas, ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des concepteurs pour étudier ces éventuels ouvrages, leurs sujétions d'exécution et leurs influences éventuelles sur les ouvrages existants ou projetés (tassements, perte de capacité portante des fondations, frottements négatifs sur les micropieux/pieux, ...), notamment vis-à-vis des tassements de consolidation consécutifs à leur mise en œuvre.

Rappelons que les remblais de surélévation du terrain naturel supérieurs à 0.5 m sont à éviter.

Remblayage de tranchées :

Le remblayage de tranchées sera réalisé à l'aide de matériaux sains, insensibles à l'eau (type D3), sélectionnés et mis en œuvre conformément au Guide SETRA LCPC (Guide de Remblayage des Tranchées).

Pour les réseaux situés sous des futurs espaces verts, un objectif q4 sera recherché sur toute la hauteur remblayée (à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage). Pour les réseaux sous les voiries, l'objectif sera de type q3 avec une finition en q2.

6.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- ***Avoisinants/mitoyens***

La réalisation du projet nécessite la réalisation de terrassements (y compris terrassements des fouilles de fondations et des longrines) à proximité immédiate d'avoisinants sensibles de type « bâtiment existant, réseaux, ... (déstabilisation éventuelle par les travaux de terrassement envisagés). Toutes dispositions (du type respect des angles d'influence à $3B/2H$, blindage, soutènement provisoire, reprise en sous-œuvre, terrassement par tronçons alternés, toutes mesures éventuelles définies en 6.1, ...) devront être envisagées pour assurer leur stabilité.

Il devra être tenu compte dans l'implantation des fondations du fait que les fondations existantes sont débordantes (cf. PU1).

Dans le cadre de solutions de protection/stabilisation des avoisinants, une étude complémentaire pourra être effectuée par ALPHA SOL CONCEPT dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 PRO (Norme NFP 94.500).

- ***Précautions de réalisation***

Les moyens spécifiques de terrassement (du type brise roche, compacteur vibrant, ...) devront être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

Un traitement de l'arase terrassement (géotextile, plateforme de travail sur mini 0.3 m en GNT 0/80 avec $EV2 \geq 30$ MPa, couche de forme, drainage, assainissement par des fossés, ...) devra être prévu pour assurer la traficabilité en phase chantier. Des contrôles éventuels seront à réaliser pour réception.

Notons que les couches de fondations et/ou de remblais insensibles à l'eau devront être mises en œuvre sans délai après réalisation des terrassements pour éviter la dégradation des fonds de forme sous les effets climatiques.

- ***Contrôle de mise en œuvre des remblais/réception des arases***

Remblais techniques

Des contrôles devront être effectués sur les fonds de purge/décapage, les couches de remblais techniques et les arases terrassement. Ces contrôles seront visuels pour le fond de purge puis par essais à la plaque – méthode LCPC pour les couches de remblai. A titre indicatif, les valeurs minima suivantes seront retenues :

- pour des contrôles par essais à la plaque :

	Ev2 (MPa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (MPa/m)
Fond de purge	Réception visuelle		
Arase (fond de purge + 0.3 m de GNT)	≥ 30	≤ 2	≥ 30

- pour des contrôles au pénétrodensitomètre : un objectif q3 sera recherché sur toute la hauteur des remblais → ***qualité couche de forme***.

Tranchées

On se référera au Guide de Remblayage des Tranchées SETRA-LCPC (objectif de densification en fonction du type de tranchée et à la destination de la zone en question).

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai éventuelle.

ALPHA SOL CONCEPT ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

7 – PRINCIPE ET PRE-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

7.1 - Fondations superficielles

Ce type de fondations pourra être retenu.

Un ancrage minimum de 0.3 m devra être assuré dans la formation « 2 » : *Sables graveleux légèrement limoneux marron denses* reconnue à partir de 0.6/1.4 m/TN actuel. La fiche totale des fondations, au droit des sondages, sera donc comprise entre 0.9 et 1.7 m/TN actuel (voir paragraphe 4.1) ; fiche indicative à adapter impérativement aux fluctuations de l'horizon d'ancrage et à l'altitude de la plateforme de terrassement.

Un encastrement minimal de 0.8 m/Terrain Extérieur Fini tout en respectant l'ancrage précédemment décrit devra être assuré vis-à-vis de la côte hors gel et de la problématique de sensibilité à l'eau des sols d'ancrage (retrait et/ou gonflement des argiles).

Les fondations devront être descendues au-delà de tout horizon remanié par les opérations de démolition (anciennes fondations, dalles, cuves, ...) → **attention aux éventuelles sur-profondeurs.**

Les fondations devront être descendues a minima au même niveau que les fondations du futur mitoyen → - 1.4 m/TN actuel en PU1.

Mitoyen/avoisinant :

Les fondations envisagées contre l'ouvrage mitoyen devront permettre d'assurer la stabilité de ce dernier et de ne pas solliciter ses fondations → prévoir des fondations perpendiculaires à la façade du bâtiment avec respect des règles d'influence à 3B/2H entre arases inférieures des fondations.

Contraintes

Selon les Eurocodes 7 (Norme NF P 94.261), pour le pré-dimensionnement des fondations, les contraintes de calcul à retenir (pour des fondations du type semelles filantes de 0.5 m de largeur minimum ou semelles isolées de 1.0 x 1.0 m) seront de :

$$q_{net} = kp \times Pl_e^* \times i_\delta \times i_\beta$$

Avec :

P_{le}^* : pression limite nette

k_p : facteur de portance

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge

i_β : coefficient de réduction lié à l'influence d'un talus

A défaut d'information sur la nature des descentes de charges, il est considéré des coefficients de réduction équivalents à 1.

Il vient :

- contrainte caractéristique : q_v ; $k = q_{net}/1.2$ soit = 0.69 MPa
- contrainte de calcul à l'ELU : $q'_{ELU} - q_0 = q_v$; $k/1.4$ soit = 0.49 MPa
- **contrainte de calcul à l'ELS : $q'_{ELS} - q_0 = q_v$; $k/2.3$ soit = 0.30 MPa**

Ces contraintes sont mobilisables pour des charges verticales et dans le cadre d'une exécution correcte :

- ancrage systématique de 0.3 m dans la formation « 2 » ;
- nettoyage des fonds de fouille ;
- purge de tous niveaux argileux peu fermes ou douteux et substitution par un gros béton.

Déformations

Les tassements sous fondations sont intimement liés à la section des semelles, à leur répartition et à leur charge.

Dans le cas d'une répartition « normale » de fondation, en l'absence de remblai de surélévation, les tassements estimés au droit de chaque semelle de façon individuelle sous la contrainte fournie devraient rester inférieurs à 1.0 cm.

Nous attirons néanmoins l'attention des concepteurs sur les possibles déformations plus importantes pouvant être générées par une trop grande densité de fondations sur une emprise réduite (effet de groupe) malgré le respect de la contrainte fournie → comportement de type « radier ».

De même, la mise en œuvre de remblais de surélévation pourrait conduire à des tassements complémentaires des fondations.

Une estimation des tassements zone par zone en fonction du plan de fondations envisagé pourra donc être réalisée dans le cadre d'une mission G2 PRO dédiée \Rightarrow étude de conception de projet géotechnique.

ALPHA SOL CONCEPT se tient à la disposition des concepteurs pour réaliser cette prestation.

Remarque : Un suivi et/ou une supervision géotechnique d'exécution (mission G3 et/ou G4) devront impérativement être envisagés pour :

- préciser le niveau d'encastrement des semelles ;
- valider les fonds de fouille ;
- définir les profondeurs des purges/substitutions éventuellement nécessaires.

7.2 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

• Paramètres de pré-dimensionnement

Les tassements absolus des fondations superficielles et/ou semi-profondes devront être limités à 1,0 cm et les tassements différentiels devront être limités à $5/10\,000^\circ$. Il conviendra de vérifier que cette valeur est compatible avec les dispositions prises pour le dimensionnement de la structure. Dans le cas contraire, la contrainte de calcul à l'ELS devra être modifiée ou le projet orienté vers une solution de fondations plus profondes. ALPHA SOL CONCEPT se tient dans ce cadre à la disposition des concepteurs pour étudier cette solution/adaptation.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement des fondations (ancrage, dimensions, \emptyset , ferrailage, ...) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale, ...).

- **Précautions de mise en œuvre**

Les fondations seront exécutées conformément aux préconisations des Eurocodes 7 et du DTU 13.12 et/ou du DTU 13.2 en tenant compte notamment :

- de l'instabilité potentielle des formations superficielles (blindage, coffrage, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- de la sensibilité à l'eau des sols (éviter la dessiccation ou la saturation des sols d'ancrage avant bétonnage des fondations et des longrines)
- du traitement des sols support de fondations (prévoir notamment le traitement des fonds de fouilles a priori remaniés lors de leur terrassement),
- du gel, des arrivées d'eau, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'éventuelle agressivité du sol vis à vis du béton,
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront permettre la réalisation des terrassements de fouille en limitant les vibrations pour éviter tous désordres sur les ouvrages avoisinants, en tenant compte notamment d'éventuels vestiges anthropiques (fondations, dalles, maçonneries, ...), de la compacité de la formation « 2 » → **pelle puissante, BRH, ...**

8 – PRINCIPE DE TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

8.1 - Type de niveaux bas

Compte tenu de la compacité des matériaux en fond de terrassement et de la destination des locaux (stockage), une solution de dallage sur terre-plein pourra être envisagée sous réserve d'accepter et de tenir compte :

- des déformations dues aux tassements des sols d'assise,
- des risques consécutifs de désordres (fissurations, soulèvements, désaffleurements).

D'autres types de « dallages » sont envisageables (structure souple routière par exemple) pour permettre, sans rupture, des déformations plus importantes.

8.2 - Dallages sur terre-plein (zones de stockages)

Ces ouvrages seront établis sur une couche de fondation en grave non traitée d'épaisseur minimale de 0.5/0.6 m mise en œuvre sur un géotextile anti-contaminant de classe 7 minimum et après purge de la terre végétale, des enrobés et des remblais potentiellement évolutifs des formations compressibles altérées et/ou remaniées par les engins de terrassement ou la pluie (épaisseur mini 0.4 m à adapter aux observations faites en phase terrassement) et poinçonnement éventuel du fond de forme à l'aide de matériaux crus ($50 \leq D \leq 300$ mm) sous conditions météorologiques défavorables. Les matériaux de fondations, insensibles à l'eau, seront sélectionnés et mis en œuvre conformément aux règles GTR. Nous rappelons que la couche de fondation devra être éventuellement épaissie et/ou renforcée (géotextile par exemple) pour permettre d'assurer le trafic du chantier (nécessité éventuelle de reprise avant mise en œuvre des dallages).

En l'absence de remblais de surélévation du terrain actuel, le tassement potentiel sous une surcharge répartie de 1 T/m^2 a été estimé à ≤ 1.0 cm.

Rappelons que ce tassement peut être localement totalement différentiel (vis à vis des zones non chargées, de « points durs », ...) et qu'il convient d'en tenir compte dans la définition des sujétions de réalisation de l'ouvrage.

Pour rappel, d'après le DTU 13.3, une épaisseur mini de 20 cm de couche de fondations doit être intercalée entre l'arase supérieure des fondations et la base du dallage.

On devra prendre en compte également dans la définition des sujétions de réalisation, des tassements différentiels possibles pouvant se produire entre structure et dallage.

8.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Pré-dimensionnement/Conception**

Conformément au DTU 13.3 de décembre 2021, les caractéristiques géotechniques nécessaires au pré-dimensionnement des dallages sur terre-plein traditionnels sont fournies ci-après :

Couche	Epaisseur (m)	Coefficient Rhéologique α	Module E_m/α à retenir (MPa)
Couche de Fondation	0.5/0.6	1/3	50
Formation « 1 » *	Variable	1	7
Formation « 2 »		1/3	75
Formation « 3 »		2/3	15
Formation « 4 »		1/3	90

*Après purge de la terre végétale et des remblais potentiellement évolutifs.

- **Contrôle de mise en œuvre de l'arase/couche de fondation**

Des contrôles par essais à la plaque devront être effectués sur la couche de fondation des dallages. A titre indicatif, les valeurs minima suivantes seront retenues :

	Ev2 (MPa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (MPa/m)
Arase	Réception visuelle		
Couche de fondation	≥ 70	≤ 2	≥ 70

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai éventuelle.

ALPHA SOL CONCEPT ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

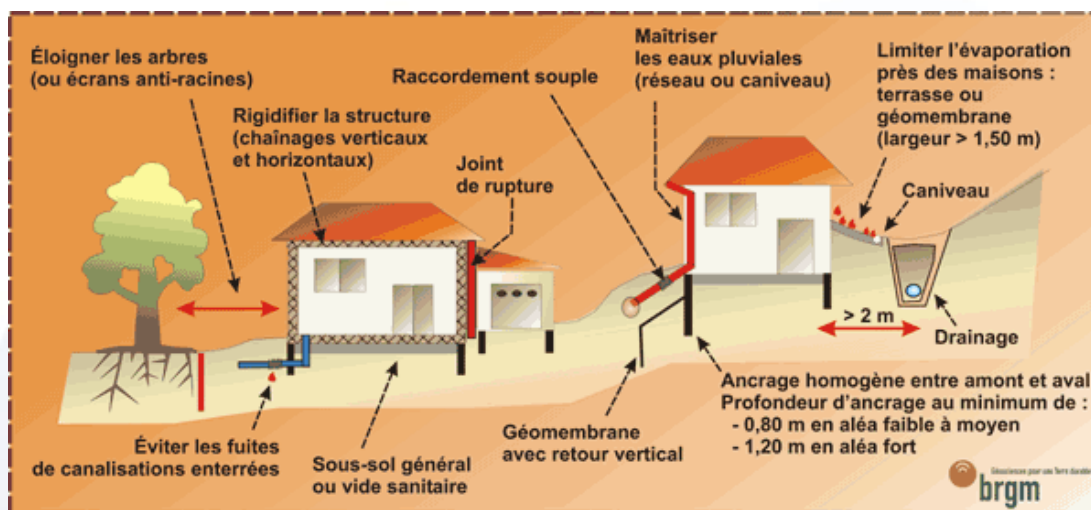
9 – DRAINAGE

En l'absence de terrassement en déblai et de niveaux enterrés, une simple collecte des eaux de ruissellement semble nécessaire y compris en phase « chantier ».

Nota : les solutions de drainage devront être précisées dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission globale de conception de type G2 PRO, notamment dans le cas d'ouvrages enterrés ou de déblais supérieurs à 0.5 m.

10 – PROTECTION DES OUVRAGES VIS A VIS DE LA SENSIBILITE A L'EAU DES SOLS

Les sols superficiels sont peu sensibles à l'eau (retrait/gonflement). Un seul arrêté « Catastrophe Naturelle Sécheresse » a été pris sur la commune de SAINT-YAN. Toutefois, quelques mesures doivent donc être prises pour éviter les variations de teneur en eau des sols de fondation des ouvrages fondés superficiellement (structure, dallages, aménagements extérieurs de type murets de clôture, plages, piscine, terrasses, ...).



Rappelons les mesures habituelles à mettre en œuvre :

- Protection périphérique vis à vis de l'évapotranspiration (trottoirs étanches, enrobé, ...) en périphérie des ouvrages ;
- Gestion des eaux de ruissellement et de pluie en phase « chantier » pour protéger les sols d'assise des fondations et des dallages (fossés, drains, exutoire, béton de propreté, couche de forme, ...) ;
- Absence de végétation à proximité des ouvrages ;
- Conception de réseaux avec raccordements « souples » aux ouvrages permettant le contrôle d'étanchéité et l'entretien ;
- Collecte et évacuation des eaux pluviales y compris en période chantier (pour éviter les saturations locales sous descentes non « branchées ») ;
- ...

11 – CONCLUSIONS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission de type G2 AVP.

ALPHA SOL CONCEPT se tient, à la disposition des différents intervenants pour la réalisation des études spécifiques et/ou complémentaires définies dans la norme dont copie est jointe, soit :

- Etude géotechnique de conception - phase Projet (G2 PRO) ;
- Etude géotechnique de conception - phase DCE/ACT (G2 DCE/ACT) ;
- Etude et suivi d'exécution (G3) ;
- Supervision géotechnique d'exécution (G4).

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve de la définition et de la classification des missions géotechniques (Norme NFP 94.500) et des conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques.

Rapport réalisé à LIMAS, le 12 mars 2025

L'Ingénieur chargé d'étude,	L'ingénieur en charge du contrôle interne,
Simon GUITTARD	Imane GALLOIS

ALPHA SOL CONCEPT	Rapport « ASC24.11.083.1.a/G »	12/03/2025	Page 33 sur 34
----------------------	--------------------------------	------------	----------------



Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géotechniques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société.

Le rapport géotechnique devient la propriété du client après paiement intégral du prix de la prestation. Le client devient alors responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuite judiciaire à l'encontre du contrevenant.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe,...), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. Conformément à la classification des missions géotechniques types, chaque mission ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution du projet.

En particulier :

- Une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante ;
- Une mission de sondages engage notre société sur la conformité des travaux aux documents contractuels et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- Une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part du projet décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- Une mission type G1 (ES+PGC), G2 AVP ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les dimensionnements, quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- Une mission type G2 PRO et/ou G2 ACT/DCE engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport : en particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (NFP 94.500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'Art.

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NORME NFP 94.500)

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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire esquisse APS	Etude 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
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude 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	Etude 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	Etude 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		
Etape 3 : Etude géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (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)	Etude 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	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de 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
A 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 géotechnique. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DDC/ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossiers 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)

**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 ET G4, DISTINCTES ET SIMULTANEEES)
ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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, valeur seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

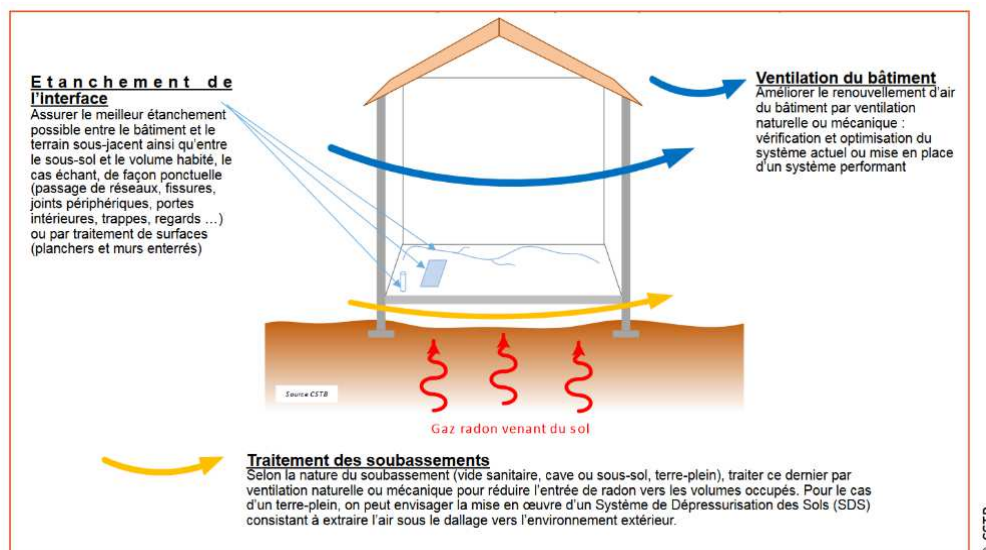
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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).

Les mesures courantes à mettre en œuvre vis-à-vis de ce risque, conformément aux recommandations de la DGS (Direction Générale de la Santé) et du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) sont les suivantes :

- Aération quotidienne du domicile par ouverture des fenêtres (minimum 10 minutes par jour),
- Installation et entretien d'un système de ventilation efficace,
- Assurer l'étanchéité du sol pour éviter le passage du radon → joints sols/murs, passages des réseaux, fissures éventuelles, ...,
- Mise en place d'une aération naturelle ou mécanique du soubassement de l'ouvrage (ouvertures des vides sanitaires/techniques, ventilation mécanique, mise en dépression, ...),
- ...



Le cas échéant, ces dispositions peuvent être précisées par mesure de l'activité volumique du radon.

Profondeur (en m)	Sols	Ouvrages
0.0		Mur Débord fût ≈ 0.4 m Débord fondation ≈ 0.7 m
0.2	Enrobé (5 cm) + couche de forme sablo-graveleuse	longrine
0.5	remblais de matériau concassé gris noir	Arase inf lg (-0.35 m)
0.6		Fut béton
1.0		Arase sup (0.75 m/TN)
1.5	Sables graveleux lg limoneux marron moyennement denses	Fondation
1.6		Arase inf (1.4 m/TN)
2.0	Arrêt à 1.6 m Pas d'eau Bonne tenue des parois	
2.5		



CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN

Dossier N°ASC24.11.083.a/G

PU2 cote : 99.8 NI

Profondeur (en m)	Sols
0.0	Enrobé
0.1	
0.5	Remblais sablo-graveleux marron à blocs
0.7	
1.0	Sables graveleux marron clair lgt limoneux moyennement denses <i>Mesure de perméabilité entre 1.2 et 1.8 m</i> <i>$K = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$</i>
1.5	
1.8	
2.0	Arrêt à 1.8 m Pas d'eau Bonne tenue des parois
2.5	
3.0	



CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN

Dossier N°ASC24.11.083.a/G

PU3 cote : 100.0 NI

Profondeur (en m)	Sols
0.0	Terre végétale
0.2	
0.5	Remblais sablo-limoneux marron à blocs + briques, tuiles, ...
1.0	
1.2	
1.5	Sables graveleux marron clair lgt limoneux moyennement denses <i>Mesure de perméabilité entre 1.2 et 1.8 m</i> <i>$K = 1.7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$</i>
1.7	
2.0	Arrêt à 1.7 m Pas d'eau Bonne tenue des parois
2.5	
3.0	



CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN

Dossier N°ASC24.11.083.a/G

PU4 cote : 100.3 NI

Profondeur (en m)	Sols
0.0	Terre végétale
0.2	
0.5	
1.0	Remblais marron/gris sablo-limoneux (blocs, tuiles, briques)
1.1	
1.5	Sables graveleux marron clair lgt limoneux moyennement denses
2.0	<i>Arrêt à 1.5 m</i> <i>Pas d'eau</i> <i>Bonne tenue des parois</i>
2.5	
3.0	

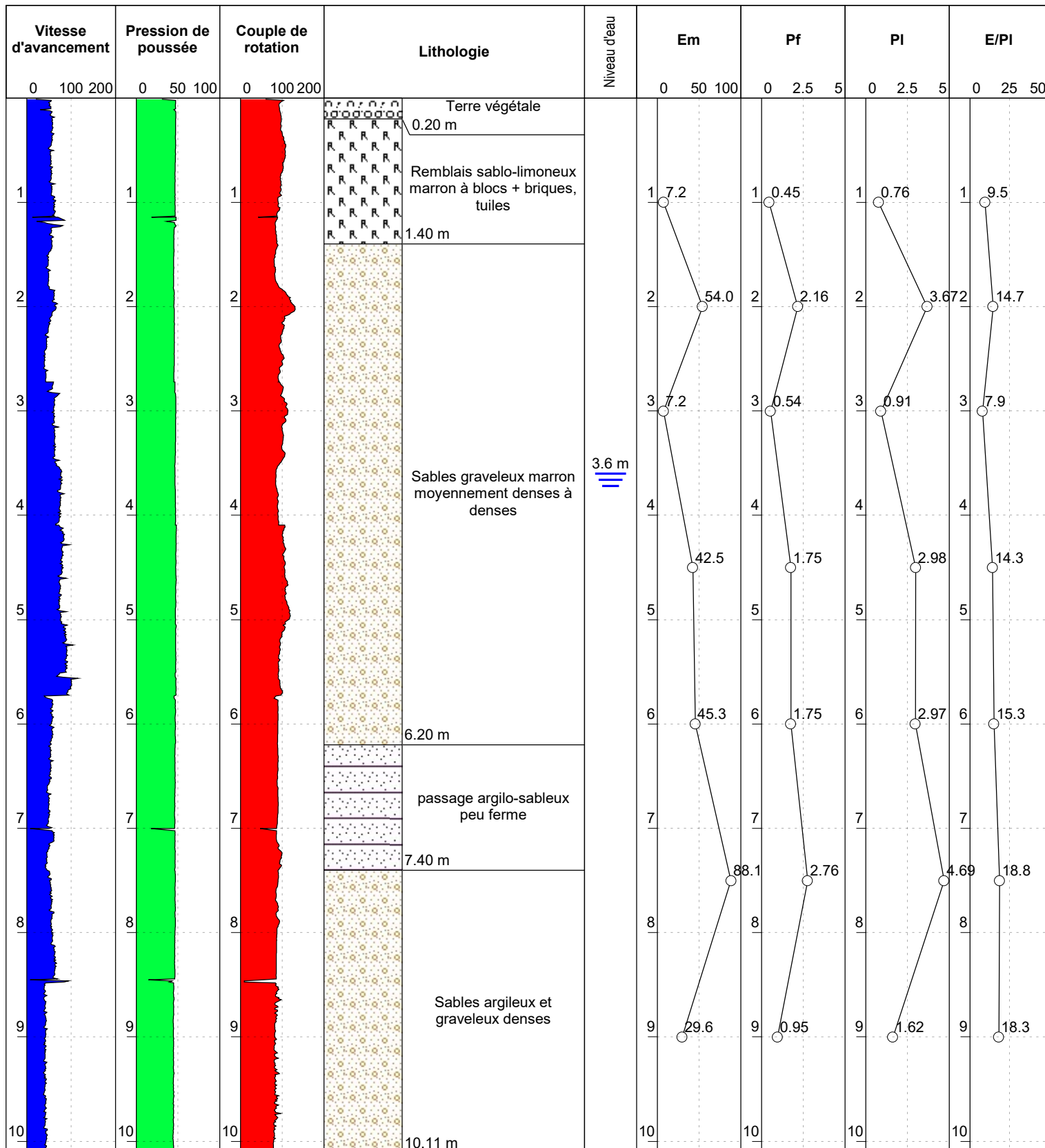


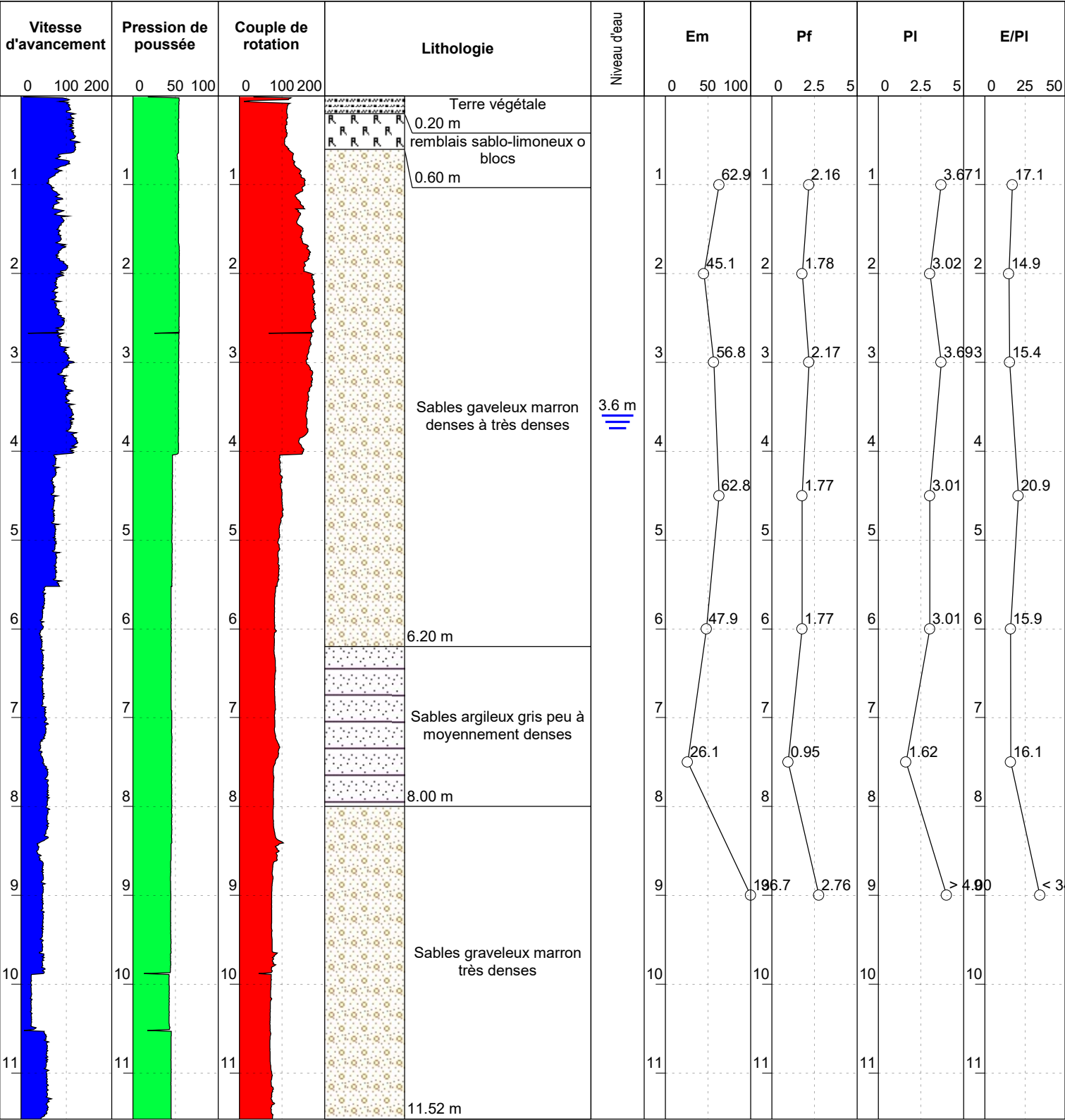
CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE
635 RUE LOUIS NOTTEGHEM
A SAINT YAN

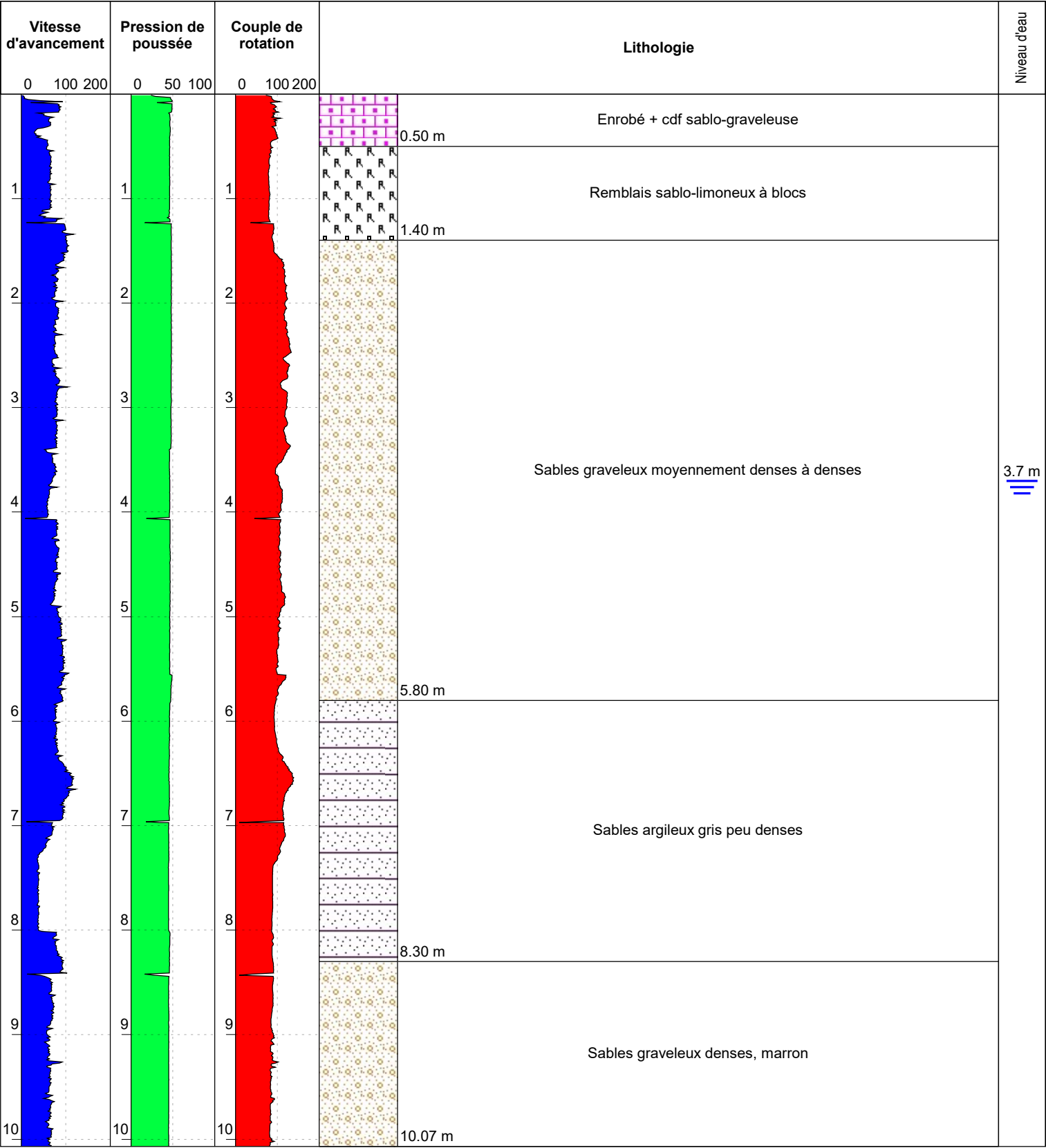
Dossier N°ASC24.11.083.a/G

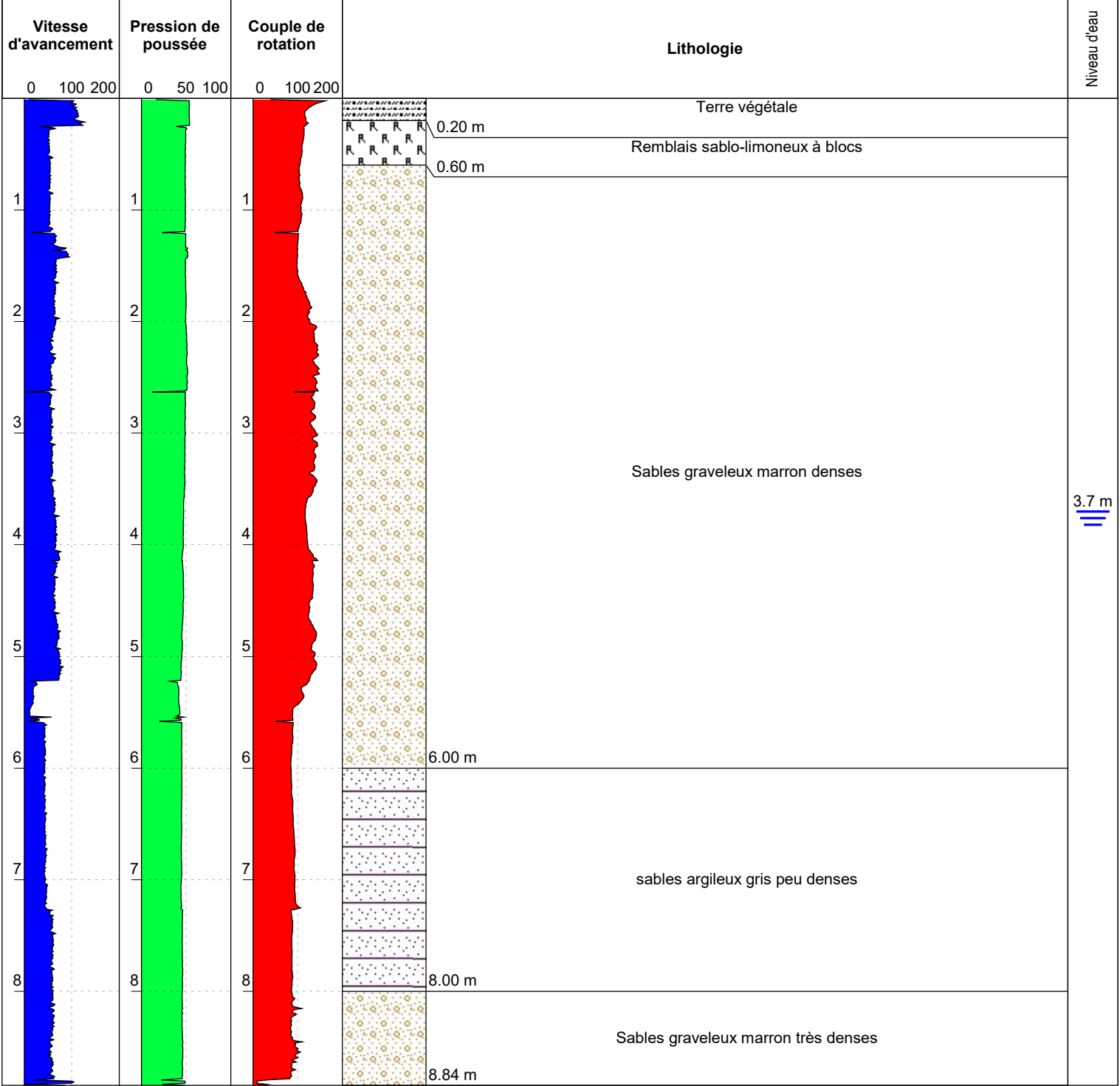
PU5 cote : 100.2 NI

Profondeur (en m)	Sols
0.0 0.1	Terre végétale
0.5 0.9 1.0 1.3	Remblais limoneux et graveleux
1.5 2.0 2.5 3.0	<p>Sables graveleux marron clair lgt limoneux moyennement denses</p> <p><i>Arrêt à 1.3 m</i></p> <p><i>Pas d'eau</i></p> <p><i>Bonne tenue des parois</i></p>









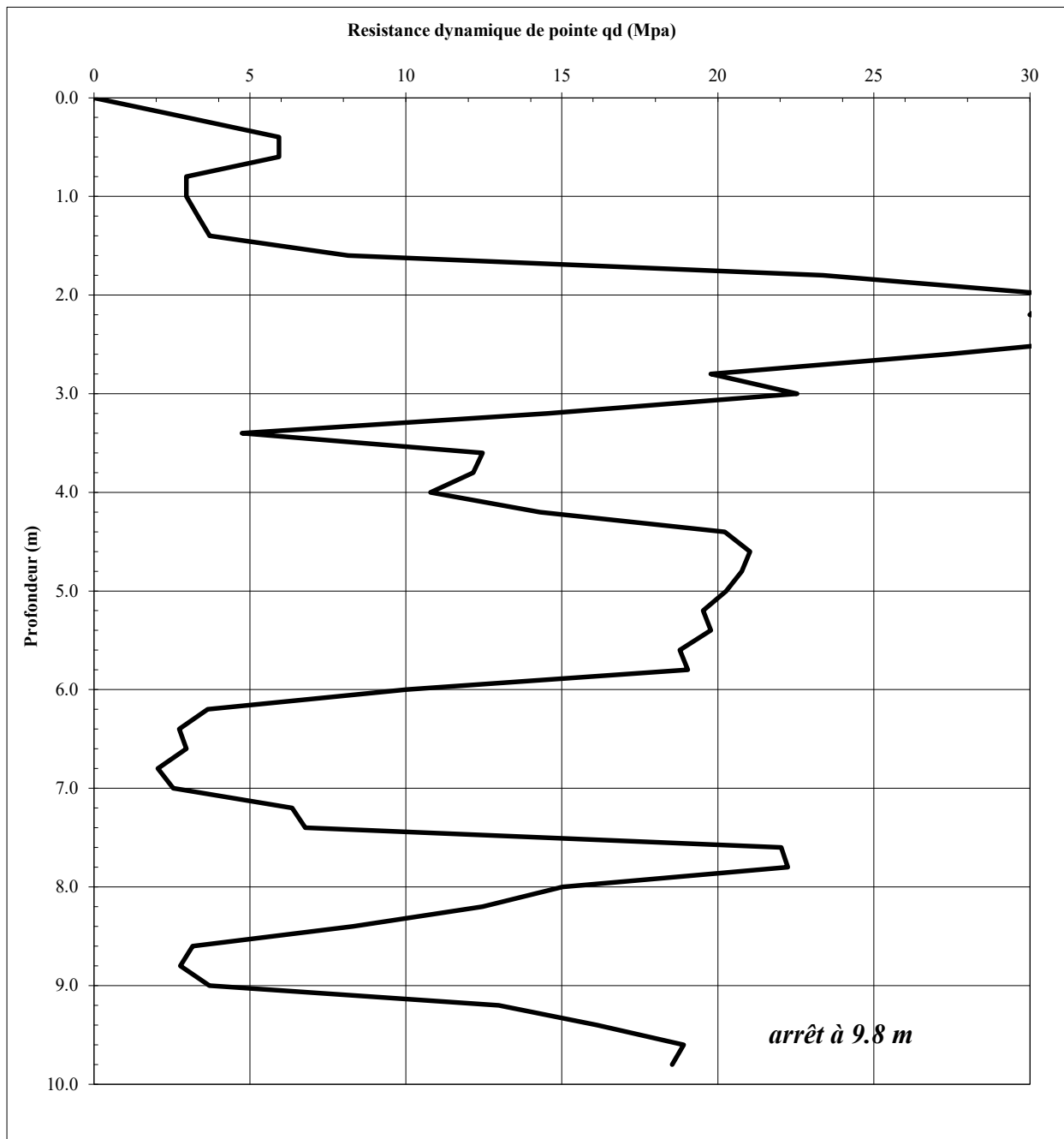
Date :
05/12/2024

Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Altitude :
100.2 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

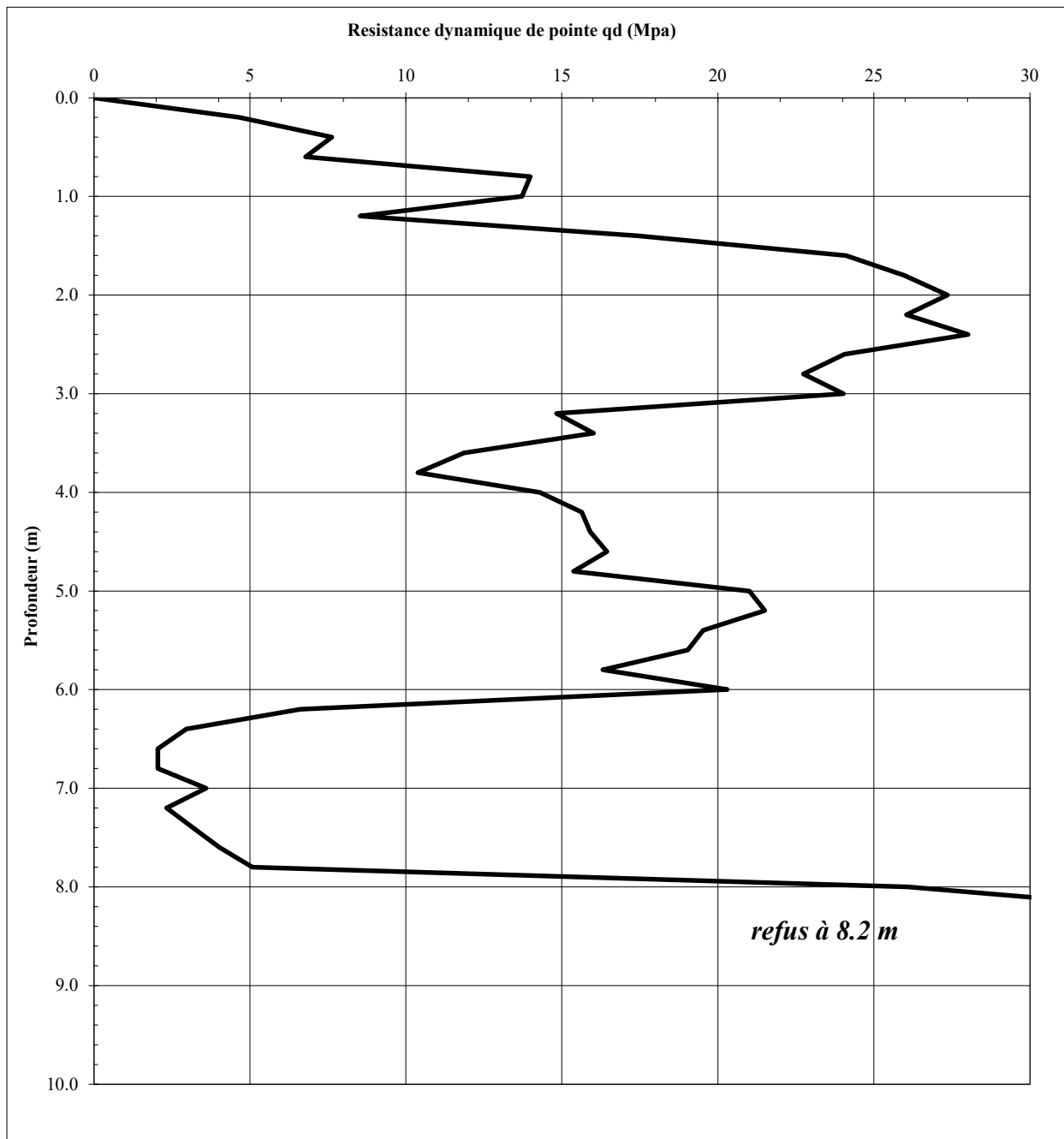
Date :
05/12/2024

Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Altitude :
100.2 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

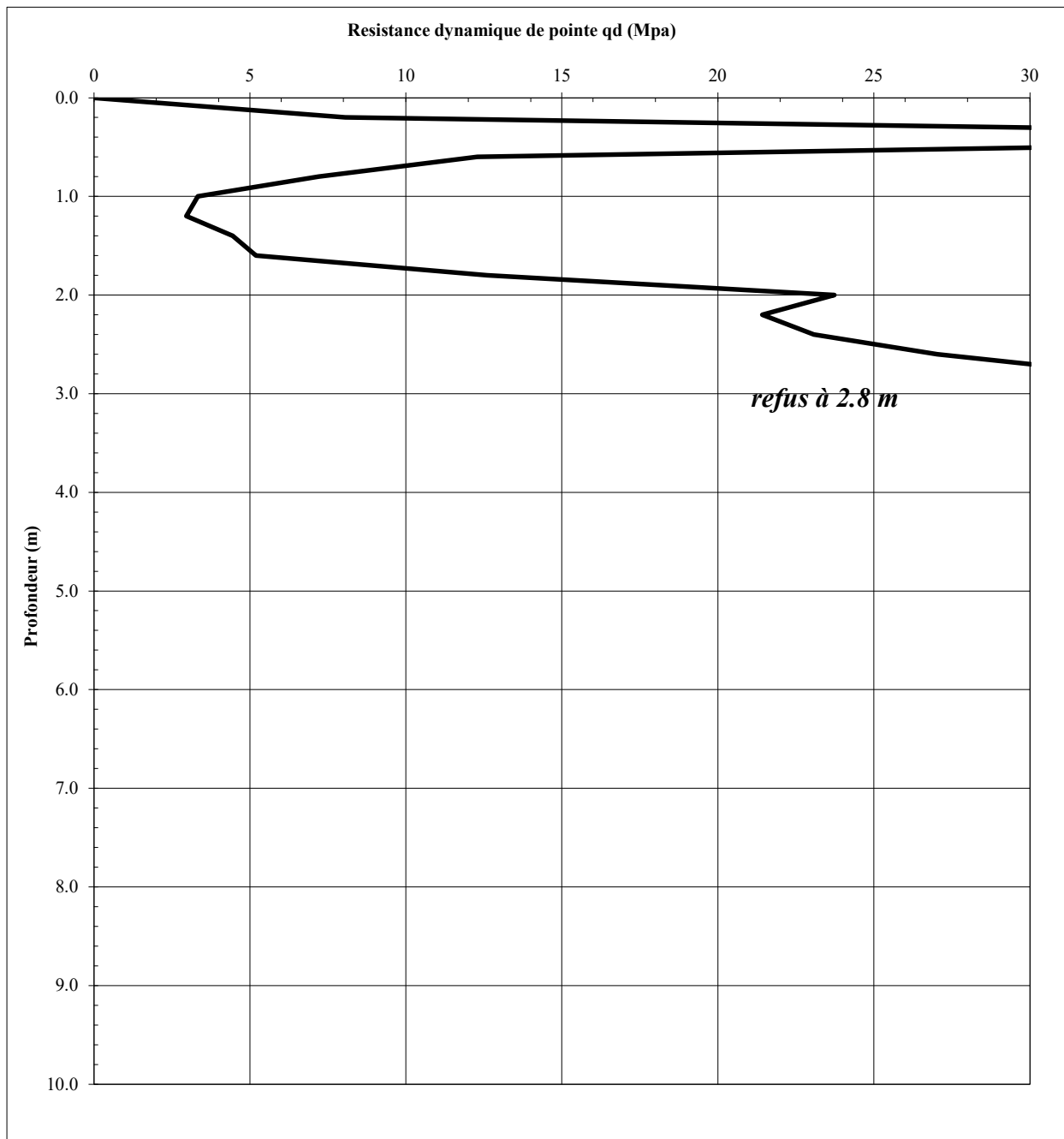
Date :
05/12/2024

Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Altitude :
100.0 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

Date :
05/12/2024

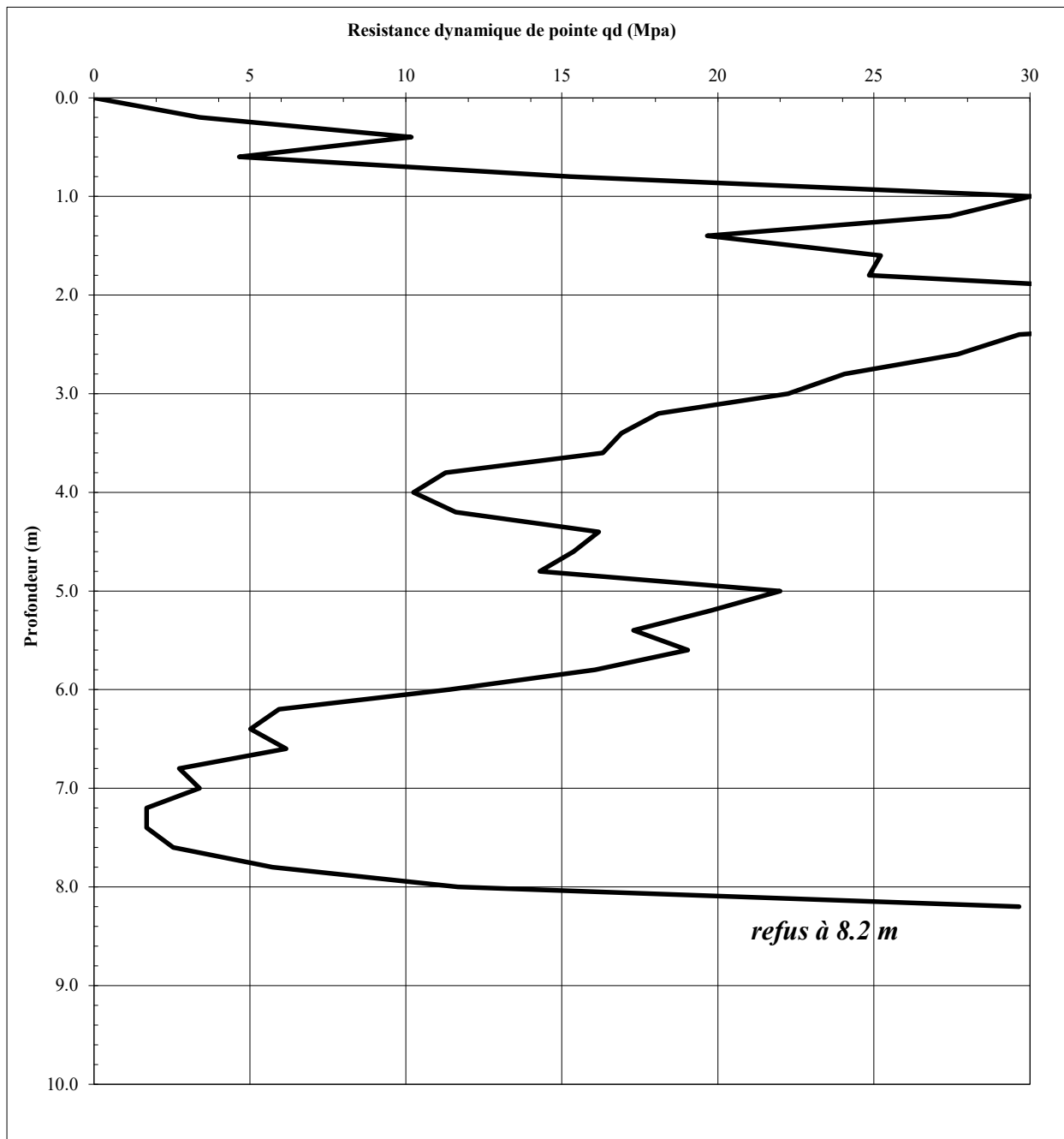
Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :

**PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN**

Altitude :
100.3 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

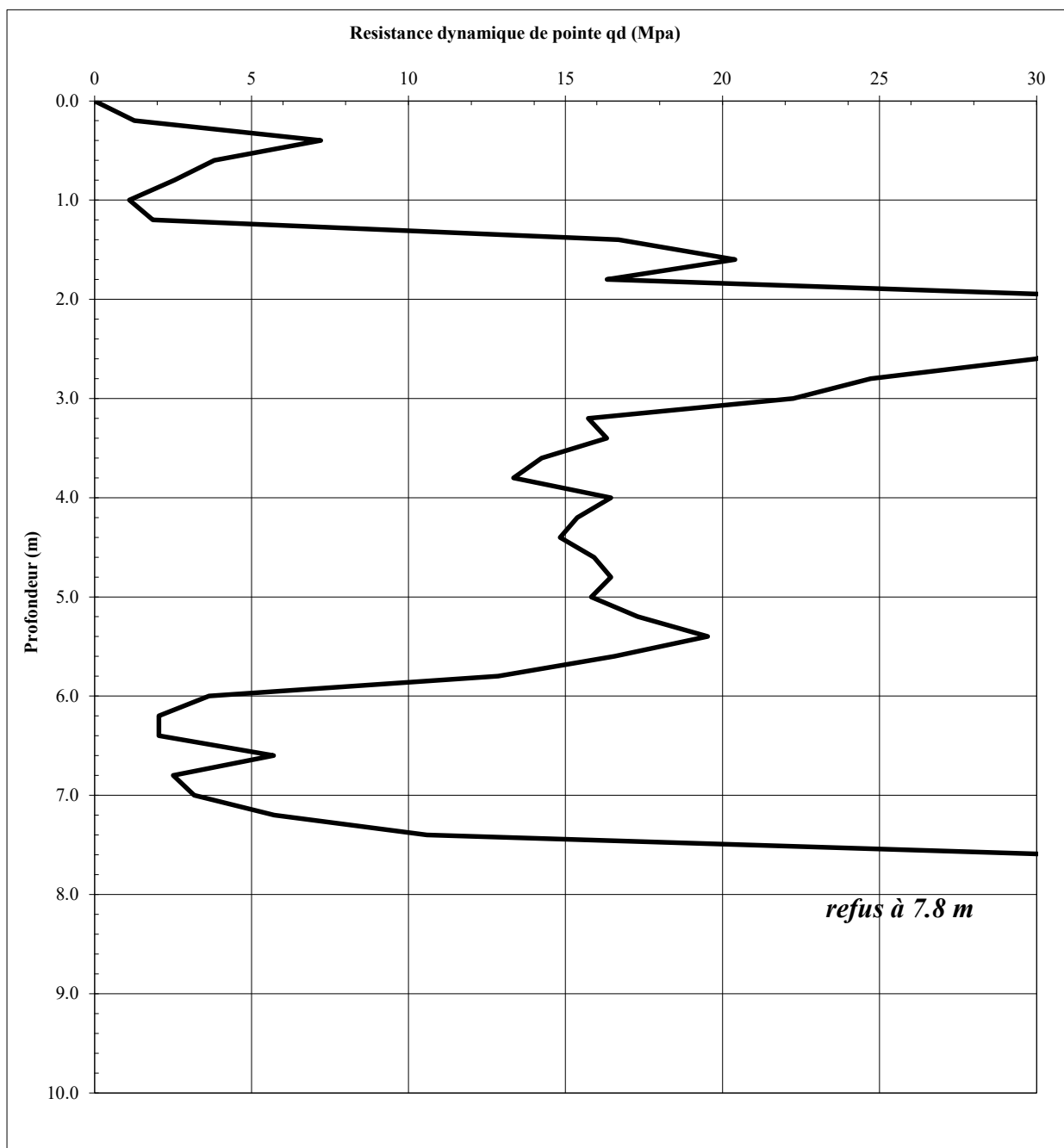
Date :
02/12/2024

Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Altitude :
100.0 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm2) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

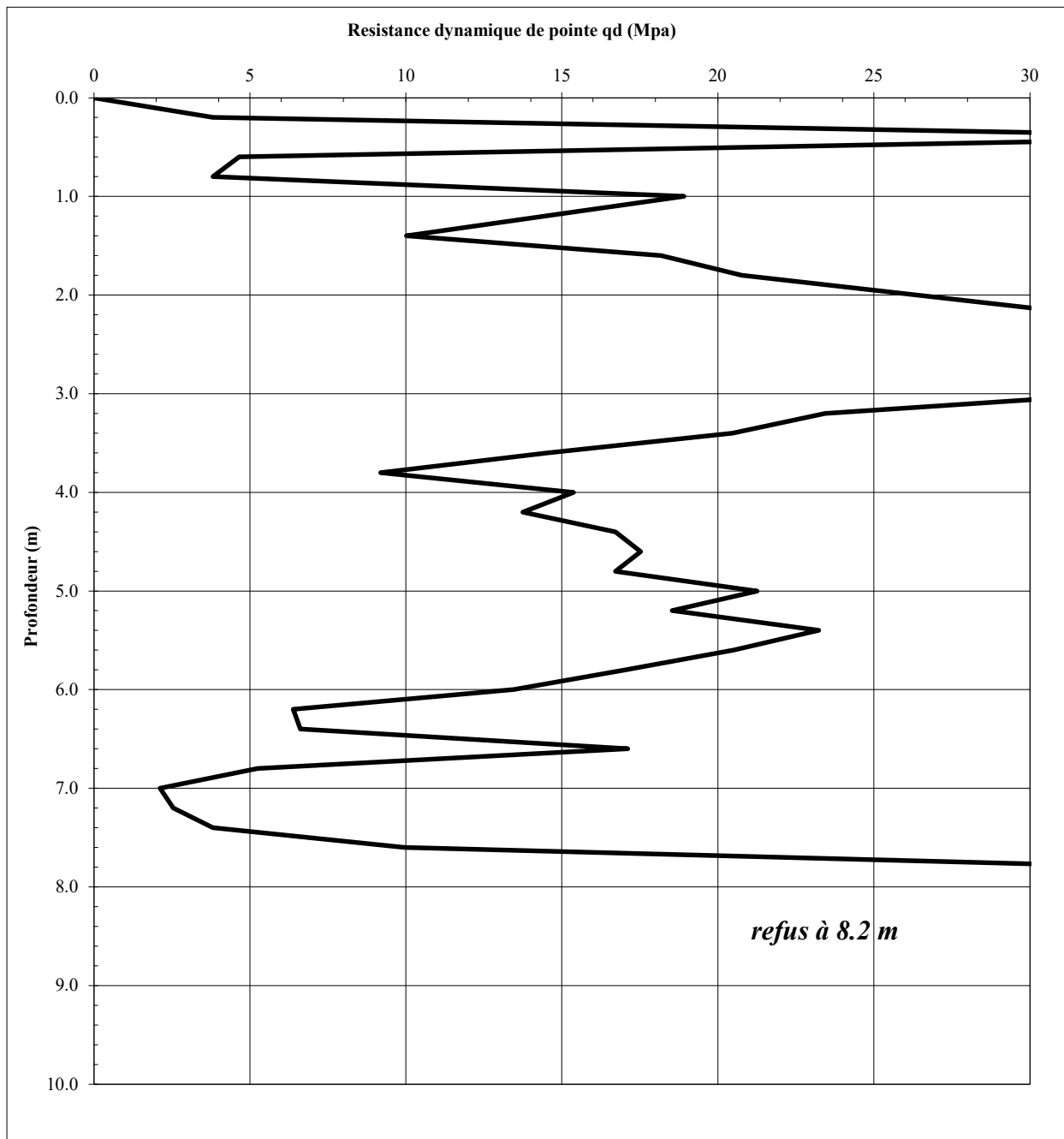
Date :
05/12/2024

Niveau d'eau
-

N° de dossier
ASC24.11.083

Affaire :
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE / 635
RUE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Altitude :
100.0 NI



Masse du mouton (kg): 20.2
hauteur de chute (m) : 0.53
Section pointe (cm²) : 9.6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2.6
Masse d'une tige (kg) : 3.8

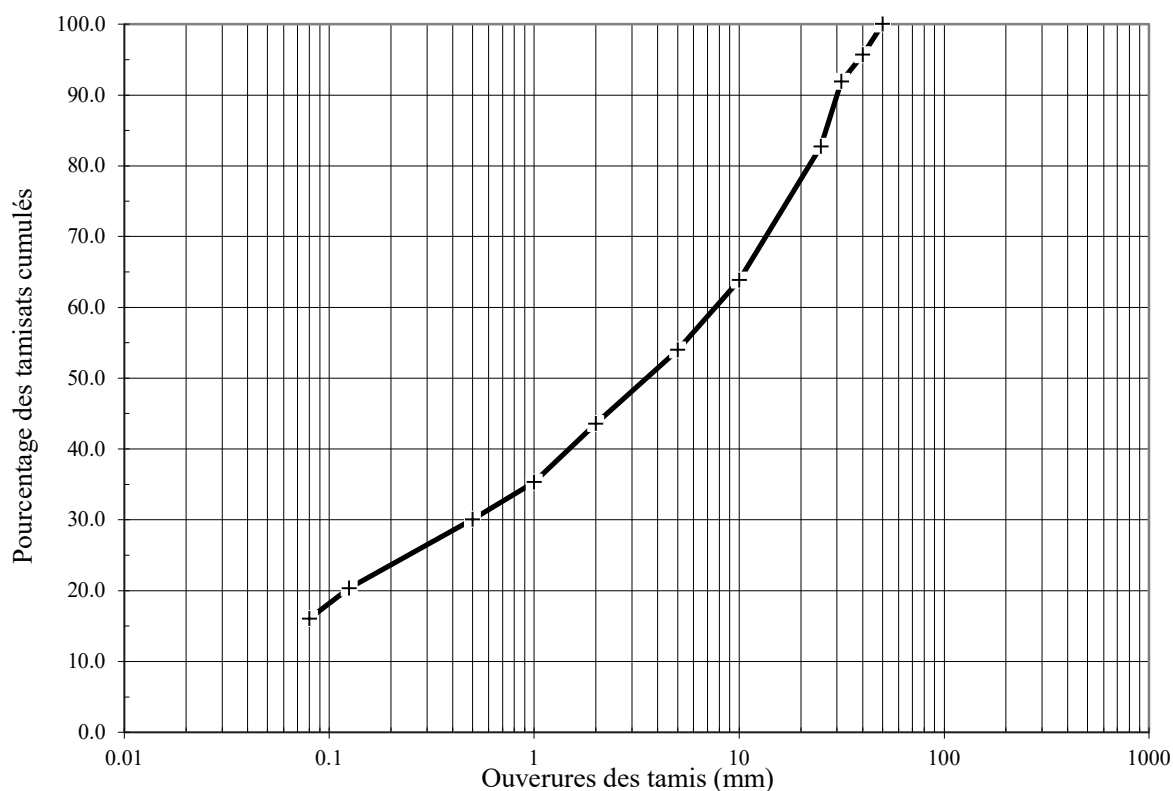
Analyse Granulométrique

Date
13/01/2025

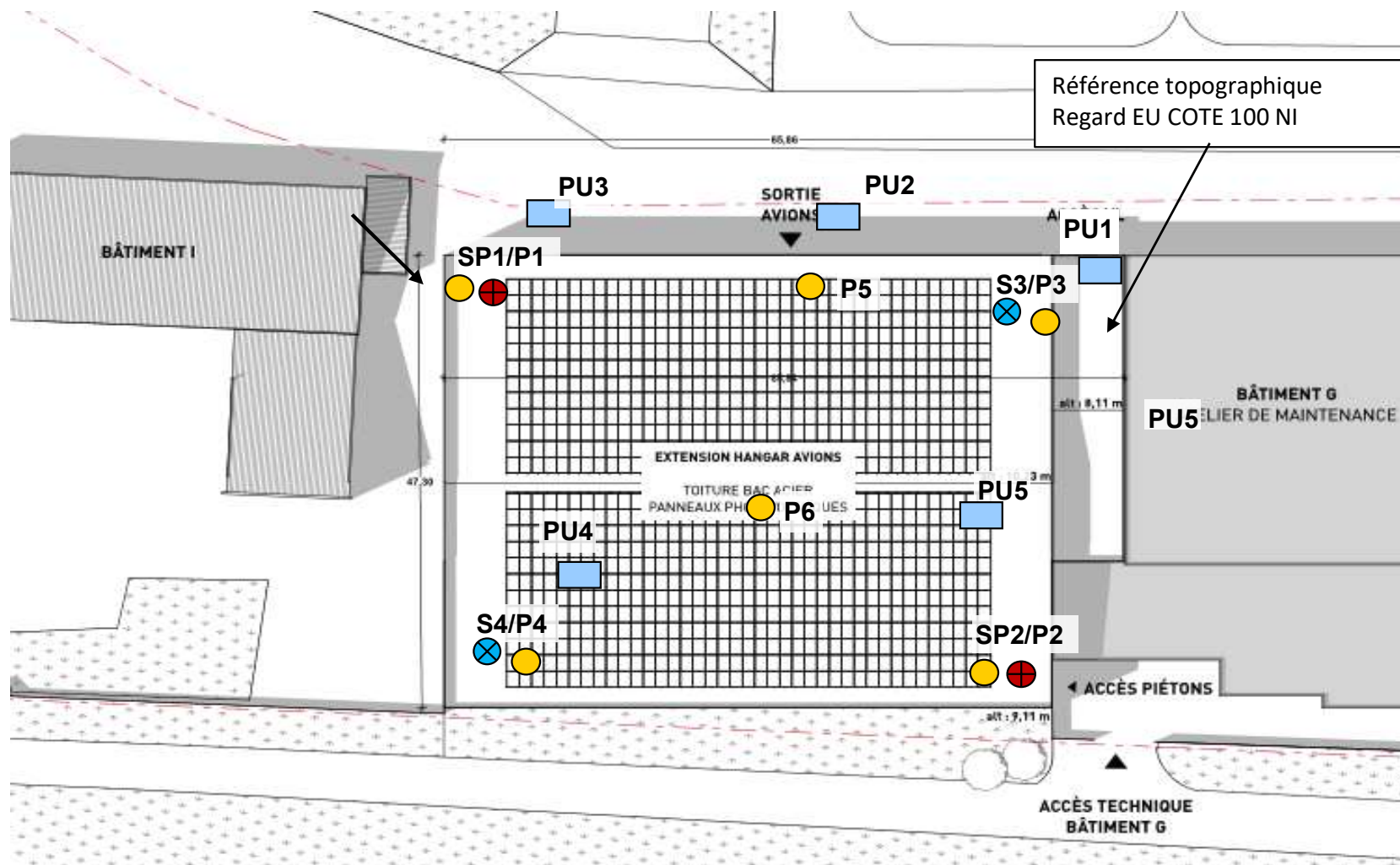
N° de dossier
ASC24.11.083-1

Affaire :
CONSTRUCTION D'UN HANGAR DE STOCKAGE - 635 UE LOUIS NOTTEGHEM A SAINT-YAN

Provenance: PU2 - 0.7/1.0 M	VB = 1.3	W% = 7.2
Nature : Sables graveleux marron lgt limoneux		
Prélevé par: ALPHA SOL	IPI = 15.2	GTR = B5 h



Tamis	% passants
100	100.0
80	100.0
50	100.0
40	95.7
31.5	91.9
25	82.7
10	63.8
5	54.0
2	43.6
1	35.3
0.5	30.1
0.125	20.3
0.08	16.0



Légende

- ⊕ Sondages pressiométriques
- ⊗ Sondages destructifs

- Sondages à la pelle mécanique (PU)
 - Sondages au pénétromètre dynamique (P)
- Sans échelle