



Bureau d'études SOLS ET EAUX

Géologie - Hydrogéologie - Géotechnique - Environnement

Etudes techniques - Expertises – Diagnostics - Traitement de la pollution - Maîtrises d'œuvre
Sondages - Analyses - Mesures - Essais

Projet de construction d'une école

1, chemin des Aubépines

81120 DENAT

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

(mission G2 Projet)

-oOo-

RAPPORT

| | |
|---------------|------------------------|
| CLIENT | Mairie de DENAT |
|---------------|------------------------|

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| N° DOSSIER | A 21 EA 105523 - Ind. B |
|-------------------|--------------------------------|

| | | | | | |
|-----|------------|---------------|-------------|----------------|--------------|
| | 24/06/2022 | G2 PRO | Eric ANINAT | Claude ESCANES | 45 |
| A | 27/01/2022 | G2 AVP | Eric ANINAT | Claude ESCANES | 29 |
| Ind | Dates | Modifications | Etabli | Vérifié | Nb. de pages |

SOMMAIRE

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| I - | CONTENU DE LA MISSION..... | 3 |
| I . 1 - | CADRE DE L'INTERVENTION..... | 3 |
| I . 2 - | MISSION..... | 3 |
| I.2.1. | Référentiel..... | 3 |
| I.2.2. | Mission demandée..... | 3 |
| I . 3 - | DOCUMENTS FOURNIS | 3 |
| I . 4 - | MOYENS MIS EN OEUVRE..... | 4 |
| I.4.1. | Prestations réalisées | 4 |
| I.4.2. | Déroulement des sondages | 4 |
| I.4.3. | Nivellement des sondages | 5 |
| II - | CONTEXTE GENERAL..... | 6 |
| II . 1 - | SITUATION GEOGRAPHIQUE | 6 |
| II . 2 - | RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL..... | 6 |
| II.2.1. | Rappel du contexte topographique..... | 6 |
| II.2.2. | Occupation des sols..... | 6 |
| II.2.3. | Ouvrages enterrés..... | 6 |
| II.2.4. | Rappel du contexte géologique | 7 |
| II.2.5. | Actualisation des risques et aléas répertoriés dans le secteur..... | 7 |
| III - | RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES | 9 |
| III . 1 - | COUPE VERTICALE DES SOLS | 9 |
| III . 2 - | DONNEES GEOTECHNIQUES | 9 |
| III . 3 - | L'EAU DANS LE SOL | 9 |
| III . 4 - | ESSAIS D'IDENTIFICATIONS EN LABORATOIRE (RAPPEL G2 AVP) | 10 |
| IV - | APPLICATION AU PROJET - MISSION G2 PHASE PRO | 11 |
| IV . 1 - | DESCRIPTION DU PROJET | 11 |
| IV . 2 - | SYNTHESE GEOTECHNIQUE ACTUALISEE | 13 |
| IV . 3 - | TERRASSEMENTS..... | 15 |
| IV . 4 - | FAISABILITE DES FONDATIONS | 16 |
| IV.4.1. | Choix des fondations et paramètres géotechniques de dimensionnement..... | 16 |
| IV.4.2. | Exemple de dimensionnement | 18 |
| IV . 5 - | FAISABILITE DES DALLAGES | 19 |
| IV . 6 - | INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES | 19 |
| ANNEXES..... | | 20 |

I - CONTENU DE LA MISSION

I.1 - CADRE DE L'INTERVENTION

A la demande et pour le compte de la MAIRIE DE DENAT, le Bureau d'Etudes SOLS ET EAUX a réalisé une reconnaissance des sols préliminaire à la construction d'une école, à DENAT (81).

Cette étude fait suite à l'acceptation de notre devis n° D 21 CE 111035 du 22/11/2021, et à la commande associée reçue par courriel le 06/12/2021.

Le présent rapport reprend et complète un rapport de classe G2 AVP déjà réalisé par nos soins, dans le cadre du même projet (voir rapport fourni sous la référence A 21 EA 105523 Ind. A du 27/01/2022).

I.2 - MISSION

I.2.1. Référentiel

Le référentiel est la classification des missions géotechniques (norme NF P 94500 de Novembre 2013).

I.2.2. Mission demandée

La mission est une étude géotechnique de conception G2 Phase PROJET, au sens de la norme NF P 94500 de novembre 2013.

Les objectifs étaient de déterminer le modèle géotechnique au droit du projet, et d'évaluer la faisabilité des fondations de ce dernier.

I.3 - DOCUMENTS FOURNIS

| Présente G2 PRO | Documents | Emetteur | Echelle | Date | Référence | Source |
|--------------------|--------------------|------------------|---------|----------|--------------------------|----------------------|
| | DDC sur fondations | Maître d'Ouvrage | 1/279 | Non daté | GRAITEC Affaire 2694 EXE | Courriel du 10/05/22 |

| | Documents | Emetteur | Echelle | Date | Référence | Source |
|------------------|------------------------------------|------------------|----------------|----------|--|----------------------|
| Rappel G2 AVP | Lettre de consultation | Maître d'Ouvrage | - | 05/11/21 | Non référencé | Courriel du 05/11/21 |
| | Plan de masse | | 1/250 | Nov 2021 | CABINET CABROL Phase APD 06 Projeté n°2 | Courriel du 12/11/21 |
| | Plan RdC | | 1/200 | Nov 2021 | METALBI 81 Af. A20-2001 EXE n°1 Ind A | |
| | Extrait cadastral | | Non mentionnée | 2019 | CA ALBIGEOIS | |
| | Plan topographique | | 1/250 | 03/08/21 | GEOSUDQUEST Dossier G25021_2021 | |
| | Plan des réseaux d'assainissements | | ≈ 1/500 | Non daté | CA ALBIGEOIS | |
| | | | | | | |

I . 4 - MOYENS MIS EN OEUVRE

I.4.1. Prestations réalisées

| Présente G2 PRO | Sondages - Essais | Nombre | Caractéristiques |
|--------------------|----------------------------|--------|--|
| | Sondage pressiométrique | 1 | Noté SP1, avec forage à 10 m de profondeur et réalisation de 7 essais NF P 94-110-1. Le forage a été réalisé avec enregistrements des paramètres (vitesse d'avancement, pression sur l'outil, couple de rotation). Le forage a volontairement été implanté sur le sondage PD2 déjà effectué en phase G2 AVP, afin de vérifier que le refus obtenu à 1,50 m dans ce sondage était bien lié à la présence du substratum sain (et non pas à un faux refus). |

| Rappel G2 AVP | Sondages - Essais | Nombre | Caractéristiques |
|------------------|------------------------------------|--------|--|
| | Pénétromètre dynamique | 5 | Notés PD1 à PD5, et descendus au refus à des profondeurs comprises entre 1,90 et 4,20 m /sol |
| | Sondages à la tarière mécanique | 3 | Notés TM1 à TM3, descendus à des profondeurs comprises entre 2,10 m (refus) et 6,00 m. |
| | Essai de laboratoire | 2 | Mesures de la valeur au bleu de méthylène NF P 94 068 |
| | | 1 | Mesure des limites d'Atterberg NF P 94 051 |

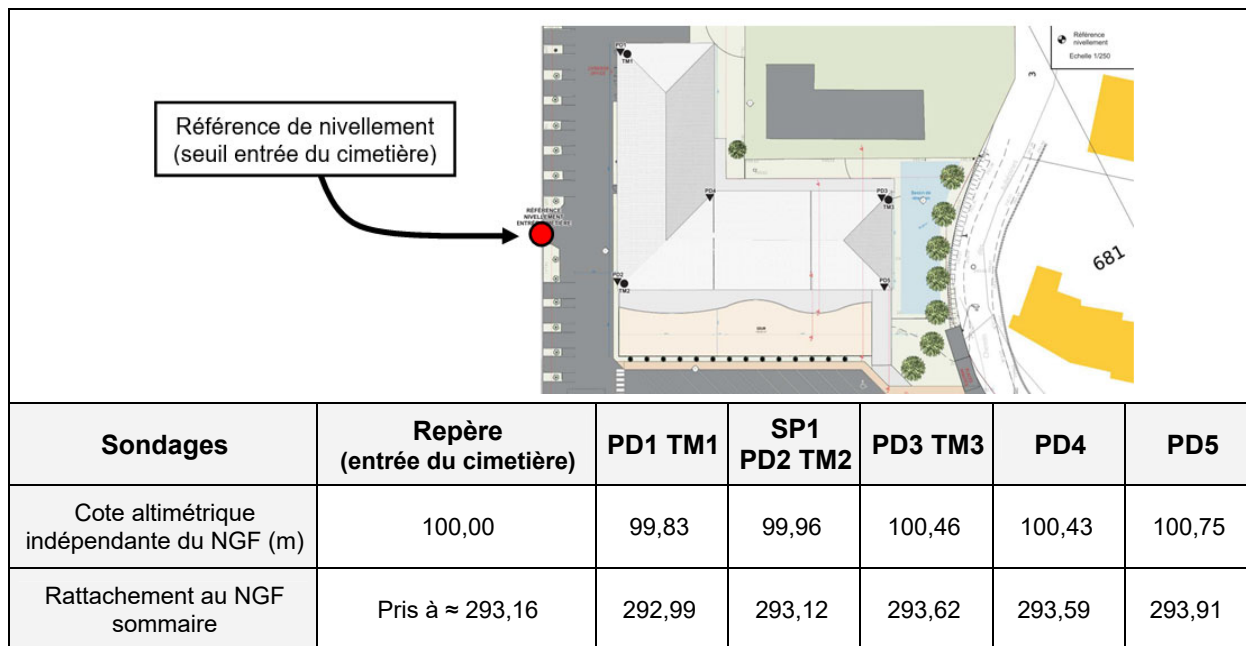
Remarques :

- Les pénétromètres dynamiques sont effectués selon DIN dynamique (Norme DIN 4094 : mouton de 30 kg, hauteur de chute de 0,50 m, pointe de 10 cm²). Ce type d'essai mesure en continu de la compacité du sol ;
- Les forages à la tarière mécanique permettent d'identifier visuellement la nature des sols et de prélever des échantillons (précision des limites de couches : 30 à 40 cm)

I.4.2. Déroulement des sondages

Les sondages se sont déroulés sans événements particuliers.

I.4.3. Nivellement des sondages



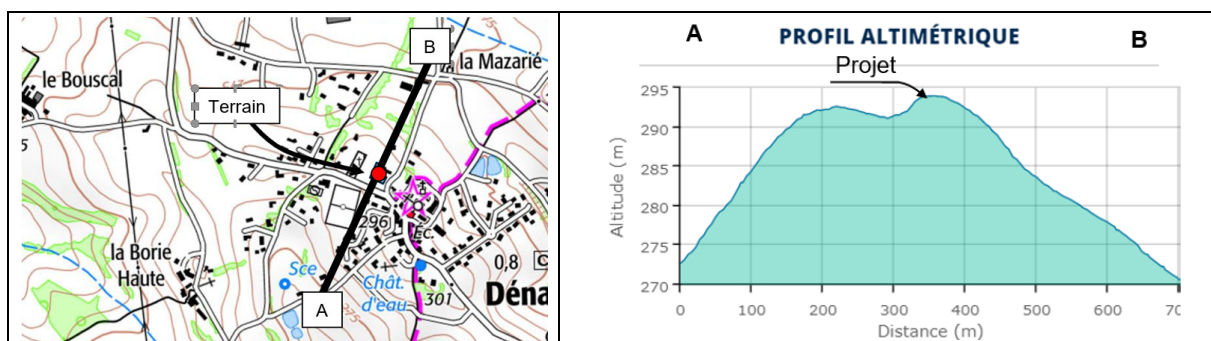
II - CONTEXTE GENERAL

II.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site se trouve dans DENAT même, à ≈ 100 m au nord-ouest du centre du village. L'altitude de la zone étudiée est comprise entre 292 et 294 NGF selon le plan topographique fourni.

II.2 - RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL

II.2.1. Rappel du contexte topographique



Le village se trouve sur la crête d'une colline. Le terrain est relativement plat au droit du projet. Dans le détail, le plan topographique fourni révèle une pente faible (1 à 2,5 %) et de direction variable (nord-ouest à sud-ouest).

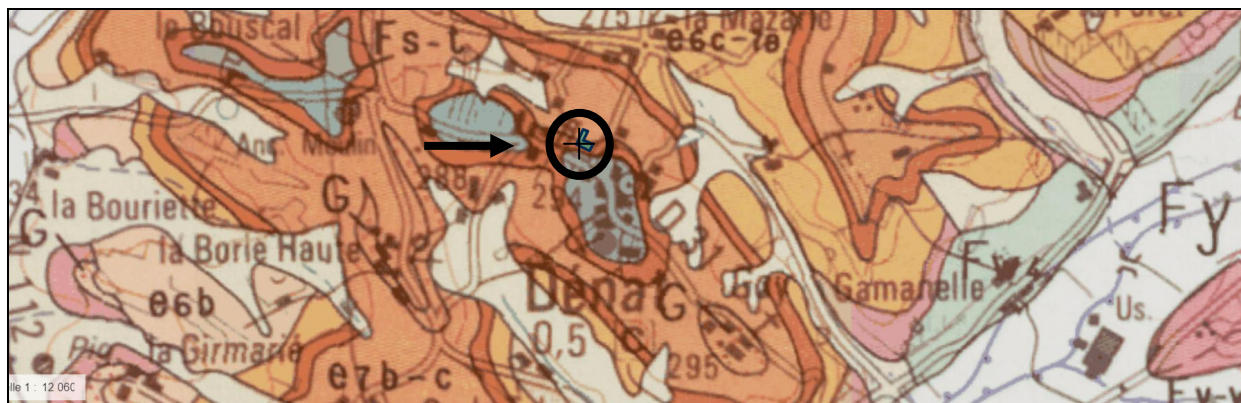
II.2.2. Occupation des sols



II.2.3. Ouvrages enterrés

Aucun réseau enterré ou ancien ouvrage aujourd'hui démolé ne nous ont été signalés.

II.2.4. Rappel du contexte géologique



Extrait de la carte géologique

D'après la carte géologique de la France (feuille de Réalmont), et à la précision du 1/50000^{ème} près (1 mm = 50 m ...), le projet se trouve à cheval sur une limite géologique qui sépare deux faciès différents du substratum molassique régional :


- En partie nord du projet : le faciès dit des "Argiles de Notre-Dame -de-la-Drèche" (notées e7 b-c). La notice précise qu'il s'agit d'un ensemble argilo-graveleux, azoïque, contenant de nombreux niveaux d'enrichissements carbonatés pouvant alterner avec de grandes lentilles de grès.
- En partie sud du projet : le faciès calcaire dit des "Calcaires de Ronel, Cuq et Vielmur" (notés e6-7 b).

La masse d'eau répertoriée au premier niveau en 2013 est celle dite des "Molasses du bassin du Tarn". Le substratum molassique ne constitue pas un aquifère significatif en raison de sa perméabilité globalement faible.

II.2.5. Actualisation des risques et aléas répertoriés dans le secteur

| Aléa naturel | Classement du secteur | |
|--|---|------------------------------------|
| Zone de sismicité | Classe 1 (très faible) | |
| Susceptibilité vis-à-vis de l'amiante naturelle | | Susceptibilité nulle à très faible |
| Cavités souterraines abandonnées non minières non localisées | Zone non concernée | |
| Exposition au retrait gonflement des argiles | | Terrain en zone d'aléa fort |
| Mouvements de terrain répertoriés dans le secteur | Pas de mouvements répertoriés à proximité immédiate du projet | |
| Radon | Potentiel radon de la commune : faible | |

Source : infoterre.fr et georisque.fr

| Risque lié aux inondations | | |
|---|--|---|
| Inondation par crue lente en région de plaine ou crue torrentielles | Le terrain étudié n'est pas en secteur inondable par débordement de cours d'eau | |
| Inondation par remontée lente de la nappe phréatique |  | Zone nappe ou d'inondations de caves (fiabilité faible) |
| Inondation par ruissellement (urbain ou agricole) | Pas d'informations | |
| Inondation par submersion marine | Secteur non concernée | |

Source : infoterre.fr et georisque.fr

| Plans de Prévention des Risques Naturels répertoriés sur la commune | | | | |
|---|--|---|-------------|-------------|
| Mouvements de terrain (y compris retrait gonflement) | PPRN | Aléa | Prescrit le | Approuvé le |
| | 81PREF20030020 - PPR Argile départemental | Mouvement de terrain Tassements différentiels | 31/07/2003 | 12/01/2009 |
| Inondations | PPRN | Aléa | Prescrit le | Approuvé le |
| | 81DDT20210001 - PPRi bassin versant du DADOU | Inondation Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau | 16/03/2021 | |

Source : georisque.fr

- Les arrêtés de catastrophe naturelle concernant le secteur sont les suivants :

| Arrêtés de catastrophe naturelle pris sur la commune | | | |
|--|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Type | Nombre d'arrêtés | Date dernier arrêté | Dernière parution au journal Officiel |
| Inondations et coulées de boues | 1 | 06/09/1994 | 25/09/1994 |
| Mouvement de terrain consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols | 3 | 24/07/2018 | 12/08/2018 |
| Tempête | 1 | 18/11/1982 | 19/11/1982 |

Source : georisque.fr

III - RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

III . 1 - COUPE VERTICALE DES SOLS

Les couches recoupées sont les suivantes (voir détail dans la synthèse) :

- De 0,00 à $\approx 0,20$ m : cailloux, limons, terre végétale
- De $\approx 0,20$ à 1,0 / 1,7 m : formations fines hétérogènes (argiles, sables argileux)
- De 1,0 / 1,70 à 1,9 / 4,6 m : substratum molassique altéré
- A partir de 1,9 m / 4,6 m : substratum molassique sain

III . 2 - DONNEES GEOTECHNIQUES

| Niveaux moyens (m/TN) | Nature des sols | Rd moyenne (MPa) | PI* (MPa) | E _M (MPa) |
|---------------------------|---|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| $\approx 0,2$ à 1,0 / 1,7 | Formations fines hétérogènes (argiles, sables argileux lâches) | 1,2 à 7,6 | Non mesurée (couche trop fine) | |
| 1,0 / 1,7 à 1,9 / 4,6 | Substratum molassique altéré | 10,0 à 37,1 | 0,53 | 9,6 |
| Au-delà de 1,9 / 4,6 | Substratum sain probable | | > 5 | 100 à > 200 |

Les valeurs détaillées dans ce tableau sont destinées à présenter des ordres de grandeurs favorisant la compréhension du contexte géotechnique général. Ces valeurs ne peuvent pas être utilisées telles quelles pour un quelconque dimensionnement. Les sondages pénétrométriques ne permettent pas l'identification visuelle des couches, et peuvent être l'objet de refus prématurés obtenus sur des niveaux ponctuellement très compacts.

III . 3 - L'EAU DANS LE SOL

| Sondages | Sondage G2 PRO (10/06/22) | Sondages G2 AVP (08/12/2021) | | |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----|-----|
| | SP1 | TM1 | TM2 | TM3 |
| Venues d'eau en sondage | Sec | 4,5 m / sol | Sec | Sec |
| Traces d'hydromorphisme | - | | - | - |

III . 4 - ESSAIS D'IDENTIFICATIONS EN LABORATOIRE (RAPPEL G2 AVP)

| Sondages | Prof. (m) | Nature du sol | Wn (%) | VBS | Limites d'Atterberg | | | | Analyse granulométrique % de passant à | | | | Classe GTR |
|----------|-----------|-----------------|--------|------|---------------------|----|----|------|---|------|---------|------|------------|
| | | | | | WI | Wp | Ip | Ic | 50 mm | 2 mm | 0,08 mm | 2 µm | |
| TM1 | 0,2 à 1,4 | Argile sableuse | 19,4 | 3,85 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TM1 | 1,4 à 3,8 | Sable argileux | 14,0 | 3,59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TM2 | 0,2 à 1,5 | Argile sableuse | 27,8 | - | 72 | 31 | 41 | 1,08 | | | | | |

- Analyse des valeurs au bleu de méthylène :

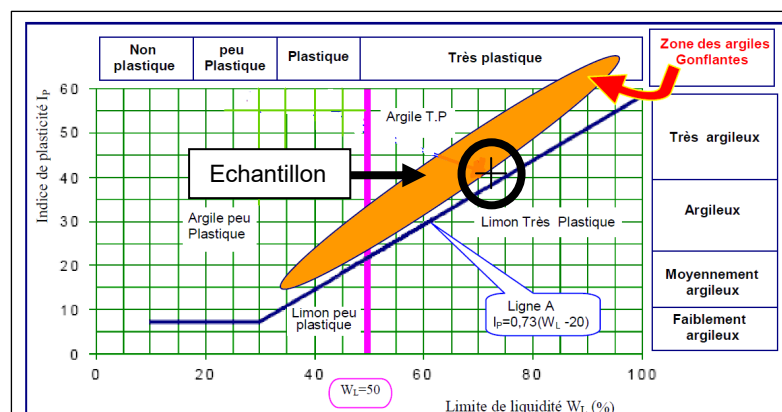
Une première évaluation simple de la sensibilité au retrait gonflement a été établie sur la base de mesures de la valeur au bleu de méthylène (Chassagneux et al, ARGIC). Les valeurs mesurées en TM1 témoignent d'une sensibilité modérée mais réelle, de la fraction fine du sol vis-à-vis du retrait gonflement). Il est remarqué que la proportion de cette fraction fine argileuse et sensible du sol n'a pas été mesurée (la présence d'une fraction sableuse peut atténuer la sensibilité globale du sol).

| Echantillon (prof. en m) | | Susceptibilité au retrait gonflement | VBS = 2,5 | | VBS = 6 | VBS = 8 |
|-----------------------------|--------------|--|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | | Faible (sol insensible) | Moyenne (sensibilité croissante) | Forte (sol sensible) | Très forte (sol très sensible) |
| TM1 | 0,2 à 1,4 | VBS mesurée | 2,5 | > 3,85 < | 6 | 8 |
| TM1 | 1,4 à 3,8 | VBS mesurée | 2,5 | > 3,59 < | 6 | 8 |

Susceptibilité d'un sol argileux au retrait gonflement déterminée à partir de la VBS (Chassagneux et al, 1995)

Remarque : les échantillons sont sensibles à l'eau (variations d'état hydriques associées à des modifications de consistance : consistance dure à l'état hydrique très sec, consistance molle à l'état très humide)

- Analyse des valeurs d'Atterberg :

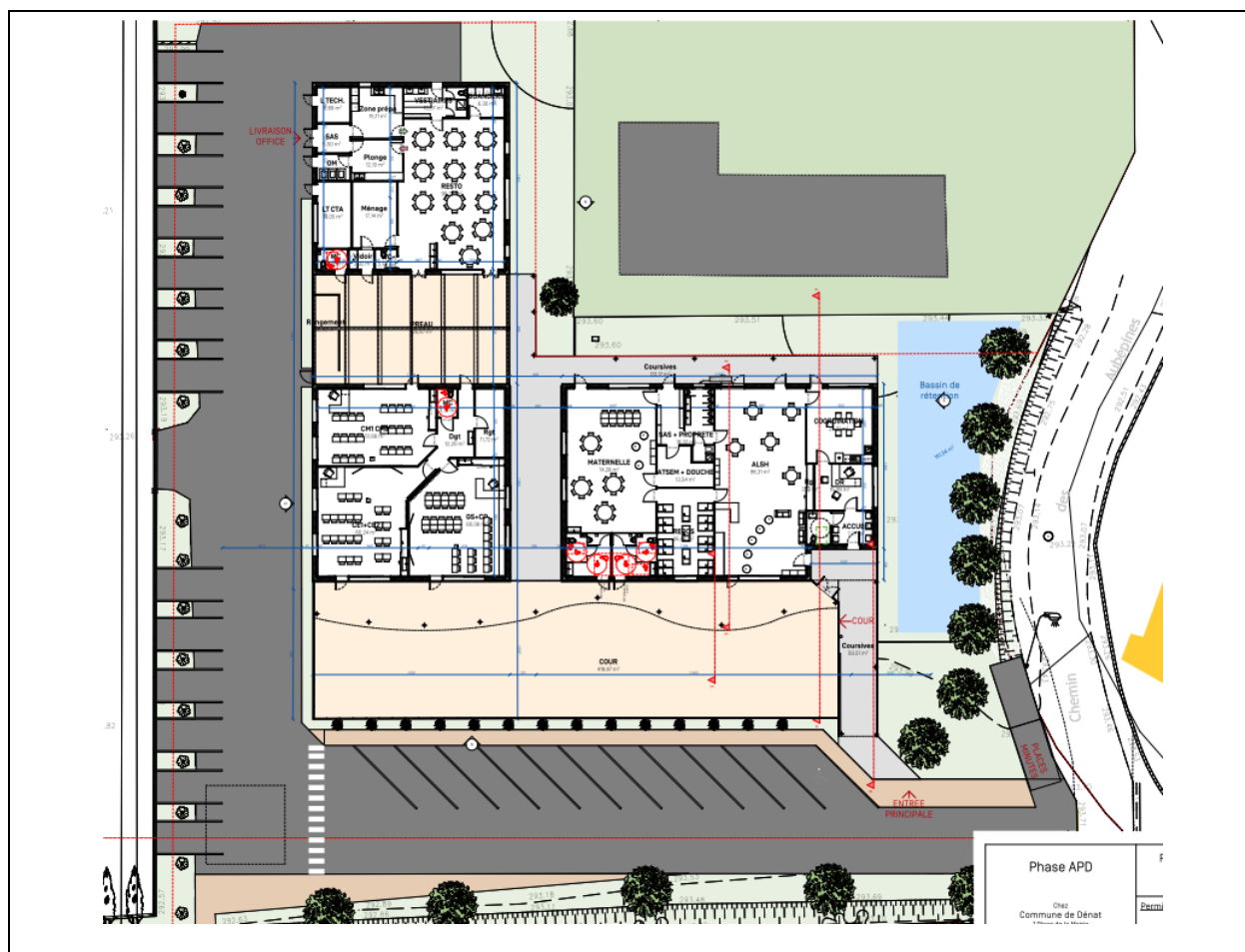


Les valeurs mesurées en TM2 témoignent d'une sensibilité extrêmement forte, vis-à-vis du retrait gonflement (sous réserve d'un passant à 80 microns > 35%, l'échantillon analysé pourrait être situé en classe GTR A4 ...)

Remarque : l'échantillon est sensible à l'eau (variations d'état hydriques associées à des modifications de consistance : consistance dure à l'état hydrique très sec, consistance molle à l'état très humide)

IV - APPLICATION AU PROJET - MISSION G2 PHASE PRO

IV . 1 - DESCRIPTION DU PROJET

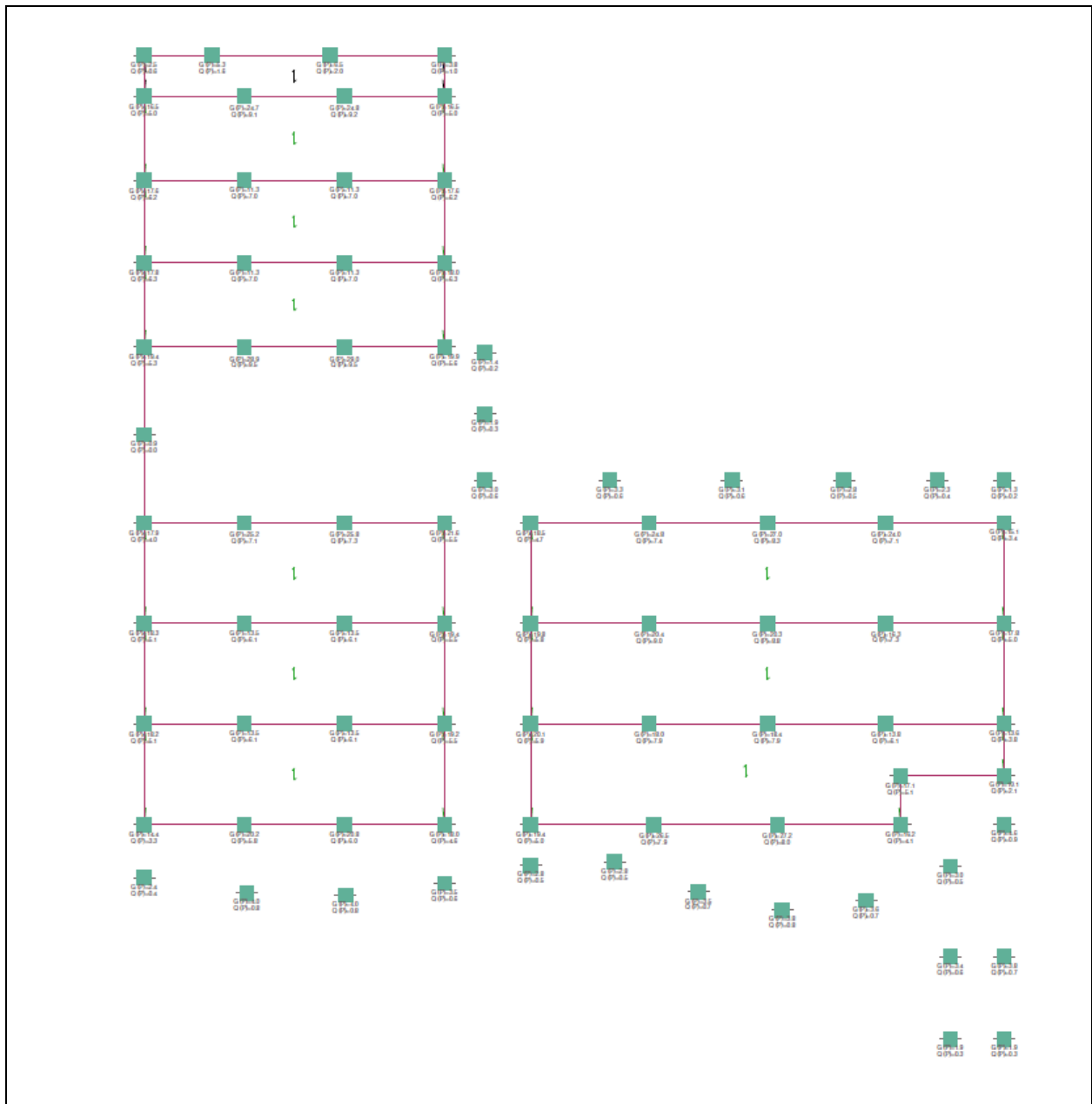


Plan Rdc projet

Le projet consiste à construire une école. Le bâtiment en forme de "L" sera de plain-pied, et présentera une emprise de l'ordre de 40 m de côté pour 15 m de largeur.

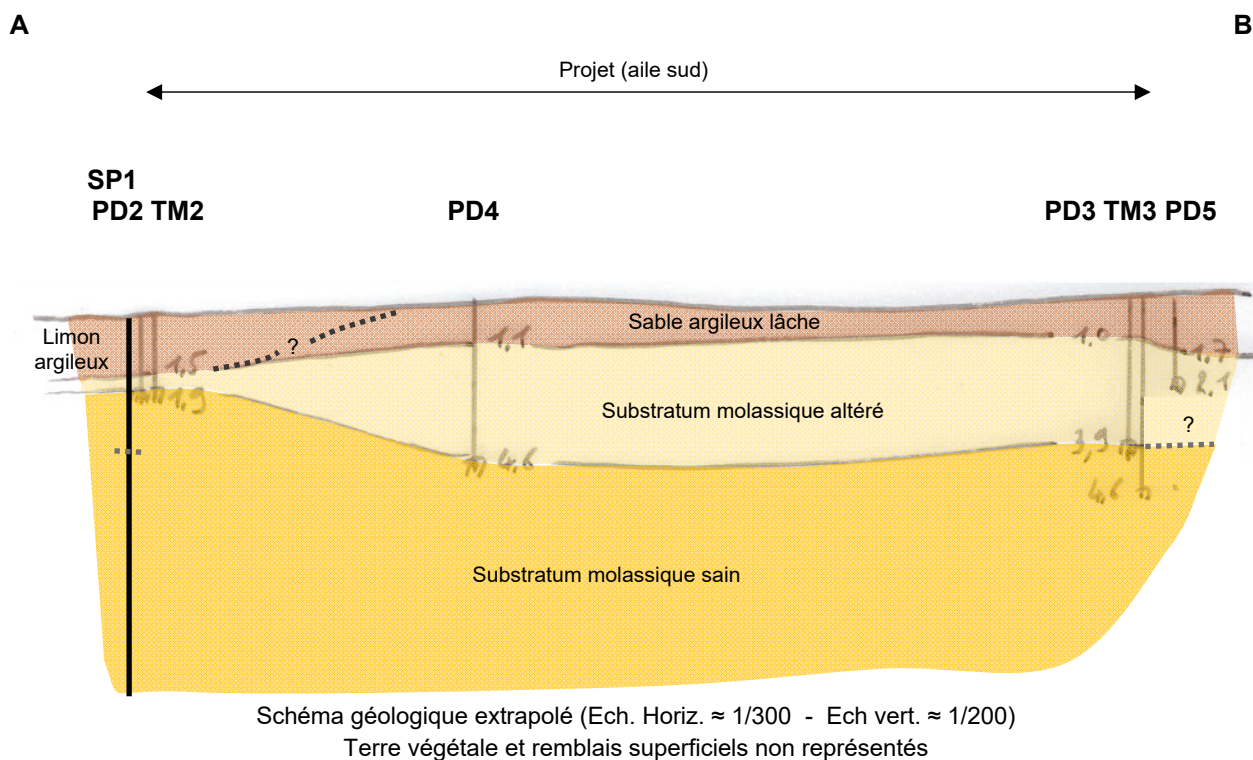
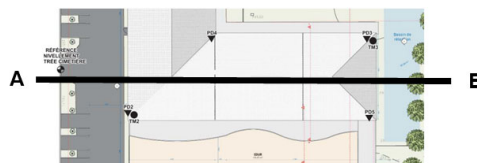
La cote altimétrique du RdC fini (arase supérieure) ne nous a pas été fournie. Elle sera supposée être sensiblement identique à celle du sol au jour des sondages.

Les descentes de charges du projet sont mentionnées sur le plan présenté en page suivante.



Plan des fondations

IV . 2 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE ACTUALISEE



| | |
|------------|---|
| opographie | Selon le plan topographique fourni, le site présente une faible pente (1 à 2,5 % planimétrés) de direction variable (nord-ouest à sud-ouest). |
|------------|---|

| | |
|----------------------------|--|
| Le sol (1 sur 2) | <p>Sous une mince couche de remblais superficiels (voirie existante, terre végétale, ...) non représentée sur la coupe, les formations recoupées sont les suivantes :</p> <p>1 - Des formations fines hétérogènes, sensibles à l'eau, et qui apparaissent sous des faciès irréguliers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Argiles +/- limoneuses</u> légèrement sableuses en TM1 / SP1, de compacité médiocre (résistance dynamique $R_d = 1,2$ à $4,4$ MPa, $PI^* = 0,5$ MPa, $E_M = 9,6$ MPa), et extrêmement sensibles au retrait gonflement (indice de plasticité Ip_{TM1} de $0,2$ à $1,4 = 41$. Pour l'hypothèse d'un passant granulométrique à 80 microns supérieur à 35%, cet indice correspond à celui d'un sol de classe GTR A4 ...) - <u>Sables argileux lâches</u> gris, bruns et ocre, de compacité toujours médiocres ($R_d = 1,2$ à $7,6$ MPa). La valeur au bleu de méthylène mesurée dans cette couche (VBS_{TM1} de $0,2$ à $1,4 = 3,85$) reste modérée, mais traduit cependant une sensibilité faible mais réelle vis-à-vis du retrait gonflement. Cette couche n'a pas été recoupée en SP1 |
|----------------------------|--|

| | |
|---|---|
| <p>Le sol (1 sur 2)</p> | <p>2 - Le substratum molassique altéré. De très bonne compacité ($R_d = 10,0$ à refus, $PI^* > 5$ MPa, $E_M > 250$ MPa), il apparaît essentiellement sous un faciès sablo-argileux induré, malgré l'observation d'un faciès marno-sableux plus ponctuel (TM2 par exemple entre 1,50 et 1,90 m).</p> <p>La valeur au bleu de méthylène mesurée dans cette couche ($VBS_{TM2 \text{ de } 1,4 \text{ à } 3,8} = 3,59$) reste toujours modérée, mais traduit toujours une faible sensibilité vis-à-vis du retrait gonflement.</p> <p>En PD2-TM2, l'hypothèse d'un refus prématuré à 1,90 m / sol était avancée en étude G2 AVP. Le sondage pressiométrique SP1, implanté spécifiquement à proximité de ce pénétromètre pour vérification, a bien confirmé la présence du toit molassique compact à faible profondeur.</p> <p>Le contexte est considéré comme étant similaire en PD5.</p> <p>3 - Le substratum molassique sain marneux, très compact (refus pénétrométriques, $PI^* > 5$ MPa et $E_M = 100$ à > 250 MPa).</p> |
|---|---|

| | |
|---------------------|--|
| <p>L'eau</p> | <p>Une venue d'eau a été observée en TM1 à 4,50 m de profondeur, le 09/12/21 (niveau non stabilisé). Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation du sondage pressiométrique SP1, le 10/06/22.</p> <p>L'eau circule donc au droit du projet, de façon irrégulière, dans les niveaux plus altérés ou plus sableux de la frange d'altération molassique.</p> <p>La répartition et les caractéristiques de cet écoulement (hautes eaux, ...) restent à préciser par une approche plus spécifique, si besoin (tubes piézométriques, idéalement associés à un suivi piézométrique de longue durée pour mesure des variations saisonnières de la profondeur de l'eau dans le sol).</p> <p>Des venues d'eau plus superficielles restent toujours possibles à très faible profondeur, par exemple par simple infiltration des eaux météoriques (infiltration des eaux dans les formations superficielles et accumulation +/- provisoire sur l'interface formations superficielles / frange d'altération molassique).</p> |
|---------------------|--|

IV . 3 - TERRASSEMENTS

| | |
|---------------------|--|
| Engins utilisables | Les couches superficielles meubles pourront être terrassées à l'aide de moyens classiques (pelle mécanique, ...). |
| Plateforme chantier | <p>Dans l'hypothèse d'un profil rasant (cote altimétrique projet non connue), l'arase de terrassement après décapage devrait être constituée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au moins vers TM1 : par une argile faiblement sableuse caractérisée par un indice de plasticité très élevé (I_p_{TM1} de 0,2 à 1,4 = 41). Sous réserve d'un passant à 80 microns supérieur à 35 % (visuellement probable mais à mesurer en toute rigueur), ce type de sol pourrait être situé en classe GTR "A4". Ce type de sol est très sensible au retrait gonflement et sensible à l'eau (modifications d'état hydrique associées à des modifications de consistance : consistance dure à l'état hydrique sec, consistance molle à l'état hydrique très humide). Très peu perméable, ce sol argileux ne change d'état hydrique que très lentement. Lors des terrassements, la maîtrise de son état hydrique peut donc constituer une réelle contrainte. La teneur en eau mesurée au moment de l'étude est assez élevée ($W_{nat} = 27,8 \%$). - Sur le reste du site : par un sable argileux de sensibilité modérée mais réelle vis-à-vis du retrait gonflement (VBS_{TM2} de 0,2 à 1,4 = 3,85). Ce type de sol est également sensible à l'eau (variations d'état hydrique plus rapides que dans le sol argileux précédent, en raison d'une perméabilité théoriquement plus élevée). L'état hydrique normalisé de la couche n'a pas été établi ($W_{nat} = 19,4 \%$, cuttings humides et plastiques au toucher). <p>En conclusion, il apparaît que la PST sera constituée par des sols hétérogènes, sensibles à l'eau, et potentiellement difficiles à terrasser de façon normalisée (cas des sols A4).</p> <p>La mise en œuvre d'une couche de forme sera nécessaire pour garantir la traficabilité pendant le chantier.</p> <p>La GTR précise que les sols A4 ne peuvent "normalement pas être utilisés en couche de forme", quel que soit leur état hydrique.</p> <p>A ce stade du projet, une couche de forme granulaire sera proposée. Une étude spécifique (étude d'exécution G3 par exemple) pourra permettre d'affiner la reconnaissance de la PST, et éventuellement de valider une solution de traitement.</p> |
| Talus | Pour rappel, la cote altimétrique du projet n'est pas connue. Compte tenu du très faible relief du site, les terrassements de la plateforme du chantier ne devraient pas générer de talus significatifs. |
| L'eau dans le sol | <p>La présence d'eau est toujours possible dans les formations superficielles, par exemple en contexte pluvieux. Les sujétions courantes devront être prévues (drainage, exutoire gravitaire idéalement recherché ...).</p> <p>Ce point pourra être par exemple être précisé dans le cadre d'un approfondissement de l'étude (étude d'exécution G3).</p> |

IV . 4 - FAISABILITE DES FONDATIONS

IV.4.1. Choix des fondations et paramètres géotechniques de dimensionnement

Solution n° 1

Fondations par puits et longrines sur le substratum molassique compact

La sensibilité faible mais réelle de la frange d'altération molassique vis-à-vis du retrait gonflement ne permet pas de la retenir comme assise de fondation.

Il sera proposé ici de se fonder sur le toit du substratum molassique compact, par l'intermédiaire de puits.

- Référentiel : EC7 et NF P 94-261

- Type de fondation : **fondations par puits et longrines**

- Nature du sol d'assise : substratum molassique compact

- Profondeur d'assise :

La profondeur d'assise minimale au droit de chaque sondage est donnée dans le tableau ci-après, elle tient compte d'un ancrage minimum de 0,2 m dans le sol d'assise.

| Sondages | SP1 PD2 TM2 | PD1 | PD3-TM3 | PD4 | PD5 |
|---|-------------|------|---------|------|------|
| Profondeur d'assise / sol au droit du sondage | 2,10 | 4,50 | 4,20 | 4,70 | 2,40 |

- Taux de travail admissible :

| | |
|------|-----------|
| QELS | 0,600 MPa |
| QELU | 0,986 MPa |

- Sujétions :

Les travaux seront réalisés selon les règles de l'Art.

Le sol d'assise de fondation devra être homogène.

Une mauvaise tenue des parois et des venues d'eau seront possibles et devront être prévues.

L'encastrement minimal pour la protection au gel est de 0,65 m à 194 NGF.

Les éventuels réseaux enterrés non identifiés à proximité du projet devront être repérés pour sujétions éventuelles:

Solution n° 2

Fondations profondes (pieux) ancrées dans le substratum molassique compact

Cette solution est développée par soucis d'exhaustivité, puisque abordée dans l'étude G2 AVP

- Référentiel : eurocode 7 (NF P 94-262)

- Type de fondation : **fondations profondes**

- Nature et profondeur du sol d'assise : substratum présent à partir de 1,90 / 4,60 m.

- Paramètres de dimensionnement :

Il est pris en compte ici la faisabilité de pieux forés à la tarière creuse (pieux de classe 2 catégorie 6). Toute modification des types de pieu devra être soumise à une actualisation du choix des paramètres présentés.

| Nature des sols | Courbe | Epaisseur moyenne de la couche (m) Estimation au droit de PD4 | PI* (MPa) | $\alpha_{\text{pieu sol}}$ | kp | qs (kPa) |
|--|--------|--|--------------------|----------------------------|-----|-------------------|
| Mort terrain | - | 1,0 | - | - | - | 0 |
| Formations superficielles et substratum altéré | Q1 | 3,40 | 530 | 1,5 | - | 53 ⁽¹⁾ |
| Substratum sain | Q4 | D | 4,5 ⁽²⁾ | 1,6 | 1,6 | 186 |

⁽¹⁾ : en SP1 (pour rappel implanté spécifiquement pour vérifier l'absence de faux refus en PD2), la frange d'altération reste peu épaisse et la mesure pressiométrique proposée ici ($PI^* = 0,53$ MPa) nous semble être pouvoir être sous estimée par rapport à la compacité de la frange d'altération molassique observée dans les pénétromètres PD1, PD3 ou PD4. Eventuellement, une optimisation du modèle géotechnique pourra être recherchée en début de chantier dans le cadre de l'étude d'exécution G3, (ou G4 à la charge alors du Maître d'Ouvrage), par mesure pressiométrique complémentaire dans les zones où la frange d'altération est plus épaisse qu'un SP1.

⁽²⁾ : la valeur retenue est de $PI^* = 4,5$ MPa par sécurité

- Sujétions :

Les travaux seront réalisés selon les règles de l'Art.

Une mauvaise tenue des parois et la présence d'eau seront à attendre et devront être prévues. Les modules pressiométriques sont supérieurs à 250 MPa : les méthodologies mises en œuvre devront être compatible avec ces valeurs.

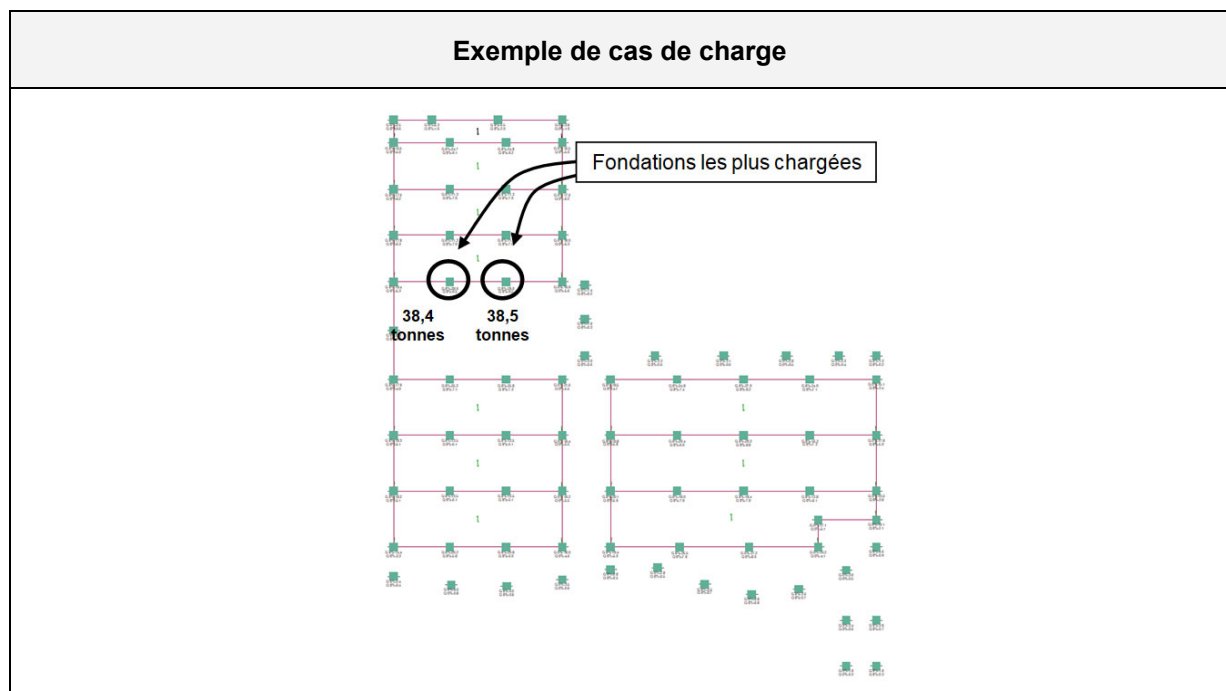
Si des surcharges quelconques (remblais ...) sont mises en œuvre à la périphérie des pieux, le dimensionnement des pieux devra prendre en compte le frottement négatif et les poussées latérales.

Il conviendra de considérer au minimum 1 m de mort terrain.

La faisabilité du type de pieux, préconisé ci-dessus, reste à l'appréciation de l'entreprise de fondations spéciales car elle est fonction des caractéristiques (puissance ...) de son matériel. En cas de groupe de pieux, les paramètres précités seront adaptés en conséquence et les tassements calculés.

Les pieux seront réalisés selon les règles de l'Art par une entreprise spécialisée en fondations profondes. Leur exécution devra être conforme aux règles de l'Art. La structure des pieux devra être précisée par un intervenant spécialisé en structure.

IV.4.2. Exemple de dimensionnement



| Exemple de fondations par puits ancré dans le toit du substratum molassique sain (ancrage : 0,20 m) | | | | | |
|--|-------------------------|-------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Fondation | | Combinaison | Charge centrée Qvd (KN) | Portance Rvd (KN) | Tassement (mm) |
| Diamètre | Profondeur (m / sol) | | | | |
| 0,80 m | 4,60 ⁽¹⁾ | QELS QP | 385 | ok | 2,1 |

⁽¹⁾ : profondeur estimée à partir du refus obtenu en PD4 à 4,40 m (+ 0,20 m d'ancrage = 4,60 m /sol actuel). La profondeur du toit molassique compact devra être repérée au droit de chaque fondations lors de l'exécution des fondations, par moyens adaptés (par exemple : enregistrement des paramètres de forage).

| Exemple de fondations par pieu ancré dans l'épaisseur du substratum molassique sain (ancrage minimal : 3 diamètres) | | | | | | | |
|--|---|---------------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------------------------|
| Type Diamètre | Ancrage | Fiche totale | Combinaison | | | | Tassement en tête (QELS QP) |
| | | | QELS QP | QELS CARAC | QELU FOND | QELU ACC | |
| Tarière Creuse 400 mm | 3Ø = 1,20 | 5,60 ⁽¹⁾ | 533,4 | 652,1 | 930,9 | 1024,1 | Non évalué |
| | Gain de charge par ml complémentaire | + 1 m | 131,5 | 12,8 | 225,8 | 248,3 | - |

⁽¹⁾ : toit molassique à 4,40 m / sol vers PD4 + 3Ø = 4,4 + (3 x 0,4) = 5,60

Remarque : les exemples sont proposés sous réserve de la validation structurale (résistance du béton f_{ck} prise ici à 25 MPa)

IV . 5 - FAISABILITE DES DALLAGES

Compte tenu du contexte (sols superficiels hétérogènes, lâches, et sensibles au retrait gonflement, il sera nécessaire de mettre en place des dalles portées ou des planchers sur vide santiaire.

IV . 6 - INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

La succession des missions géotechniques mentionnée dans la norme NF P 94 500 (classification des missions) prévoit des études géotechniques d'exécution (étude G3 à la charge de l'entreprise, à réaliser en début de chantier) et des études géotechniques de supervision (G4, à la charge du Maître d'Ouvrage).

La réalisation de ces études est conseillée par principe (par exemple pour chercher à optimiser le modèle géotechnique établi dans le présent rapport, dans le cadre de la solution de fondations profonde, ou encore pour chercher à optimiser la faisabilité de la plate forme chantier lorsque el cote altimétrique du RdC sera fixée).

- oOo -

Notre rapport, objet de votre commande, se termine à la remise du présent rapport sauf demandes de renseignements complémentaires entrant dans le cadre de la présente mission.

Le Bureau d'Etudes SOLS ET EAUX reste à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire.

Fait à Cambon Les Lavour, le 24 Juin 2022

Le Chargé d'Etudes

M. Eric ANINAT

P/a


Contrôle

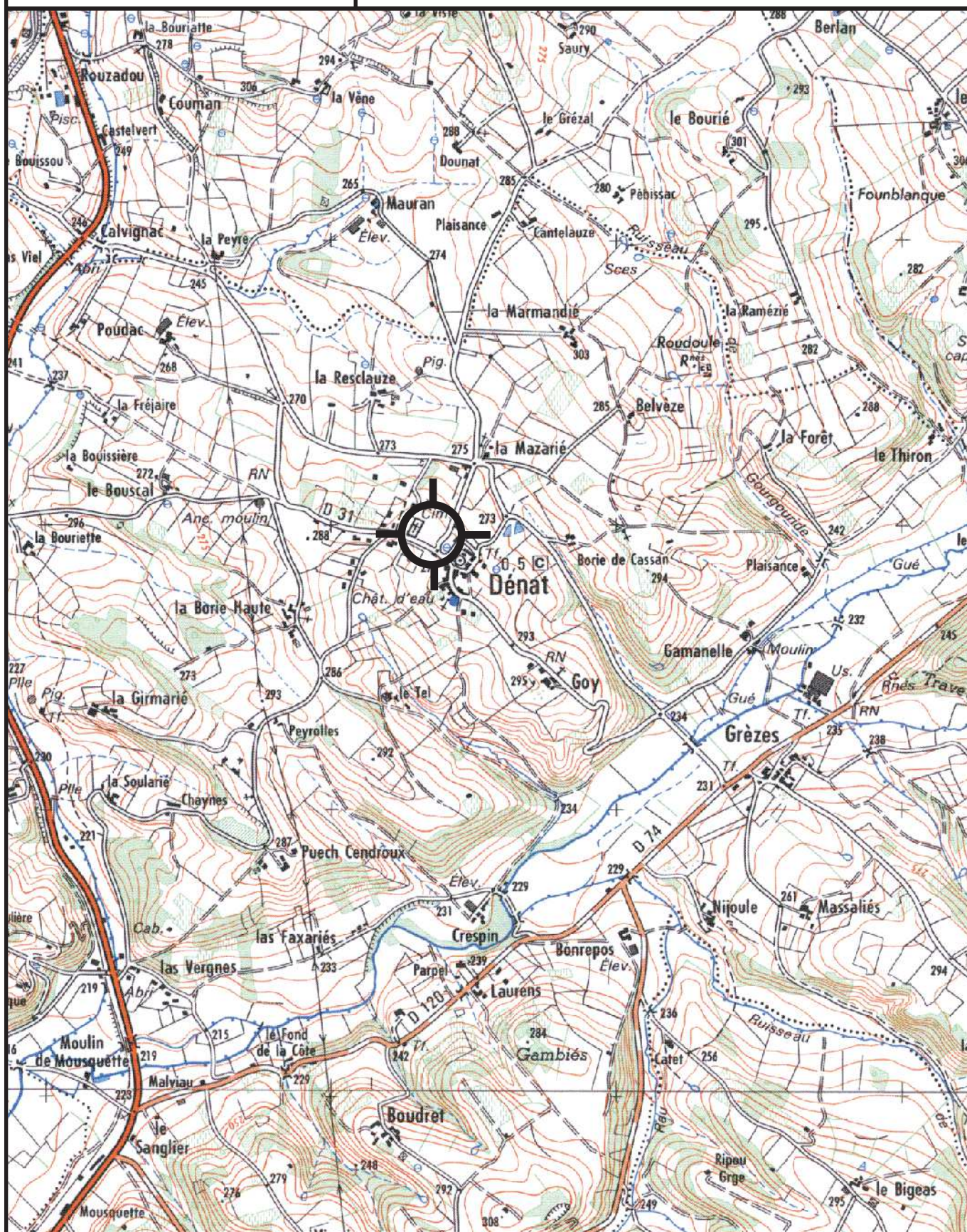
M. Claude ESCANES

P/a


ANNEXES

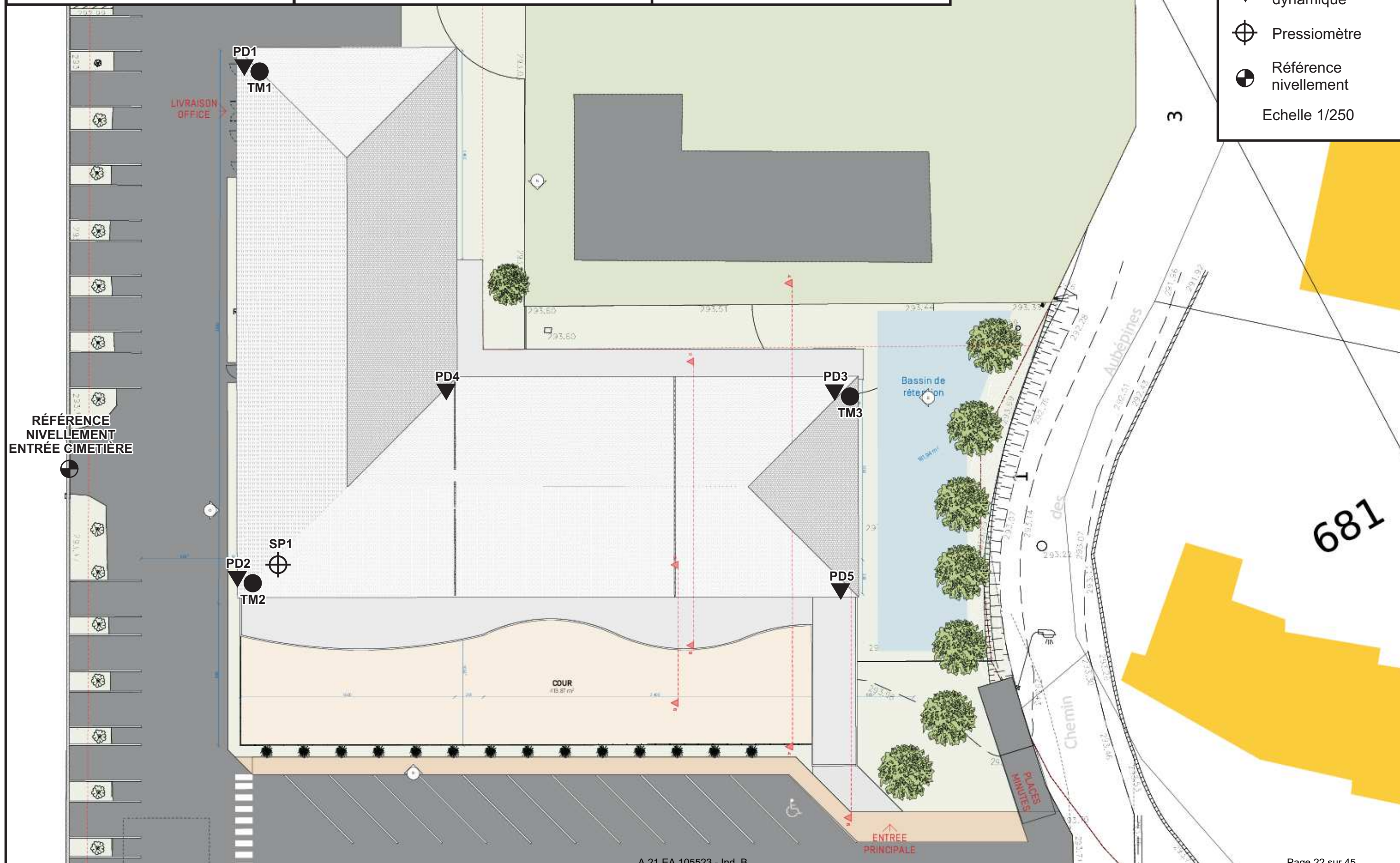
- PLAN DE SITUATION GENERALE
- PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
- SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1
- SONDAGES AU PENETROMETRE DYNAMIQUE PD1 ET PD5
- SONDAGES A LA TARIERE MECANIQUE TM1 A TM3
- ESSAIS DE LABORATOIRE
- ANNEXES FOXTA
- CONDITIONS GENERALES D'EXPLOITATION D'UN RAPPORT D'ETUDES DES SOLS

PLAN DE SITUATION





- Légende**
- Sondages**
- Tarière mécanique
 - ▼ Pénétrromètre dynamique
 - ⊕ Pressiomètre
 - ⊙ Référence nivellement
- Echelle 1/250





DENAT

Contrat 06-190

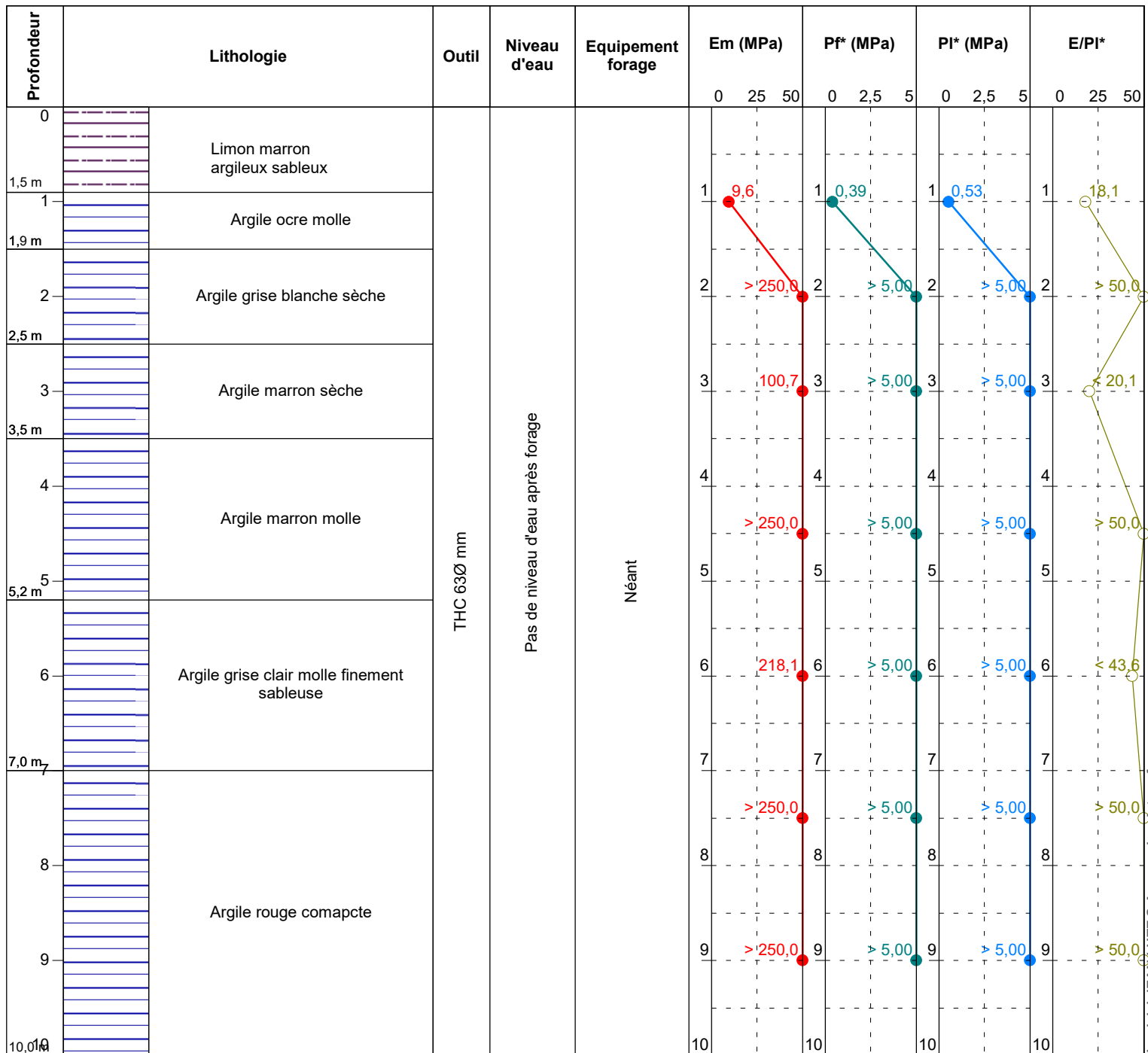
Date début : 10/06/2022

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

1/60

Forage : SP1

EXGTE 3.23.3/GTE





Sondage : SP1

Type :

Chantier : 81 DENAT

Z:

Date : 10/06/2022

Etude : SP1

X:

Début : 0,00 m

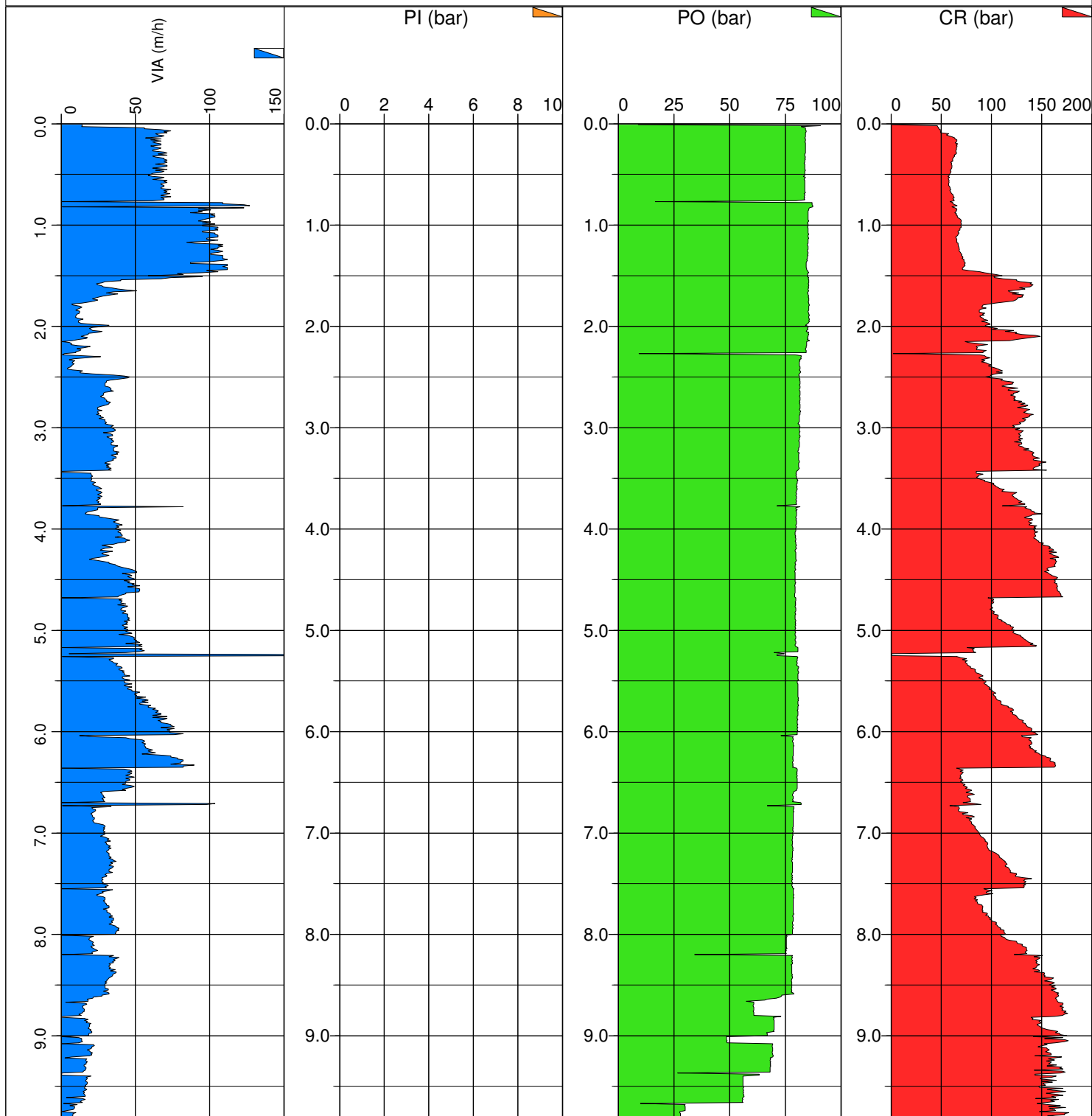
Y:

Fin : 10,00 m

N° de dossier : GGH RGT 06 190

Echelle : 1 / 55

Page : 1 / 1



Observations :



"5 route de l'Endribet"
81470 CAMBON LES LAVAUR
Tél : 05.63.75.02.82

Affaire : MAIRIE DE DENAT
Projet d'une école
81 - DENAT
A-21-EA-105523

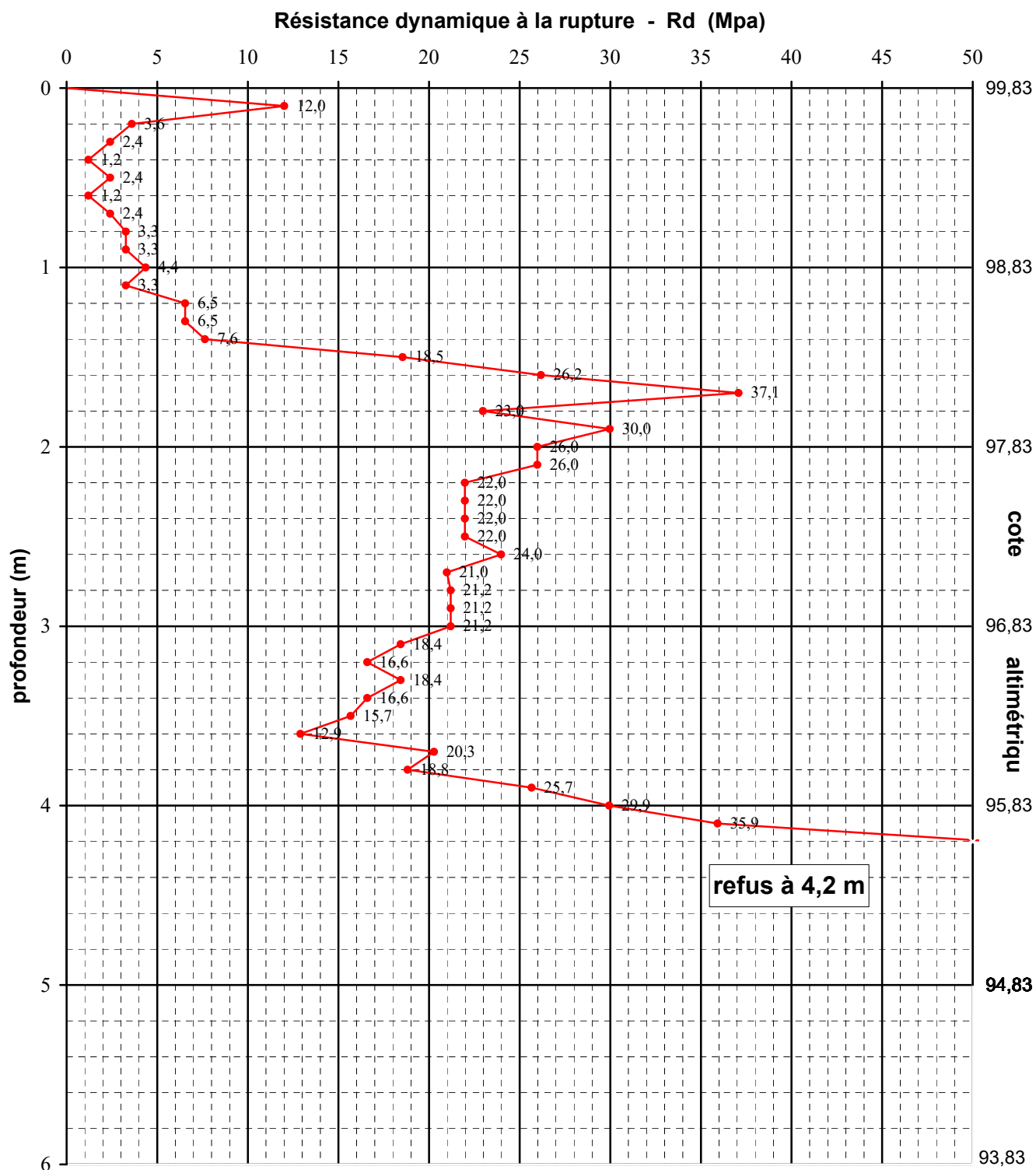
Sondage au pénétromètre dynamique

SEDIDRILL 80

Date: 08/12/21

SONDAGE: PD 1

Cote : 99,83



Mouton en Kg : 30
Masse d'une tige en kg : 3,71

hauteur de chute en m : 0,5
section pointe en m² : 0,001



"5 route de l'Endribet"
81470 CAMBON LES LAVAUR
Tél : 05.63.75.02.82

Affaire : MAIRIE DE DENAT
Projet d'une école
81 - DENAT
A-21-EA-105523

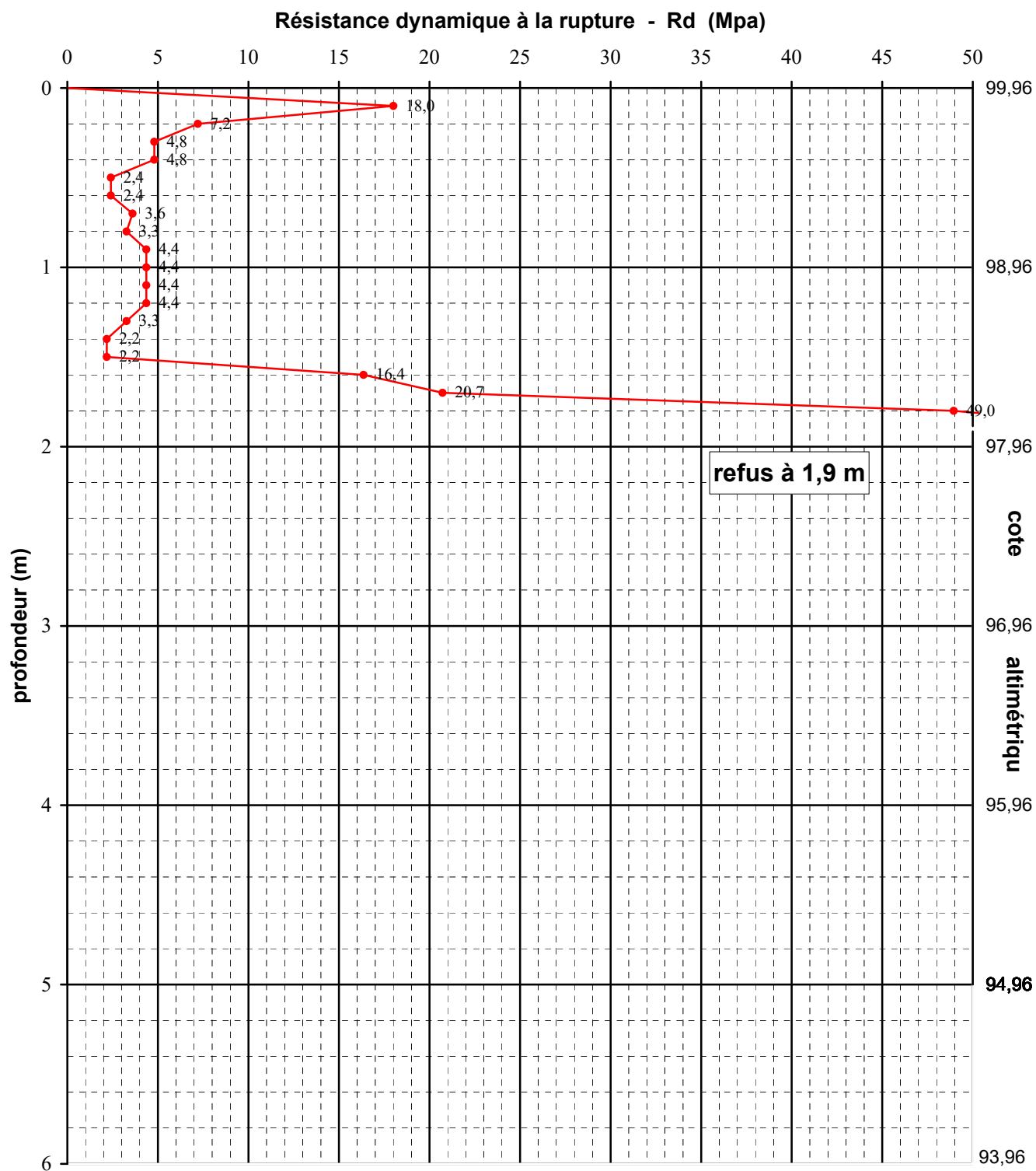
Sondage au pénétromètre dynamique

SEDIDRILL 80

Date: 08/12/21

SONDAGE: PD 2

Cote : 99,96



Mouton en Kg : 30
Masse d'une tige en kg : 3,71

hauteur de chute en m : 0,5
section pointe en m² : 0,001



"5 route de l'Endribet"
81470 CAMBON LES LAVAUR
Tél : 05.63.75.02.82

Affaire : MAIRIE DE DENAT
Projet d'une école
81 - DENAT
A-21-EA-105523

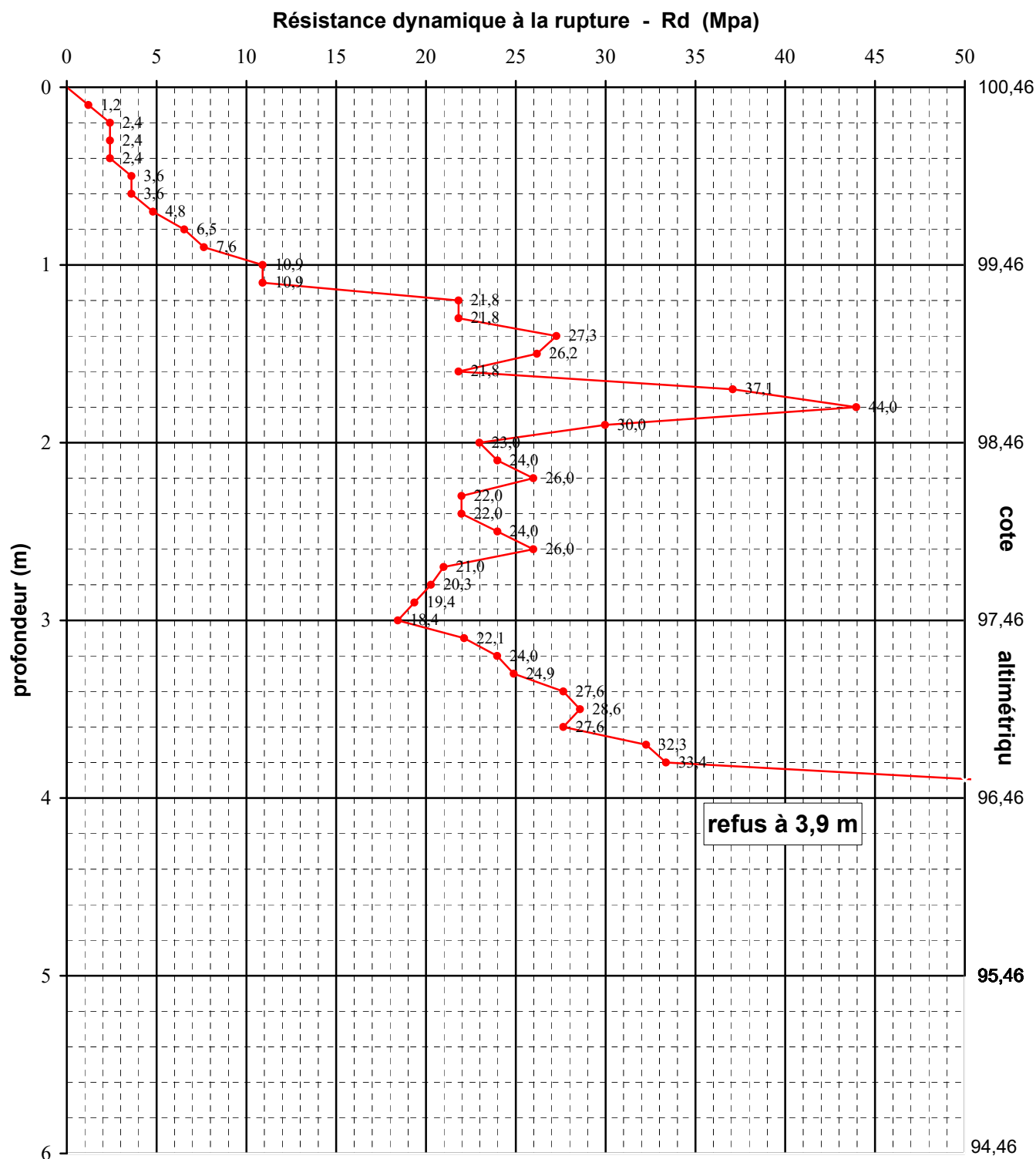
Sondage au pénétromètre dynamique

SEDIDRILL 80

Date: 08/12/21

SONDAGE: PD 3

Cote : 100,46



Mouton en Kg : 30
Masse d'une tige en kg : 3,71

hauteur de chute en m : 0,5
section pointe en m² : 0,001



"5 route de l'Endribet"
81470 CAMBON LES LAVAUR
Tél : 05.63.75.02.82

Affaire : MAIRIE DE DENAT
Projet d'une école
81 - DENAT
A-21-EA-105523

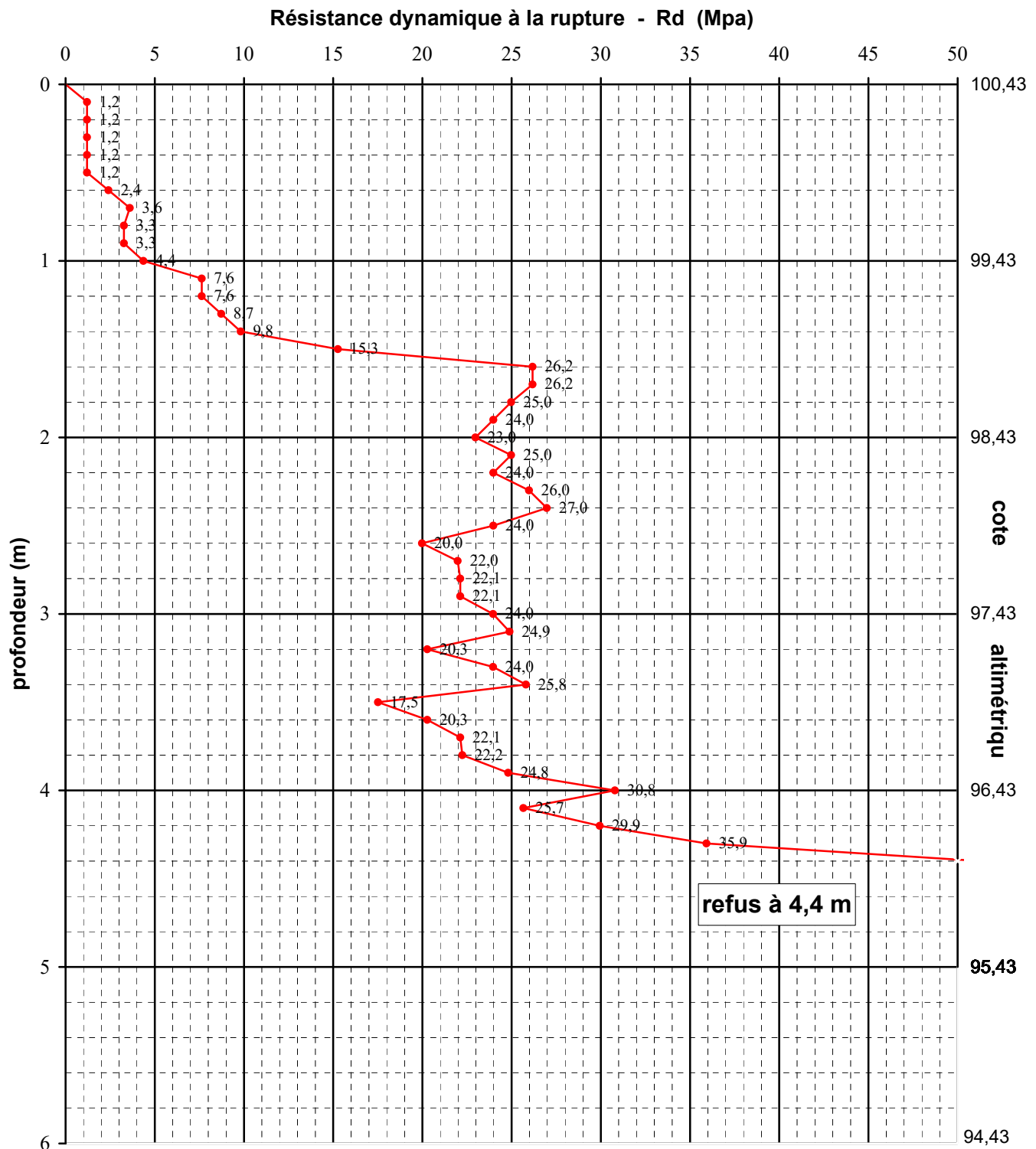
Sondage au pénétromètre dynamique

SEDIDRILL 80

Date: 08/12/21

SONDAGE: PD 4

Cote : 100,43



Mouton en Kg : 30
Masse d'une tige en kg : 3,71

hauteur de chute en m : 0,5
section pointe en m² : 0,001



"5 route de l'Endribet"
81470 CAMBON LES LAVAUR
Tél : 05.63.75.02.82

Affaire : MAIRIE DE DENAT
Projet d'une école
81 - DENAT
A-21-EA-105523

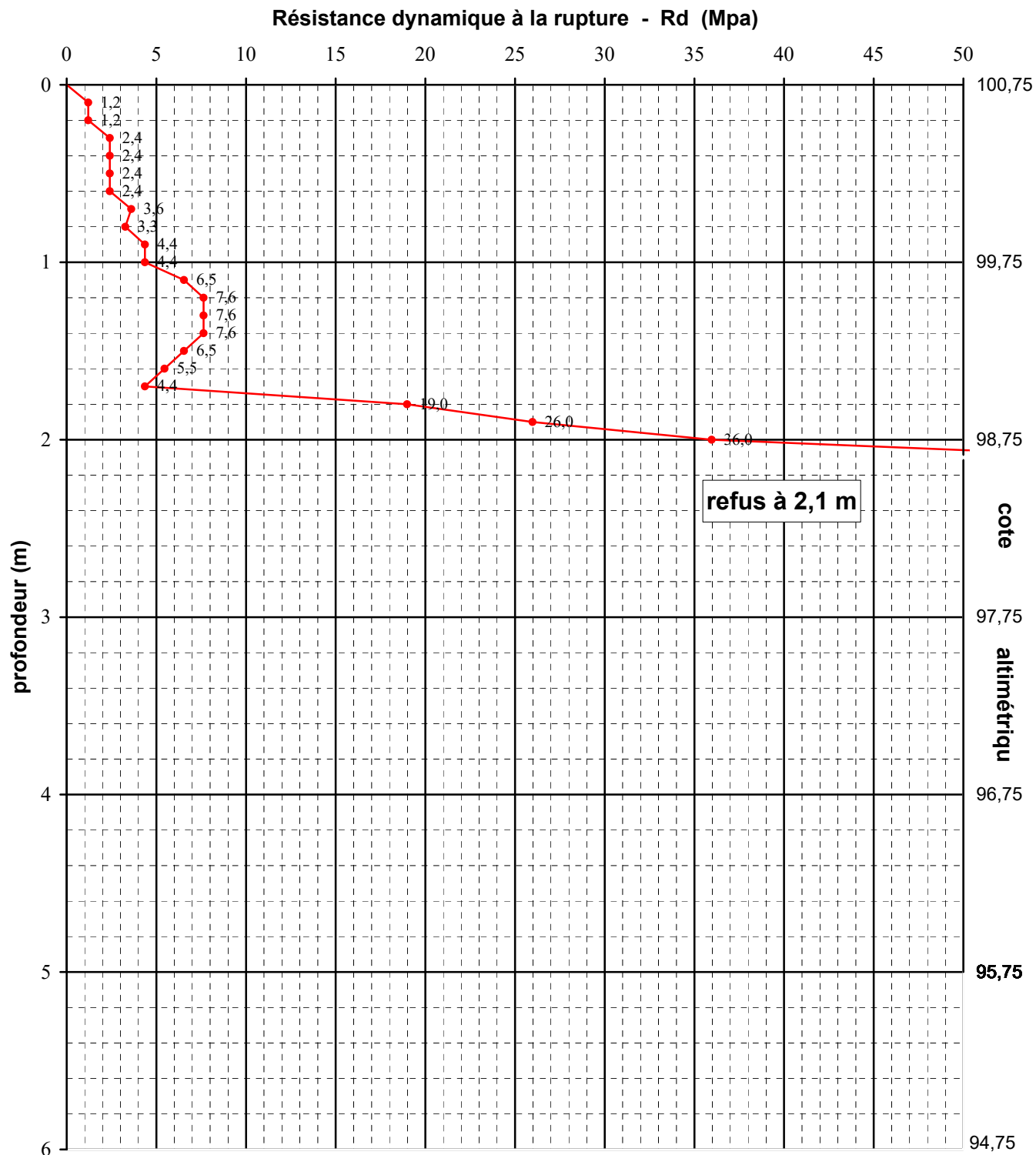
Sondage au pénétromètre dynamique

SEDIDRILL 80

Date: 08/12/21

SONDAGE: PD 5

Cote : 100,75



Mouton en Kg : 30
Masse d'une tige en kg : 3,71

hauteur de chute en m : 0,5
section pointe en m² : 0,001

**SONDAGE : TM1**Type : **tarière mécanique**Client : **MAIRIE DE DENAT**Date : **09/12/2021**

Adresse :

Début : 0,00 m

Fin : 6,00 m

Z : 99,83 m

Site : **81 - DENAT**

Opérateur : JM

Page: 1 / 1

| Altitudes | Profondeur (m) | Description Lithologique | Niveau d'eau | OUTIL | EQUIPEMENT | profondeur (m) | Wn (%) |
|-----------|----------------|---|--------------|-------|------------|----------------|--------|
| 99.83 | 0.00 | Remblais : cailloux limon | | | | 0 | |
| 99.63 | 0.20 | Argile sableuse, brun ocre gris, humide, mou | | | | 10 | |
| 98.43 | 1.40 | Sable marneux, gris brun, humide, mou | | | | 20 | |
| 96.03 | 3.80 | Argile marneuse, ocre brun clair, humide, molle | | | | 30 | |
| 95.83 | 4.00 | Sable argileux, brun jaune, très humide à gorgé d'eau à 4,50 m, lâche | | | | 40 | |
| | 4.20 | Molasse silteuse argileuse, jaune ocre gris, légèrement humide, ferme | | | | 50 | |
| 94.83 | 5.00 | Molasse sableuse, brun ocre gris, légèrement humide, ferme | | | | | |
| 93.83 | 6.00 | | | | | | |

Observation Arrêt. Venue d'eau à 4,50 m.

**SONDAGE : TM2**Type : **tarière mécanique**Client : **MAIRIE DE DENAT**Date : **09/12/2021**

Adresse :

Début : 0,00 m

Fin : 2,10 m

Z : 99,96 m

Site : **81 - DENAT**

Opérateur : JM

Page: 1 / 1

| Altitudes | Profondeur (m) | Description Lithologique | Niveau d'eau | OUTIL | EQUIPEMENT | profondeur (m) | Wn (%) |
|-----------|----------------|---|--------------|-------|------------|----------------|--------|
| 99.96 | 0.00 | Remblais : cailloux limon | | | | 0 | |
| 99.76 | 0.20 | Argile silteuse, brun ocre, humide, molle | | | | 10 | |
| | 1.50 | Marne altérée, gris clair, légèrement humide, ferme | | | | 20 | |
| | 1.80 | Marne calcaire, gris blanc, sèche, dure | | | | 30 | |
| | 1.90 | | | | | 40 | |
| | | | | | | 50 | |

Observation Refus. Pas de venue d'eau immédiate.

**SONDAGE : TM3**Type : **tarière mécanique**Client : **MAIRIE DE DENAT**Date : **09/12/2021**

Adresse :

Début : 0,00 m

Fin : 4,60 m

Site : **81 - DENAT**


Z : 100,46 m

Opérateur : JM

Page: 1 / 1


| Altitudes | Profondeur (m) | Description Lithologique | Niveau d'eau | OUTIL | EQUIPEMENT | profondeur (m) | Wn (%) |
|-----------|----------------|---|--------------|-------|------------|----------------|--------|
| 100.46 | 0.00 | Terre végétale | | | | 0 | |
| 100.26 | 0.20 | Sable argileux, brun ocre gris, humide, mou | | | | 10 | |
| 99.46 | 1.00 | Sable légèrement argileux, gris ocre brun, légèrement humide, mou | | | | 20 | |
| 97.66 | 2.80 | Sable légèrement argileux à cailloux, gris brun, légèrement humide, ferme | | | | 30 | |
| 97.26 | 3.20 | Sable à graviers argileux, ocre brun, légèrement humide, ferme | | | | 40 | |
| 95.86 | 3.90 | Marne altérée, brun très clair, sèche, très ferme | | | | 50 | |
| | 4.60 | | | | | | |


Observation Refus. Pas de venue d'eau immédiate.

| | | |
|---|--|----------------------------------|
|  <p>"5 route de l'Endribet" 81470 CAMBON LES LAVAUR Tél : 05.63.75.02.82</p> | Mairie de DENAT Projet Construction d'une Ecole DENAT - 81 - Affaire N° A 21 EA 105523 | Date : 12 janvier 2022 |
| | Mesure de la Valeur au bleu de méthylène d'un sol NF P 94 - 068 | |

| Sondage | Ech. n° | Profondeur (en m) | Nature du sol | Teneur en eau (%) | VBS | Classe GTR |
|---------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|------|---------------|
| TM1 | A | 0,20-1,40 | Argile sableuse | 19,4% | 3,85 | |
| TM1 | B | 1,40-3,80 | Sables argileux | 14,00% | 3,59 | |

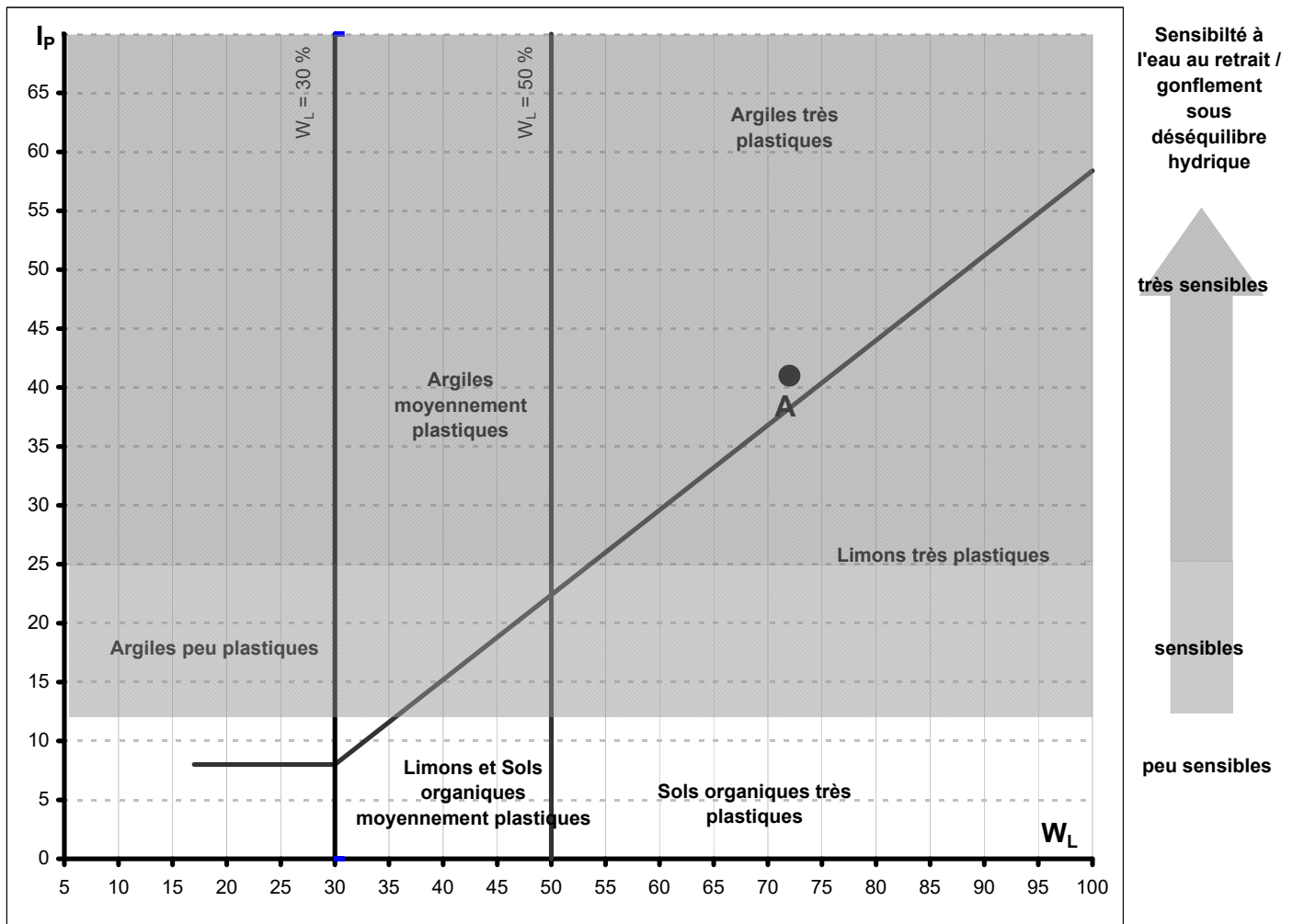
TABLEAU DE CORRELATIONS VBS / DIVERS PARAMETRES

| Valeur de bleu mesurée | BA  | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|------------------------|-----|--------------------|---------------|---------------|--|
| Echelle de VBS | 0,1 | 0,2 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 6 | 8 | |
| Sensibilité des sols aux variations de teneur en eau | Insensible | Eventuellement sensible | Peu sensible | | Sensible | Très sensible | | |
| Corrélation avec la classification des sols - AFNOR | Sablo-limoneux | | Limoneux peu plastique | | Limoneux plastique | Argileux | Très argileux | |
| Corrélation avec IP Indice de Plasticité - AFNOR | | | | | 12 | 25 | 40 | |
| Corrélation avec ESV Equivalent Sable Visuel - AFNOR | > 35 | 35 | < 35 | | | | | |

| | | |
|--|--|-------------------------------|
|  <p>"L'Endribet" 81470 CAMBON LES LAUVAUR Tél : 05.63.75.02.82</p> | Affaire : Mairie de DENAT Projet Construction d'une Ecole DENAT - 81 - Ref : A 21 EA 105523 | Date : 12 janvier 2022 |
| | Détermination des limites d'Atterberg NF P 94- 051 | |

| Sondage | Ech. | Profondeur (en m) | Nature du sol | Wn | Wl | Wp | Ip | Ic | Classe GTR |
|---------|------|----------------------|-----------------|-------|----|----|----|------|---------------|
| TM2 | A | 0,20 - 1,50 | argile sableuse | 27,8% | 72 | 31 | 41 | 1,08 | A4 |

DIAGRAMME DE PLASTICITE DE CASAGRANDE



Données

Titre du projet : Denat

Numéro d'affaire : A 21 EA 105523

Commentaires : N/A

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) : 0,20

Forme de la base : Fondation circulaire

Diamètre (m) : 0,80

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,70

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Marnes, roches altérées

Type de comportement : Comportement cohérent

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

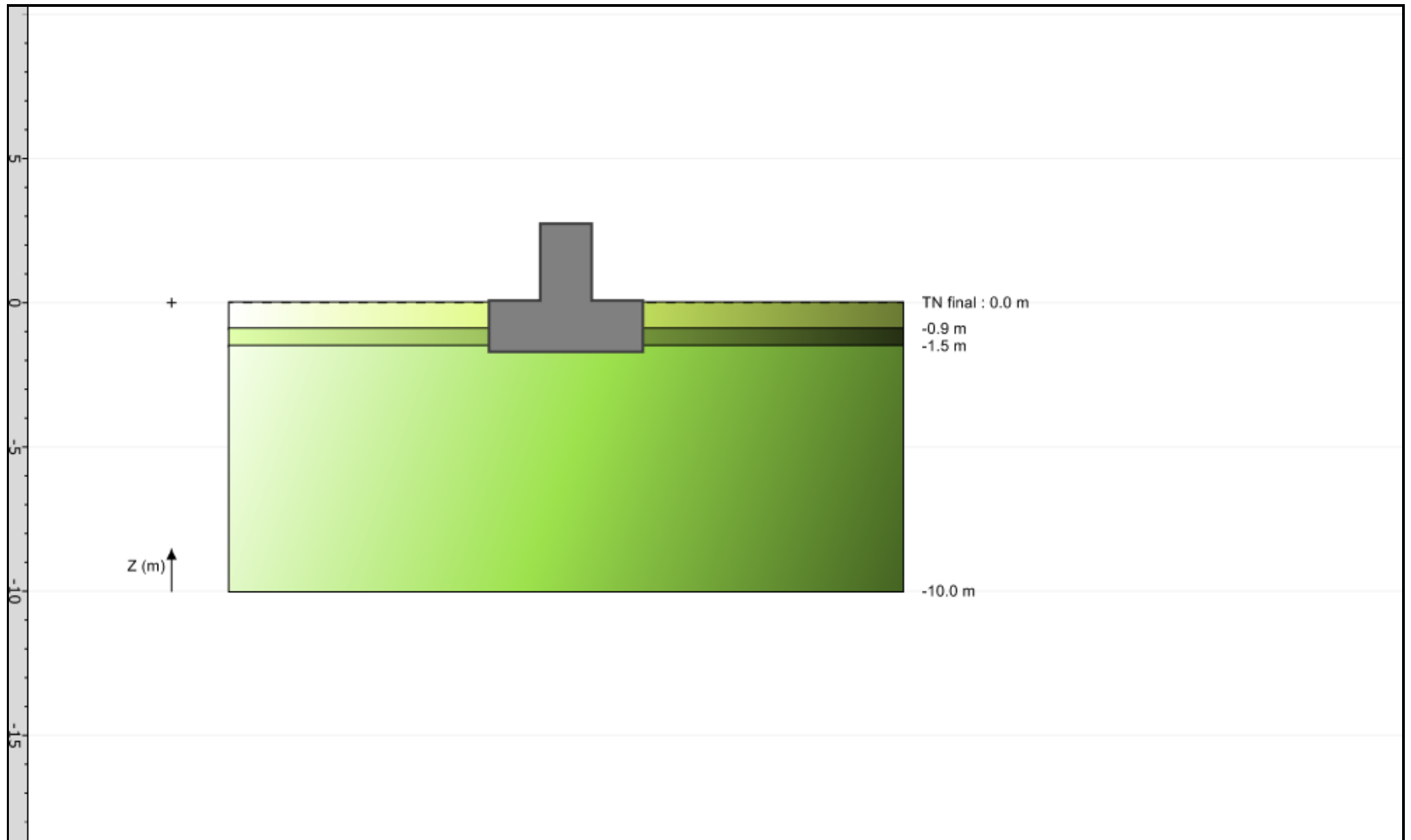
Terrain et profil pressiométrique

| N° | Nom | Couleur | Zbase | pl* | EM | α |
|----|-------------------|---------|--------|---------|-----------|----------|
| 1 | Limon | | -0,90 | 1,00 | 1000,00 | 0,50 |
| 2 | Substratum altéré | | -1,50 | 530,00 | 960,00 | 0,66 |
| 3 | Substratum sain | | -10,00 | 5000,00 | 100000,00 | 0,66 |

Cas de charge

| N° | Vd | HB,d | MB,d | Pondération sur P0 | Combinaison |
|----|-------|------|------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 310,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | ELS-Quasi-permanentes |

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/2)

| Couche | Point de calcul | Zpoint | pl* | EM |
|-------------------|-----------------|--------|---------|-----------|
| Limon | 1 | 0,00 | 1,00 | 1000,00 |
| Limon | 2 | -0,20 | 1,00 | 1000,00 |
| Limon | 3 | -0,40 | 1,00 | 1000,00 |
| Limon | 4 | -0,60 | 1,00 | 1000,00 |
| Limon | 5 | -0,80 | 1,00 | 1000,00 |
| Limon | 6 | -0,90 | 1,00 | 1000,00 |
| Substratum altéré | 7 | -0,90 | 530,00 | 960,00 |
| Substratum altéré | 8 | -1,10 | 530,00 | 960,00 |
| Substratum altéré | 9 | -1,30 | 530,00 | 960,00 |
| Substratum altéré | 10 | -1,50 | 530,00 | 960,00 |
| Substratum sain | 11 | -1,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 12 | -1,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 13 | -1,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 14 | -2,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 15 | -2,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 16 | -2,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 17 | -2,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 18 | -2,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 19 | -3,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 20 | -3,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 21 | -3,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 22 | -3,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 23 | -3,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 24 | -4,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 25 | -4,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 26 | -4,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 27 | -4,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 28 | -4,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 29 | -5,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 30 | -5,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 31 | -5,50 | 5000,00 | 100000,00 |

Profil du terrain sous la fondation (2/2)

| Couche | Point de calcul | Zpoint | pl* | EM |
|-----------------|-----------------|--------|---------|-----------|
| Substratum sain | 32 | -5,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 33 | -5,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 34 | -6,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 35 | -6,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 36 | -6,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 37 | -6,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 38 | -6,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 39 | -7,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 40 | -7,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 41 | -7,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 42 | -7,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 43 | -7,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 44 | -8,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 45 | -8,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 46 | -8,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 47 | -8,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 48 | -8,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 49 | -9,10 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 50 | -9,30 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 51 | -9,50 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 52 | -9,70 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 53 | -9,90 | 5000,00 | 100000,00 |
| Substratum sain | 54 | -10,00 | 5000,00 | 100000,00 |

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

| N° cas de charge | Combinaison | Vd | Hd | R0 | Seff/Stot | Rvd | Rhd | Portance | Excentrement | Glissement | Tassement |
|------------------|-----------------------|--------|------|-------|-----------|--------|-----|----------|--------------|------------|-----------|
| 1 | ELS-Quasi-permanentes | 330,50 | 0,00 | 17,09 | 1,00 | 899,46 | - | Ok | Ok | - | 0,14 |

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

| N° cas de charge | Combinaison | iδβ | kp | ple | qnet | seff | Fglobal | Rvd |
|------------------|-----------------------|------|------|---------|---------|------|---------|--------|
| 1 | ELS-Quasi-permanentes | 1,00 | 0,99 | 5000,00 | 4938,80 | 0,50 | 2,76 | 899,46 |

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

| N° cas de charge | λc | λd | α | Ec | Ed | q0 | qref | sc | sd | stot |
|------------------|------|------|------|-----------|-----------|-------|--------|------|------|------|
| 1 | 1,00 | 1,00 | 0,66 | 100000,00 | 100000,00 | 34,00 | 657,51 | 0,04 | 0,10 | 0,14 |

Données

Titre du projet : Projet de bâtiment (pieu n°1)

Numéro d'affaire : A 21 EA 105523 Ind B

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Projet de bâtiment

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,40

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

| | ELS-QP | ELS-CARAC | ELU-FOND | ELU-ACC |
|---------------------------------|--------|-----------|----------|---------|
| Pondérations combinées sur Qs,k | 0,636 | 0,778 | 0,909 | 1,000 |
| Pondérations combinées sur Qp,k | 0,455 | 0,556 | 0,909 | 1,000 |

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

| N° | Nom | Couleur | Classe de sol | Zbase | pl* | qsl | kpmax | γR,d1×γR,d2 |
|----|------------------------------|---------|---------------------------|--------|---------|--------|-------|-------------|
| 1 | et formaitons superficielles | | Argile, limons | -1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,265 |
| 2 | Molasse altérée | | Argile, limons | -4,40 | 530,00 | 52,62 | 1,30 | 1,265 |
| 3 | Molasse saine | | Marne et calcaire marneux | -10,00 | 4500,00 | 185,60 | 1,60 | 1,265 |

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 5,60

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Oui

fck (MPa) : 25,00

CMax (MPa) : 30,00

k1 : 1,35

k2 : 1,05

k3 : 1,00

Pieu en béton armé : Non

Fck* (MPa) : 17,637

Fcd ELU FOND (MPa) : 9,406

Fcd ELU ACC (MPa) : 11,758

σmoy,ELS (MPa) : 5,291



FoXta v4
v4.1.9

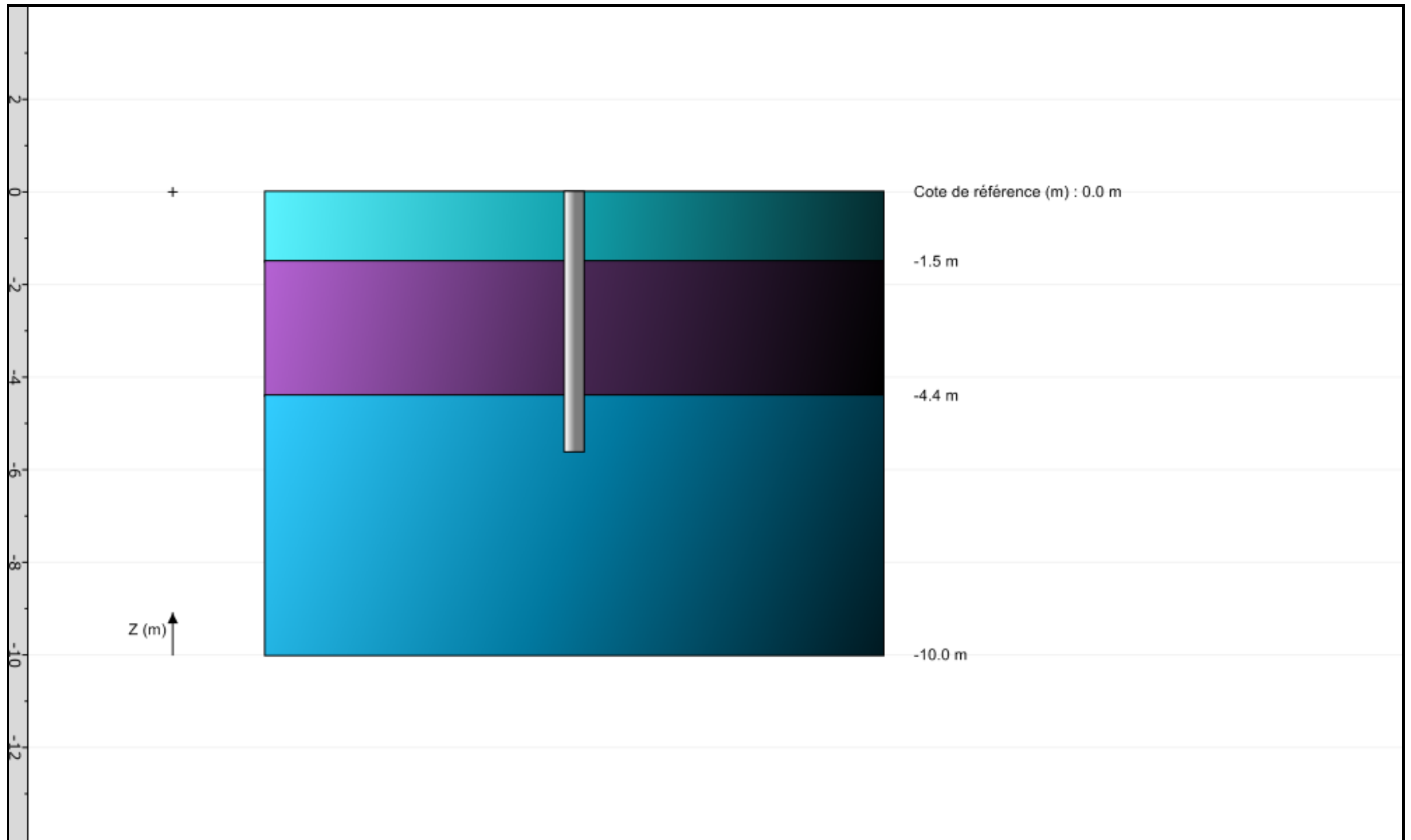
Imprimé le : 23/06/2022 - 17:47:48
Calcul réalisé par : SOLS ET EAUX

A 21 EA 105523 - Ind. B

Projet : Exemple Denat
Module : Fondprof (Pieu 1/1)

Page 41 sur 45

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\EAninat\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\11904\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 23/06/2022 à 17h47
par : SOLS ET EAUX

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

| Combinaisons | ELS-QP | ELS-CARA | ELU-FOND | ELU-ACC |
|--------------|--------|----------|----------|---------|
| Frottement | 0.636 | 0.778 | 0.909 | 1.000 |
| Pointe | 0.455 | 0.556 | 0.909 | 1.000 |

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.126
Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

| couche | base | pl* | qsl | kpmin | kpmax | gamrd |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 01 | -1.50 | 0.0 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.26 |
| 02 | -4.40 | 530.0 | 52.62 | 1.00 | 1.30 | 1.26 |
| 03 | -10.00 | 4500.0 | 185.60 | 1.00 | 1.60 | 1.26 |

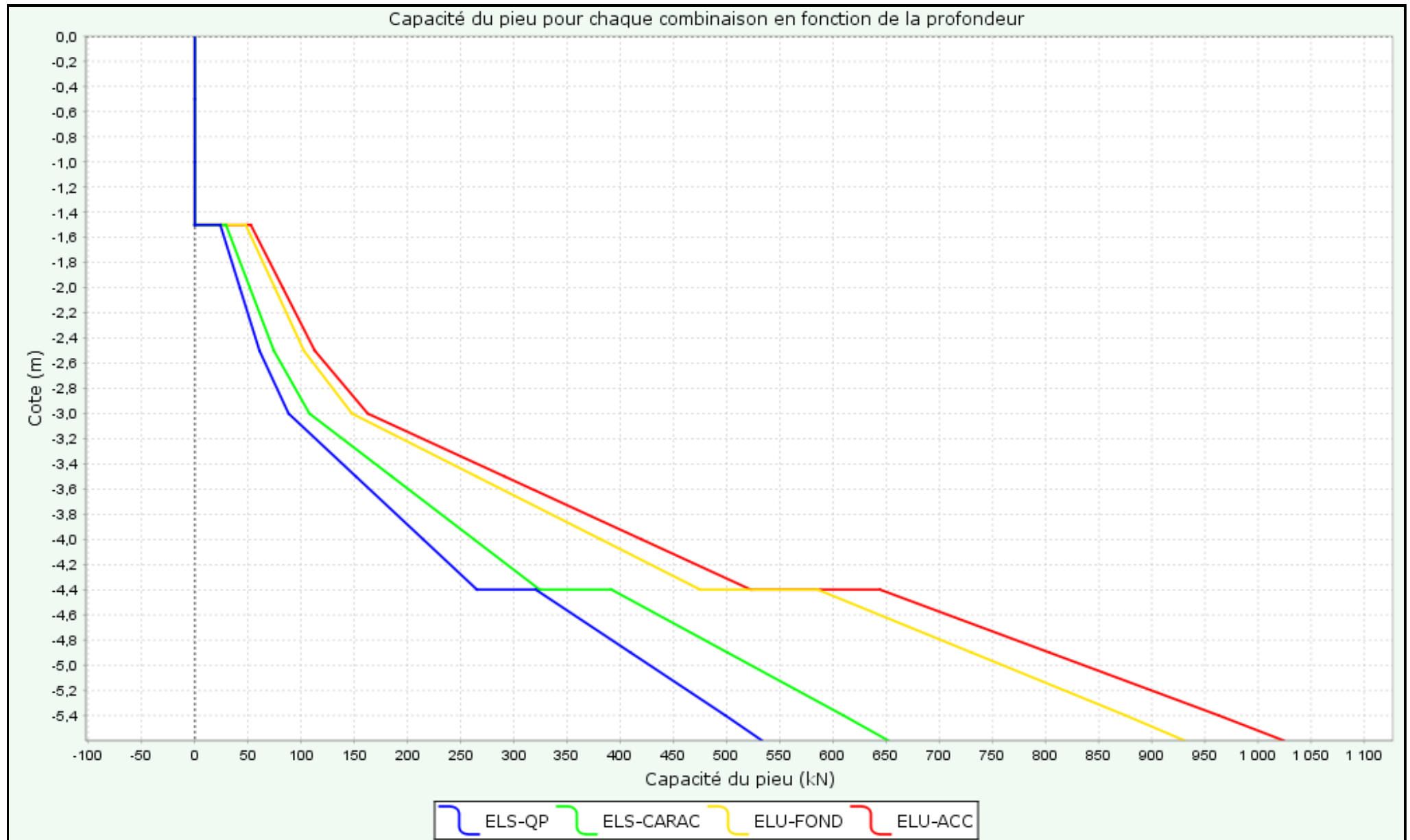
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 5.60

| couche | cote | qsl | ple | kp | Qs | Qp | ELS-QP | ELS-CARA | ELU-FOND | ELU-ACC |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|---------|
| 01 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 01 | -0.50 | 0.00 | 132.5 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 01 | -1.00 | 0.00 | 265.0 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 01 | -1.50 | 0.00 | 397.5 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 01 | -1.50 | 0.00 | 397.5 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 02 | -1.50 | 52.62 | 530.0 | 1.000 | 0.0 | 66.6 | 24.0 | 29.3 | 47.9 | 52.6 |
| 02 | -2.00 | 52.62 | 530.0 | 1.075 | 33.1 | 71.6 | 42.4 | 51.8 | 75.2 | 82.7 |
| 02 | -2.50 | 52.62 | 530.0 | 1.150 | 66.1 | 76.6 | 60.8 | 74.3 | 102.6 | 112.8 |
| 02 | -3.00 | 52.62 | 728.5 | 1.164 | 99.2 | 106.5 | 88.2 | 107.8 | 147.8 | 162.6 |
| 02 | -3.50 | 52.62 | 1721.0 | 1.092 | 132.2 | 236.2 | 151.5 | 185.2 | 264.8 | 291.3 |
| 02 | -4.00 | 52.62 | 2713.5 | 1.073 | 165.3 | 366.0 | 214.7 | 262.5 | 381.8 | 420.0 |
| 02 | -4.40 | 52.62 | 3507.5 | 1.066 | 191.8 | 469.7 | 265.4 | 324.4 | 475.3 | 522.9 |
| 03 | -4.40 | 185.60 | 4500.0 | 1.102 | 191.8 | 623.4 | 320.6 | 391.9 | 585.8 | 644.4 |
| 03 | -4.90 | 185.60 | 4500.0 | 1.252 | 308.4 | 708.3 | 409.8 | 501.0 | 730.5 | 803.7 |
| 03 | -5.40 | 185.60 | 4500.0 | 1.402 | 425.0 | 793.1 | 498.9 | 610.0 | 875.3 | 962.9 |
| 03 | -5.60 | 185.60 | 4500.0 | 1.457 | 471.6 | 823.8 | 533.4 | 652.2 | 930.9 | 1024.1 |

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



1. Cadre de la mission

Par référence à la Classification des Missions Géotechniques types (Tableau 1 de la norme NF P 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 opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions G1, G2, G3, G4 sont réalisées dans l'ordre successif ;
- une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante ;
- une mission type G0 engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés 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 du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- une mission type G1 ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- une mission type G2 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.

2. Recommandations

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, 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 (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutif, 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.

3. Rapport de la mission

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

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. 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 entraîner des poursuites judiciaires.