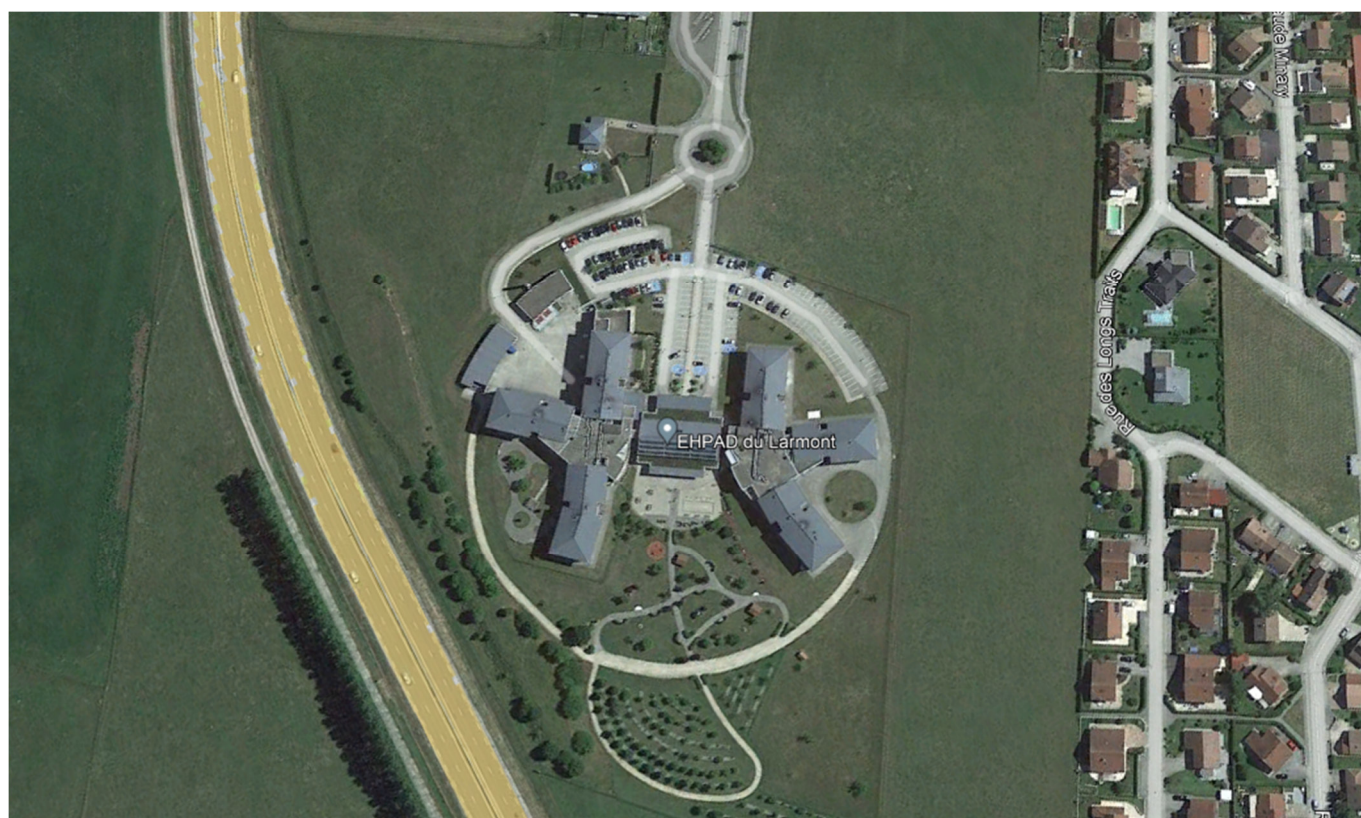


ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET (Mission G2 AVP)

Extension d'un EHPAD

10, Rue Jules Grévy
DOUBS (25 300)



Rapport 2503491 v0 - Février 2024



**Centre Hospitalier Intercommunal
2, Faubourg Saint Etienne
25 300 PONTARLIER**

Client

Nom	Centre Hospitalier Intercommunal
Adresse	2, Faubourg Saint Etienne 25 300 PONTARLIER
Interlocuteur	Mme SERRE – Socofit

ECR Environnement

Coordonnées Agence	Agence de Besançon 92, Rue de l'Esplanade Ouest 25 220 THISE Tel : 03 81 80 27 10 Mail : besancon@ecr-environnement.com
Responsable de Région	F. COME
Responsable d'agence	A. MARION
Chargée d'affaires	M. FANTINI

Date	Indice	Observation / Modification	Rédacteur	Vérificateur
20/02/2024	0	-	M. FANTINI	A. MARION

Rédacteur	Vérificateur	Contrôle interne
 M. FANTINI Chargée d'affaires	 A. MARION Responsable d'agence	 F. COME Responsable de Région



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
1.1.	OPERATION – INTERVENANTS	3
1.2.	MISSION	3
1.3.	INVESTIGATIONS REALISEES.....	4
1.4.	DOCUMENTS DE REFERENCE	4
2.	SITE ET PROJET	5
2.1.	PLAN DE SITUATION	5
2.2.	DESCRIPTION DU SITE.....	5
2.3.	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	5
2.4.	RISQUES NATURELS	6
2.5.	DESCRIPTION DU PROJET.....	7
3.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	8
3.1.	NIVELLEMENT	8
3.2.	LITHOLOGIE	8
3.3.	CARACTERISTIQUES GEOMECHANQUES	9
3.4.	HYDROGEOLOGIE.....	9
3.5.	DONNEES PARASISMIQUES REGLEMENTAIRES	9
3.6.	FONDATIONS MITOYENNES.....	10
4.	SYNTHESE.....	11
5.	PRECONISATIONS POUR LE PROJET	12
5.1.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	12
5.2.	NIVEAU BAS	13
5.3.	FONDATIONS.....	15
5.4.	AVOISINANTS / MITOYENS.....	18
5.5.	DRAINAGE ET REMBLAIEMENTS PERIPHERIQUES.....	19
6.	OBSERVATIONS	20

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500

Annexe 2 : Conditions particulières

Annexe 3 : Résultats des investigations

1. INTRODUCTION

1.1. Opération – Intervenants

Opération : Extension d'un EHPAD

Adresse : 10, Rue Jules Grévy – 25 300 DOUBS

Maitre d'ouvrage : Centre Hospitalier Intercommunal Haute-Comté

Assistance à maitrise d'ouvrage : Socofit

Bureau Structure : CETEL

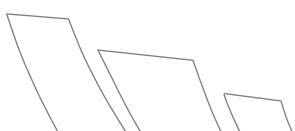
1.2. Mission

La présente étude a été réalisée par le bureau d'étude ECR Environnement, agence de Besançon, à la demande de Mme SERRE - Socofit et pour le compte du Centre Hospitalier Intercommunal Haute-Comté. Elle honore notre offre du 11/12/2023.

Il s'agit d'une mission de type G2 AVP (avant-projet) au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique jointes en Annexe 1.

L'étude répond aux objectifs suivants :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique général du site ;
- Reconnaître la nature et les caractéristiques géomécaniques des sols au stade de l'avant-projet ;
- Reconnaître les niveaux d'eau (nappe, circulations, ...) ;
- Définir les modes de fondation envisageables en fonction des éléments communiqués ;
- Fournir les paramètres de dimensionnement des ouvrages géotechniques (fondations et dallage) ;
- Étudier les conditions de faisabilité et de mise en œuvre des dallages, de la voirie d'accès et des parkings ;
- Fournir les données parasismiques réglementaires (EC8) ;
- Évaluer les sujétions d'exécution des travaux de terrassements et de fondations liées aux conditions géotechniques du site et aux caractéristiques du projet (terrassements, ...).



1.3. Investigations réalisées

La campagne d'investigations in-situ suivante a été réalisée pour les besoins de l'étude :

- 1 sondage pressiométrique (SP1) réalisé au tricône \varnothing 64 mm et descendu vers 12 m de profondeur ;
- 4 sondages de reconnaissance (ST1 à ST4) réalisés à la tarière hélicoïdale \varnothing 63 mm et descendus entre 8 et 10 m de profondeur.

L'implantation des sondages, les coupes des sondages et les résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 3.

1.4. Documents de référence

Les documents suivants nous ont été fournis pour la conduite de l'étude :

- Courriel de consultation daté du 20/11/2023 ;
- Cahier des charges réalisé par CETEL ;
- Plan de masse de l'extension.



2. SITE ET PROJET

2.1. Plan de situation

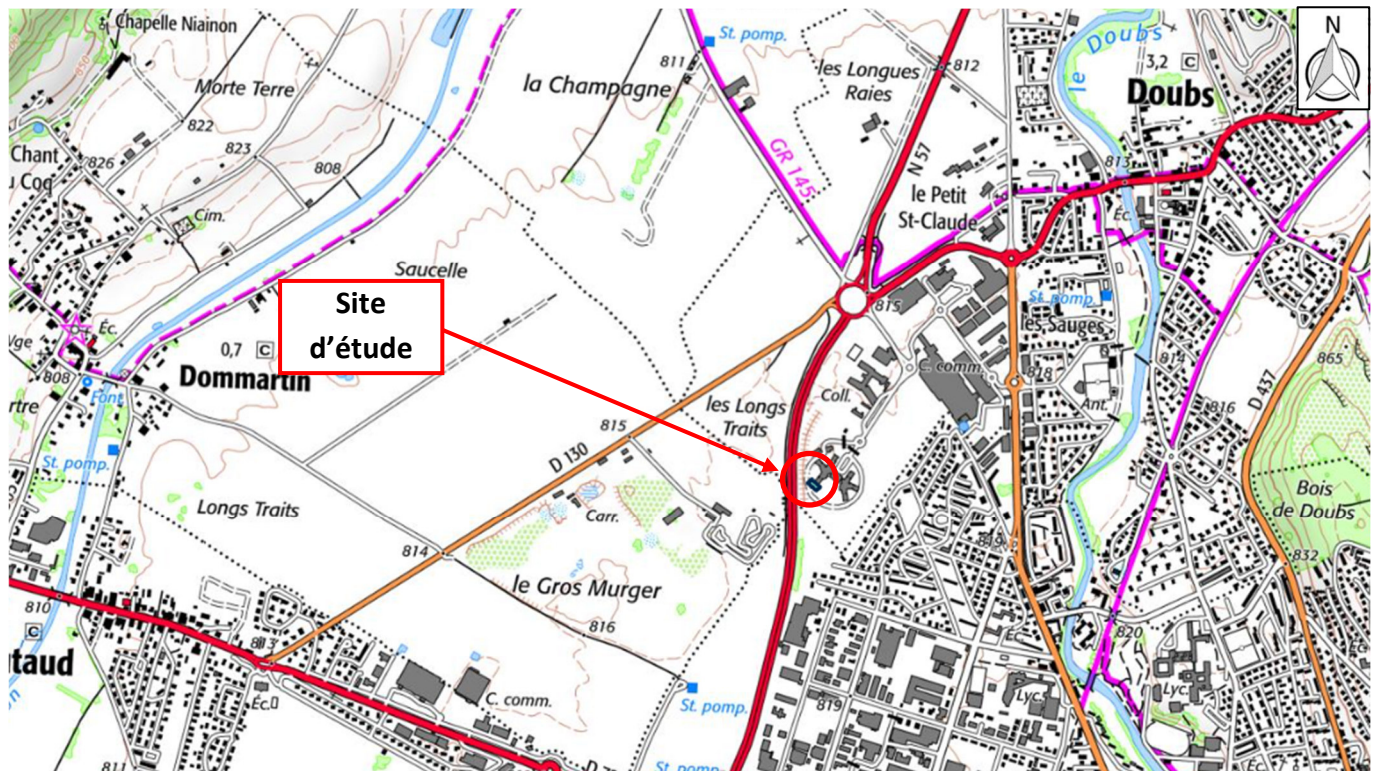


Fig. 1 - Extrait de la carte topographique 1/25 000, Infoterre (BRGM)

2.2. Description du site

Le site est localisé au sein de l'EHPAD au 10, Rue Jules Grévy sur la commune de Doubs (25). La zone d'étude est située au Sud-Ouest des bâtiments. Lors de notre intervention, le site était occupé par une parcelle enherbée.

La topographie du site est sensiblement plane. Son altitude est située vers 816 m NGF.

2.3. Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de PONTARLIER à l'échelle 1/50 000, le sous-sol du site est constitué, sous d'éventuels remblais et formations de couverture, par le cône fluvio-glaciaire de Pontarlier (Jy).



Fig. 2 – Extrait de la carte géologique 1/50 000, Infoterre (BRGM)

D'un point de vue hydrogéologique et d'après la banque de données du sous-sol (BRGM), ces formations peuvent être le siège d'une nappe ou de circulations d'eau à faible profondeur (< 5 m).

2.4. Risques naturels

Sismique (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) :

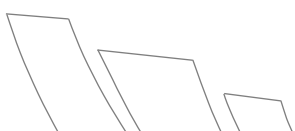
La commune de Doubs (25) est située en zone de sismicité 3 (aléa modéré).

La catégorie d'importance du bâtiment est a priori de classe III. Dans ces conditions, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 est obligatoire.

La classe de l'ouvrage devra être précisée par le maître d'ouvrage.

Inondation / mouvements de terrains :

D'après le site de prévention des risques majeurs « georisques.gouv.fr », quatre arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de Doubs (25) entre 1990 et 2018 suite à des inondations et des coulées de boue donc un avec mouvements de terrains en 1999.



Retrait / gonflement des sols argileux :

D'après le site du BRGM « infoterre.fr », le site est classé en zone d'exposition à priori nulle vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des sols.

2.5. Description du projet

Il est prévu la construction d'une extension au Sud de l'EHPAD en vue de la création d'une UHR. Le projet est prévu en RdC et R+1 en partie Nord.

Le calage du niveau bas n'est pas connu. Il sera vraisemblablement calé sur celui de l'existant.

Les terrassements du projet consisteront en des déblais/remblais de faible amplitude pouvant atteindre 1.0 m au maximum.

D'après les informations fournies par CETEL (1.4 Documents de référence), les descentes de charges sous fondations seront de l'ordre de 5 à 15 T/ml sous les appuis filants et de l'ordre de 10 à 60 T sous les appuis isolés. Les surcharges d'exploitation sur dallages seront de l'ordre de 0.5 à 1 T/m².

Le projet sera mitoyen à la façade Sud-Ouest du bâtiment existant.

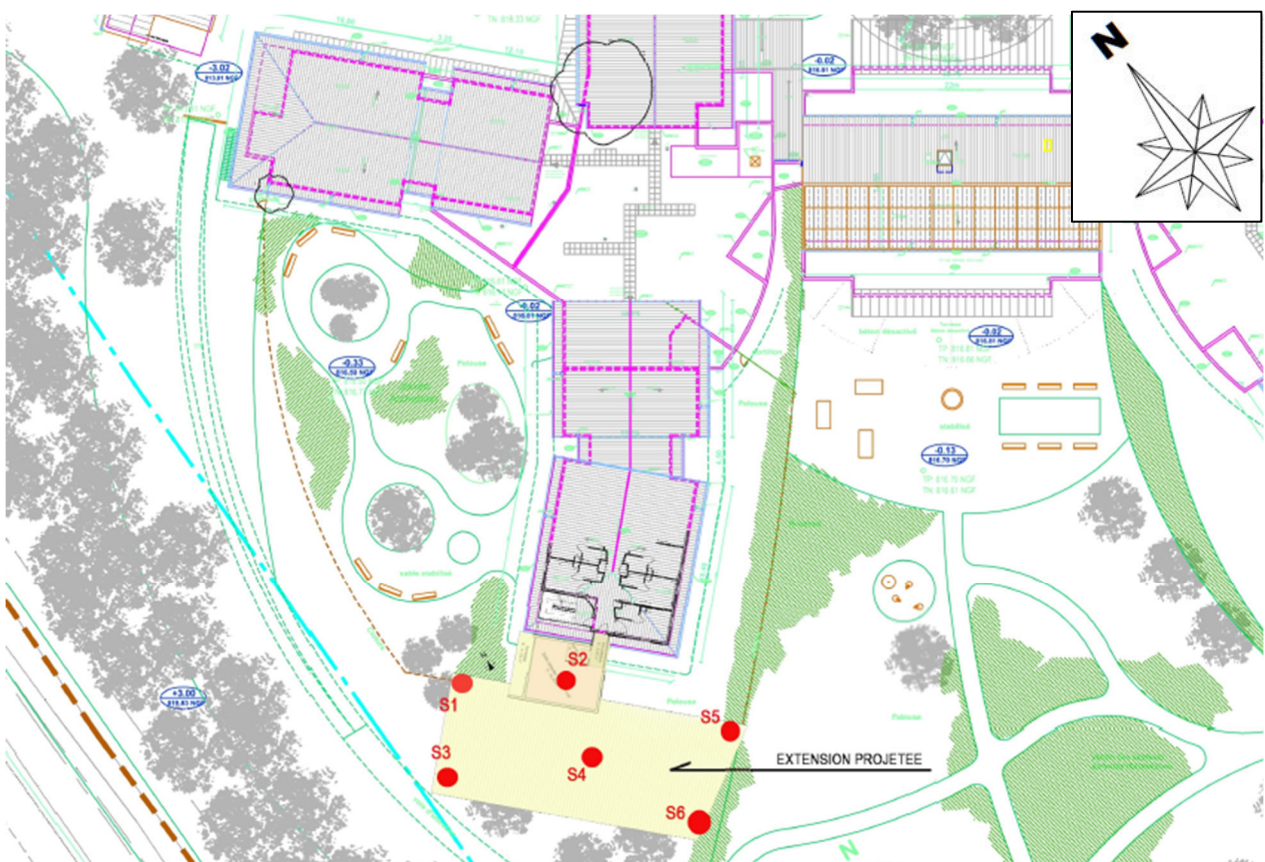


Fig. 3 - Extrait du plan de masse du bâtiment, CETEL

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

La position des sondages, des essais et du repère topographique figure sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 3. L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance et de la présence des réseaux enterrés et aériens.

Les points de sondages ont été nivelés en prenant comme référence l'angle de la clôture à l'Ouest du projet (cf. plan d'implantation). Nous avons appliqué à ce point la cote altimétrique de 100.00 m NI (Nivellement Indépendant)

Les cotes altimétriques des têtes des sondages sont reportées dans le tableau suivant :

Sondage	SP1	ST1	ST2	ST3	ST4
Cote (m NI)	100.05	100.16	99.90	99.97	100.27

3.2. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de notre intervention (Février 2024).

Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique suivante :

Formation 1 : Formations superficielles

Terre végétale sur une faible épaisseur : 20 centimètres environ.

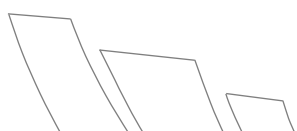
Remblais limono-graveleux au droit des sondages ST1 à ST3, de 0.2 à 0.4 à 0.5 m/TA (Terrain Actuel).

Formation 2 : Graves

Cette formation est constituée de graves calcaires +/- sableuses beiges puis d'un horizon argilo-sableux à graviers. Elle correspond au cône fluvio-glaciaire observé sur la carte géologique. Elle a été observée au droit et jusqu'au terme de l'ensemble des sondages entre 8 et 12 mètres de profondeur. Elle présente des caractéristiques géomécaniques **élevées à très élevées**, variant en fonction de la proportion de matrice et de la présence d'eau.

Remarques :

- Dans les sondages destructifs, à la tarière et pressiométriques, la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions ou des interprétations inhérentes à la méthode de forage en petit diamètre ;
- Le cône étant formé de dépôts fluvio-glaciaires, il peut présenter d'importantes variations de nature / granulométrie et de caractéristiques géomécaniques sur une faible échelle de distance et d'altimétrie.



3.3. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques des formations sont reportées dans le tableau suivant :

Formation	Toit (m/TA)	Pression limite p_i^* (MPa)		Module pressiométrique E_M (MPa)	
		Mini	Maxi	Mini	Maxi
1 – Formations superficielles	0.0	Aucun essai réalisé			
2 – Graves	0.2 à 0.5	2.53	> 3.00	22.1	326.5

3.4. Hydrogéologie

Au moment de nos investigations (février 2024), aucune arrivée d'eau en cours de forage n'a été rencontrée au droit des sondages à la tarière.

Cependant, il est toujours possible de recouper lors des terrassements des venues d'eau ponctuelles et aléatoires qui n'auraient pas été interceptées lors des investigations, notamment au droit de passées sableuses, à cailloutis et / ou à blocs.

Remarque importante :

Le niveau piézométrique d'une nappe est directement influencé par les conditions météorologiques, l'environnement et la perméabilité de l'aquifère. Ce qui peut se traduire par des remontées lors des périodes d'apport ou au contraire conduire à des baisses à la suite de périodes déficitaires.

3.5. Données parasismiques réglementaires

Selon la norme EC8, les principales données parasismiques déduites des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

Données parasismiques réglementaires	
Zone de sismicité	Zone 3 – aléa modéré
Catégorie du bâtiment (à confirmer par le MO)	III
Accélération	$a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$
Classe de sol	B
Coefficient de sol S	1.35
Coefficient d'importance Y_i	1.2 (pour un bâtiment de classe III)

La classe du bâtiment devra être confirmée par le maître d'ouvrage.



3.6. Fondations mitoyennes

Il est important de noter que les fondations existantes des ouvrages avoisinants au projet n'ont pas été reconnues dans le cadre de notre étude. Ce point devra être mené dans la suite du projet, en phase études d'exécution ou éventuellement au début de la phase travaux.



4. SYNTHÈSE

Contexte géotechnique :

- Formations superficielles (formation 1) sur une faible épaisseur : 20 à 50 centimètres environ ;
- Graves (formation 2) de caractéristiques géomécaniques **élevées à très élevées** au-delà ;
- Aucune venue d'eau reconnue lors des investigations (février 2024) ;
- Zone de sismicité 3 (aléa modéré).

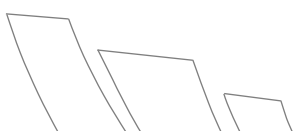
Éléments importants à prendre en compte pour le projet :

- Graves (formation 2) très compactes reconnues à partir de 0.20 / 0.50 m/TA ;
- Forte variabilité granulométrique et mécanique du cône ;
- Zone d'exposition à priori nulle vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des sols ;
- Projet d'extension mitoyen au bâtiment principal dont les fondations non pas été reconnues.

Orientations à prendre en compte pour le projet :

Compte tenu des résultats des sondages, des essais et des caractéristiques du projet, on pourra s'orienter vers les solutions suivantes :

- Fondations superficielles ancrées de manière homogène dans les graves (formation 2) à une profondeur minimale de 0.9 m/TF (Terrain Fini après remblaiement) ;
- Niveau bas du RDC traité en dallage sur terre-plein ou en dalle portée ;
- Voirie d'accès et parkings mis en œuvre sur une couche de forme granulaire après préparation soignée de la plateforme.



5. PRECONISATIONS POUR LE PROJET

5.1. Terrassements généraux

5.1.1. Principe

Le calage du niveau bas n'est pas connu. Il sera vraisemblablement calé sur celui de l'existant.

La réalisation du projet nécessitera donc des terrassements en déblais/remblais de faible amplitude pouvant atteindre 1.0 m au maximum.

Après purge des formations superficielles (formation 1), le fond de forme se situera dans les graves (formation 2).

5.1.2. Conditions de terrassement

Les terrassements seront réalisés au moyen d'une pelle mécanique de moyenne puissance. A noter que les graves peuvent être localement très indurées et présenter des blocs dont l'extraction pourra nécessiter une pelle puissante assistée d'un BRH ou d'une dent de déroctage. Nous attirons votre attention sur le fait que ces techniques gèrent d'importantes vibrations. Toutes les précautions seront prises afin de ne pas générer de désordres sur les constructions avoisinantes.

Les terrains du site ont une matrice fine et pourraient donc être sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables pour permettre la circulation des engins sans détériorer la plateforme. Dans le cas contraire, des dispositions particulières pourront être nécessaires (ajout de matériaux granulaires, cloutage du fond de forme ...).

5.1.3. Drainage en phase chantier

En principe, les terrassements ne devraient pas recouper de venues d'eau au sein des terrains du site. Toutefois, à tout moment du chantier, toutes les dispositions seront prises pour garder les voies d'accès et la plateforme au sec (pentes des plateformes, cunettes, exutoire adapté, pompage...).

5.1.4. Préparation de la plateforme du dallage

Il conviendra de purger les éléments suivants sur toute leur épaisseur au droit des ouvrages :

- Les éventuels remblais ;
- Les éventuels matériaux évolutifs ;
- Les éventuelles structures enterrées ;
- Les éventuelles poches de matériaux médiocres, foisonnés ou décomprimés.



Le rattrapage éventuel des cotes du projet devra être réalisé avec des matériaux granulaires, non-gélifs, bien gradués, insensibles à l'eau (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés.

Les terrains en place sont sensibles à l'eau, il est donc recommandé de :

- Réaliser les terrassements en situation météorologique favorable ;
- Terrasser la dernière couche en rétro sans faire évoluer d'engins sur la pleine masse ;
- Régler les plateformes avec des pentes suffisantes pour faciliter l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire adapté ;
- Mettre en place les couches de forme à l'avancement des terrassements ;
- Protéger les plateformes des intempéries (fermeture rapide, protection avec des bâches en polyane, ...).

5.2. Niveau bas

5.2.1. Principe

Il est rappelé que le calage altimétrique du niveau bas n'est pas connu à ce stade de l'étude.

Il pourra être traité en dallage sur terre-plein, à condition de préparer soigneusement la plateforme (cf. chapitre 5.1.4), et de mettre en œuvre une couche de forme.

Le dallage sera conçu et réalisé conformément au DTU 13.3.

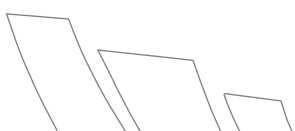
5.2.2. Structure du dallage

Pour un dallage chargé à 1.0 t/m² maximum, la structure du dallage sera réalisée de la manière suivante :

- purge et substitution des zones décomprimées ou détériorées par les engins de chantier ;
- compactage de la plateforme à 95 % de l'optimum Proctor Normal (OPN) avec des engins adaptés ;
- mise en œuvre d'une couche de forme d'au minimum 30 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/80 mm.
- mise en œuvre d'une couche de réglage d'au minimum 10 cm d'épaisseur en matériaux d'apport type 0/31.5 mm.

Ces valeurs sont valables en conditions météorologiques favorables.

La structure du dallage devra être réalisée en matériaux granulaires (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent), bien gradués, durs et non gélifs (LA/MDE<45) et insensibles à l'eau (VBS < 0,1 ; passant à 80 µm inférieur à 12%), soigneusement compactés.



5.2.3. Hypothèse de dimensionnement

Les hypothèses à retenir pour le dimensionnement du dallage sont les suivantes, obtenues à partir des essais pressiométriques réalisés :

Formation	Epaisseur (m)	α	Module E_s (MPa)
2 – graves	7.5 à 11.5	1/4	120

5.2.4. Estimation des tassements

Les tassements du dallage peuvent être évalués à partir des essais pressiométriques grâce à la relation suivante :

$$S = \frac{\alpha \times q \times h}{E_M}$$

Avec :

S : Tassement (m) ;

α : coefficient rhéologique du sol ;

h : hauteur de sol déformable (m) ;

q : contrainte appliquée sur le sol (t/m^2) ;

E_M : Module pressiométrique du sol (t/m^2).

Pour des surcharges d'exploitation de $1.0 t/m^2$, et pour autant que les conditions de sols et d'eau rencontrées soient en accord avec les hypothèses retenues, les tassements maximums du dallage seront inférieurs au centimètre. Ces tassements devront être pris en compte par le BET Structures dans la conception du projet.

5.2.5. Contrôle

Les couches de fondation seront réceptionnées par essais de chargement à la plaque (selon le mode opératoire du LCPC).

Les critères de réception à atteindre sont les suivants (à valider par le maître d'œuvre) :

- $K_w > 50 \text{ MPa/m}$;
- $EV2 > 50 \text{ MPa}$;
- $EV2/EV1 < 2,1$.



5.3. Fondations

5.3.1. Principe

Compte tenu des reconnaissances réalisées et des caractéristiques du projet, l'extension pourra être fondée par l'intermédiaire de fondations superficielles ancrées de manière homogène dans les graves (formation 2) reconnues à partir de 0.2 / 0.5 m/TA.

Les fondations respecteront les critères suivants :

- Un ancrage minimum de 0.3 m dans le sol support (formation 2) ;
- Un encastrement minimum de 0.9 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (condition de mise hors gel des fondations) ;
- Le respect des règles de mitoyennetés / avoisinances (Cf. partie 5.6).

5.3.2. Méthodologie pour le prédimensionnement des fondations

La justification par calcul des fondations superficielles sera établie selon les dispositions relatives au calcul des fondations superficielles aux ELS et ELU (Etats Limites de Service et Etats Limites Ultimes) suivant les recommandations de l'Eurocode 7 (NF P 94-261).

Portance (ELU et ELS)

La vérification de l'état-limite de portance s'effectue en satisfaisant l'inégalité suivante pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge aux états limites ultimes (ELU) et de services (ELS) :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad [NF P 94-261 - \text{formule 9.1.1}]$$

Avec :

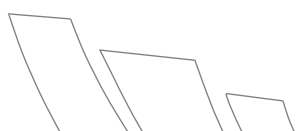
V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;
 R_0 : valeur du poids du volume de sol après travaux ($R_0 = A \times q_0$) avec A , la surface de la semelle et q_0 , la contrainte totale verticale à la base de la fondation après travaux en faisant abstraction de celle-ci ;
 $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Pour une fondation superficielle, $R_{v;d}$ se détermine au moyen de la formule suivante :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \quad \text{avec} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}} \quad [NF P 94-261 - \text{formule 9.1.3 et 9.1.4}]$$

D'où, il vient :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} = \frac{A' q_{net}}{F_{global}}$$



Avec :

A' : valeur de la surface effective de la semelle ;

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

$R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;

F_{global} : facteur de sécurité global combiné ($F_{global} = \gamma_{R;v} \cdot \gamma_{R;d;v}$) avec :

- $\gamma_{R;v}$: valeur du facteur partiel pour les situations durables et transitoires ;
- $\gamma_{R;d;v}$: coefficient de modèle associé à la méthode de calcul utilisée.

Au final, on obtient :

$$V_d \leq \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v} \cdot \gamma_{R;d;v}} = \frac{A' q_{net}}{F_{global}}$$

Avec :

A' : surface effective de la semelle (en fonction de la géométrie de la fondation (cf. NF P 94-261 Annexe Q) ;

q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain (cf. NF P 94-261 Annexe D.2.1) ;

$\gamma_{R;v}$: facteur partiel de portance (1.4 à l'ELU fondamental, 1.2 à l'ELU accidentel, 2.3 à l'ELS (cf. NF P 94-261 § 9.1, 9.7. et 13.4) ;

$\gamma_{R;d;v}$: facteur partiel de modèle (1.2 à l'ELU fondamental, accidentel et à l'ELS (cf. NF P 94-261 Annexe D.1)).

Détermination de la contrainte nette du terrain (q_{net}) sous les fondations superficielles à partir de l'essai pressiométrique

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \quad [NF P 94-261 Equation D.2.1]$$

Avec :

k_p : facteur de portance ;

p_{le}^* : pression limite nette équivalente ;

i_δ : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement ;

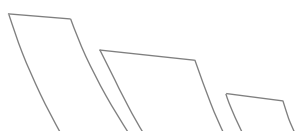
i_β : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus.

Glissement (ELU)

En fonction des efforts horizontaux prévus sur l'ouvrage, il conviendra également de satisfaire les conditions de non glissement. Ce point pourra être étudié en phase projet.

Excentricité

La vérification des excentricités s'effectue en satisfaisant les inégalités données aux paragraphes 9.5 et 13.3 de la norme NF P 94-261 relative aux fondations superficielles.



5.3.3. Contraintes de calcul (Etats limites)

D'après les différentes vérifications présentées ci-dessus, il vient, dans le cas du projet étudié, que les conditions à satisfaire sont :

- V_d ELU Accidentels / $A' < i_\delta * i_\beta * 760 \text{ kPa}$;
- V_d ELU Fondamentaux / $A' < i_\delta * i_\beta * 640 \text{ kPa}$;
- V_d ELS Quasi Permanents et Caractéristiques / $A' < i_\delta * i_\beta * 400 \text{ kPa}$.

À titre d'information, pour une charge verticale centrée (sans excentricité) et éloigné de tout talus, il vient :

Formation	Type de fondations	Contraintes de calcul (kPa)		
		ELU A	ELU F	ELS QP et C
2 – Graves	Semelles	760	640	400

Pour rappel, les conditions d'excentricité données au paragraphe 9.5 et 13.3 de la norme NF P 94-261 relative aux fondations superficielles devront également être satisfaites.

5.3.4. Estimation des tassements

Conformément aux recommandations de l'EC7, les tassements des semelles ont été estimés avec la formule Ménard à partir des résultats des essais pressiométriques.

Pour des charges verticales centrées de l'ordre de celles données à l'ELS ($V_d \text{ ELS} / A' \leq 400 \text{ kPa}$), et pour autant que les conditions de sols et d'eau rencontrées soient en accord avec les hypothèses retenues, le tassement maximum des fondations sera de l'ordre du centimètre.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre soignée des fondations selon les règles de l'art. Ces tassements devront être pris en compte dans le calcul de la structure par le BET Génie Civil.

Dans tous les cas, et une fois les descentes de charges et les plans de fondations connus, il conviendra impérativement de valider les tassements au stade du projet lors d'une mission G2 PRO.

5.3.5. Murs enterrés

Les murs enterrés devront être dimensionnés pour reprendre la poussée des terres et les poussées dues aux éventuelles surcharges.

5.3.6. Recommandations de conception et de mise en œuvre des fondations

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Réaliser des fondations de largeur minimum 0.5 m pour des semelles filantes et 0.7 m pour des semelles isolées ;
- Régler horizontalement le fond de fouille ;
- Contrôler la qualité et l'homogénéité du fond de fouille ;



- Purger les éventuelles poches de matériaux médiocres, foisonnés ou décomprimés et les substituer par du gros béton ;
- Purger les éventuelles structures enterrées ou blocs au minimum 50 cm sous la base des fondations pour éviter tout phénomène de point dur ;
- Mettre en place des joints de construction entre les parties d'un même bâtiment présentant des descentes de charges et/ou un mode de fondations hétérogène ;
- Respecter les règles de la norme NF P 94-261 concernant les fondations assises à des niveaux décalés ou à proximité de talus (pente de 3 pour 2 entre les fondations) ;
- Blinder les fouilles au-delà de 1.30 m/TA ;
- Couler les fondations immédiatement après ouverture des fouilles afin d'éviter toute décompression des terrains.

5.4. Avoisinants / Mitoyens

On note la mitoyenneté de l'extension avec le bâtiment principal dont les fondations n'ont pas été reconnues à ce stade.

Toutes les précautions seront prises pour éviter les désordres sur les fondations existantes tant en phase provisoire qu'en phase définitive. En phase projet, une fois les ouvrages calés en plan et en altimétrie, il conviendra de définir les éventuelles reprises en sous-œuvre à réaliser en fonction des interactions potentielles entre les fondations des ouvrages (pente minimale de 3 Horizontal pour 2 Vertical entre fondations conformément à la Norme NF P 94-261).

Il conviendra de respecter une des solutions suivantes pour les fondations du projet :

- Soit descendre les fondations jusqu'à la même profondeur que les fondations mitoyennes existantes ;
- Soit respecter les règles des fondations assises à des niveaux décalés (pente de 3 pour 2 entre les fondations) ;
- Soit reprendre en sous-œuvre les fondations mitoyennes existantes jusqu'au même niveau que les fondations du projet.

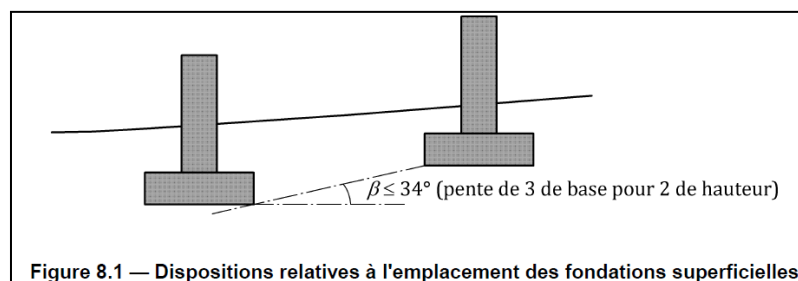
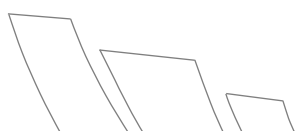


Fig. 6 - Extrait de la norme NF P94-261



5.5. Drainage et remblaiements périphériques

Afin d'assurer la pérennité des ouvrages, on conseillera de protéger toutes les parties enterrées contre les infiltrations d'eau au moyen d'un dispositif drainant (ex : drains périphériques réalisés selon les règles de l'art).

Le remblaiement autour des ouvrages et le drainage périphérique seront réalisés suivant les recommandations du DTU 20.1. Le drainage périphérique devra faire l'objet d'un entretien régulier pour assurer son bon fonctionnement dans le temps.

Le remblaiement à l'arrière des murs enterrés devra être réalisé avec des matériaux granulaires, drainants, soigneusement compactés (sables et graviers sans fines) avec récupération et évacuation des eaux pluviales vers un exutoire adapté.



6. OBSERVATIONS

Cette étude a été réalisée au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP). Nous rappelons que conformément à la norme NF P 94 500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, des études complémentaires doivent être réalisées au stade du projet et de l'exécution pour une analyse détaillée des ouvrages géotechniques.



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94 500



Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

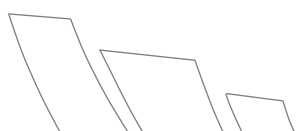
Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

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

Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

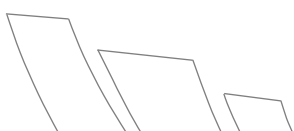
Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

Conditions particulières



CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou procès-verbal ainsi que toutes annexes constituent un ensemble indissociable.

La société ECR ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à ECR ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent être portés à la connaissance d'ECR ENVIRONNEMENT.

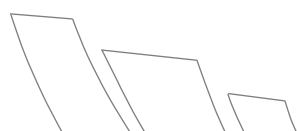
La société ECR ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain



Annexe 3

Résultats des investigations

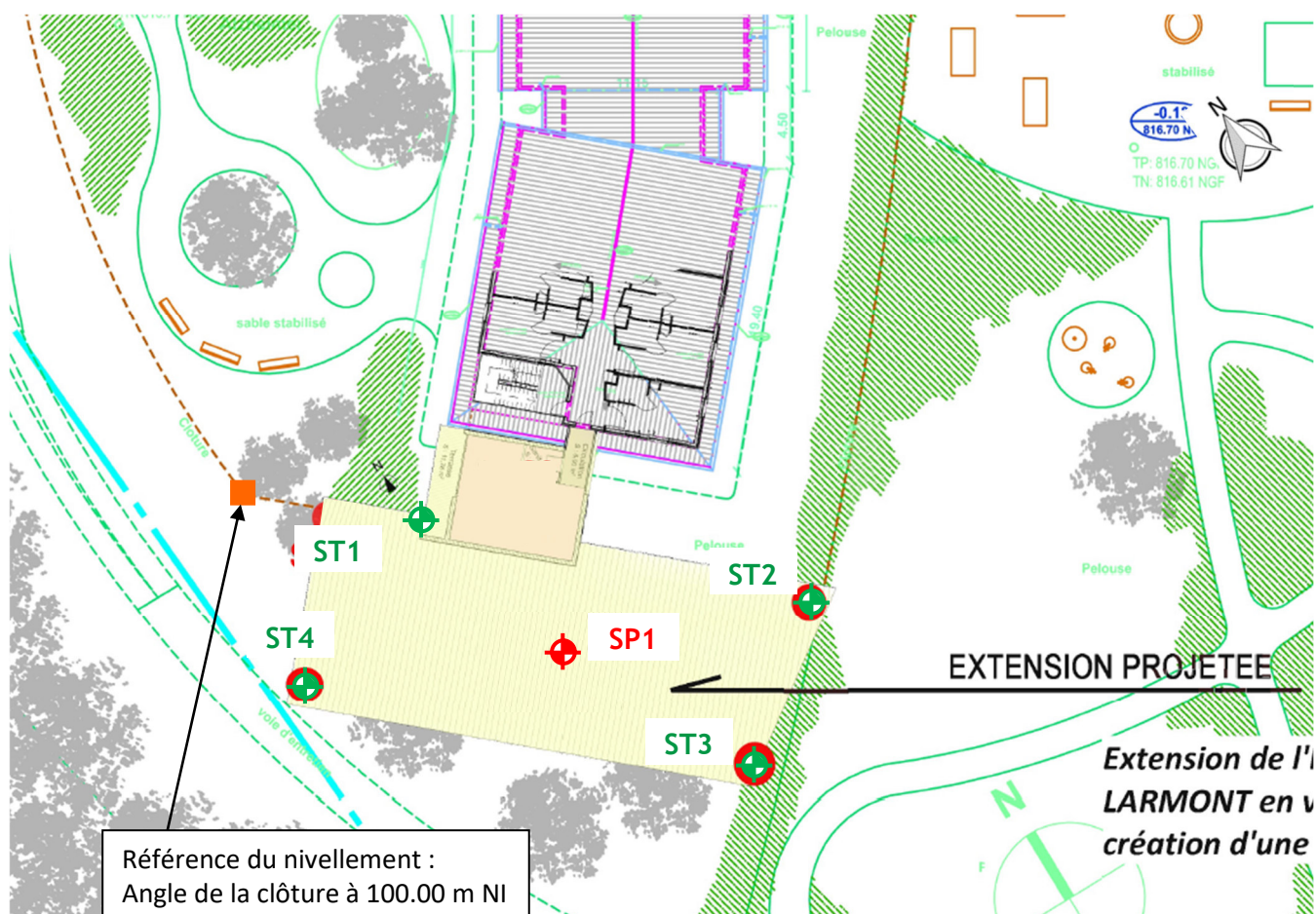


PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Affaire : DOUBS (25) – Extension de l'EHPAD

Client : Centre Hospitalier Intercommunal

N° Dossier : 2503491



Légende :

Sondage pressiométrique (SP) :

Sondages à la tarière (ST) :

Référence du nivellement (m NI) :



DOUBS (25)
Extension de l'EHPAD
Centre Hospitalier Intercommunal

Contrat 2503491

Date début : 08/02/2024

Cote NI : 100.05 m

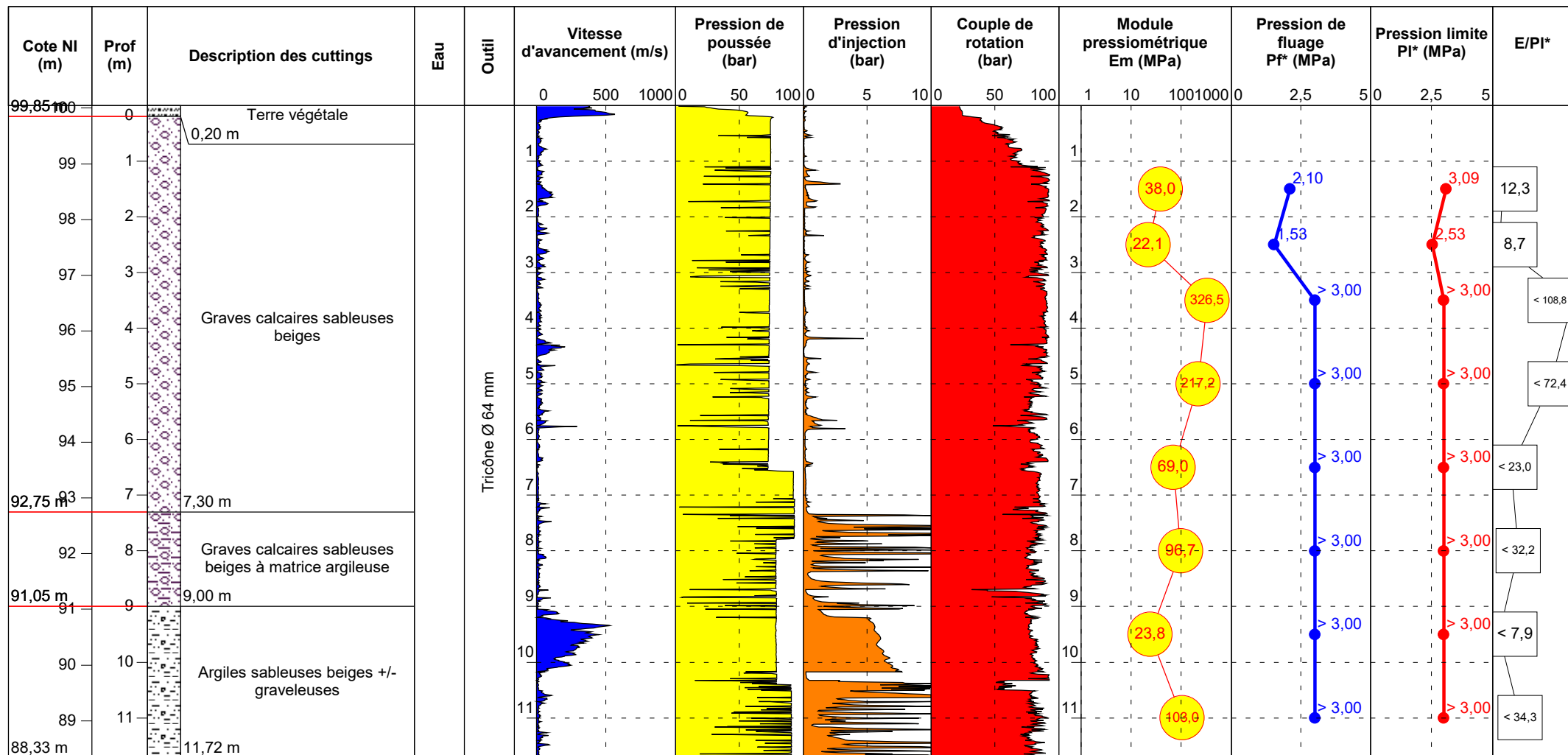
Profondeur : 0,00 - 11,72 m

Machine : Ecofore CE 403

1/100

Forage : SP1

EXGTE 3.20/LB2EPF580FR



Cote NI (m)	Prof (m)	Lithologie	Eau	Outil
99,96 m	0	Terre végétale		Tarière Ø 64 mm
99,76 m	0,20 m	Remblais limono-graveleux		
	0,40 m			
99	1			
98	2			
97	3			Tarière Ø 64 mm
96	4	Graves calcaires sableuses beiges		
95	5			
94	6			
93,26 m	6,90 m			
93	7	Argiles sableuses beiges +/- graveleuses		Tarière Ø 64 mm
92,16 m	8			

Cote NI (m)	Prof (m)	Lithologie	Eau	Outil
99,70 m	0	Terre végétale		Tarière Ø 64 mm
99,50 m	0,20 m	Remblais limono-graveleux		
	0,40 m			
99	1			
98	2			
97	3			Tarière Ø 64 mm
96	4	Graves calcaires sableuses beiges à passages très sableux		
95	5			
94	6			
93	7	7,10 m		
92,80 m				Tarière Ø 64 mm
92	8	Argiles sableuses beiges +/- graveleuses		
91	9			
89,90 m	10	10,00 m		

Cote NI (m)	Prof (m)	Lithologie	Eau	Outil
99,77 m	0	Terre végétale		Tarière Ø 64 mm
99,47 m	0,20 m	Remblais limono-graveleux		
	0,50 m			
99	1			
98	2			
97	3			
96	4	Graves calcaires sableuses beiges		
95	5			
94	6			
93,37 m	6,60 m			
93	7	Argiles sableuses beiges +/- graveleuses		
91,97 m	8	8,00 m		

Cote NI (m)	Prof (m)	Lithologie	Eau	Outil
100,07 m	0	Terre végétale		Tarière Ø 64 mm
100	0,20 m			
99	1			
98	2			
97	3			
96	4	Graves calcaires sableuses beiges		
95	5			
94	6			
93,17 m	7	7,10 m		
93		Argiles sableuses beiges +/- graveleuses		
92,27 m	8	8,00 m		