



ÉTUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

ÉTUDE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET G2-AVP

Construction d'un magasin
de stockage mutualisé

566, rue du souvenir des fusillés
de La Braconne - BRIE (16 590)



Dossier 3311186-GEO - Décembre 2023



ESID Bordeaux
Caserne Pelleport
9, rue de Cursol - CS 61 142
33082 BORDEAUX CEDEX


CLIENT

NOM	ESID Bordeaux
ADRESSE	Caserne Pelleport 9, rue de Cursol – CS 61 142 33082 BORDEAUX CEDEX
INTERLOCUTEUR	Monsieur GENSOUS Nicolas

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'AFFAIRES	Yoan RAOUL
CHARGE D'ETUDES	-

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
06/12/2023	01	Étude G2-AVP – Édition initiale	Y. RAOUL	P. BÉCHARD

Rédacteur	Vérificateur
 Yoan RAOUL Chargée d'Affaires Géotechniques	

DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENT

Mission G1		
Nom du document	Auteur	Format
Mail de consultation du 24/10/2019	ESID Bordeaux	-
Dossier de consultation des entreprises – Mission géotechnique G1 PGC et diagnostic de pollution du sol	ESID Bordeaux	pdf
Plan de masse du site – Zone technique – indice 1 du 06/02/2017 – échelle 1/500	ESID Bordeaux	pdf
Plan de masse – indice 2 du 15/05/2018 – échelle 1/1000	ESID Bordeaux	pdf
Proposition d’implantation du bâtiment	ESID Bordeaux	pdf
Etude historique de pollution pyrotechnique de décembre 2013	ESID Bordeaux	pdf

Mission G2-AVP		
Nom du document	Auteur	Format
Mail de consultation du 24/10/2019	ESID Bordeaux	-
Plan de voirie - dossier AVP - version du 11/10/2021 – échelle 1/3000	ESID Bordeaux	pdf
Extrait du plan de masse - dossier AVP - version du 11/10/2021 - échelle 1/500	ESID Bordeaux	pdf
Plans de façades et coupes - dossier PC - version du 23/08/2023 - échelle 1/100	ESID Bordeaux	pdf
Extrait de plan VRD - dossier PC version du 23/08/2023 - échelle 1/300	ESID Bordeaux	pdf
Vue en plan - dossier PC version du 23/08/2023 - échelle 1/100	ESID Bordeaux	pdf
Extrait de schéma 3D du projet	ESID Bordeaux	pdf

Le présent rapport est élaboré sur la base des documents fournis par le client (plans, description du contexte ...). En cas de modifications du projet impactant l’interprétation environnementale du site d’étude (changement de l’usage futur, de l’emprise du projet ...), le client se doit d’en informer son interlocuteur privilégié afin de réadapter le rapport aux nouvelles contraintes du projet. Toutes modifications de projet non-signalées ou effectives après le rendu de ce rapport ne pourra faire l’objet de réclamations.



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	5
2.	PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DU PROJET	6
2.1.	LOCALISATION.....	6
2.2.	SITUATION CADASTRALE	7
2.3.	ETAT ACTUEL DU SITE.....	8
2.4.	PROJET	12
3.	CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SITE.....	15
3.1.	TOPOGRAPHIE	15
3.2.	GEOLOGIE	16
3.3.	HYDROGEOLOGIE	17
3.4.	RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES.....	17
4.	DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS.....	19
4.1.	MESURES D'HYGIENE ET DE SECURITE.....	19
4.2.	PREPARATION DE L'INTERVENTION	19
4.3.	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	20
5.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	21
5.1.	CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES.....	21
5.2.	CARACTERISTIQUES GEOMECHANIQUES	22
5.2.1.	Essais pressiométriques.....	22
5.2.1.	Essais au pénétromètre dynamique	22
5.3.	RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	23
5.4.	HORIZONS DECOMPRES / KARSTS	24
5.5.	COMPOSANTE ANTHROPIQUE.....	24
5.1.	SISMICITE – CLASSE DE SOLS	24
6.	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES.....	25
6.1.	RAPPEL DU PROJET	25
6.2.	ANALYSE GEOTECHNIQUE	25
6.3.	POSSIBILITE DE FONDATIONS	26
6.3.1.	Dispositifs de fondations et niveaux d'assise	26
6.3.1.	Contraintes admissibles.....	26
6.4.	TASSEMENTS	27
6.5.	NIVEAUX-BAS.....	27
6.6.	MERLONS / MURS DE SOUTÈNEMENTS.....	28

7. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES GENERALES	28
7.1. TERRASSEMENTS GENERAUX.....	28
7.1.1. Travaux préparatoires.....	28
7.1.2. Terrassements / Fouilles.....	28
7.1.3. Stabilité des parois de fouille / Talutages.....	29
7.1.4. Exécution des fondations.....	29
7.2. MISE HORS D'EAU.....	30
7.3. VOIRIES.....	31
7.3.1. Sol support / Travaux préparatoires	31
7.3.2. Plateforme supérieure des terrassements.....	31
7.3.3. Couche de forme	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (extrait carte IGN)	6
Figure 2 : Vue aérienne du site d'étude	6
Figure 3 : Extrait cadastral.....	7
Figure 4 : Photographies du site le 13/12/2019.....	8
Figure 5 : Projet superposé à la vue aérienne du site	12
Figure 6 : Extrait du plan de masse du projet.....	13
Figure 7 : Extrait de schéma 3D du projet.....	13
Figure 8 : Coupes du magasin de stockage mutualisé.....	14
Figure 9 : Coupes du local technique	14
Figure 10 : Topographie à l'échelle de la zone d'étude.....	15
Figure 11 : Carte géologique du site – feuille de MANSLE n° 685 (BRGM).....	16
Figure 12 : Cavités souterraines à proximité du site (GEORISQUES).....	18
Figure 13 : Zones sensibles aux remontées de nappe (BRGM)	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des risques recensés sur le terrain (Géorisques.gouv).....	17
Tableau 2 : Synthèse des caractéristiques pressiométriques des sondages SP1 et SP2	22
Tableau 3 : Résultats des essais d'identification en laboratoire	23

ANNEXES

- Annexe 1 : Plan de localisation des sondages (1 page)
- Annexe 2 : Coupes des sondages pressiométriques (2 pages)
- Annexe 3 : Coupes des sondages pénétrométriques (2 pages)
- Annexe 4 : Procès-verbaux des essais en laboratoire (3 pages)



1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de construction d'un magasin de stockage mutualisé sur le site du 515ème Régiment du Train (515 RT) situé au 566, rue du souvenir des fusillés de La Braconne sur la commune de BRIE (16590), l'ETABLISSEMENT DU SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE (ESID) de Bordeaux a mandaté le bureau d'étude ECR Environnement pour réaliser une étude géotechnique.

Les reconnaissances sur site ont été effectuées du 15 au 17 janvier 2020 dans le cadre de la mission G1 PGC.

L'étude actuelle répond au bon de commande du client n°1512274786, acceptant notre proposition technique et financière n°3311426 du 23/10/2023.

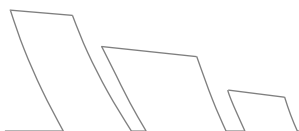
Le présent rapport rend compte des résultats de cette étude et a pour objectif de caractériser la nature des sols à l'emplacement défini du projet, vérifier les niveaux d'eau, donner les principes généraux de construction relatifs aux fondations – niveaux bas – terrassements en masse, ainsi que les dispositions générales à adopter vis-à-vis des nappes, des avoisinants, et sujétions particulières d'exécution à prendre en compte.

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » (Norme NFP 94-500), la présente étude est de type **G2-AVP** [Etude géotechnique de conception phase avant-projet], et voit de ce fait son étendue limitée aux prestations correspondantes.

L'étude menée par ECR Environnement a compris :

- Une visite de site ;
- Des recherches locales et bibliographiques ;
- La consultation des différents concessionnaires de réseaux via l'envoi de Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DICT Services) ;
- L'implantation préalable des points de sondages au droit du site ;
- La réalisation de sondages et essais in situ ;
- Le prélèvement d'échantillons de sol pour analyses en laboratoire ;
- Le nivellement des sondages en X-Y-Z par un technicien topographe ;
- Le dépouillement et l'interprétation des essais ;
- La rédaction du rapport de synthèse.

À noter que l'étude actuelle s'inscrit dans la continuité de l'étude G1-PGC réalisée dans le cadre du projet (rapport n°3305838 - GEO du 03/03/2020). Le projet a également fait l'objet d'un diagnostic de pollution (rapport n°3305838 - SSP du 20/02/2020)



2. PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DU PROJET

2.1. Localisation

La zone faisant l'objet de cette étude se trouve en partie nord-est de la zone technique du camp, à proximité du champ de tir de La Braconne, et correspond actuellement à une zone boisée. Le plan de localisation ainsi que la vue aérienne du site sont présentés en figures 1 et 2.



Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (extrait carte IGN)



Figure 2 : Vue aérienne du site d'étude

2.2. Situation cadastrale

Le projet s'inscrit sur la parcelle cadastrale n° 18 de la section 0A (Cf. extrait cadastral en figure 3).

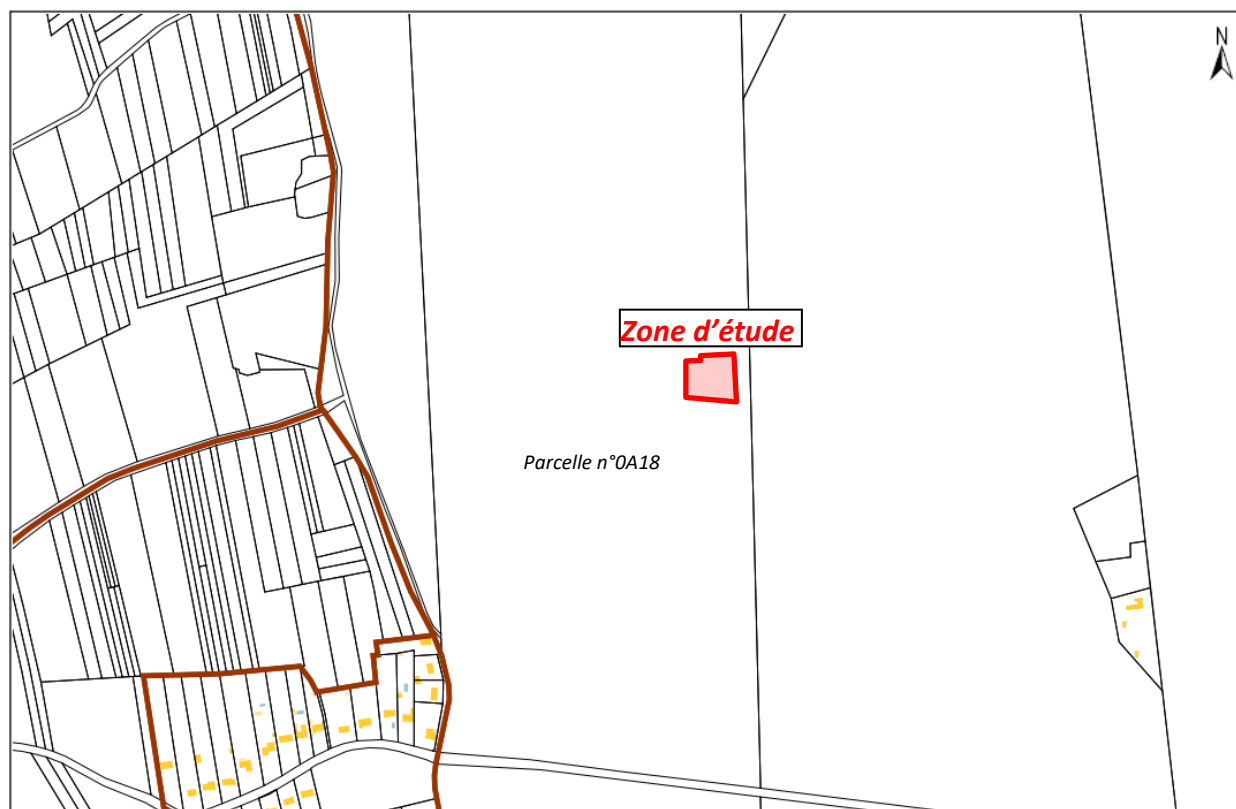


Figure 3 : Extrait cadastral

2.3. Etat actuel du site

Une visite de site a été réalisée par nos soins le 13 décembre 2019 dans le cadre de l'étude G1-PGC.

Le terrain d'étude correspondait alors à une zone majoritairement boisée, située en partie nord-est en-dehors de la zone technique du camp, à l'extrémité sud-est du champ de tir de La Braconne.

Aucun ouvrage ne se trouve au droit de la zone d'étude.

On note à proximité la présence :

- d'un bassin de rejet des eaux usées du site après traitement au nord-ouest et d'un réseau enterré acheminant les eaux depuis le camp jusqu'au bassin ;
- d'un bâtiment à usage de stockage, en cours de désamiantage à l'ouest ;
- d'un parcours d'entraînement et d'une voie de circulation au sud.

Les photographies ci-après illustrent le terrain dans son état actuel.



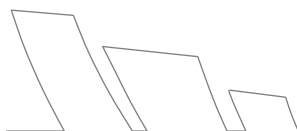
Figure 4 : Photographies du site le 13/12/2019



Photographie 1 : Zone d'étude – vue depuis l'ouest



Photographie 2 : Bassin de rejet / évaporation des eaux usées





Photographie 3 : Bâtiment de stockage



Photographie 4 : Allée coupe-feu – extrémité sud-est du champ de tir



Photographie 5 : Parcours d'entraînement et voie de circulation

2.4. Projet

Le projet prévoit la construction :

- d'un magasin de stockage mutualisé sur une surface d'environ 240 m² (27 x 8,9 m), en charpente bois et murs en béton armé ;
- d'un local technique en béton armé sur une surface de 3,00 m² ;
- d'une clôture périphérique de 2,50 m de hauteur qui viendra ceinturer la zone ;
- d'une voirie lourde (2PI/jour) qui permettra l'accès et la circulation autour du bâtiment ;
- d'un merlon d'environ 260 m² pour 4,0 m de hauteur, terminé sur sa longueur par un mur de soutènement de 1,2 m de hauteur.

D'après les éléments transmis, les charges d'exploitations sur niveau bas seront de l'ordre de 0,5 t / m² pour le magasin de stockage et 0,25 t/m² pour le local annexe.

En l'absence de précision nous considérerons des descentes de charges linéaires de l'ordre de 2 à 6 t/ml.

La figure 5 ci-dessous présente le projet superposé à la vue aérienne du site.



Figure 5 : Projet superposé à la vue aérienne du site

Les figures ci-dessous présentent les caractéristiques du projet.

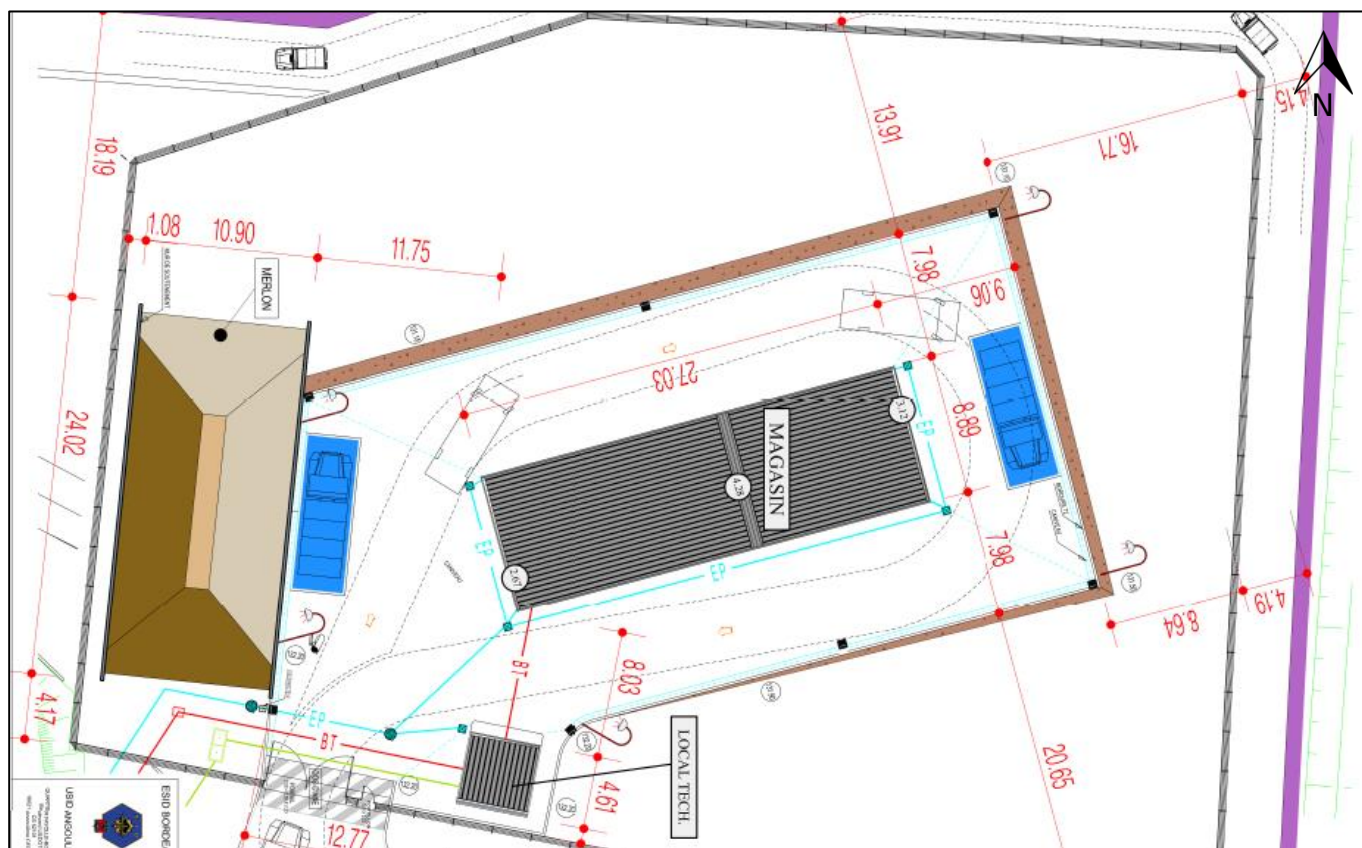


Figure 6 : Extrait du plan de masse du projet

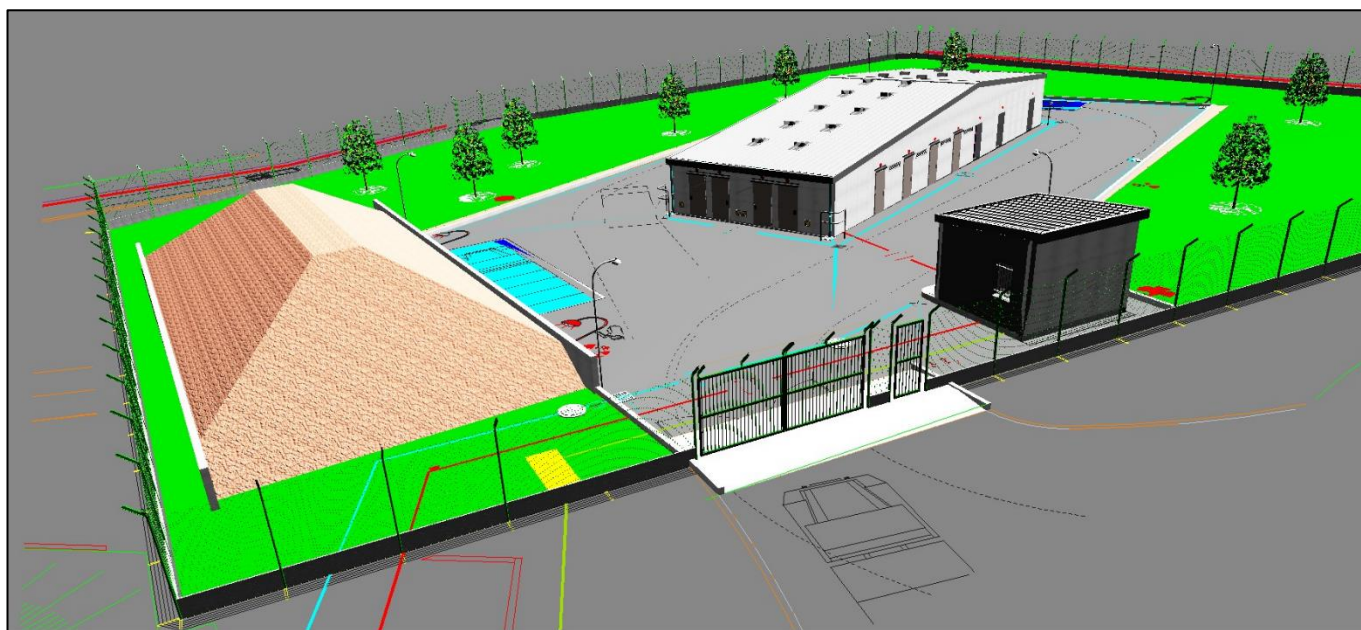


Figure 7 : Extrait de schéma 3D du projet

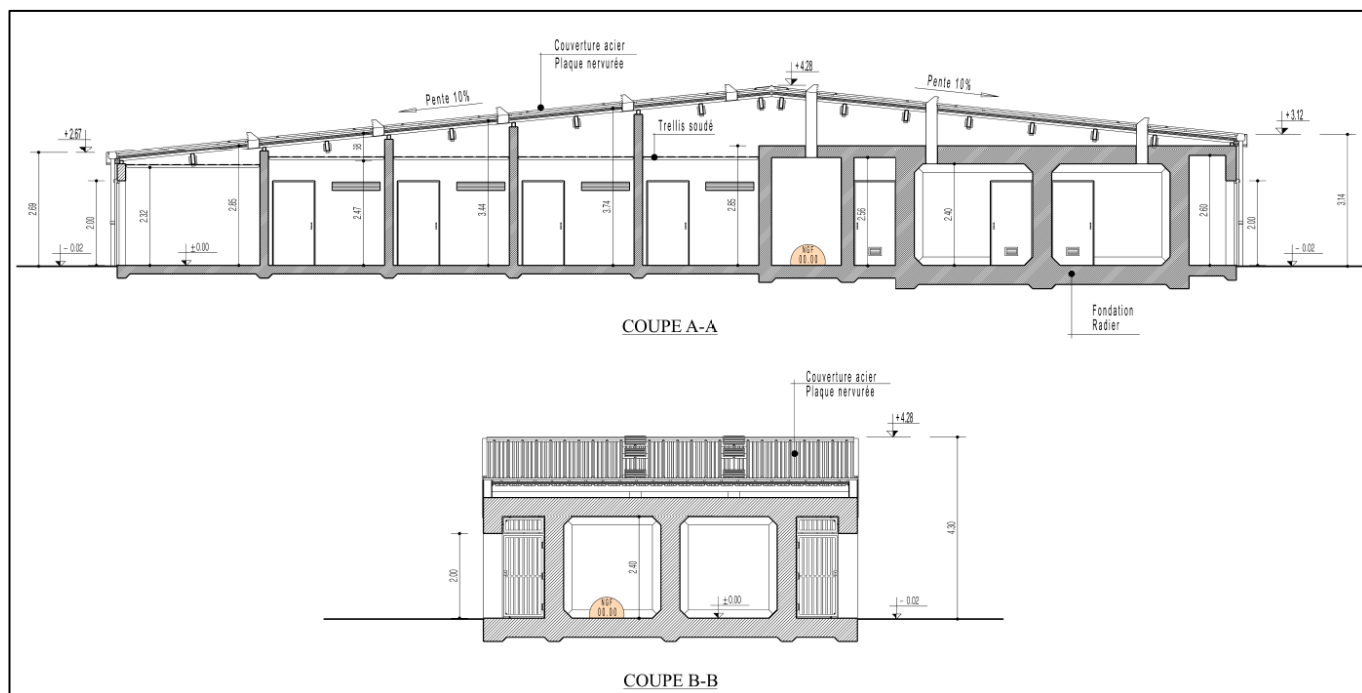


Figure 8 : Coupes du magasin de stockage mutualisé

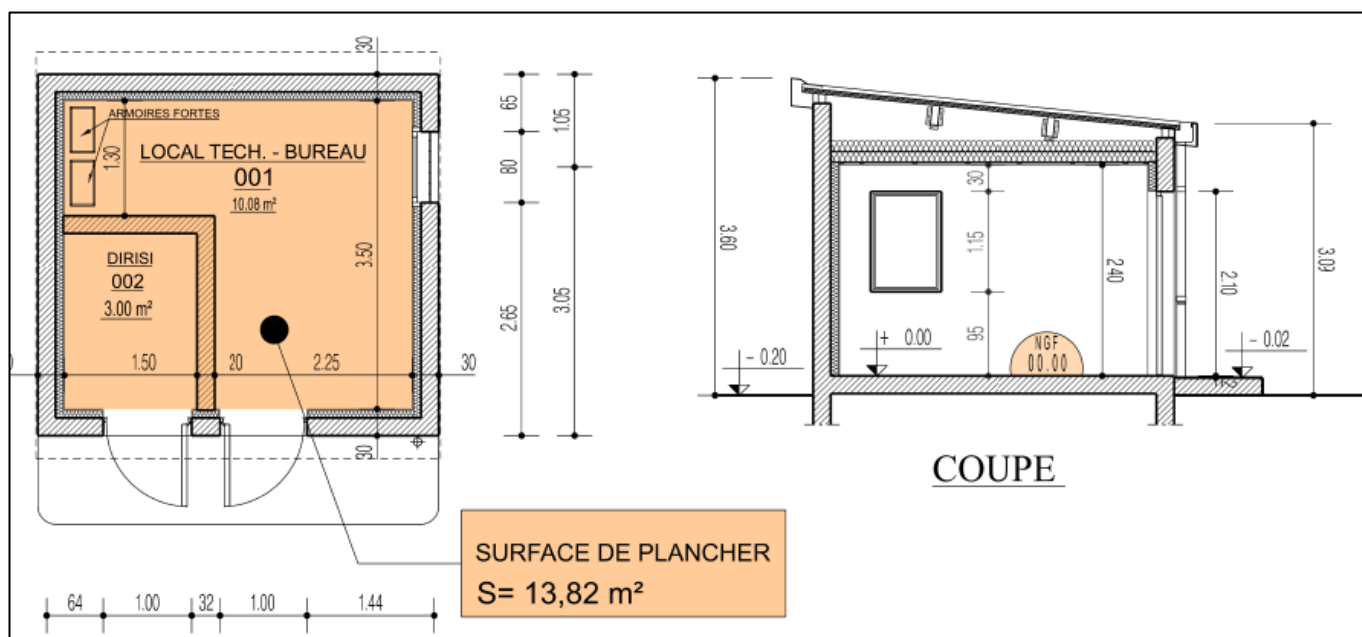


Figure 9 : Coupes du local technique

3. CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SITE

3.1. Topographie

Le site d'étude présente une légère pente vers le nord, et sa cote se situe entre +130 et +133 NGF.

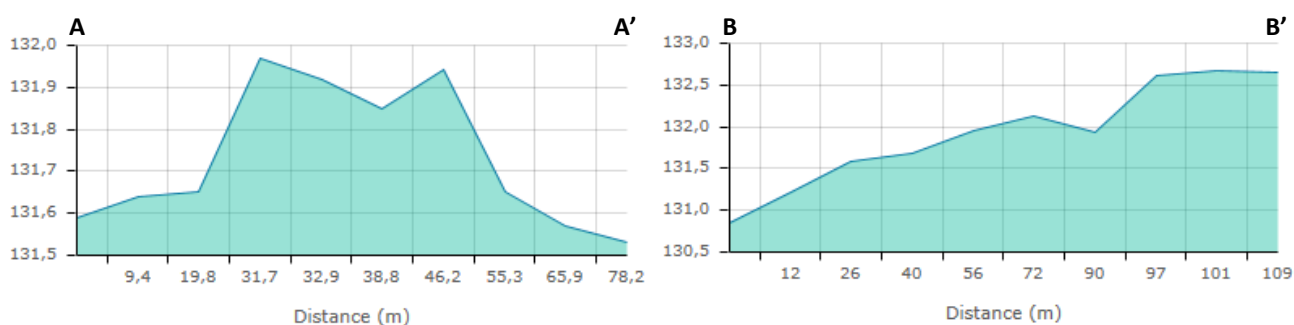
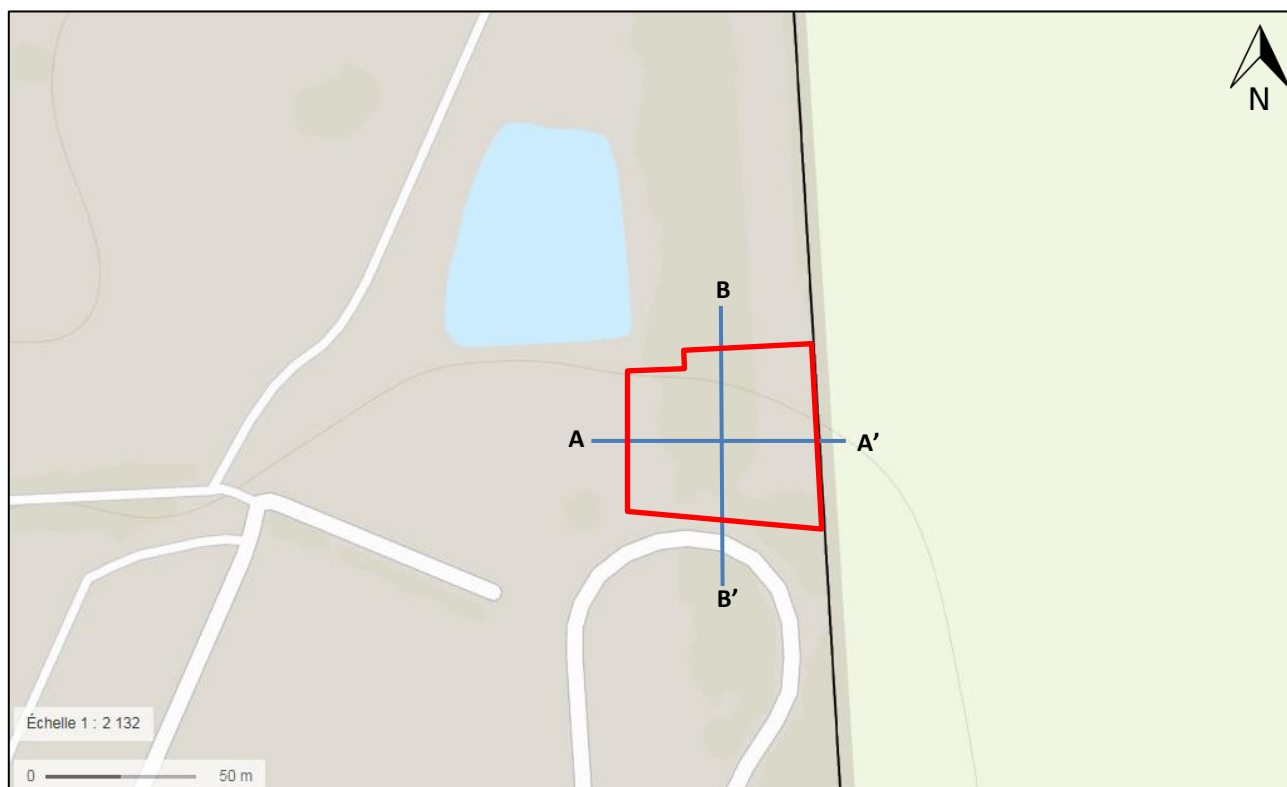


Figure 10 : Topographie à l'échelle de la zone d'étude

3.2. Géologie

D'après la carte géologique de MANSLE au 1/50 000ème (n°685) éditée par le BRGM, la zone d'étude se situe, sous les éventuels remblais ou terrains de surface, au droit d'un calcaire subrécifal, bioclastique du Jurassique [j7b1(1)].

Un extrait de la carte géologique est présenté en figure 11.

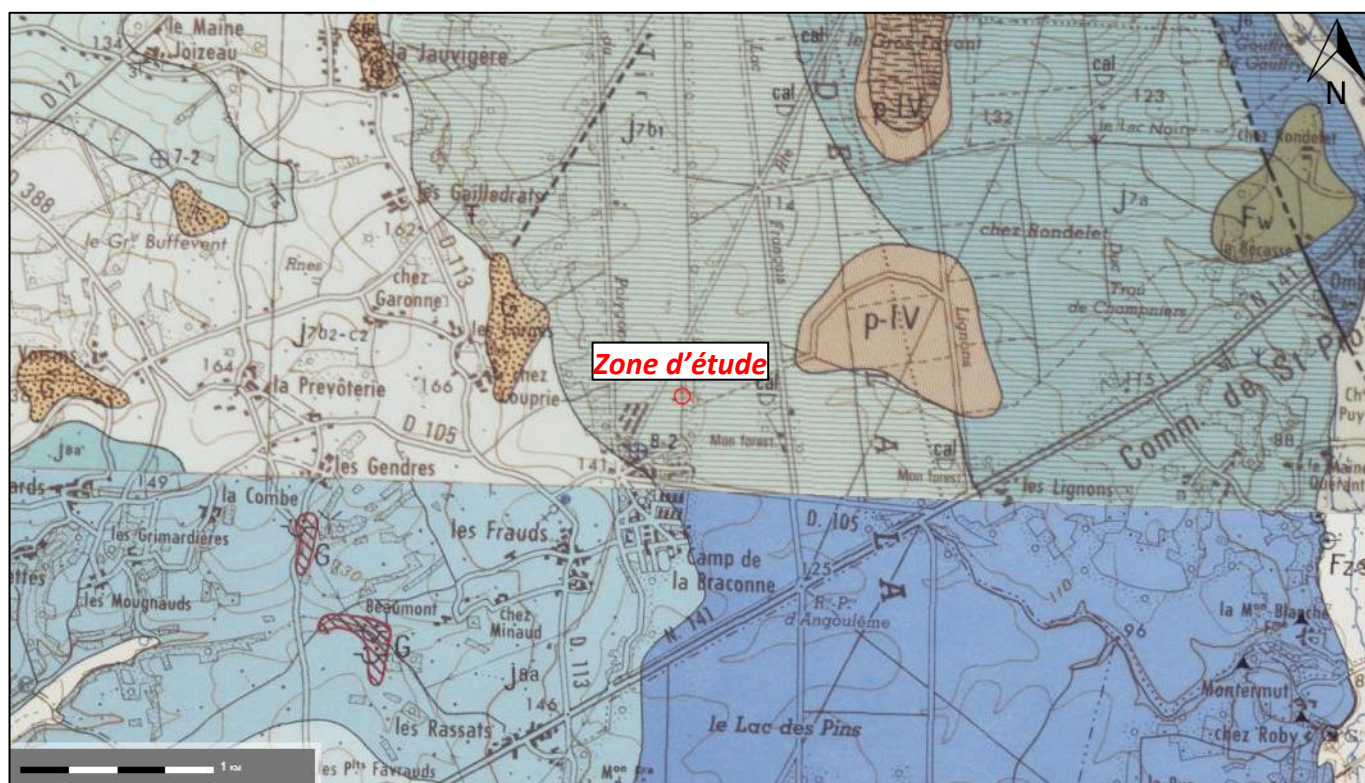
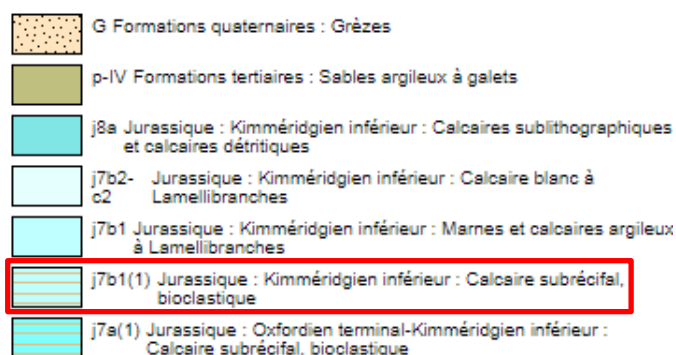


Figure 11 : Carte géologique du site – feuille de MANSLE n° 685 (BRGM)



Remarque :

En profondeur, le calcaire du Jurassique peut parfois être affecté par des phénomènes de karstification, conduisant à rencontrer des décompressions voire des vides francs plus ou moins importants répartis de manière aléatoire au sein de la formation, et susceptibles de remonter à la surface sous forme de fontis.

3.3. Hydrogéologie

La zone d'étude se situe à l'aplomb de la masse d'eau souterraine FRFG018 « Calcaires du karst de la Rochefoucauld BV Charente », et au droit de l'entité hydrogéologique 359AA05 des « Calcaires récifaux de l'Oxfordien-Kimméridgien inférieur karstique affleurant ou sub-affleurant du karst de la Rochefoucault (nappe captive) ».

La nappe phréatique circule vraisemblablement en profondeur au droit du terrain d'étude.

3.4. Risques naturels et technologiques

En se référant aux données disponibles sur Géorisques.gouv du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, les risques suivants sont recensés au droit du terrain :

Tableau 1 : Synthèse des risques recensés sur le terrain (Géorisques.gouv)

Risque	Aléa
Canalisation de matières dangereuses	Dans un rayon de 500 m : non
Cavités souterraines	Dans un rayon de 500 m : oui (1) – cf. figure 8
Zone inondable	Non
Installations industrielles	Dans un rayon de 500 m : non Dans un rayon de 1000 m : non
Installations rejetant des polluants	Dans un rayon de 5000 m : oui (4)
Installations nucléaires	Non
Mouvements de terrain	Non
Retrait-gonflements des sols argileux	Non
Séismes	Exposition : 3 – modéré
Site pollués ou potentiellement pollués (BASOL)	Dans un rayon de 500 m : non
Anciens sites industriels et activités de service (BASIAS)	Dans un rayon de 500 m : non
Secteurs d'information sur les sols (SIS)	Dans un rayon de 1000 m : non

La figure 12 ci-après montre la présence d'une cavité souterraine naturelle répertoriée à environ 275 m au nord-est du site. La commune de BRIE (16) n'est toutefois soumise à aucun PPRN cavités souterraines ni mouvements de terrain.

La figure 13 en page suivante place le terrain d'étude en limite entre une zone potentiellement sujette aux inondations de cave et une zone non concernée par le débordement de nappe et les inondations de cave.



Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français et entré en vigueur depuis le 01 mai 2011, le projet se situe en **zone de sismicité 3** (niveau d'aléa modéré).

Le projet étant considéré de **catégorie d'importance I**, aucune exigence particulière de conception vis-à-vis du risque sismique n'est à prendre en compte.



Figure 12 : Cavités souterraines à proximité du site (GEORISQUES)

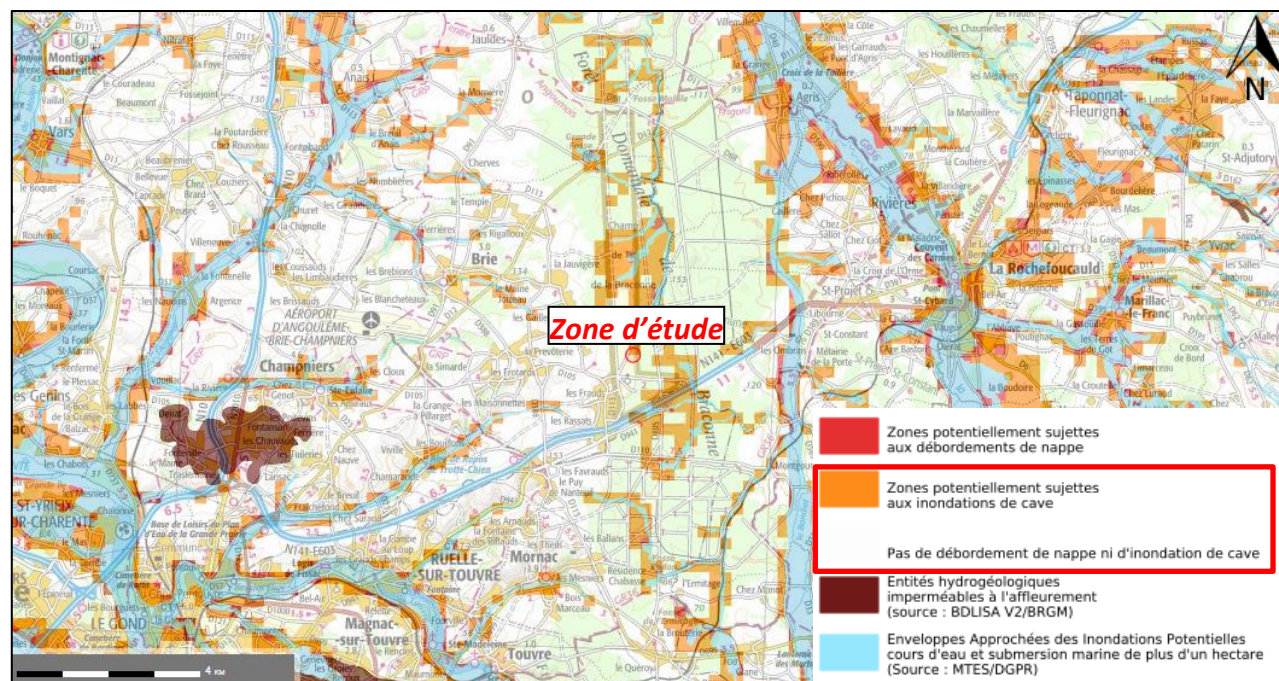


Figure 13 : Zones sensibles aux remontées de nappe (BRGM)

4. DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS

4.1. Mesures d'hygiène et de sécurité

L'équipe technique d'ECR Environnement est constituée d'un chef foreur et d'un aide-sondeur. Les mesures de sécurité utilisées lors de l'intervention sont celles usuellement utilisées dans la profession, à savoir :

- Port des équipements de protection individuelle (casque, gants, lunettes, chaussures de sécurité, vêtements de chantier, ...);
- Formation du personnel à l'AIPR (Autorisation d'Intervention à Proximité des Réseaux) ;
- Formation du personnel Sauveteur Secouriste du Travail (SST) ;
- Maintien de la propreté du site.

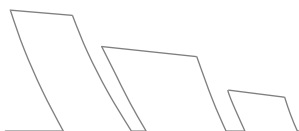
Au préalable de l'intervention, la demande de DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) a été réalisée et transmise aux différents concessionnaires de réseaux aux abords du site.

4.2. Préparation de l'intervention

La zone d'étude étant majoritairement boisée et peu accessible à des engins de forage, un aménagement préalable des accès a été effectué à l'aide d'une pelle mécanique.

Les sondages ont ensuite été implantés le jour de l'intervention selon les étapes suivantes :

- étude des plans DICT des exploitants des réseaux souterrains ;
- reconnaissances visuelles.



4.3. Investigations géotechniques

Les investigations géotechniques ont été conduites par notre société lors de l'étude G1-PGC sur la période du 15 au 17/01/2020 à l'aide d'une sondeuse ECOFORE 302. Aucune investigation complémentaire n'a été réalisée dans le cadre de la mission G2-AVP.

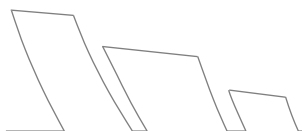
Compte tenu des informations connues du projet et données dans le CCP de la consultation, du contexte géologique prévisionnel, et de l'accessibilité du site, les investigations suivantes ont été réalisées :

- Au droit des futurs bâtiments
 - 2 sondages de reconnaissance géologique réalisés en tarière hélicoïdale Ø 63 mm (pour profils pressiométriques), descendus à 6 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA). Ces sondages ont permis de déterminer les différents horizons traversés et de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols traversés par l'intermédiaire de :
 - 2 profils pressiométriques, dans les précédents sondages descendus à 6 m/TA pour mesures de la pression limite, de la pression de fluage, et du module pressiométrique ;
 - 1 essai au pénétromètre dynamique lourd descendu jusqu'à l'obtention d'un refus à 0,60 m/TA, afin de vérifier la portance des terrains et les éventuelles hétérogénéités sur l'emprise du projet ;
- Au droit des voiries existantes concernées par le projet et des voiries à créer
 - 4 carottages de chaussée existante afin de pouvoir observer la nature et l'état des différentes couches qui la constituent ;
 - 1 sondage de reconnaissance géologique réalisé en tarière hélicoïdale Ø 63 mm, descendu à 2 m/TA. Ce sondage a permis de déterminer les différents horizons traversés au droit de la voirie à créer. Il a été complété par :
 - 1 essai au pénétromètre dynamique descendu jusqu'à l'obtention d'un refus à 0,50 m/TA, afin de vérifier la portance des terrains sur l'emprise de la future voirie ;
 - 1 prélèvement d'échantillon de sol remanié pour identification GTR en laboratoire, permettant préciser les caractéristiques physiques / conditions de mise en œuvre des sols susceptibles d'être placés en assise de dallage / voirie ; cet essai en laboratoire a été complété par un essai Proctor avec mesure CBR.

Un plan de localisation des sondages est présenté en annexe.

L'altimétrie des têtes de sondages a été nivelée par le service Topographie d'ECR Environnement et rattachée au NGF. Les cotes sont récapitulées dans le tableau suivant :

Sondage	Z (m NGF)
SP1	+131,60
SP2	+131,40
ST1-P1	+131,79
P2	+131,50



5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

5.1. Caractéristiques lithologiques

Comme indiqué sur les coupes lithologiques des sondages placées en annexe (SP1, SP2 et ST1), les faciès moyens suivants ont été mis en évidence (depuis la surface jusqu'en profondeur) :

- Des **limons argileux** marron sur une épaisseur d'environ 0,50 à 0,60 m ;
- Un **calcaire** blanchâtre à grisâtre dur avec quelques passages altérés localement (notamment vers 5 m au droit du SP1), plus tendre entre 1 et 2 m de profondeur environ en ST1, recoupé jusqu'en fin des sondages soit jusqu'à 6,00 m de profondeur minimum.

Les forages étaient secs en fin d'intervention.

Remarques :

Les descriptions susmentionnées se basent en partie sur des remontées partielles de cuttings issus des forages destructifs en petit diamètre (Ø63 mm).

La précision des interfaces pour ce type d'investigation est au mieux d'une vingtaine de centimètres. Les coupes établies doivent donc être considérées comme schématiques et sont à corréliser avec les données géomécaniques obtenues.

Par ailleurs, les échantillons prélevés étant remaniés et non représentatifs de l'état en place des formations, il reste difficile de juger de la proportion de fines (argiles sableuses, sables argileux ...) et de celle de la composante plus grossière, de même que de la taille et de l'abondance des éléments lithiques présents en inclusion (cailloutis, graves, blocs ou cordons calcaires, ...).

Les sondages en tarière ont pu être menés à leur terme sans refus prématurés.

La tenue des parois de forage s'est avérée bonne.

Nous rappelons que d'éventuels remblais peuvent exister sur l'emprise de la zone d'étude, notamment au voisinage des ouvrages enterrés / réseaux.



5.2. Caractéristiques géomécaniques

5.2.1. Essais pressiométriques

Les caractéristiques pressiométriques mesurées dans les sondages SP1 et SP2 sont telles que :

Tableau 2 : Synthèse des caractéristiques pressiométriques des sondages SP1 et SP2

Unité litho.	Prof. moy. (m/TA)	Nb val.	E _M (MPa)			PI* (MPa)		
			Min	Max	Moy.h	Min	Max	Moy.g
Limons argileux	0,0 à 0,5/0,6	0*	-			-		
Calcaire	0,5/0,6 à 6,0	11	35	>200	>132	1,07	>3,90	>3,26

(*) faciès d'épaisseur insuffisante pour permettre la réalisation d'un essai.

5.2.1. Essais au pénétromètre dynamique

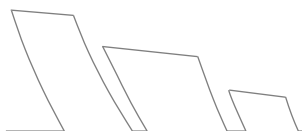
Les résultats des essais pénétrométriques P1 et P2 sont illustrés sur des diagrammes qui mettent en évidence les variations de la résistance de pointe (qd) en fonction de la profondeur.

Les profils obtenus mettent en évidence :

- des terrains de surface de moyenne à bonne portance jusque 0,5 à 0,6 m/TA environ (qd de l'ordre de 15 à 58 MPa), correspondant aux limons argileux ;
- puis des résistances dynamiques très élevées (qd >100 MPa) au toit du calcaire, conduisant à des refus aux opérations de battage du train de tiges.

En regard des caractéristiques géomécaniques mesurées et suivant la classification de l'Eurocode 7, nous pourrions dans l'ensemble considérer :

- des argiles et limons fermes à raides en tête jusqu'à 0,5 à 0,6 m de profondeur environ ;
- puis le rocher (calcaire) plus ou moins altéré jusqu'à 6,0 m de profondeur minimum.



5.3. Résultats des essais en laboratoire

Un échantillon de sol remanié prélevé en ST1 a été porté au laboratoire pour identification selon la classification GTR 92 du guide SETRA/LCPC, complétée par un essai Proctor normal (norme NF P 94-093) avec indice CBR immédiat (norme NF P 94-078).

Les résultats de ces essais sont joints en annexe, et récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résultats des essais d'identification en laboratoire

Sondages		ST1
Profondeurs (m/TA)		0,00 à 0,25
Faciès, description du laboratoire		Limon argileux marron à cailloutis / cailloux calcaires et fines racines
Teneur en eau naturelle w_n (%)		28,6
Passant à 2 mm (%)		53,0
Passant à 80 μ m (%)		44,1
VBS (g/100g)		-
Limites d'Atterberg	WL (%)	54
	WP (%)	34
	Ip (%)	20
Teneur en eau optimum w_{OPN} (%)		24,5
Classification GTR 92		A ₂ h
ICBR immédiat à l'OPN		6

Selon le GTR, nous sommes en présence de sols de catégorie A2 « limons, argiles peu plastiques... » dans un état hydrique humide. Il s'agit de sols sensibles à l'eau et dont la sensibilité aux phénomènes de retrait gonflement n'est pas à négliger. Dans le cas présent, le report des résultats sur le diagramme de Casagrande fait état d'un matériau limono-argileux très plastique et possédant un potentiel de retrait gonflement fort. Toutefois au sein des formations calcaires nous pourrions retenir un aléa a priori nul.

Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre et de faible portance lorsqu'ils sont humides, et obligent à un compactage intense lorsqu'ils sont secs.

Compactés à l'optimum Proctor, leur portance reste faible selon l'indice CBR mesuré, tout juste de l'ordre d'une PF1, et risque de poser des problèmes de traficabilité en phase chantier.

La réutilisation de ces matériaux en remblais / couche de forme est possible moyennant traitement, le cas échéant des études / analyses d'aptitudes seront à prévoir.



5.4. Horizons décomprimés / Karsts

Dans le cadre de nos investigations des unités carbonatées ont été mises en évidence dès la subsurface.

D'une manière générale, les formations carbonatées constituant le substratum local peuvent :

- être surmontées / précédées d'une frange d'altération d'épaisseur très variable incluant dans sa masse, des blocs voire des cordons indurés aléatoirement répartis ;
- présenter d'importantes irrégularités (surprofondeurs / éperons) ainsi que des zones décomprimées / karstiques, y compris sur de courtes distances.

Il n'est pas non plus à exclure que les bancs les plus homogènes se révèlent discontinus.

Les processus d'altération / fracturation différentielle qui les affectent sont très aléatoires.

5.5. Composante anthropique

Au droit des investigations, hormis au droit des voiries, aucun indice d'apports anthropiques particuliers (vestiges enterrés, ...) ou de pollution (indice organoleptique) n'a été détecté au droit de nos sondages.

Cependant, en l'absence de données historiques concernant l'occupation passée du site un risque éventuel ne peut être totalement écarté.

5.1. Sismicité – Classe de sols

Le projet se situe en zone de sismicité 3 (niveau d'aléa modéré) et est considéré de catégorie d'importance I. Par conséquent, aucune exigence particulière de conception vis-à-vis du risque sismique n'est à prendre en compte.



6. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

6.1. Rappel du projet

Le projet prévoit la construction :

- d'un magasin de stockage mutualisé sur une surface d'environ 240 m² (27 x 8,9 m), en charpente bois et murs en béton armé ;
- d'un local technique en béton armé sur une surface de 3,00 m² ;
- d'une clôture périphérique de 2,50 m de hauteur qui viendra ceinturer la zone ;
- d'une voirie lourde (2PI/jour) qui permettra l'accès et la circulation autour du bâtiment ;
- d'un merlon d'environ 260 m² pour 4,0 m de hauteur, terminé sur sa longueur par un mur de soutènement de 1,2 m de hauteur.

D'après les éléments transmis, les charges d'exploitations sur niveau bas seront de l'ordre de 0,5 t / m² pour le magasin de stockage mutualisé et 0,25 t/m² pour le local annexe.

En l'absence de précision nous considérerons des descentes de charges linéaires de l'ordre de 2 à 6 t/ml.

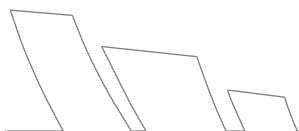
Pour toute différence importante par rapport à ces hypothèses, nous devons en être informés afin d'adapter les conclusions de l'étude en conséquence.

6.2. Analyse géotechnique

Le mode de fondation du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant et de bonne qualité.

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence les caractéristiques et contraintes géotechniques suivantes :

- Un recouvrement de surface limono-argileux sensible au retrait gonflement, présent sur une épaisseur d'environ 50 à 60 cm, de compacité moyenne à bonne compacité ;
- Un substratum calcaire localement altéré, globalement de très bonne compacité jusqu'à 6,00 m de profondeur minimum ;
- L'absence d'eau jusqu'à 6,00 m dans les forages lors de notre intervention en janvier 2020 ;
- Un aléa fort vis-à-vis du retrait gonflement des sols dans les limons de recouvrement, mais a priori nul une fois le soubassement calcaire atteint.



6.3. Possibilité de fondations

6.3.1. Dispositifs de fondations et niveaux d'assise

En regard des résultats obtenus et des caractéristiques du projet, pour les deux bâtiments (magasin de stockage et local technique) ainsi que pour les murs de clôture, il pourra être mis en œuvre une solution de **fondations superficielles du type semelles filantes ou massifs isolés (éventuellement reliés en tête par des longrines de répartition)**.

Les fondations devront impérativement :

- traverser en intégralité la frange superficielle végétalisée et les horizons remaniés / rapportés ou amenés à l'être lors de la préparation de la plateforme de travail ;
- être ancrées d'au moins 0,2 m dans les calcaires en place et de bonne compacité ;
- respecter une garde adaptée à la mise hors gel de 0,5 m/terrain extérieur fini ;
- assurer un bon contact sol-fondation en admettant une largeur minimale de 0,6 m pour les semelles isolées et de 0,4 m pour les semelles filantes.

À partir de nos sondages cela revient à considérer une assise minimale à 0,8 m/TA.

Le niveau d'assise de fondations devra être adapté en fonction des variations topographiques et des épaisseurs de recouvrement limono-argileux.

Les surprofondeurs possibles liées à la présence d'éléments anthropiques (béton, ...), surépaisseurs de recouvrement végétalisé, ou éventuels points durs, pourront être rattrapées à l'aide d'un béton maigre.

Pour un système de massifs isolés descendus à des niveaux différents, une pente maximale de 3/2 devra être respectée entre les arêtes basses des plots voisins.

6.3.1. Contraintes admissibles

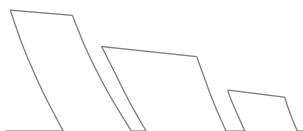
Les méthodes de calcul utilisées sont celles décrites par la norme française d'application de l'Eurocode 7 relative au calcul des fondations superficielles (norme NF P94-261).

En tenant compte des résultats précédents, nous recommandons de limiter les valeurs de contraintes admissibles comme suit :

<i>Etats limites</i>	<i>Contrainte de calcul</i>
<i>ELU durable – transitoire - accidentelle</i>	<i>0,49 MPa</i>
<i>ELS quasi-permanent et ELS caractéristique</i>	<i>0,30 MPa</i>

En fonction de l'inclinaison des charges ou en présence de talus à proximité, le coefficient $i_{\delta\beta}$ sera recalculé et intégré à la valeur de contrainte admissible retenue.

Rappelons que dans tous les cas, la largeur minimale des fondations ne sera pas inférieure à 0,4 m pour les semelles filantes, et 0,6 m pour les appuis isolés, afin d'assurer un bon contact avec le sol.



6.4. Tassements

Sur la base des sondages pressiométriques SP1 et SP2, couplés aux résultats des essais P1 et P2, en considérant les hypothèses de charges retenues (2 à 6 t/ml en charges linéaires), et des fondations telles que définies précédemment, il en ressort des tassements inférieurs au centimètre.

Rappelons que les tassements réels dépendront du soin porté à l'exécution des fondations qui doit être conforme aux règles de l'Art (obtention d'un sol support homogène / plat / correctement curé, ...) et aux prescriptions de la présente étude.

6.5. Niveaux-bas

D'après les informations transmises, le niveau bas du magasin de stockage mutualisé est prévu en dallage sur terre-plein. Cette solution est envisageable moyennant les dispositions suivantes :

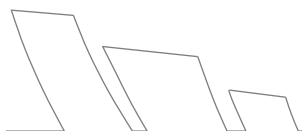
- décaper intégralement la frange potentiellement végétalisée ainsi que les faciès remblayés / remaniés et impropres de mauvaises compacités. Afin de s'affranchir des éventuels aléas liés au potentiel retrait-gonflement des matériaux limono-argileux de recouvrement nous recommandons la purges / substitution de ceux-ci.
- purger et substituer les éventuels blocs ou éléments grossiers pouvant constituer des points durs, les poches de matériaux lâches / compressibles ou évolutifs, par des matériaux insensibles à l'eau soigneusement compactés ;
- s'assurer de l'homogénéité du fond de forme ;
- compacter le fond de forme au moins à 95 % de l'OPN (objectif minimal de densité q4) ;
- remise à niveau de la plateforme soigneusement compactée par couches élémentaires de 20 à 40 cm selon les moyens utilisés avec la constitution d'une couche de forme en tête.

La portance de la couche de forme sera contrôlée par des essais à la plaque suivant les critères :

- Module de Westergaard : $k_w \geq 50 \text{ MPa/m}$;
- $E_{v2} > 50 \text{ MPa}$;
- $E_{v2} / E_{v1} < 2,2$.

D'après les éléments transmis, le niveau bas du local technique est prévu en plancher porté par les fondations, selon la mise à niveau de la plateforme il pourra être mis en place sur remblais de fond de coffrage (fond de forme calcaire) ou vie d'air (fond de forme limono-argileux).

Il est à noter que le niveau bas du local technique pourra être mis en place en dallage sur terre-plein moyennant les recommandations énoncés précédemment. Le niveau bas du magasin de stockage mutualisé pourra de son côté également être prévu en plancher porté par les fondations.



6.6. Merlons / Murs de soutènements

Le projet prévoit également la mise en place d'un merlon de 4 m de hauteur délimité sur sa longueur par des murs de soutènement d'une hauteur de 1,2 m. Afin d'assurer sa stabilité à long terme, le merlon devra être monté en respectant des pentes suffisamment douces selon les matériaux utilisés (3 horizontal pour 2 vertical dans le cas de sols argileux, et 1/2 pour les sols sableux). Celui-ci devra également être protégé des intempéries (polyane, végétalisation, ...).

Le mur de soutènement pourra quant à lui être prévu en mur béton préfabriqué ou mur voile, ancré au sein du substratum calcaire.

7. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES GENERALES

7.1. Terrassements généraux

7.1.1. Travaux préparatoires

Dans le cadre de la préparation des zones d'accueils des futurs ouvrages et voiries, il conviendra de :

- purger toutes les souches / racines suite aux abattages d'arbres / arbustes présent au droit ou au voisinage du projet, ainsi que les éventuelles réseaux, structures enterrées pouvant constituer des points durs ou des obstacles pour les fondations et dallage ;
- s'assurer que les purges nécessaires soient réalisées avec des moyens adaptés afin de limiter le remaniement du terrain naturel en place sous-jacent ;
- les sols remaniés qui pourraient résulter de ces opérations soient totalement évacués et substitués. Aucune zone de faiblesse (poches de matériaux lâches / décomprimés, ...) ou point dur (éléments anthropiques, ...) ne devra subsister dans les emprises concernées ; les purges et substitutions effectuées devront être consignées sur un plan et prises en compte dans le futur plan de fondations ;
- les matériaux de substitution / comblement mis en place soient de bonne qualité (granulaires et insensibles à l'eau) et correctement compactés.

7.1.2. Terrassements / Fouilles

Selon les éléments exposés précédemment, les excavations impacteront des faciès de recouvrement limono-argileux qui ne devraient pas poser de problème en termes de compacité mais compliqueront les travaux par leur changement de consistance en présence d'eau (aspect pâteux à collant). Il ne sera toutefois pas à exclure que des blocs calcaires soient présent au sein de ces matériaux.

Le substratum calcaire sous-jacent nécessitera quant à lui de prévoir des moyens suffisamment puissants (BRH, dents de déroctage, ...) compte-tenu de sa forte compacité / induration.

Préalablement aux travaux, des essais d'abrasivité / dureté seront nécessaire afin d'adapter le type d'outils.



7.1.3. Stabilité des parois de fouille / Talutages

Les excavations seront réalisées dans des terrains de nature limono-argileuse / argilo-limoneuse globalement denses, ainsi que des formations calcaires indurés.

Aussi, afin de garantir le bon calibrage des fouilles il conviendra :

- soit, à court terme / phase provisoire, pour des profondeurs / hauteurs limitées et dans la mesure où l'espace disponible le permet : de dresser les parois selon une inclinaison suffisamment douce (de l'ordre de 3 horizontal pour 2 vertical pour les faciès limono-argileux / argilo-limoneux, pouvant être ramené à 1 horizontal pour 2 vertical une fois le substratum calcaire atteint (voire quasi vertical) ;
- soit, en cas d'ouverture prolongée, pour des profondeurs / hauteurs trop importantes ($\geq 1,5$ m/TA) ou si un talutage au large n'est pas envisageable (selon la position relative des existants, ...) : de soutenir les terres au moyen d'un blindage adapté.

7.1.4. Exécution des fondations

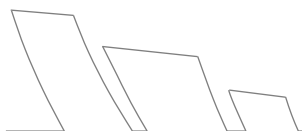
À l'ouverture, on s'astreindra à une réception attentive des niveaux d'assises afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains. Les éventuelles poches plus compactes ou plus tendres, ainsi que les matériaux impropres (peu consistants, évolutifs, remaniés / rapportés ou enrichis en matière organique / débris végétaux, ...) présents au droit et/ou à proximité du projet seront intégralement évacués.

Des sur profondeurs locales des purges ne sont pas à exclure et impliqueront le cas échéant une adaptation des fondations (approfondissement / rattrapage par du gros béton et ancrage en tous points d'au moins 0,2 m au sein du substratum calcaire en place et de bonne compacité) et /ou du niveau bas (surépaisseur de douche de forme).

Dans le cas de fondations descendues à des profondeurs différentes, il conviendra de respecter la règle des 3/2 (3 horizontalement pour 2 verticalement) entre les arrêtes inférieures des fondations voisines.

Accélérer les bétonnages (coulage à pleine fouille sitôt ouverture), limitera le risque d'affouillement et la durée d'exposition du sol d'assise aux intempéries (altération des caractéristiques géomécaniques, ...).

Remarque : suite aux terrassements et aux travaux préparatoires, la nature et l'état de fracturation / induration du niveau d'ancrage pourraient s'avérer très variables. Le cas échéant, afin de limiter le risque d'apparition de points durs, l'intercalation en fond de fouille d'une couche de réglage en sables propres (matelas de répartition de 5 à 10 cm) confèrera une certaine homogénéité géomécanique d'ensemble.



7.2. Mise hors d'eau

Lors de notre intervention en janvier 2020, aucun niveau d'eau n'a été rencontré dans la limite des profondeurs atteintes par nos investigations, soit 6,0 m/TA.

Considérant ces données, il serait peu probable que la nappe d'eau vienne interférer avec le projet (sans sous-sol) tant en phase travaux, qu'en phase définitive.

À ce jour, ne disposant pas de chronique locale menée sur le long terme, nous ne sommes toutefois pas en mesure de statuer sur l'amplitude possible du battement de la nappe à l'aplomb du projet, donc a fortiori, sur son niveau des plus hautes eaux (NPHE).

Des accumulations / circulations d'eau de surface sont susceptibles de se produire, à la suite d'événements pluvieux importants, et notamment à l'interface entre le recouvrement limono-argileux et le substratum calcaire (généralement peu perméable).

Quoiqu'il en soit, cet aléa étant susceptible d'entraîner d'importantes contraintes d'exécution et rappelant la nécessité de ne pas asseoir les fondations dans des terrains gorgés d'eau (compressibilité accrue, diminution de la capacité portante, ...), afin de s'en prémunir, il sera de rigueur :

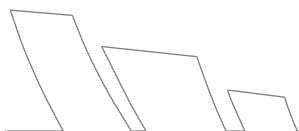
- de privilégier une exécution des terrassements en période météorologique favorable (basses eaux de la nappe superficielle, pas de pluie, ...) ;
- de prévoir la mise en œuvre d'un système de pompage à faible débit dans l'objectif, si besoin, d'assécher les fonds de fouilles (en limitant les affouillements et l'entraînement des fines) ;
- d'employer pour le coulage des fondations, un béton adapté à l'eau résiduelle éventuellement présente après terrassement.

La bonne conduite des travaux et la pérennité du projet impliqueront une gestion efficace des eaux météoriques.

On veillera par conséquent à prendre toutes les dispositions pour éviter que l'état hydrique des sols ne soit modifié dans l'emprise comme au voisinage du projet. En ce sens, il conviendra :

- d'aménager dès la préparation de la plateforme, un dispositif de drainage adapté permettant de récolter et d'évacuer durablement toutes les eaux de ruissellement potentielles vers un exutoire pérenne suffisamment éloigné ;
- de réaliser et d'entretenir le réseau de collecte des eaux de pluies (toitures, ...) pour empêcher les infiltrations / accumulations en pied de l'ouvrage.

Le dispositif mis en place sera entretenu dans le temps afin que son efficacité soit assurée durablement (y compris achèvement des travaux).



7.3. Voiries

7.3.1. Sol support / Travaux préparatoires

Il est aussi prévu, dans le cadre du projet, la création d'une voirie lourde de 2 Pl/jour.

Pour cela, il conviendra de prévoir le décapage intégral de la terre végétale, épaisseur pouvant varier assez largement suite aux dessouchages des arbres.

De plus, les éventuels sols lâches, enrichis en matières organiques / racines / débris végétaux, ou remaniés / déstructurés lors des travaux, devront être intégralement évacués et substitués, afin qu'il ne subsiste aucune zone de faiblesse ou point dur à l'aplomb des futures voiries.

Le cas échéant, ils seront substitués par des matériaux d'apport insensibles à l'eau, soigneusement compactés.

Il est recommandé de réaliser les travaux de terrassement et de voiries en période favorable. Le drainage adapté des eaux pluviales devra être assuré tout au long des travaux et en phase définitive. Les dispositions adéquates devront permettre de maintenir les sols support de voiries hors eaux (réalisation de fossés ou tranchées drainantes, interception / collecte / évacuation des eaux pluviales, ...).

D'après nos observations, selon la cote de plateforme finale, les terrains composant le sol support seront des sols fins limono-argileux (A2) ou des sols rocheux calcaires (R2).

7.3.2. Plateforme supérieure des terrassements

Selon le fascicule du SETRA, en fonction des conditions météorologiques lors des terrassements et de la cote de plateforme, la classe de portance des terrains de surface pourrait être :

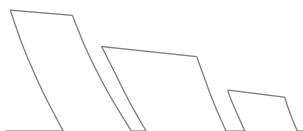
- de type PS3-AR1 (ou PS3-AR2 avec un système de drainage en base de chaussée) dans le cas d'une PST constitué des matériaux limono-argileux de classe A2 ;
- de type PST6-AR3 à AR4 dans le cas d'une PST constitué par le substratum calcaire.

Le drainage adapté des eaux pluviales devra être assuré tout au long des travaux et en phase définitive. Les dispositions adéquates devront permettre de maintenir les sols support de voiries hors eaux (réalisation de fossés ou tranchées drainantes, interception / collecte / évacuation des eaux pluviales, ...).

7.3.3. Couche de forme

En première approche, et pour l'obtention d'une plateforme PF2 avec $EV2 > 50$ MPa, la mise en place d'une couche de réglage / forme s'impose dans le cas d'une PST3 (PST limono-argileux).

Pour une PST constituée du substratum calcaire, la mise en place d'une couche de forme ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité et assurer l'homogénéité du sol support (simple couche de réglage).



Dans le cas d'une PST limono-argileuse, pour les voiries, la couche de forme sera constituée **en matériaux d'apport granulaires insensibles à l'eau et soigneusement compactés** (par exemple graves D2 0/31,5 mm) avec intercalation éventuelle d'un géotextile anti contaminant entre la plateforme de terrassement et les matériaux d'apport.

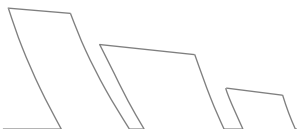
- PST3-AR1, couche de forme d'au moins 40 cm ramenée à 30 cm avec un géotextile ;
- PST3-AR2, couche de forme d'au moins 30 cm ramenée à 20 cm avec un géotextile ;

Il pourra être envisagé la réutilisation des matériaux superficiels (hors éventuels remblais et terrains superficiels végétalisés), moyennant un traitement à la chaux associée aux liants hydrauliques (essais d'aptitude au traitement à prévoir avant mise en œuvre pour vérifier la stabilité vis-à-vis de l'imbibition et du gel).

Afin de permettre une mise en œuvre optimale de cette dernière, l'arase de la PST sera compactée avec un objectif de compacité q4.

À noter que pour un niveau fini proche du terrain actuel, les décapages et épaisseurs de terrassements pour la structure de chaussée reviendront à décaisser sur les épaisseurs de matériaux-limono-argileux, et donc à considérer une PST calcaire.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes ci-après.



CONDITIONS PARTICULIERES

.....

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

La Société E.C.R. 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 E.C.R. 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'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. 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.

.....



ANNEXES

Annexe 1 : Plan de localisation des sondages (1 page)

Annexe 2 : Coupes des sondages pressiométriques (2 pages)

Annexe 3 : Coupes des sondages pénétrométriques (2 pages)

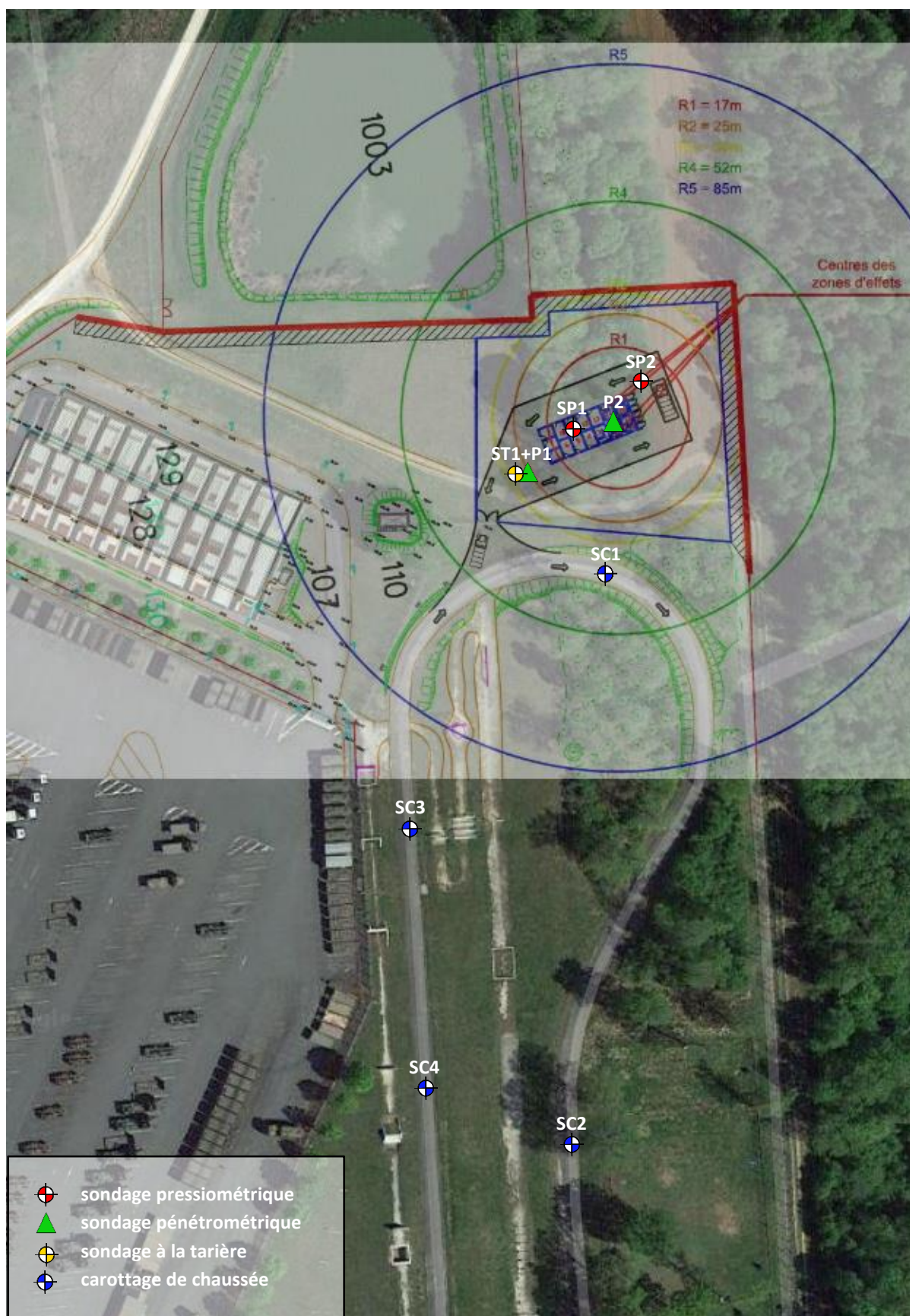
Annexe 4 : Procès-verbaux des essais en laboratoire (3 pages)



Annexe 1

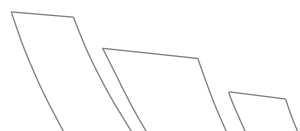
Plan de localisation des sondages

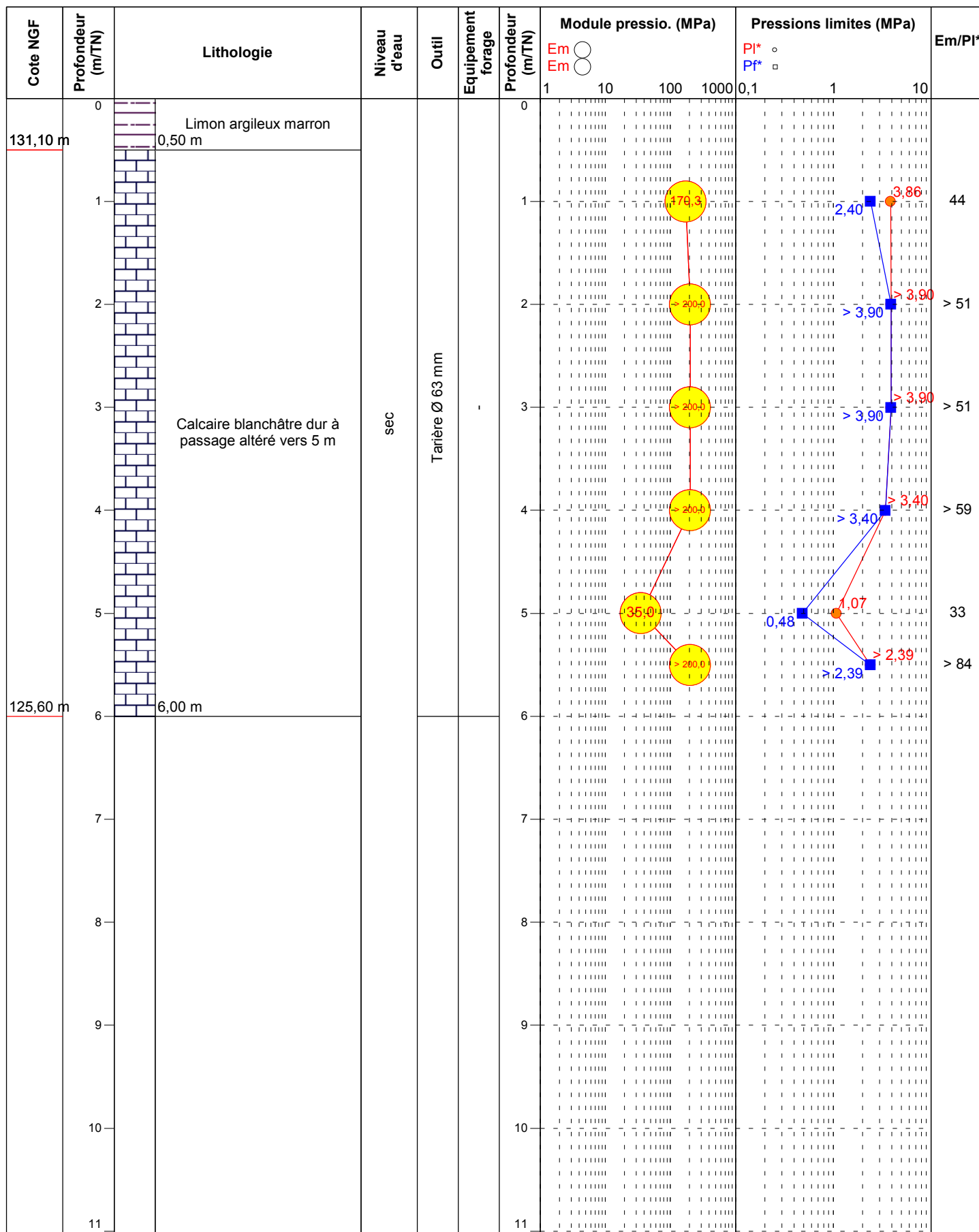


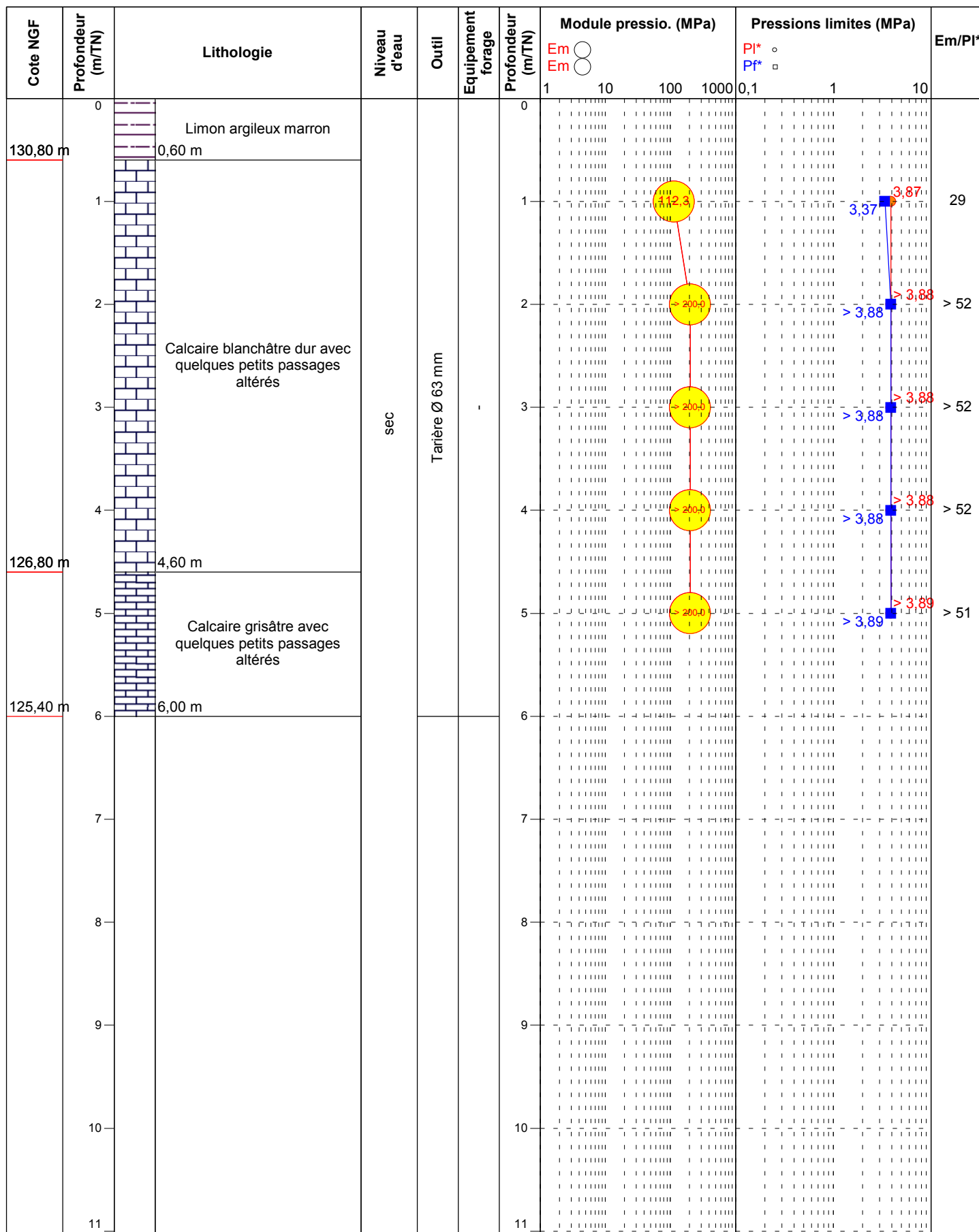


Annexe 2

Coupes des sondages pressiométriques







Annexe 3

Coupes des sondages pénétrométriques





566, rue du souvenir des fusillés de la
Braconne
BRIE (16)

DOSSIER n° 3305838

Date : 15/01/2020

Cote Z : +131,79 m NGF

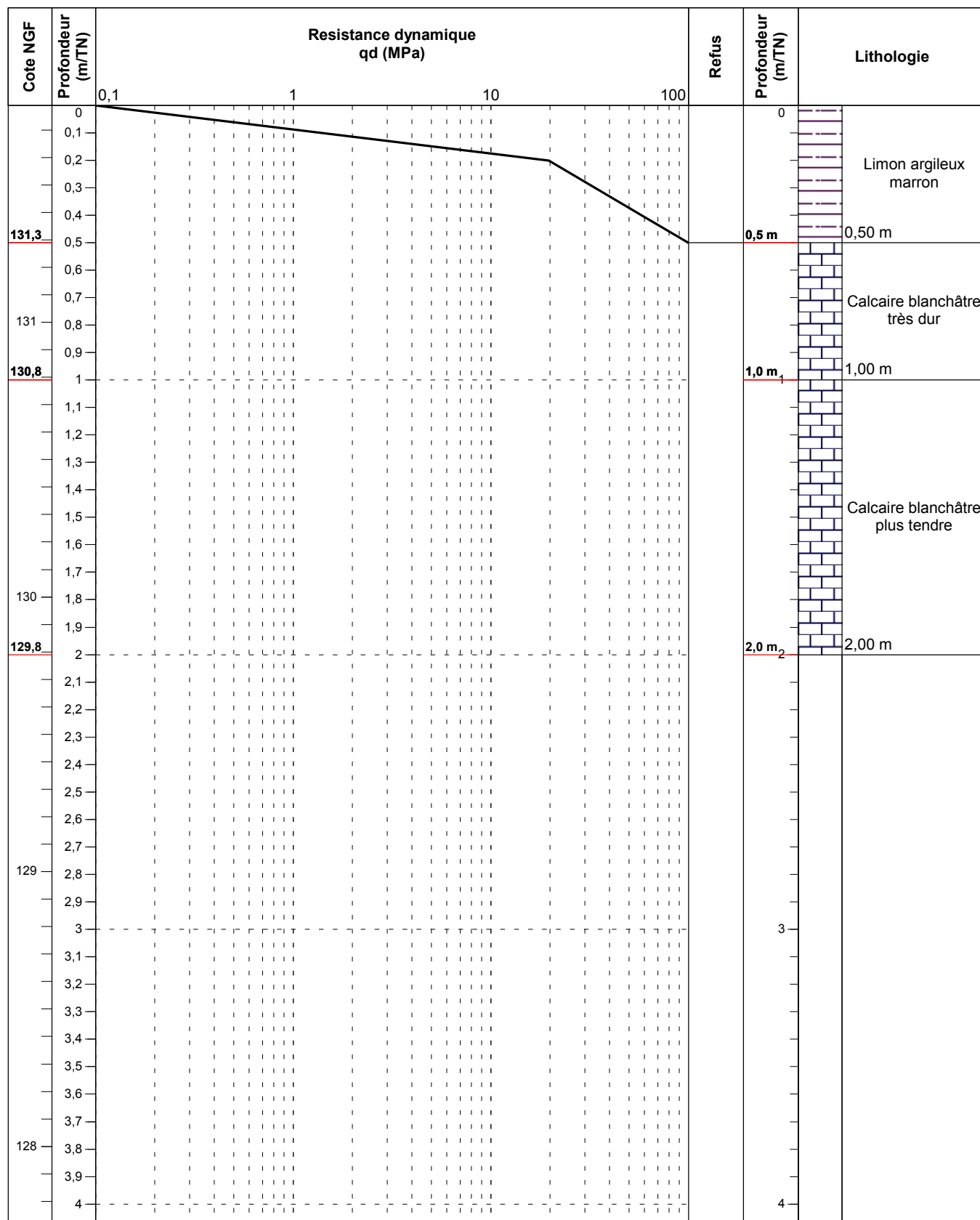
Machine : ECOFORE 302

Client : ESID de BORDEAUX

1/20

Sondage : ST1-P1

EXGTE 3.20/GTE





566, rue du souvenir des fusillés de la Braconne
BRIE (16)

DOSSIER n° 3305838

Date : 15/01/2020

Cote NGF : +131,50 m

Profondeur : 0,00 - 0,60 m

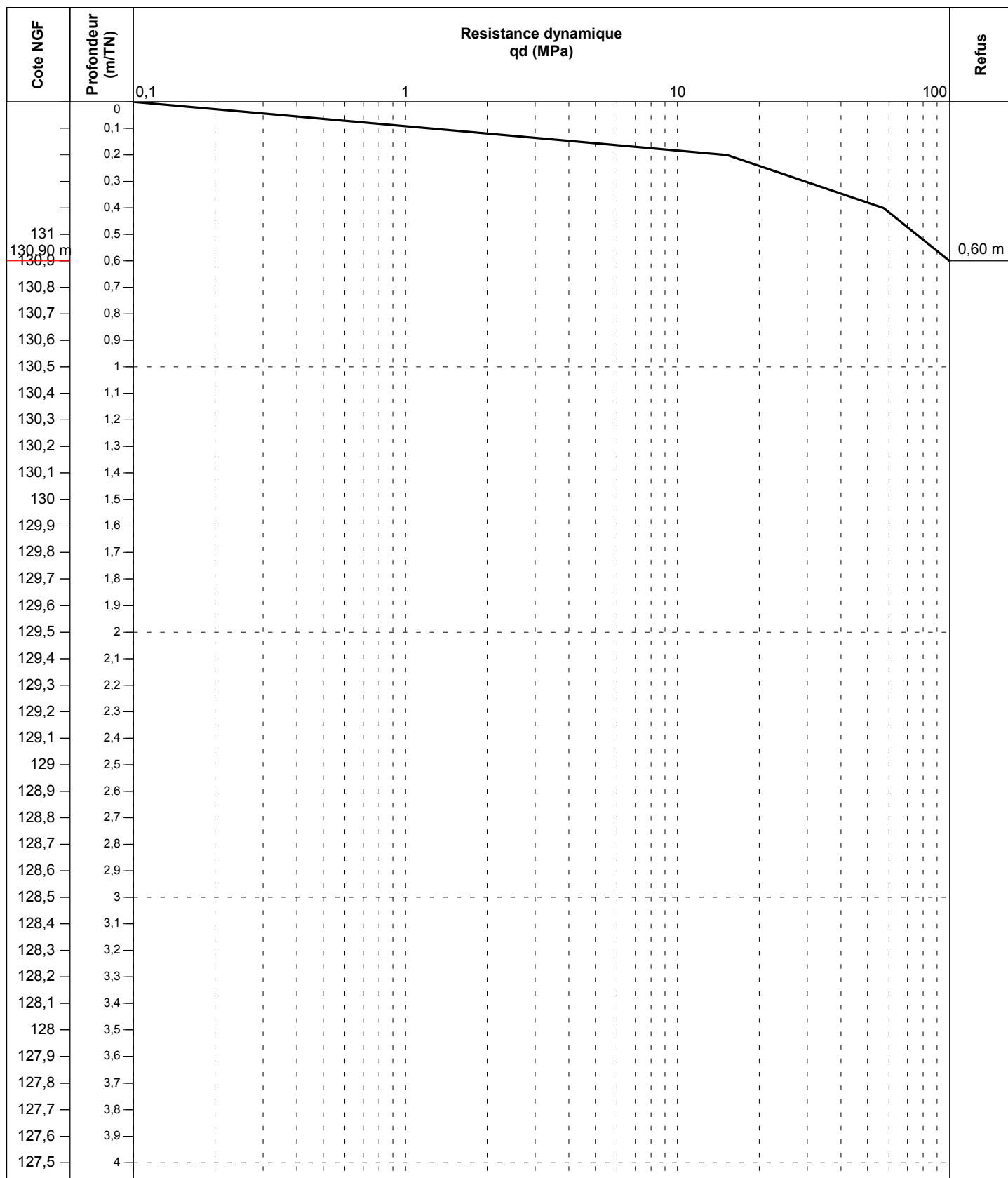
Machine : ECOFORE 302

Client : ESID de BORDEAUX

1/20

Sondage : P2

EXGTE 3.20/GTE



Annexe 4

Procès-verbaux des essais en laboratoire



PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n° : 3305838
Chantier : BRIE (16)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 20-SOL0036
Sondage n° : ST1
Profondeur : 0,00-0,25 m
Description : Limon argileux, marron, à cailloutis/cailloux calcaires et fines racines

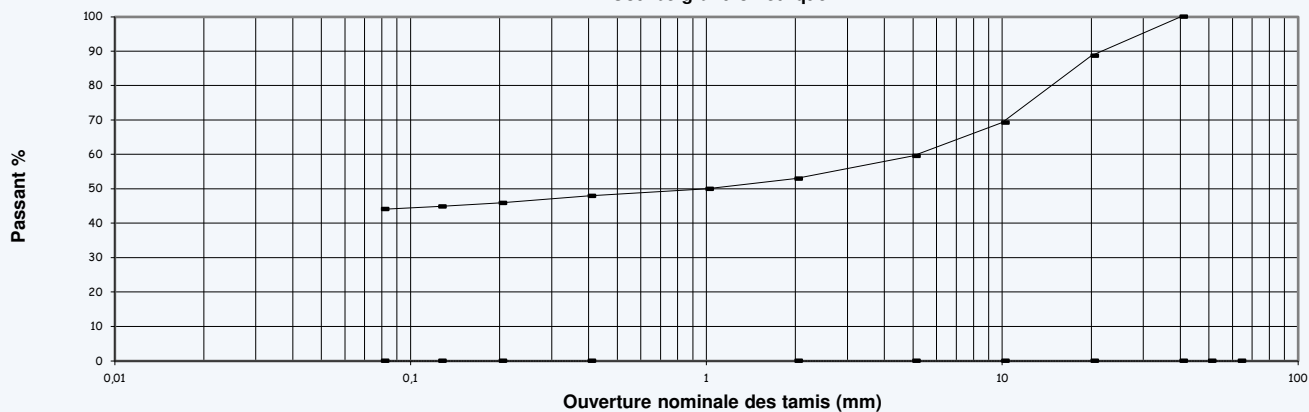
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 15/01/2020
Date d'analyses : 30/01/2020
Mode de prélèvement : Tarière
Mode de conservation : Sac

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE suivant NF P 94-056

Ouverture tamis (mm)	100	80	63	50	40	20	10	5	2	1	0,400	0,200	0,125	0,080
% passant sur 0/D					100,0	88,7	69,2	59,6	53,0	50,0	48,0	45,9	44,8	44,1
% passant sur 0/50mm														

Courbe granulométrique



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 28,6 %

LIMITES D'ATTERBERG
suivant NF P 94-051 et NF P 94-052-1

W_L % =	54	IP =	20
W_p % =	34	IC =	1,7

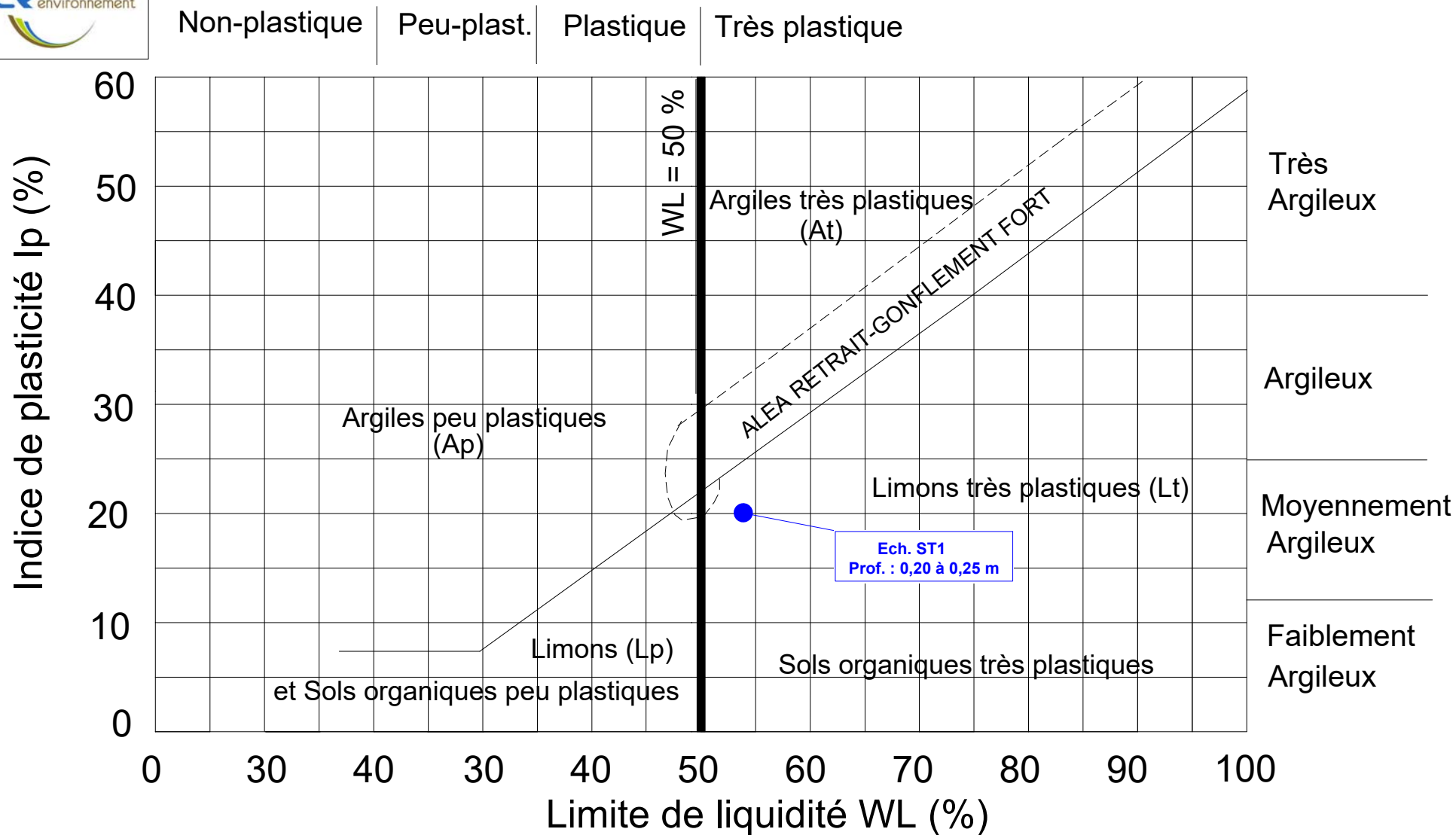
OBSERVATIONS

La responsable des essais
B. MECHAUSIER



Classe du matériau

A₂



Classification des sols fins sur le diagramme de Casagrande

PROCES-VERBAL D'ESSAI

DETERMINATION DES REFERENCES DE COMPACTAGE D'UN MATERIAU

Essai Proctor Normal - Essai Proctor Modifié
NF P 94-093

INDICE PORTANT IMMEDIAT / CBR IMMEDIAT / CBR APRES IMMERSION

Mesure sur un échantillon compacté
dans le moule CBR
NF P 94-078

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 3305838
Chantier : BRIE (16)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 20-SOL0036
Sondage n° : ST1
Profondeur : 0,00-0,25 m
Description : Limon argileux, marron, à
cailloutis/cailloux calcaires et fines racines

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 04/06/2019
Date d'analyses : 05/07/2019
Mode de prélèvement : Pelle
Mode de conservation : Sac

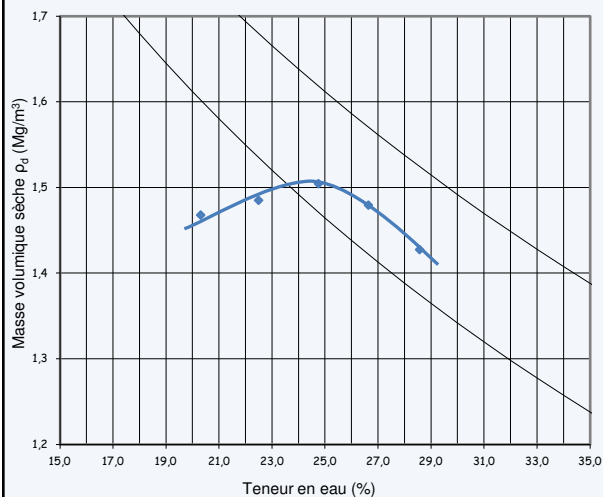
Température étuve : 105 °C (suivant NF P 94-050)

Informations sur l'essai

Moule utilisé : CBR
Energie de compactage : Normale
Mode de malaxage : Manuel

Traitement du matériau : Non
Type de traitement : NC
Dosage : NC

Wnat = 28,6 %
(suivant NF P 94-050)



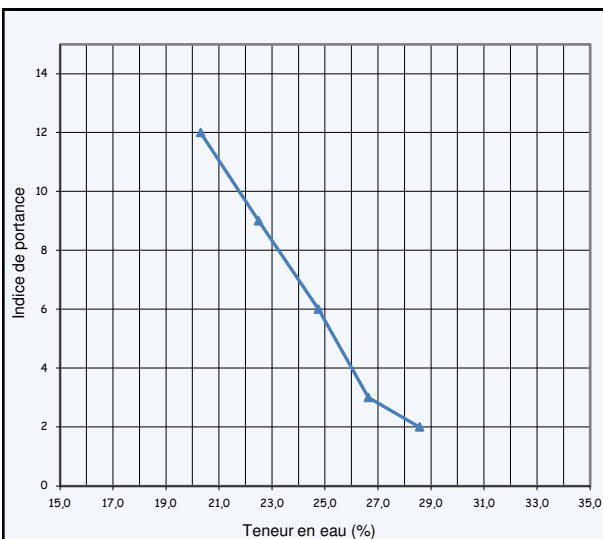
Essai PROCTOR

Point	n°	1	2	3	4	5
Teneur en eau	W %	20,3	22,5	24,8	26,6	28,6
Masse vol. sèche	ρ_d Mg/m³	1,47	1,49	1,50	1,48	1,43

Résultats

0/20mm		0/D*	
W optimum	24,5 %	W' optimum	24,5 %
ρ_d optimum	1,51 Mg/m³	ρ'_d optimum	1,51 Mg/m³

* Applicable si proportion 0% < 20/D < 30% :
Proportion > 20mm : 0,1 %



Détermination des INDICES

Point n°	1	2	3	4	5
Teneur en eau W (%)	20,3	22,5	24,8	26,6	28,6
IPI					
ICBR immédiat	12	9	6	3	2
ICBR après immersion					
ICBR/IPI					
Gonfl à 4j d'imm (%)					
W(%) après imm					

Observations

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

