



ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

PHASE « AVANT-PROJET » (MISSION G2 PRO)

Construction d'un magasin de munitions

48^e Régiment de Transmissions
Quartier Toussaint - Avenue Jean Jaurès
AGEN (47000)



Dossier 3308498/3312773-GEO - juillet 2025



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 David TROPHIME / Monsieur Patrick DEROSE

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'AFFAIRES	M. RAOUL Yoan
CHARGE D'ETUDES	

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
22/03/2022	01	Rapport de mission G2-AVP	Y. RAOUL	M. VANDEKERCKHOVE
02/06/2022	02	Mise à jour suite à l'analyse d'agressivité de l'eau	Y. RAOUL	Y. RAOUL
07/07/2025	03	Mise à niveau en version G2-PRO	Y. RAOUL	H. SYLLA

Rédacteur	Vérificateur
 Yoan RAOUL Chargé d'Affaires Géotechniques	 Henri SYLLA Chargé d'Affaires Géotechniques

DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENTG2-AVP

Nom du document	Auteur	Format
Mail de consultation du 01/09/2021	ESID Bordeaux	-
Dossier de consultation des entreprises – Étude géotechnique G2-AVP – Opération n°450787	ESID Bordeaux	pdf

G2-PRO

Nom du document	Auteur	Format
Mail de consultation du 21/03/2025	ESID Bordeaux	-
AVP _ 4 _ FUTUR _ PLAN DE MASSE PARTIEL	ESID Bordeaux	pdf
DCE _ 8 _ FUTUR _ PLAN RDC MAGASIN DE MUNITION _ AGEN	ESID Bordeaux	pdf
PC 03 _ Coupe de niveau	ESID Bordeaux	pdf
PC 04 _ Notice descriptive	ESID Bordeaux	pdf
PC 05-A _ Façades NO - SE	ESID Bordeaux	pdf
PC 05-B _ Façades NE - SO	ESID Bordeaux	pdf
PC 05-C _ Façades niveau avec environnement ext	ESID Bordeaux	pdf
PLAN DE NIVEAU A JOUR	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 géotechnique 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.....	1
2.	PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DU PROJET	2
2.1.	LOCALISATION.....	2
2.2.	SITUATION CADASTRALE	3
2.3.	ÉTAT ACTUEL DU SITE.....	4
2.4.	PROJET	8
3.	CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SITE.....	11
3.1.	TOPOGRAPHIE	11
3.2.	GEOLOGIE	11
3.3.	SISMICITE	12
3.4.	RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES	12
3.5.	ALEA REMONTEE DE NAPPES / INONDATIONS.....	14
3.6.	AUTRES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES.....	15
4.	DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS.....	16
5.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	18
5.1.	CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES.....	18
5.2.	CARACTERISTIQUES GEOMECHANIQUES	19
5.2.1.	<i>Essais pressiométriques.....</i>	<i>19</i>
5.2.2.	<i>Essai au pénétromètre dynamique.....</i>	<i>19</i>
5.3.	NIVEAU PIEZOMETRIQUE	20
5.4.	PERMEABILITE DES TERRAINS	20
5.5.	ANALYSES EN LABORATOIRE	21
5.5.1.	<i>Analyse GTR</i>	<i>21</i>
5.5.2.	<i>Analyse d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton.....</i>	<i>22</i>
5.6.	FOUILLES DE RECONNAISSANCE DE FONDATIONS A LA PELLE MECANIQUE	22
5.7.	COMPOSANTE ANTHROPIQUE.....	22
6.	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES.....	23
6.1.	RAPPEL DU PROJET	23
6.2.	ANALYSE GEOTECHNIQUE	23
6.3.	POSSIBILITE DE FONDATIONS	24
6.4.	BATIMENT - FONDATIONS SPECIALES DE TYPE PIEUX / MICROPIEUX	25
6.4.1.	<i>Hypothèses de calculs et principes de conception.....</i>	<i>25</i>
6.4.2.	<i>Maquettes géotechniques.....</i>	<i>26</i>
6.4.3.	<i>Exemples de pré-dimensionnements</i>	<i>27</i>
6.4.4.	<i>Remarques importantes</i>	<i>27</i>
6.5.	NIVEAUX-BAS.....	28
6.6.	CLOTURES – FONDATIONS SUPERFICIELLES	29
6.6.1.	<i>Contraintes limites</i>	<i>29</i>
6.6.2.	<i>Estimation des tassements.....</i>	<i>29</i>

7.	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES GENERALES	30
7.1.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	30
7.1.1.	Travaux préparatoires.....	30
7.1.2.	Faisabilité des terrassements.....	30
7.1.3.	Stabilité des parois de fouille / Talutages.....	31
7.1.4.	Exécution des fondations superficielles.....	31
7.2.	MISE HORS D'EAU.....	32
8.	PRECONISATIONS POUR LES VOIRIES	33
8.1.	DIAGNOSTIC DES VOIRIES EXISTANTES	33
8.1.1.	Rappel des données géomécaniques acquises.....	33
8.1.2.	Reportage photographique.....	33
8.1.3.	Compte rendu des essais de déflexion	34
8.1.3.1.	Rappel / Principe et objectif de l'essai	34
8.1.3.2.	Résultats	35
8.1.4.	Conclusions	36
8.2.	CREATION DE VOIRIES	36
8.2.1.	Sol support / Travaux préparatoires	36
8.2.2.	Plateforme supérieure des terrassements	37
8.2.3.	Couches de forme	37
8.2.4.	Exemples de structures de chaussée	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Situation géographique du site d'étude (extrait carte IGN n°1840 SB – Agen / Port-Sainte-Marie).....	2
Figure 2 :	Vue aérienne du site d'étude (géoportail.gouv.fr)	3
Figure 3 :	Reportage photographique du site	4
Figure 4 :	Photographies du site, visite du 09/02/2022 (ECR Environnement).....	6
Figure 5 :	Photographies de la zone d'étude – (ECR Environnement 03/06/2025).....	7
Figure 6 :	Zone d'implantation du projet	8
Figure 7 :	Extrait du plan de masse du projet.....	9
Figure 8 :	Extrait du plan RdC du projet	9
Figure 9 :	Extrait de coupes du projet	10
Figure 10 :	Carte géologique d'AGEN n° 902 (BRGM)	11
Figure 11 :	Exposition au retrait gonflement des sols argileux – Agen (47000)	12
Figure 12 :	Arrêtés CATNAT mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et réhydratation des sols – Agen (4700).....	13
Figure 13 :	Zones sensibles aux remontées de nappe (BRGM)	14



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des risques recensés sur le terrain (Géorisques Gouv)	15
Tableau 2 : Cotes NGF des sondages.....	17
Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques en SP1 à SP3	19
Tableau 4 : Synthèse des essais de perméabilité	20
Tableau 5 : Synthèses des analyses GTR	21
Tableau 6 : Synthèses des fouilles de reconnaissance de fondations	22
Tableau 7 : Modèle géotechnique.....	26
Tableau 8 : Résultats du prédimensionnement de micropieux.....	27
Tableau 9 : Caractéristiques intrinsèques	31

ANNEXES

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de construction d'un magasin de munitions sur le site du 48^e Régiment de Transmission situé sur la commune d'AGEN (47000), 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 de conception dont les investigations se sont déroulées du **14 au 16 février 2022** dans le cadre d'une étude G2-AVP, et du **02 au 04 juin 2025** dans le cadre de l'étude G2-PRO et diagnostic voiries.

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, donner les hypothèses géotechniques et certains principes généraux de construction relatifs aux fondations, terrassements en masse, soutènements, déformations des sols et dispositions générales vis-à-vis des nappes, et des avoisinants.

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

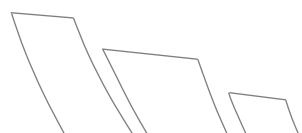
Le présent rapport est une mise à jour en version PRO du rapport G2-AVP n°3308498-GEO du 02/06/2022, celui-ci a pour objectif de :

- Rappeler les caractéristiques des sols à l'emplacement défini du projet ;
- Confirmer les solutions de mise en œuvre et les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement des ouvrages ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des fondations au regard des charges à reprendre ;
- Préciser les modalités de terrassement en masse ;
- Préciser les données hydrogéologiques de conception et les dispositifs à adopter vis-à-vis de l'eau ;
- Préciser les sujétions particulières relatives au contexte.

L'étude menée par ECR Environnement a compris :

- L'implantation préalable des points de sondages au droit du site ;
- La réalisation de sondages et essais in situ ;
- Le dépouillement et l'interprétation des essais ;
- La rédaction du rapport de synthèse.

À noter que le projet a également fait l'objet d'un diagnostic de pollution (dossier n°3308498-SSP de mars 2022) réalisé par ECR Environnement, présenté dans un rapport distinct.



2. PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DU PROJET

2.1. Localisation

Le secteur faisant l'objet de cette étude est localisé sur le site du 48^e RT, quartier Toussaint, 78 avenue Jean Jaurès sur la commune d'AGEN (47). Le plan de localisation ainsi que la vue aérienne du site sont présentés en figures 1 et 2.

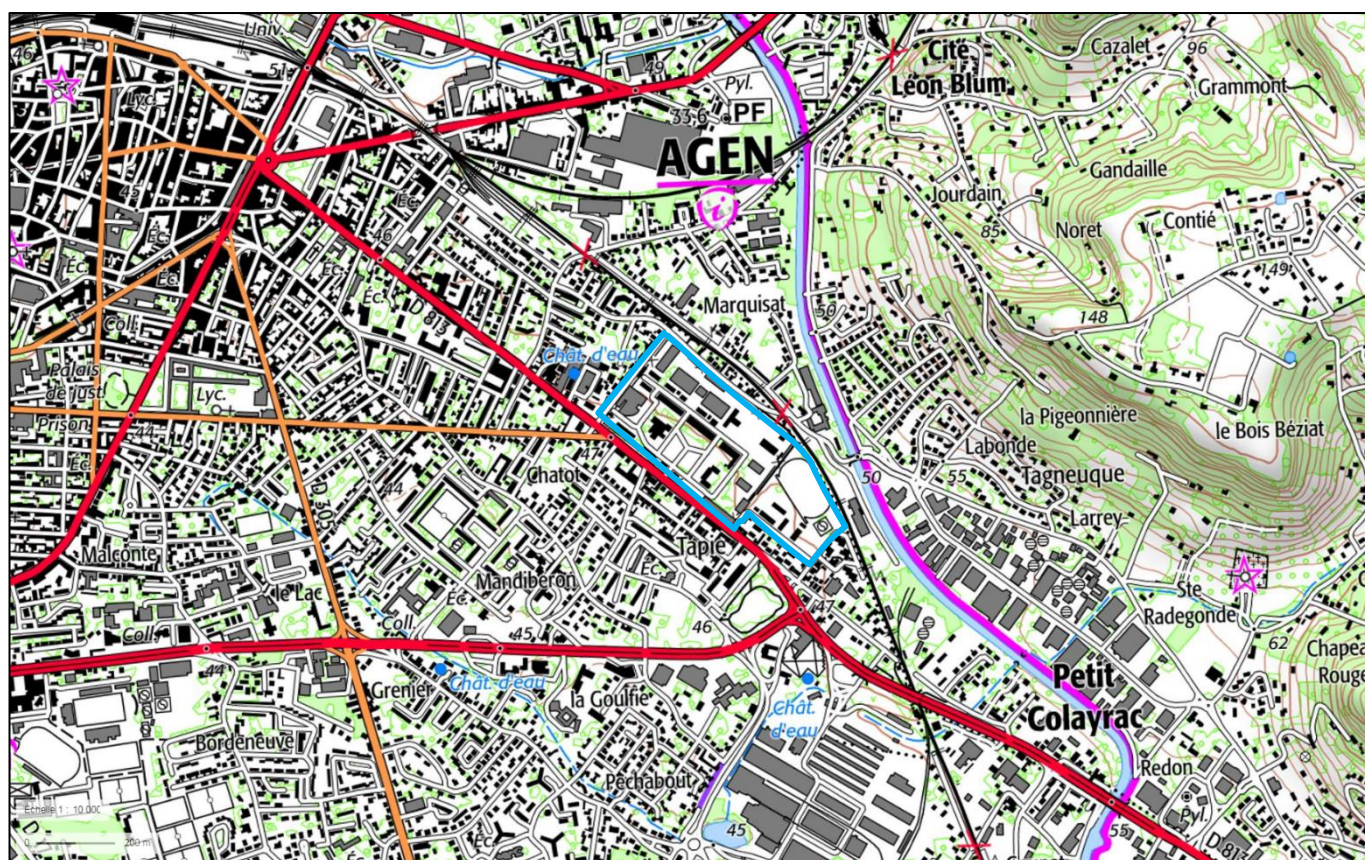


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (extrait carte IGN n°1840 SB – Agen / Port-Sainte-Marie)



Figure 2 : Vue aérienne du site d'étude (géoportail.gouv.fr)

2.2. Situation cadastrale

Le site d'étude se trouve sur les parcelles n°0118 de la section AN et n°0002 de la section AO de la commune d'AGEN (47000), représentant une surface d'environ 158 000 m². Ces parcelles correspondent au quartier Toussaint. La zone totale du projet (Bâtiment + voiries) ne représente qu'une surface d'environ 2200 m².

2.3. État actuel du site

La zone d'étude se situe dans le secteur nord-ouest du quartier Toussaint. Celle-ci est composée d'une voie de circulation enrobée / gravillonnée, d'un bâtiment (0023) voué à la démolition dans le cadre du projet (comprenant un pourtour pavé) ainsi que d'un espace présentant les stigmates d'un ancien bâtiment démoli (0024) servant actuellement de zone de stationnement.

Au voisinage de l'emprise d'étude se trouve un bâtiment en R+1 (0043) en partie nord, un bâtiment RdC (0025) à l'ouest et un parking et voie de circulation au sud.

Aucun risque majeur pour l'environnement et la santé publique nécessitant la mise en sécurité du site n'a été mis en évidence lors de la visite du site dans le cadre de l'étude G2-AVP en février 2022. Aucune source de pollution potentielle n'a été déterminée suite à la visite de site.

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

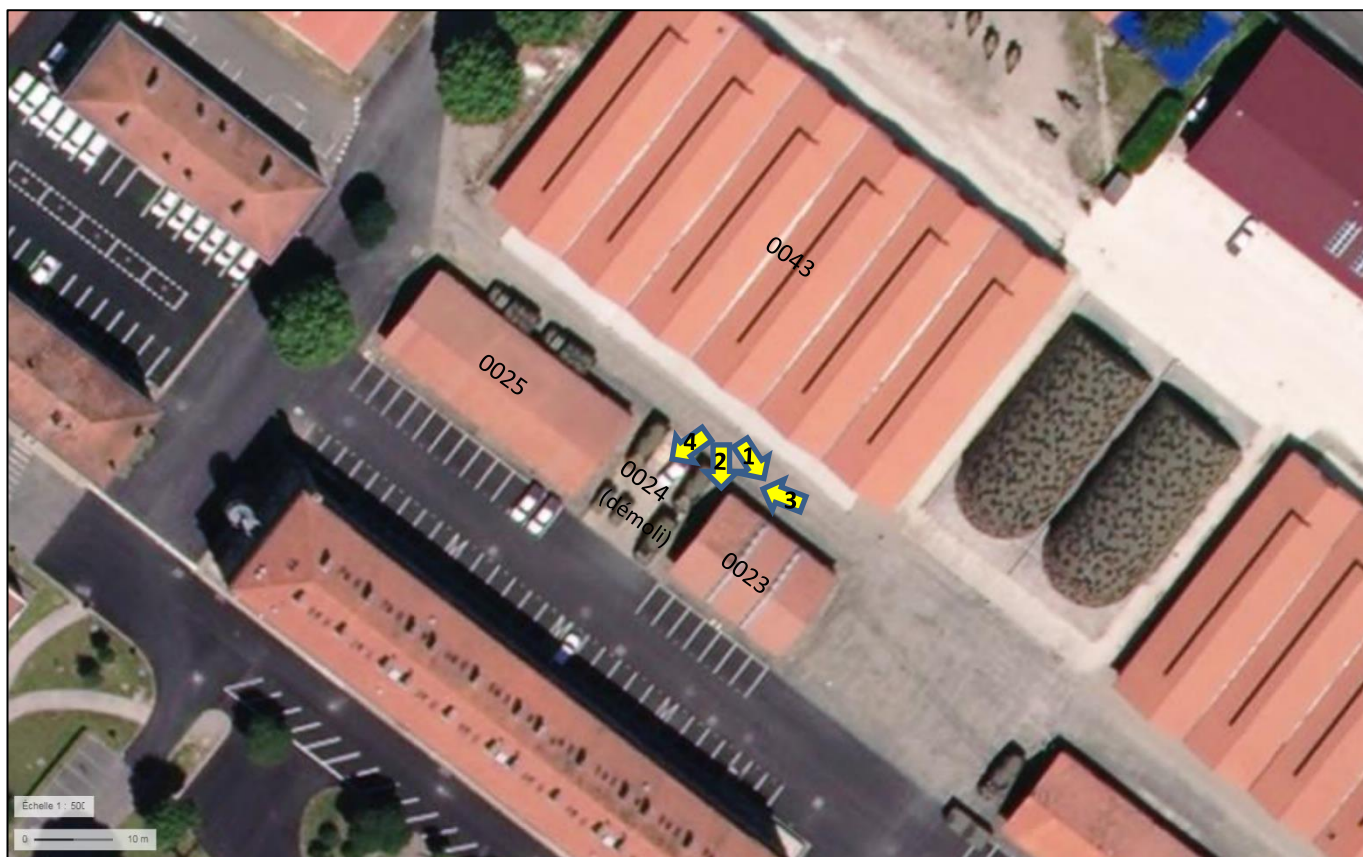


Figure 3: Reportage photographique du site



Photographie 1



Photographie 2



Photographie 3



Photographie 4

Figure 4 : Photographies du site, visite du 09/02/2022 (ECR Environnement)

Le site n'a pas particulièrement évolué entre l'intervention de 2022 et l'intervention complémentaire dans le cadre de l'étude G2-PRO de juin 2025 :



Figure 5 : Photographies de la zone d'étude – (ECR Environnement 03/06/2025)

2.4. Projet

Selon les informations fournies par l'ESID de Bordeaux, le projet prévoit la construction d'un bâtiment de type RdC à usage de magasin de munitions. Celui-ci sera édifié en grande partie en lieu et place du bâtiment 0023 voué à la démolition et également sur l'emprise du bâtiment 0024 précédemment démoli, tous deux de type RdC simple.

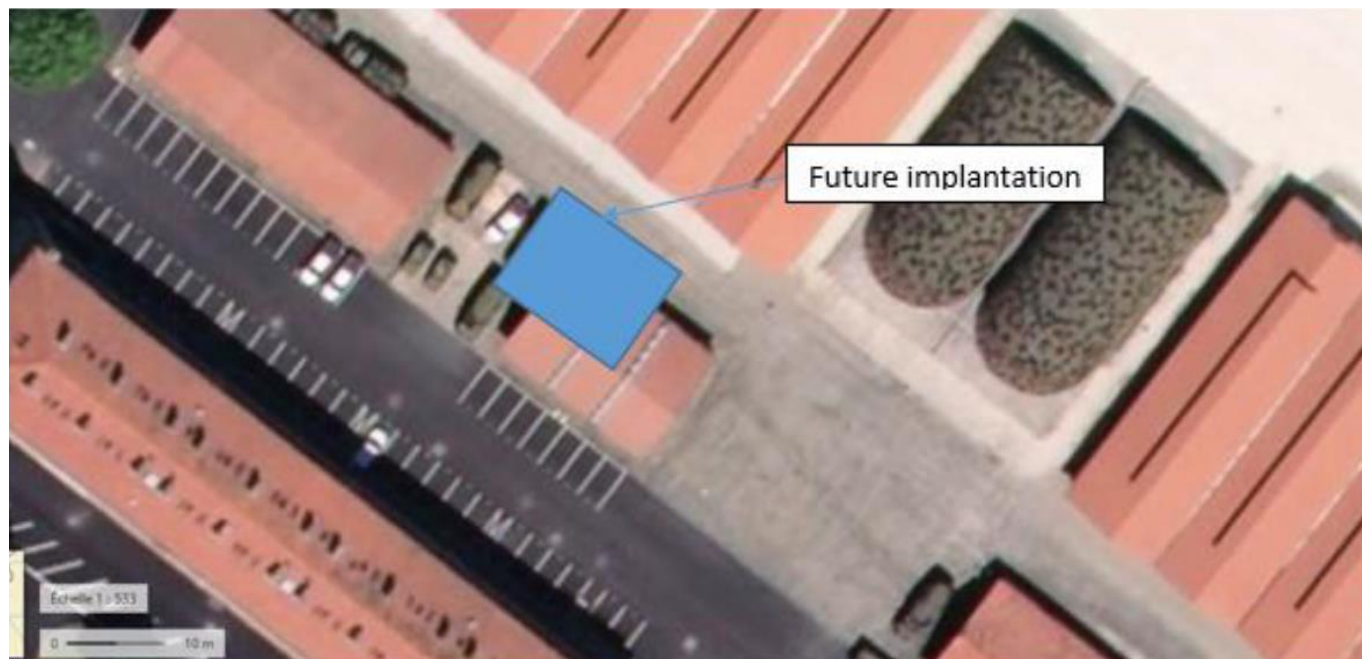


Figure 6 : Zone d'implantation du projet

Le projet est prévu en charpente bois avec une couverture légère, il comportera une structure en murs bétons pleins de 20 cm d'épaisseur.

En l'absence de données précises et en considérant les éléments définis ci-avant, nous considérerons des descentes de charges linéaires de l'ordre de 3 à 5 t/ml en charges linéaires et 15 à 35 t en appui ponctuel.

D'après les éléments transmis, les charges d'exploitations sur niveau bas seront de l'ordre de 0,35 t/m² de charge surfacique. En l'absence de précisions nous considérerons celui-ci proche ou au niveau du terrain actuel (+50,15 NGF).

Le projet prévoit également la création / reprise de voiries et zone de stationnement en enrobés, ainsi que la mise en place d'une clôture de 2,5 m de hauteur minimum en panneaux rigides avec ancrage au sol, dispositif antif soulèvement, sur un linéaire d'environ 110 ml.

Il revient aux responsables de l'opération de nous signaler toutes différences importantes à ces hypothèses afin que nous puissions reconsidérer, si nécessaire, tout ou partie de nos conclusions. Il en est de même si le projet venait à changer.

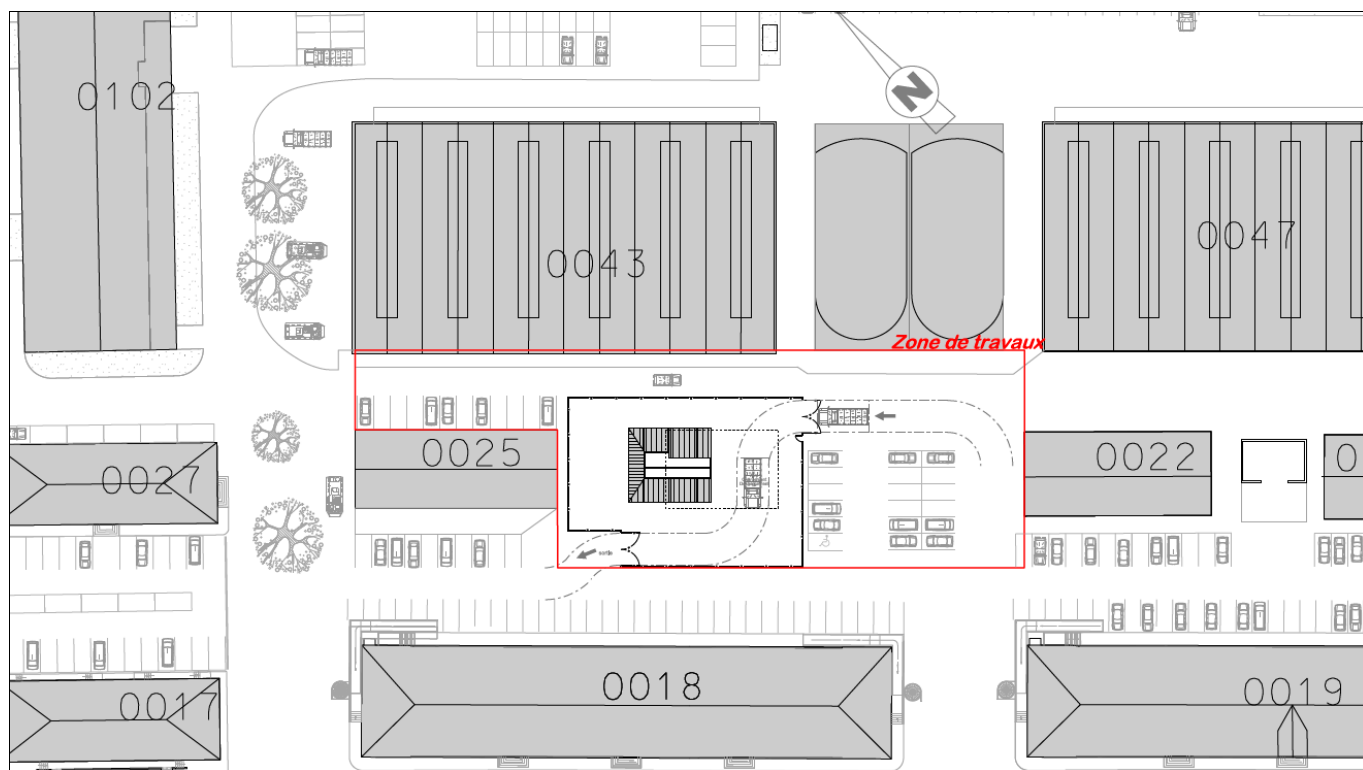


Figure 7 : Extrait du plan de masse du projet

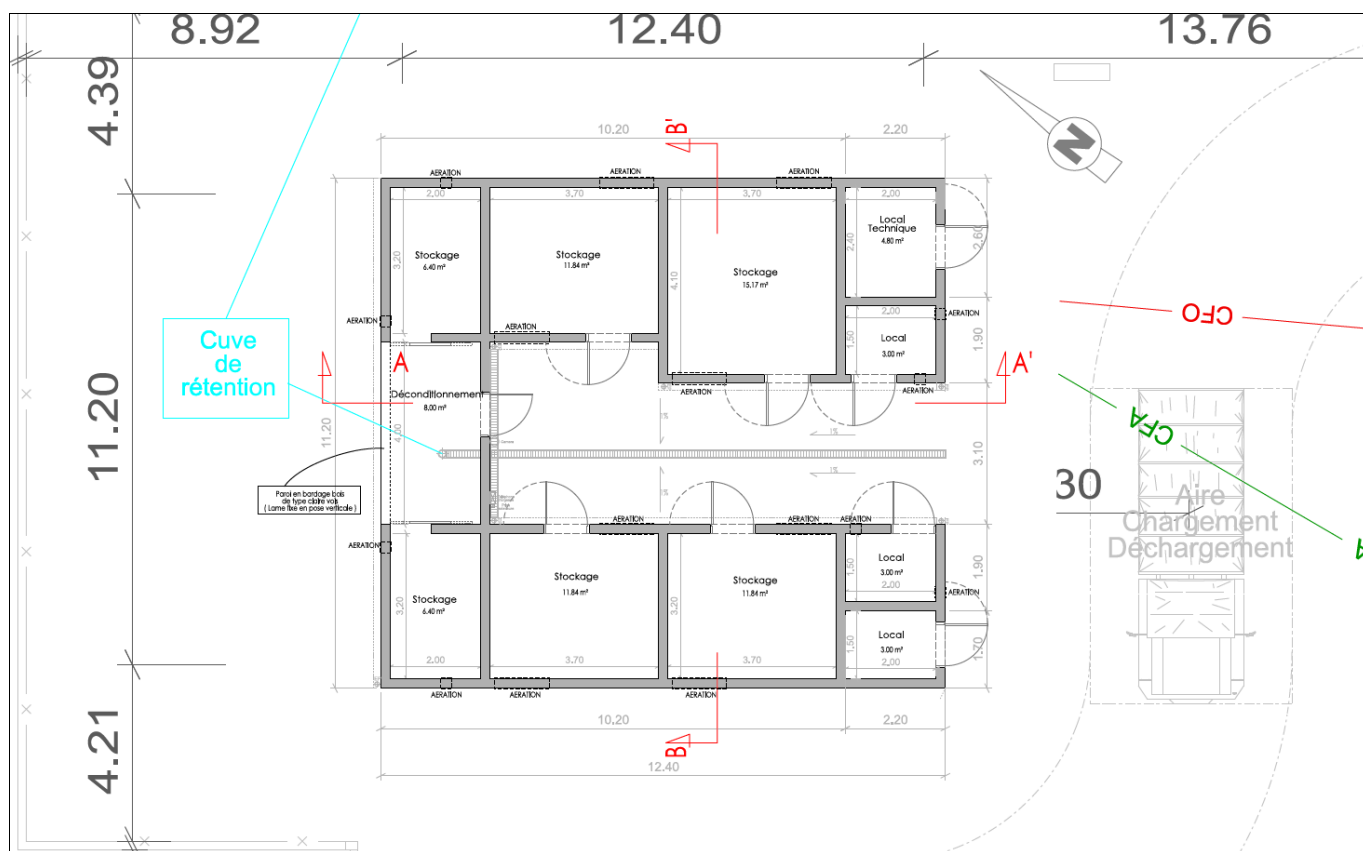


Figure 8 : Extrait du plan RdC du projet

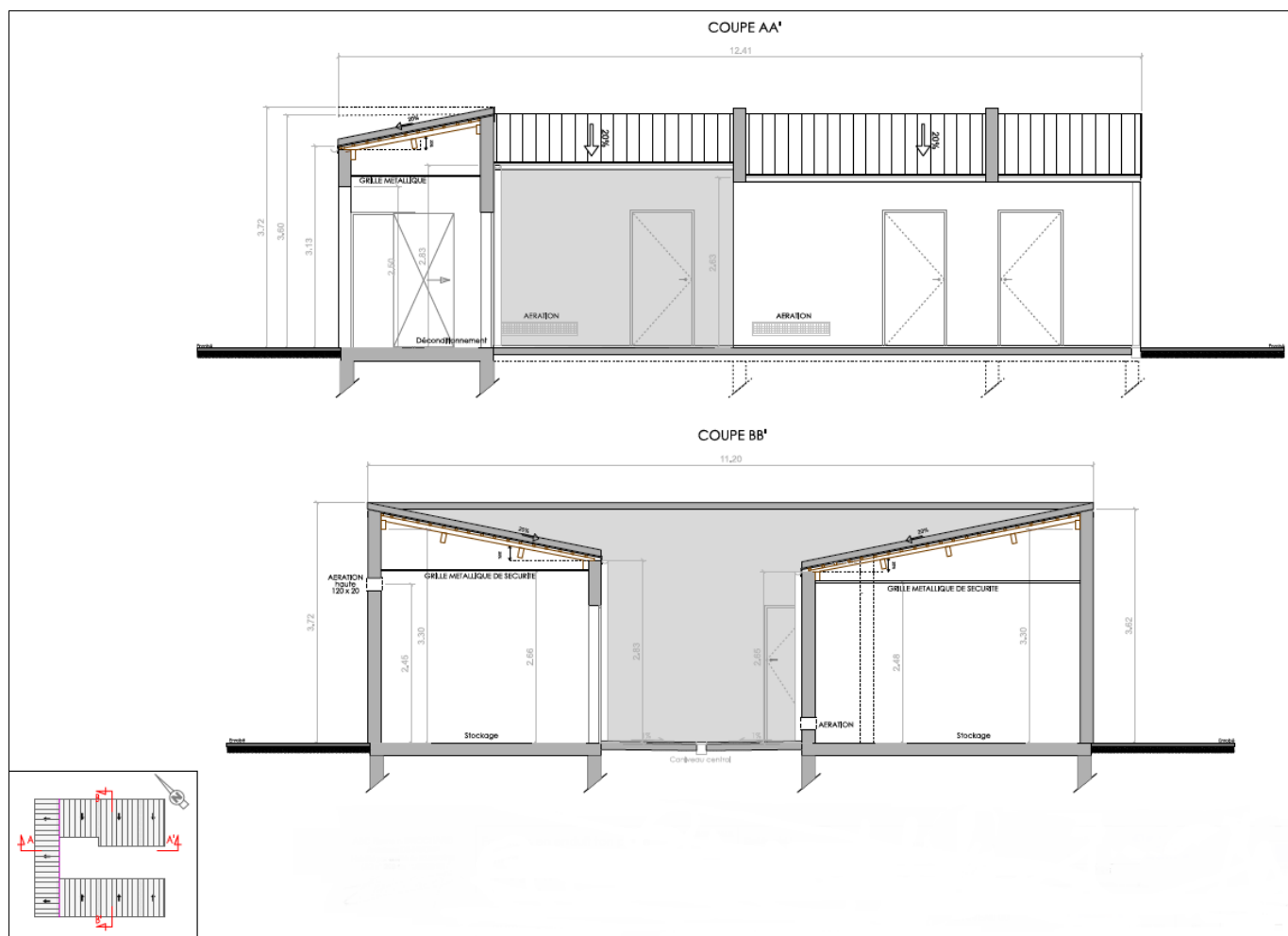


Figure 9 : Extrait de coupes du projet

3. CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SITE

3.1. Topographie

D'après les informations disponibles de l'IGN, la topographie du site est relativement plane et se trouve entre + 50,0 m NGF et + 50,2 m NGF environ.

3.2. Géologie

Au regard de l'extrait de la carte géologique d'AGEN (n° 902) éditée par le BRGM, et notre connaissance du secteur, le site est localisé à l'aplomb de formations alluvionnaires de basse terrasse [Fy] constituées de graves cailloutis et limons. À la faveur d'une zone de transition / frange d'altération plus ou moins marquée, ces dépôts reposent sur le substratum Stampien [g2] représenté dans le secteur par les Molasses de l'Agenais composées de molasses sableuses et marnes calcaires.

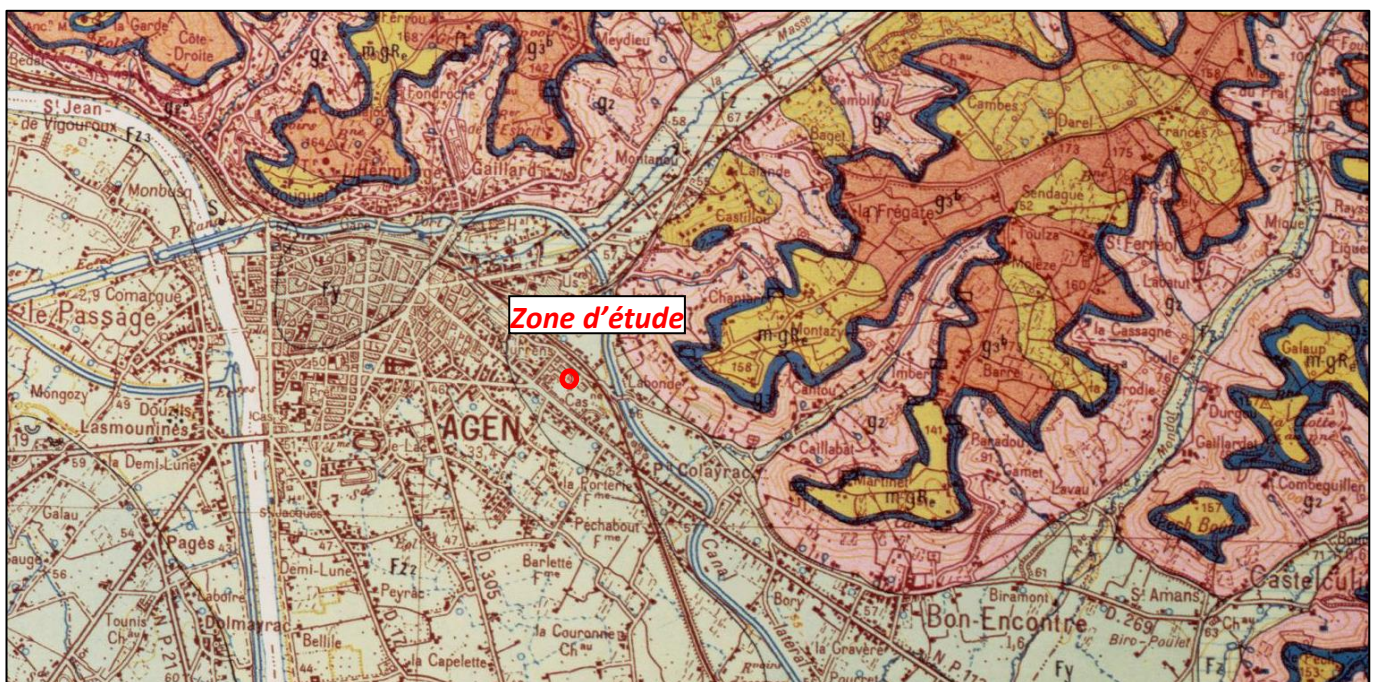


Figure 10 : Carte géologique d'AGEN n° 902 (BRGM)

Remarque : La frange d'altération ou matériau de recouvrement qui surmonte le substratum peut être d'épaisseur importante et variable, même sur de courtes distances. De plus en profondeur les formations peuvent être affectées par des décompressions plus ou moins importantes, répartis de manière aléatoire.

Les dépôts alluvionnaires lenticulaires / en chenaux peuvent également présenter des variations d'épaisseur, compacités (passages latéraux de faciès, ...) importantes et plus ou moins aléatoires.

3.3. Sismicité

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 1 (niveau d'aléa très faible)**.

En référence au tableau des catégories d'importance, l'ouvrage projeté est associé à un "Bâtiment dans lequel il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée", ce qui nous amène à considérer la catégorie d'importance I. Cette hypothèse sera à confirmer par le maître d'ouvrage.

En application des normes parasismiques définissant les exigences sur le bâti neuf (fonction de la zone de sismicité et de la catégorie d'importance du projet), **aucune prescription particulière n'est imposée par l'Eurocode 8.**

3.4. Retrait gonflement des argiles

D'après la carte d'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM (sur la base d'un modèle à grand échelle), la zone d'étude est classée en **exposition moyenne**.

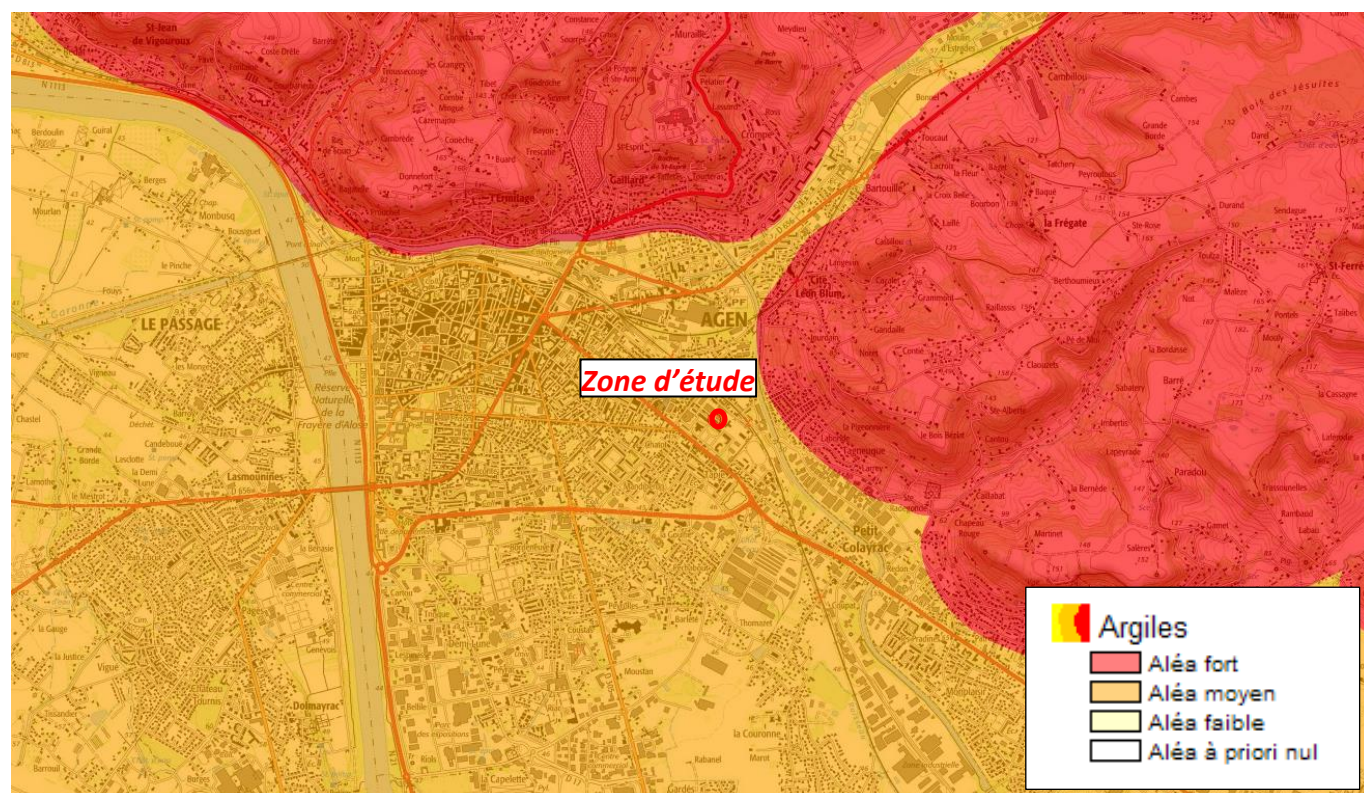


Figure 11 : Exposition au retrait gonflement des sols argileux – Agen (47000)

Il est à noter que la commune d'Agen fait l'objet d'un plan de prévention vis-à-vis du risque de tassements différentiels (47DDT2015003 – PPR Argile) approuvé le 22/01/2018.

La commune d'Agen a également fait l'objet de douze arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle liées à des mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse / réhydrations des sols.

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0300234A	01/01/2002	31/12/2002	30/04/2003	22/05/2003
INTE0400918A	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
INTE1228647A	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
INTE1311772A	01/07/2012	30/09/2012	21/05/2013	25/05/2013
INTE1824834A	01/01/2017	31/12/2017	18/09/2018	20/10/2018
INTX9110334A	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
IOCE0804637A	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOCE0804637A	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOCE0804637A	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOCE0804637A	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOCE1032143A	01/07/2009	30/09/2009	13/12/2010	13/01/2011
IOME2318045A	01/07/2022	30/09/2022	23/07/2023	26/09/2023

Figure 12 : Arrêtés CATNAT mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et réhydratation des sols – Agen (4700)



3.5. Aléa remontée de nappes / Inondations

La carte de risque de remontées de nappes établie par le BRGM répertorie le secteur d'étude en **zone potentiellement sujette aux inondations de cave**. Il est également localisé au sein d'une **enveloppe approchée des inondations potentielles de cours d'eau** (lié à la Garonne).

Cependant, cette classification établie sur la base d'un modèle régional (à grande échelle) ne concorde pas nécessairement avec les observations faites in situ, et est donc à prendre avec précaution.

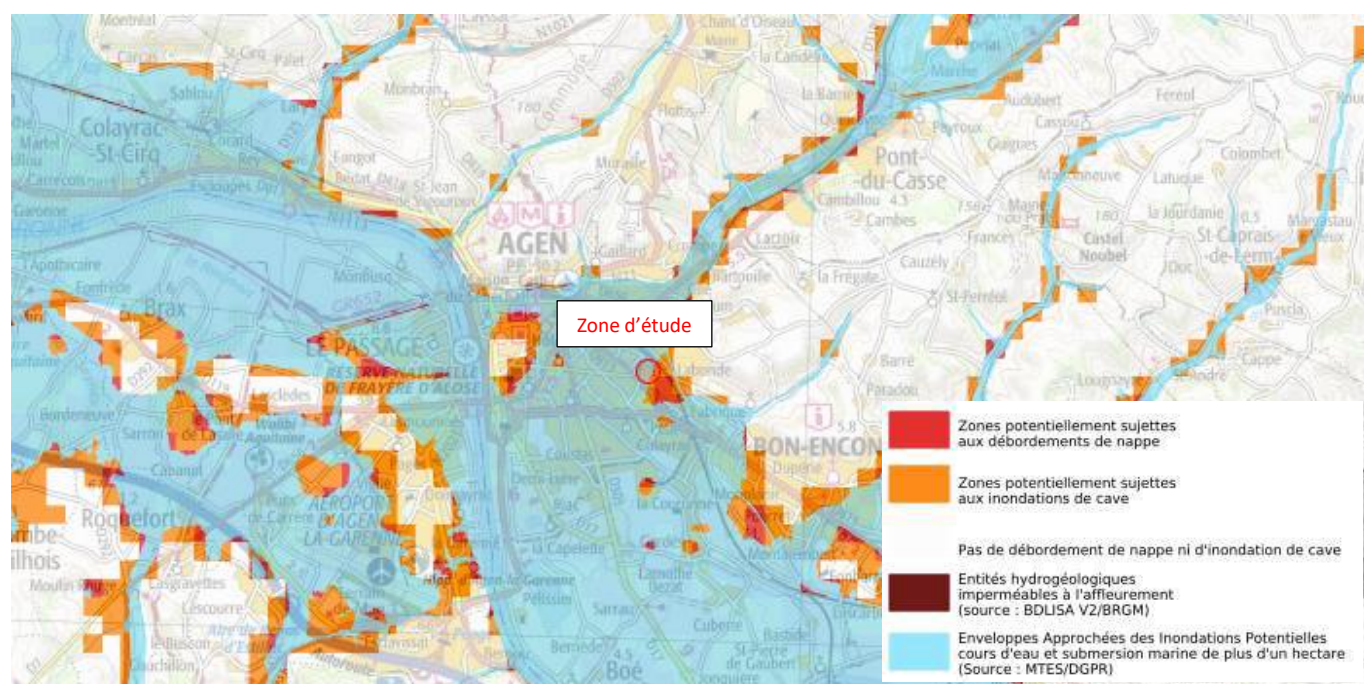


Figure 13: Zones sensibles aux remontées de nappe (BRGM)

La commune d'Agen fait également l'objet d'un plan de prévention vis-à-vis du risque d'inondation (n°47DDT20140005 – PPRn AGEN) approuvé le 19/02/2018.

Le secteur d'étude est toutefois situé hors de toute zone soumise à prescriptions.

A proximité du secteur d'étude, la cote d'aléa est située vers +47,8 m NGF

3.6. Autres 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
Mouvements de terrain	Dans un rayon de 500 m : non PPR n°47DDT20120002 – Agen Ermitage) prescrit le 21/07/2008
Cavité souterraine	Non
Radon	Faible
Installations industrielles	Dans un rayon de 1000 m : non
Installations industrielles rejetant des polluants	Dans un rayon de 5000 m : 10
Installations nucléaires	A moins de 10 km : oui
Anciens sites industriels et activités de service (BASIAS)	Dans un rayon de 500 m : oui (13)
Sites pollués ou potentiellement pollués (BASOL)	Dans un rayon de 500 m : non
Secteur d'Information sur les Sols (SIS)	Dans un rayon de 1000 m : oui

4. DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS

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 dans le cadre de l'étude G2-AVP :

- **3 sondages de reconnaissance géologique** réalisés en tarière hélicoïdale Ø63 mm, SP1, SP2 et ST1, descendus jusqu'à 6,0 à 10,0 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA).

Ces sondages ont permis de déterminer les différents horizons traversés et de mettre en évidence la présence d'un niveau d'eau. Ils ont été complétés par :

- **2 profils pressiométriques**, dans les sondages SP1 et SP2, descendus à 10,0 m/TA pour mesures de la pression limite, de la pression de fluage, et du module pressiométrique ;
- **1 essai au pénétromètre dynamique**, P1 (battu en parallèle du sondage ST1), descendu jusqu'à 9,8 m/TA, afin de vérifier la portance des terrains et les éventuelles hétérogénéités sur l'emprise du projet.
- **la pose d'un piézomètre** (en SP1), PZ1, à une profondeur de 9,0 m, afin de mesurer les fluctuations de la nappe phréatique au droit du projet et permettre le prélèvement d'échantillons d'eau ;
- **2 fouilles de reconnaissances de fondations** à la mini-pelle mécanique, RF1 et RF2, afin de déterminer les caractéristiques (nature, épaisseur, profondeur d'assise ...) du système de fondations du bâtiment 0023 ainsi que celui du bâtiment 0024 démolé.
- **2 essais d'infiltrations d'eau de type Porchet à charge variable**, K1 et K2, réalisés dans 2 sondages en tarière Ø114 mm, descendus à 1,5 m/TA afin de déterminer les perméabilités locales.

À ces prestations in situ se sont ajoutées les analyses en laboratoire (teneur en eau, analyse granulométrique, limites d'Atterberg, ...) nécessaires à **l'identification selon le GTR92** (Guide des Terrassements Routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme, LCPC, SETRA, 1992) et la norme NF P11-300 qui en découle, de **deux échantillons** représentatifs des terrains rencontrés.

Dans le cadre de l'étude G2-PRO, les investigations complémentaires suivantes ont été effectuées :

- **3 sondages de reconnaissance géologique** réalisés en tarière hélicoïdale Ø63 mm, SP3, ST2 et ST12 (voiries), respectivement descendus jusqu'à 15,0/7,5 et 2,0 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA).
- **1 profil pressiométrique**, dans le sondage SP3, soit 10 essais, avec mesures de la pression limite, de la pression de fluage, et du module pressiométrique ;
- **1 carottage / Échantillonnage intact** de la structure de voirie, SC11, descendus à 2,0 m/TA, afin d'observer de manière précise la structure de voirie ainsi que les sols supports, et permettre le prélèvement pour analyse en laboratoire ;

- **3 essais au pénétromètre dynamique**, P2 (battu en parallèle du sondage ST2), P11 et P12 (respectivement battus en parallèle de SC11 et ST12), descendu jusqu'à l'arrêt volontaire à 6,0 m/TA en P2 et 2,0/2,8 m/TA en P11 et P12, afin de vérifier la portance des terrains et les éventuelles hétérogénéités sur l'emprise du projet ;
- **une série de mesures de déflexions**, D1 à D24, afin d'apprécier la déformation de la voirie au passage d'un poids lourd.

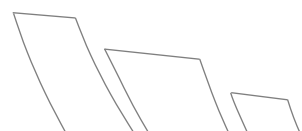
À ces prestations in situ se sont ajoutées les analyses en laboratoire (teneur en eau, analyse granulométrique, limites d'Atterberg, ...) nécessaires à **l'identification selon le GTR92, d'un échantillon** représentatif des terrains support de voiries.

Les sondages sont implantés conformément au plan joint en annexes.

Les sondages et essais ont été nivelés par un technicien topographe de notre société. Les cotes des têtes de sondages sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Cotes NGF des sondages

Sondage	Z (m NGF)
SP1	+ 50,15
SP2	+ 50,15
ST1-P1	+ 50,15
RF1	+ 50,15
RF2	+ 50,17
K1	+ 50,21
K2	+ 50,11
SP3	+50,15
P2-ST2	+50,32
P11-SC11	+50,13
P12-ST12	+50,01



5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

5.1. Caractéristiques lithologiques

Comme indiqué sur les coupes lithologiques des sondages placées en annexe, **sous un recouvrement anthropique** (pavés, remblais, enrobés, ...) de 0,2 à 0,4 m d'épaisseur, les terrains rencontrés sont composés par :

- des **remblais de graves calcaires** dans une matrice argilo-limoneuse marron / grisâtre, identifiés jusqu'à 0,7 m/TA en SC11 ;
- des **argiles +/- limoneuses à finement sableuses** de couleur marron à marron / grisâtre, jusqu'à 2,7 à 3,1 m/TA en SP1 à SP3 ST1, ST2, et dans la limite de la profondeur atteinte par les sondages SC11 et ST12, soit 2,0 m/TA, ainsi que par les fouilles de reconnaissance de fondations RF1 et RF2 soit respectivement 1,0 et 1,2 m/TA. À noter qu'au droit de ST12, ces matériaux présentaient des traces blanchâtres, calcaires, et pourraient avoir été rapportées / remaniées ;
- des **argiles graveleuses / sablo-graveleuses, carbonatées**, marron, traversées jusqu'à 4,0 m/TA en SP1, 3,4 m/TA en SP2, 3,7 m/TA en SP3, et jusqu'à l'arrêt des sondages ST1 et ST2 soit respectivement 6,0 et 7,5 m/TA ;
- des **graves argilo-sableuses / sablo-argileuses carbonatées**, marron à beige dans la limite de la profondeur atteinte par les sondages soit 10,0 m/TA en SP1 et SP2, et 15,0 m/TA en SP3.

Remarques :

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

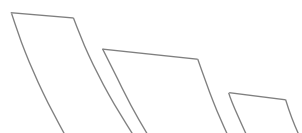
La précision des interfaces pour ce type d'investigations est au mieux d'une vingtaine de centimètres, les coupes lithologiques établies doivent donc être considérées comme schématiques et sont à corréliser avec les données géomécaniques. Rappelons également que les dépôts alluvionnaires lenticulaires / en chenaux impliquent généralement des variations de hauteur / compacité (passages latéraux de faciès, ...).

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

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

La tenue des parois de forage s'est avérée globalement médiocre sur les quatre premiers mètres (profondeur du niveau d'eau) puis mauvaise au-delà accentuée par la présence de la nappe.

Nous rappelons que des remblais de composition et d'épaisseurs variables sont à envisager sur l'emprise de la zone d'étude, notamment au voisinage des bâtiments existants, des ouvrages enterrés / réseaux.



5.2. Caractéristiques géomécaniques

5.2.1. Essais pressiométriques

Les tableaux ci-après synthétisent les caractéristiques pressiométriques évaluées en SP1, SP2 et SP3, conformément à la norme NF P 94-110. Ils précisent les valeurs minimales et maximales ainsi que les moyennes harmoniques des modules pressiométriques (EM) et des pressions limites (PI*).

Les classes de sols correspondantes selon l'Eurocode 7 sont également mentionnées.

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques en SP1 à SP3

	Prof. (m/TA)	Cote moy. base (m NGF)	Nb val.	EM (MPa)			PI* (MPa)			Classe de sol EC7
				Min	Max	Moy.h	Min	Max	Moy.h	
Recouvrement anthropique	0,0 à <0,5	+49,5	0 ^(*)	-			-			-
Argiles [marron]	<0,5 à 2,8	+47,0	8	2,8	8,4	4,0	0,26	0,61	0,38	Argiles molles
Argiles sablo-graveleuses [marron à marron / beige]	2,8 à 8,0	+42,0	10	1,2	19,5**	3,5	0,21	3,56**	0,63	Sols intermédiaires à tendance argileuse fermes / sablo- graveleuse moyennement denses
Graves argilo-sableuses [marron à marron / beige]	8,0 à ≥ 10,0/15,0	<+40,0 à +35,0	6	31,4	66,1	43,0	3,17	4,53	3,91	Sols intermédiaires à tendance sablo- graveleuse très denses

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

(**) valeur écartée de la moyenne car jugé non représentative du caractère général de la formation

5.2.2. Essai au pénétromètre dynamique

Les résultats des essais pénétrométriques sont illustrés sur un diagramme qui met en évidence les variations de la résistance de pointe (qd) en fonction de la profondeur.

Les profils obtenus présentent des similitudes et mettent en évidence :

- des terrains de bonnes compacités sur les quarante premiers centimètres (70 cm en P11), correspondant vraisemblablement aux horizons compactés lors des aménagements réalisés sur le secteur ;
- une compacité qui diminue ensuite rapidement pour devenir faible jusqu'à 2,0 m/TA (qd ≈ 2,0 MPa) ;
- entre 2,0 et 2,6/2,8 m/TA les valeurs diminuent et deviennent très faibles (qd < 1,0 MPa en P1 et P2, et qd < 2,0 MPa en P11) ;
- une résistance qui augmente rapidement pour devenir bonne entre 3,0 et 4,6 m/TA, avant une diminution rapide jusqu'à 5,6 m/TA en P1 et 6,0 m/TA en P2 (qd ≈ 2,0 MPa) ;
- au-delà la compacité augmente progressivement jusqu'à l'arrêt des opérations de battage du train de tiges à 9,8 m/TA.

5.3. Niveau piézométrique

Lors de notre intervention, du 14 au 16 février 2022, des niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés à 4,8 m/TA (le 14/02) et 4,65 m/TA (le 16/02) dans le piézomètre posé en SP1, et à 4,0 m/TA en fin de forage en SP2. Le niveau d'eau en ST1 n'a pu être mesuré en raison de l'éboulement rapide des parois de forage.

Lors des investigations complémentaires du 02 au 04 juin 2025 (dans le cadre de la G2-PRO), un niveau d'eau a été mesuré à 4,2 m/TA en SP3, le niveau en ST2 n'a pas pu être mesuré en raison de l'éboulement des parois de forage vers 5,0 m/TA, les matériaux remontés se sont toutefois avérés saturés à partir de 5,2 m/TA. Les sondages SC1et ST12 se sont quant à eux avérés secs dans la limite de la profondeur atteinte (2,0 m/TA)

À ce jour, ne disposant pas de chronique locale menée sur le long terme (non prévu dans le cadre de notre mission), nous ne sommes 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).

Rappelons que la cote d'aléa inondation du PPRI est située à +47,8 m NGF, soit 2,3 m/TA dans le secteur.

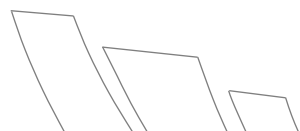
5.4. Perméabilité des terrains

Deux essais d'infiltration de type Porchet – K1 et K2 – ont été réalisés lors de l'intervention de 2022 au niveau des terrains superficiels, dans 2 sondages en tarière Ø114 mm descendus vers 1,5 m/TA. Les résultats sont présentés en annexes et récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau 4 : Synthèse des essais de perméabilité

Essai	K (m/s)	K (mm/h)
K1	$8,6.10^{-7}$	3
K2	$3,4.10^{-6}$	12

Les perméabilités mesurées ponctuellement au sein des terrains superficiels sont faibles à très faibles, en accord avec la nature lithologique des faciès testés (argiles / argiles légèrement limoneuses). Nous rappelons que des variations de perméabilité sont possibles sur l'emprise du projet.



5.5. Analyses en laboratoire

5.5.1. Analyse GTR

Deux échantillons ont été analysés en laboratoire lors de l'étude G2-AVP afin de les classer selon le GTR92 du SETRA/LCPC. Un échantillon complémentaire a été analysé suite aux prélèvements réalisés en juin 2025.

Les procès-verbaux des essais en laboratoire réalisés sont intégralement présentés en annexes. Le tableau suivant récapitule les données principales :

Tableau 5 : Synthèses des analyses GTR

Sondage	SP1	SP2	SC11
Date de prélèvement	14-16/02/2022	14-16/02/2022	04/06/2025
Profondeur (m/TA)	0,30 – 2,80	0,20 – 2,80	0,20 – 0,65
Faciès (description du laboratoire)	Argile limono-finement sableuse, marron/gris	Argile limono-finement sableuse, marron/gris	Remblais (grave calcaire en mélange avec une argile limoneuse marron / gris)
Teneur en eau naturelle (%)	19,0	19,4	6,3
Dmax (en mm)	Entre 5 et 2	Entre 10 et 5	Entre 50 et 40
Passant à 2 mm (%)	99,8	99,0	38,5
Passant à 80 µm (%)	81,7	80,5	26,7
Limite de liquidité, WL (%)	32	32	/
Indice de plasticité, Ip (%)	15	15	/
Valeur au Bleu Saturée (g de bleu / 100 g de sol)	-	-	0,40
Classification GTR92	A2	A2	B5

Les matériaux de classe A2 (argiles et limons peu à moyennement plastiques) sont des sols fins sensibles à l'eau : ils pourront changer rapidement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Ils sont également faiblement à moyennement sensibles au retrait-gonflement, et pourront prendre un aspect collant/glissant en présence d'eau.

Des remblais de classe B5 ont été identifiés au droit de la voirie (sondage SC11), il s'agit de sols sablo-graveux présentant des fines qui dictent leur comportement. Ils sont à rapprocher des sols A1, ils s'agit de matériaux sensibles à l'eau et susceptibles de changer d'état et de consistance pour de faibles variations de teneur en eau (vite saturé et voit leur propriétés mécaniques / portances détériorées rapidement).

Remarque : la carte d'exposition au retrait-gonflement des sols établie par le BRGM fait état d'un secteur d'étude localisé en "zone d'aléa moyen", les analyses en laboratoire ainsi que leur report dans le diagramme de Casagrande viennent confirmer cette classification".



5.5.2. Analyse d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton

Un échantillon d'eau a été prélevé dans le piézomètre posé sur le site et envoyé en laboratoire pour analyses chimiques permettant de déterminer sa classe d'agressivité vis-à-vis du béton selon la norme NF EN-206-1.

Le détail des analyses est disponible en annexe.

Il en ressort que l'eau analysée est **non agressive vis-à-vis du béton – classe < XA1**

5.6. Fouilles de reconnaissance de fondations à la pelle mécanique

Deux fouilles ont été réalisées à la mini-pelle mécanique afin de déterminer les caractéristiques des systèmes de fondation du bâtiment 0023 voué à la démolition et du bâtiment 0024 préalablement démoli.

Le tableau suivant récapitule les données principales, et est indissociable des coupes fournies en annexes :

Tableau 6 : Synthèses des fouilles de reconnaissance de fondations

	RF1 (bâtiment 0023)	RF2 (bâtiment 0024 démoli)
Localisation	Façade nord	Emprise Façade nord supposée
Nature du revêtement de surface	Pavés puis sables	Graves calcaires (Remblais)
Nature du mur	Moellons calcaires, puis béton / briques peints	-
Nature de la fondation	Blocs calcaires puis Graves roulées	Béton puis Graves cimentées
Profondeur d'assise (m/TA)	0,85	1,00
Hauteur soubassement (m)	0,85	1,00
Débord (m)	0,00 (inexistant)	0,00 (inexistant)
Faciès d'assise	Argiles [marron]	Argiles [marron]

5.7. Composante anthropique

À ce stade de notre étude, il convient de souligner la présence d'horizons anthropiques reconnus jusqu'à 0,2 à 0,7 m/TA. Il est à noter l'existence de réseaux enterrés au voisinage des structures existantes ou démolies. Des argiles à traces calcaires pouvant correspondre à des matériaux remaniés / rapportés ont été observés en ST2 (limite nord-ouest de la zone d'étude)

Aucune autre trace d'apport anthropique (vestige enterré, ...) ou de pollution (indice organo-leptique) n'a été détectée. En l'absence de donnée historique précise sur l'occupation passée et l'ampleur des opérations / mouvements de terres ayant eu lieu dans le cadre de la création des aménagements / équipements en place, un risque éventuel ne peut néanmoins pas être totalement écarté.

Le diagnostic de pollution réalisé en 2022, en parallèle de l'étude G2-AVP permet de donner une évaluation environnementale de la qualité des sols en place.



6. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

6.1. Rappel du projet

Selon les informations fournies par l'ESID de Bordeaux, le projet prévoit la construction d'un bâtiment de type RdC (de 140 m²) à usage de magasin de munitions. Celui-ci sera édifié en grande partie en lieu et place du bâtiment 0023 voué à la démolition et également sur l'emprise du bâtiment 0024 précédemment démoli, tous deux de type RdC simple.

Le projet est prévu en charpente bois avec une couverture légère, il comportera une structure en murs bétons pleins de 20 cm d'épaisseur.

En l'absence de données précises et en considérant les éléments définis ci-avant, nous considérerons des descentes de charges linéaires de l'ordre de 3 à 5 t/ml, ou 15 à 35 t sur appui ponctuel.

D'après les éléments transmis, les charges d'exploitations sur niveau bas seront de l'ordre de 0,35 t/m² de charge surfacique. En l'absence de précisions nous considérerons celui-ci proche ou au niveau du terrain actuel (+50,15 NGF).

La création / reprise de voiries ainsi que la création de clôture sont également prévues dans le cadre du projet.

Nous considérerons pour la clôture des descentes de charges linéaires de l'ordre de 0,5 à 1 t/ml, à 1,5 à 3 t en appui ponctuel (en considérant des travées de 3 à 3,5 m).

Il revient aux responsables de l'opération de nous signaler toutes différences importantes à ces hypothèses afin que nous puissions reconsidérer, si nécessaire, tout ou partie de nos conclusions. Il en est de même si le projet venait à changer.

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 d'origine anthropique de 20 à 40 cm (voir 0,7 m/TA en SC11), et pouvant être plus important ;
- Des faciès :
 - argileux de faible à très faible compacité jusqu'à environ 3,0 m/TA ;
 - argilo-graveleux / graveleux-argileux de compacités hétérogènes et globalement faibles à moyennes jusqu'à 7,0 m/TA puis bonnes au-delà ;



- un niveau d'eau relevé à 4,0 m/TA en SP1-Pz1 et 4,8 m/TA en SP2 (février 2022) et 4,2 m/TA en juin 2025 ; rappelons par ailleurs que le terrain se trouve en zone potentiellement sujette aux inondations de cave et hors de la zone soumise à prescription du PPRI, cote de l'aléa inondation située à +47,5 m NGF soit environ à 2,5 m/TA ;
- un projet situé sur l'emprise d'un bâtiment existant fondé vers 0,85 m/TA, et en partie au droit d'un bâtiment démoli dont le système de fondations a été observé vers 1,0 m/TA ;
- un aléa moyen vis-à-vis du retrait gonflement ;
- Une zone de sismicité 1 (niveau d'aléa très faible), n'impliquant aucune exigence particulière de conception vis-à-vis du risque sismique.

6.3. Possibilité de fondations

Au regard des résultats susmentionnés (terrains compacts hétérogènes et faibles reconnus jusqu'à 7,0 m/TA) et des caractéristiques du projet, il y a lieu d'envisager pour le bâtiment un système de **fondations spéciales de type pieux / micropieux descendus dans les faciès gravelo-argileux compacts reconnus à partir de 8,0 m/TA ;**

Remarque : Selon les descentes de charges réelles du projet, une solution alternative en fondation superficielle de type radier pourra éventuellement être envisagée. Celle-ci nécessitera toutefois une couche de forme épaisse (formations argileuses de mauvaises caractéristiques géomécaniques, remaniement à prévoir dans le cadre des démolitions / purges des bâtiments existants, ...).

Pour les clôtures, compte tenue des faibles charges supposées, il pourra être envisagée une solution de fondations superficielles ancrées vers 1,2 m/TA au sein des faciès argileux, moyennant une contrainte limitée.



6.4. Batiment - Fondations spéciales de type pieux / micropieux

6.4.1. Hypothèses de calculs et principes de conception

La justification des fondations fait référence à l'Eurocode 7 et sa norme d'application nationale NF P 94-262 Fondations profondes (juillet 2012 + Amendement A1 de juillet 2018) en utilisant l'approche « modèle de terrain », et en considérant une condition de site simple et un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

Dans le cadre des pré-dimensionnements, nous retiendrons comme hypothèses de calculs et principes de conception :

- les coupes géotechniques établies à partir des valeurs pressiométriques et pénétrométriques, et des données lithologies des sondages de reconnaissance, en considérant la présence des faciès gravello-argileux compacts à partir de 8,0 m/TA (soit environ +42 m NGF) – (possibilité de variations d'épaisseurs / profondeur sur l'emprise de la zone d'étude) ;
- des **micropieux type III (MIGU – classe 8 et catégorie 19, suivant l'EC7)**, couplés à un enregistrement des paramètres de forage avec un cas de charges verticales centrées et dans le cadre d'une exécution soignée ;
- le frottement latéral sera négligé sur les 3 premiers mètres afin de tenir compte des formations de faibles caractéristiques mécaniques et horizons remaniés / rapportés ou amenés à l'être lors des travaux (purgés des systèmes de fondations des existants ...).
- les micropieux seront écartés d'au moins 3 diamètres. Dans le cas contraire, les effets de groupe lié au rapprochement des pieux et affectant le frottement axial R_s devront être pris en compte.

En pratique, il reviendra à l'entreprise de choisir la méthode de mise en œuvre la plus appropriée afin de traverser l'ensemble des terrains identifiés précédemment. Les fiches et les diamètres des fondations pourront éventuellement être optimisés en phase d'étude d'exécution, selon les techniques choisies par l'entreprise de travaux.

Les coefficients partiels de modèle, adaptés au type de pieux et au modèle de terrain, à considérer sont les suivants :

Micropieux type III MIGU (Classe 8 – Catégorie 19)	$\gamma_R ; d1$		$\gamma_R ; d2$
	Compression	Traction	
dans les sols intermédiaires	1,40	1,70	1,10
dans les argiles	2,00	2,00	



6.4.2. Maquettes géotechniques

Pour le dimensionnement des fondations profondes, nous proposons de retenir le modèle géotechnique suivant :

➤ Pour les micropieux type III - MIGU :

Tableau 7 : Modèle géotechnique

Couche	Prof. moy. (m/TA)	Cote moy. base (m NGF)	PI* moy. (MPa)	Em moy. (MPa)	Coéf. rhéo. α	Classe de sol	Courbes EC7	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	F_{sol} (kPa)	q_s (kPa)
Recouvrement anthropique	0,0 à 0,5	+49,5	-	-		Mort terrain *				
Argiles+/- limoneuses	0,5 à 3,0	+47,0	0,35	3,5	2/3					
Argiles graveleuses	3,0 à 8,0	+42,0	0,65	4,0	1/2	Sols intermédiaires à tendance sablo-graveleuse lâches	Q2si	2,9	29,3	104,45
Graves argileuses / Graves argilo-sableuses	8,0 à $\geq 15,0$	+35,0	3,90	40	1/3	Sols intermédiaires à tendance sablo-graveleuse très denses	Q2si	2,9	98,1	200,0 ($q_{s\text{max}}$)

(*) Négligé toute hauteur.

Étant donné le caractère ponctuel de nos investigations et les incertitudes inhérentes au mode d'acquisition des données (échantillons remaniés), au droit comme au voisinage du secteur d'étude, des variations d'épaisseurs (surépaisseurs de remblais, remontées / sur-profondeurs des différents horizons lithologiques), de même que l'existence de couches / lentilles discontinues (donc des passages latéraux de faciès / compacité / consistance) restent envisageables, y compris sur de courtes distances.

Les profondeurs de fiches et hauteurs d'ancrages dans l'horizon porteur devront donc être rigoureusement adaptées à l'avancement et en tous points.



6.4.3.Exemples de pré-dimensionnements

Au terme de notre démarche, dans le cadre du modèle géotechnique défini précédemment, des prédimensionnements sont donnés à titre indicatif, calculs réalisés via le logiciel Foxta® (fiches de calculs présentées en annexes), les valeurs d'efforts mobilisables sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Micropieux type III (MIGU – classe 8 / Catégorie 19) de 200 mm et 250 mm de diamètre, descendus dans les graves sablo-argileuses / graves argileuses compactes.

Tableau 8 : Résultats du prédimensionnement de micropieux

Type de fondation	Diam. (mm)	Prof. (m/TA)	Cote NGF	Charges admissibles à la compression (en kN)			
				R _{c,cr;d} aux ELS		R _{c;d} aux ELU	
				Quasi permanent	Caractéristique	Durable et transitoire	Accidentelle
Micropieux type III (MIGU)	200	9,00	41,00	187,4	229,3	267,9	294,7
		10,00	40,00	² 239,3	292,8	342,0	376,3
		11,00	39,00	291,2	356,2	416,2	457,9
	250	9,00	41,00	234,3	286,6	334,8	368,4
		10,00	40,00	2999,1	365,9	427,6	470,4

Rappelons qu'il s'agit d'un pré-dimensionnement donné à titre indicatif, et que les fiches et les diamètres des pieux devront être ajustés vis-à-vis des charges réelles à reprendre et des calages altimétriques sur chaque zone. Ils seront optimisés pour travailler en limite de la combinaison la plus défavorable (ELS ou ELU voire ELU-Acc).

6.4.4.Remarques importantes

À ce stade de notre analyse, nous soulignons que :

- Le type de fondations pris en compte dans cette étude est donné à titre indicatif. L'entreprise de fondation retenue s'engagera au vu de son expérience sur le choix des fondations en respectant l'ancrage suffisant dans horizons définis à l'issu du dimensionnement ;
Les types de fondation choisis dans ce rapport nous paraissent compatibles avec les unités lithologiques, les valeurs pressiométriques relevées, et la méthode de foration utilisée au droit de nos sondages (tarière mécanique Ø 63 mm).

Nous attirons cependant l'attention sur la possibilité de présence aléatoire de blocs / éléments anthropiques au sein des remblais, pouvant induire des difficultés de forage.

Par conséquent, il conviendra de prévoir des méthodes de forage adaptées. Dans tous les cas, l'entreprise sera considérée comme ayant connaissance de ces difficultés éventuelles et mettant en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre les profondeurs données et les ancrages nécessaires.

- La méthode de mise en œuvre devra également être compatible avec le caractère peu consistant de certaines couches (lâches / décomprimées) ainsi qu'avec l'existence d'un niveau d'eau à moyenne profondeur (susceptible de remonter). Des surconsommations de béton ne sont pas à exclure (risque de dispersion à hauteur des couches les moins consolidées accentué par la saturation rapide du milieu) ;

- Compte tenu du contexte géologique il convient d'être prudent quant à l'extrapolation des différentes interfaces lithologiques et géomécaniques reconnues entre les points de sondages. Des variations d'épaisseur / de profondeurs / de nature / et de caractéristiques mécaniques peuvent être rencontrées (horizons rapportés / remaniés d'épaisseur variable, **faciès alluvionnaires**, horizons d'altération. La fiche des pieux sera donc à adapter à l'avancement en tout point.
En cas d'incertitude, des sondages destructifs avec enregistrement de paramètres permettront de définir au plus juste la profondeur des différents horizons. Le dimensionnement des fondations sera éventuellement à adapter en conséquence ;
- Suivant le remodelage éventuel du terrain actuel, indispensable à la bonne exécution du projet, la justification des fondations pourra impliquer la prise en compte d'efforts parasites (frottements négatifs) ;
- La justification au flambement et le ferrailage pieux / micropieux seront étudiés par un bureau d'étude structure spécialisé en regard des éventuels efforts horizontaux, efforts de traction, et flexions à reprendre. La technique de forage utilisée devra permettre de descendre les longueurs d'armatures nécessaire en conservant leur intégrité et leur verticalité (descente gravitaire, fluide de forage,...).

Selon les préconisations en vigueur, les essais suivants seront à prévoir avant réception des travaux : enregistrement des paramètres de forage, contrôle sur les bétons, mesures de fiches par impédance, essais de contrôle d'exécution par essais de chargement et/ou traction.

Remarque : dans le cadre d'un chantier de moins de 25 micropieux, l'essai de contrôle d'exécution peut être remplacé par une majoration forfaitaire des sollicitations amenées par l'ouvrage de 50 % lorsque les fondations ne travaillent qu'en compression (à l'ELS sous toutes combinaisons et à l'ELU sous les combinaisons fondamentales).

6.5. Niveaux-bas

En considérant le projet ainsi que les éléments mis en évidence lors de l'étude (faciès argileux de faibles caractéristiques mécaniques et potentiellement sensibles au retrait gonflement, purges importantes à prévoir au droit des bâtiments existant sur l'emprise projeté, ...) il conviendra de réaliser les niveaux bas en **planchers portés par les fondations sur vide d'air.**



6.6. Clôtures – Fondations superficielles

Au regard des résultats susmentionnés, les fondations pourront être superficielles de type **semelles filantes** (ou massifs isolés reliés en tête par des longrines) moyennant les recommandations suivantes :

- traverser en intégralité la frange superficielle anthropique ou éventuellement végétalisée (enrichie en matière organique / débris végétaux), remaniée / rapportée ou amenée à l'être lors de la préparation de la plateforme de travail ;
- s'ancrer d'au moins 0,2 m au sein des faciès argileux en place et de compacité suffisante ;
- respecter une garde adaptée à la mise hors dessication de 1,2 m/terrain extérieur fini, ce faisant la garde de mise hors gel (de 0,4 m/Terrain extérieur fini) sera d'office respectée ;
- assurer un bon contact sol-fondation en admettant une largeur minimale de 0,6 m pour les appuis isolés et 0,4 m pour les semelles filantes.

À partir de nos sondages cela reviendrait à une **assise minimale de 1,2 m/TA***.

Remarque : à l'ouverture, on s'assurera de la qualité du niveau d'assise. S'il apparaît hétérogène, impropre, altéré ou décomprimé, un approfondissement des fondations ou des purges supplémentaires et des rattrapages par du gros béton devront être envisagés.

**Dans le cas où la structure est non sensible au retrait gonflement, une assise à partir de 0,8 m/TA pourra alors être envisagée.*

6.6.1. Contraintes limites

Conformément aux recommandations de la norme française d'application de l'Eurocode 7 relative aux fondations superficielles (norme NF P94-261), au vu des descentes de charges prévisibles et sur la base des données acquises lors de notre campagne de reconnaissance géotechnique, les valeurs de contraintes admissibles à retenir pour une assise de fondations telle que définie précédemment, sont :

États limites	Contraintes admissibles
ELU durable / transitoire / accidentelle	$\leq 0,08 \text{ MPa}$ (soit $8,0 \text{ t/m}^2$)
ELS quasi-permanent / caractéristique	$\leq 0,05 \text{ MPa}$ (soit $5,0 \text{ t/m}^2$)

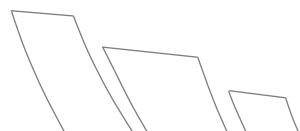
Remarque : en cas d'inclinaison ou d'excentrement des charges, les contraintes susmentionnées devront être minorées par le coefficient $i_{\delta\delta}$.

En considérant des charges sur semelles filantes de 0,5 à 1 t/ml cela amènerait à des semelles de l'ordre de 0,4 m de largeur minimale. Pour des massifs isolés carrés chargés à 1,5 à 3,0 t, cela amènerait à des largeurs de fondations minimales de 0,6 à 0,8 m

6.6.2. Estimation des tassements

Dans le cadre des hypothèses de descentes de charges retenues, du respect des préconisations décrites ci-avant et d'une exécution soignée des fouilles (obtention d'un sol support homogène / plat / correctement curé et non remanié, ...), les tassements théoriques sont estimés inférieurs ou de l'ordre du centimètre.

En pratique, les valeurs effectives dépendront étroitement du soin porté à l'exécution des fondations et à l'application scrupuleuse des règles de l'Art.



7. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES GENERALES

7.1. Terrassements généraux

7.1.1. Travaux préparatoires

Dans le cadre de la préparation de la zone d'accueil du futur ouvrage, des travaux de démolitions / purges des bâtiments / structures existants seront nécessaires, il conviendra de s'assurer que celles-ci soient réalisées dans les règles de l'art. On s'assurera notamment que :

- la purge complète des éléments relatifs aux bâtiments existants démolis ou amenés à l'être dans le cadre du projet (notamment purges intégrales des systèmes de fondations des bâtiments, ...). On veillera à réaliser celles-ci avec des moyens adaptés afin de limiter le remaniement du terrain naturel en place sous-jacent ;
- les remblais / vestiges / 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. Faisabilité des terrassements

La réalisation des excavations et fouilles (semelles / casques de pieux, ...) ne devrait pas rencontrer de difficulté particulière en termes de compacité des terrains. Celles-ci pourraient toutefois se voir compliquées par le changement de consistance que les sols fins reconnus sur les premiers mètres sont susceptibles de connaître en présence d'eau (aspect pâteux à collant suite à de fortes précipitations par exemple). Il conviendra d'utiliser les moyens et outils adéquats.

La présence potentielle de remblais indurés ou vestiges enterrés au sein des terrains superficiels (suite aux démolitions des ouvrages existants notamment) pourrait également compliquer les terrassements.



7.1.3. Stabilité des parois de fouille / Talutages

Les excavations seront réalisées dans des terrains de nature argileuse présents sur les premiers mètres, globalement lâches.

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) ;
- soit, en cas d'ouverture prolongée, pour des profondeurs / hauteurs trop importantes ($\geq 1,5\text{m/TN}$) 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.

Accélérer les opérations de bétonnage (coulage à pleine fouille sitôt ouverture) et/ou de pose des ouvrages, limitera les affouillements ainsi que la durée d'exposition aux intempéries.

À titre indicatif et en première approximation, les caractéristiques intrinsèques à prendre en compte pour les matériaux reconnus sont :

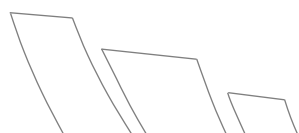
Tableau 9 : Caractéristiques intrinsèques

Nature des sols	Prof. (m/TA)	Caractéristiques intrinsèques		
		Cohésion : c' (kPa)	Angle de frottement : ϕ' (°)	Poids volumique : γ (kN/m ³)
Argiles +/- limoneuses	3,0	5	15	18

7.1.4. Exécution des fondations superficielles

À l'ouverture, on s'astreindra à une réception très attentive des fonds de fouilles afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains. Un soin tout particulier sera apporté à la préparation du niveau d'ancrage dans les règles de l'Art. Les éventuelles anomalies de nature ou de compacité ainsi que les matériaux impropres (peu consistants / décomprimés, remaniés / rapportés ou enrichis en matière organique / débris végétaux, ...) présents au droit et/ou à proximité du projet seront intégralement évacués.

Accélérer les opérations de bétonnage (coulage à pleine fouille sitôt ouverture) limitera les affouillements. Il sera par ailleurs de rigueur de ne pas assoir les fondations dans des terrains gorgés d'eau (compressibilité accrue, diminution de la capacité portante, ...).



7.2. Mise hors d'eau

Lors de nos interventions, la nappe d'eau a été mise en évidence vers 4,0 m/TA. Au regard du projet (prévu sans sous-sol) la nappe d'eau ne devrait pas interférer avec celui-ci.

Le piézomètre Pz1 mis en place sur site, permettra aux responsables du projet de mieux appréhender cet aléa et de s'assurer du niveau d'eau avant l'ouverture du chantier.

D'une manière générale, afin de limiter les contraintes d'exécutions qui en résulteront, nous recommandons :

- de privilégier une exécution en période météorologique favorable (basses eaux de la nappe superficielle, sans pluie, ...);
- de prévoir la mise en œuvre d'un système de pompage à faible débit dans l'objectif, le cas échéant, d'assécher les fonds de fouilles et de travailler à sec (en limitant les phénomènes d'affouillements);
- d'employer, pour le coulage des niveaux bas, un béton adapté permettant de s'affranchir de l'eau résiduelle éventuellement présente après terrassement.

Avant le début du chantier, toutes les dispositions nécessaires au drainage efficace des eaux superficielles et à l'assainissement de la plateforme de travail devront être prises. Il s'agit notamment :

- d'éviter une accumulation en fond de fouilles qui modifierait irrémédiablement les caractéristiques du sol d'assise;
- de limiter les problèmes de traficabilité / de mise en œuvre.

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



8. PRECONISATIONS POUR LES VOIRIES

Dans le cadre du projet, la réutilisation de tout ou partie des voiries actuelles pourrait être envisagée, le diagnostic de celles-ci a donc été réalisé afin d'en apprécier la nature et l'état.

Compte tenu de la destination du projet nous considérerons en première approche pour les voiries et parkings une classe de trafic T5 (entre 0 et 25 PL/jour).

8.1. Diagnostic des voiries existantes

8.1.1. Rappel des données géomécaniques acquises

Comme indiqué sur les coupes jointes en annexes, les terrains rencontrés en SC11 et ST12, au droit des voiries investiguées sont essentiellement constitués par :

- de **l'enrobé noir / graves bitumiseuses** sur environ 5 à 10 cm (voir de très faible épaisseur selon les secteurs), puis 10 à 20 cm de **graves sableuses non traitées (GNT)** ;
- en SC1, **des remblais graveleux calcaires dans une matrice argilo-limoneuse** jusqu'à 0,7 m/TA. Les analyses effectuées sur ce matériau le classe en B5 selon le GTR92 (sols sablo-graveleux avec fines, sensibles à l'eau) ;
- des **argiles +/- limoneuses, à finement sableuses**, marron / grisâtres, jusqu'à l'arrêt des sondages à 2,0 m/TA en tous points.

D'un point de vue de la compacité, les **essais pénétrométriques** P11 et P12 présentent des profils similaires, avec des valeurs très élevées au sein des remblais graveleux de tête, qui diminuent ensuite pour devenir faibles et évoluer globalement autour de 2 à 3 MPa jusqu'à l'arrêt des essais à 2,8 m/TA en P11 et 2,0 m/TA en P12.

8.1.2. Reportage photographique

Lors de notre intervention de juin 2025, un reportage photographique de la zone d'étude a été fait, celui-ci fait état de nombreuses zones détériorées au droit des voiries ("patches de reprises", fissurations, flaches,).





8.1.3. Compte rendu des essais de déflexion

8.1.3.1. Rappel / Principe et objectif de l'essai

Régulièrement répartis sur l'ensemble du linéaire de voiries, 24 essais des déflexions ont été réalisés au moyen d'une poutre de Benkelman (norme NF P 98-200-2). Les mesures permettent d'apprécier la déformation verticale du corps de voirie au passage d'un camion 6x4 chargé à 13 tonnes sur l'essieu arrière ; elles donnent donc une indication sur la portance et la rigidité de la chaussée.

En pratique, selon les résultats obtenus et en application des guides LCPC / SETRA pour le dimensionnement des renforcements de chaussées souples il est possible de définir une "classe de structure caractéristique [Cj]" et une classe de déflexion caractéristique [Di] fonction des valeurs seuils ci-après :

Déflexion caractéristique (1/100 mm)	10-50	50-75	75-100	100-150	150-200	200-300
Cj [*]	C1	C2	C3	C4	C5	C6

Déflexion caractéristique (1/100 mm)	De 0 à 44	De 45 à 74	De 75 à 99	De 100 à 149	De 150 à 199	De 200 à 299	≥ 300
Di [**]	≤ D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Niveau global de comportement en fonction de la classe de trafic							
T1 – T0	Bon	Moyen	Mauvais				
T5 – T4 T3 – T2	Bon		Moyen		Mauvais		

[*] Appréciation synthétique de l'état mécanique de la chaussée

[**] Comportement de la chaussée en fonction de la classe de trafic

8.1.3.2. Résultats

Les investigations réalisées le 03/06/2025 ont consistés en l'exécution de **24 mesures de déflexion**, destinées à l'étude de la déformabilité verticale du corps de voirie existant.

Ces investigations in situ ont été entreprises conformément au plan de localisation présenté en annexes.

Dans les faits, pour la voirie considérée, les essais, ont abouti aux résultats suivants :

N° d'ESSAI	Déflexion mesurée (mm)	Déflexion (1/100 mm)	Classe de structure Cj	Classe de déflexion Di
D1	0,44	44	C1	≤D3
D2	0,61	61	C2	D4
D3	0,37	37	C1	≤D3
D4	0,37	37	C1	≤D3
D5	0,36	36	C1	≤D3
D6	0,64	64	C2	D4
D7	0,58	58	C2	D4
D8	0,53	53	C2	D4
D9	0,94	94	C3	D5
D10	0,94	94	C3	D5
D11	0,64	64	C2	D4
D12	0,69	69	C2	D4
D13	0,83	83	C3	D5
D14	0,41	41	C1	≤D3
D15	0,96	96	C3	D5
D16	1,02	102	C4	D6
D17	0,95	95	C3	D5
D18	0,99	99	C3	D5
D19	0,37	37	C1	≤D3
D20	0,76	76	C3	D5
D21	0,59	59	C2	D4

D22	0,38	38	C1	≤D3
D23	0,45	45	C1	D4
D24	0,67	67	C2	D4

Valeur minimale	36	Classe de structure caractéristique : C4	Classe de déflexion caractéristique : D6
Valeur maximale	102		
Moyenne	≈ 65		
Ecart type	≈ 23		
Valeur caractéristique	≈ 110		

8.1.4. Conclusions

Suite au diagnostic réalisé, il en ressort les résultats suivants :

- Une structure de voirie pouvant être hétérogène selon les secteurs (différent entre ST12 et SC11) constitué d'environ 5 à 10 cm d'enrobé puis 10 à 20 cm de GNT, reposant en SC11 sur une CdF de graves sableuses calcaires dans une matrice argilo-limoneuse, de classe B5 considérée de l'ordre de 50 cm. En ST12, celle-ci repose directement sur les argiles +/- limoneuses sous-jacentes ;
- La PST semble constituée d'argiles +/- limoneuses à finement sableuses de classe GTR A2 ;
- Les compacités sont globalement moyennes à faibles ;
- Les déflexions de la chaussée mesurée sont moyennes à mauvaise (classe de structure caractéristiques C4).

Au vu des résultats obtenus, les voiries existantes dans les secteurs étudiés ne semblent pas être acceptables pour le trafic attendu.

8.2. Création de voiries

Pour la réalisation des voiries, nous retiendrons les principes de mise en œuvre suivants :

8.2.1. Sol support / Travaux préparatoires

Nous sommes en présence de sols support argilo-limoneux de caractéristiques mécanique moyennes à faibles sur les deux premiers mètres (classe GTR A2 des échantillons analysés).

Nous rappelons qu'il est dans tous les cas recommandé de réaliser les travaux de terrassement et de voiries en période favorable.

Les responsables du projet s'assureront que les sols lâches, enrichis en matières organiques / racines / débris végétaux, ou remaniés / déstructurés lors des travaux, soient 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.



8.2.2. Plateforme supérieure des terrassements

Selon le fascicule du SETRA, en fonction des conditions météorologiques lors des terrassements, et compte tenu de des caractéristiques des sols superficiels (argiles +/- limoneuses sensibles à l'eau de classes A2), la classe de portance de terrains de surface pourrait être de type **PST3-AR1 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 vers un exutoire pérenne, ...).

8.2.3. Couches de forme

Pour l'obtention d'une plateforme PF2 avec EV2 > 50 MPa, la mise en place d'une couche de forme ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité. Afin de permettre une mise en œuvre optimale de cette dernière, l'arase de la PST sera compactée avec un objectif de compacité q4.

Pour les voiries, la couche de forme pourra être constituée en matériaux d'apport granulaires insensibles à l'eau soigneusement compactés (par exemple graves D2 0/31,5 mm) pour une épaisseur minimale de 40 cm ramené à 30 cm si intercalation d'un géotextile entre le sol support et la couche de forme.

Il pourra éventuellement être envisagé la réutilisation des matériaux argilo-limoneux du site moyennant un traitement à la chaux et/ou aux liants hydrauliques.

Des essais d'aptitude seront alors à prévoir avant mise en œuvre pour vérifier l'efficacité du traitement (tenue mécanique, stabilité vis-à-vis de l'imbibition et du gel).

Ce pré-dimensionnement de la couche de forme est donné à titre indicatif. Il devra être ajusté au moment des travaux, selon l'état hydrique et la portance effective des matériaux.

8.2.4. Exemples de structures de chaussée

Au regard des informations susmentionnées et à titre d'exemple, la structure de chaussée à adopter pourrait être la suivant, en référence au guide SETRA / LCPC et en considérant en première approche une classe de trafic TC1₁₀ à TC1₂₀ :

NOTA : D'autres guides de conception pourront être choisis pour la définition des structures de voiries à mettre en œuvre (à définir par la Maîtrise d'ouvrage / Maîtrise d'œuvre / Bureau de contrôle).

Plate-forme (PF)		PF2
Classe de trafic		TC1 ₁₀ à TC1 ₂₀
Structure chaussée	Couche de surface	5 cm de BBS
	Couche de base	20 cm de GNT
	Couche de fondation	25 cm de GNT

BBS : Béton Bitumineux pour chaussée souple à faible trafic

GNT : Graves Non Traitées

Ces pré-dimensionnements sont donnés à titre indicatif et devront être ajustés au moment des travaux, selon l'état hydrique et la portance effective des matériaux. Moyennant le respect de la notion « d'épaisseur équivalente » et en fonction de la stratégie de dimensionnement retenue par les responsables du projet durée et



niveau de service souhaités / gestion des eaux pluviales / ...), d'autres structures pourront être proposées par les entreprises de voiries selon leurs expériences et les matériaux disponibles localement).

Remarque : l'intercalation d'un géotextile entre le sol support et la structure de voirie pourra assurer la pérennité de l'ensemble, de même que la gestion durable des eaux météoriques. Les travaux seront entrepris en période climatique favorable tandis qu'en phase d'exploitation, des dispositions constructives prises selon les normes en vigueur assureront l'assainissement durable de la chaussée.

Ce rapport conclut la mission G2-PRO qui nous a été confiée pour cette affaire.

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.

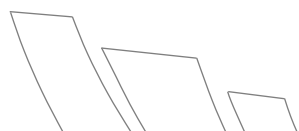
Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation 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
- Annexe 2 : Coupes des sondages pressiométriques
- Annexe 3 : Coupe des sondages de reconnaissance et essais pénétrométriques
- Annexe 4 : Coupes des reconnaissances de fondations
- Annexe 5 : Procès-verbaux des analyses GTR en laboratoire
- Annexe 6 : Résultats des essais d'infiltration
- Annexe 7 : Feuilles de calculs
- Annexe 8 : Missions géotechniques



Annexe 1

Plans de localisation des sondages



Plan d'implantation des sondages et des essais 48e RT - Quartier TOUSSAINT - Avenue Jean Jaurès - AGEN (47000)



Dossier n°3308498 - Mars 2022 - Mission G2-AVP - Client : ESID de BORDEAUX

Echelle : 0 25 m

Projet : Construction d'un magasin de munitions



Légende



SP : Sondage pressiométrique



ST : Sondage de reconnaissance



RF : Fouille de reconnaissance de fondation



Pz : Piézomètre



P : Essai au pénétromètre dynamique lourd



K : Essai de perméabilité

Plan d'implantation des sondages et des essais 48e RT - Quartier TOUSSAINT - Avenue Jean Jaurès - AGEN (47000)



Dossier n°3312773 - Juillet 2025 - Mission G2-PRO - Client : ESID de BORDEAUX

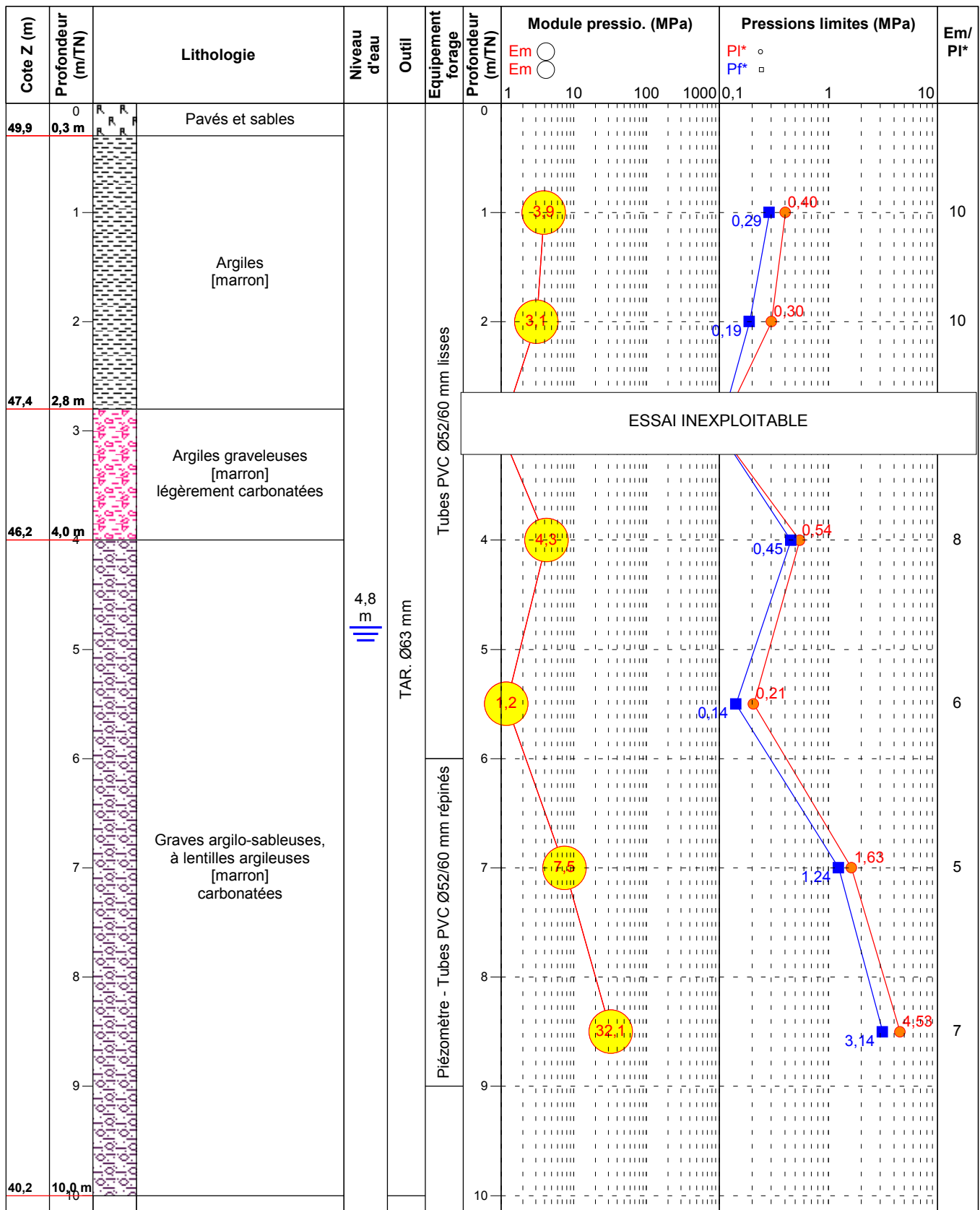
Projet : Construction d'un magasin de munitions

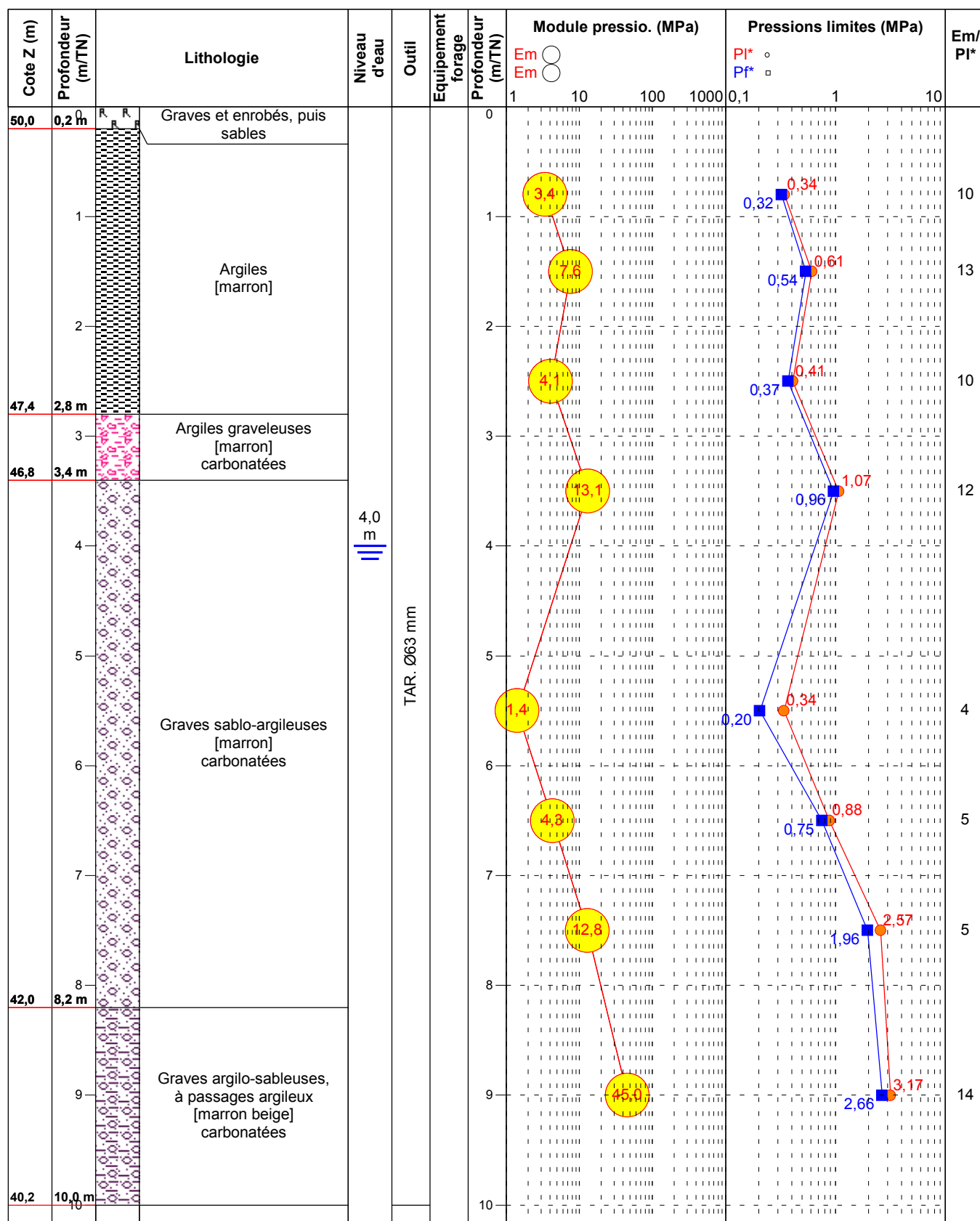


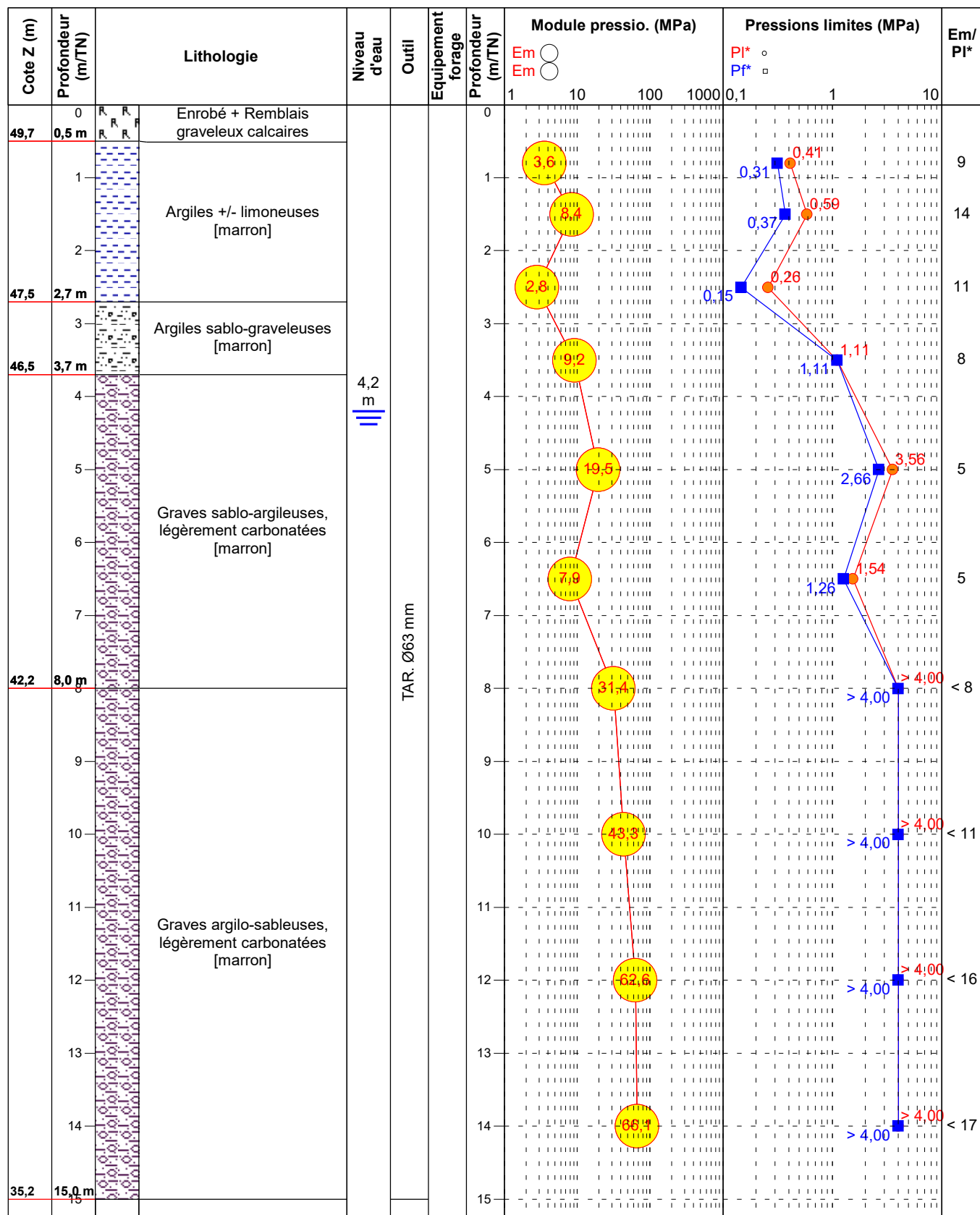
Annexe 2

Coupes des sondages pressiométriques









Annexe 3

Coupe des sondages de reconnaissance et essais pénétrométriques





**Construction d'un magasin de munitions
48e RT d'AGEN - Avenue Jean Jaurès
47000 AGEN**

DOSSIER n° 3308498

Date : 16/02/2022

Cote Z : 50,15 NGF

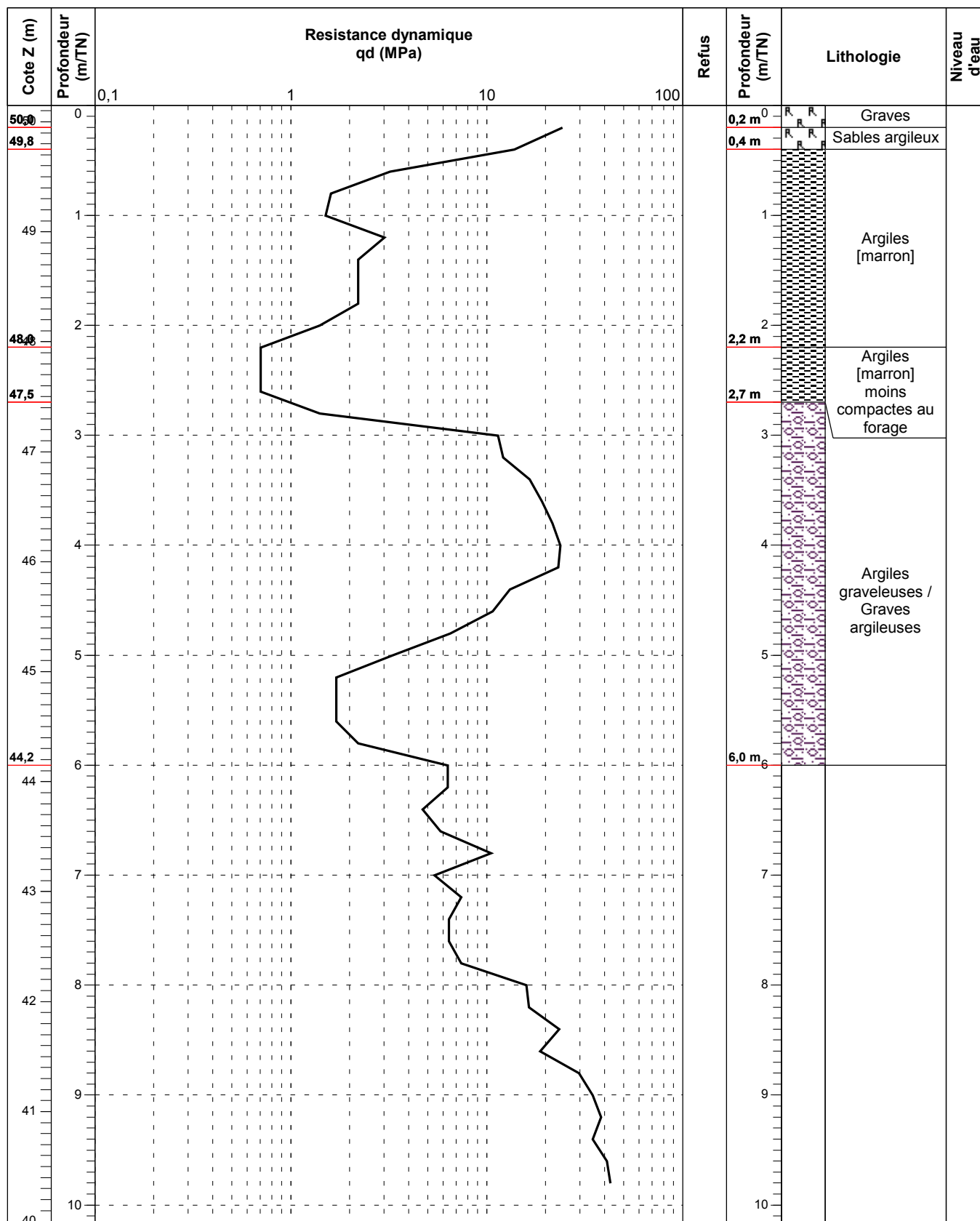
Machine : Tarière - Pénétromètre

Client : ESID BORDEAUX

1/50

Sondage : ST1-P1

EXGTE R3.20.3/GTE





Construction d'un magasin de munition
48e RT d'AGEN - Avenue Jean Jaures
47000 AGEN

DOSSIER n° 3312773

Date : 04/06/2025

Cote Z : 50,32 m NGF

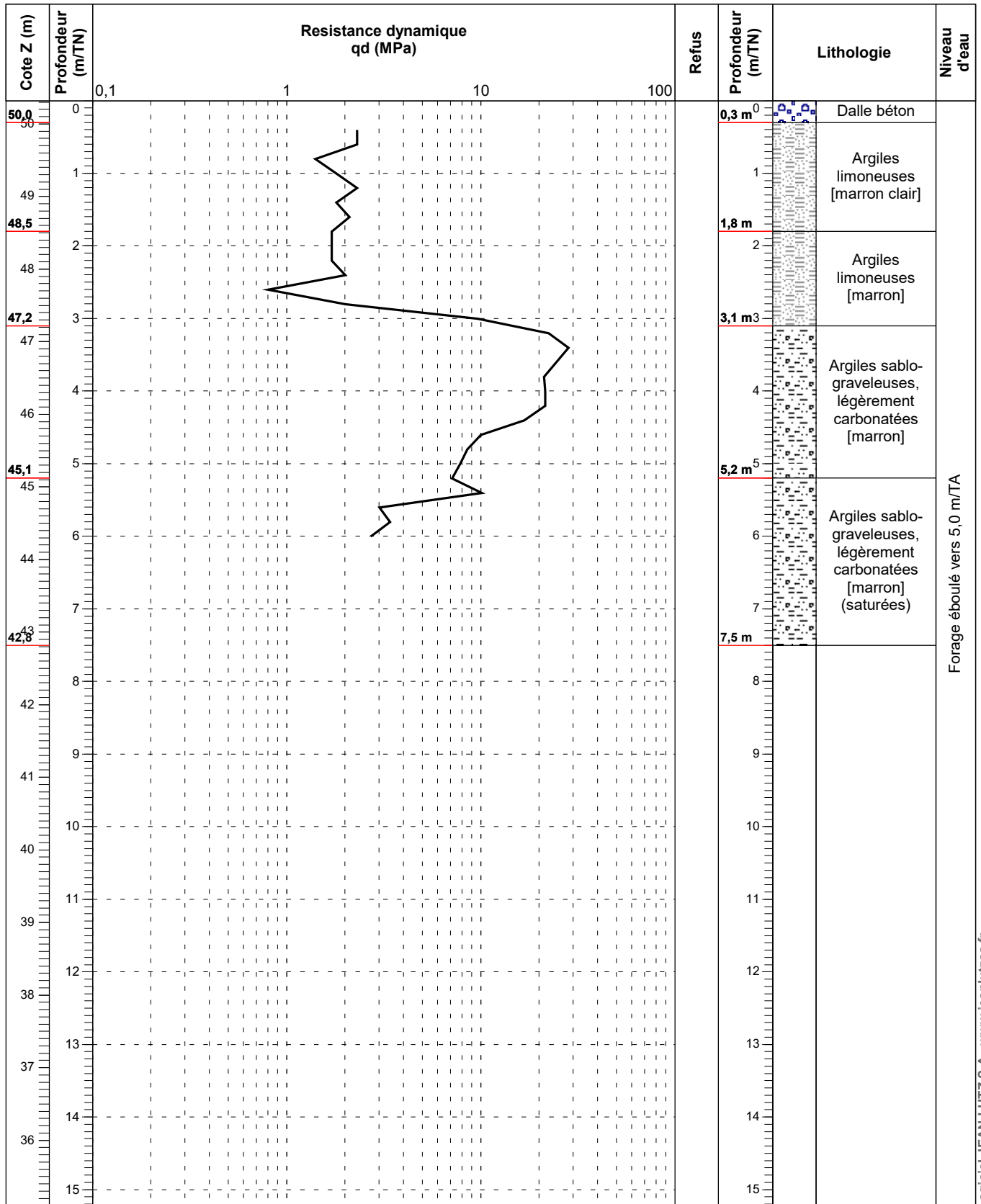
Type : Tarière - Essai au pénétromètre dynamique


Client : ESID BORDEAUX

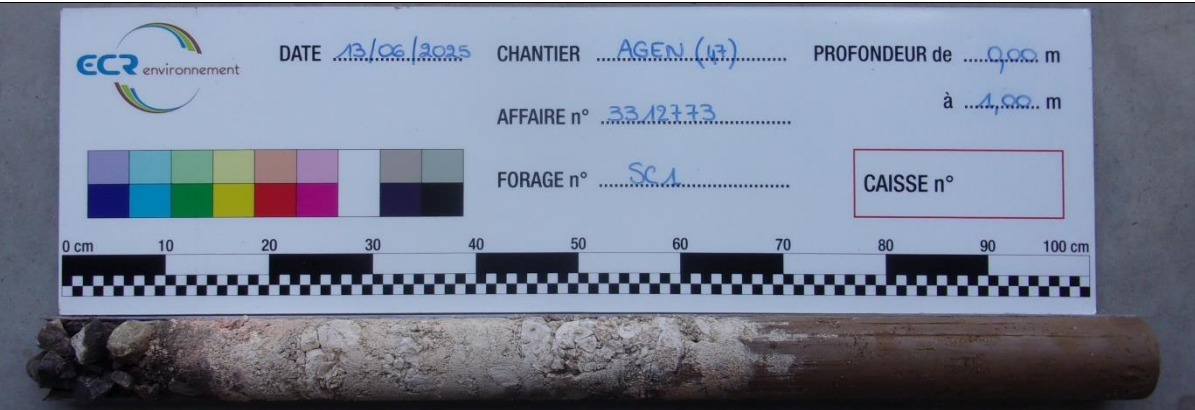

1/75

Sondage : P2-ST2

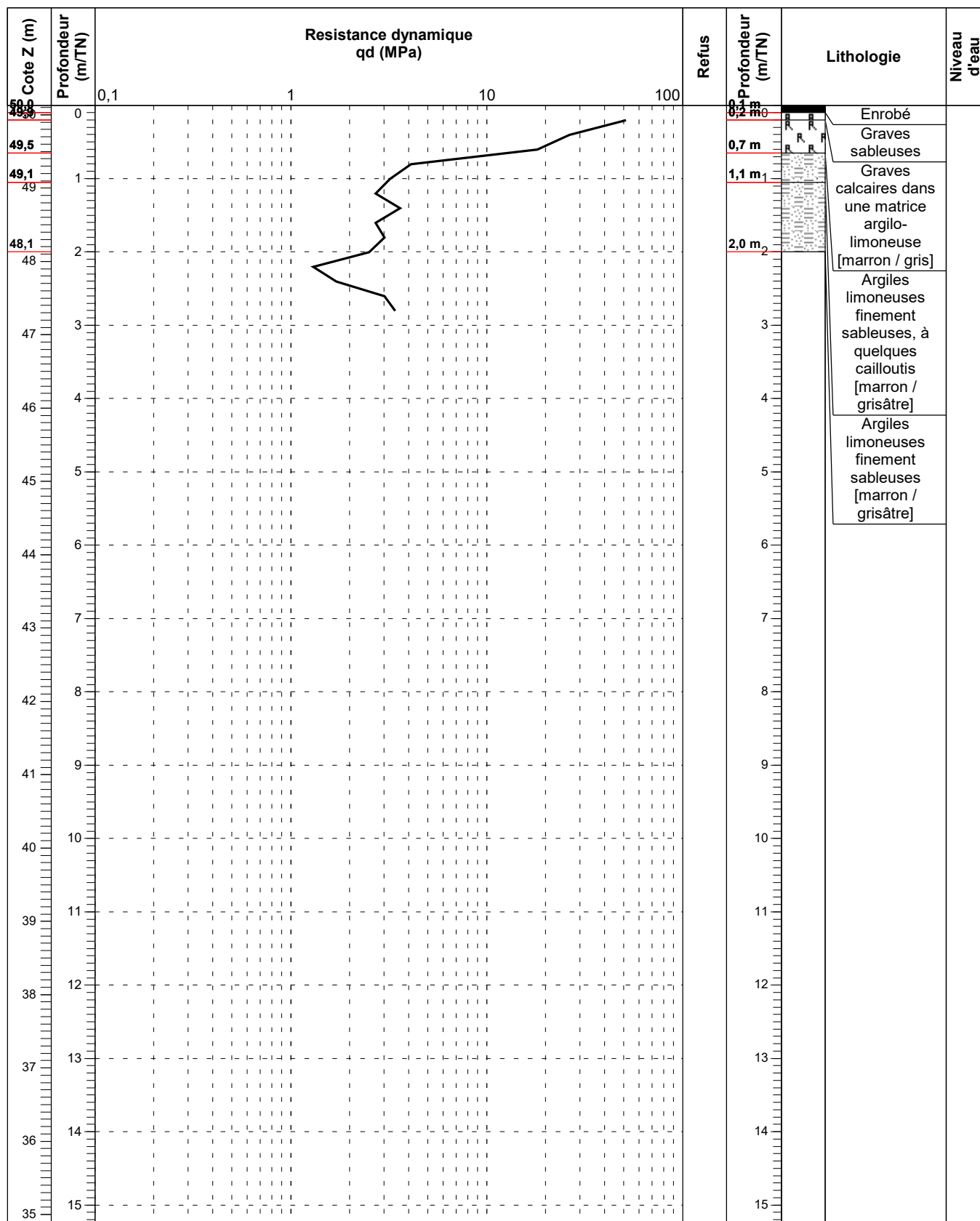
EXGTE 3.20/GTE



	<p>Dossier : 3312773</p> <p>Client : ESID DE BORDEAUX</p> <p>Etude : Construction d'un magasin de munition</p>	<p>Site : 48^e RT d'AGEN – Avenue Jean Jaures 47000 AGEN</p> <p>Date : 04/06/2025</p> <p>Sondage : SC11</p>
---	---	--

Prof. sup. (m/TA)	<p align="center"><u>PHOTOGRAPHIES - ECHANTILLONNAGES</u></p>	Prof. inf. (m/TA)
0,0		1,0
1,0		2,0

Observations :





Construction d'un magasin de munition
48e RT d'AGEN - Avenue Jean Jaures
47000 AGEN

DOSSIER n° 3312773

Date : 04/06/2025

Cote Z : 50,01 m NGF

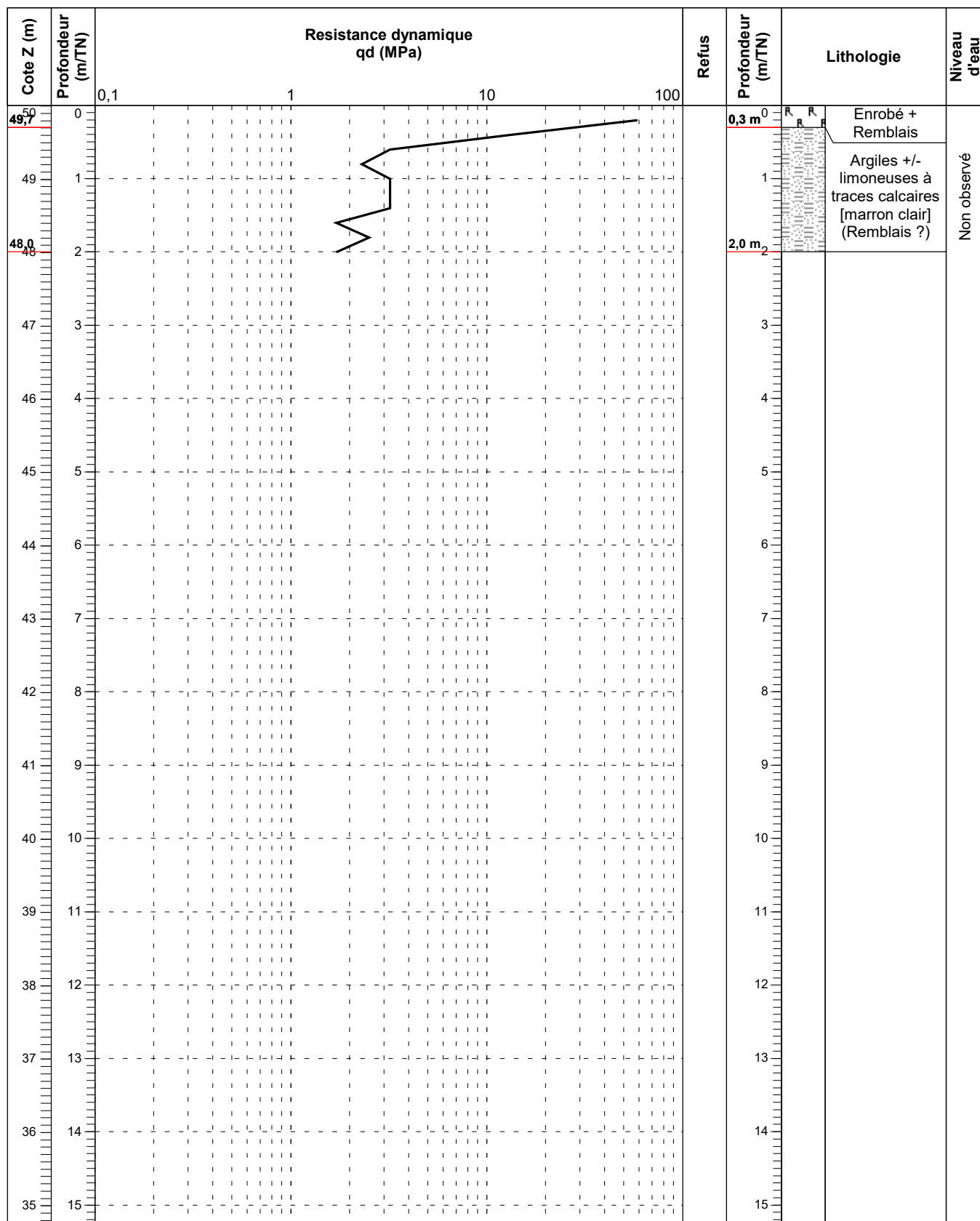
Type : Tarière - Essai au pénétromètre dynamique

Client : ESID BORDEAUX

1/75

Sondage : P12-ST12

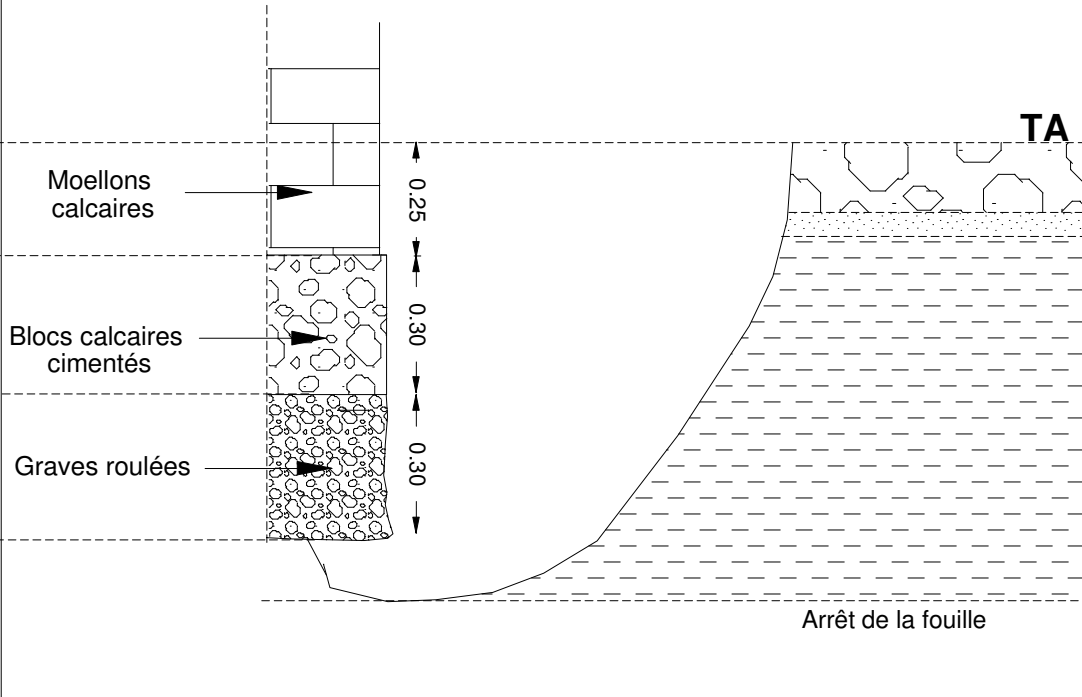
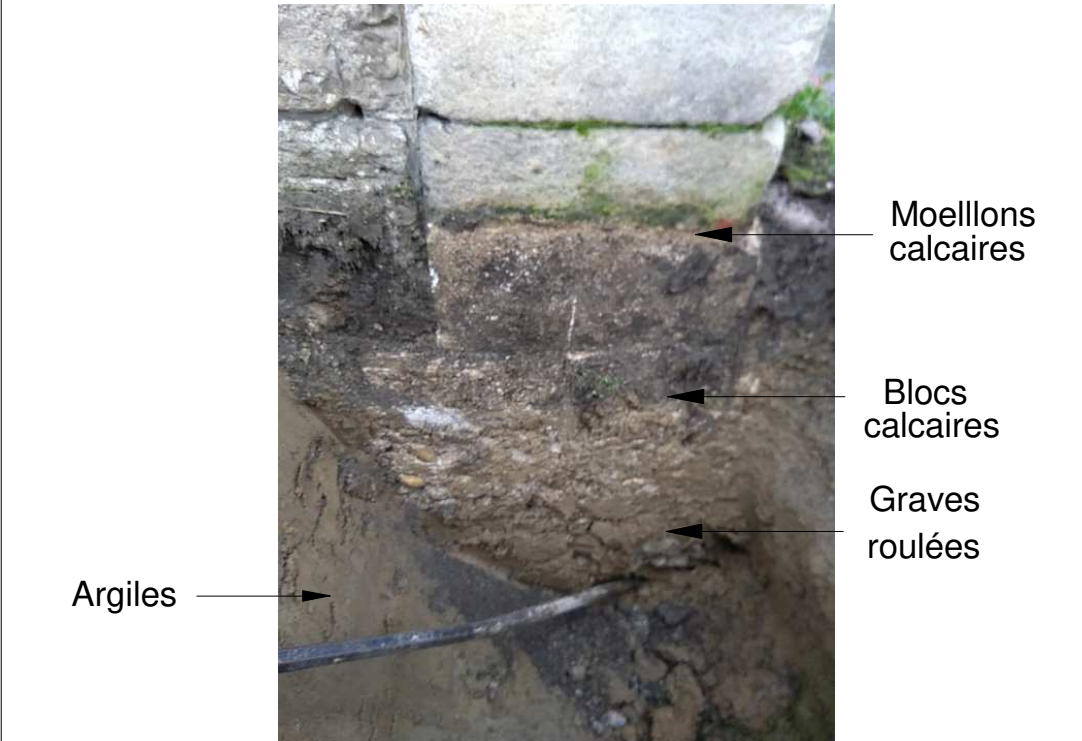
EXGTE 3.20/GTE

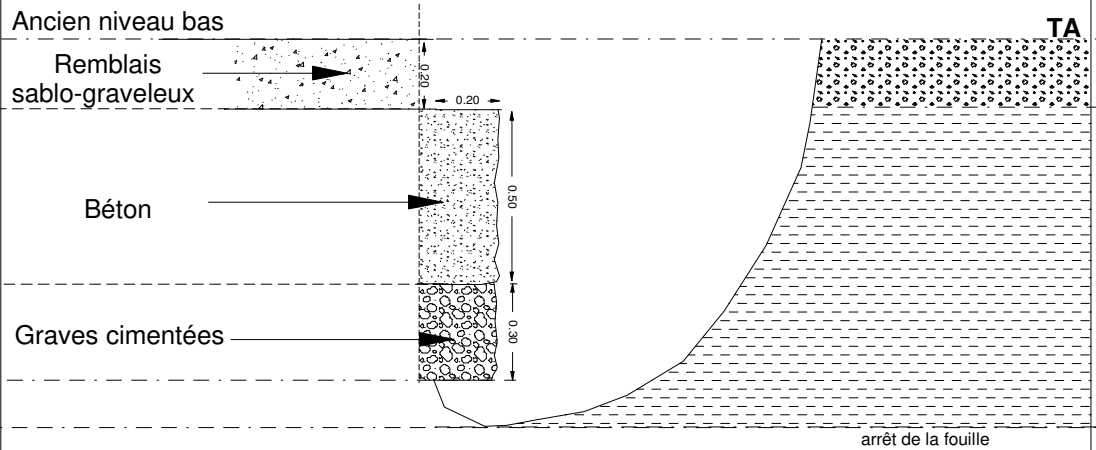



Annexe 4

Coupe des reconnaissances de fondations



FONDATION		VUE EN COUPE DE LA FOUILLE		LITHOLOGIE	
Cote (m NGF)	Prof. (m)			Prof. (m)	Facies
+50,15	0,00			0,00	
+49,90	0,25			0,15	Pavés
				0,20	Sables
+49,60	0,55				Argiles [marron]
+49,30	0,85				
		Arrêt de la fouille		1,00	
PHOTOGRAPHIE					
					

FONDATION		VUE EN COUPE DE LA FOUILLE		LITHOLOGIE	
Cote (m Réf)	Prof. (m)			Prof. (m)	Faciès
+50,17	0,00			0,00	
+49,97	0,20			0,20	Graves calcaires
+49,47	0,70				Argiles [marron]
+49,17	1,00				
				1,20	
		PHOTOGRAPHIE			
					

Annexe 5

Procès-verbaux des analyses en laboratoire



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

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 3308498
Chantier : AGEN (47)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

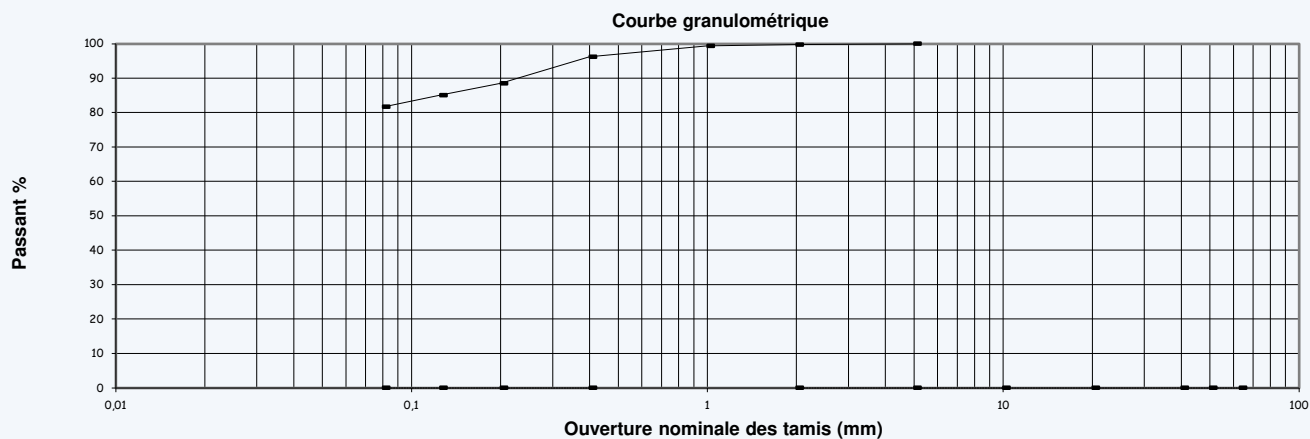
N° identification : 22-SOL0189
Sondage n° : SP1
Profondeur : 0,30-2,80 m
Description : Argile limono-finement
sableuse, marron/gris

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 14-16/02/2022
Date d'analyses : 08/03/2022
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	99,8	99,4	96,2	88,5	85,0	81,7
% passant sur 0/50mm														



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 19,0 %

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

W_L % = 32 **IP =** 15

W_p % = 17 **IC =** 0,8

OBSERVATIONS

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

Classe du matériau

A₂

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

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 3308498
Chantier : AGEN (47)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

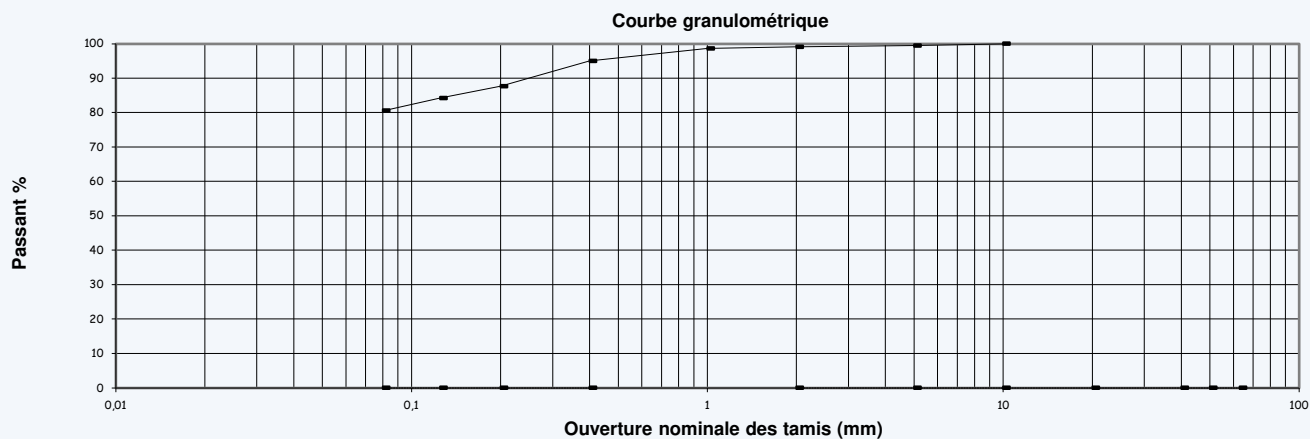
N° identification : 22-SOL0190
Sondage n° : SP2
Profondeur : 0,20-2,80 m
Description : Argile limono-finement
sableuse, marron/gris

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 14-16/02/2022
Date d'analyses : 08/03/2022
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	99,5	99,0	98,6	95,0	87,6	84,2	80,5
% passant sur 0/50mm														



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 19,4 %

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

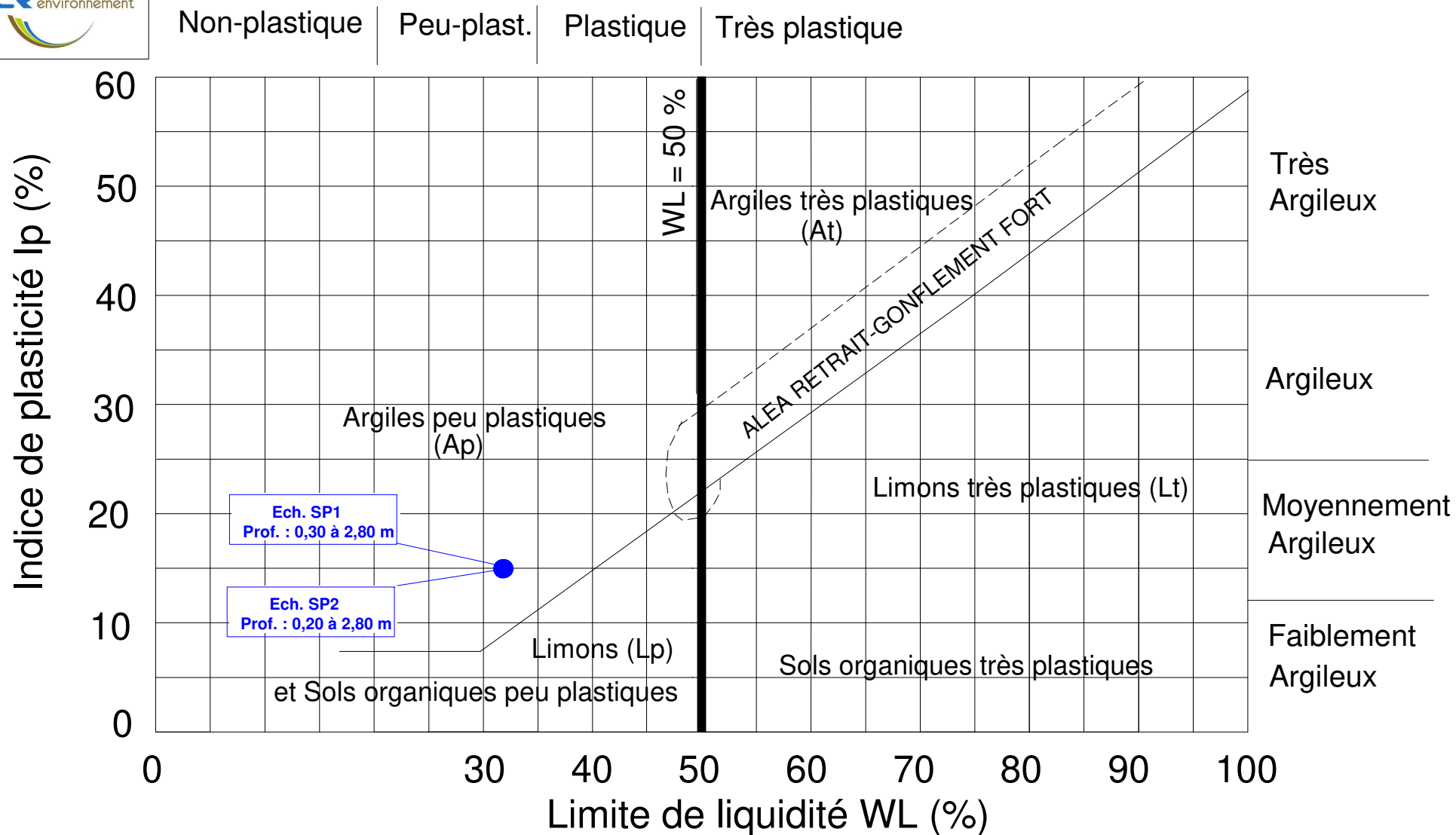
W_L % =	32	IP =	15
W_p % =	17	IC =	0,9

OBSERVATIONS

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

Classe du matériau

A₂



Classification des sols fins sur le diagramme de Casagrande

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

Température étuve : 50°C ☐ 105°C ☒

RÉFÉRENCES

Dossier n°: 3312773
Chantier : AGEN (47)

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON

N° identification : 25-SOL0707
Sondage n° : SC1
Profondeur : 0,20-0,65 m
Description : Remblai (grave calcaire en mélange avec une argile limoneuse marron/gris)

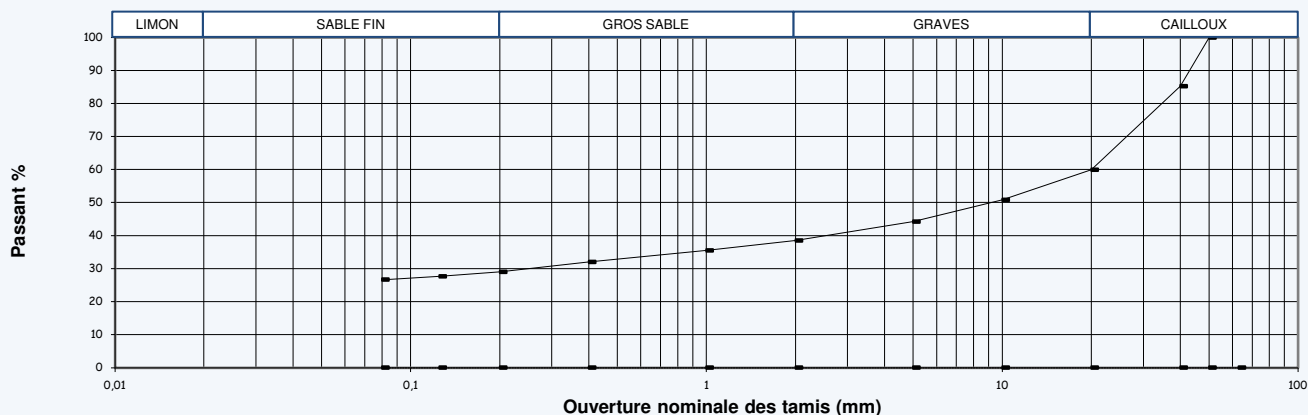
INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date de prélèvement : 04/06/2025
Date d'analyses : 19/06/2025
Mode de prélèvement : Carottage
Mode de conservation : Gaine PVC

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	85,2	59,9	50,9	44,3	38,5	35,5	32,0	29,0	27,6	26,7
% passant sur 0/50mm														

Courbe granulométrique



VALEUR AU BLEU suivant NF P 94-068

VBS = 0,40 g de bleu/100g sol

TENEUR EN EAU suivant NF P 94-050

W_{nat} = 6,3 %

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

W_L % =		IP =	
W_p % =		IC =	

OBSERVATIONS

Représentativité de l'échantillon non garantie en raison de la quantité de matériau analysée

La responsable des essais
B. MECHAUSIER

Classe du matériau

B₅

ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST**Monsieur Pierre BECHARD**

parc d'activités du courneau

5, rue du pré meunier

33610 CANEJAN

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E101581

Version du : 01/06/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Date de réception technique : 14/05/2022

Première date de réception physique : 14/05/2022

Référence Dossier : N° Projet : 3308498 - AGEN

Nom Projet : AGEN

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Référence Commande : 3310938

Coordinateur de Projets Clients : Aurélie RODERMANN / AurelieRODERMANN@eurofins.com / +336 0869 7405

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Eau souterraine (ESO)	PZ

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E101581

Version du : 01/06/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Date de réception technique : 14/05/2022

Première date de réception physique : 14/05/2022

Référence Dossier : N° Projet : 3308498 - AGEN

Nom Projet : AGEN

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Référence Commande : 3310938

N° Echantillon

001

Référence client :

PZ

Matrice :

ESO

Date de prélèvement :

12/05/2022

Date de début d'analyse :

14/05/2022

Température de l'air de l'enceinte :

15.4°C

Préparation Physico-Chimique

 LS025 : **Filtration 0.45 µm**

Effectuée

Analyses immédiates

 LS001 : **Mesure du pH**

pH ▲ # 7.5

Température de mesure du pH °C 20.9

 LS020 : **Titre Alcalimétrique** °F * 25.1

Complet (TAC)

 JI020 : **Titre Alcalimétrique** ° f * 26.3

Complet (TAC)

 LS028 : **Anhydride carbonique** mg/l 0.00

(CO2) agressif

Indices de pollution

 LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)**

Nitrates mg NO3/l ▲ # 12.7

Azote nitrique mg N-NO3/l ▲ # 2.87

 LS02I : **Chlorures (Cl)** mg/l * 12.7

 LS02R : **Ammonium** mg NH4/l ▲ # <0.05

 LS02Z : **Sulfates (SO4)** mg/l * 24.8

 LSRDB : **Classe d'agressivité** <XA1

selon NF EN 206

Métaux

 LS206 : **Magnésium (Mg)** mg/l * 7.34

dissous

 LS204 : **Calcium (Ca) dissous** mg/l * 110

 LS207 : **Potassium (K) dissous** mg/l * 2.42

 LS208 : **Sodium (Na) dissous** mg/l * 13.5

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E101581

Version du : 01/06/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Date de réception technique : 14/05/2022

Première date de réception physique : 14/05/2022

Référence Dossier : N° Projet : 3308498 - AGEN

Nom Projet : AGEN

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Référence Commande : 3310938

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
La conformité relative à la température relevée pendant le transport des échantillons n'est pas remplie.	(001)	PZ
L'accréditation a été retirée pour l'analyse identifiée par le symbole ▲. Par conséquent, celle-ci n'est ni présumée conforme au référentiel d'accréditation ni couverte par les accords de reconnaissance internationaux.	(001)	PZ
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(001)	PZ
Spectrophotométrie visible automatisée : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(001)	PZ


Gilles Lacroix

Chef d'Equipe Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation. L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E101581

Version du : 01/06/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Date de réception technique : 14/05/2022

Première date de réception physique : 14/05/2022

Référence Dossier : N° Projet : 3308498 - AGEN

Nom Projet : AGEN

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Référence Commande : 3310938

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :22E101581

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Emetteur : Monsieur Pierre BECHARD

Commande EOL : 006-10514-875253

 Nom projet : N° Projet : 3308498 - AGEN
 AGEN

Référence commande : 3310938

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	50%	° f	
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	50%	° f	
LS001	Mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523				
	pH				°C	
	Température de mesure du pH					
LS020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Volumétrie - NF EN ISO 9963-1	2	30%	°F	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne				
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul			mg/l	
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	1	30%	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1				
	Nitrates		1	35%	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	35%	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	0.05	22%	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	5	20%	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	30%	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	30%	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	40%	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	35%	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul				

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 22E101581

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-125946-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-875253

Nom projet : N° Projet : 3308498 - AGEN
AGEN

Référence commande : 3310938

Nom Commande : 3308498 - AGEN

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	PZ	12/05/2022 17:14:00	14/05/2022	14/05/2022	P01FV9091	100mL PE
001	PZ	12/05/2022 17:14:00	14/05/2022	14/05/2022	P01FV9351	100mL PE
001	PZ	12/05/2022 17:14:00	14/05/2022	14/05/2022	P02FS4437	120mL PE
001	PZ	12/05/2022 17:14:00	14/05/2022	14/05/2022	P04849618	250mL PE
001	PZ	12/05/2022 17:14:00	14/05/2022	14/05/2022	V020362383	250mL verre

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe 6

Résultats des essais d'infiltration



● Affaire :

● Essai :

K1



N° Chrono : 3308498
 Etude : Construction d'un magasin de munitions
 Adresse : 48e RT d'AGEN - Avenue Jean Jaurès - 47000 AGEN
 Client : E.S.I.D. de Bordeaux
 Date : 16/02/2022

Agence : BORDEAUX
 Opérateur (s) : JR

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies :

De	à	Horizons :
0,00 m	0,60 m	Remblais sableux à débris de briques
0,60 m	1,50 m	Argiles [marron]

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai : **1,50 m**
 Diamètre du trou : **0,11 m**
 Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,27 m**

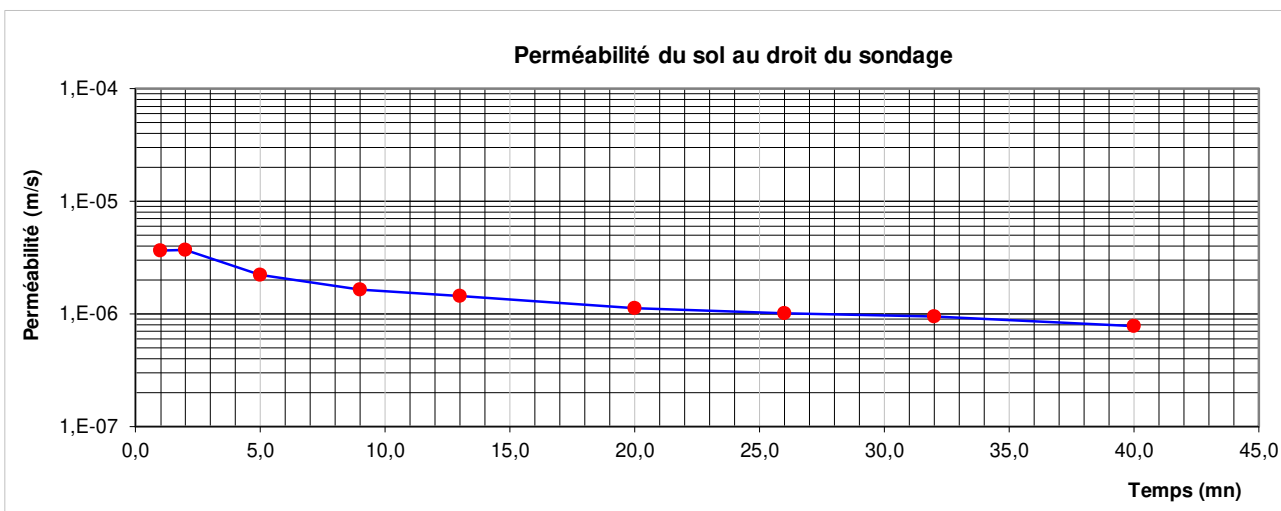


● Suivi :

Temps (min)	0,0	1,0	2,0	5,0	9,0
H / Repère (cm)	0,00	1	2,00	3,00	4,00
K (m/s)	-	3,7E-06	3,7E-06	2,2E-06	1,7E-06

Temps (min)	13,0	20,0	26,0	32,0	40,0
H / Repère (cm)	5,00	6,00	7,00	8,00	8,20
K (m/s)	1,4E-06	1,1E-06	1,0E-06	9,4E-07	7,7E-07

● Courbe caractéristique et dispositif :



● Résultats :

K ≈	8,6E-07	m/s
K ≈	3	mm/h

● Affaire :

● Essai :

K2



N° Chrono : 3308498
 Etude : Construction d'un magasin de munitions
 Adresse : 48e RT d'AGEN - Avenue Jean Jaurès - 47000 AGEN
 Client : E.S.I.D. de Bordeaux
 Date : 16/02/2022

Agence : BORDEAUX
 Opérateur (s) : JR

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies :

De	à	Horizons :
0,00 m	0,20 m	Pavés et sables
0,20 m	1,50 m	Argiles légèrement limoneuses [marron]

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai : **1,50 m**
 Diamètre du trou : **0,11 m**
 Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,30 m**

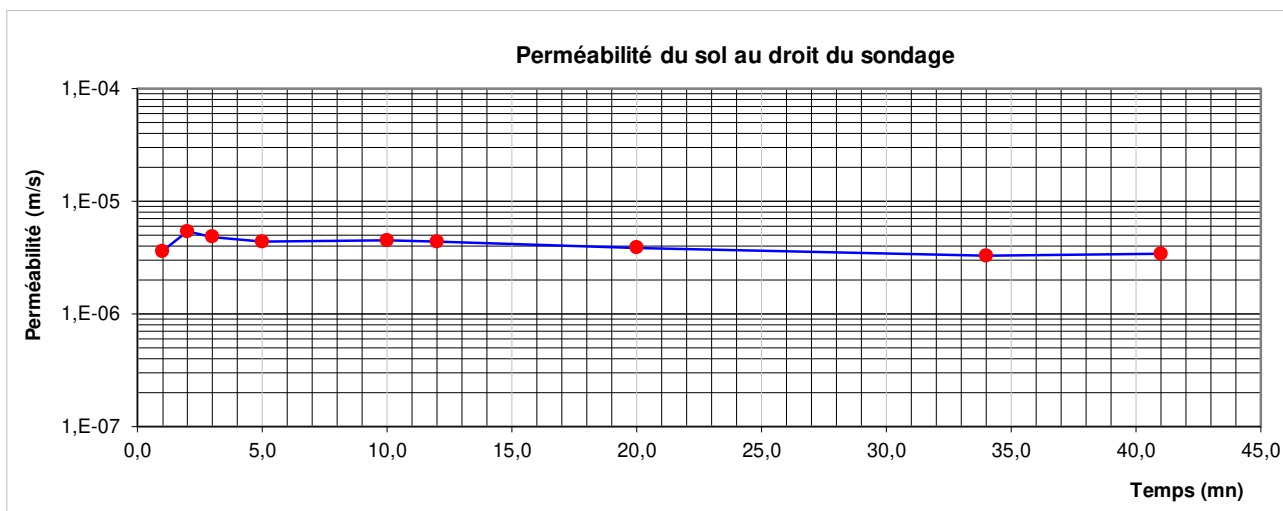


● Suivi :

Temps (min)	0,0	1,0	2,0	3,0	5,0
H / Repère (cm)	0,00	1,00	3,00	4,00	6,00
K (m/s)	-	3,6E-06	5,4E-06	4,8E-06	4,4E-06

Temps (min)	10,0	12,0	20,0	34,0	41,0
H / Repère (cm)	12,00	14,00	20,00	28,00	34,00
K (m/s)	4,5E-06	4,4E-06	3,9E-06	3,3E-06	3,4E-06

● Courbe caractéristique et dispositif :



● Résultats :

K ≈	3,4E-06	m/s
K ≈	12	mm/h

Annexe 7

Feuilles de calculs



Données

Titre du projet : Fondations magasin de munitions

Numéro d'affaire : 3312773

Commentaires : Micropieux type III - MIGU

Titre du calcul : Micropieux Type III - MIGU (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 50,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Recouvrement - MT		Sables, graves	49,50	0,01	0,01	1,10	1,540
2	Argiles+/- limoneuses - MT		Argile, limons	47,00	350,00	0,01	1,15	2,200
3	Argiles sablo-grav / Grav.		Sols intermédiaires, tendance sableuse	42,00	650,00	104,45	1,10	1,540
4	Graves argilo-sableuses		Sols intermédiaires, tendance sableuse	35,00	3900,00	200,00	1,10	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 15,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 08/07/2025 - 19:14:04
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : 3312773 - AGEN - Magasin de munitions
Module : Fondprof (Cas 1/1)
Titre du calcul : Micropieux Type III - MIGU

File : C:\Users\yraoul\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\13020\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 08/07/2025 à 19h12
par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 50.000

Section du pieu : 0.031
Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	49.50	0.0	0.01	1.00	1.10	1.54
02	47.00	350.0	0.01	1.00	1.15	2.20
03	42.00	650.0	104.45	1.00	1.10	1.54
04	35.00	3900.0	200.00	1.00	1.10	1.54

Pas du calcul : 0.50

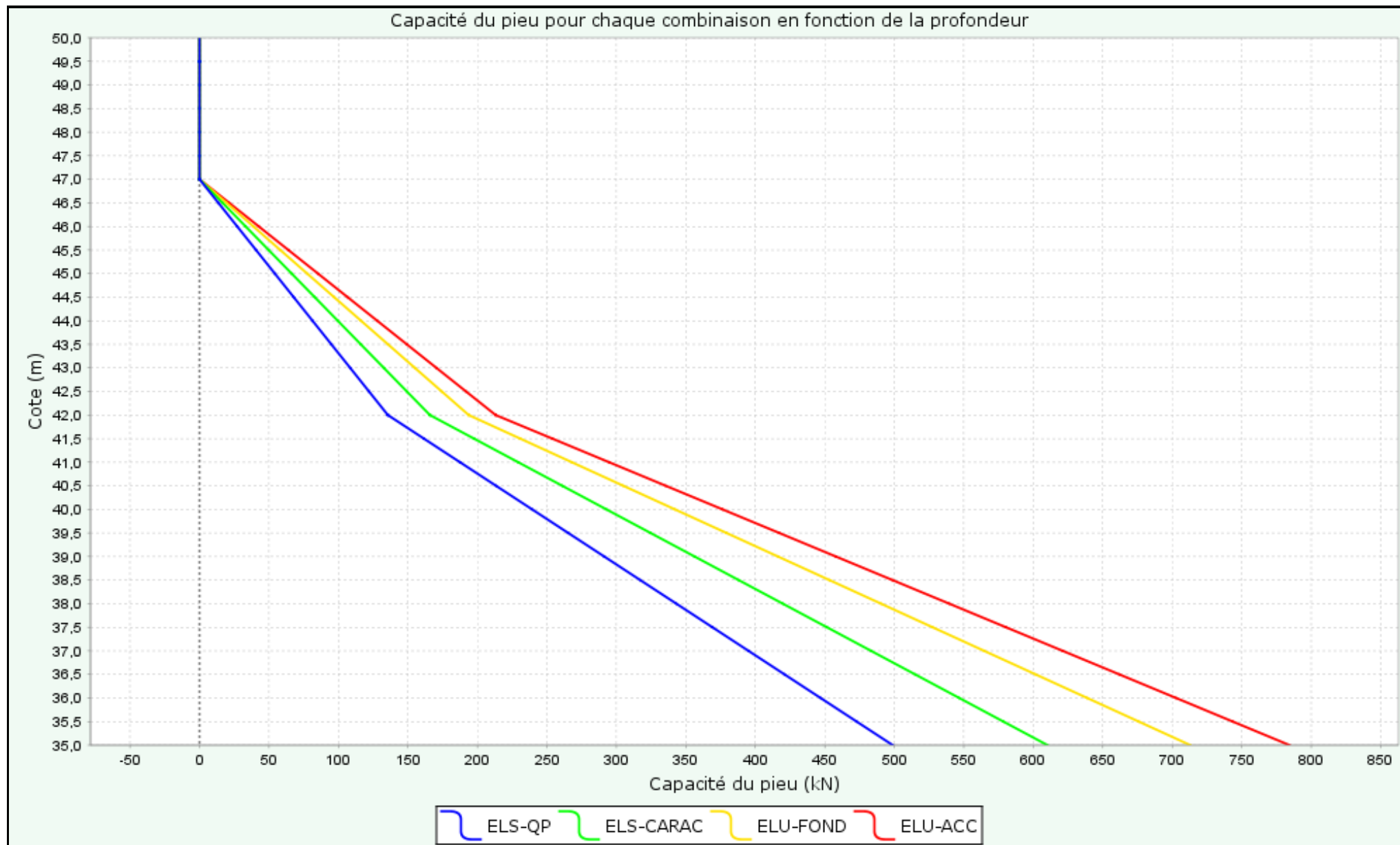
SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 15.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	50.00	0.01	233.3	1.000	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	49.50	0.01	262.5	1.000	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	49.50	0.01	262.5	1.000	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	49.50	0.01	350.0	1.000	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	49.00	0.01	350.0	1.075	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0
02	48.50	0.01	350.0	1.150	0.0	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0
02	48.00	0.01	425.0	1.150	0.0	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.50	0.01	500.0	1.150	0.0	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.00	0.01	575.0	1.150	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.00	0.01	575.0	1.150	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0
03	47.00	104.45	650.0	1.100	0.0	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0
03	46.50	104.45	650.0	1.100	32.8	22.5	13.6	16.6	19.4	21.3
03	46.00	104.45	650.0	1.100	65.6	22.5	27.1	33.2	38.7	42.6
03	45.50	104.45	650.0	1.100	98.5	22.5	40.7	49.7	58.1	63.9
03	45.00	104.45	650.0	1.100	131.3	22.5	54.2	66.3	77.5	85.2
03	44.50	104.45	650.0	1.100	164.1	22.5	67.8	82.9	96.9	106.5
03	44.00	104.45	650.0	1.100	196.9	22.5	81.3	99.5	116.2	127.9
03	43.50	104.45	650.0	1.100	229.7	22.5	94.9	116.0	135.6	149.2
03	43.00	104.45	1462.5	1.089	262.5	50.0	108.4	132.6	155.0	170.5
03	42.50	104.45	2275.0	1.057	295.3	75.6	122.0	149.2	174.3	191.8
03	42.00	104.45	3087.5	1.042	328.2	101.1	135.5	165.8	193.7	213.1

03	42.00	104.45	3087.5	1.042	328.2	101.1	135.5	165.8	193.7	213.1
04	42.00	200.00	3900.0	1.033	328.2	126.6	135.5	165.8	193.7	213.1
04	41.50	200.00	3900.0	1.075	391.0	131.7	161.5	197.5	230.8	253.9
04	41.00	200.00	3900.0	1.100	453.8	134.8	187.4	229.3	267.9	294.7
04	40.50	200.00	3900.0	1.100	516.7	134.8	213.4	261.0	305.0	335.5
04	40.00	200.00	3900.0	1.100	579.5	134.8	239.3	292.8	342.0	376.3
04	39.50	200.00	3900.0	1.100	642.3	134.8	265.3	324.5	379.1	417.1
04	39.00	200.00	3900.0	1.100	705.1	134.8	291.2	356.2	416.2	457.9
04	38.50	200.00	3900.0	1.100	768.0	134.8	317.2	388.0	453.3	498.7
04	38.00	200.00	3900.0	1.100	830.8	134.8	343.1	419.7	490.4	539.5
04	37.50	200.00	3900.0	1.100	893.6	134.8	369.1	451.5	527.5	580.3
04	37.00	200.00	3900.0	1.100	956.5	134.8	395.0	483.2	564.6	621.1
04	36.50	200.00	3900.0	1.100	1019.3	134.8	421.0	514.9	601.7	661.9
04	36.00	200.00	3900.0	1.100	1082.1	134.8	446.9	546.7	638.7	702.7
04	35.50	200.00	3900.0	1.100	1145.0	134.8	472.9	578.4	675.8	743.5
04	35.00	200.00	3900.0	1.100	1207.8	134.8	498.8	610.2	712.9	784.3

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Fondations magasin de munitions

Numéro d'affaire : 3312773

Commentaires : Micropieux type III - MIGU

Titre du calcul : Micropieux Type III - MIGU (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 50,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Recouvrement - MT		Sables, graves	49,50	0,01	0,01	1,10	1,540
2	Argiles+/- limoneuses - MT		Argile, limons	47,00	350,00	0,01	1,15	2,200
3	Argiles sablo-grav / Grav.		Sols intermédiaires, tendance sableuse	42,00	650,00	104,45	1,10	1,540
4	Graves argilo-sableuses		Sols intermédiaires, tendance sableuse	35,00	3900,00	200,00	1,10	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 15,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 08/07/2025 - 19:16:51
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : 3312773 - AGEN - Magasin de munitions
Module : Fondprof (Cas 1/1)
Titre du calcul : Micropieux Type III - MIGU

File : C:\Users\yraoul\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\13020\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 08/07/2025 à 19h14
par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 50.000

Section du pieu : 0.049
Périmètre : 0.785

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	49.50	0.0	0.01	1.00	1.10	1.54
02	47.00	350.0	0.01	1.00	1.15	2.20
03	42.00	650.0	104.45	1.00	1.10	1.54
04	35.00	3900.0	200.00	1.00	1.10	1.54

Pas du calcul : 0.50

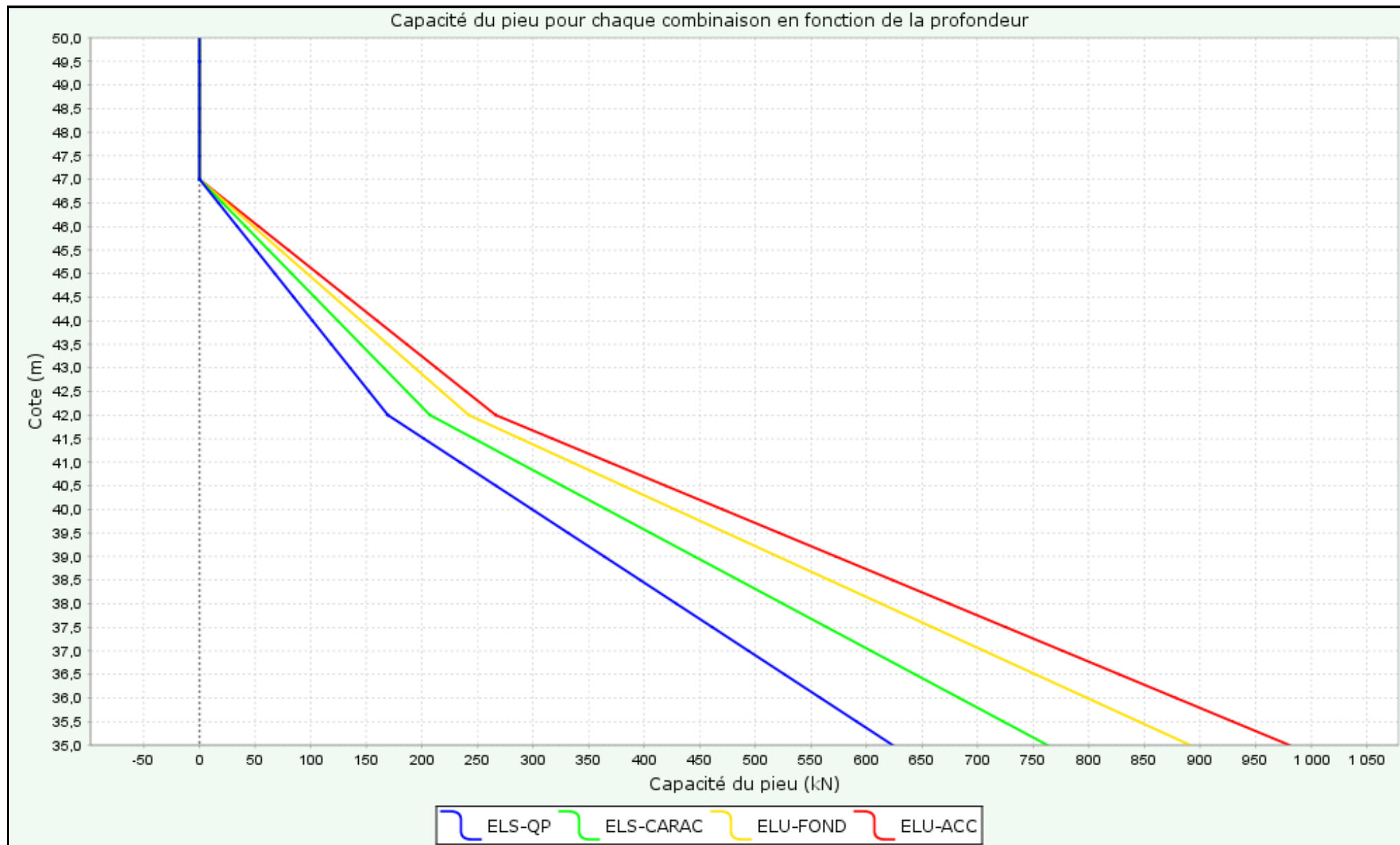
SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 15.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	50.00	0.01	233.3	1.000	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
01	49.50	0.01	262.5	1.000	0.0	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0
01	49.50	0.01	262.5	1.000	0.0	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0
02	49.50	0.01	350.0	1.000	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	49.00	0.01	350.0	1.060	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	48.50	0.01	350.0	1.120	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	48.00	0.01	425.0	1.148	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.50	0.01	500.0	1.150	0.0	28.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.00	0.01	575.0	1.150	0.0	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0
02	47.00	0.01	575.0	1.150	0.0	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0
03	47.00	104.45	650.0	1.100	0.0	35.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	46.50	104.45	650.0	1.100	41.0	35.1	16.9	20.7	24.2	26.6
03	46.00	104.45	650.0	1.100	82.1	35.1	33.9	41.5	48.4	53.3
03	45.50	104.45	650.0	1.100	123.1	35.1	50.8	62.2	72.6	79.9
03	45.00	104.45	650.0	1.100	164.1	35.1	67.8	82.9	96.9	106.6
03	44.50	104.45	650.0	1.100	205.1	35.1	84.7	103.6	121.1	133.2
03	44.00	104.45	650.0	1.100	246.1	35.1	101.6	124.3	145.3	159.8
03	43.50	104.45	650.0	1.100	287.1	35.1	118.6	145.1	169.5	186.5
03	43.00	104.45	1462.5	1.089	328.2	78.2	135.5	165.8	193.7	213.1
03	42.50	104.45	2275.0	1.057	369.2	118.1	152.5	186.5	217.9	239.7
03	42.00	104.45	3087.5	1.042	410.2	157.9	169.4	207.2	242.1	266.4

03	42.00	104.45	3087.5	1.042	410.2	157.9	169.4	207.2	242.1	266.4
04	42.00	200.00	3900.0	1.033	410.2	197.8	169.4	207.2	242.1	266.4
04	41.50	200.00	3900.0	1.067	488.7	204.2	201.8	246.9	288.5	317.4
04	41.00	200.00	3900.0	1.100	567.3	210.6	234.3	286.6	334.8	368.4
04	40.50	200.00	3900.0	1.100	645.8	210.6	266.7	326.3	381.2	419.4
04	40.00	200.00	3900.0	1.100	724.4	210.6	299.1	365.9	427.6	470.4
04	39.50	200.00	3900.0	1.100	802.9	210.6	331.6	405.6	473.9	521.4
04	39.00	200.00	3900.0	1.100	881.4	210.6	364.0	445.3	520.3	572.4
04	38.50	200.00	3900.0	1.100	960.0	210.6	396.5	485.0	566.6	623.4
04	38.00	200.00	3900.0	1.100	1038.5	210.6	428.9	524.7	613.0	674.4
04	37.50	200.00	3900.0	1.100	1117.1	210.6	461.3	564.3	659.3	725.4
04	37.00	200.00	3900.0	1.100	1195.6	210.6	493.8	604.0	705.7	776.4
04	36.50	200.00	3900.0	1.100	1274.1	210.6	526.2	643.7	752.1	827.4
04	36.00	200.00	3900.0	1.100	1352.7	210.6	558.6	683.4	798.4	878.4
04	35.50	200.00	3900.0	1.100	1431.2	210.6	591.1	723.0	844.8	929.4
04	35.00	200.00	3900.0	1.100	1509.8	210.6	623.5	762.7	891.1	980.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Annexe 8

Missions géotechniques



NF P 94-500 (version 30 Novembre 2013)

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

NF P 94-500 (version 30 Novembre 2013)
Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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).
<p>ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). - Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO). <p>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. - Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).