

HYDROGEOTECHNIQUE EST

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE
APPLIQUÉE AUX BÂTIMENTS, GÉNIE-CIVIL, INFRASTRUCTURES ET À L'ENVIRONNEMENT
SONDAGES – ESSAIS DE SOLS IN SITU ET EN LABORATOIRE

CCI MARNE EN CHAMPAGNE / TPF ingénierie

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

LA VEUVE (51)

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Missions G1 (ES + PGC) et G2 (AVP)

Dossier n°	Indice	Date	Rédigé par :	Vérifié par :	Approuvé par :
C.19.23020	A	28 mai 2019	Julian RÉBY	Jean-Michel CUINET	Jean-Michel CUINET

Dossier n°	Indice	Date	Observations
C.19.23020	A	28 mai 2019	Diffusion initiale

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable

SOMMAIRE

1.INTRODUCTION.....	4
1.1.MISSIONS.....	4
1.2.RÉFÉRENTIELS.....	6
1.3.DESCRPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION.....	7
2.ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE MISSION G1 – PHASE ES	13
2.1.DESCRPTION DU SITE.....	13
2.2.APPROCHE DE L'HISTORIQUE DU SITE.....	15
2.3.CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	17
2.4.CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	18
2.5.RISQUES NATURELS.....	19
2.5.1.Remontées de nappes.....	20
2.5.2.Risque inondation.....	21
2.5.3.Les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux.....	21
2.5.4.Base de données des cavités souterraines.....	22
2.5.5.Risque de glissement de terrain.....	22
2.5.6.Potentiel Radon.....	22
2.6.RISQUE MINIER.....	23
2.7.SISMICITÉ.....	23
2.8.BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE.....	25
2.9.VESTIGES MILITAIRES ET OBJETS PYROTECHNIQUES.....	26
3.PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE.....	27
3.1.PROGRAMME SPÉCIFIQUE.....	27
3.2.IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE.....	28
4.RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION MISSIONS G1-PGC ET G2-AVP.....	29
4.1.LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES.....	29
4.2.CONDITIONS DE TERRASSEMENT.....	34
4.3.HYDROGÉOLOGIE.....	34
4.4.CONDITION SISMIQUE.....	36
5.SYNTÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSIONS G1/G2-AVP.....	37
5.1.SYNTÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES.....	37
5.2.ALÉAS.....	39
5.2.1.La géologie.....	39
5.2.2.La nature des matériaux.....	39
5.2.3.L'hydrogéologie.....	39
5.2.4.L'environnement et l'historique du site.....	40
6.PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION – MISSION G2-AVP.....	41
7.PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS POUR LE RÉSERVOIR ET LOCAL TECHNIQUE - MISSION G2-AVP.....	42
7.1.GÉNÉRALITÉS SUR LES TRAVAUX ENVISAGÉS.....	42

7.2.TERRASSEMENTS.....	42
7.3.STABILITÉ DES TALUS DE DÉBLAIS PROVISOIRES.....	43
7.4.REMBLAIEMENTS PÉRIPHÉRIQUES.....	44
7.5.DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE.....	46
8.ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DE FONDATION PAR RADIER – MISSION G2-AVP.....	48
8.1.PRINCIPE.....	48
8.2.NIVEAU D'ASSISE.....	48
8.3.RÉSISTANCE ULTIME.....	48
8.4.TASSEMENTS.....	49
8.5.MODULE DE RÉACTION EN GRAND K_v	49
8.6.SUJÉTIONS D'EXÉCUTIONS.....	50
9.ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES ÉPAISSEURS DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES – MISSION G2 PHASE AVP.....	52
9.1.GÉNÉRALITÉS.....	52
9.2.PRÉPARATION DES ARASES.....	53
9.3.COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES.....	54
10.DISPOSITIONS GÉNÉRALES LIÉES À LA POSE DES RÉSEAUX ENTERRÉS – MISSION G2-AVP.....	57
10.1.GÉNÉRALITÉS.....	57
10.2.DISPOSITIONS VIS-À-VIS DES OUVRAGES EXISTANTS.....	57
10.3.REMBLAIEMENT DES TRANCHÉES.....	58
10.3.1.Coupe type d'une tranchée.....	58
10.3.2.Objectif de densification.....	58
10.3.3.Rappel des cas types.....	59
10.3.4.Rappel des matériaux utilisables en q_3 (Guide Technique LCPC – SETRA).....	63
10.3.5.Rappel des matériaux utilisables en q_4 (Guide Technique LCPC – SETRA), partie inférieure de remblai.....	64
11.ÉTUDE DES ÉLÉMENTS GÉOTECHNIQUES LIÉS À LA POSE DES RÉSEAUX ENTERRÉS – MISSION G2-AVP.....	66
11.1.CONDITIONS GÉNÉRALES DE TERRASSEMENT.....	66
11.2.SOUTÈNEMENTS DES PAROIS DES TRANCHÉES.....	67
11.3.DRESSAGE DES FONDS DE FOUILLE – ZONE DE POSE - ENROBAGE.....	67
11.4.RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE.....	67
11.4.1.Partie inférieure de remblai – q_4	68
11.4.2.Partie supérieure de remblai – q_3	69
11.5.MATÉRIEL DE COMPACTAGE.....	69
11.6.MATÉRIEL DE CONTRÔLE DE COMPACTAGE.....	70
12.POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2-PHASE PRO...71	
ANNEXES.....	73

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la **CCI MARNE EN CHAMPAGNE**, l'**Agence CHAMPAGNE ARDENNE du Bureau d'Études HYDROGÉOTECHNIQUE EST** a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à la construction d'un **réservoir de stockage et d'un local technique** au sein de la ZAC de **LA VEUVE** (Marne).

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

✓ ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)

- **ES : Phase étude de site,**
- **PGC : Phase principes généraux de construction,**

✓ ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)

- **AVP : Phase avant projet,**
- **PRO : Phase projet,**
- **DCE / ACT**

✓ ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation

- **Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**
 - x Phase étude,
 - x Phase suivi.
- **Supervision géotechnique d'exécution (G4)**
 - x Phase étude,
 - x Phase suivi.

✓ Étude d'éléments spécifiques géotechniques

- **Diagnostic géotechnique (G5).**

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

L'étude géotechnique conduite sur le terrain, ainsi que le présent rapport correspondent à l'enchaînement des **missions G1 et G2-Phase AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu, et le schéma d'enchaînement de ces missions. Cette étude a été menée conformément à notre proposition technique et financière N° D.19.23059 datée du 25/02/2019 acceptée par votre commande du 01/03/2019.

Ce rapport a été rédigé par **Julian RÉBY**, Ingénieur Géotechnicien (Master Professionnel de Géologie de l'Aménagement de l'université de Clermont-Ferrand) et approuvé par **Jean-Michel CUINET**, Ingénieur Géologue Géotechnicien Expert (DESS de Géologie Appliquée de l'Université de Besançon).

Les objectifs de cette étude sont :

- l'analyse des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols au droit du projet,
- la présentation des principes généraux de construction des ouvrages géotechniques, à savoir :
 - ◆ les fondations envisageables au droit des ouvrages projetés,
 - ◆ la nature et les épaisseurs des matériaux constitutifs de la plateforme et des voiries,
 - ◆ les points principaux relatifs au drainage des ouvrages,
- la justification de quelques ébauches dimensionnelles des ouvrages principaux suivant les règles, normes AFNOR ou fascicules,
- l'examen de quelques exemples types de fondation en précisant les encastresments et les portances.

Notre mission de type G1 et G2-Phase AVP s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2-PRO et DCE/ACT, G4.

Ponctuellement une mission G5 à définir par la Maîtrise d'œuvre du projet pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

Le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges sont exclus.

Notre mission ne comprend, par ailleurs, pas l'étude des systèmes d'assainissement, ni les dispositifs d'infiltration des eaux pluviales.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF-EN-1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF-EN-1997-1 (juin 2005) et NF-EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF-EN-1998-5 (septembre 2005),
- Arrêtés du 22 octobre 2010 et du 19 juillet 2011 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,
- NFP 94-261 – Calcul géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013),
- DTU 13.3 – Conception, calcul et exécution des dallages (mars 2005),
- DTU 20.1 – Ouvrages en maçonneries de petits éléments : parois et murs (octobre 1994),
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.

Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis :

Document	Référence / Date	Échelle / Nombre de pages	Émetteur	Date de réception
Cahier des charges des études géotechniques rédigé par TPFi	180098 GEO-CCP / 31 janvier 2019	- / 9 pages	CCI MARNE en CHAMPAGNE	07 février 2019 par courriel
Plan réseaux existants	IT170053 – G01 / 19 février 2019	1/1000 ^{ème} / 1 page	TPF ingénierie	15 mars 2019 par courriel
Projet défense incendie Réseaux	IT170053 – G02 / 19 février 2019	1/1000 ^{ème} / 1 page		
Projet défense incendie Schéma de fonctionnement	IT170053 – G03 / 19 février 2019	- / 1 page		
Projet défense incendie Réservoir	IT170053 – G04 / 19 février 2019	1/50 ^{ème} / 1 page		
Projet défense incendie Isométrie	IT170053 – G05 / 19 février 2019	- / 1 page		
Plan topographique rattaché au NGF et dressé par la SELARL Oliver VANNIER	2664 / Mars 2019	1/500 ^{ème} / format .dwg	TPF ingénierie	09 mai 2019 par courriel

1.3. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Dans le cadre de la mise en conformité du réseau de distribution d'AEP de la ZAC de LA VEUVE, il est prévu la construction d'un réservoir de stockage d'eau semi-enterré de 500 m³ et d'un local technique attenant.

Les caractéristiques du réservoir projeté sont présentées ci-après :

Capacité de stockage totale	500 m ³
Nombre de cuve	1
Diamètre intérieur	12 m
Diamètre extérieur	12.40 m
Hauteur de stockage utile	4.5 m
Hauteur totale	5.0 m
Hauteur enterrée	2.5 m
Cote radier cuve	113 m NGF

Compte tenu de la topographie au droit de cette partie du projet (cotes NGF variant de 118.20 à 117.50), les terrassements seront réalisés en déblais pouvant atteindre 5.5 m de hauteur environ.

Un remblai périphérique d'environ 2.0 m de hauteur serait mis en œuvre autour de la partie hors sol du réservoir.

Les caractéristiques du local technique (pompes) projeté sont présentées ci-après :

Emprise au sol	70 m ²
Hauteur totale	5.5 m
Hauteur enterrée	3.0 m

Les descentes de charges appliquées aux fondations ne nous ont pas été communiquées. Pour le réservoir, par hypothèses, en prenant $\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ pour la masse volumique de l'eau, les charges appliquées aux fondations seraient de l'ordre de 45 kPa, hors poids propre de l'ouvrage.

Il est également projeté la création d'une voirie de desserte pour véhicules légers d'environ 185 ml, et la pose de réseaux enterrés :

- adduction : PVC Ø200 mm,
- distribution : PEHD Ø200 mm,
- vidange trop plein : PVC Ø200 mm, pente de 0.5 %
- téléphone : 2xTPC Ø63 mm,
- électricité : 2xTPC Ø160 mm.

La profondeur de pose des réseaux n'est pas connue. La voirie de desserte serait a priori créée en profil rasant.

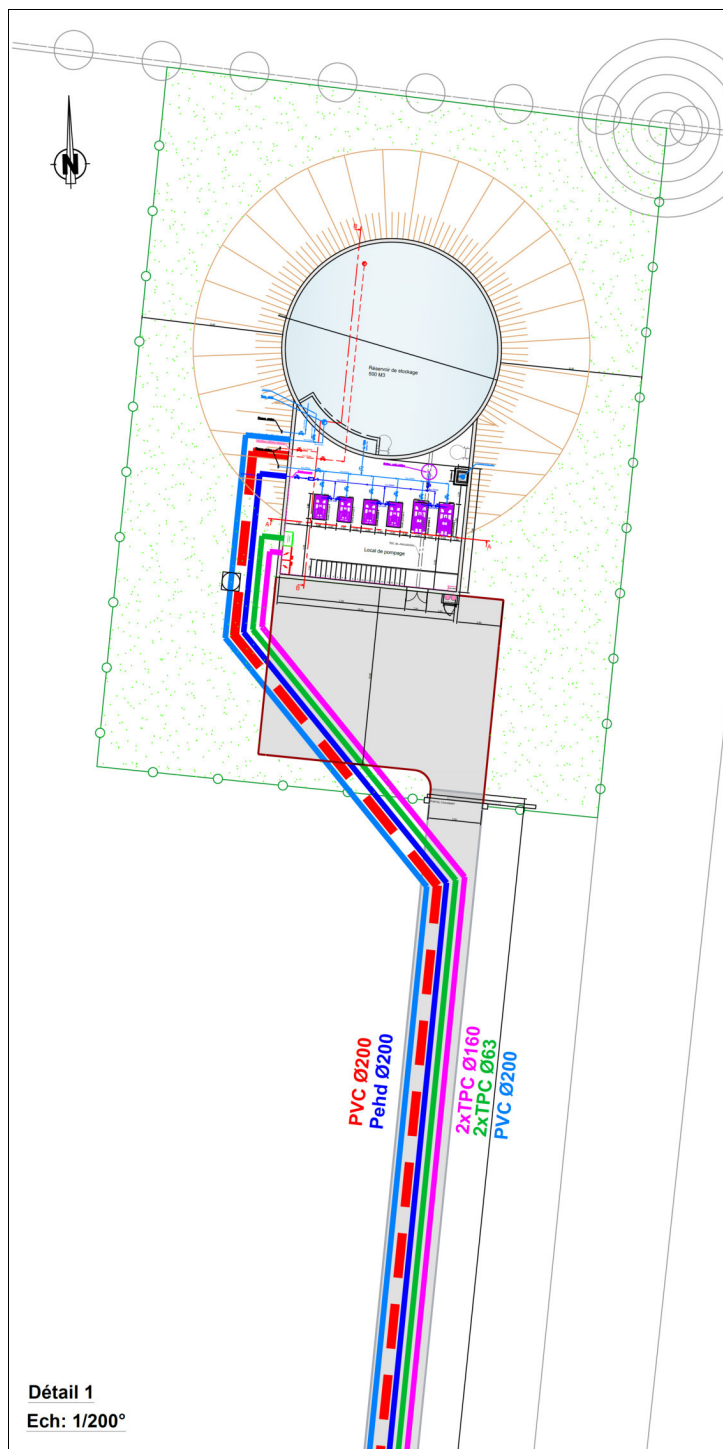
Les ouvrages projetés ne seront pas mitoyens de bâtiments existants.

En première approche, l'ouvrage projeté serait classé en **catégorie géotechnique 2** :

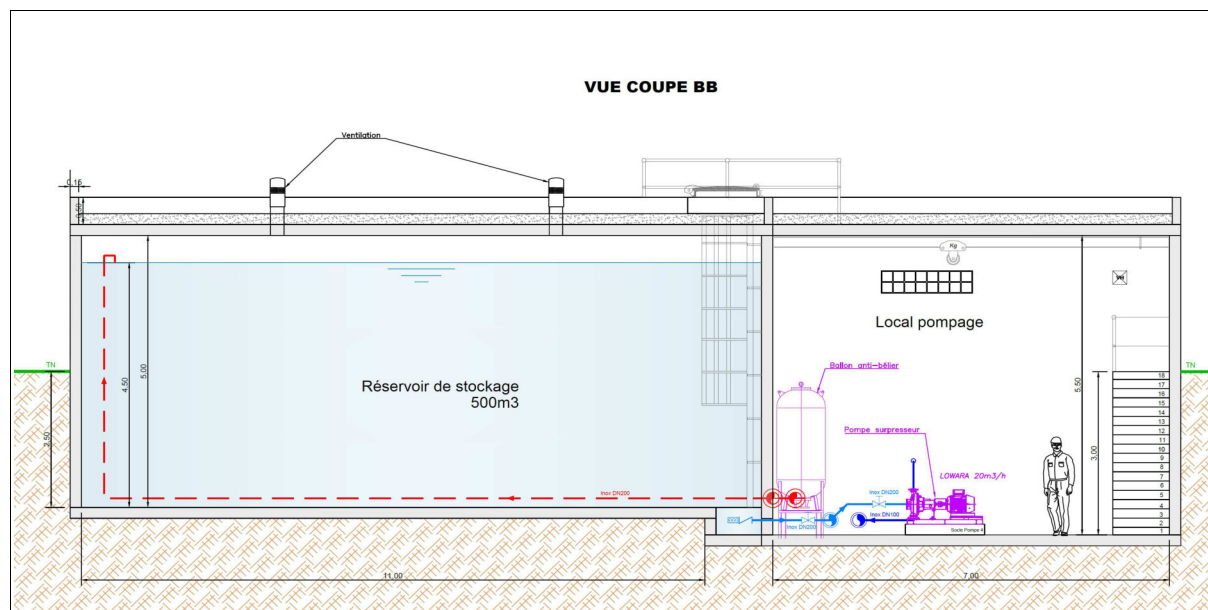
Classe de conséquence*	Conditions de site	Catégorie géotechnique	Base des justifications
CC1	Simples et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calcul
CC2	Simples	2	
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simples ou complexes	3	

* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage

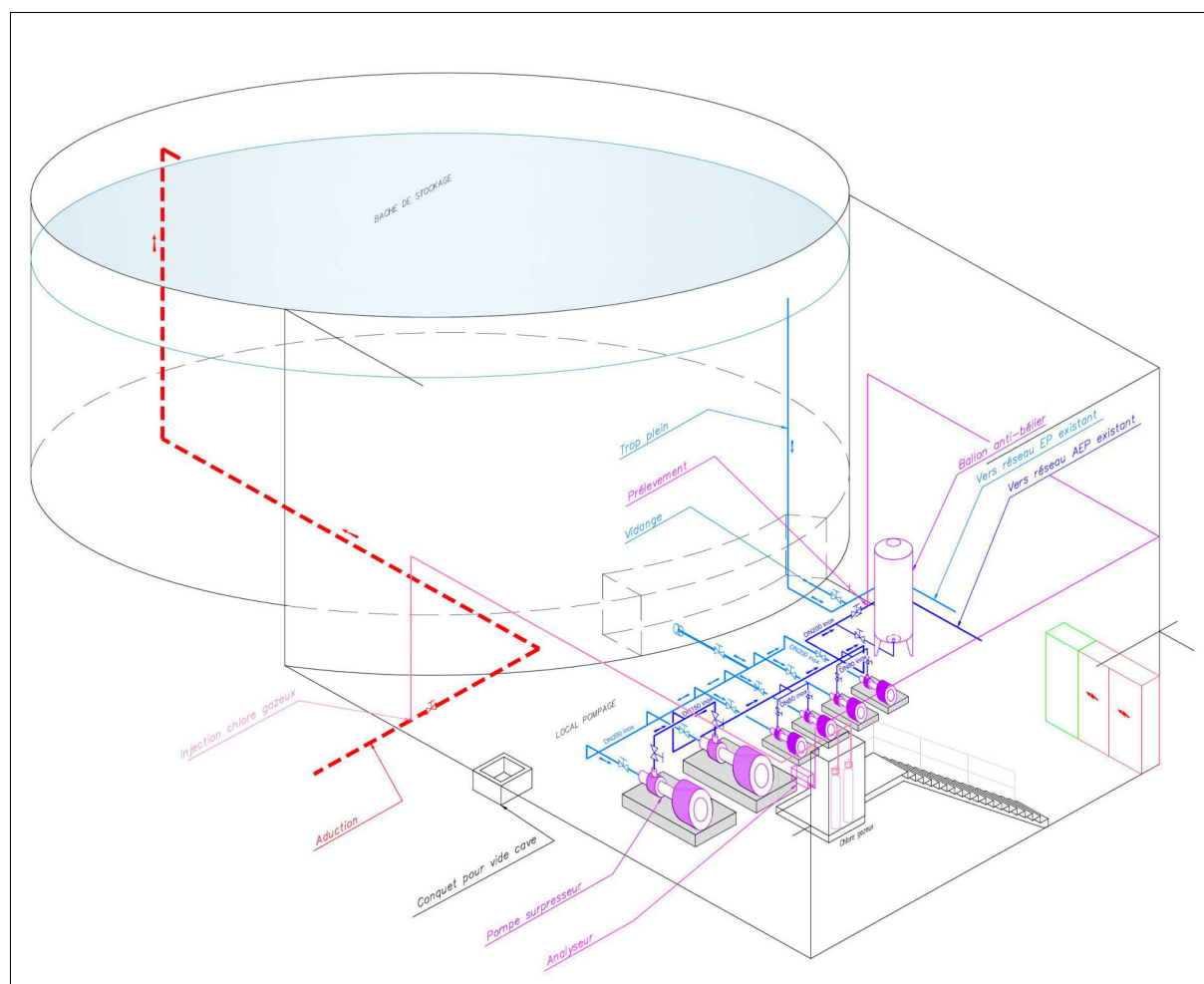
Les plans suivants présentent les travaux projetés :



Extrait du plan de masse



Coupe longitudinale du projet



Vue isométrique des projets de réservoir et de local technique

Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

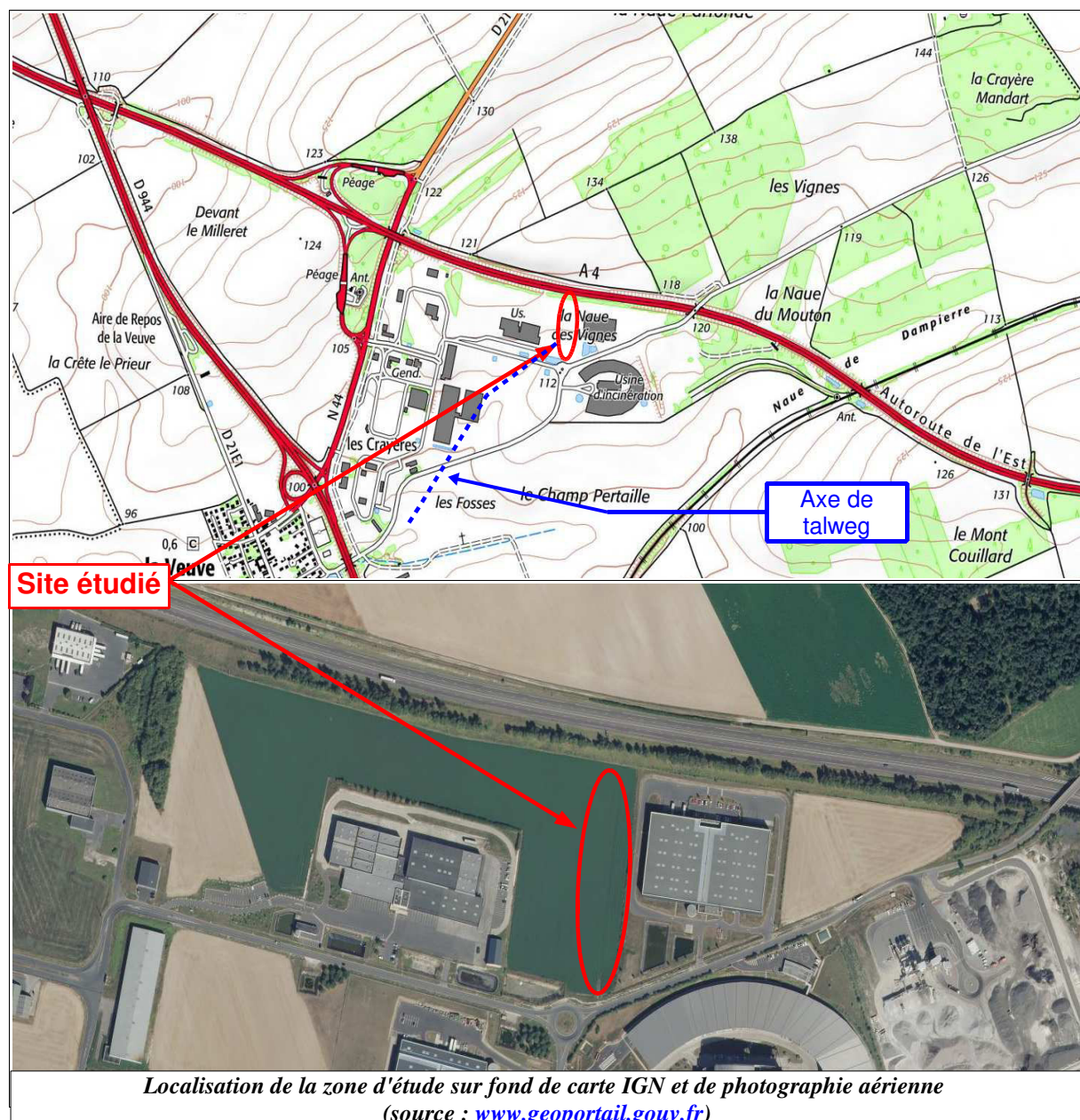
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE

MISSION G1 – PHASE ES

2.1. DESCRIPTION DU SITE

Le site s'inscrit en contexte périurbain, au sein de la ZAC de LA VEUVE. Il correspond à la partie Est de la parcelle cadastrée 360 section ZE.

D'un point de vue général, le site étudié est localisé au sein d'un glacis en pente descendante vers le Sud et en amont d'un axe de talweg.



Lors de nos interventions début avril 2019, le site correspondait à la partie Est d'un terrain agricole en pente descendante vers le Sud.

Le site est délimité :

- au Nord par l'autoroute A4, qui passe ici en profil rasant,
- à l'Est par le site de la société ID Logistics,
- à l'Ouest par un terrain agricole puis par le site de l'usine Sévéal,
- au Sud par une voirie. Un fossé peu profond (environ 0.50 à 0.60 m de profondeur) existe entre la voirie et le terrain agricole.



Photographie du site vers le Nord depuis la voirie d'accès



Photographie du site vers le Sud

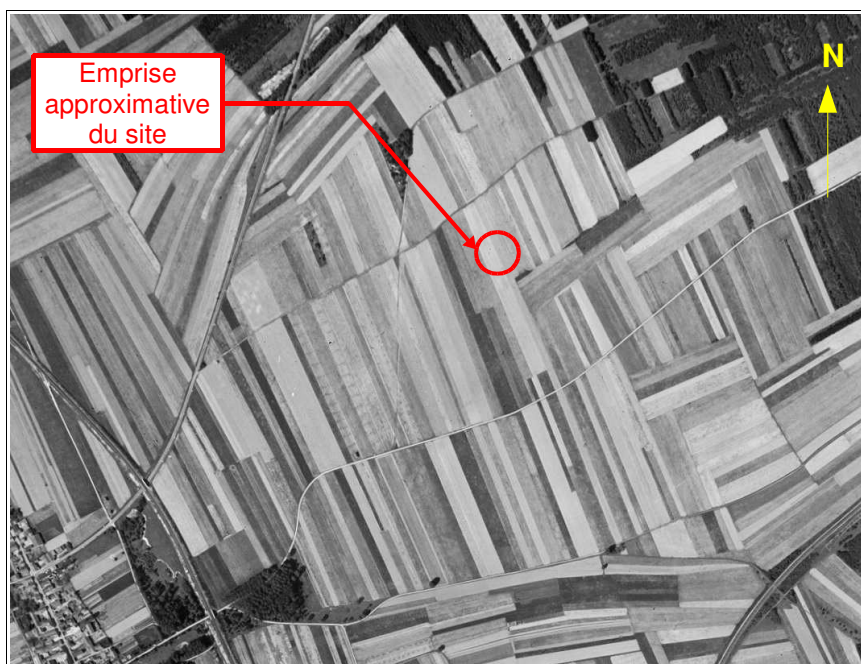
La topographie du site varie entre +118.60 m NGF au Nord et +112.70 m NGF au Sud (au niveau de la rue).

2.2. APPROCHE DE L'HISTORIQUE DU SITE

Nous ne connaissons pas l'historique précis du site.

D'après les photographies aériennes d'archives disponibles sur le portail <http://remonterletemps.ign.fr> et Google Earth, le site était occupé :

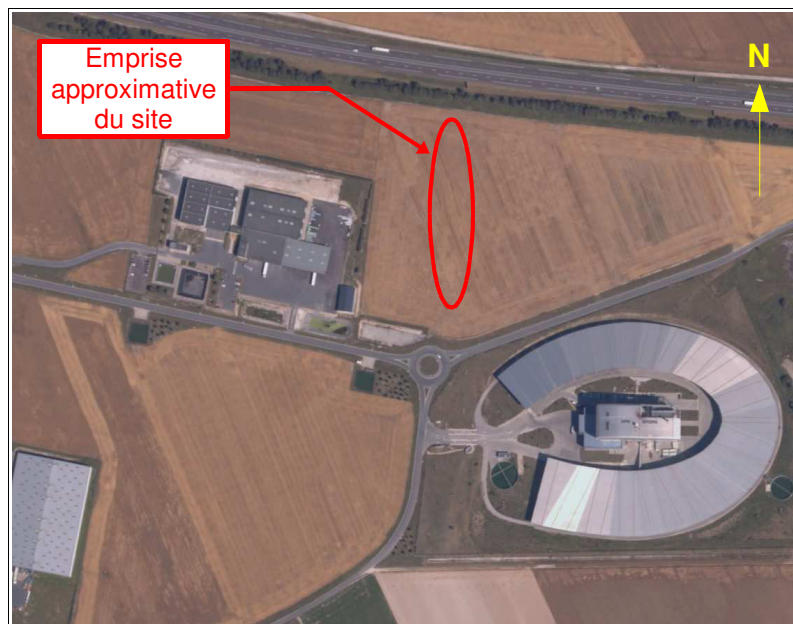
- en septembre 1949, par des terrains agricoles



- en septembre 1979, par des terrains agricoles en bordure de l'autoroute.



- en juillet 2008, par des terrains agricoles en bordure de l'autoroute.

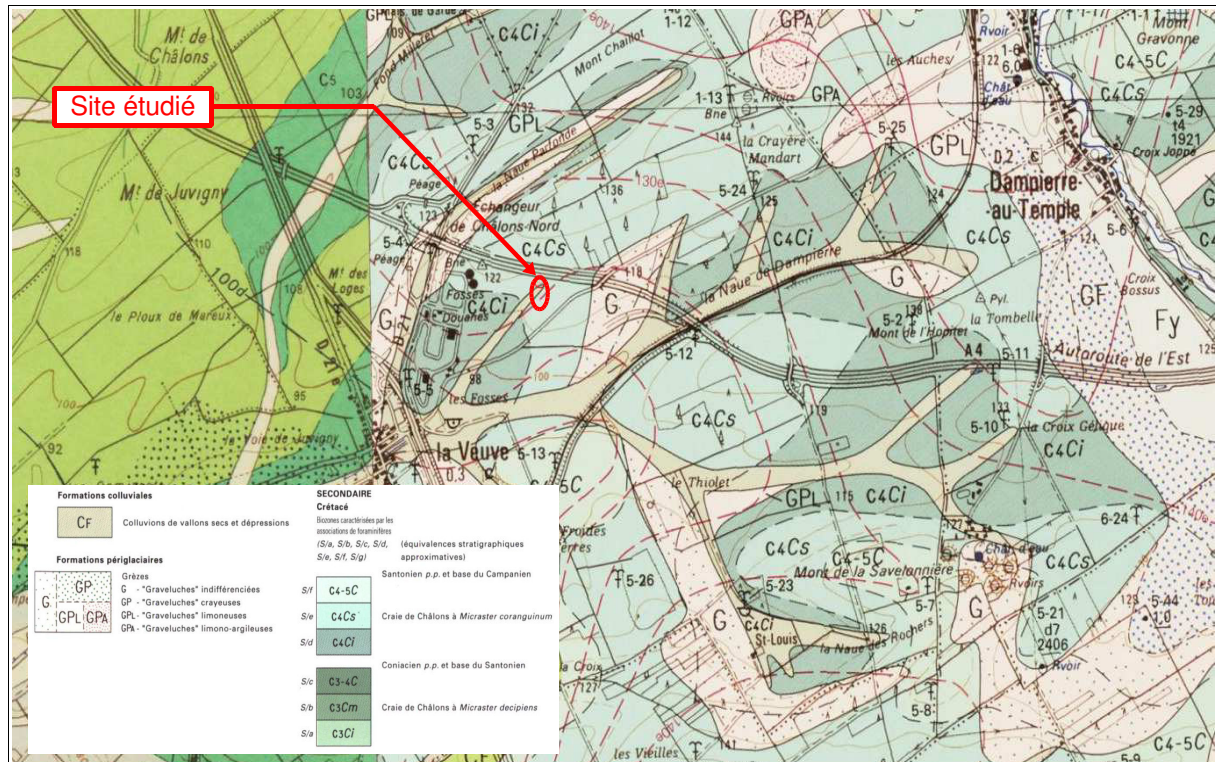


On retiendra donc que l'historique retracé dans ce paragraphe ne couvre qu'une très courte période, et que des bâtiments ou aménagements ont pu exister avant 1949.

2.3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50000^{ème} de SUIPPES montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- Colluvions de vallons secs et dépressions (C_F),
- Éventuellement formations périglaciaires : grèzes ("graveluches" indifférenciées – G)
- Craie de Chalons à *Micraster coranguinum* datée du Santonien (c₄Cs).

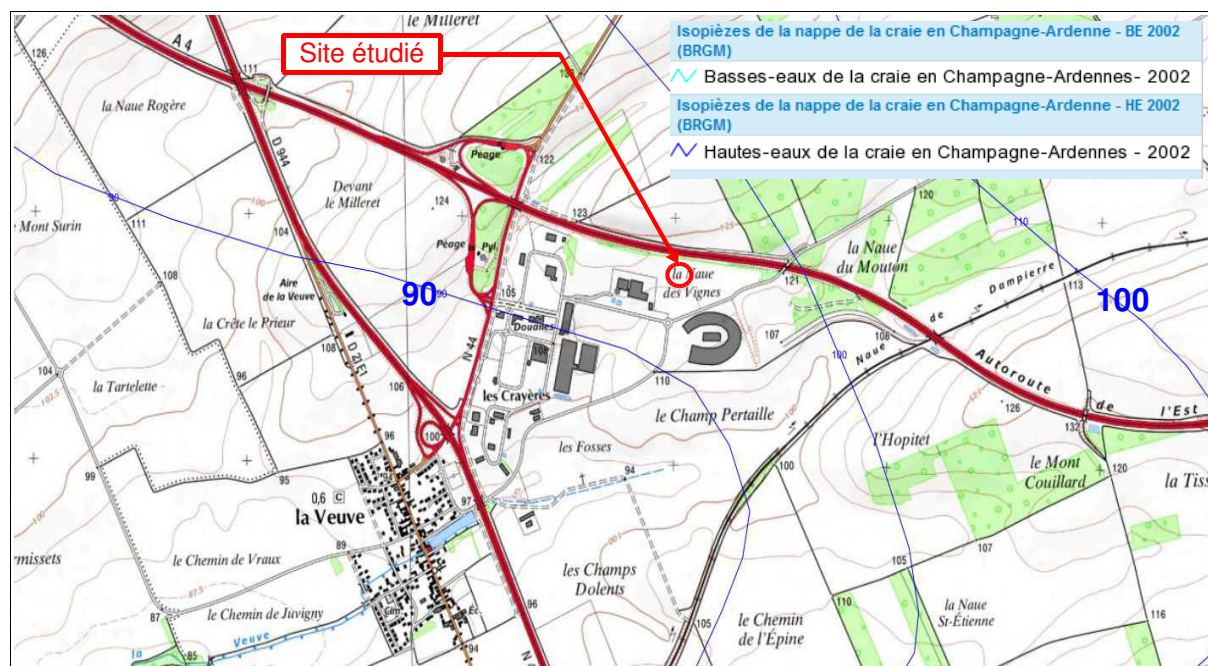


Extrait de la carte géologique de SUIPPES au 1/50000^{ème}

2.4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Sur le plan hydrogéologique, la craie est aquifère. La nappe de la craie est sujette à fluctuations saisonnières dont nous ne connaissons pas l'amplitude.

Une nappe peu profonde peut exister en fond de talweg.



Carte hydrogéologique du bassin parisien (source : SIGES Seine-Normandie)

L'isopièze de la craie en période de hautes eaux (bleu foncé sur la carte ci-dessus) est calée entre 90 et 100 m NGF en 2002 (cote NGF du radier # 113). La nappe de la craie ne devrait donc pas interférer avec le projet.

De plus, des circulations erratiques et intermittentes sont susceptibles d'exister à différentes profondeurs dans toutes les couches, au-dessus du niveau libre de la nappe.

2.5. RISQUES NATURELS

Selon le portail de prévention des risques majeurs du ministère de la Transition Écologique et Solidaire, les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune de LA VEUVE sont les suivants :

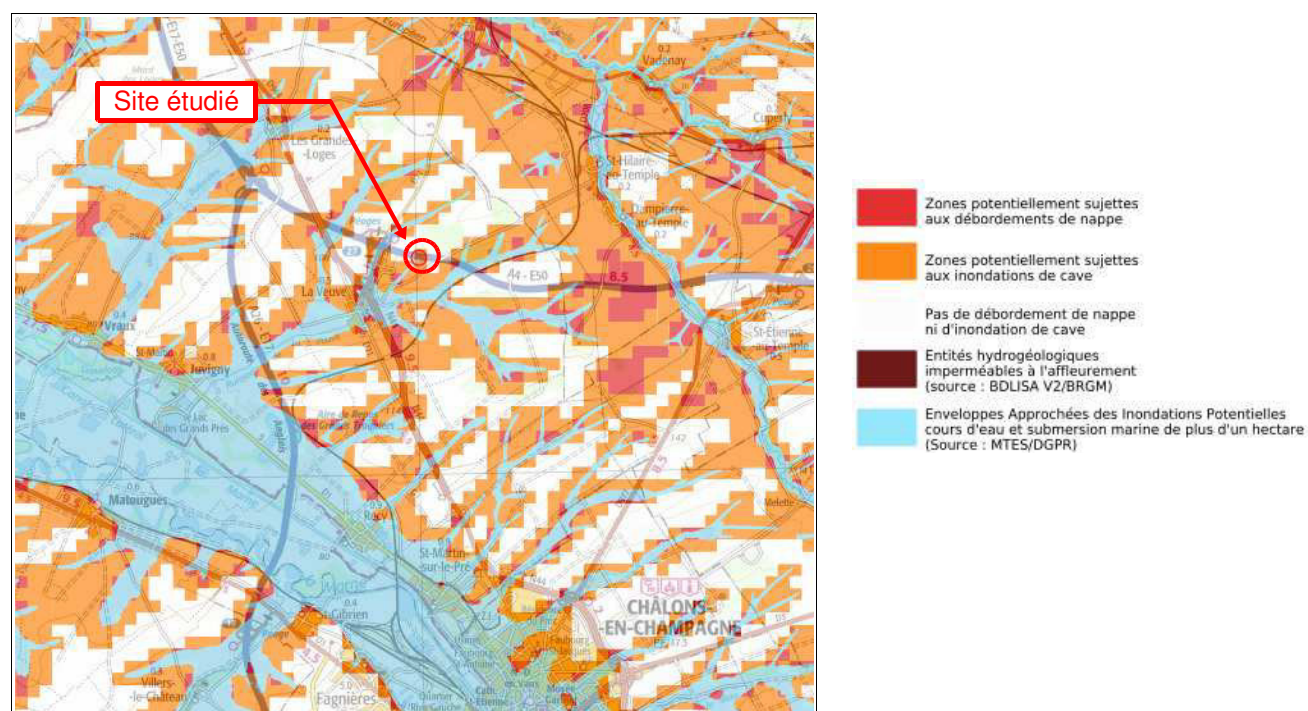
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
51PREF19990579	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Ces données ne renseignent toutefois pas sur la situation géographique des épisodes indiqués.

2.5.1. Remontées de nappes

Le portail Internet (www.georisques.gouv.fr) classe le site en **zones non sujettes aux débordements de nappe et aux inondations de caves (zone blanche)** en partie haute et en zone potentiellement sujettes aux inondations de cave (zone orange) en partie basse.

Le talweg est cartographié en zone bleue correspondant à l'enveloppe approchée des inondations potentielles de cours d'eau.



Notons que la résolution du document ne permet pas une définition fine de cet aléa au droit du site.

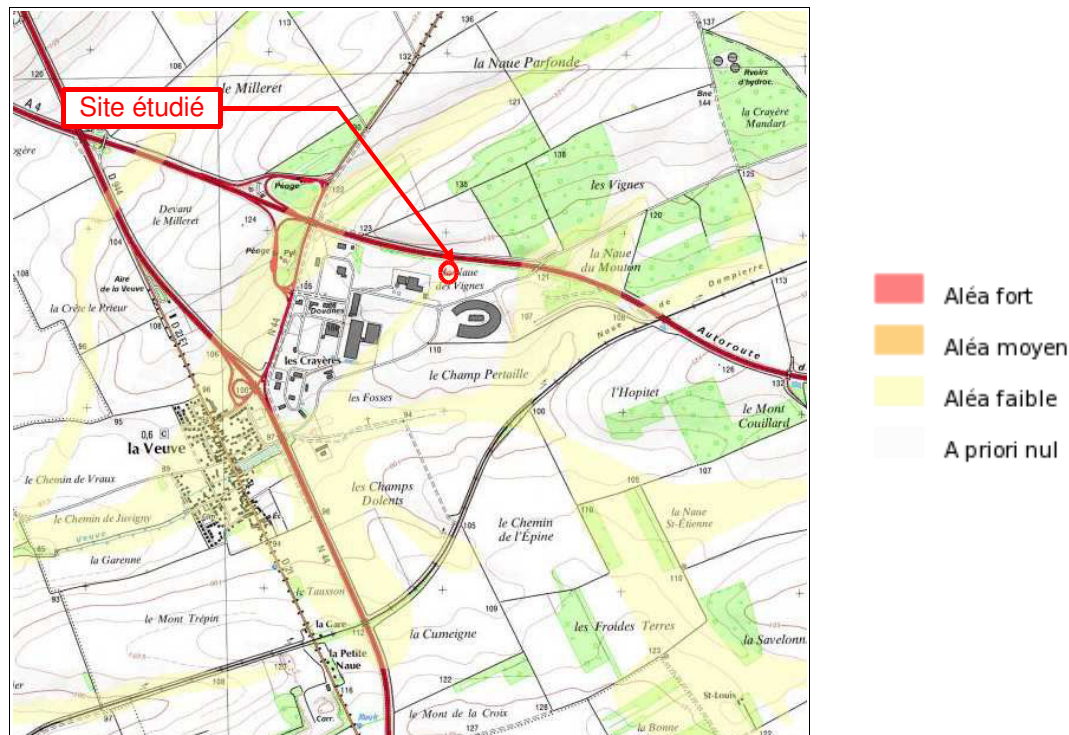
On veillera à se rapprocher des services communaux pour connaître le niveau des PHEC.

2.5.2. Risque inondation

Le site étudié n'est pas localisé en zone inondable par débordement de cours d'eau d'après le portail www.georisques.gouv.fr.

2.5.3. Les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux

La cartographie de l'aléa des sols argileux aux phénomènes de retrait/gonflement (www.georisques.gouv.fr) dont un extrait est présenté ci-après classe le site en zone **d'aléa faible dans les colluvions et les « graveluches »** et **a priori nul dans la craie.**



2.5.4. Base de données des cavités souterraines

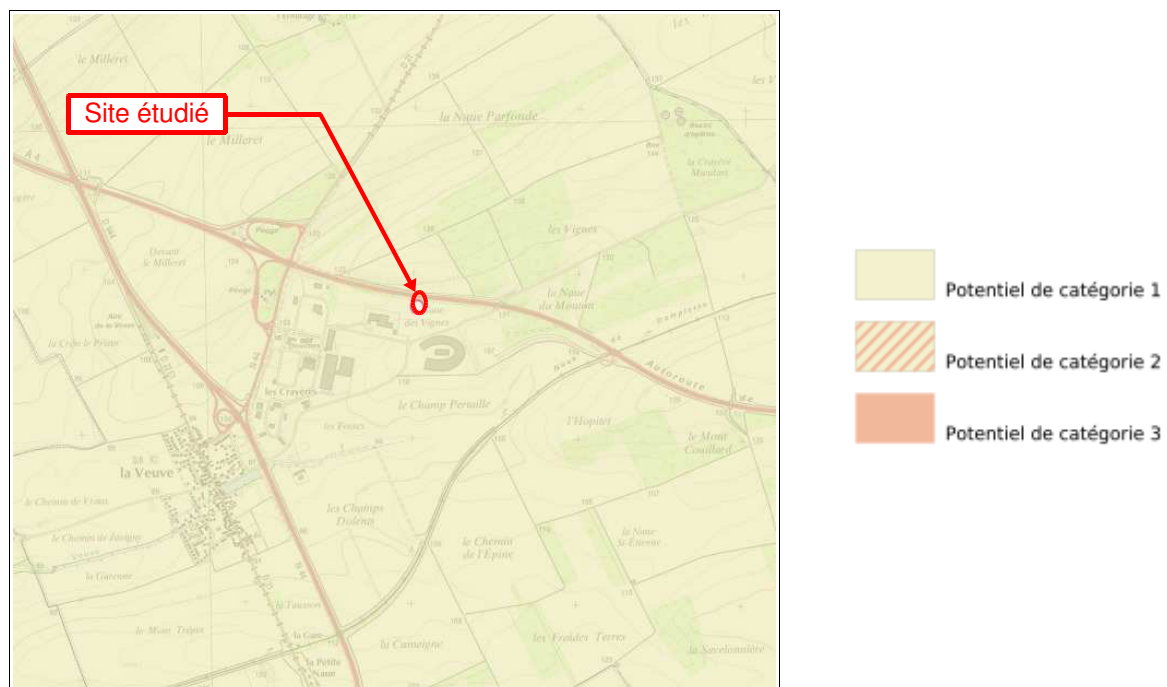
Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude d'après le site www.georisques.gouv.fr.

2.5.5. Risque de glissement de terrain

Aucun glissement de terrain n'a été recensé sur le site d'étude d'après les données disponibles sur le site www.georisques.gouv.fr.

2.5.6. Potentiel Radon

La cartographie du potentiel radon (www.georisques.gouv.fr) dont un extrait est présenté ci-après classe le site en zone de **potentiel de catégorie 1** (concentration en radon faible).



2.6. RISQUE MINIER

La zone d'étude ne se situe pas en zone de risque minier (fer/charbon/sel,...) et aucune carrière n'est recensée au droit du site d'après la carte géologique du secteur et l'Observatoire des matériaux (www.mineralinfo.fr).

2.7. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets [n°2010-1254 du 22 octobre 2010](#) et [n°2010-1255 du 22 octobre 2010](#), ainsi que par l'[Arrêté du 22 octobre 2010](#)) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Les nouvelles règles de constructions parasismiques pour les bâtiments ainsi que le nouveau zonage sismique (qui modifient les articles 563-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur.

Ici, le site (www.georisques.gouv.fr) classe la zone étudiée en **zone 1**.

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance g_I attribué à chacune des catégories d'importance du bâtiment. Les valeurs de ces coefficients sont données par le tableau suivant :

CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE γ_I
I	0.8
II	1
III	1.2
IV	1.4

Ici, on retiendra $\gamma_I = 1.4$ pour un ouvrage de catégorie IV (à valider par le Maître d'Ouvrage).

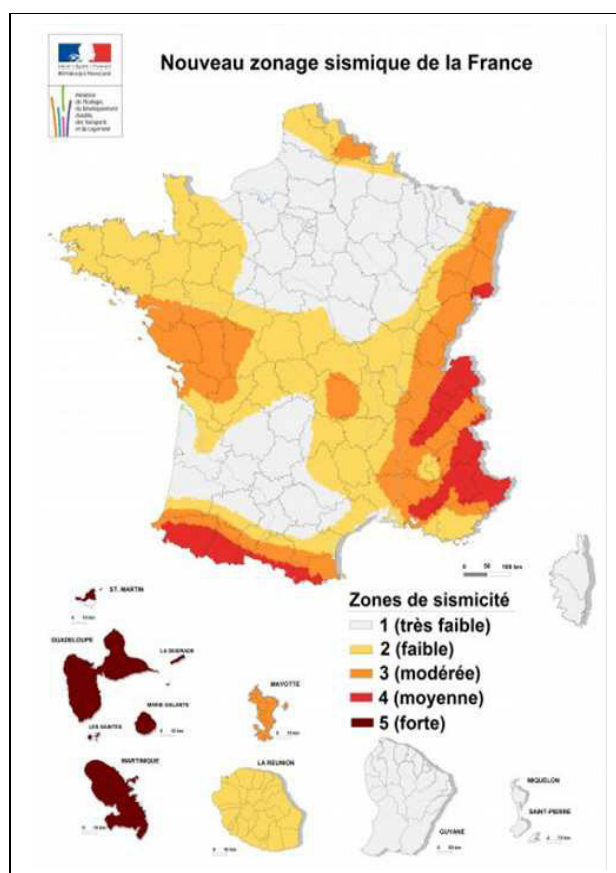
Le mouvement dû au séisme est représenté par un spectre de réponse élastique en accélération. Il est caractérisé au niveau d'un sol rocheux (**sol de classe A**) par la valeur d'accélération a_{gr} . Les valeurs des accélérations a_{gr} sont données dans le tableau suivant :

ZONES DE SISMICITÉ	a_{gr} (en m/s^2)
1 (très faible)	0.4
2 (faible)	0.7
3 (modérée)	1.1
4 (moyenne)	1.6
5 (forte)	3

Dans le cadre de cette étude $a_{gr} = 0.4 m/s^2$.

L'accélération horizontale de calcul est déterminée à partir d'un sol référence de classe A rocheux. Elle est égale au produit de l'accélération a_{gr} par le coefficient d'importance γ_I .

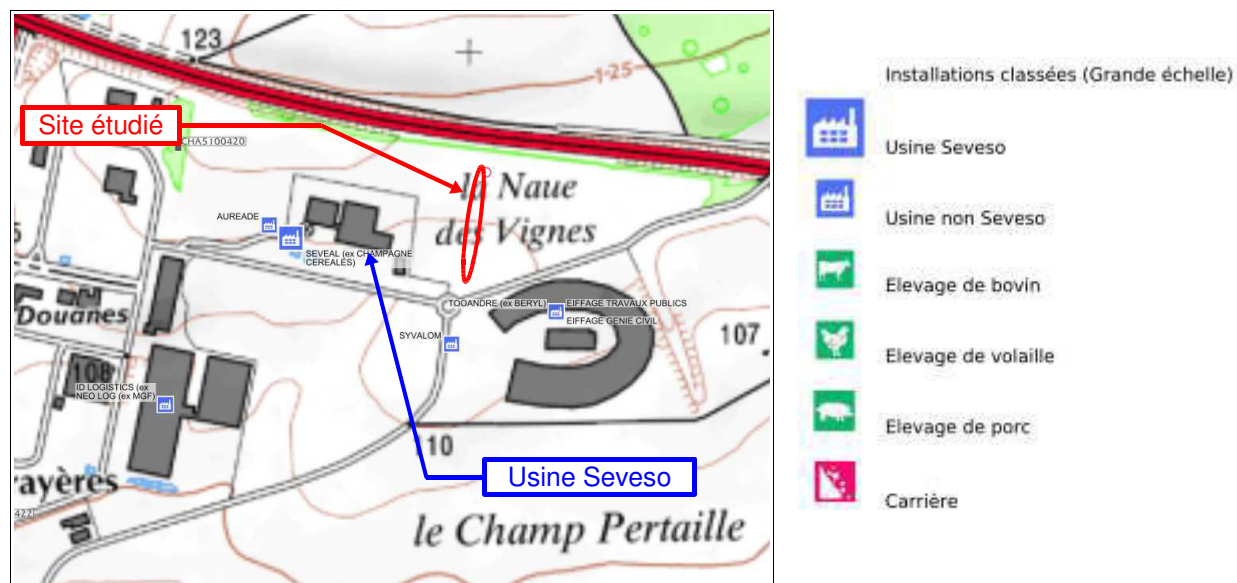
On retiendra donc $a_g = a_{gr} \times \gamma_I = 0.4 \times 1.4 = 0.56 m/s^2$.



2.8. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE

Aucun ancien site industriel n'a été recensé par le BRGM au droit de la zone d'étude (source : www.georisques.gouv.fr).

On note toutefois la présence d'une usine classée Seveso à l'Ouest du site. Les informations disponibles sur le site <http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr> sont présentées ci-après :



Nom : SEVEAL (ex CHAMPAGNE CEREALES)

Adresse d'exploitation :
ZAM LA VEUVE
Avenue des Crayères
51520 LA VEUVE

Activité principale :
Etat d'activité : En fonctionnement
Service d'inspection : DREAL
Numéro inspection : 0057.01770
Dernière inspection : 06/06/2018

Régime : Autorisation
Statut Seveso : Seuil Haut
Priorité nationale : Oui
IED-MTD : Non

2.9. VESTIGES MILITAIRES ET OBJETS PYROTECHNIQUES

Compte tenu de la localisation du site, celui-ci pourrait contenir des vestiges de la première et/ou seconde guerre mondiale et des objets pyrotechniques enfouis.

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Conformément à notre proposition technique et financière, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **6 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique de 5 T**, notés PM1 à PM6, et menés sous la conduite d'un ingénieur géotechnicien, avec relevé des coupes lithologiques, observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...), observation du contexte hydrogéologique, et prélèvement d'échantillons pour analyses en laboratoire.

Ces sondages ont été conduits aux profondeurs suivantes :

Sondages	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
Profondeur de l'arrêt (m)	3.00	3.20	3.00	2.20	2.50	2.00
Conditions de l'arrêt	Arrêt volontaire	Arrêt volontaire	Arrêt volontaire	Arrêt volontaire	Arrêt volontaire	Arrêt volontaire

- **3 sondages de reconnaissance géologique à la tarière mécanique Ø64 mm**, notés PR1, PR2 et PR3, et conduits à 10.50 m de profondeur, avec identification sommaire des formations traversées. Les coupes sont nécessairement approximatives en nature et limites des couches et ne permettent pas de caractériser la blocométrie.
- **Dans ces forages, 30 essais de chargement in situ de type pressiométrique**, suivant la norme NFP 94-110-1, tous les mètres, permettant la mesure après dépouillement :
 - du module de compressibilité : E_M
 - de la pression de fluage : p_f
 - de la pression de rupture : p_l

➤ **Enfin en laboratoire** suivants les normes NFP correspondantes :

- 5 identifications GTR comprenant :
 - × 5 mesures de la teneur en eau (NFP 94-050),
 - × 5 essais au bleu de méthylène (NFP 94-068),
 - × 5 analyses granulométriques (NFP 94-056),
 - × 4 mesures de la masse volumique des roches (NFP 94-064).
- 5 essais PROCTOR avec mesures de l'IPI sur sol naturel (NFP 94-093-1).

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Le plan d'implantation des sondages est fourni en annexe du rapport.

Les cotes des têtes de sondages ont été interpolées à partir du plan de masse avec repères topographiques rattachés au NGF mis à notre disposition :

Sondage	Cote NGF interpolée (m)	Sondage	Cote NGF interpolée (m)
PR1	+ 118.10	PM3	+ 117.30
PR2	+ 117.60	PM4	+ 116.30
PR3	+ 117.40	PM5	+114.60
PM1	+ 118.10	PM6	+113.20
PM2	+ 117.70		

Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION MISSIONS G1-PGC et G2-AVP

4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

Les forages pressiométriques ont été réalisés à la tarière en petit diamètre. Les coupes sont donc élaborées à l'aide des cuttings restitués en surface, et ne peuvent être qu'approximatives. Elles ne peuvent prétendre atteindre la précision des fouilles de reconnaissance à la pelle mécanique ou de sondages carottés, ni caractériser la granulométrie, la blocométrie et la composition exacte des différents horizons traversés.

L'analyse des coupes lithologiques des sondages effectués permet de schématiser la succession lithologique de la manière suivante :

◆ "TERRE VÉGÉTALE"

Couche 00 : Limon sableux brun clair à radicelles

Une couche de « terre végétale » limono-sableuse brun clair à radicelles a été rencontrée en tête de tous les sondages sur 0.20 à 0.50 m d'épaisseur.

◆ FORMATIONS SUPERFICIELLES

Couche 10 : Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux de craie

Au droit de tous les sondages, sous la couche 00, nous avons traversé un limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux de craie ($D_{max} = 40 \text{ mm}$).

La couche 10 a été rencontrée entre les profondeurs et sur les épaisseurs suivantes :

Sondages	PM1	PR1	PM2	PR2	PR3
Profondeur du toit (m)	0.30	0.30	0.20	0.30	0.30
Profondeur du mur (m)	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80
Épaisseur (m)	0.50	0.50	0.70	0.60	0.50

Sondages	PM3	PM4	PM5	PM6
Profondeur du toit (m)	0.30	0.25	0.50	0.30
Profondeur du mur (m)	0.70	0.90	1.00	0.70
Épaisseur (m)	0.40	0.65	0.50	0.40

Analyses en laboratoire :

Classification GTR :

Sondage	Prof. (m)	W % (0/D)	W % (0/20)	Granulométrie par tamisage (% passant)							VBS	Classe GTR
				Dmax (mm)	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	400 µm	80 µm		
PM4	0.30 – 0.80	16.1	16.0	24.7	100	99	88	64	49	42.2	0.45	A ₁ s

Au droit de notre prélèvement en PM4, les matériaux de la couche 10 sont classés en A₁ à l'état hydrique sec (s). Il s'agit de matériaux sensibles à l'eau et aux chutes de portance par imbibition.

Essai d'aptitude au compactage :

1 essai PROCTOR Normal a été effectué en laboratoire selon la norme NFP 94-093.

Cet essai a pour but d'apprécier la capacité de ces matériaux à être réutilisés en remblais.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur de prélèvement (m)	Classification GTR	W _n (%)	IPI à W _n	W (%) à l'OPN	IPI à l'OPN	γ _d à l'OPN (t/m ³)
PM4	0.30 – 0.80	A1 s	16.0	39.0	19.0	19.5	1.67

On retiendra de cet essai que les matériaux de la couche 10, classés A₁ à l'état hydrique s selon le GTR, présentent une teneur en eau à l'OPN, c'est-à-dire la teneur en eau à laquelle le matériau est le plus dense au compactage, de l'ordre 19.0 %. La portance à l'OPN est élevée (IPI_{OPN} = 19.5), mais chute très rapidement pour une faible augmentation de la teneur en eau. L'IPI devient inférieur à 5 pour une teneur en eau voisine de 21.5 %, soit pour une augmentation de seulement 2.0 % par rapport à la teneur en à l'eau à l'OPN.

Couche 11 : Limon sablo-craieux blanc-beige à granules de craie

Ces matériaux n'ont été rencontrés qu'en PM5 de 1.00 à 1.50 m de profondeur.

Il s'agit manifestement des « graveluches » indiquées sur la carte géologique du secteur.

♦ SUBSTRATUM

Couche 20 : Craie blanche +/- fragmentée

Sous la couche 10 ou 11, nous avons identifié le substratum de craie blanche du secteur. Au terrassement à la pelle mécanique la craie se débite en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche (Dextraction = 140 mm). La blocométrie de la craie à l'extraction augmente avec la profondeur.

La couche 20 a été rencontrée entre les profondeurs et sur les épaisseurs partielles suivantes :

Sondages	PM1	PR1	PM2	PR2	PR3
Profondeur du toit (m)	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80
Profondeur du mur (m)	≥ 3.00*	≥ 10.50*	≥ 3.20*	≥ 10.50*	≥ 10.50*
Épaisseur (m)	≥ 2.20**	≥ 9.70**	≥ 2.30**	≥ 9.60**	≥ 9.70**

* base du sondage

** épaisseur partielle

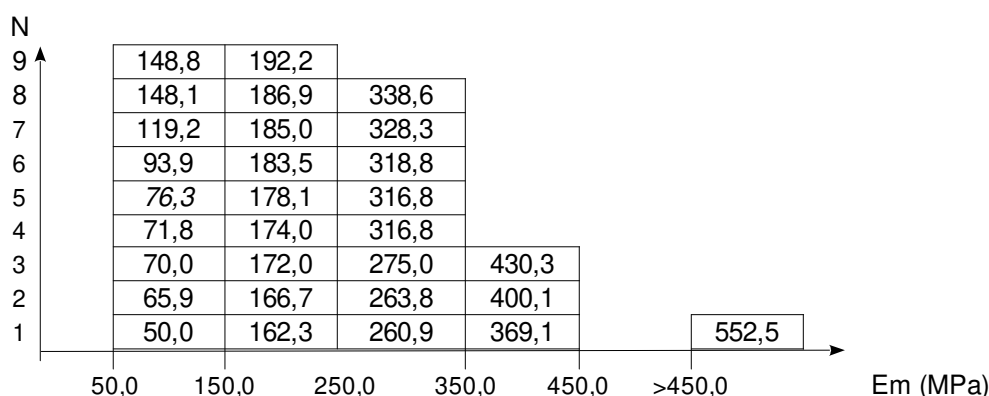
Sondages	PM3	PM4	PM5	PM6
Profondeur du toit (m)	0.70	0.90	1.50	0.70
Profondeur du mur (m)	≥ 3.00*	≥ 2.20*	≥ 2.50*	≥ 2.00*
Épaisseur (m)	≥ 2.30**	≥ 1.30**	≥ 1.00**	≥ 1.30**

* base du sondage

** épaisseur partielle

Testée au pressiomètre la compacité de ces matériaux est très élevée, avec les caractéristiques géotechniques suivantes :

$$PI^* \geq 2.50 \text{ MPa (30 valeurs sur 30)}$$



Moyenne harmonique : 153.2 MPa

Analyses en laboratoire :Classification GTR :

Sondage	Prof. (m)	W % (0/D)	W % (0/20)	Granulométrie par tamisage (% passant)							VBS	W% (densité)	pd (T/m ³)	ph (T/m ³)	Classe GTR
				Dmax (mm)	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	400 µm	80 µm					
PM1	1.20 – 2.20	15.1	15.1	48.5	100	56	37	32	30	27.4	0.10	23.0	1.58	1.94	R ₁₂ m (B ₅)
PM2	2.00 – 3.00	15.7	21.0	48.3	100	75	47	35	24	21.3	0.46	21.5	1.57	1.91	R ₁₂ s (B ₅)
PM3	1.00 – 2.00	15.8	15.7	55.4	100	71	46	37	30	27.5	0.14	17.6	1.58	1.86	R ₁₂ ts (B ₅)
PM6	1.00 – 1.50	22.9	22.4	76.7	94	48	30	22	18	17.2	0.07	23.7	1.54	1.91	R ₁₂ m (C ₁ B ₅)

Au droit de nos prélèvements, la craie de la couche 20 est classée en R₁₂ à l'état hydrique moyen (m) à très sec (ts). Toutefois à l'extraction la craie évolue en B₅ voire C₁B₅ en fonction de la proportion en éléments supérieurs à 50 mm. La matrice B₅ est sensible à l'eau et aux chutes de portance par imbibition.

Essai d'aptitude au compactage :

4 essais PROCTOR Normal ont été effectués en laboratoire selon la norme NFP 94-093 sur les échantillons prélevés en PM1, PM2, PM3 et PM6.

Ces essais ont pour but d'apprécier la capacité de ces matériaux à être réutilisés en remblais.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur de prélèvement (m)	Classification GTR	Wn (%)	IPI à Wn	W (%) à l'OPN	IPI à l'OPN	γ _d à l'OPN (t/m ³)
PM1	1.20 – 2.20	R ₁₂ m (B ₅)	14.8	46.7	25.0	3.0	1.55
PM2	2.00 – 3.00	R ₁₂ s (B ₅)	21.6	40.0	26.0	19.0	1.50
PM3	1.00 – 2.00	R ₁₂ ts (B ₅)	15.7	51.5	24.3	10.0	1.57
PM6	1.00 – 1.50	R ₁₂ m (C ₁ B ₅)	22.5	28.5	25.5	26.0	1.44

On retiendra de ces essais que les matériaux de la couche 20, classés R_{12} (B_5 et C_1B_5) selon le GTR, présentent une teneur en eau à l'OPN, c'est-à-dire la teneur en eau à laquelle le matériau est le plus dense au compactage, comprise entre 24.3 et 26.0 %, avec une moyenne d'environ 25 %. La portance à l'OPN est faible en PM1 ($IPI_{OPN} = 3.0$) à élevée en PM6 ($IPI_{OPN} = 26.0$).

On note, sur les 4 essais, que l'OPN est proche de l'état de saturation du matériau. Leur portance chute donc rapidement pour une faible augmentation de teneur en eau.

4.2. CONDITIONS DE TERRASSEMENT

Le tableau ci-dessous reprend par couche les conditions de terrassement et la tenue des parois constatées en fouille (PM1, PM2, PM3, PM4, PM5 et PM6).

N° couche	Terrassement	Tenue des parois
	Pelle mécanique 5 Tonnes équipée d'un godet 40 cm	
00	Facile	Bonne
10	Facile	Bonne
11	Facile	Bonne
20	Facile	Bonne

Notons que ces observations ont été réalisées à court terme (temps d'ouverture des fouilles inférieur à une heure), et en l'absence de nappe et de venue d'eau (facteurs déstabilisants).

4.3. HYDROGÉOLOGIE

Lors de la réalisation des sondages à la pelle mécanique le 08 avril 2018, aucune venue d'eau n'a été observée dans les sondages. Chaque fouille était sèche en fin de sondage.

En forages à la tarière, les observations d'ordre hydrogéologique sont peu précises : le lissage des parois par l'outil comparé à la vitesse de foration, a tendance à masquer ou retarder les venues d'eau.

Aucun niveau d'eau n'a été observé en fin de chaque sondage les 11 et 12 avril 2018. Les empreintes de forages étaient sèches jusqu'à 10.50 m de profondeur.

Nous précisons que nos sondages très localisés ne permettent pas de recouper toutes les circulations erratiques et intermittentes susceptibles d'exister à différentes profondeurs dans toutes les couches, lesquelles sont en outre fortement conditionnées par la pluviométrie, et l'infiltration du ruissellement superficiel.

Nous ne connaissons pas les fluctuations piézométriques de cette nappe à long terme, ni le niveau des PHE.

La craie est aquifère dans le secteur.

On retiendra donc de ce site :

- l'existence possible d'une nappe pédologique dans la couche 00 (« terre végétale ») en situation météorologique défavorable,
- l'existence possible de circulations erratiques et intermittentes à différentes profondeurs au sein de toutes les couches, fortement conditionnées par la météorologie, l'infiltration du ruissellement superficiel et l'alimentation par le versant ; notamment à proximité du talweg
- l'existence d'une nappe dans la craie sujette à fluctuations saisonnières. La surface piézométrique était calée à plus de 10.50 m de profondeur mi-avril 2019. Nous ne connaissons pas le niveau des PHE,
- l'existence d'un fossé le long de l'autoroute qui peut alimenter le site en écoulements parasites.

4.4. CONDITION SISMIQUE

Au sens de la norme NF-EN-1998-1, on retiendra que le sol est a priori de **classe A** ce qu'il conviendrait le cas échéant de valider par une mesure directe du VS30 par méthode MASW par exemple. Le tableau ci-après décrit les différentes classes de sol disponibles dans la norme.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	c_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s			
S_1	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($PI > 40$) et une teneur en eau importante.	< 100 (valeur indicative)	-	10 – 20
S_2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S_1 .			

Attention la classe de sol est définie depuis le niveau du terrain naturel au moment des sondages.

5. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSIONS G1/G2-AVP

5.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

D'après les investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes (les épaisseurs sont indiquées entre parenthèses – les valeurs sont exprimées en mètre) :

TABLEAU GÉOTECHNIQUE SYNTHÉTIQUE

Lithologie		« TERRE VÉGÉTALE »	FORMATIONS SUPERFICIELLES		SUBSTRATUM
Description		Limon sableux brun clair à radicelles	Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux de craie	Limon sablo-crayeux blanc-beige à granules de craie	Craie blanche +/- fragmentée
N° couche		00	10	11	20
Compacité		/	/	/	Très élevée
Nord ↓ Sud PM1 PR1 PM2 PR2 PR3 PM3 PM4 PM5 PM6	PM1	0 – 0.30	0.30 – 0.80 (0.50)	/	0.80 – 3.00 (arrêt)
	PR1	0 – 0.30	0.30 – 0.80 (0.50)	/	0.80 – 10.50 (arrêt)
	PM2	0 – 0.20	0.20 – 0.90 (0.70)	/	0.90 – 3.20 (arrêt)
	PR2	0 – 0.30	0.30 – 0.90 (0.60)	/	0.90 – 10.50 (arrêt)
	PR3	0 – 0.30	0.30 – 0.80 (0.50)	/	0.80 – 10.50 (arrêt)
	PM3	0 – 0.30	0.30 – 0.70 (0.40)	/	0.70 – 3.00 (arrêt)
	PM4	0 – 0.25	0.25 – 0.90 (0.65)	/	0.90 – 2.20 (arrêt)
	PM5	0 – 0.50	0.50 – 1.00 (0.50)	1.00 – 1.50 (0.50)	1.50 – 2.50 (arrêt)
	PM6	0 – 0.30	0.30 – 0.70 (0.40)	/	0.70 – 2.00 (arrêt)
Hydrogéologie		> Nappe pédologique possible en hiver	> Nappes parasites possibles dans les poches blocailleuses plus perméables, en fonction des conditions météorologiques et de l'infiltration du ruissellement superficiel.		> Formation aquifère. Aquifère fissural sujet à fluctuations saisonnières > Nappe non rencontrée jusqu'à 10.50 m de profondeur mi-avril 2019.

5.2. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

5.2.1. La géologie

- aléas liés aux variations d'épaisseur des différentes couches, et notamment des formations superficielles qui peuvent localement être plus épaisses entre les sondages,
- aléas liés aux variations latérales de faciès au sein des formations superficielles, pouvant entraîner l'apparition de lentilles de nature variable au sein des couches 10 et 11. Il est possible que des sols de nature localement différente de celle retrouvée en sondages apparaissent localement lors des travaux de terrassement,
- aléas liés aux irrégularités du toit de la craie (couche 20) affecté par l'altération et la fracturation,
- aléas liés à l'altération et la fracturation de la craie pouvant faire apparaître des zones très décomprimées à différentes profondeurs en son sein. La karstification peut également aboutir localement à la formation de vides francs par entraînement hydraulique des fines issues de l'altération (dissolutions karstiques).

5.2.2. La nature des matériaux

- aléas liés à la sensibilité de tous les matériaux à l'eau et au remaniement mécanique à l'exécution,
- aléas liés à la sensibilité des matériaux de la couche 10 aux chutes de portance par imbibition,
- aléas liés à la blocométrie de la craie à l'extraction pouvant être grossière.

5.2.3. L'hydrogéologie

- aléas liés à l'existence possible d'une nappe pédologique dans la « terre végétale » en hiver ou en situation météorologique défavorable,

- aléas liés à la saturation possible des matériaux de la couche 10 en hiver ou en situation météorologique défavorable,
- aléas liés aux fluctuations saisonnières du niveau libre de la nappe ; on rappelle que la nappe de la craie n'a pas été atteinte à 10.50 m de profondeur les 11 et 12 avril 2019.

5.2.4. L'environnement et l'historique du site

- aléas liés à la présence possible d'anciennes fouilles archéologiques,
- aléas liés à la présence toujours possible de remblais hétérogènes et vestiges enterrés, même si le site ne paraît jamais avoir été aménagé à ce jour,
- aléas liés à la présence d'un site SEVESO à l'Ouest du site étudié.

6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION – MISSION G2-AVP

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées.

- Les principes généraux de réalisation des terrassements pour le réservoir et le local technique, de réemploi des matériaux du site en remblai et les dispositifs d'assainissement et de drainage à adopter sont développés au chapitre 7,
- Pour ce qui concerne les fondations du réservoir et du local technique attendant, compte tenu du contexte géotechnique et de la géométrie des projets, nous vous proposons une solution de fondation par radier, solution développée au chapitre 8,
- Les préconisations vis-à-vis des voiries intégrant les éléments relatifs aux couches de forme sont données au chapitre 9,
- Les dispositions générales liées à la pose de réseaux enterrés et les éléments géotechniques associés sont développés respectivement aux chapitres 10 et 11.

7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS POUR LE RÉSERVOIR ET LOCAL TECHNIQUE - MISSION G2-AVP

7.1. GÉNÉRALITÉS SUR LES TRAVAUX ENVISAGÉS

Les terrassements comprennent pour la réalisation du projet :

- un décaissement sur 5.50 m de hauteur maximum au droit du local technique et du réservoir,
- un remblaiement autour de la partie hors sol du réservoir sur environ 2.00 m de hauteur.

Le projet nécessite l'amenée d'un matériel lourd impliquant la création d'une piste de chantier et d'une plate-forme de portance correcte. On vérifiera que les ouvrages existants peuvent supporter le trafic des engins prévus pour la réalisation des terrassements.

7.2. TERRASSEMENTS

Les matériaux concernés seront :

- meubles dans les couches 00, 10 et 11,
- rocheux tendres dans la couche 20. Notons que la blocométrie de la craie augmente avec la profondeur.

Nous conseillons sous les bâtiments et voiries :

- le décapage de la « terre végétale » (couche 00) à la pelle en rétro, mise en cordons fermés sans circuler sur l'arase. La « terre végétale » pourra être réutilisée en tant que telle,
- la purge des éventuelles poches de matériaux foisonnés, décomprimés ou organiques,
- la réalisation du décaissement à la pelle puissante en rétro, en excluant toute circulation d'engins à pneus sur l'arase terrassée,

- la mise en décharge des matériaux extraits ou leur réemploi pour une valorisation des terrassements conformément au Guide des Terrassements Routiers et après contrôles spécifiques.

Nous préconisons la réalisation des terrassements en situation météorologique favorable. En cas de météo défavorable, compte tenu de la sensibilité des sols supports au remaniement, nous préconisons l'arrêt du chantier.

Les arases seront réceptionnées par un géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 pour s'assurer de l'absence d'anomalie (zone de remblais, fouilles archéologiques, vestiges...).

Il leur sera donné des formes de pentes afin d'évacuer les eaux de ruissellement et il sera mis en place un système d'assainissement de la plateforme.

7.3. STABILITÉ DES TALUS DE DÉBLAIS PROVISOIRES

À court terme, on tablera sur une pente des talus de déblais provisoires de 3B/2H (3 de base pour 1 de hauteur) dans les couches 00, 10 et 11, et de 1B/1H dans la craie de la couche 20, pour une hauteur maximale de 5.50 m.

Compte tenu de la sensibilité des matériaux à l'eau, on prévoira tous dispositifs permettant d'éviter toutes arrivées d'eau sur ces talus comme :

- protection par film polyane,
- mise en place d'une rigole ou d'un solin béton en haut du talus pour canaliser les eaux.

Les éventuels blocs instables dans la craie seront soigneusement retirés des talus.

Ces dispositions seront complétées par la réalisation de masques ou d'éperons drainants préventifs si des venues d'eau sont identifiées.

Dans les zones où un talutage naturel n'est pas réalisable, on s'orientera vers des techniques d'ouverture ou de confortement adaptées au phasage d'exécution et aux caractéristiques des sols en présence et du site :

- parois clouées (attention soutènement en déplacement),
- parois berlinoises ou parisiennes.

La justification au soutènement des murs enterrés et des éventuels ouvrages de soutènements provisoires pourra être faite à partir des paramètres de cisaillement suivants ; à affiner au stade G2 phase PRO.

Description	γ_h (kN.m ⁻³)	C' (kPa)	φ' (°)	Ko
Remblai d'apport granulaire drainant, type D ₃ , R ₆₁ ⁽¹⁾	21	0	35	0.42
Couche 10	20	5	25	0.57
Couche 20	20	30	32	0.47

⁽¹⁾ Matériaux drainants à mettre en œuvre derrière les voiles enterrés

À l'arrière des murs qui n'acceptent aucune déformation, le coefficient de poussée des terres au repos peut être estimé à partir de la relation de JACKY :

$$K_o = 1 - \sin \varphi'.$$

Avec :

γ_h = poids spécifique humide des sols,

C' = cohésion effective,

φ' = angle de frottement interne effectif

Nous conseillons vivement à l'entreprise de faire procéder à une étude spécifique de stabilité de fouilles pour valider ses techniques d'ouvertures.

7.4. REMBLAIEMENTS PÉRIPHÉRIQUES

D'après les plans transmis il est prévu la mise en œuvre d'un remblai de 2.00 m de hauteur maximum par rapport au terrain actuel, autour de la partie hors-sol du réservoir.

Il s'agit donc de remblais « paysagers » qui n'auront pas une fonction portante, mais devront être réalisés selon les prescriptions du GTR afin d'éviter tous tassements ultérieurs et effet parasite sur les ouvrages.

La préparation des arases sous remblais nécessitera la purge intégrale de la couche 00, et une adaptation par redans au terrain pour les « accrocher » dans la couche 10 ou 20. On prendra soin de purger et substituer les éventuelles poches ou lentilles de sols indésirables pouvant correspondre :

- à des produits évolutifs ou compressibles (bois, racines, souches, plâtres, matières organiques),
- à des points durs tels que des vestiges ou de très gros blocs,
- à des éléments creux (conduites désaffectées...).

Le terrassement se fera à la pelle chenillée, en rétro, godet avec dents, bien à plat et finition au godet sans dents.

Pour ce qui concerne les matériaux de remblai, ceux-ci ne sont pas arrêtés à ce stade. Il devra s'agir de matériaux respectant les préconisations du GTR, en termes de nature, mise en œuvre et compactage.

Il pourrait par exemple s'agir de la craie de la couche 20 classée en R_{12} selon le GTR et mise en œuvre à l'état hydrique moyen (m).

Ces matériaux seront compactés par couche (objectif de densification q_4) et des moyens adaptés pour ne pas générer de désordres sur les ouvrages, et les talus seront dressés avec une pente maximale de 3B/2H (3 de base pour 2 de hauteur).

Remarque :

Les surlargeurs de terrassements du réservoir et du local technique pourraient être remblayés avec les matériaux extraits de la couche 20 classés en R_{12} selon le GTR et mis en œuvre à l'état hydrique moyen (m). Ces matériaux devront également être compactés avec objectif de densification q_4 .

On prendra toutefois soin de mettre en place contre les parties enterrées un matériau drainant présentant les caractéristiques suivantes :

- x concassé rocheux ou matériaux granulaires de type D_{21} ou D_{31} ,
- x propres et insensibles à l'eau : $VBS < 0,1$
- x passant à $80 \mu m < 5 \%$
- x durs : LA et MDE < 45
- x non gélif,
- x drainants $D_{10} \geq 1 \text{ mm}$

Un géotextile anti-contaminant sera mis en place entre le matériau drainant et les remblais fins ou crayeux.

On pourrait également envisager de remblayer toutes les surlargeurs de terrassement :

- avec un matériau drainant, avec drains à la base, fosse et pompe de relevage,
- avec un matériau crayeux en prenant soin de cuveler les parties enterrées.

7.5. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE

En phase chantier, les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger les plateformes et les talus des ruissellements et des précipitations.

Nous rappelons la nécessité de masquer les talus en cas de venues d'eau, pour les secteurs où un talutage naturel est possible en restant dans les emprises.

En phase définitive, compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, on s'orientera vers les préconisations suivantes, conformes avec le DTU 20.1 de la protection des fondations, et des voiles enterrés, contre les eaux de ruissellement et d'infiltration :

- réalisation d'un drainage périphérique : tranchée drainante périphérique contre les voiles enterrés, pourvue d'un drain de 100 mm de section minimum, sur une forme étanche, et recouvert de matériaux filtrants graveleux de type 20/40 mm, protégés par un géotextile filtrant de type à structure de tamis maille Ø 125 microns.

On vérifiera que la pente du système de drainage soit supérieure à 5 mm/m afin d'éviter toute stagnation. Le fil d'eau du drain sera engravé dans une forme de béton maigre.

- réalisation d'un revêtement extérieur hydrofuge le long des murs des niveaux enterrés ainsi que d'une arase étanche à la base de la superstructure.
- réalisation d'une protection superficielle périphérique pour éviter toute infiltration parasite.

Remarque : Compte tenu de la destination des ouvrages, on est dans le cas où, pour la conception des parties enterrées, aucune trace d'humidité n'est acceptée sur la face intérieure des maçonneries. On se situe donc dans le cas de murs de première catégorie avec fissuration très préjudiciable.

On pourrait également envisager de cuveler les parties enterrées des ouvrages, on pourrait alors remblayer en craie les surlargeurs de terrassement.

8. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DE FONDATION PAR RADIER – MISSION G2-AVP

8.1. PRINCIPE

Les ouvrages enterrés pourront être fondés sur radiers en Béton Armé posés sur un béton de propreté réalisé directement sur la couche 20 (craie blanche +/- fragmentée), sous réserve d'une arase terrassement homogène et non remaniée par les travaux (météo, circulation d'engins à proscrire).

On veillera à la mise hors gel à tous les stades de la construction (- 0.70 m) et à la création de bêches périphériques, ce qui devrait être le cas puisque les ouvrages seront enterrés.

8.2. NIVEAU D'ASSISE

On veillera à respecter les critères suivants :

- un niveau d'assise calé dans la couche 20,
- la mise hors gel des bêches périphériques (respect de 0.70 m par rapport au sol périphérique fini).

8.3. RÉSISTANCE ULTIME

On tablera sur la définition de la résistance nette du terrain à la sous face des radiers de fondation suivant l'approche 2 de l'Eurocode 7 et la norme NF-P94-261 :

$R_{v,d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation,

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

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

Pour un radier de surface comprimée $A' = 113 \text{ m}^2$ ($\varnothing 12 \text{ m}$) ancré dans la couche 20, nous proposons de retenir :

ELU Transitoire et durable : $R_{v,d}/A' = 0.16 \text{ MPa}$
ELU Accidentelle : $R_{v,d}/A' = 0.19 \text{ MPa}$
ELS Caractéristique et Quasi-permanent : $R_{v,d}/A' = 0.10 \text{ MPa}$

Valeurs qui devraient s'avérer suffisantes au regard du projet.

8.4. TASSEMENTS

En théorie, en respectant les prescriptions précitées, les tassements absolus et différentiels devraient rester inférieurs au centimètre pour un radier travaillant à $R_{v,d} / A' = 0.10 \text{ MPa}$ à l'ELS en contrainte uniforme centrée, une partie du poids des terres décaissées compensant par ailleurs la charge apportée par l'ouvrage. Ceci s'entend sous réserve d'un non-remaniement de l'assise, et d'un coulage du béton de propreté rapide afin que les assises ne s'altèrent pas par les conditions météorologiques.

8.5. MODULE DE RÉACTION EN GRAND K_v

En première approche, le module de réaction verticale statique K_v serait de

$$K_v = \frac{R_{v,d} / A' (ELS)}{sf} \text{ avec :}$$

- $R_{v,d} / A' (ELS) = \text{contrainte apportée} = 0.10 \text{ MPa}$
- $sf = \text{tassements sous la fondation} \leq 1 \text{ cm } (0.01 \text{ m})$

Il vient donc **$K_v \geq 10 \text{ MPa/m}$** .

8.6. SUJÉTIONS D'EXÉCUTIONS

Elles sont liées :

- à la vérification, par un B.E. Structure, que les tassements et taux de travail admissibles donnés sous les radiers sont compatibles avec le projet,
- au respect des principes de réalisation du radier et de la préparation des arases afin de purger toutes les hétérogénéités rencontrées au toit de la couche 20 avant réalisation du béton de propreté,
- à l'interdiction de stockage de matériaux en crête des fouilles,
- à l'interdiction de circulation d'engins sur l'arase terrassement,
- à une auscultation soignée de la fouille de fondations pour valider le niveau d'assise,
- à la mise en œuvre de moyens de pompage (fosse de relevage + pompe), pour gérer les eaux de pluie ou de ruissellement en phase chantier et éviter la dégradation des assises,
- à la sensibilité des sols à l'eau et au remaniement mécanique réclamant :
 - x un terrassement à la pelle en rétro,
 - x un terrassement en situation météorologique favorable,
 - x une finition soignée de la fouille,
- à la mise en œuvre rapide d'un béton de propreté en fond de fouille,
- à la blocométrie de la couche 20 à l'extraction pouvant générer lors des terrassements des hors profils,
- à la nécessité de ne pas remanier le sol de fondation : on travaillera en rétro, à la pelle, godet bien à plat, en excluant toute circulation d'engins sur l'arase terrassée,
- au bétonnage rapide des radiers après mise en place du ferrailage : on privilégiera le travail par beau temps. S'il pleut, on veillera à ne pas laisser s'installer une stagnation d'eau dans les fouilles,

- à la réalisation de bêtes périphériques de protection au gel, si travail en hiver, qui pourront être intégrées au radier pour en améliorer la rigidité,
- au respect des règles relatives à l'imperméabilisation et au drainage des parties enterrées,
- au remblaiement derrière les parties enterrées, à la qualité des matériaux d'apport et à leur compactage.

9. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES ÉPAISSEURS DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES – MISSION G2 PHASE AVP

9.1. GÉNÉRALITÉS

Présentation des termes :

- EV_2^1 : module intrinsèque des matériaux constituant la couche de forme,
- EV_2^2 : module de la PST,
- EV_2^3 : module Bicouche (critère de réception).

Par hypothèses, il est envisagé la réalisation de voiries légères.

Les couches de forme sous voiries auront trois fonctions :

- la partie inférieure une fonction drainante pour éviter que ne s'installe dans la couche de forme un effet piscine, à installer donc sur une arase pentée, associée à un drainage relié à un exutoire,
- une fonction globale d'homogénéisation de la portance,
- la partie supérieure par sa granulométrie plus fine (0/31.5 mm) une fonction de réglage (dans le cas d'une utilisation de matériaux granulaires).

Dans ce cadre est visée une plateforme de type PF2 caractérisée par un $EV_2^3 \geq 50$ MPa et un rapport $EV_2/EV_1 < 2.1$ (EV_1 et EV_2 étant les modules de 1^{er} et 2^{ème} chargement à l'essai à la plaque suivant le mode opératoire LCPC).

Nous considérons par hypothèse des voiries calées en profil rasant par rapport au terrain actuel (à valider en G2 PRO).

Dans le cas où les hypothèses de départ prises pour l'ébauche dimensionnelle des voiries viendraient à être modifiées, le Maître d'œuvre nous le notifiera, car les conclusions données ci-après pourraient être caduques.

Elles devront notamment être adaptées à la géométrie des terrassements en pleine masse envisagés.

9.2. PRÉPARATION DES ARASES

Le chantier de terrassement permettant la mise en œuvre des couches de forme se fera en situation météorologique favorable, hors séquence de pluie, de neige et de gel. En situation météorologique défavorable, le chantier sera arrêté.

Après avoir effectué les terrassements conformément aux prescriptions du paragraphe 7.2, on se situera sur une PST correspondant **aux couches 10, 11 ou 20** ; formations qualifiées par une portance attendue minimale définie soit par mesure directe (EV_2^2) soit par une mesure de résistance à la pénétration dynamique (q_d) moyennée sur 1.20 m ($EV_2^2 = 6q_d$).

Ici, la portance minimale attendue de la PST est de $EV_2^2 = 15$ MPa en hiver, la couche 00 étant intégralement purgée.

Sur la base des données actuellement disponibles, l'épaisseur minimale de la couche de forme en matériaux d'apport granulaire à mettre en œuvre est donnée par la relation :

$$h = 30x \ln \left(\frac{1/EV_2^2 - 1/EV_2^1}{1/EV_2^3 - 1/EV_2^1} \right) + 0.6x \left(\frac{EV_2^3}{EV_2^2} - 1 \right) \quad (\text{Formule de J.C. GRESS})$$

En cas de réalisation des travaux en conditions météorologiques défavorables, un épaissement de la couche de forme sera à envisager de manière à prévoir un reclassement d'arase.

L'arase sera soigneusement ausculter afin de purger et substituer d'éventuelles poches ou lentilles de sols indésirables pouvant correspondre :

- à des produits évolutifs ou compressibles (bois, racines, souches, plâtres, matières organiques),
- à des points durs tels que des vestiges ou de très gros blocs,
- à des éléments creux (conduites désaffectées...), vieux réseaux de drainage, etc...,
- à des poches ou horizons de sols fins décomprimés.

9.3. COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES

Les matériaux suggérés seront de type concassé rocheux dur ou grave roulée alluvionnaire de carrière ou de gravière selon les critères suivants, compactés par couches successives en respectant les prescriptions du GTR. On vérifiera que les matériaux utilisés respectent les prescriptions détaillées ci-après.

Les matériaux de couche de forme suggérés sont du type :

Concassé rocheux dur ou grave roulée alluvionnaire 0/60 mm, propre, chimiquement inerte, drainant et non gélif :

- $D \leq 60 \text{ mm}$
- propre VBS $< 0,1$
- passant à $80 \mu\text{m} < 5 \%$
- ES > 40
- durs, non gélifs, LA et MDE ≤ 45
- drainants : $D_{10} \geq 1 \text{ mm}$

fermés par une couche de réglage :

- $D \leq 31.5 \text{ mm}$
- propre VBS $< 0,1$
- passant à $80 \mu\text{m} < 5 \%$
- bien gradué, s'inscrivant dans un fuseau de TALBOT FULLER d'équation :

$$\frac{p}{100} = \left(\frac{d}{D} \right)^n, \quad n \text{ étant déterminé à partir des couples :}$$

$D = 60 \text{ mm}$ $80 \mu\text{m} = 3 \%$: courbe basse du fuseau,

$D = 20 \text{ mm}$ $80 \mu\text{m} = 7 \%$: courbe haute.

Ces matériaux, compactés à q_3 , ont respectivement un module EV_2^1 intrinsèque (module de la couche suffisamment épaisse pour que le bicouche n'intègre plus le sol de fondation) de :

* pour un concassé calcaire dur :

- 170 MPa pour le 0/60 mm
- 200 MPa pour le 0/31.5 mm

* pour une grave roulée alluvionnaire :

- 150 MPa pour le 0/60 mm

Dans ces conditions, on pourra tabler sur une épaisseur minimale 'h' sous voiries légères de :

- Pour une grave roulée 0/60 mm fermée par un concassé calcaire 0/31.5 mm :

Arase	Critères de réception			Épaisseur de 0/60 mm en cm	Épaisseur de 0/31.5 mm en cm	Épaisseur 'h' totale en cm
	EV ₂ ³	Module de Westergaard (Kw)	Rapport de compactage			
Couches 10, 11 ou 20 (EV ₂ ² ≥ 15 MPa)	50 MPa	50 MPa/m	$K = \frac{EV_2}{EV_1} \leq 2.1$	40	10	50

- Pour un concassé calcaire 0/60 mm fermée par un 0/31.5 mm :

Arase	Critères de réception			Épaisseur de 0/60 mm en cm	Épaisseur de 0/31.5 mm en cm	Épaisseur 'h' totale en cm
	EV ₂ ³	Module de Westergaard (Kw)	Rapport de compactage			
Couches 10, 11 ou 20 (EV ₂ ² ≥ 15 MPa)	50 MPa	50 MPa/m	$K = \frac{EV_2}{EV_1} \leq 2.1$	30	10	40

Des planches d'essais pourront être effectuées en phase chantier pour ajuster notre ébauche dimensionnelle en fonction des sols découverts, des conditions climatiques et des performances des matériaux d'apport utilisés.

Nous rappelons que notre étude permet de fixer les critères de portance des plateformes, néanmoins, il appartiendra à l'entreprise d'adapter les moyens de compactage afin de respecter ces critères.

Si le critère de portance n'est pas atteint, c'est que, soit :

- la teneur en eau du matériau constitutif de l'arase est plus élevée que pendant les sondages,
- les purges n'ont pas été suffisamment approfondies,
- le matériau de couche de forme sous-jacent n'est pas de qualité suffisante en nature et/ou en compactage,
- le compactage est trop intensif et a « claqué » le support.

Il convient donc d'identifier le facteur incriminé pour choisir les mesures adaptées.

En variante à la solution de couche de forme granulaire en matériaux d'apport, il pourrait être envisagé, sous les voiries, la réalisation de couches de forme traitées aux liants hydrauliques. Il sera alors nécessaire, si l'on souhaite traiter, de réaliser des études spécifiques d'aptitude et de formulation si les résultats sont favorables.

10. DISPOSITIONS GÉNÉRALES LIÉES À LA POSE DES RÉSEAUX ENTERRÉS – MISSION G2-AVP

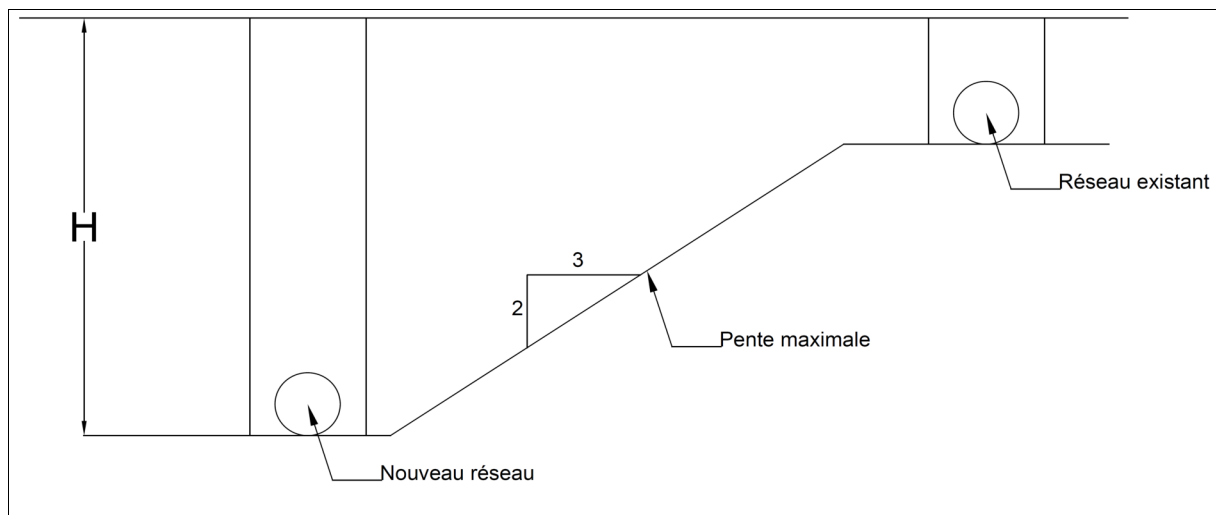
10.1. GÉNÉRALITÉS

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées.

10.2. DISPOSITIONS VIS-À-VIS DES OUVRAGES EXISTANTS

On prêtera une attention particulière à la tenue des ouvrages parallèles et aux réseaux existants, notamment à proximité de la Rue existante. Au besoin, on adaptera la technique de travail ou on s'éloignera de ceux-ci pour en minimiser les effets.

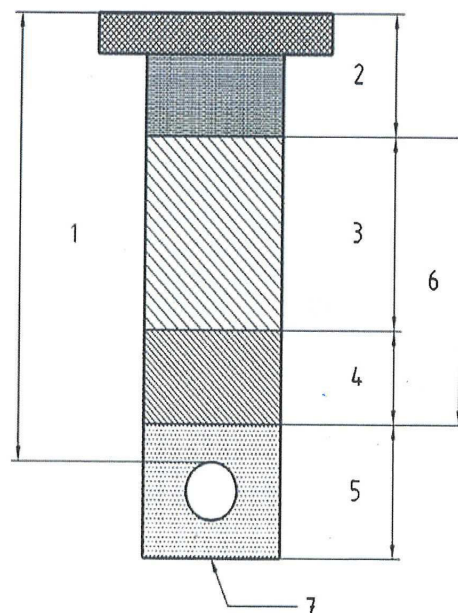


La règle ci-avant est applicable aux réseaux créés à proximité des autres réseaux ou ouvrages existants. Il est impératif, dans ce cas, de vérifier les phénomènes de « renard solide » au cas par cas et d'éviter toute décompression du sol.

10.3. REMBLAIEMENT DES TRANCHÉES

10.3.1. Coupe type d'une tranchée

On rappelle ci-après la coupe type d'une tranchée :



Légende

- 1 Hauteur de recouvrement
- 2 Structure de chaussée (y compris revêtement)
- 3 Partie supérieure de remblai
- 4 Partie inférieure de remblai
- 5 Zone d'enrobage
- 6 Remblai proprement dit
- 7 Fond de tranchée

10.3.2. Objectif de densification

On distingue, les objectifs de densification ci-après :

Objectif de densification	Exigences	Utilisation en tranchées (détaillée en 6.2.4)
q1 ¹⁾	$\rho_{dm} \geq 100 \% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfc} \geq 98 \% \rho_{dOPM}$	Non accessible au petit matériel de compactage
q2 ¹⁾	$\rho_{dm} \geq 97 \% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfc} \geq 95 \% \rho_{dOPM}$	Chaussée
q3	$\rho_{dm} \geq 98,5 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 96 \% \rho_{dOPN}$	Partie supérieure de remblai
q4	$\rho_{dm} \geq 95 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 92 \% \rho_{dOPN}$	Remblai Zone d'enrobage des tranchées de hauteur de recouvrement $< 1,30$ m et certaines tranchées de hauteur de recouvrement $\geq 1,30$ m ²⁾
q5	$\rho_{dm} \geq 90 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 87 \% \rho_{dOPN}$	Zone d'enrobage (uniquement pour les tranchées dont la hauteur de recouvrement $\geq 1,30$ m où q4 n'est pas exigé ³⁾).

1) q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115.
2) Le choix q4 ou q5 pour l'enrobage dans le cas des tranchées profondes est à fixer en fonction des conditions rencontrées : encombrement des réseaux, difficultés d'exécution particulières.
3) Il peut s'avérer que l'objectif de densification q5 ne puisse être atteint : cette contrainte pouvant ou non avoir été démontrée dès les études préalables ou, si l'étude géotechnique ne l'a pas détectée, constatée à l'ouverture de la tranchée (par exemple un encombrement important de la tranchée, un fond de fouille en zone compressible, etc.). Dans ce cas, une étude spécifique sera exigée afin de définir les moyens pour garantir la bonne tenue de la tranchée et du réseau dans le temps. (Prise en compte dans le modèle de calcul, utilisation de matériaux adaptés, etc.).

NB :

γ_{dm} = masse volumique moyenne du sol sec,

γ_{dfc} = masse volumique en fond de couche du sol sec,

γ_{dOPN} = masse volumique à l'Optimum Proctor Normal,

γ_{dOPM} = masse volumique à l'Optimum Proctor Modifié.

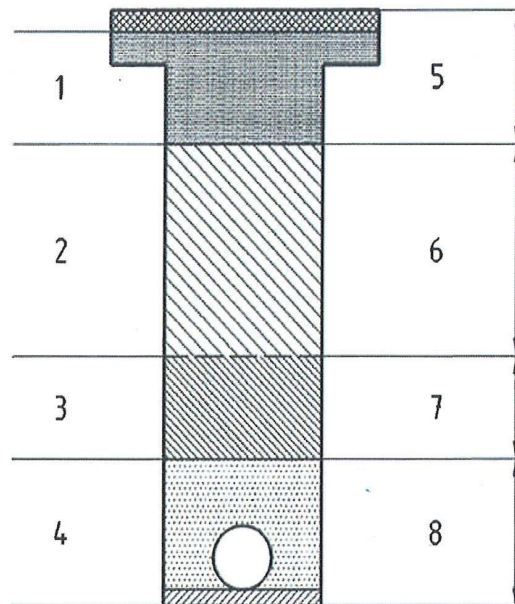
10.3.3. Rappel des cas types

Quatre cas types sont recensés et détaillés ci-après, dans chaque paragraphe spécifique :

- Sous chaussée (cas type 1) selon la profondeur de la tranchée, les objectifs de densification sont q2 et q3, ou q2 - q3 et q4. Il en est de même pour les trottoirs ou accotements supportant des charges lourdes,
- Sous trottoir (cas type 2) ne supportant pas de charges lourdes, les objectifs de densification sont q3 et q4,
- Sous accotement (cas type 3), les objectifs de densification sont fonction de la position de la tranchée par rapport à la rive de chaussée et du risque d'avoir à supporter ou non des charges lourdes,
- Sous espaces verts (cas type 4), les objectifs de densification sont q4.

Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblai, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes d'environnement.

a) Objectifs de densification exigés sous chaussées, trottoirs et zones supportant des charges lourdes (cas type 1) :



Légende

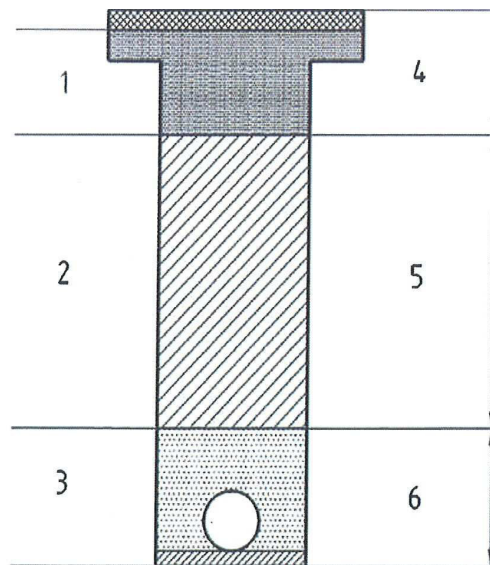
- | | | | |
|---|----------|---|---|
| 1 | q2 | 5 | Rétablissement de la chaussée à l'identique |
| 2 | q3 | 6 | Partie supérieure de remblai (PSR) |
| 3 | q4 | 7 | Partie inférieure de remblai (PIR) |
| 4 | q4 ou q5 | 8 | Zone d'enrobage |

La partie supérieure du remblai en matériaux de niveau d'objectif q3 a une épaisseur variable selon l'importance du trafic.

Dans le cas où l'épaisseur de matériau de niveau d'objectif q4 ne dépasse pas 0.15 m, le remblai est obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

b) Objectifs de densification exigés sous trottoirs ne supportant pas des charges lourdes (cas type 2) :

- sur un trottoir non revêtu, la surface est constituée au minimum de 0.15 m d'une grave compactée avec un objectif de densification de niveau q3,
- sur un trottoir revêtu, la surface est reconstituée à l'identique.

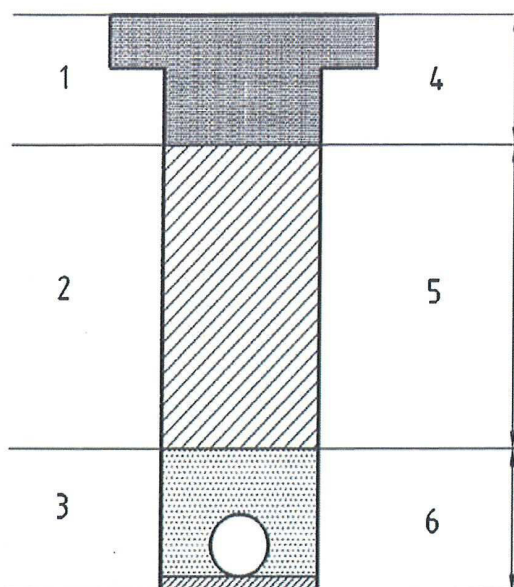


Légende

- 1 q3
- 2 q4
- 3 q4 ou q5
- 4 Rétablissement du trottoir à l'identique
- 5 Épaisseur variable en fonction de la profondeur de tranchée (jamais inférieure à 0,15 m)
- 6 Zone d'enrobage

c) Objectifs de densification exigés sous accotements (cas type 3) :

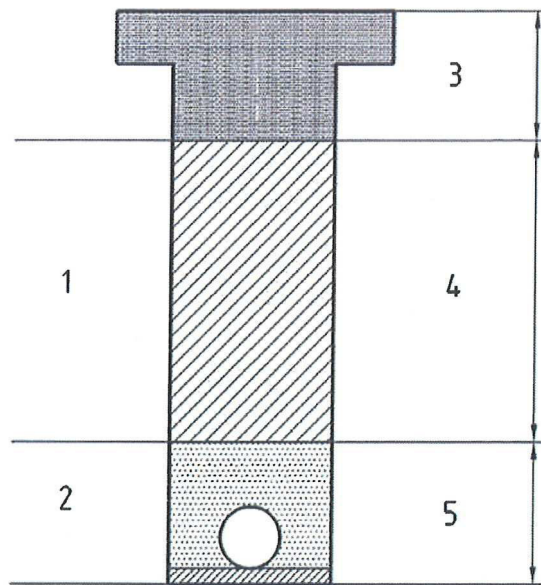
Si l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est identique à celui de la tranchée sous chaussée. S'il n'est pas susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est q3 en partie supérieure du remblai sur une épaisseur égale à celle de la chaussée avec un minimum de 0.30 m, en partie inférieure du remblai l'objectif est q4.

**Légende**

- 1 q3
- 2 q4
- 3 q4 ou q5
- 4 Épaisseur égale à celle de la chaussée contiguë, avec un minimum de 0,30 m
- 5 Remblai
- 6 Zone d'enrobage

d) Objectifs de densification exigés sous espaces verts (cas type 4) :

L'épaisseur de « terre végétale » est au moins équivalente à celle avant travaux. Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblai, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes d'environnement.

**Légende**

- 1 q4
- 2 q5
- 3 Terre végétale
- 4 Remblai
- 5 Zone d'enrobage

10.3.4. Rappel des matériaux utilisables en q3 (Guide Technique LCPC – SETRA)

		Zone industrielle, portuaire, gares routières (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Trafic interurbain ou traversée d'agglomérations (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Trafic urbain ou périurbain (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Classe de matériaux utilisables* (normes NF P11-300) matériaux élaborés*	Épaisseur de matériaux en q3 (partie supérieure de remblai)
MJA par Sens	Fort trafic	> 75	> 190	> 375	B ₁ , B ₃ , C ₁ B ₁ , C ₂ B ₁ , C ₁ B ₃ , C ₂ B ₃ , D ₁ , D ₂ , D ₃ ,	> = 0.60 m ou > = 0.40 m (**)
	Trafic moyen	25 à 75	60 à 190	125 à 375	R ₁₁ , R ₂₁ , R ₂₂ , R ₄₁ , R ₄₂ , R ₆₁ , R ₆₂ , F ₃₁ , F ₆₁ , F ₆₂ , F ₇₁ , F ₈ , C ₁ B ₄ , et C ₂ B ₄	> = 0.45 m ou > = 0.30 m (**)
	Faible trafic	< 25	< 60	< 125	après élimination de la fraction fine O/d	> = 0.30 m

- (1) trafic déterminé selon la norme p 98 - 082. Le passage d'un trafic PL de 35 kN de PTAC à un trafic de 50 Kn de CU se fait par application d'un coefficient défini dans la norme NF P98-082 (3).
- (2) Le coefficient d'agressivité appliqué dans le tableau ci-dessus qui permet de passer d'une colonne à l'autre est différent de celui de la norme P 98-082. Il signifie qu'un poids lourd de la 3^{ème} colonne (trafic urbain ou périurbain) est sensiblement deux fois moins agressif qu'un poids lourd de la 2^{ème} colonne (trafic interurbain) et 5 fois moins agressif qu'un poids lourd de la 1^{ère} colonne (trafic de zone industrielle).
- (*) D max. des grains compatible avec l'exécution (cf. tableaux de Compactage)
- (**) La valeur la plus facile est admise si les matériaux de la partie inférieure de remblai sont de même nature que ceux de la partie supérieure.

D'autres conditions sont envisageables, elles peuvent présenter un avantage économique mais en contre partie présentent certains risques :

- réutilisation de certains sols sensibles à l'eau B₂, B₄, C₁B₂, C₂B₂ et C₁B₂₄, C₂B₄ sans élimination de la fraction fine à l'état m ou s,
- réutilisation de certains sols traités A₁, B₅, B₆, A₂, mais avec utilisation de liants hydrauliques, la chaux seule ne pouvant suffire à atteindre les objectifs de portance et de pérennité de la PSR.

10.3.5. Rappel des matériaux utilisables en q4 (Guide Technique LCPC – SETRA), partie inférieure de remblai

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A ₁ h ; A ₁ m ; A ₁ s ; A ₂ h ; A ₂ m	
Sols sableux et graveleux avec fines	B ₁ ; B ₂ h ; B ₂ m ; B ₂ s ; B ₃ ; B ₄ h ; B ₄ m ; B ₄ s ; B ₅ h ; B ₅ m ; B ₅ s ; B ₆ h ; B ₆ m	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C ₁ A ₁ h ; C ₁ A ₁ m ; C ₁ A ₂ h ; C ₁ A ₂ m ; C ₂ A ₁ h ; C ₂ A ₁ m ; C ₂ A ₂ h ; C ₂ A ₂ m ; C ₁ B ₂ h ; C ₁ B ₂ m ; C ₁ B ₄ h ; C ₁ B ₄ m ; C ₁ B ₅ h ; C ₁ B ₅ m ; C ₁ B ₆ h ; C ₁ B ₆ m ; C ₂ B ₂ h ; C ₂ B ₂ m ; C ₂ B ₄ h ; C ₂ B ₄ m ; C ₂ B ₅ h ; C ₂ B ₅ m ; C ₂ B ₆ h ; C ₂ B ₆ m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C ₁ B ₁ ; C ₁ B ₃ ; C ₂ B ₁ ; C ₂ B ₃	
Sols insensibles à l'eau	D ₁ ; D ₂ ; D ₃	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R ₁₁ ; R ₁₂ h ; R ₁₂ m ; R ₁₃ h ; R ₁₃ m	
Calcaires rocheux divers	R ₂₁ ; R ₂₂ ; R ₂₃	R ₂₂ et R ₂₃ assimilés à C ₂ B ₄
Roches siliceuses	R ₄₁ ; R ₄₂ ; R ₄₃	R ₄₂ assimilé à C ₂ B ₄ R ₄₃ assimilé à C ₁ B ₁
Roches magmatiques et métamorphiques	R ₆₁ ; R ₆₂ et R ₆₃	R ₆₂ et R ₆₃ assimilés à C ₂ B ₄

Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Cendres volantes et cendres de foyers silico-alumineuses de centrales thermiques	F _{2h} ; F _{2m} ; F _{2s}	F ₂ assimilé à A ₁
Schistes houillers	F ₃₁ ; F ₃₂	F ₃₁ et F ₃₂ assimilés à D ₃
Schistes des mines de potasse	F ₄₁ ;	F ₄₁ assimilé à B ₅
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F ₆₁ ; F ₆₂	F ₆₁ et F ₆₁ assimilés à B ₄
Matériaux de démolition	F ₇₁	F ₇₁ assimilé à C ₂ B ₄
Laitiers de haut-fourneau	F ₈ ;	Fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	Difficulté de compactage	
Matériaux élaborés	DC1 ; DC2 ; DC3	

11. ÉTUDE DES ÉLÉMENTS GÉOTECHNIQUES LIÉS À LA POSE DES RÉSEAUX ENTERRÉS – MISSION G2-AVP

11.1. CONDITIONS GÉNÉRALES DE TERRASSEMENT

À ce stade des études, les réseaux enterrés suivants sont envisagés :

- adduction : PVC Ø200 mm,
- distribution : PEHD Ø200 mm,
- vidange trop plein : PVC Ø200 mm, pente de 0.5 %
- téléphone : 2xTPC Ø63 mm,
- électricité : 2xTPC Ø160 mm..

Le niveau de pose des réseaux n'est pas connu. Nous considérons par hypothèse qu'ils seront posés entre 0.80 et 2.00 m de profondeur (à valider).

Les terrassements seraient essentiellement réalisés dans les couches suivantes :

- **10** : Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux de craie
- **11** : Limon sablo-crayeux blanc-beige à granules de craie
- **20** : Craie blanche +/- fragmentée

Pour une profondeur de pose n'excédant pas 2.00 m, les terrassements seraient possibles à la pelle mécanique puissante.

Nous préconisons la réalisation des terrassements en situation météorologique favorable (hors pluie, neige, gel). En cas de situation météorologique défavorable, nous préconisons l'arrêt du chantier. Des dispositifs spécifiques devront être pris pour assurer à tout moment la mise hors d'eau de la fouille (réseaux drainants, rabattement de nappe, épuisement) ainsi que le soutènement et la stabilité des talus.

11.2. SOUTÈNEMENTS DES PAROIS DES TRANCHÉES

Le blindage pourra être de type blindage semi-jointif à vérins latéraux avec rehausses si nécessaires. Il sera nécessaire pour les tranchées d'une profondeur supérieure à 1.30 m, mais pourra aussi s'avérer indispensable, pour les tranchées moins profondes, notamment en cas de venues d'eau, où lorsque l'on recoupe d'ancienne tranchées de réseaux, et des matériaux pulvérulents.

11.3. DRESSAGE DES FONDS DE FOUILLE – ZONE DE POSE - ENROBAGE

Le fond de fouille doit assurer une portance suffisante pour la mise en place des réseaux et remblais, et pour la circulation des personnels et matériels du chantier. Le problème de portance peut se poser localement au sein des sols meubles au niveau des poches humides.

La mise en œuvre d'un lit de pose de 0.30 m, réalisé avec le même matériau que celui prévu pour l'enrobage de la canalisation, est donc conseillée ici.

Le matériau d'enrobage utilisé, devra respecter les critères suivants :

- $D < 22$ mm si le diamètre de la canalisation est inférieur à 200 mm, ce qui sera a priori le cas,
- $D < 40$ mm si le diamètre de la canalisation est supérieur à 200 mm.

11.4. RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE

Identification : Les matériaux identifiés le long du tracé correspondent :

- à des limons sableux +/- crayeux (couches 10 et 11) classé en **A₁ s** selon le GTR,
- à de la craie (couche 20) dont la classe GTR est **R₁₂ ts, s et m** et évoluant au terrassement vers des matériaux **B₅** ou **C₁B₅**. Il s'agit de matériaux comportant des éléments caillouteux mais dont la matrice fine abondante reste sensible à l'eau et sujette aux chutes de portance par imbibition.

Réemploi : De manière générale, seront évacués et mis en dépôt définitif :

- les matériaux naturels renfermant des matières organiques ou susceptibles de provoquer des tassements ultérieurs irréguliers (limons organiques, matériaux en états hydriques très humides),
- les matériaux gelés (si travail en hiver),
- les matériaux gélifs si la protection au gel apportée par les matériaux de chaussée n'est pas suffisante,
- les remblais anthropiques hétérogènes,
- les matériaux présentant des éléments supérieurs à 100 mm, à moins d'envisager un criblage.

11.4.1. Partie inférieure de remblai – q4

Dans la mesure où les conditions de prélèvement des matériaux, lors des sondages à la pelle mécanique, ont été favorables (conditions météorologiques clémentes et sans pluie), l'état hydrique des matériaux pourra s'avérer être humide (voire très humide) pendant la période du chantier. Dans ce cas, des études spécifiques doivent être menées (faisabilité de traitement...).

Les produits d'extraction :

- des couches 10 et 11 (A_1) pourraient théoriquement être réutilisés en partie inférieure de remblais à l'état hydrique moyen (m),
- de la couche 20 (R_{12} / B_5 et C_1B_5), pourraient théoriquement être réutilisés en partie inférieure de remblais sous réserve de maîtriser la blocométrie à l'extraction et leur état hydrique. L'état hydrique des matériaux devra nécessairement être m ou h, ce qui compte tenu des teneurs en eau mesurées pourrait amener à humidifier de manière importante les matériaux.

En pratique, ces matériaux risquent d'être inutilisables s'ils s'avèrent humides à très humides au moment des travaux, puisque leur réemploi doit être privilégié à l'état hydrique m. Ils devront être mis en œuvre selon les conditions du GTR, en retenant que leur réemploi est exclu à l'état th et qu'il faut les réutiliser à l'état m en jouant sur l'aération en bonnes conditions météorologiques ou en traitant.

Les blocs et cailloux dont le Dmax sera supérieur à 100 mm seront écartés.

Si l'on ne maîtrise pas la période de réalisation des travaux qui conditionne la teneur en eau de la craie pour réemploi en q4, on devra avoir recours à des matériaux nobles d'apport pour remblayer la partie inférieure du remblai.

11.4.2. Partie supérieure de remblai – q3

Compte tenu de la nature des matériaux mis en évidence au droit de nos sondages, aucun de ceux-ci ne pourra être réutilisé en partie supérieure de remblai. On devra donc avoir recours à des matériaux d'apports conformes aux spécifications du tableau 10.3.4.

11.5. MATÉRIEL DE COMPACTAGE

Le tableau ci-après présente une gamme de matériel de compactage adaptée à la fois à l'objectif de densification et aux matériaux utilisés en remblais :

Objectifs de densification	Classification GTR 92 (matériaux réutilisables)	Nature du matériel de compactage utilisable
q4	A1 – A2 – B5 – B6 – C ₁ B ₆ – C ₁ B ₅ – B4 – B3 – D2 (graves sableuses)	Compacteurs vibrants de type PVi (largeur de compactage < 1.30m) Plaques vibrantes PQi Pilonneuses vibrantes PN _i et à percussion PPi
q3	D3 – D2 (graves sableuses)	Compacteurs vibrants de type PV2 – PV3 – PV4 Plaques vibrantes PQ2 – PQ3 – PQ4 Pilonneuses vibrantes PN1 – PN 2 – PN3 Pilonneuses à percussion PP2
q2	Classés Di par le GTR 92 Sol non traité Difficulté de compactage supposé DC2	Compacteurs vibrants de type PV2 – PV3 – PV4 Plaques vibrantes PQ2 – PQ3 – PQ4 Pilonneuses vibrantes PN1 – PN 2 – PN3

La qualité de compactage sera contrôlée et vérifiée par pénétromètre dynamique avec la fréquence de points de contrôle fonction du linéaire en accord avec le tableau ci-après :

Linéaire (m)	< 5	20	100	500	> 500
Nombre de points	1	2	4	8	8 + 1 point tous les 200m supplémentaires

Le retrait du blindage se fera par couche de remblaiement après compactage.

Une attention particulière sera à envisager lors des opérations de compactage à proximité des bâtiments existants afin de limiter les vibrations.

11.6. MATÉRIEL DE CONTRÔLE DE COMPACTAGE

Nous vous proposons d'envisager les contrôles de compactage à l'aide du pénétrodensitographe PDG 1000 ou équivalent.

Le pénétrodensitographe ou PDG 1000 est un pénétromètre dynamique automatisé et monté sur remorque pour le contrôle des tranchées peu profondes et/ou étroites, adapté également pour le contrôle de remblai. L'appareil fournit, en temps réel, un profil des enfoncements par coup en fonction de la profondeur, dont l'interprétation est immédiate dès lors que la nature GTR des sols traversés est connue (des valeurs seuils dépendant de la nature et de l'état hydrique sont mises en mémoire dans un micro-calculateur). Ainsi, il est possible de connaître à partir du profil, en plus de la position des intercouches, l'importance des éventuelles insuffisances de compactage et donc de conclure sur la qualité réalisée.

Le matériel est monté sur remorque et tractable par un véhicule léger (fourgonnette ou 4x4). Il permet de s'adapter aux sites et aux différentes mises en place qui peuvent être rencontrés (site urbain, chemin, champ...). Le battage automatisé et mécanique, permet d'atteindre la profondeur souhaitée.

12. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2- PHASE PRO

Selon la norme NFP 94-500 de novembre 2013, les missions G1 et G2 phase AVP doivent être suivies des phases PRO et DCE / ACT de la mission G2 comme indiqué au paragraphe 1.1 de notre rapport d'étude.

L'objectif de cette mission est d'établir le projet des ouvrages géotechniques esquissés lors des missions G1 et G2 phase AVP en réduisant au mieux les risques géologiques vis-à-vis des choix constructifs envisagés.

Les éléments ci-dessous (liste non exhaustive) devront être étudiés en phase projet (phases PRO et DCE / ACT de la mission G2) :

- dimensionnement de la solution de fondation, et vérification de la contrainte de référence,
- calcul des tassements absolus et différentiels sous fondations à l'appui des descentes de charges effectives et des valeurs seuils,
- terrassement et pente des talus provisoires à l'appui des plans et profils de terrassements,
- justification des soutènements provisoires s'il en est envisagé,
- validation des épaisseurs de couche de forme sous voirie (granulaire ou traitée) en fonction de leur nature, de la cote définitive du projet, des critères de portance et en fonction des structures retenues (hors gel – trafic de chantier à prendre en compte).

XXXXXXXXXX

Nous restons à la disposition de la **CCI MARNE EN CHAMPAGNE**, de **TPF ingénierie** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

**Ingénieur
en charge de l'opération**

Julian RÉBY



**Ingénieur
Superviseur**

Jean-Michel CUINET



ANNEXES

ANNEXE 1

Plans d'implantation des sondages



LÉGENDE	
	PR : Sondage pressiométrique
	PM : Sondage de reconnaissance géologique à la pelle mécanique



HYDROGEOTECHNIQUE EST
Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51

CCI MARNE EN CHAMPAGNE / TPFi
LA VEUVE (51)
Construction d'un réservoir de stockage
et d'un local technique

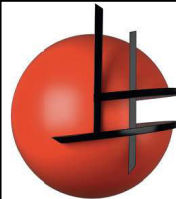
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
DE RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE
Échelle : 1/400ème
Plan 1/2

↓
Plan 2



ANNEXE 2

Profil géotechnique synthétique



HYDROGÉOTECHNIQUE EST
Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51

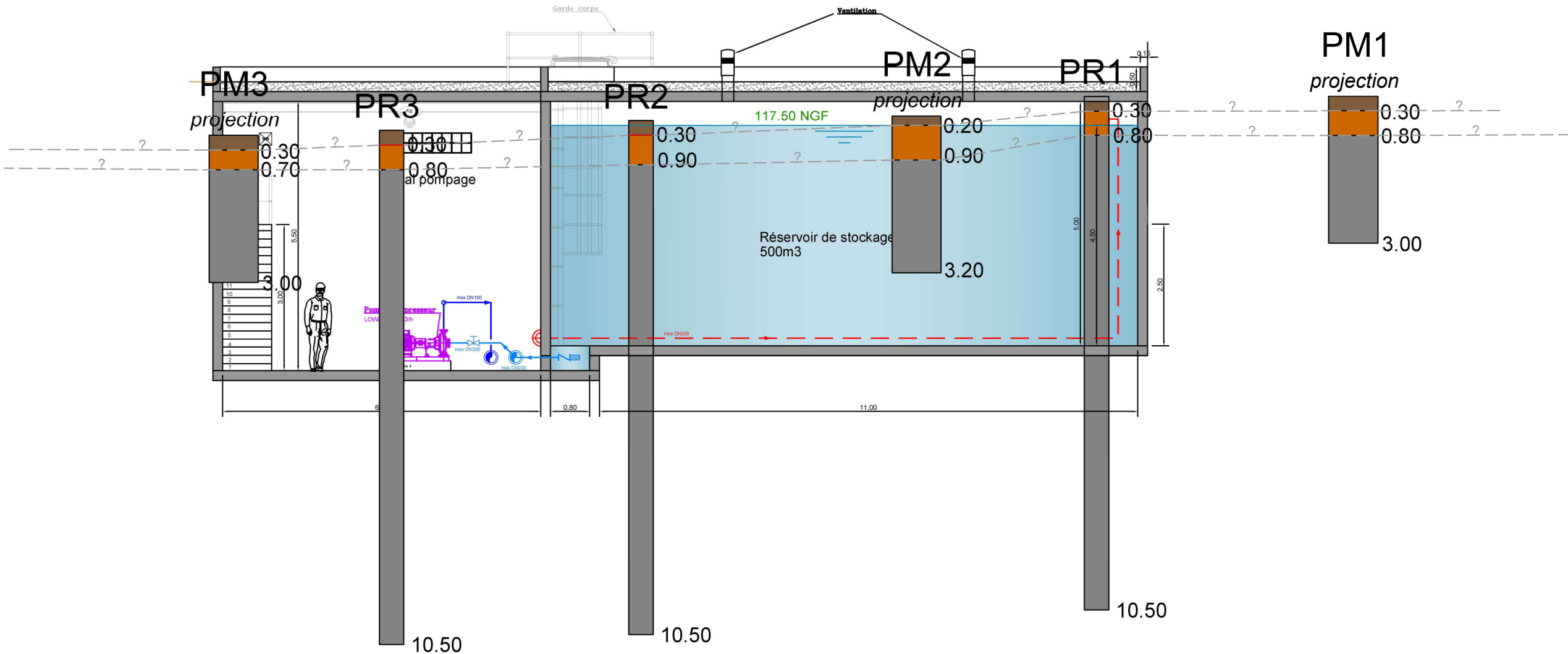
CCI MARNE EN CHAMPAGNE / TPFi
LA VEUVE (51)
Construction d'un réservoir de stockage
et d'un local technique

COUPE GÉOTECHNIQUE SYNTHÉTIQUE
Échelle : 1/100ème

SUD

VUE COUPE BB

NORD



LÉGENDE



Couche 00 : "Terre végétale"



Couche 10 : Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux de craie

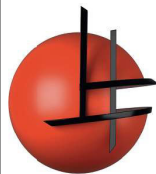


Couche 20 : Craie blanche +/- fragmentée

ANNEXE 3

Profils pressiométriques

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Eau	Equipement forage	Em (MPa)				Pf* / Pl* (MPa)				E/PI												
					1	10	100	1000	Pf* □ Pl* ○	1	10	100													
0,30	"Terre végétale" : Limon sableux brun clair à radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	/	1	119,2	166,7	275,0	185,0	192,2	328,3	318,8	316,8	552,5	338,6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,80	Limon sableux brun clair à cailloux de craie																								
	</																								

**HYDROGEOTECHNIQUE EST**Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

N° Dossier : C.19.23020

Date : 11/04/2019

Cote NGF : 117.60

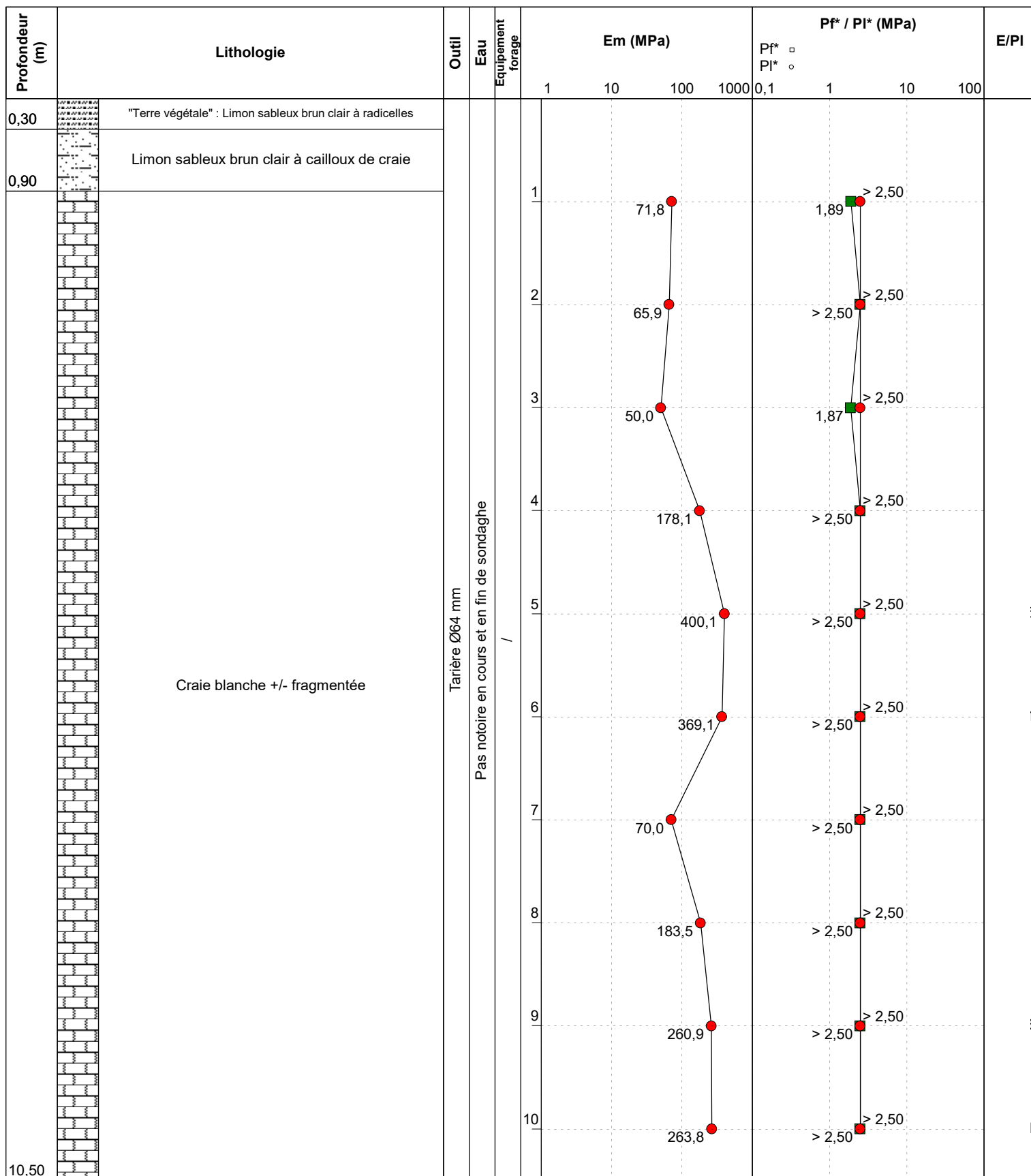
Profondeur : 0,00 - 10,50 m

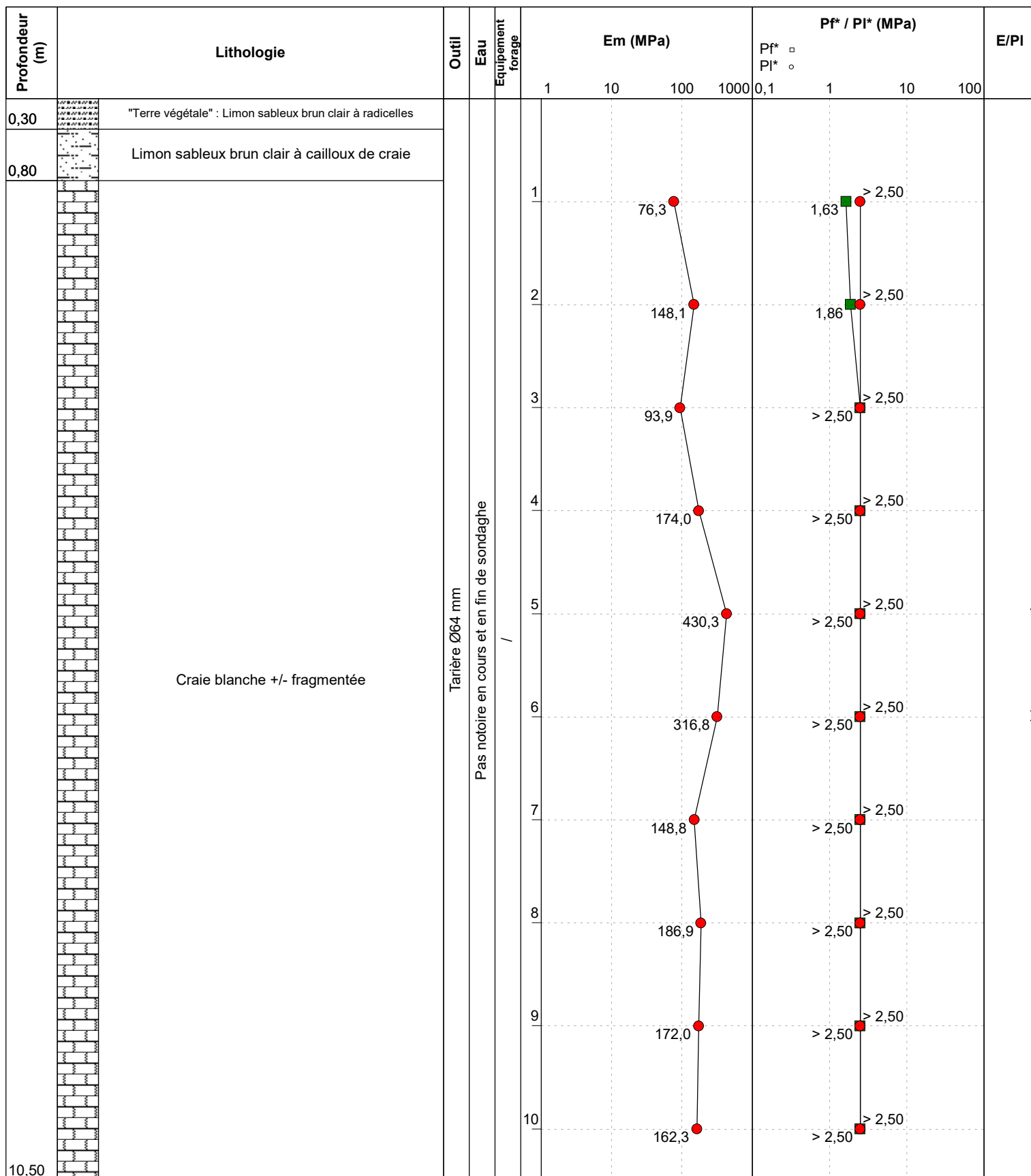
Machine : HYDROFORE 750

1/50

Forage : PR2

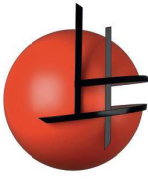
EXGTE 3.20/LUT3EPF511FR





ANNEXE 4

Coupes des sondages à la pelle mécanique

 HYDROGÉOTECHNIQUE EST Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE 13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51	CCI MARNE EN CHAMPAGNE LA VEUVE (51) Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique		N° Dossier C.19.23020
	Date : 08/04/2019	Cote NGF : 118.10	Profondeur : 0,00 - 3,00 m
	Machine : Pelle mécanique à chenilles 5 T		

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,30	"Terre végétale" : Limon sableux brun clair à radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 3.00 m de profondeur
0,80	Limon sableux brun clair à cailloux de craie [Dmax = 40 mm]			
3,00	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche. Matériaux extraits de plus en plus caillouteux avec la profondeur. [Dextraction = 110 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM1



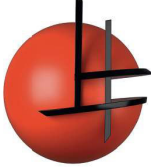
Fond de fouille



Vue générale de la fouille



Matériaux extraits

 HYDROGEOTECHNIQUE EST Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE 13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51	CCI MARNE EN CHAMPAGNE LA VEUVE (51) Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique		N° Dossier C.19.23020
	Date : 08/04/2019	Cote NGF : 117.70	Profondeur : 0,00 - 3,20 m
		Machine : Pelle mécanique à chenilles 5 T	

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,20	"Terre végétale" : Limon sableux brun clair à radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 3.20 m de profondeur
0,90	Limon sableux brun clair à cailloux de craie [Dmax = 30 mm]			
3,20	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche. Matériaux extraits de plus en plus caillouteux avec la profondeur. [Dextraction = 130 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM2



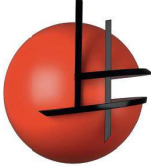
Fond de fouille



Vue générale de la fouille



Matériaux extraits

 HYDROGÉOTECHNIQUE EST Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE 13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51	CCI MARNE EN CHAMPAGNE LA VEUVE (51) Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique		N° Dossier C.19.23020
	Date : 08/04/2019	Cote NGF : 117.30	Profondeur : 0,00 - 3,00 m
	Machine : Pelle mécanique à chenilles 5 T		

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,30	"Terre végétale" : Limon sableux brun clair à radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 3.00 m de profondeur
0,70	Limons sableux brun clair à cailloux de craie [Dmax = 30 mm]			
3,00	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche. Matériaux extraits de plus en plus caillouteux avec la profondeur. [Dextraction = 140 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM3



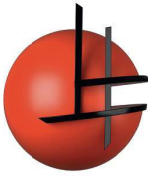
Fond de fouille



Vue générale de la fouille



Matériaux extraits

 HYDROGEOTECHNIQUE EST Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE 13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51	CCI MARNE EN CHAMPAGNE LA VEUVE (51) Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique		N° Dossier C.19.23020
	Date : 08/04/2019	Cote NGF : 116.30	Profondeur : 0,00 - 2,20 m
		Machine : Pelle mécanique à chenilles 5 T	

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,25	"Terre végétale" : Limon sableux brun clair à radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 2.20 m de profondeur
0,90	Limon sablo-crayeux beige clair ou brun-beige à granules de craie [Dmax= 30 mm]			
2,20	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche [Dextraction= 130 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM4



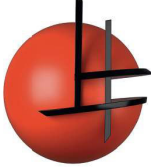
Fond de fouille



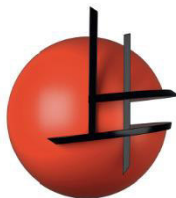
Vue générale de la fouille



Matériaux extraits

 HYDROGÉOTECHNIQUE EST Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE 13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51	CCI MARNE EN CHAMPAGNE LA VEUVE (51) Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique		N° Dossier C.19.23020
	Date : 08/04/2019	Cote NGF : 114.60	Profondeur : 0,00 - 2,50 m
Machine : Pelle mécanique à chenilles 5 T			

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,50	"Terre végétale" : Limon sableux brun à cailloux de craie et radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 2.50 m de profondeur
1,00	Limon sablo-crayeux brun à granules de craie [Dmax = 20 mm]			
1,50	"Graveluche" : Limon sablo-crayeux blanc-beige à granules de craie [Dmax= 40 mm]			
2,50	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche [Dextraction = 120 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM5



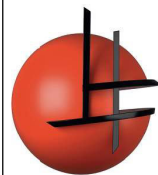
Fond de fouille



Vue générale de la fouille



Matériaux extraits



HYDROGEOTECHNIQUE EST
Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51

**CCI MARNE EN CHAMPAGNE
LA VEUVE (51)**

N° Dossier C.19.23020

Construction d'un reservoir de stockage et d'un local technique

Date : **08/04/2019**

Cote NGF : **113.20**

Profondeur : **0,00 - 2,00 m**

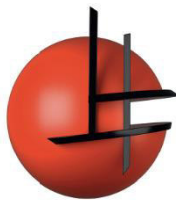
Machine : **Pelle mécanique à chenilles 5 T**

1/20

Sondage : PM6

EXGTE 3.20/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau - Venue d'eau	Observations
0,30	"Terre végétale" : Limon sableux brun à cailloux de craie et radicelles	Godet 40 cm	Pas notoire en cours et en fin de sondage	Terrassement : - Facile sur toute la hauteur reconnue Tenue des parois : - Bonne sur toute la hauteur reconnue Hydrogéologie : - Pas notoire en cours et en fin de sondage Condition de l'arrêt : - Arrêt volontaire à 2.00 m de profondeur
0,70	Limon sableux beige clair ou brun-beige à granules de craie [Dmax= 30 mm]			
2,00	Craie blanche se débitant en cailloux et cailloutis dans une matrice sablo-crayeuse blanche. [Dextraction= 120 mm]			



HYDROGEOTECHNIQUE EST

Direction Régionale CHAMPAGNE-ARDENNE
13, rue de Thillois – 51370 CHAMPIGNY
Tel : 03.26.61.07.11 – Fax : 03.26.35.12.51
Courriel : champagne@hydrogeotechnique.com

CCI MARNE EN CHAMPAGNE

LA VEUVE (51)

Construction d'un réservoir de stockage et d'un local technique

**PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DU SONDAGE DE
RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE**

PM6



Fond de fouille



Vue générale de la fouille



Matériaux extraits

ANNEXE 5

Résultats des essais en laboratoire



RESULTATS DE LABORATOIRE

Affaire:

Création réservoir et local technique

Date:

17/04/2019

Lieu :

LA VEUVE (51)

Dossier :

C.19.23020

ESSAIS D'IDENTIFICATION				Réaction à l'acide	N° couche	Classification	Teneur en eau	Teneur en eau	Matière organique	Calcimétrie	Perméabilité	Valeur au bleu	Los Angeles	Micro-Deval	Fragmentabilité	Dégradabilité	Densité (T m ⁻³)	Granulométrie par tamisage												Sédimentométrie	Limites d'Atterberg	Limite de retrait	Compactage ESSAI PROCTOR et POINÇONNEMENT									
			-	11-300		94-050	94-050	-	94-048	X30-441	94-068	1097-2	1097-1	94-066	94-067	94-054		94-053Sols		94-064 Roches				94-056				94-057	94-051 (voir 94-052-1)				94-060-1	94-078		94-093		94-093 Annexe A				
Sondages	Prof (m)	Nature	RA	GTR		W% (0/D)	W% (0/20)	MO (%)	CaCO ₃ (%)	K (m/s)	VBS	LA	MDE	FR	DG	PSG		ρ _h	ρ _d	W%	ρ _h	ρ _d	% de passant												Naturel		OPN		Naturel		OPN	
					D _{max} (mm)	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	400 μm	80 μm	2 μm	WL%	IP	IC	WR		W _n % (0/20)	IPI	ρ _d W _n t/m3 (0/20)	W% OPN (0/20)	IPI	ρ _d OPN t/m3 (0/20)	W _n % (0/D théorique)	ρ _d W _n t/m3 (0/D théorique)	W% OPN (0/D théorique)	ρ _d OPN t/m3 (0/D théorique)															
PM1	1.20 - 2.20	Craie blanche	-	20	R12 m (B5)	15,1	15,1	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	23,0	1,94	1,58	48,5	100	56	37	32	30	27,4	-	-	-	-	14,8%	46,7	1,49	25,0%	3,0	1,55	-	-	-	-	
PM2	2.00 - 3.00	Craie blanche	-	20	R12 s (B5)	15,7	21,0	-	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	21,5	1,91	1,57	48,3	100	75	47	35	24	21,3	-	-	-	-	21,6%	40,0	1,46	26,0%	19,0	1,50	16,2%	1,65	-	-	
PM3	1.00 - 2.00	Craie blanche	-	20	R12 ts (B5)	15,8	15,7	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	17,6	1,86	1,58	55,4	100	71	46	37	30	27,5	-	-	-	-	15,7%	51,5	1,52	24,3%	10,0	1,57	11,1%	1,74	-	-	
PM4	0.30 - 0.80	Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux et cailloutis	-	10	A1 s	16,1	16,0	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,7	100	99	88	64	49	42,2	-	-	-	-	16,0%	39,0	1,60	19,0%	19,5	1,67	15,8%	1,61	-	-
PM6	1.00 - 1.50	Craie blanche	-	20	R12 m (C1B5)	22,9	22,4	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	23,7	1,91	1,54	76,7	94	48	30	22	18	17,2	-	-	-	-	22,5%	28,5	1,41	25,5%	26,0	1,44	-	-	-	-	

Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 17/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Chantier: Création réservoir et local technique

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM1

Date prélèvement: 08/04/2019

Profondeur (m): 1.20 - 2.20

Réaction à l'acide : -

Nature : Craie blanche

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Chloé IVALDI

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Chloé IVALDI

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

Opérateur Chloé IVALDI

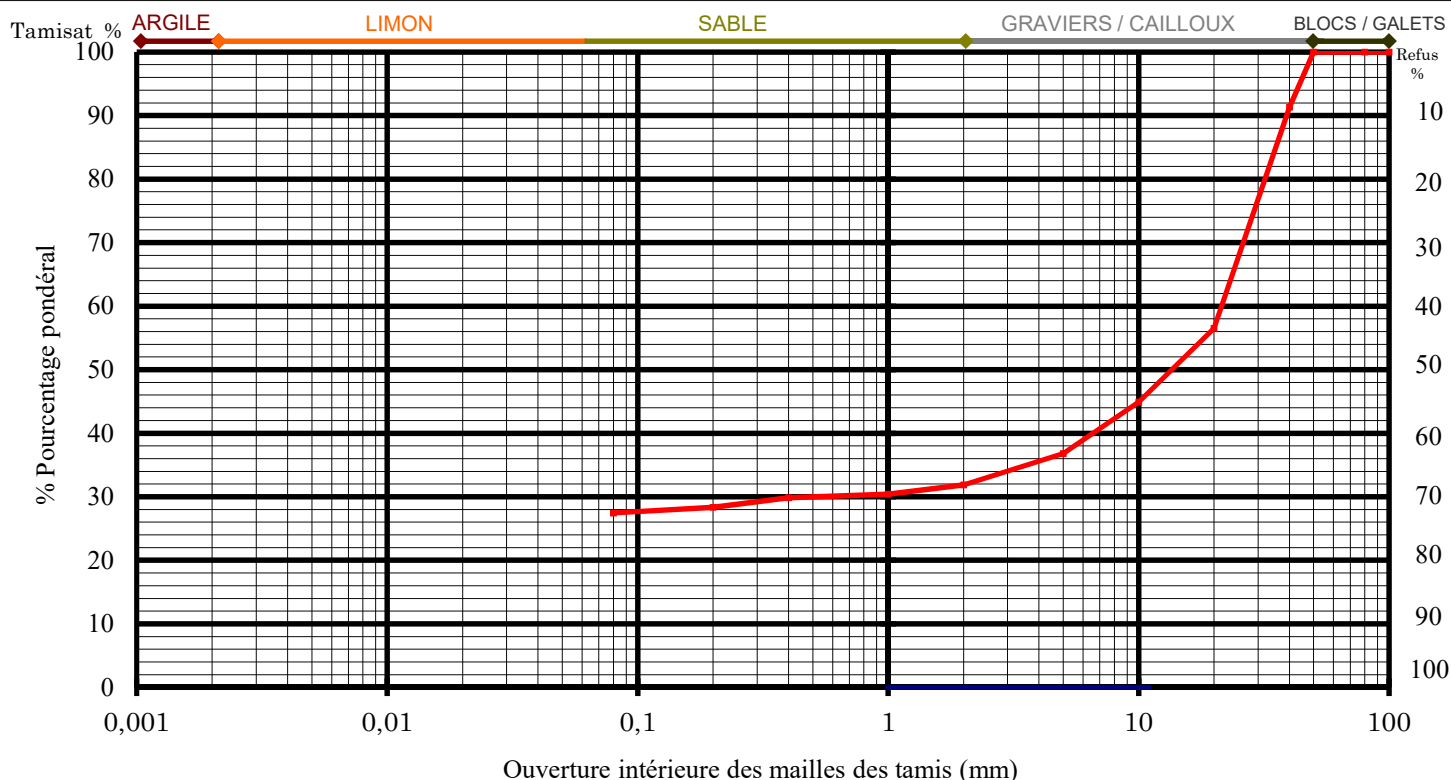
Limites d'Atterberg

NF P 94-051

-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 15,1W_n (0/D) % | 15,1

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	91	56	45	37	32	30	30	28	27,4

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm):	48,5
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	27,4
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	27,4
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,10
Limite de liquidité (W _l %)	-
Indice de plasticité (I _p)	-

Classement GTR (NF P 11-300):

R12 m (B5)



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du:

-

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: Création réservoir et local technique

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 08/04/2019

Sondage: PM1

Profondeur (m): 1.2 - 2.2

Nature: Craie blanche

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	14,8%
Indice Portant Immédiat	IPI	46,7
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,49



CHANTIER : Création réservoir et local technique
SONDAGE : PM1
PROFONDEUR : 1.2 - 2.2

Essai PROCTOR - Essai IPI

Normal Immédiat
NF P 94 - 093 / NF P 94 - 078 / NF P 94 - 050

Laboratoire de : Fontaines
Essai réalisé par : Opérateur Anthony WINTENBERGER

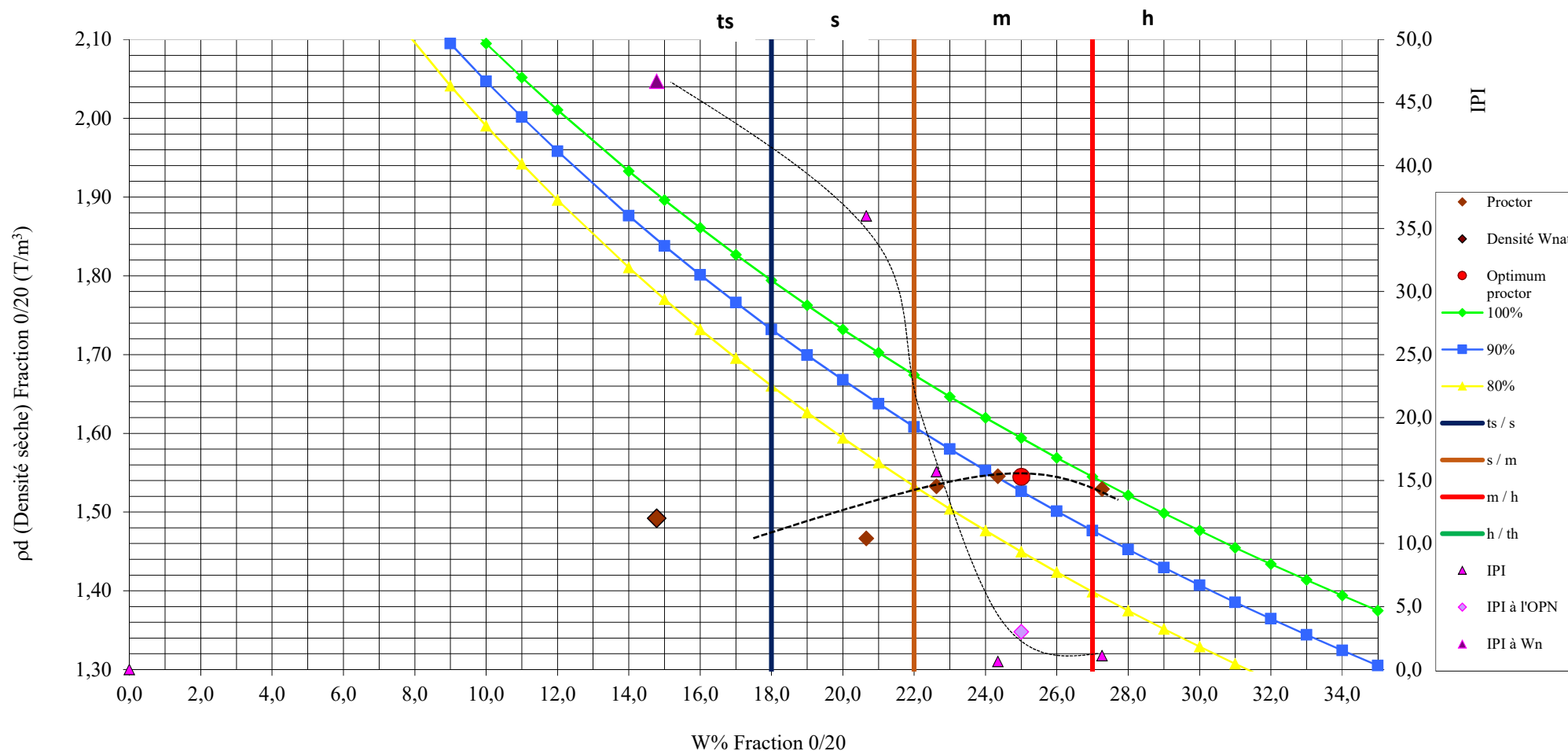
W OPN : 25,0%

IPI OPN : 3,0

pd OPN : 1,55 T/m³

ps mesuré : - T/m³

OBSERVATIONS:



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 16/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Chantier: Création réservoir et local technique

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM2

Date prélèvement: 08/04/2019

Profondeur (m): 2 - 3

Réaction à l'acide : -

Nature : Craie blanche

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Chloé IVALDI

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Chloé IVALDI

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

Opérateur Chloé IVALDI

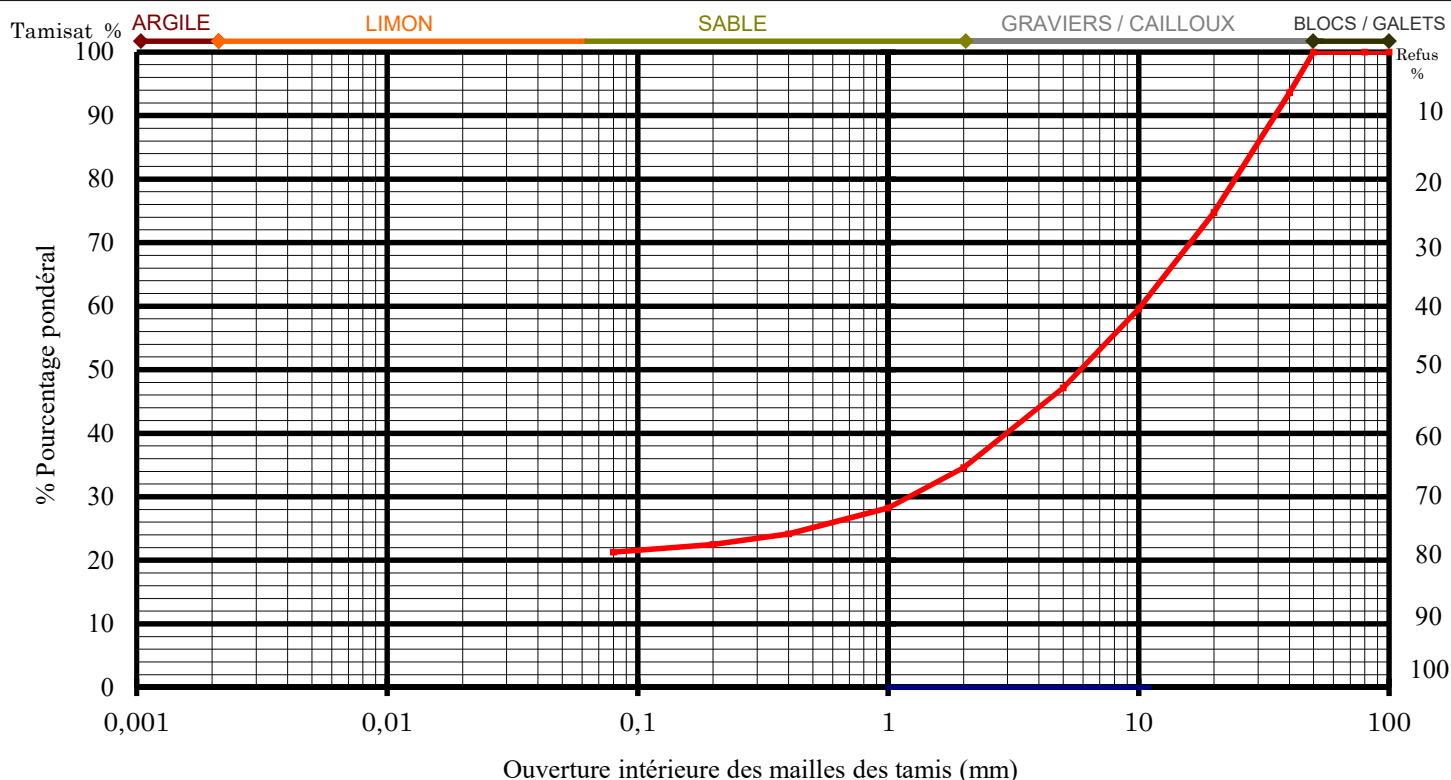
Limites d'Atterberg

NF P 94-051

-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 21,0W_n (0/D) % | 15,7

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	94	75	60	47	35	28	24	22	21,3

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm):	48,34
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	21,3
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	21,3
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,46
Limite de liquidité (W _L %)	-
Indice de plasticité (I _p)	-

Classement GTR (NF P 11-300):

R12 s (B5)



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 16/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: Création réservoir et local technique

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 08/04/2019

Sondage: PM2

Profondeur (m): 2 - 3

Nature: Craie blanche

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	21,6%
Indice Portant Immédiat	IPI	40,0
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,46



CHANTIER : Création réservoir et local technique
SONDAGE : PM2
PROFONDEUR : 2 - 3

Essai PROCTOR - Essai IPI

Normal Immédiat
NF P 94 - 093 / NF P 94 - 078 / NF P 94 - 050

Laboratoire de : Fontaines
Essai réalisé par : Opérateur Anthony WINTENBERGER

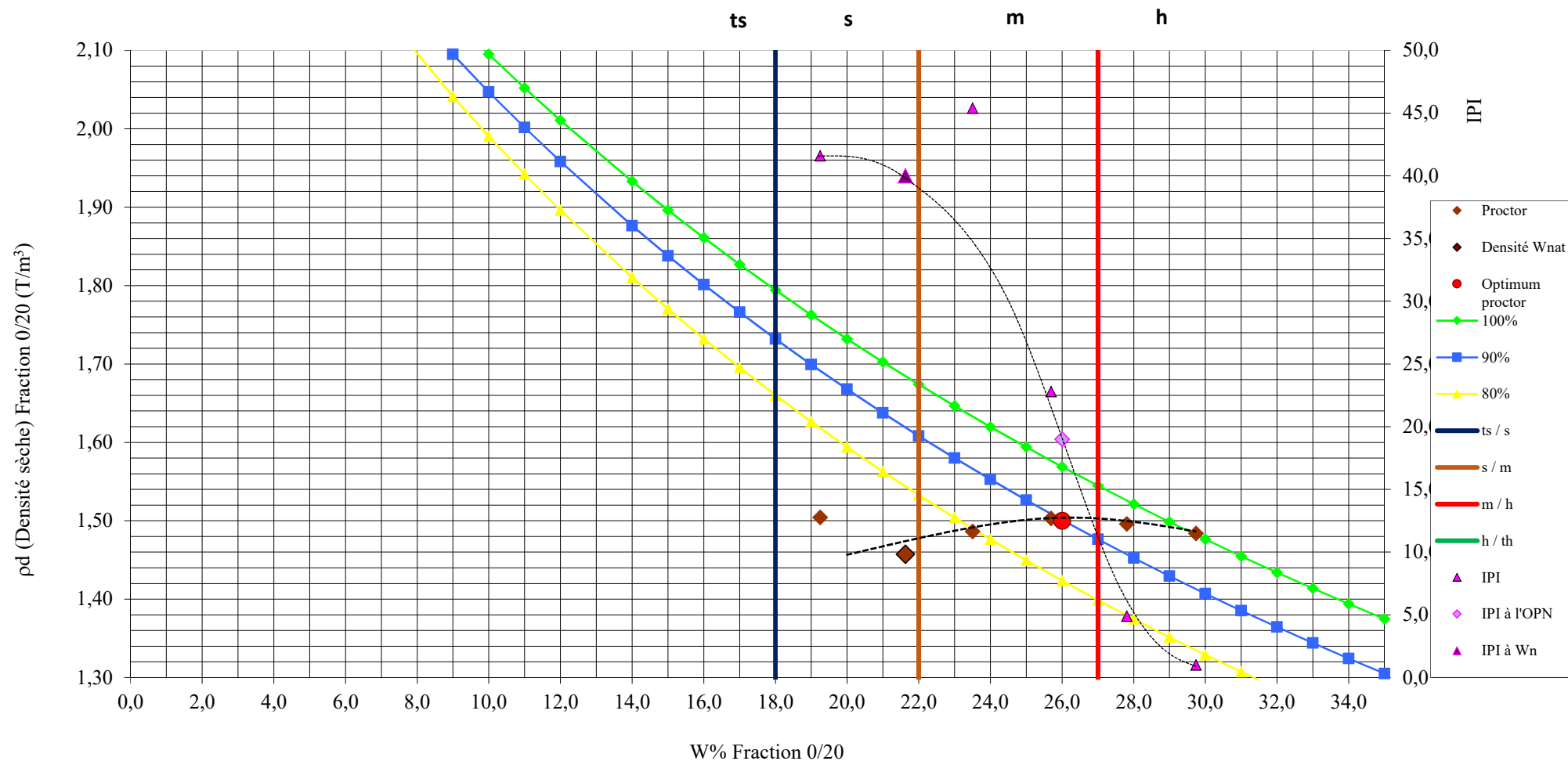
W OPN : 26,0%

IPI OPN : 19,0

ρ_d OPN : 1,50 T/m³

ρ_s mesuré : - T/m³

OBSERVATIONS:





Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 16/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°:	C.19.23020	Chantier:	Création réservoir et local technique
Affaire:	Reconnaitances géologiques et géotechniques	Lieu:	LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

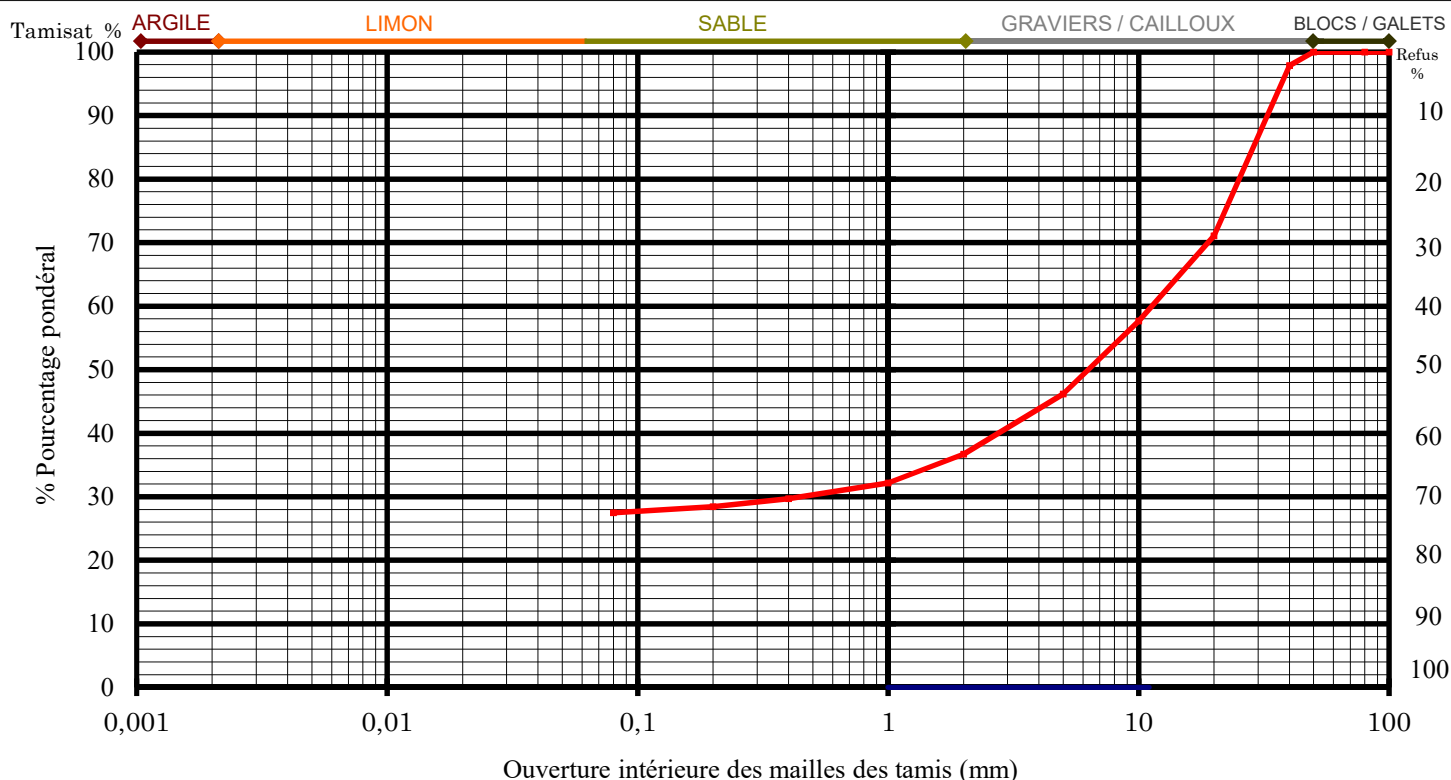
Sondage :	PM3	Date prélèvement:	08/04/2019
Profondeur (m):	1 - 2	Réaction à l'acide :	-
Nature :	Craie blanche	T° étuvage (°C) :	105

IDENTIFICATION -	Laboratoire: Fontaines	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage		NF P 94-050	Opérateur Chloé IVALDI
Analyse granulométrique des sols		NF P 94-056	Opérateur Chloé IVALDI
Analyse granulométrique par sédimentation		NF P 94-057	-
Valeur de bleu de méthylène d'un sol		NF P 94-068	Opérateur Chloé IVALDI
Limites d'Atterberg		NF P 94-051	-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE	W _n (0/20) %	15,7	W _n (0/D) %	15,8
--------------------------------	-------------------------	------	------------------------	------



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	98	71	58	46	37	32	30	28	27,5

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm):	55,4
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	27,5
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	27,5
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,14
Limite de liquidité (W _l %)	-
Indice de plasticité (I _p)	-

Classement GTR (NF P 11-300):
R12 ts (B5)



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du:

-

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: Création réservoir et local technique

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 08/04/2019

Sondage: PM3

Profondeur (m): 1.0 - 2.0

Nature: Craie blanche

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	15,7%
Indice Portant Immédiat	IPI	51,5
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,52



CHANTIER : Création réservoir et local technique
SONDAGE : PM3
PROFONDEUR : 1.0 - 2.0

Essai PROCTOR - Essai IPI

Normal Immédiat
NF P 94 - 093 / NF P 94 - 078 / NF P 94 - 050

Laboratoire de : Fontaines
Essai réalisé par : Opérateur Anthony WINTENBERGER

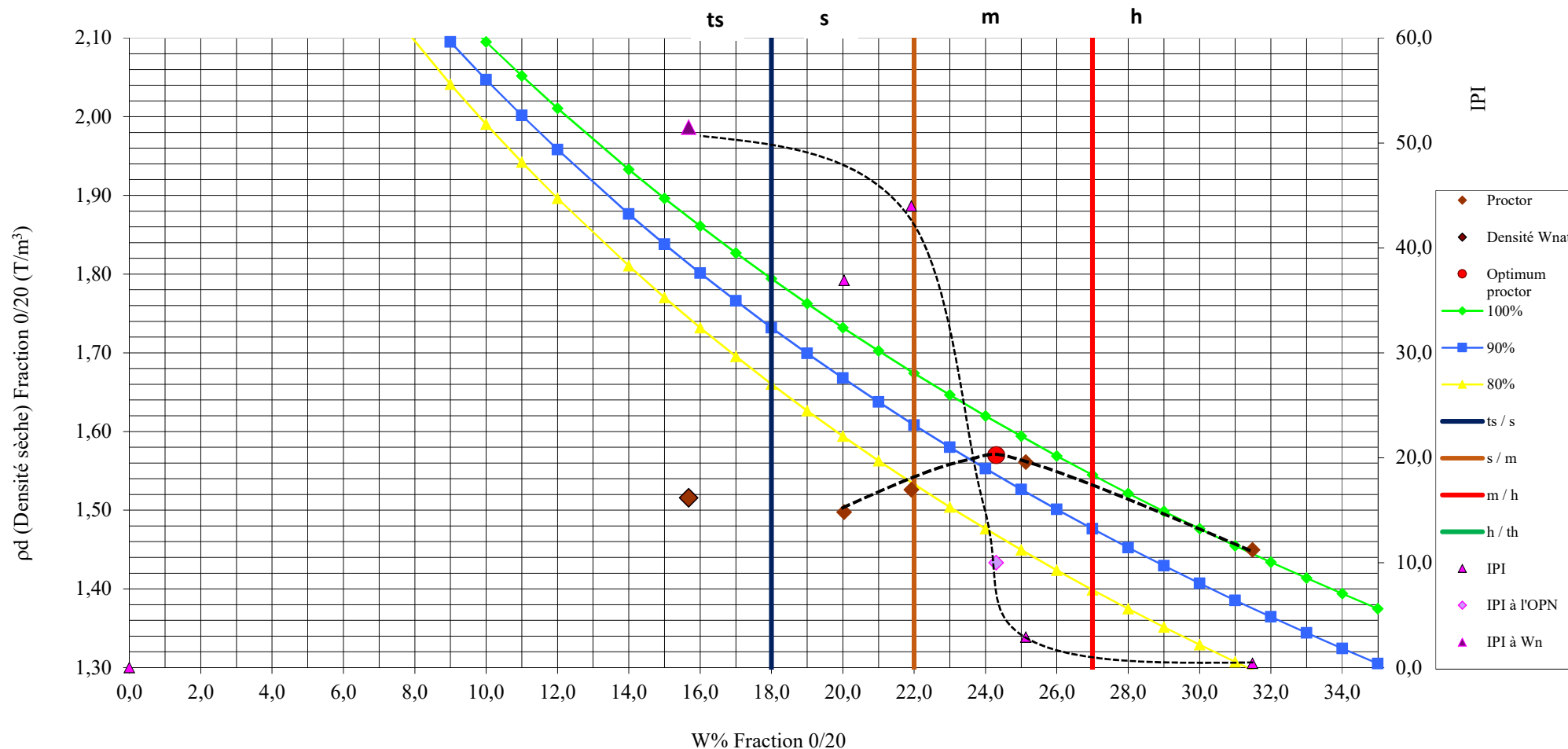
W OPN : 24,3%

IPI OPN : 10,0

ρ_d OPN : 1,57 T/m³

ρ_s mesuré : - T/m³

OBSERVATIONS:



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 18/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Chantier: Création réservoir et local technique

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM4

Date prélèvement: 08/04/2019

Profondeur (m): 0.30 - 0.80

Réaction à l'acide : -

Nature : Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux et cailloutis

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Matthias FLORIT

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Matthias FLORIT

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

Opérateur Matthias FLORIT

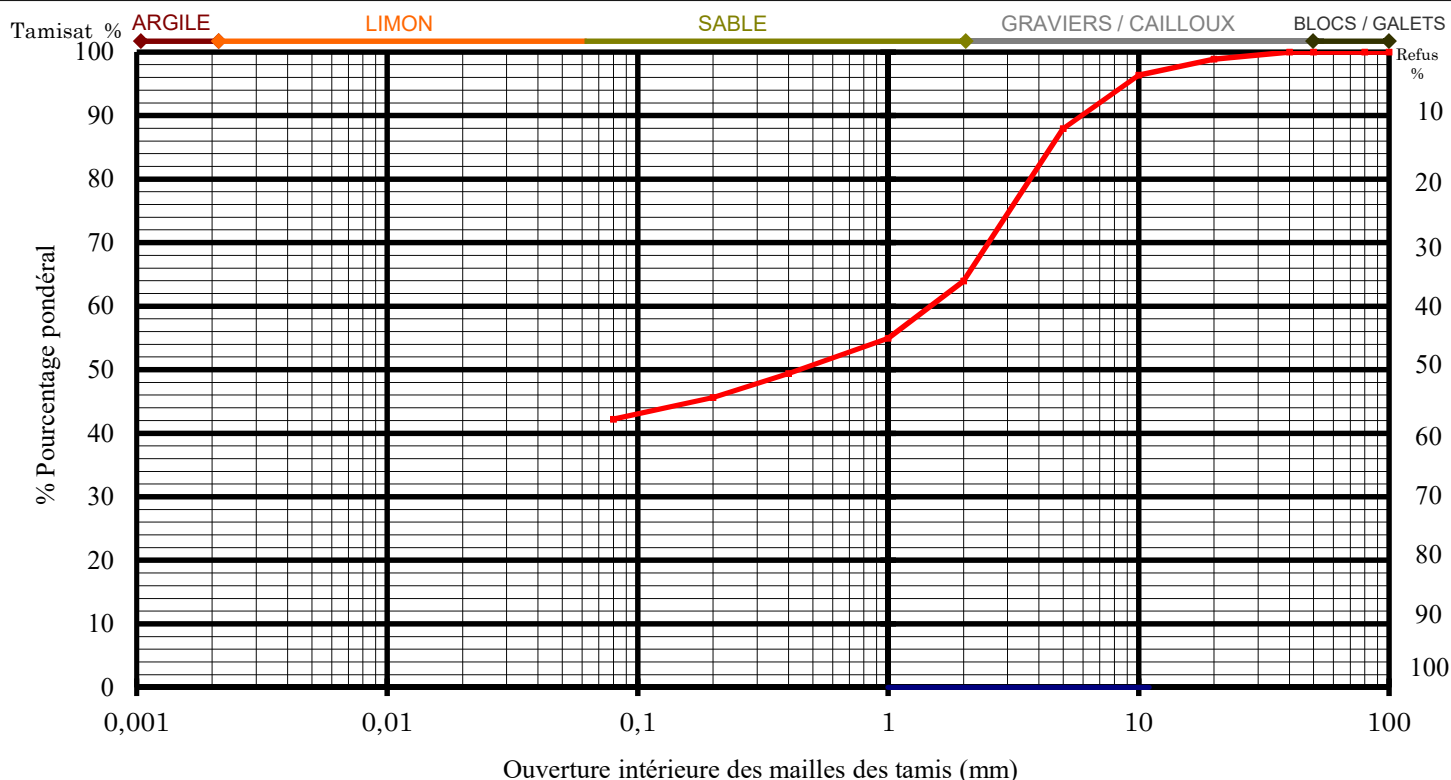
Limites d'Atterberg

NF P 94-051

-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 16,0W_n (0/D) % | 16,1

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	99	96	88	64	55	49	46	42,2

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm):	24,7
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	42,2
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	42,2
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,45
Limite de liquidité (W _l %)	-
Indice de plasticité (I _p)	-

Classement GTR (NF P 11-300):

A1s



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du:

-

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: Création réservoir et local technique

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 08/04/2019

Sondage: PM4

Profondeur (m): 0.30 - 0.80

Nature: Limon sableux +/- crayeux brun clair à cailloux et cailloutis

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	16,0%
Indice Portant Immédiat	IPI	39,0
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,60



CHANTIER : Création réservoir et local technique
SONDAGE : PM4
PROFONDEUR : 0.30 - 0.80

Essai PROCTOR - Essai IPI

Normal Immédiat
NF P 94 - 093 / NF P 94 - 078 / NF P 94 - 050

Laboratoire de : Fontaines
Essai réalisé par : Opérateur Anthony WINTENBERGER

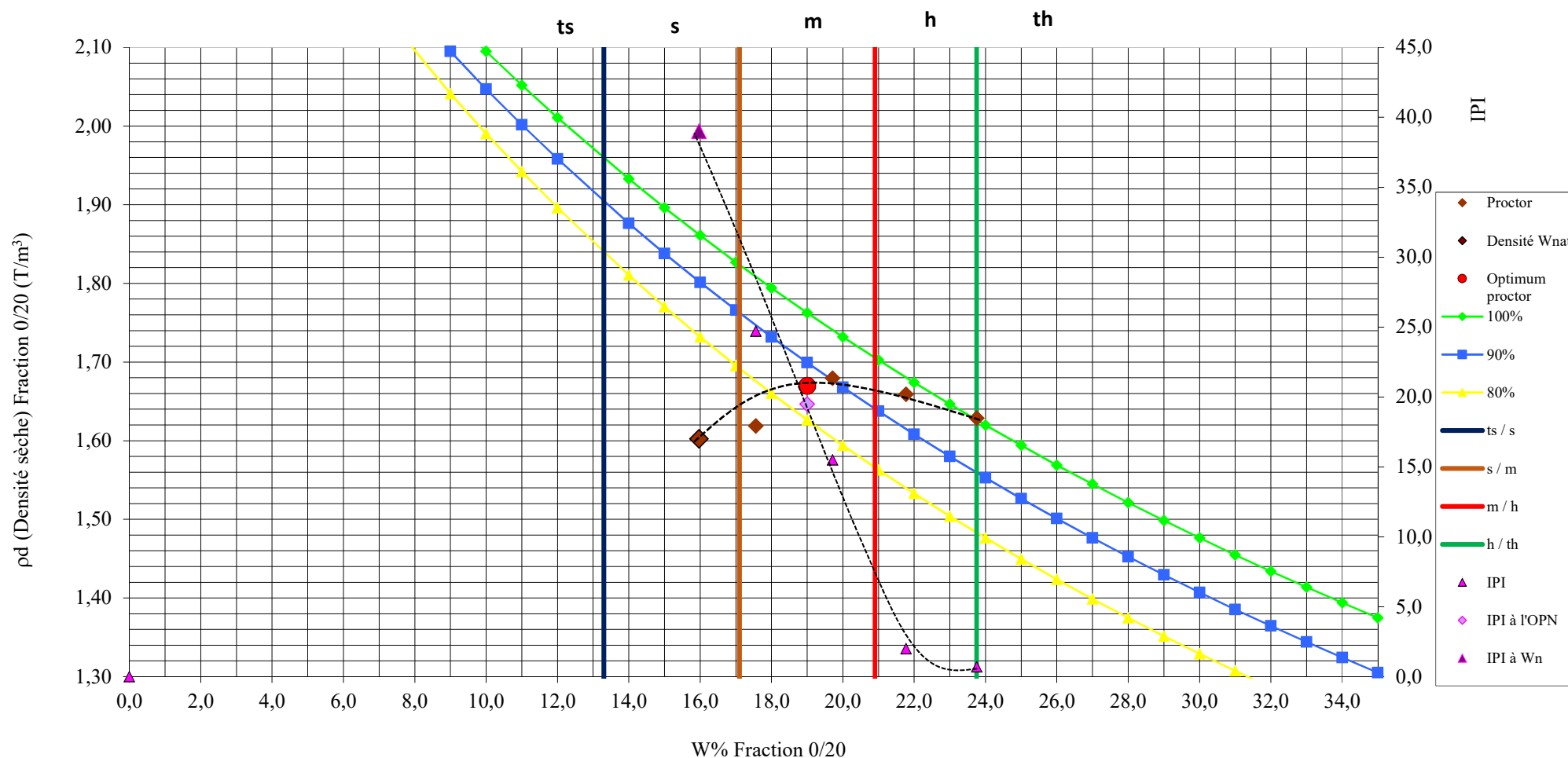
W OPN : 19,0%

IPI OPN : 19,5

ρ_d OPN : 1,67 T/m³

ρ_s mesuré : - T/m³

OBSERVATIONS:



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du: 19/04/2019

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Chantier: Création réservoir et local technique

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM6

Date prélèvement: 08/04/2019

Profondeur (m): 1 - 1.5

Réaction à l'acide : -

Nature : Craie blanche

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Matthias FLORIT

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Matthias FLORIT

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

Opérateur Matthias FLORIT

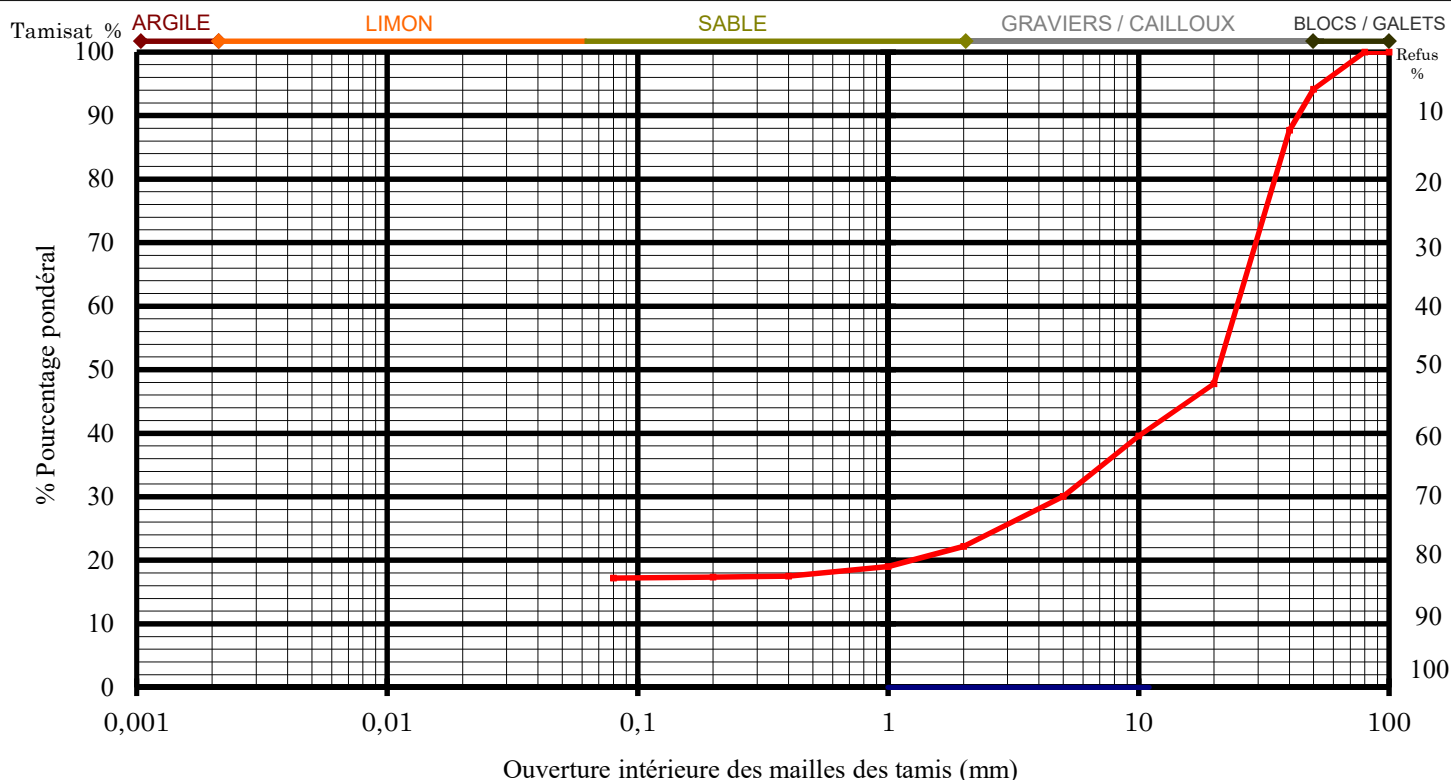
Limites d'Atterberg

NF P 94-051

-

OBSERVATIONS: Refus dominant

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 22,4W_n (0/D) % | 22,9

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	94	88	48	40	30	22	19	18	17	17,2

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm):	76,7
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	17,2
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	18,3
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,07
Limite de liquidité (W _l %)	-
Indice de plasticité (I _p)	-

Classement GTR (NF P 11-300):

R12 m (C1B5)



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Julian REBY

En date du:

-

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.19.23020

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: Création réservoir et local technique

Lieu: LA VEUVE (51)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 08/04/2019

Sondage: PM6

Profondeur (m): 1.0 - 1.5

Nature: Craie blanche

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	22,5%
Indice Portant Immédiat	IPI	28,5
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,41



CHANTIER : Création réservoir et local technique
SONDAGE : PM6
PROFONDEUR : 1.0 - 1.5

Essai PROCTOR - Essai IPI

Normal Immédiat
NF P 94 - 093 / NF P 94 - 078 / NF P 94 - 050

Laboratoire de : Fontaines
Essai réalisé par : Opérateur Anthony WINTENBERGER

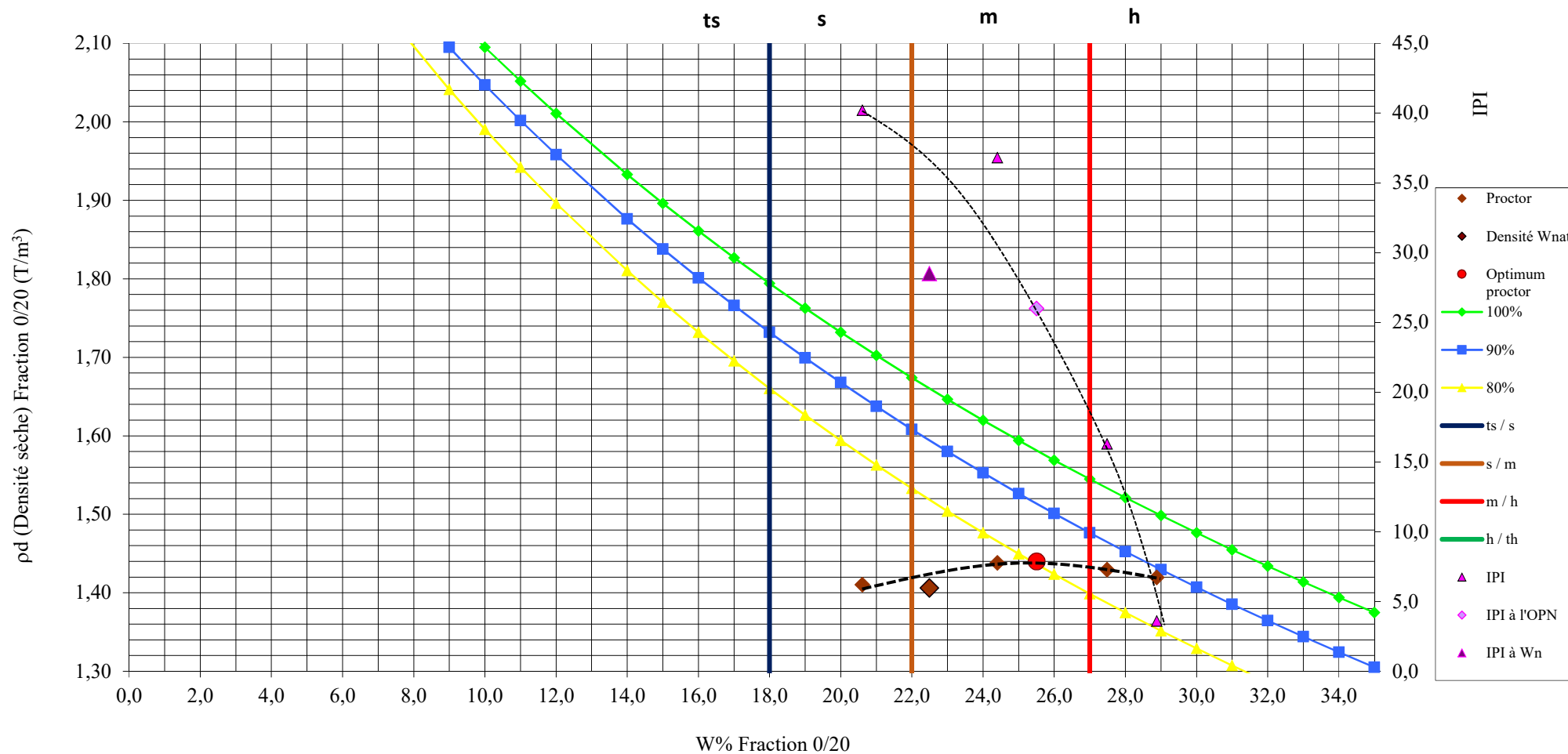
W OPN : 25,5%

IPI OPN : 26,0

ρ_d OPN : 1,44 T/m³

ρ_s mesuré : - T/m³

OBSERVATIONS:



ANNEXE 6

Missions géotechniques

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(extraite de la norme NFP 94-500 - Novembre 2013)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état 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).

SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

(extrait de la norme NFP 94-500 - Novembre 2013)

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 géotechnique 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 géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
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

UNION SYNDICALE GÉOTECHNIQUE
CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
(version du 27.06.2000, mise à jour Hydrogéotechnique décembre 2006)

1. CADRE DE LA MISSION

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (Norme NFP 94-500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

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

En particulier :

- les missions G1, G2, G3, G4 sont réalisées dans l'ordre successif,
- une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante,
- une Prestations d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- une mission type G1 ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques,
- une mission type G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) parties(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

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

2. RECOMMANDATIONS

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi ou de la supervision géotechnique d'exécution (missions G3 et G4) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

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

3. RAPPORT DE LA MISSION

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés ; un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

XXXXXXXXXX