



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Agence de LYON
15, rue LAVOISIER
69680 CHASSIEU
Tél : 04.72.79.46.50 – Fax : 04.72.79.46.51



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Siège Social
9, Boulevard de l'Europe
21800 QUETIGNY LES DIJON
Tél. : 03.80.48.93.20 – Fax : 03.80.48.93.30

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET (G12)

2012/0088/LYON

69690- BRULLIOLES

Lits plantés de roseaux

Lieu-dit « Champelus »

30 avril 2012

Etude géotechnique d'avant-projet (G12)

STATION D'EPURATION

Lits plantés de roseaux

69690 - BRULLIOLES

Lieu-dit « Champelus »

N° AFFAIRE		2012/0088/LYON		GEOENV	MISSION : G12		
INDICE	DATE	Nbre de Pages		ETABLI PAR	VERIFIE PAR	MODIFICATIONS OBSERVATIONS	APPROUVE PAR
		Texte	Annexes				
0	30/04/2012	20	15	T.VALLIENNE	A.DECK	Première émission	A.DECK
A							
B							
C							

SOMMAIRE

<i>I - CADRE DE L'INTERVENTION.....</i>	<i>4</i>
I.1. INTERVENANTS.....	4
I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES	4
I.3. MISSIONS	5
<i>II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE</i>	<i>6</i>
II.1. LE SITE	6
II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	7
II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	7
<i>III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....</i>	<i>8</i>
III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS	8
III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES.....	8
III.3. HYDROGEOLOGIE	9
III.4. ESSAI DE PERMEABILITE	10
<i>IV - ETUDE DES OUVRAGES LEGERS DE GENIE CIVIL.....</i>	<i>11</i>
- Principe de fondations – niveaux d’assise	11
- Contrainte limites de calcul	11
- Tassements	11
- Dispositions constructives	11
- Sujétions d’exécution	12
- Remarques importantes	12
<i>V - FAISABILITE DU DISPOSITIF DE TRAITEMENT.....</i>	<i>13</i>
V.1. SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU SITE.....	13
V.2. CONDITIONS DE TERRASSEMENT.....	13
- Précautions vis-à-vis des sols cohérents (limons et argiles)	13
- Extraction	14
- Stabilité des talus et des avoisinants.....	14
- Réemploi éventuel des matériaux du site en remblai	14
- Sujétions d’exécution	15
V.3. ETANCHEITE DES SOLS EN FOND DE BASSIN	15
V.4. MISE HORS D’EAU	15
- Phase provisoire	15
- Phase définitive	16
<i>VI - RECOMMANDATION POUR LA MISE AU POINT DU PROJET.....</i>	<i>17</i>
<i>Conditions d'utilisation du present document</i>	<i>18</i>
<i>Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2006.....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique.....</i>	<i>20</i>
<i>ANNEXES.....</i>	<i>21</i>

I - CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de :

La Mairie de BRULLIOLES – rue du Mont Pothu– 69690 BRULLIOLES.

GEOTEC a réalisé la présente étude pour le projet suivant :

Construction d'une station d'épuration de type filtres plantés de roseaux – lieu-dit « Champelus » - 69690 BRULLIOLES.

L'autre intervenant connu au moment de l'étude est le Bureau d'Etude Technique IRH Ingénieur conseil - ZI Chaponnay Sud-190, rue Louise Labé - 69970 CHAPONNAY

I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Documents	Emetteur	Référence	Date	Echelle	Cote altimétrique
Carte IGN	-	2931 ET	-	1/25000	Oui (NGF)
Descriptif sommaire du projet	Mairie de BRULLIOLES	-	Reçu le 23/12/11	-	-
Plan cadastral	Cadastre.gouv.fr	Section A Feuille 000 B 01	Reçu le 23/12/11	1/1000 ^{ème}	Non
Plan de masse projet	IRH	-	Reçu le 10/04/12	sans échelle	Oui (NGF)
Plan topographique			Reçu le 10/04/12	DWG	

Remarque : Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- NPHE : Niveau des Plus Hautes Eaux,
- R_d : Résistance dynamique apparente (formule des Hollandais),
- TA : Terrain Actuel.

Le projet consiste en la construction d'une station d'épuration en réalisant des filtres plantés de roseaux d'une capacité de traitement de 600 EH.

Le projet prévoit la construction

- d'un canal de réception des eaux brutes avec dégrillage,
- d'un dispositif d'alimentation par chasse,
- d'un 1^{er} étage de filtres plantés de roseaux d'une superficie de 700m²,
- d'un dispositif d'alimentation du 2^{ème} étage,
- d'un 2^{ème} étage de filtres plantés de roseaux d'une superficie de 480m²,
- d'un canal de rejet et d'une canalisation de rejet.

Le niveau bas des filtres plantés de roseaux sera situé entre 1.00 et 1.50 m/TA.

Nous tenons à rappeler aux Responsables Projet que lors de notre intervention sur site en avril 2012, le projet définitif n'était pas arrêté. Nous ne connaissons donc pas à l'époque les niveaux finis des filtres et la hauteur des terrassements en remblais/déblais.

En l'absence d'éléments précis, les charges transmises par les ouvrages d'arts (*postes de relevage, ...*) sont supposées être limitées à 20 à 30 kN/m² sur radier (≈ 2 à 3 t/m²).

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

I.3. MISSIONS

Conformément à son offre Réf. **2012/0088/LYON** du **15 janvier 2012**, GEOTEC a reçu pour mission de préciser le contexte géotechnique du site, de définir le principe de fondation des ouvrages légers de génie civil et les conditions de terrassements des lits.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à une mission G12 d'étude géotechnique d'avant-projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en décembre 2006, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la mission d'étude géotechnique d'avant-projet (G12) doit être complétée par une mission G2 d'étude géotechnique de projet puis par des missions G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions d'utilisation du présent document* » données en fin de rapport.

II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié se trouve sur la commune de BRULLIOLES. Il est délimité principalement par des espaces vierges (*champs et bois*) (cf. figure 1).



Figure 1 : Vue aérienne de la zone d'étude – Sans échelle

C'est actuellement un terrain nu herbacé bordé au sud par le ruisseau de Cosne.

Le terrain présente une pente de l'ordre de 20% en direction du Sud-Est et est situé dans un contexte de pente générale importante.

Son altitude actuelle est comprise entre les cotes 422.00 et 443.00 NGF selon le plan topographique remis pour l'étude par le BET IRH.

II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par GEOTEC a consisté en l'exécution de :

- **5 sondages géologiques (F1 à F5)** réalisés par ouverture de fouille à la pelle mécanique. Ces sondages ont été réalisés jusqu'à une profondeur comprise entre 2.50 et 2.70 m/TA. Ils ont permis de déterminer la nature et l'épaisseur des sols traversés, de visualiser les arrivés d'eau et de prélever des échantillons pour analyse en laboratoire.
- **4 essais au pénétromètre dynamique (P1 à P4)** poussés au refus, obtenu à une profondeur comprise entre 3.00 et 3.20 m/TA. Ils ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type B.

Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.

- **1 essai de perméabilité de type MATSUO (K5)** a été réalisé dans le sondage géologique. Il a permis d'estimer la perméabilité des terrains au droit du sondage.
- **Des analyses de laboratoire** ont été réalisées sur un échantillon de sable grossier argileux marron prélevé en F1 entre 0.80 à 1.50 m/TA.

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation donné en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

A la demande du Maire de la commune de BRULLIOLES, Monsieur FICHET, le sondage F5 a été réalisé en partie basse du terrain.

Les sondages et essais ont été nivelés à partir d'un repère topographique (*borne d'incendie au Nord de la parcelle*) coté 442.21 NGF et figurant sur le plan topographique remis par le BET IRH.

III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de TARARE (n°697) au 1/50000^{ème} et notre connaissance géologique de ce secteur, la géologie attendue est constitué par :

- des colluvions de recouvrement (limons, sables et graviers),
- le substratum granitique du Viséen supérieur pouvant présenter une frange d'altération plus ou moins importante en tête de faciès de type arène (sable grossier avec débris granitiques à une argile sableuse en fonction du degré d'altération).

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance réalisée a mis en évidence les formations suivantes :

- **de la terre végétale** sur 10 cm suivie par un sable limoneux marron à quelques graviers jusqu'à 0.30 m /TA.
- **une argile sableuse à un sable argileux marron à quelques graviers et cailloutis pouvant présenter des passées indurées**, identifiée dans tous les sondages jusqu'à 1.80 à 2.70 m/TA (*soit sur une épaisseur de 1.50 à 2.40 m*).

Ses caractéristiques mécaniques sont variables en fonction du degré d'altération. Elles sont globalement faibles à moyennes avec :

$$1.0 \leq R_d \leq 4.0 \text{ MPa}$$

- **un sable argileux grossier marron à graviers et cailloutis**, formation pouvant correspondre à l'altération, identifié en F1 à F4 jusqu'à l'arrêt des sondages entre 2.50 et 2.60 m/TA. Ces formations pourraient correspondre à l'altération du substratum non reconnu.

Ses caractéristiques mécaniques sont bonnes avec :

$$4.0 \leq R_d \leq 50.0 \text{ MPa}$$

Les essais au pénétromètre dynamique ont obtenu le refus entre 3.00 et 3.20 m/TA (cotes 437.20 et 427.30 NGF), probablement sur les éléments grossiers contenus dans l'arène et/ou sur le toit du substratum rocheux (non reconnu par les fouilles à la pelle mécanique).

Les essais de laboratoire réalisés sur un échantillon de sable grossier argileux à quelques graviers et galets, prélevé en F1 entre 0.80 et 1.50 m/TA ont permis de classer ce matériau en **B₆** selon le Guide Technique Routier (GTR 92). Il s'agit de matériaux sableux et graveleux comportant des fines sensibles aux variations de teneur en eau.

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon les décrets n°2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010 portant sur la prévention du risque sismique, la commune est inscrite en **zone de sismicité 2** (*sismicité faible*).

La commune est située dans le périmètre d'un PPRn et a fait l'objet le 4 juin 2009 d'un arrêté de prescription du PPRn *de la Brevenne et de la Turdine* pour les risques d'inondation. Il est aussi sujet à des coulées de boue et des glissements de terrain.

D'après le PPRi de la Brevenne et de la Turdine, la zone d'étude est située en zone **non inondable**. Rappelons que cette base de données ne reste que purement indicative et ne donne pas le Niveau des Plus Hautes Eaux connu au droit du site.

D'après la base de données du BRGM, le secteur est classé en zone **d'aléa à priori nul** vis-à-vis du risque de retrait/gonflement des argiles. Rappelons que ce document ne reste que purement indicatif.

III.3. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (*5 avril 2012*), nous avons observé les niveaux d'eau suivants dans les sondages:

Sondages	F3	F5
Cote NGF/Tête de sondage	431.50	427.70
Profondeur du niveau d'eau en fin de forage (m)	1.50 ^(*)	1.40
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	430.00	426.30

(*) Légère arrivée d'eau.

Les niveaux d'eau relevés en F3 et F5 correspondent vraisemblablement à des circulations d'eau ponctuelles au sein des horizons les plus perméables.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Rappelons que ce type de terrain présente des profondeurs et des degrés d'altération variables et peut être le siège de circulations d'eau ponctuelles, épisodiques et potentiellement en charge.

Rappelons également, que dans un tel contexte d'arène, des circulations d'eau en charge peuvent se produire au sein des lentilles les plus perméables de l'arène.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents le Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) au droit du site. **Des adaptations sur les enterrées (reprise des sous-pressions,...) dépendront de ce NPHE.**

III.4. ESSAI DE PERMEABILITE

En l'absence d'informations sur les niveaux finis des filtres, nous avons réalisé l'essai de perméabilité au sein de la frange superficielle des terrains. L'essai de perméabilité a été réalisé au niveau de la fouille F5 en partie aval (basse) du terrain.

Sondage	F5
Profondeur de l'essai (m/TA)	1.80 à 2.80
Lithologie	Argile sableuse marron reposant sur de l'argile gris-bleu
Perméabilité k (m/s)	$< 10^{-7}$

Remarque : Tout au long de l'essai qui a duré environ 90 minutes, le niveau d'eau est demeuré stable.

L'essai réalisé indique qu'à cet endroit (F5), dans la partie aval du terrain, les terrains entre 1.80 et 2.70 m/TA ne présentent pas les qualités requises pour l'infiltration des effluents dans le sol.

Cette valeur de perméabilité relativement faible est probablement due à la présence d'une fraction argileuse importante et à la présence d'une couche d'argile en fond de fouille (entre 2.70 et 2.80 m/TA).

Il est rappelé qu'il s'agit d'essais ponctuels qui ne reflètent que partiellement la perméabilité à l'échelle du site (la perméabilité du sol peut varier très rapidement d'un point à un autre). En effet, la perméabilité est fortement influencée par les variations lithologiques rencontrées au sein de ces formations (*niveaux plus ou moins argileux, sableux, graveleux*). Ailleurs sur le site, la perméabilité de ces formations pourrait être plus importante selon la proportion d'éléments grossiers.

IV - ETUDE DES OUVRAGES LEGERS DE GENIE CIVIL

Il est prévu la mise en œuvre de petits ouvrages de génie civil (postes de refoulement).

Aucune indication précise concernant ces ouvrages ne nous a été fournie. Nous ferons l'hypothèse qu'il s'agit d'ouvrages en béton armé de 1.5 à 2.0 m de diamètre, enterrés vers 2.0 à 2.5 m/TA.

Pour les préconisations relatives aux terrassements et protections vis-à-vis de l'eau, on se reportera au § V (faisabilité du dispositif de traitement).

- Principe de fondations – niveaux d'assise

Compte tenu de la nature des ouvrages, la fondation des ouvrages prévus vers 2 à 2.5 m/TA sera constituée par un **radier porteur rigide** sollicitant **les argiles sableuses à quelques graviers et/ou le sable grossier argileux marron.**

- Contrainte limites de calcul

Compte tenu des éléments du projet connus (*hypothèses formulées au § I.2.*), la contrainte moyenne développée par le radier sera d'environ :

$$q = 0.02 \text{ à } 0.03 \text{ MPa (20 à 30 kPa)}$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 3$$

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes (refends, appuis isolés ...) conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

- Tassements

Compte tenu de la profondeur des ouvrages, le poids des terres excavées sera équivalent ou supérieur au poids des ouvrages pleins.

Moyennant une exécution soignée de la couche de forme, les tassements théoriques absolus seront inférieurs au centimètre.

- Dispositions constructives

La garde au gel sera assurée par une bêche périphérique descendue à **0.85 m/sol extérieur fini.**

Le plan de fondation sera conçu de manière à éviter les affouillements sous les existants et les tassements par influence.

Les canalisations seront équipées de raccords souples.

Par ailleurs, une pente de 3 horizontal pour 2 vertical devra être respectée entre la base des fondations du projet et la base des fondations du réservoir existant proche.

- Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après le nettoyage soigné du fond de terrassement et la mise en œuvre d'un béton de propreté.

On veillera à purger tous les matériaux évolutifs et/ou compressibles qui pourraient en fond de fouille et toute poche de moindre consistance, de remblai impropre, détectée lors des terrassements.

Il conviendra de couler le béton de propreté immédiatement après la réalisation des terrassements et des purges éventuelles afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise.

En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage, par exemple).

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

*

* *

Dans tous les cas, on s'assurera par un contrôle soigné des fonds de fouille que les terrains sollicités correspondent à ceux décrits dans le présent rapport et que les ouvrages sollicitent de façon homogène le terrain.

- Remarques importantes

Des passées indurées ont été mises en évidence. Des engins de forte puissance (*BRH,...*) pourront être nécessaires afin de mener à bien les terrassements. Dans tous les cas, l'entreprise devra mettre tous les moyens à sa disposition afin de réaliser les terrassements dans les meilleures conditions. Ce point sera prévu au marché.

Les ouvrages légers de génie civil seront conçus pour résister à la poussée maximale (sous pression et poussée latérale) de l'eau en fonction du NPHE à déterminer par les Responsables Projet.

V - FAISABILITE DU DISPOSITIF DE TRAITEMENT

Le projet consiste en la construction de 2 étages de lits plantés de roseaux.

Le terrain présente une pente de l'ordre de 20 % en direction du Sud-Est. Les hauteurs des terrassements en déblai/remblai ne sont pas définies au moment de la rédaction du présent rapport.

La faisabilité d'un tel système est fonction de plusieurs critères qui sont :

- la situation géographique et topographique du terrain nécessitant un terrain en pente avec exutoire pour le rejet des eaux traitées,
- la nature des terrains pour les conditions de terrassement,
- l'hydrogéologie du point de vue de la présence d'eau souterraine.

V.1. SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES DU SITE

Il ressort des données recueillies lors de la campagne de reconnaissance que les sols rencontrés consistent en :

- **une argile sableuse à un sable argileux marron à quelques graviers et cailloutis** dont la perméabilité en F5 est inférieure à 10^{-7} m/s mais celle-ci pourrait varier fortement ailleurs en fonction de la fraction d'éléments grossiers.
- **un sable grossier argileux marron à gravier et cailloutis** dont les caractéristiques mécaniques sont bonnes.

Aucun essai de perméabilité n'a été réalisé dans ce faciès. Néanmoins, compte tenu de la présence d'éléments graveleux, la perméabilité, pourrait être plus élevée.

V.2. CONDITIONS DE TERRASSEMENT

Les 2 étages de lits plantés de roseaux devraient être enterrés d'environ 1.50 m/TA.

- Précautions vis-à-vis des sols cohérents (limons et argiles)

Les formations à matrice argilo-sableuse à sablo-argileuse qui occupent la partie supérieure du terrain sont très sensibles aux changements de teneur en eau et au remaniement. Ils perdent rapidement leur portance lorsque leur teneur en eau augmente.

Les travaux de terrassement devront être réalisés de préférence en période sèche. On commencera par établir des pistes de chantier résistantes avec une épaisse couche de matériau insensible à l'eau (*type D₃₁*), sinon la circulation deviendra rapidement impossible en période humide. **Une telle circulation devra être interdite pendant cette période sur toute surface non protégée destinée à recevoir des constructions ou équipements définitifs.**

Si les terrassements devaient être, malgré tout, réalisés dans ces conditions, on veillera à donner à la surface des terrains une pente suffisante permettant d'éviter la stagnation des eaux, celles-ci étant recueillies à un point bas et évacuées hors de la fouille.

- Extraction

Dans les sols meubles (*argile sableuse à sable argileux à quelques graviers et cailloutis*), les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans le cas des formations compactes (*passées indurées, blocs et/ou substratum rocheux non reconnu par les sondages*), les travaux de terrassement pourront nécessiter l'emploi d'engins de forte puissance (*pelle hydraulique, BRH par exemple*).

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.

- Stabilité des talus et des avoisinants

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement du niveau d'assise des avoisinants : ouvrages mitoyens, voiries, réseaux,... (zone d'influence géotechnique).

Des **talus en déblai définitifs secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 3.00 m pourront être terrassés selon une pente de 2H/1V (*2 horizontalement pour 1 verticalement*) dans **les argiles sableuses à quelques graviers et cailloux et dans les sables grossiers argileux graveleux**.

Dans le cas de **talus de plus de 3,00 m de hauteur**, une risberme convenablement dimensionnée sera nécessaire pour assurer la stabilité des talus.

La stabilité des talus sera étudiée lors de l'étude géotechnique de projet.

Les **talus définitifs à nu** seront protégés le plus rapidement possible vis-à-vis de l'érosion et du ravinement par engazonnement et plantations. Les eaux superficielles seront collectées en tête et pied de talus et évacuées vers un exutoire suffisant et pérenne, une fois le projet définitif arrêté.

- Réemploi éventuel des matériaux du site en remblai

Les matériaux **sablo-argileux marron**, classé **B₆** (en F1 entre 0.80 et 1.50m/TA) selon le Guide Technique Routier (GTR92), se réemploient facilement en remblai selon les conditions du GTR si leur état hydrique est **m**. Lorsque l'état hydrique est **h** ou **s**, des difficultés de mise en œuvre seront prévisibles et notamment :

- faible portance,
- risque de matelassage,
- compactage intense.

De plus, le matériau ne pourra en aucun cas être réutilisé en remblai si son état hydrique est **th** ou **ts**.

Une étude spécifique devra être réalisée pour déterminer les possibilités et les conditions de réutilisation.

Dans tous les cas, on prévoira des matériaux d'apport pour combler le déficit en remblai.

- Sujétions d'exécution

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- drainage permanent de la plate-forme (*gravitaire, tranchées, pompage ...*). Si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile,...
- protection des talus en phase provisoire (fossés de tête et de pied, polyane, tranchées drainantes,...),
- protection de talus en phase définitive (engazonnement, plantations, système pérenne de récupération des eaux,...).

V.3. ETANCHEITE DES SOLS EN FOND DE BASSIN

Pour des fonds de bassin étanches, le coefficient de perméabilité ne doit pas excéder 3.10^{-8} m/s.

Les niveaux finis des bassins ne sont pas déterminées précisément. Vers 1.00 à 1.50 m/TA, les fonds de fouille seront constitués principalement par les **argiles sableuses et/ou les sables argileux à graviers**.

Compte tenu de la perméabilité estimée ($k < 10^{-7}$ m/s) localement en F5 et de la fraction graveleuse contenue au sein des argiles sableuses qui peut être très variable, il sera nécessaire de prévoir une **étanchéité artificielle du fond des bassins par la mise en place d'une géomembrane** convenablement dimensionnée pour reprendre les efforts de poussée (sous pression et poussée latérale) liés à la présence d'eau sous celle-ci.

Il conviendra également de se prémunir contre les poussées hydrostatiques au niveau des postes de refoulement (*mise en place de bouchon de lestage par exemple*).

V.4. MISE HORS D'EAU

- Phase provisoire

Lors de notre intervention (*5 avril 2012*), nous avons observé de légères arrivées d'eau dans certaines fouilles (F3 à 1.50 m/TA, cote 430 NGF), (F5 à 1.40 m/TA, cote 426.30 NGF). Ces arrivées d'eau sont probablement des circulations d'eau liées à des phénomènes pluvieux au moment de la campagne de reconnaissance.

En fonction de la cote du projet, de la date de réalisation des terrassements et des arrivées d'eau dans les fouilles, un pompage provisoire sera nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

Les eaux de ruissellement de coteaux devront être captées en amont du projet en phase provisoire et définitive à l'aide de tranchée drainante par exemple afin d'éviter tout risque de sous-pression. L'ensemble des eaux ainsi collectées devra être récupérée en bas de pente et être acheminée vers un exutoire implanté de manière non dangereuse pour les ouvrages.

- Phase définitive

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

Il appartiendra aux concepteurs de mener les enquêtes nécessaires auprès des services compétents (DDE, DDA, PPRI.....) afin de déterminer le niveau des plus hautes eaux connues dans le secteur. Le dimensionnement des parties enterrées dépendra de ce NPHE.

Les ouvrages devront tenir compte des éventuelles sous-pressions.

VI - RECOMMANDATION POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique d'avant-projet. Cette mission G12 confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet c'est-à-dire notamment :

- La profondeur du toit du substratum rocheux qui pourrait poser des difficultés pour la réalisation des terrassements selon le calage des ouvrages.
- les variations de la perméabilité en fonction de la lithologie,
- la portance du sol support au moment des travaux pouvant réduire la traficabilité sur le site en l'absence de pistes de chantier convenablement dimensionnées,
- le ruissellement plus ou moins important pouvant nécessiter la mise en œuvre d'un système de drainage en amont des ouvrages,
- le niveau des plus hautes eaux devra être défini car il pourrait avoir des conséquences sur la conception des ouvrages,
- Le niveau fini des différents ouvrages,
- Les hauteurs des terrassements en déblai/remblai.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques. Il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 à G4) devra suivre la présente étude (mission G12).

La mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 à G4) devra suivre la présente étude (mission G12).

*

* *

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

1. **GEOTEC** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **GEOTEC** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société **GEOTEC**. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **GEOTEC**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **GEOTEC** a été amené dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **GEOTEC** sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **GEOTEC** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Les moyens techniques à la disposition de **GEOTEC** pour la présente étude ne permettent d'obtenir qu'une identification ponctuelle des sols, sur les seuls lieux d'implantation des sondages mentionnés ci-avant, lesquels portent sur une profondeur limitée.

En conséquence, des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, cavene de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.) peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.) doivent être immédiatement signalés à **GEOTEC** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **GEOTEC**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **GEOTEC**. Une mission G2 d'étude géotechnique de projet minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **GEOTEC** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **GEOTEC** lorsqu'elle est chargée d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution. Le client est alors prié de prévenir **GEOTEC** en temps utile.
 Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF*) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.
10. Hydrogéologie : les relevés des venues d'eau dans les sondages ont un caractère ponctuel et instantané.
11. Le Maître d'Ouvrage devra informer **GEOTEC** de la date de Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **GEOTEC** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2006

Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

TABLEAU 1 – SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

* NOTE : à définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante

TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ETAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisnants.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade d'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants).
- Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisnants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

Phase Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisnants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (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.

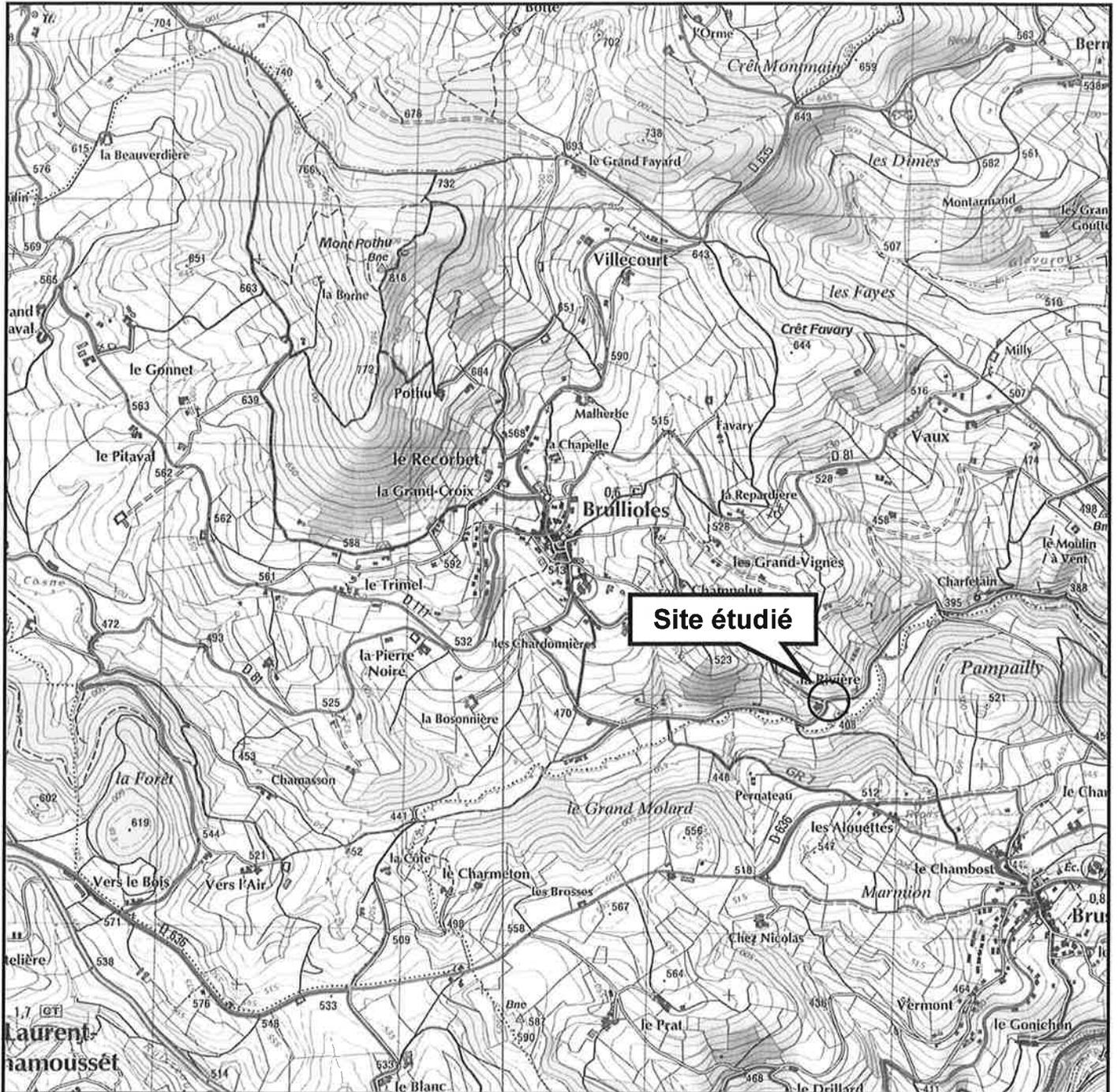
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre)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

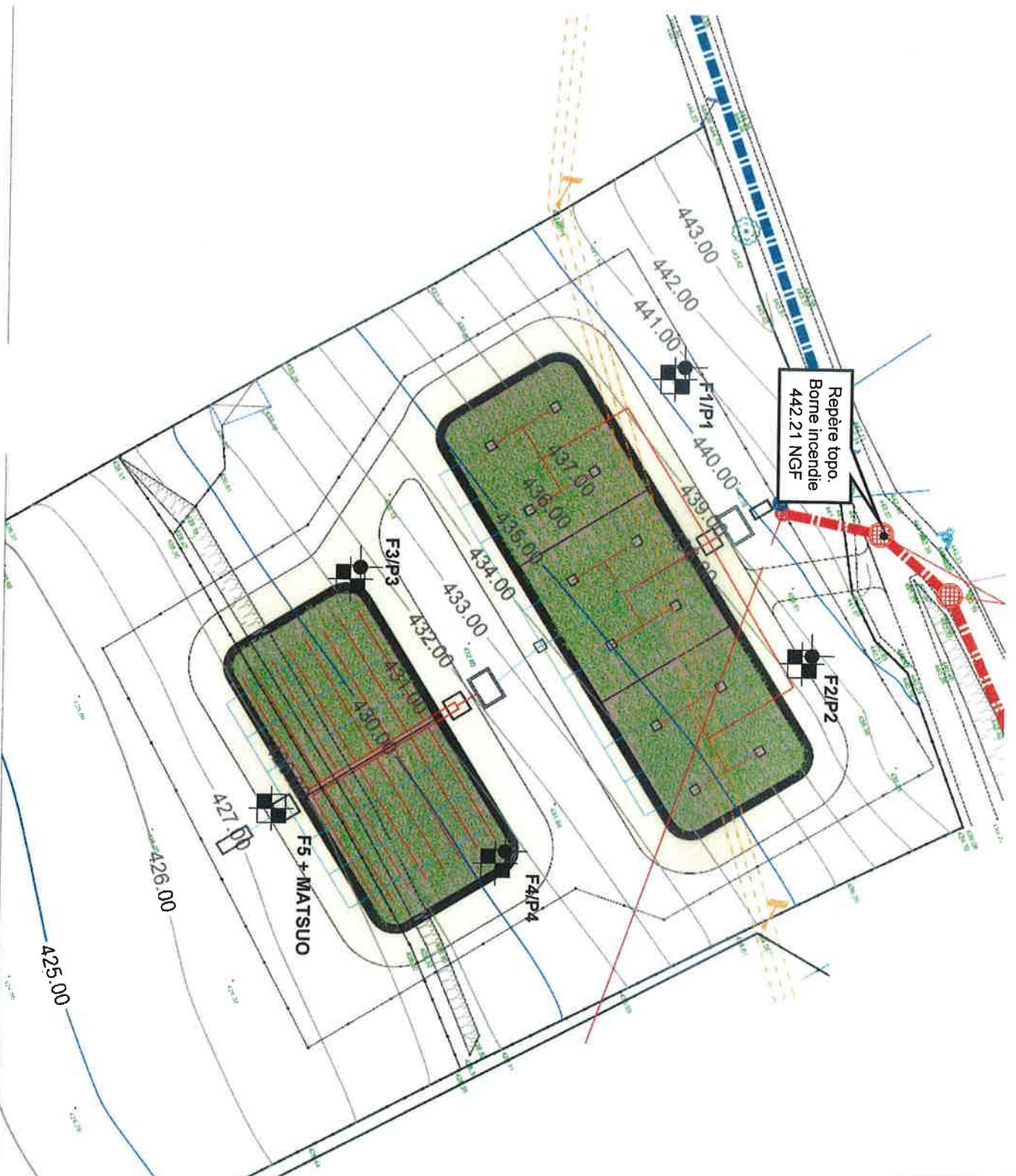
Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.

ANNEXES



GEOTEC 12/0088/LYON
BRULLIOLES
Lits plantés de roseaux
Plan de situation
Echelle : 1/25000^{ème}





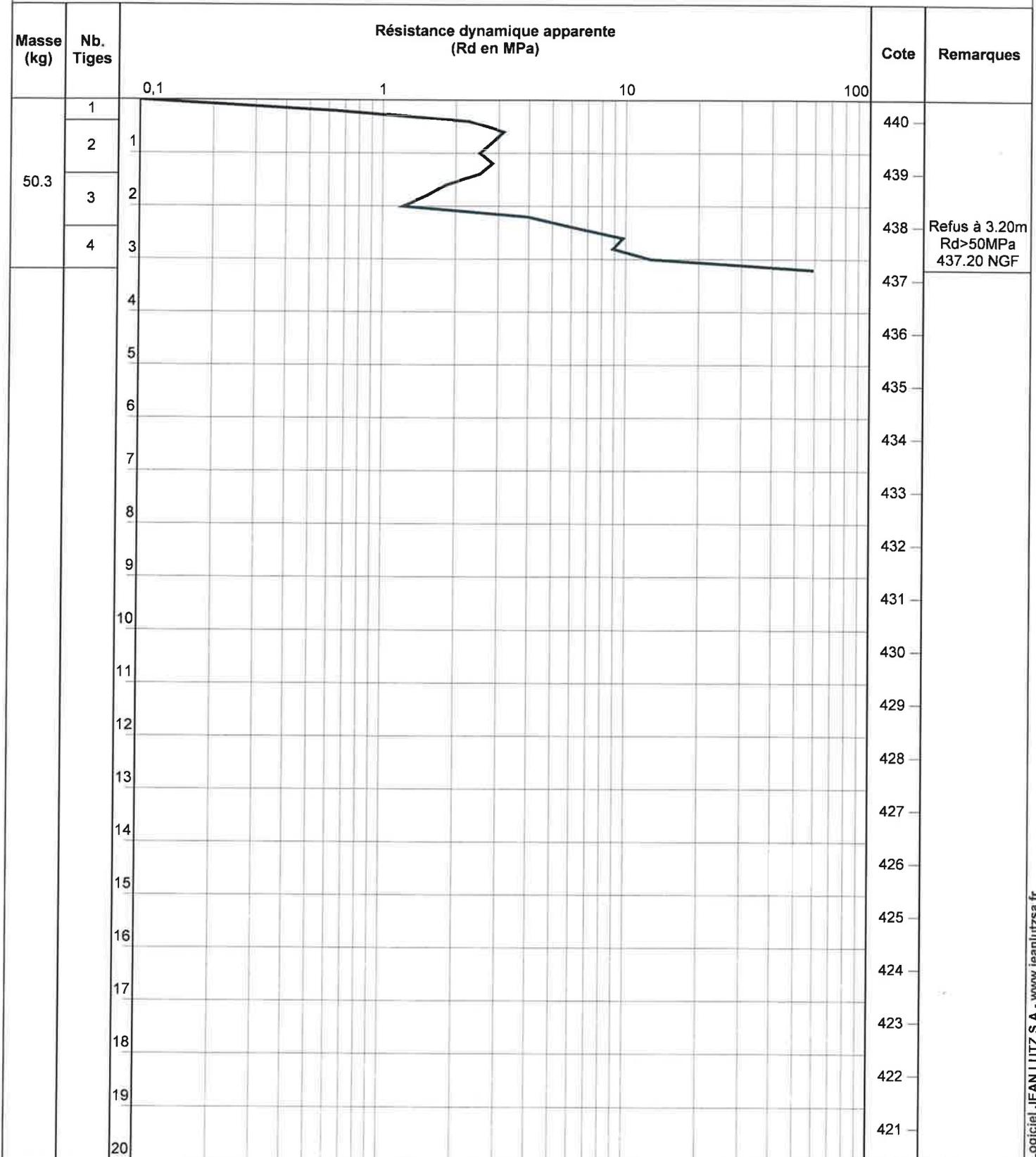
 Fouille à la pelle mécanique
 Essai au pénétromètre dynamique

Echelle au format A3 : 1/400^{ème}
 0m 8m 16m 24m

Cote	Prof.	Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech
440,40	0,00				
440,10	0,30	terre végétale			
		sable limoneux marron à quelques graviers			
438,90	1,50	sable argileux marron à quelques graviers et cailloutis		NEANT	
438,30	2,10	argile sableuse marron à quelques graviers et cailloutis			
437,90	2,50	sable grossier argileux marron à graviers et cailloutis			

EXGTE 2.30

Observations :
 Arrêt à 2.50 m
 Parois stables
 Pas d'arrivée d'eau


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

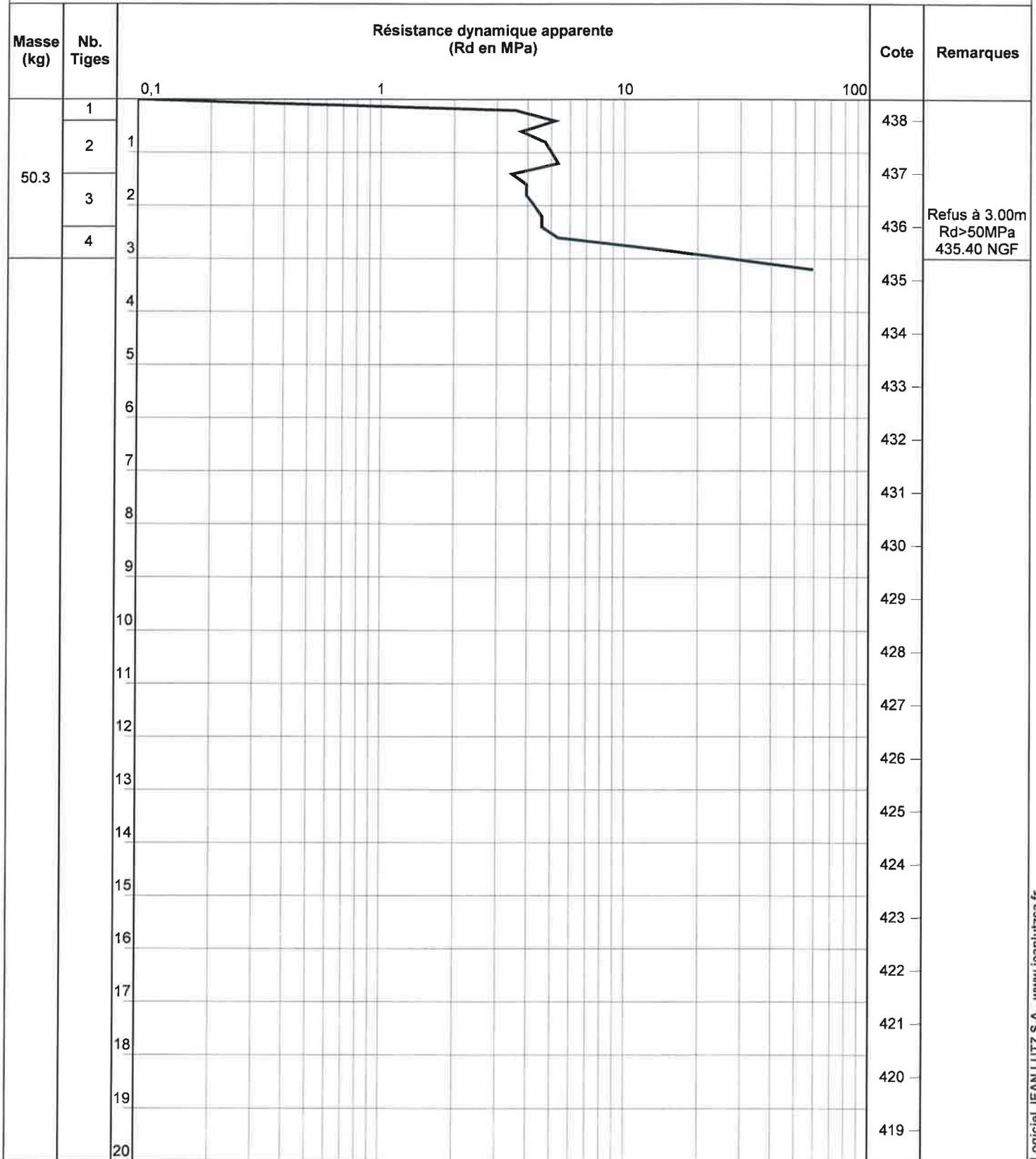
 Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²
 Observations :

 Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Cote	Prof.	Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech
438,40	0,00				
438,10	0,30	terre végétale			
		sable limoneux marron à quelques graviers			
437,10	1,30	sable argileux marron à quelques graviers et cailloutis			
436,50	1,90	argile légèrement sableuse marron à quelques graviers			
435,90	2,50	sable grossier argileux marron à graviers et cailloutis			
		2,50 m			
				NEANT	

Observations :

 Arrêt à 2.50m
 Parois stables
 Pas d'arrivée d'eau


Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

 Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²
 Observations :

 Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

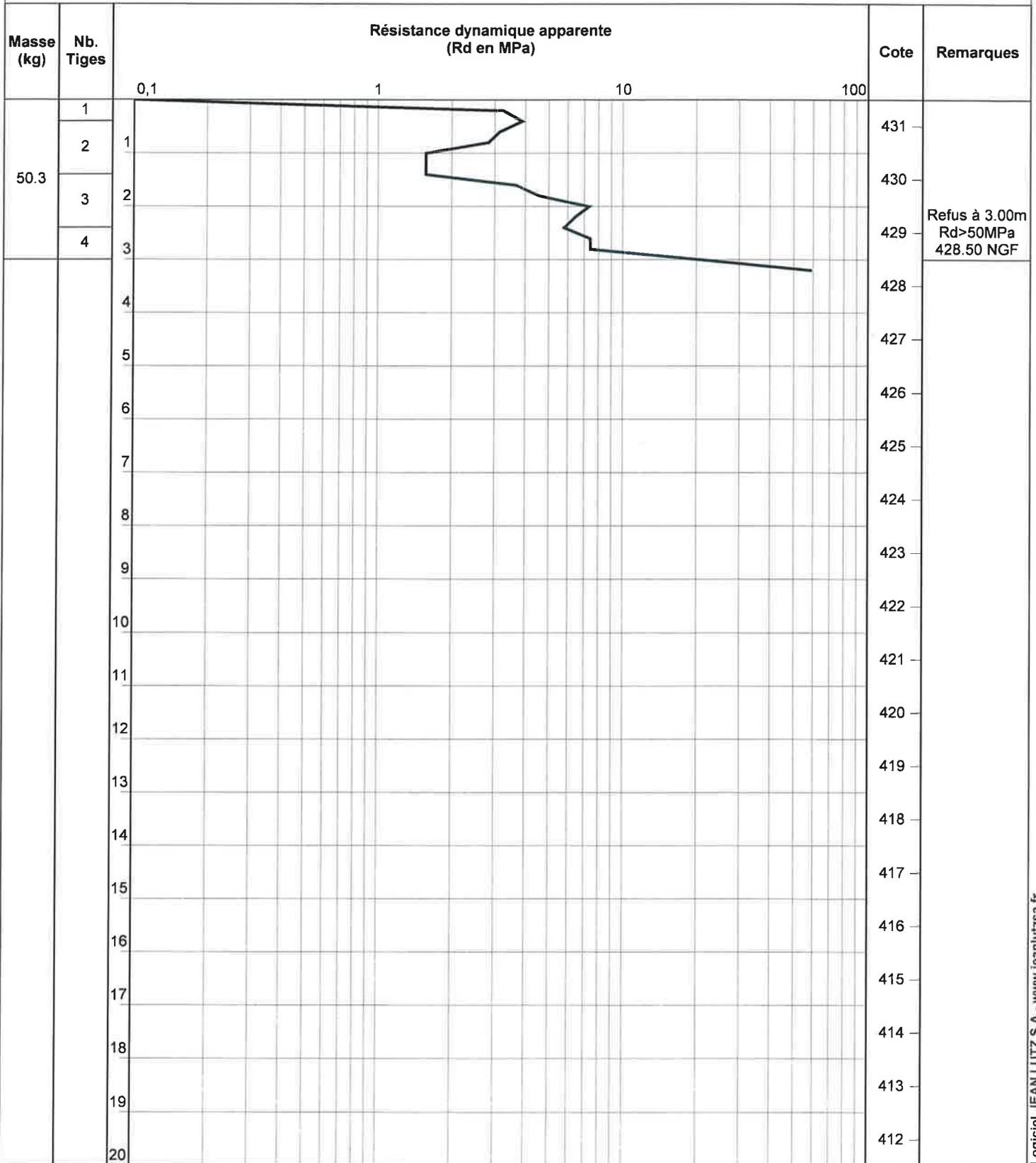
Cote	Prof.	Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech
431.50	0.00				
431.20	0.30	terre végétale			
		sable limoneux marron à quelques graviers			
430.00	1.50	argile sableuse marron à quelques graviers et cailloutis		1,50 m	
429.70	1.80	argile grise à sable grossier			
429.00	2.50	sable grossier argileux marron à graviers et cailloutis			

Observations :

Arrêt à 2.50m

Parois stables

Légère arrivée d'eau à 1.50m/TA


Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

 Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²
 Observations :

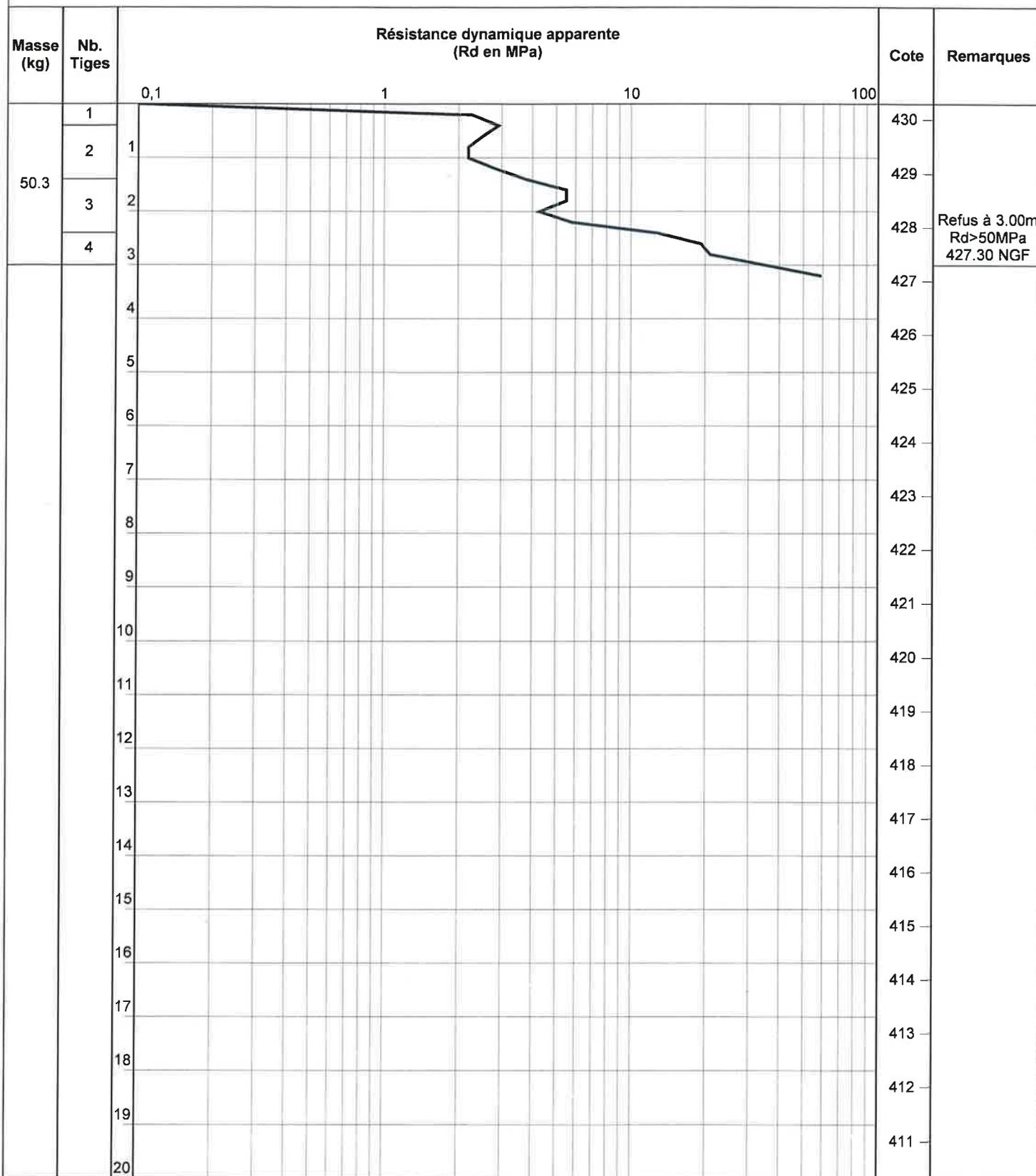
 Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Cote	Prof.	Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech
430,30	0,00				
430,00	0,30	terre végétale			
429,30	1,00	sable limoneux marron à quelques graviers		NEANT	
428,80	1,50	argile sableuse marron à quelques graviers et cailloutis			
428,20	2,10	sable argileux marron gris à quelques graviers et cailloutis			
427,70	2,60	argile marron à sable grossier et à quelques graviers			
		sable grossier argileux marron à graviers et cailloutis.			

EXGTE 2.30

Observations :

 Arrêt à 2.60m
 Parois stables
 Pas d'arrivée d'eau



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

 Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²

 Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle_PENDYN2

Cote	Prof.	Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech	
427,68	0,00			1,40 m 		
427,40	0,30					terre végétale
426,90	0,80					sable limoneux marron à quelques graviers
						argile sableuse marron à quelques graviers et cailloutis
426,10	1,60					sable argileux marron gris à quelques graviers et cailloutis
425,30	2,40					argile légèrement sableuse marron à quelques graviers
424,90	2,70	argile sableuse marron à quelques graviers				
		argile gris-bleu				

Observations :

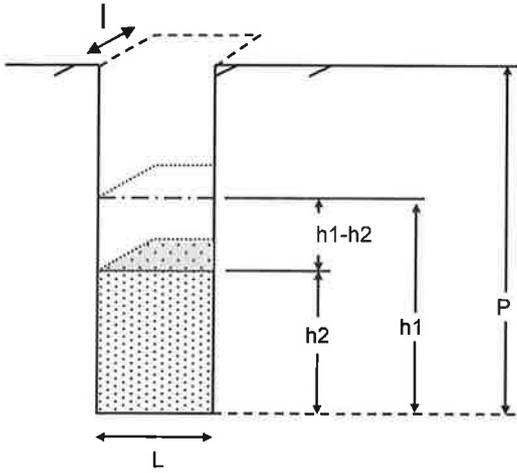
Arrêt à 2.80m

Parois stables

Arrivée d'eau à 1.40m

PROCES-VERBAL
ESSAI D'EAU MATSUO

Sondage : **F5**
 Lieu : .. BRULLIOLES
 Date : **05/04/2012**



Niveau piézométrique : $H_p = \dots$ **1,40** m

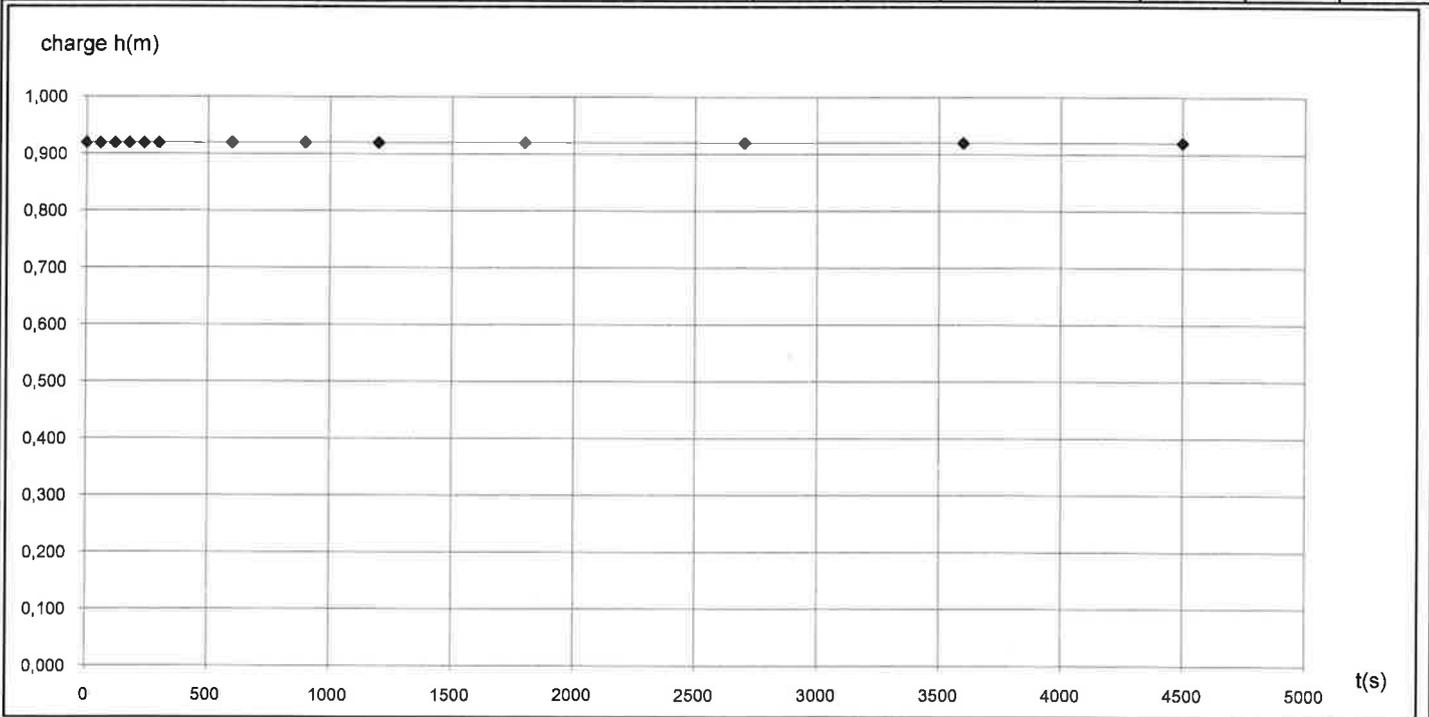
CAVITE

Profondeur $P = 2,70$ m/TA
 Longueur $L = 1,20$ m
 Largeur $l = 0,80$ m

IMPLANTATION
 DU
 SONDAGE

X = ..
 Y = ..
 Z(NGF) = .. m

t(min)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	10,00	15,00	20,00	30,00	45,00	60,00	75,00	
H_e	0,92	0,92	0,92	0,920	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	



FIRME : **GEOTEC SA**
 9 Bd de l'EUROPE
 21800 QUETIGNY les DIJON

Pas de descente du niveau d'eau
 $K < = 10^{-7}$ m/s

SONDAGE N°	F1				
Profondeur (m)	0,8-1,5m				
Description du sol	sable grossier argileux marron				

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D mm)	W_{nat} (%)	12,9			
Masse volumique sèche	ρ_d (Mg/m³)				
Indice des vides	e				
Degré de saturation	S_r (%)				

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

D max	(mm)	16,0			
< 50 mm	(%)	100,0			
< 2 mm	(%)	91,9			
< 80 μm	(%)	34,5			
< 2 μm	(%)				

Valeur au bleu de méthylène

V.B.S	(g/100g)	1,94			
--------------	-----------------	-------------	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W_l (%)				
Limite de plasticité	W_p (%)				
Indice de plasticité	I_p				
Indice de consistance	I_c				

Essai de dessiccation

Limite de retrait effectif	W_{re} (%)				
Facteur de retrait effectif	R_t				

Analyses chimiques

Teneur en matière organique	MO (%)				
Teneur en carbonates	CaCO₃ (%)				

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)	B₆				
---	----------------------	--	--	--	--

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

WOPN	(%)				
ρ_d OPN	(Mg/m³)				
I IPI (W_{nat})					
I CBR (W_{nat})					

ESSAIS DE PERMEABILITE - SOLS FINS

Coefficient de perméabilité	k (m/s)				
------------------------------------	----------------	--	--	--	--

ESSAIS DE COMPORTEMENT ET DE MECANIQUE DES SOLS
Essais Triaxiaux

Type UU	Cohésion de pic	C_{uu} (kPa)			
	Angle de frottement de pic	Φ_{uu} (°)			
Type CU+u	Cohésion de pic	C' (kPa)			
	Angle de frottement de pic	Φ' (°)			

Cisaillement rectiligne direct à la boîte

Type UU	Cohésion de Pic	C_{uu} kPa			
	Angle de frottement de pic	φ_{uu} °			
Type CD	Cohésion de Pic	C' kPa			
	Angle de frottement de pic	φ' °			

Compressibilité et Gonflement à l'Oedomètre

Gonflement	Pression de gonflement	σ_g (kPa)			
	Rapport de gonflement	R_g			
Compress. Oedo CT	Contrainte de préconsolidation	σ'_p (kPa)			
	Indice de compression	C_c			
	Indice de gonflement	C_s			

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA				
Essai Micro-Deval	MDE				
Coefficient de dégradabilité	DG				
Coefficient de fragmentabilité	FR				

Technicien :

S. DIMITRIO

Vérificateurs :

T. VALLIENNE - K. BOUSSAID



Géotec

Laboratoire

Rédacteur: SD

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF P 94-056 - NF P 94-057)

Affaire : BRULLIOLES

N°: 12/0088/LYON

Date réalisation: 11-avr-12

Tamis (mm)	Passants (%)
200	100
125	100
100	100
80	100
63	100,0
50	100,0
40	100,0
31,5	100,0
25	100,0
20	100,0
16	100,0
14	100,0
12,5	100,0
10	99,7
8	98
6,3	98
5	98
4	98
3,15	98
2,5	98
2	91,9
1,6	91,9
1,25	91,9
1	76,1
0,8	76,1
0,63	76,1
0,5	57,0
0,4	57,0
0,315	57,0
0,25	57,0
0,2	41,5
0,16	41,5
0,125	41,5
0,1	41,5
0,08	34,5
0,073	34,5
0,053	34,5
0,039	34,5
0,025	34,5
0,018	34,5
0,013	34,5
0,009	34,5
0,006	34,5
0,0039	34,5
0,0015	34,5

Légende	Sondage	Profondeur	Nature du terrain	VBS	Passant à 50mm:	Passant à 2mm:	Passant à 60µ:	GTR
	F1	0,8-1,5 m	Sable grossier argileux marron	1,94	100,0	91,9	34,5	B ₆
ARGILES	LIMONS	SABLE FIN	GROS SABLE	GRAVIERES	D Max (mm) = 16			
					CAILLOUX			

