

HYDROGEOTECHNIQUE SUD EST

INGENIERIE GEOTECHNIQUE, GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE
APPLIQUEE AUX BATIMENTS, GENIE-CIVIL, INFRASTRUCTURES ET A L'ENVIRONNEMENT.
SONDAGES - ESSAIS DE SOLS IN SITU ET EN LABORATOIRE

SCI BELDHA

Monsieur et Madame DHAMELINCOURT

**Construction d'une extension de maison individuelle
414, Route du Palais**

LA BRIDOIRE

(Savoie)

**RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET
Etape 1 - Missions G11/G12**

Dossier N° C.13.53062
GIERES, LE 24 SEPTEMBRE 2013

Ingénieur Responsable : Alexane GONTHIER

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable

Z.I. Mayencin II - 8 Allée de Roumanie - 38610 GIERES - Tél. 04.76.22.38.29 - Fax 04.76.22.07.11 - e-mail : alpe@sud@hydrogeotechnique.com

S.A.R.L. au capital de 68 602 Euros - SIRET 403 778 079 00053 - R.C.S. AIX EN PROVENCE B 403 778 079 - APE 71.12B - TVA FR 92 403 778 079 TVA
SUR ENCAISSEMENTS SIEGE SOCIAL : 18, Boulevard Félix de Kérimel - 13730 SAINT VICTOIRE - Tél. 04.42.65.83.21 - Fax 04.42.65.83.56 - Qualifications
OPQIBI : 1001 - 1002 - 1003 - 1106 - 1201

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
1.1. MISSION.....	4
1.2. REFERENTIELS.....	5
1.3. DESCRIPTION DU PROJET.....	5
1.4. BUT DE L'ETUDE.....	6
1.5. CHANGEMENT D'IMPLANTATION.....	6
2. PROGRAMME SPECIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN OEUVRE.....	7
3. CONTEXTE SITOLOGIQUE – GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL.....	8
3.1. SITOLOGIE.....	8
3.2. GEOLOGIE GENERALE.....	10
3.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	10
3.4. CARTE D'ALEAS.....	11
3.5. SISMICITE.....	11
4. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES – GEOTECHNIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES APPREHENDEES PAR LES INVESTIGATIONS SPECIFIQUES.....	12
4.1. IMPLANTATION DES SONDAGES.....	12
4.2. GEOLOGIE.....	12
4.3. CARACTERISTIQUES MECANIQUES.....	13
4.4. HYDROGEOLOGIE.....	13
4.5. MODE DE FONDATION DE L'EXISTANT.....	14
5. INTERPRETATION DES RESULTATS.....	15
5.1. ELEMENTS DE REFLEXION.....	15
5.1.1. Synthèse des données géotechniques.....	15
5.1.2. Rappel du projet.....	15
5.1.3. Aléas géotechniques.....	16
5.2. PROPOSITIONS DE SOLUTION.....	17
6. ETUDE DE LA SOLUTION DE FONDATIONS SUPERFICIELLES.....	18
6.1. PRINCIPE ET NIVEAU D'ASSISE.....	18
6.2. CONTRAINTE ADMISSIBLE.....	19
6.3. TASSEMENTS.....	19
6.4. SISMICITE.....	20
6.5. MURS ENTERRES ET SOUTÈNEMENTS.....	20
6.6. SUJETIONS D'EXECUTION.....	21
7. ETUDE DES TERRASSEMENTS.....	22

LA BRIDOIRE (73) SCI BELDHA - M. et Mme DHAMELINCOURT - Construction d'une extension de maison individuelle	3
7.1. PRINCIPES GENERAUX.....	22
7.2. SUJETION D'EXECUTION.....	23

ANNEXE 1 : Plan d'implantation des sondages

ANNEXE 2 : Coupes des sondages à la pelle mécanique

ANNEXE 3 : Diagrammes de pénétration dynamique

ANNEXE 4 : Définition des missions géotechniques

1. INTRODUCTION

1.1. MISSION

A la demande de la SCI BELDHA, représentée par **Monsieur et Madame DHAMELINCOURT**, Maître d'Ouvrage, la Direction Régionale Alpes Sud du Bureau d'Etudes Géotechniques HYDROGÉOTECHNIQUE Sud Est a été chargée de l'ETAPE 1 (Missions G11 et G12) des études géotechniques préalables à la construction d'une extension de maison individuelle au 414, Route du Palais à LA BRIDOIRE (73).

Elle a été réalisée par **Alexane GONTHIER**, Ingénieur en géotechnique ISTG Polytech'Grenoble.

Cette mission s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 (décembre 2006) des missions géotechniques de l'AFNOR-USG, à savoir :

- ETAPE 1 : études géotechniques préalables (G1)
 - ◆ étude géotechnique préliminaire de site (G11)
 - ◆ étude géotechnique d'avant projet (G12)
- ETAPE 2 : études géotechniques de projet (G2)
- ETAPE 3 : exécution des ouvrages géotechniques (G3 et G4, distinctes et simultanées)
 - ◆ étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)
 - ◆ supervision géotechnique d'exécution (G4)
- CAS PARTICULIER :
 - ◆ diagnostic géotechnique (G5)

Cette mission est strictement géotechnique et ne porte pas sur :

- la recherche de vestiges enterrés
- la présence d'une pollution

Notre mission s'achève à la remise du présent rapport.

Les prestations d'investigations géotechniques ont été réalisées par notre société.

1.2. REFERENTIELS

Les référentiels utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- Recueil des Normes – Justification des ouvrages – Exécution des travaux
2ème édition de l'AFNOR de 1999,
- **Règles Techniques** de conception et de calculs des fondations des ouvrages
de Génie Civil,
- **Eurocode 8**
- NFP 117.711 (DTU 13.12) MARS 1988 révisé en Novembre 1988
Règles pour le calcul des fondations superficielles
- NFP 11-213 (DTU 13.3) MARS 2005
Conception, calcul et exécution des dallages
- NFP 06.013 – DECEMBRE 1995
Règles de conception parasismique,
Règles PS applicables aux bâtiments dites règles PS92.
- arrêté ministériel du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de
construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à
risque normal"

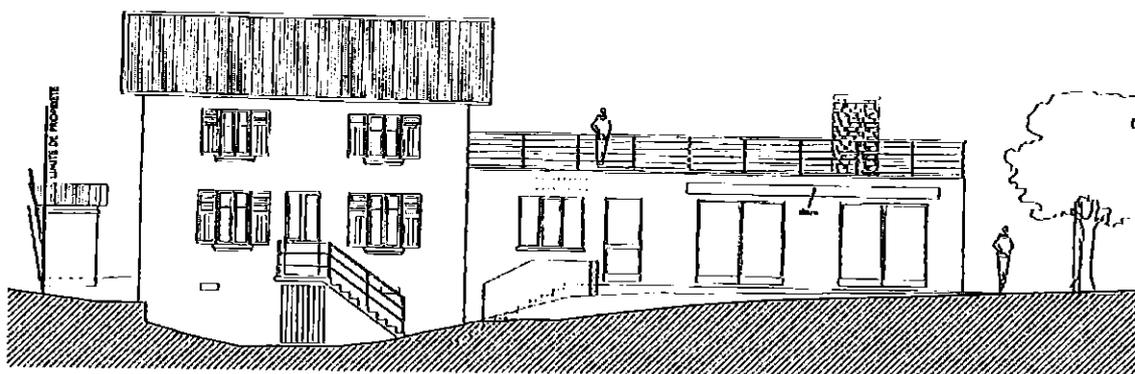
1.3. DESCRIPTION DU PROJET

Les documents remis par Gennaro D'Ambrosio, Agence D'AR JHIL, architecte, pour
la conduite du projet sont :

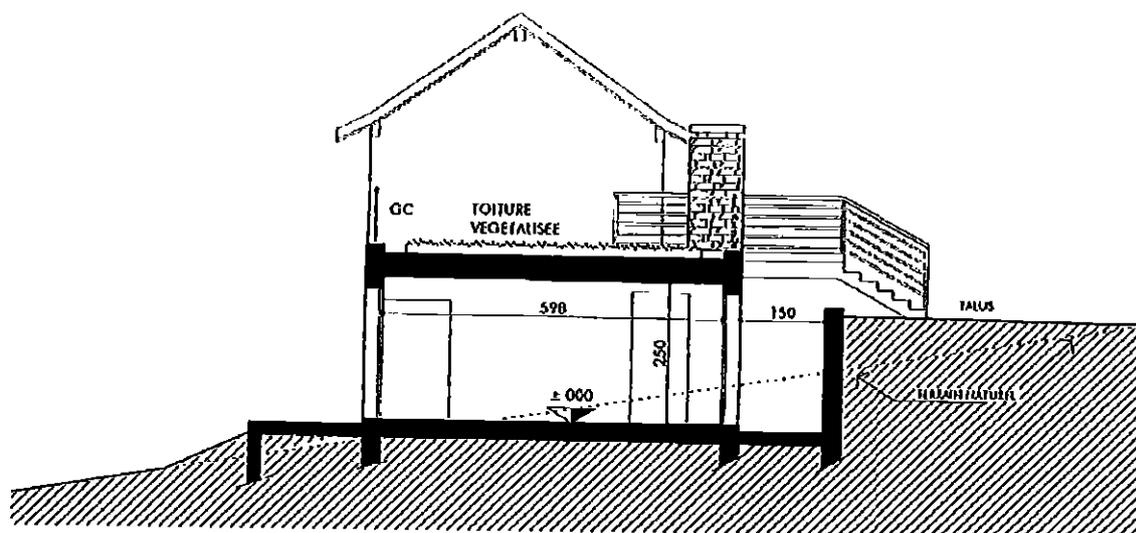
- Le plan de masse du projet au 1/200 (référéncé APD 1 de octobre 2012)
- Les façades Nord, Ouest et Sud du projet (référéncées APD-3a, 3b, 3c)
- La vue d'intégration paysagère (référéncée PCMI 6)
- Plans de niveaux : rez de chaussée, étage, toiture (référéncés APD-2a, 2b,
2c)
- coupes de principe (référéncée APD-4)

Le projet prévoit la construction d'une extension de maison individuelle de type Rez
simple sans sous-sol d'environ 70m² d'emprise au sol avec une terrasse
périphérique. Les dallages seront prévu portés sur vide-sanitaire ou porté sur terre-
plein.

Le niveau fini de l'extension sera calé au même niveau que le niveau du RdC de la
maison existante donc en surélévation par rapport au terrain actuel coté aval et en
décaissé par rapport à l'aplomb de la façade amont du projet.



Projet façade nord (sans échelle)



Coupe schématique sur extension (sans échelle)

Compte tenu de la pente du site en direction du Nord, l'extension sera réalisée principalement en déblai, et léger remblai coté aval.

1.4. BUT DE L'ETUDE

Le but de l'étude est de :

- proposer les conditions de fondations de la maison,
- proposer un prédimensionnement de la couche de forme éventuelle sous dallage et/ou voiries,
- analyser les conditions de terrassement.

1.5. CHANGEMENT D'IMPLANTATION

Tout changement d'implantation ou d'importance des constructions par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport d'étude doit nous être communiqué (y compris évaluation des descentes de charges), ces changements pouvant modifier les conclusions de notre étude.

2. PROGRAMME SPECIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN OEUVRE

Dans le cadre de la présente étude ont été réalisées les investigations suivantes :

- **3 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique,**
notés PM1 à PM3 et menés entre 1,60 m et 2,90 m de profondeur.

- **5 essais de pénétration dynamique,**
notés PD1 à PD5 et menés jusqu'au refus obtenu entre 0,55m et 4,30 m de profondeur.

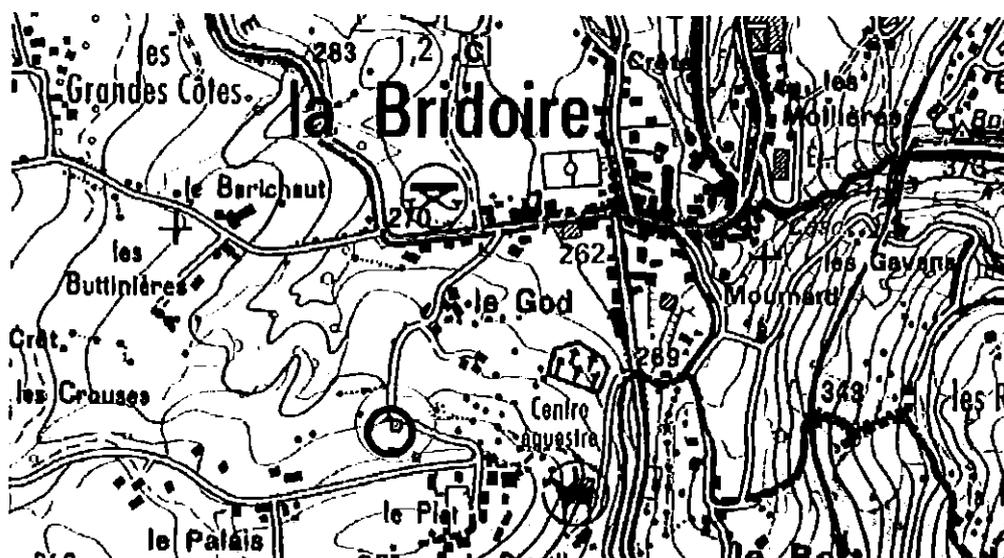
Les essais PD1 à PD3 ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre HYDROFORE 200 (mouton de 64kg, hauteur de chute de 60cm). Les sondages PD4 et PD5 ont été réalisés au pénétromètre manuel (mouton de 9,6 kg, hauteur de chute de 50 cm). Le nombre de coups pour enfoncer la pointe de 10 ou 20cm a permis l'estimation de la résistance de pointe par la formule de Redtenbacher.

Le plan d'implantation des investigations, les coupes des sondages à la pelle mécanique et les diagrammes de pénétration dynamique sont donnés en annexe au présent rapport.

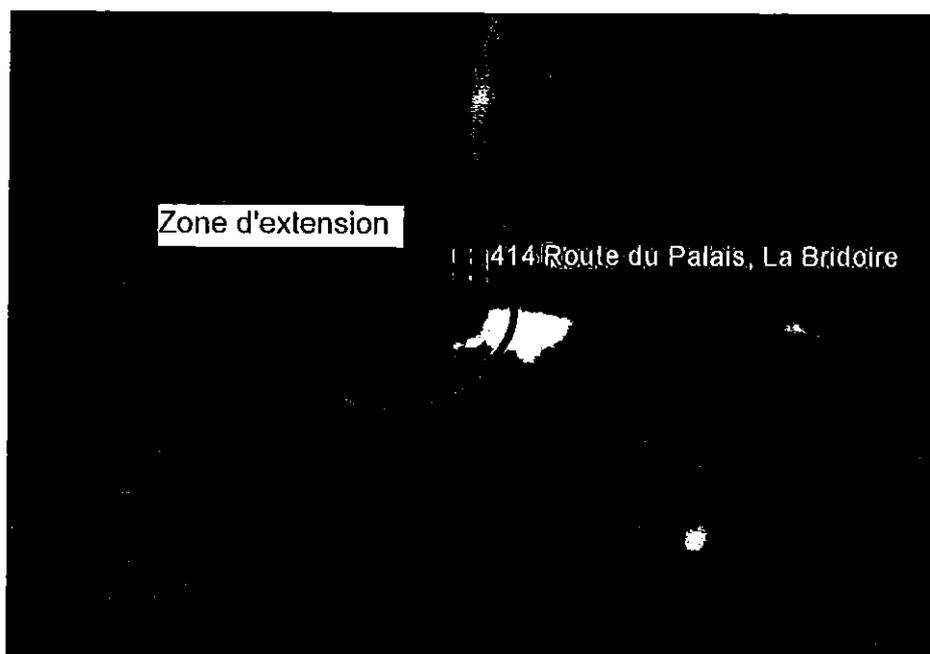
3. CONTEXTE SITOLOGIQUE – GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL

3.1. SITOLOGIE

La propriété se situe sur la commune de LA BRIDOIRE (73), au 414 Route du Palais, sur l'emprise des parcelles n°A 681 682. Le terrain est moyennement penté vers le Nord. Le projet d'extension nécessite la démolition préalable d'une ancienne extension (salle de bain actuelle) et concerne également une zone actuellement enherbée.



Localisation sur fond de carte IGN (sans échelle)

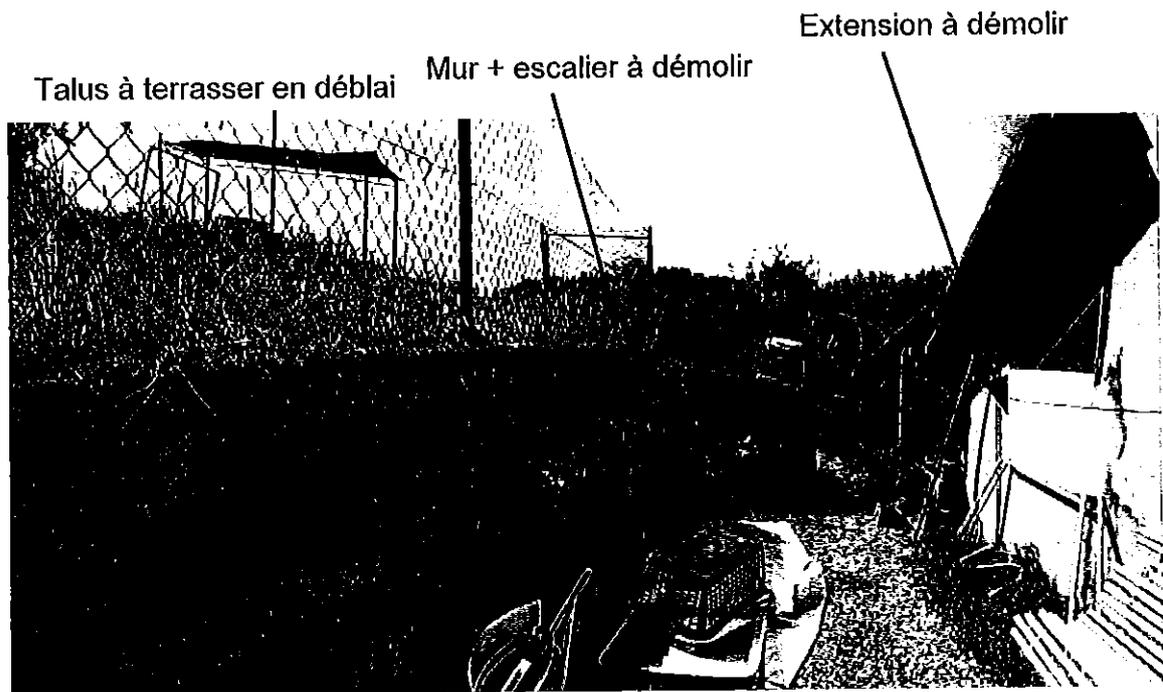


Localisation sur fond de carte IGN (sans échelle)

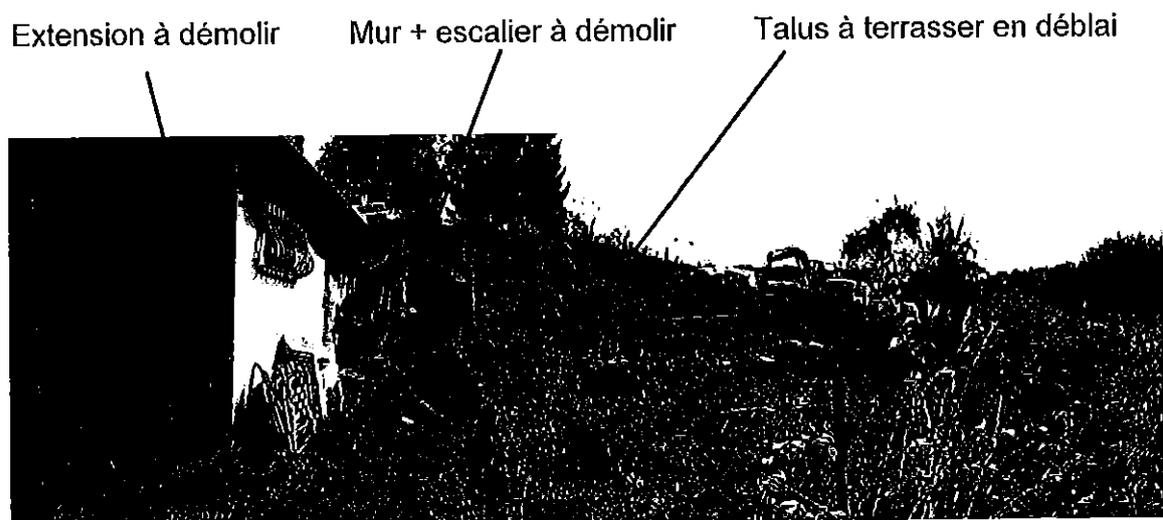
Le projet d'extension est entouré :

- au Nord par la route du Palais
- au Sud et à l'Ouest par des prés,

L'extension sera construite après déconstruction d'une extension ancienne (salle de bains de la maison actuelle).



Panorama depuis l'arrière de la maison existante (vue vers l'Ouest)

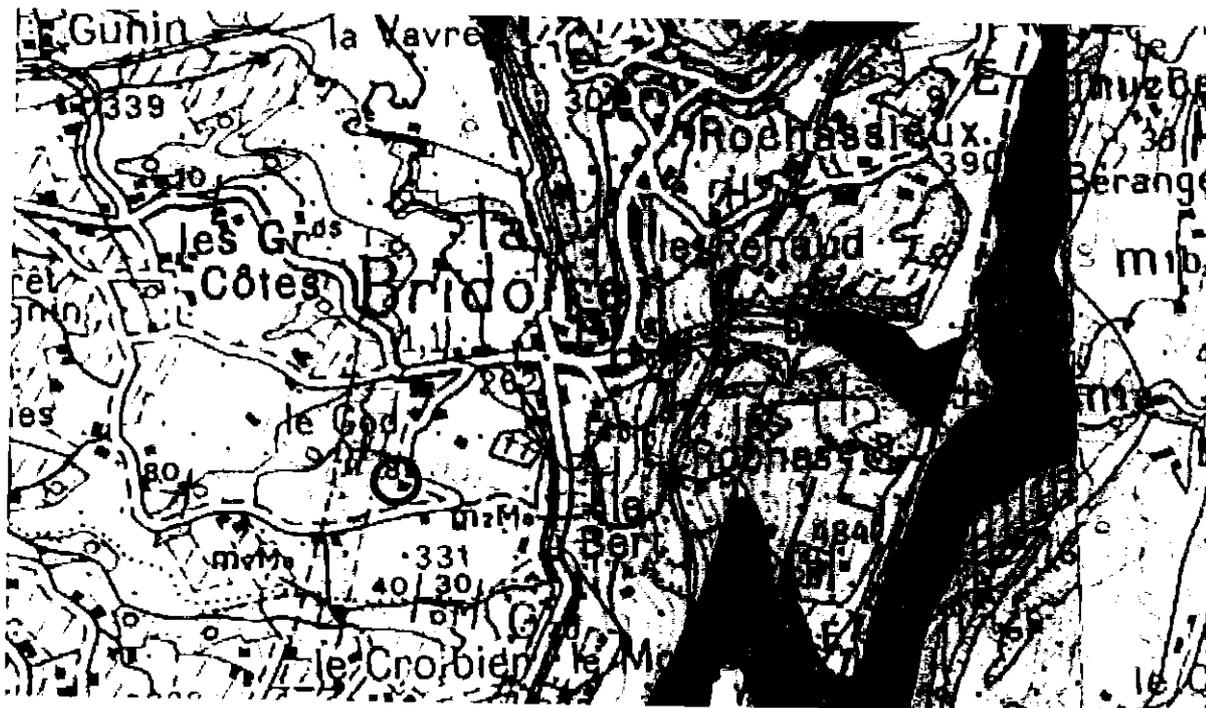


Panorama de la zone concernée par l'extension, vue depuis l'aval (vue vers le Sud)

3.2. GEOLOGIE GENERALE

L'examen de la carte géologique au 1/50 000 (cf. extrait sans échelle ci-dessous) permet de définir le contexte géologique général. Le site se trouve sur la suite lithologique suivante:

- En tête, des remblais et formations d'altération de surface,
- masquant la molasse sableuse compacte m₂S.



Extrait sans échelle de la carte géologique au 1/50000 (source BRGM)

3.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Du point de vue hydrogéologique, le contexte est celui d'infiltrations superficielles et de circulations en provenance des reliefs pouvant potentiellement alimenter une nappe de versant. Les circulations d'eau se concentrent préférentiellement au toit de la molasse compacte.

3.4. CARTE D'ALEAS

➤ Plan de Prévention des Riques Naturels

D'après les informations fournies par l'architecte du projet, la zone d'étude n'est soumise à aucune risque naturel ou aléa.

➤ Retrait et gonflement

D'après le site www.argiles.fr la parcelle étudiée se situe en zone d'aléa faible de retrait gonflement des argiles.

➤ Mouvement de terrain

D'après le site www.bdmvt.net, aucun mouvement de terrain n'a été recensé à proximité du site.

➤ Aléas remontée de nappe

Selon le site www.inondationsnappes.fr le site se situe sur une zone de sensibilité très faible, pour l'aléa remontée de nappe.

Nos observations sur site confirment ce point compte tenu de la topographie du site (terrain en pente).

3.5. SISMICITE

D'après l'arrêté ministériel du 22 octobre 2010, le site est répertorié en zone de sismicité 4.

4. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES – GEOTECHNIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES APPREHENDEES PAR LES INVESTIGATIONS SPECIFIQUES

4.1. IMPLANTATION DES SONDAGES

Le plan d'implantation des sondages est joint en annexe.

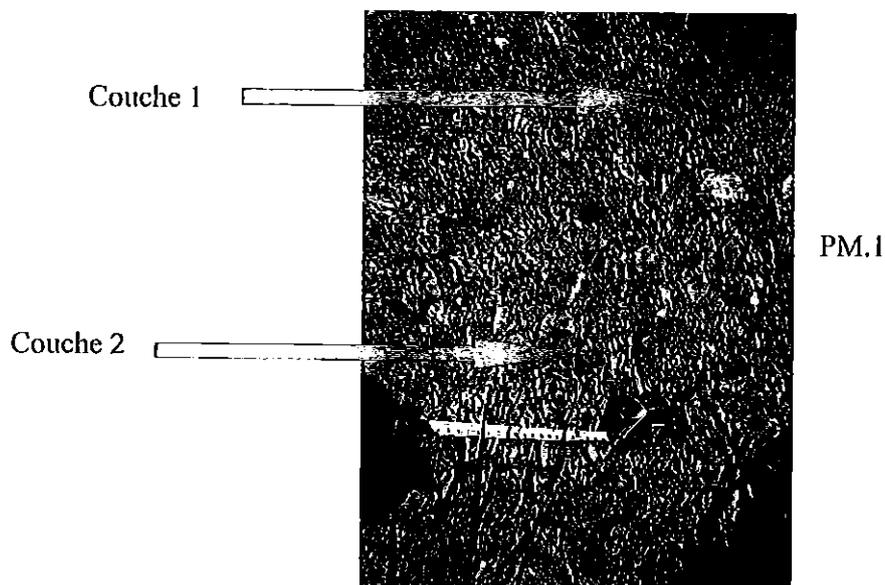
Aucun plan topographique n'a été fourni pour la conduite de l'étude.

4.2. GEOLOGIE

Les sondages à la pelle mécanique PM1 à PM3 permettent de décrire la lithologie ci-après :

- en tête, une **couverture végétale limoneuse marron (couche 0)** reconnue dans toutes nos fouilles sur 0,25 à 0,50m d'épaisseur,
- puis du **limon sableux marron (couche 1a)** reconnu dans tous les sondages jusqu'à 0,60 à 2,70 m de profondeur et du **sable limoneux marron (couche 1b)** en PM1 jusqu'à 2,00 m de profondeur,
- puis de la **molasse sableuse compacte jaune orangé +/- indurée (couche 2)**, rencontrée à partir de 0,60 m en PM2, 2,00 m en PM1, et 2,70 m en PM3, et dans laquelle tous les sondages ont été arrêtés entre 1,60 m et 2,90 m de profondeur.

Nous retiendrons la présence de molasse sableuse compacte à profondeur très variable au droit du projet.



4.3. CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les valeurs mesurées par les essais de pénétration permettent de caractériser les niveaux de compacités suivants :

- des compacités faibles à modestes dans la **couche 0** :
avec $0,75 \leq qd \leq 2,09$ Mpa
- des compacités faibles à moyennes dans la **couche 1** :
avec $0,75 \leq qd \leq 3,86$ Mpa
- des compacités moyennes à très élevées dans la **couche 2** :
avec $2,42 \leq qd \leq 22$ Mpa

Nous avons noté la présence de passées de compacité moindre (en PD.2) pouvant correspondre à des passages sableux moins indurés au sein de la molasse.

Les refus au pénétromètre dynamique ont été obtenus dans tous nos essais entre 2,50 et 4,30 m de profondeur coté aval du projet et 0,55 à 1,35 m coté amont du projet (sur molasse compacte).

4.4. HYDROGEOLOGIE

Aucune venue d'eau n'a été observée au cours des sondages à la pelle mécanique (Août 2013).

On note :

- La présence possible de petites nappes de rétention accumulées au sein de niveaux limoneux
- Le caractère éventuellement retardé des arrivées d'eau liées à des circulations fortement conditionnées par la météorologie
- Le ruissellement potentiellement important compte tenu de la pente moyenne du site.

Remarque : les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et l'absence d'eau ne reflète pas forcément des situations pérennes. Les niveaux peuvent fluctuer de manière naturelle (sécheresse, pluviométrie importante), ou alors suite à des travaux ou à une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc.).

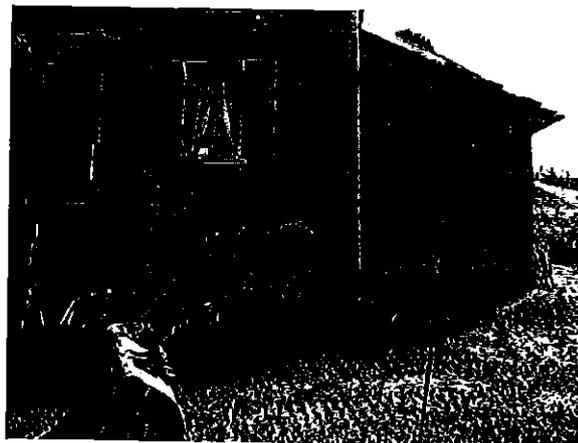
4.5. MODE DE FONDATION DE L'EXISTANT

La maison ancienne existante est en pisé avec soubassement en pierres maçonnées. Elle comporte un niveau légèrement enterré sans dallage. Une couche de graviers roulés rapportés masque le terrain naturel. En revanche, les murs sont posés sur de la molasse sableuse qui s'effrite assez facilement. La base des murs est en légère surélévation par rapport au sol de la cave (assise « perchée »).

Une extension a été construite contre le pignon de la maison d'origine. Cette extension reçoit la salle de bains. Elle sera démolie préalablement à la réalisation du projet de nouvelle extension.



Maison ancienne



Extension à démolir

Vue depuis le Nord



Mur de la maison ancienne



Molasse sableuse = assise du mur

photos de la cave : assise du mur de la maison

5. INTERPRETATION DES RESULTATS

5.1. ELEMENTS DE REFLEXION

5.1.1. Synthèse des données géotechniques

On retiendra :

➤ d'un point de vue géologique :

- en tête, une **couverture végétale limoneuse marron (couche 0)** reconnue dans toutes nos fouilles sur 0,25 à 0,50m d'épaisseur, de compacités faibles à modestes
- puis du **limon sableux marron (couche 1a)** reconnu dans tous les sondages jusqu'à 0,60 à 2,70 m de profondeur et du **sable limoneux marron (couche 1b)** en PM1 jusqu'à 2,00 m de profondeur, de compacités faibles à moyennes
- puis de la **molasse sableuse compacte jaune orangé +/- indurée (couche 2)**, de compacités moyennes à très élevées, rencontrée à partir de 0,60 m en PM2, 2,00 m en PM1, et 2,70 m en PM3, et dans laquelle tous les sondages ont été arrêtés entre 1,60 m et 2,90 m de profondeur.

➤ d'un point de vue hydrogéologique :

- aucune venue d'eau n'a été observée au cours des sondages à la pelle mécanique (Août 2013),
- le caractère éventuellement retardé des arrivées d'eau liées à des circulations fortement conditionnées par la météorologie,
- le ruissellement potentiellement important compte tenu de la pente moyenne du site.

5.1.2. Rappel du projet

Le projet prévoit la construction d'une extension de maison individuelle de type Rez simple sans sous-sol d'environ 70m² d'emprise au sol avec une terrasse périphérique. Les dallages seront prévu portés sur vide-sanitaire ou porté sur terre-plein.

5.1.3. Aléas géotechniques

Les aléas géotechniques liés à la réalisation du projet peuvent être en relation avec :

- **la géologie**
 - couches majoritairement limono-sableuses puis sableuse indurée (molasse),
 - variations des épaisseurs de couches,
 - variations verticales et latérales de faciès,
 - variations granulométriques au sein d'une même couche,
- **l'hydrogéologie**
 - contraste de perméabilité, création de nappe de rétention (effet piscine, niveaux drainants ...),
 - ruissellement potentiellement important au toit de la molasse,
- **la compacité des terrains**
 - présence du substratum molassique dont le niveau du toit varie latéralement (sub-affleurant en partie amont, à profondeur importante en partie aval (2,7 m en PM.3)),
- **la nature des matériaux**
 - sensibilité à l'eau et au remaniement mécanique des couches 1 et 2,
- **l'environnement**
 - extension ancienne à démolir préalablement au démarrage du projet,
 - pente moyenne du site en direction du Nord.

On gardera à l'esprit que, compte tenu du nombre limité de points d'investigation, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages.

5.2. PROPOSITIONS DE SOLUTION

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures 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 de 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 maître d'ouvrage de nous confier un diagnostic géotechnique de type G.5 pour valider les modifications apportées.

L'extension de la maison et les ouvrages associés (mur de soutènement arrière) pourront être fondés sur **fondations superficielles isolées et/ou filantes ancrées** de 0,20m minimum de façon homogène dans la **molasse sableuse compacte (couche 2)**, recoupée à partir de 0,60/2,70m de profondeur par rapport au terrain actuel, en respectant une mise hors gel.

Les dallages seront conçus en dalles portées.

Les pentes des talus seront limitées à 3H/2V (3 Horizontal pour 2 Vertical) hors venues d'eau, ils devront être revégétalisés en phase définitive. A défaut des soutènements de type enrochements ou mur en béton armé seront à prévoir.

La solution de **fondations superficielles** dans la molasse sableuse compacte est présentée au chapitre 6.

Les **problèmes liés aux terrassements** sont présentés au chapitre 7.

6. ETUDE DE LA SOLUTION DE FONDATIONS SUPERFICIELLES

6.1. PRINCIPE ET NIVEAU D'ASSISE

L'extension de la maison ainsi que les ouvrages associés (mur de soutènement arrière) pourront être fondés sur **fondations superficielles isolées et/ou filantes** ancrées de 0,20m minimum de façon homogène dans la **molasse sableuse compacte (couche 2)** recoupée à partir de 0,60/2,70m de profondeur par rapport au terrain actuel, en respectant une mise hors gel.

La terre végétale devra être décapée et les remblais à mettre en place (profil en déblai / remblai) devront être intégralement traversés.

Compte tenu de la profondeur du toit de la molasse compacte en particulier au droit de la façade aval, des volumes de béton maigre seront à provisionner pour atteindre l'horizon de fondation. Coté amont, la molasse sera mise au jour en fond de terrassement (terrassements en déblais).

Les fondations créées seront implantées de préférence perpendiculairement à l'existant au niveau du pignon de la maison existante, ou à défaut, le phasage devra être adapté pour préserver l'existant et les avoisinants (réalisation par partie avec reprise en sous-oeuvre éventuelle, coulage à l'avancement).

En dehors de la zone d'influence du pignon, les fondations créées seront implantées de préférence dans le sens de la pente pour ne pas créer d'obstacle aux cheminements d'eau de versant.

Nous avons constaté que les fondations de la maison existante sont en légère surélévation par rapport au niveau de la cave (molasse sableuse affleurante). Le projet ne devra pas apporter de sollicitations supplémentaires sur ce mur, sauf dispositions particulières (reprise en sous-oeuvre avec blocage en béton du pied de mur). En particulier, il faudra veiller à ne pas apporter de poussées par remblaiement contre ouvrage sur cette zone. Un vide sanitaire sous dalle de l'extension est à privilégier contre le pignon existant.

Les fondations devront respecter les critères suivants :

- elles seront ancrées de 0,20m minimum dans l'horizon de fondation (couche 2).
- elles devront respecter la règle des 3 horizontal pour 1 verticale entre fondations à niveaux décalés conformément au PS92, en créant si besoin des redans pour suivre l'horizon de fondation (molasse sableuse compacte)
- elles devront respecter la condition de garde hors gel des fondations : profondeur de fondation de 0,85 m par rapport au niveau fini du terrain.

6.2. CONTRAINTE ADMISSIBLE

Le prédimensionnement des fondations est mené conformément au DTU 13.12 de mars 1988 (révisé en novembre 1988).

La contrainte ultime (entraînant la rupture du sol), s'obtient, en théorie pénétrométrique, par

$$q_u = \frac{q_d}{(5 \text{ à } 7)}$$

avec q_d : résistance à la pénétration dynamique dans la couche d'ancrage

Nous admettons les contraintes admissibles suivantes aux états limites, dans l'horizon de fondation constitué de **molasse sableuse compacte** :

$$q_{adm(ELS)} = 0,15 \text{ Mpa (1,5 bars à l'ELS)}$$

$$q_{adm(ELU)} = 0,225 \text{ Mpa (2,25 bars à l'ELU)}$$

La contrainte appliquée sera donc normalement très inférieure à la contrainte admissible dans la molasse sableuse compacte.

6.3. TASSEMENTS

En respectant les conditions d'assise définies au paragraphe 6.1, les tassements absolus et différentiels attendus, pour un chargement de 7,5t/ml de fondation à l'ELS appliquant 150 kPa (soit une largeur de fondation de 0,50m environ), sont très inférieurs au centimètre voir quasi nuls (comportement quasi rocheux avec quelques passages sableux moins indurés), de même pour une semelle isolée chargée à 150 kN appliquant 150 kPa (soit une largeur de fondation de 1m).

Ces tassements s'entendent sans remaniement de l'assise de fondation, sans emprisonnement d'eau sous le béton d'assise.

Une reprise de tassements millimétriques est possible au droit des murs existants sur les zones où l'interface avec le toit de la molasse est localement altéré sur quelques centimètres.

Une désolidarisation est à prévoir entre fondations existantes et fondations créées.

6.4. SISMICITE

D'après l'arrêté ministériel du 22 octobre 2010, le site est répertorié en zone de sismicité 4.

Nous retiendrons la présence de matériaux de classe de sol A (assimilé à du rocher comportant une couche superficielle de moins de 5 m d'épaisseur)

$$S = 1$$

Pour des terrains fins mais cimentés, et pour une présence d'eau épisodique (nappes étagées), nous considérons que le risque de liquéfaction des sols est négligeable au droit du projet.

6.5. MURS ENTERRES ET SOUTÈNEMENTS

Les murs enterrés, même sur de faible hauteur, devront être dimensionnés comme des soutènements. Ils devront être dimensionnés en admettant :

- mur libre en tête : $C'=0$, $\varphi'=30^\circ$ à l'arrière du soutènement (remblai graveleux de qualité), poussées à calculer en tenant compte de la pente finale du terrain
- mur non libre en tête : $K_0=0,5$ pour un terre plein horizontal,
et $KA = (\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}) / ((\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}))$
pour un terrain amont en pente, i étant l'angle de la pente naturelle

Les ouvrages enterrés devront être imperméabilisés.

Les ouvrages enterrés formant soutènement devront être munis d'un système de drainage périphérique calé au niveau de pose des fondations avec évacuation des eaux de drainage gravitairement vers un exutoire sûr .

Le remblai contre ouvrage enterré devra être en matériaux nobles graveleux (grave D3) et drainant toute hauteur.

Les terrassements dans la molasse devront être réalisés en veillant à ne pas créer de points bas locaux avec effet piscine. Le cas échéant, le drainage devra traiter ces points bas particuliers en rétablissant une évacuation gravitaire continue. Ces précautions concernent principalement le pied du mur de soutènement à créer et la zone située entre le mur de soutènement et la façade arrière de l'extension créée.

6.6. SUJETIONS D'EXECUTION

Elles sont liées :

- au respect de la mise hors gel
- à la purge intégrale de la terre végétale
- à l'emploi d'une pelle de forte puissance avec Brise Roche Hydraulique pour extraire les gros blocs éventuels et pour terrasser dans la molasse compacte,
- au pompage des éventuelles venues d'eau en fond de fouille,
- à la substitution par un gros béton des empreintes des blocs extraits en fond de fouille ou de niveaux peu caillouteux, par un remblai technique en matériaux nobles compactés dans les règles de l'Art,
- aux conditions de terrassement (matériaux pulvérulents sensibles au remaniement, vestiges de fondation ...) et de réalisation des fondations (ferraillage et bétonnage)
- au respect de l'**ancrage des fondations de 20cm minimum dans la molasse sableuse compacte (couche 2)**, les remblais à mettre en place devant être intégralement traversés,
- au **contrôle des fonds de fouilles** et à leur **curage soigné avant coulage du béton de fondation**, en particulier toute **passée de compacité moindre** devra impérativement être substituée par du **béton maigre sous fondation**
- au **bétonnage immédiat** du fond de fouille après réalisation des terrassements et mise en œuvre d'un béton de propreté afin d'éviter la décompression du sol d'assise

Nous rappelons que les largeurs minimum de fondations sont de 0,50m pour des fondations filantes et 0,70m pour des semelles isolées, même si la contrainte admissible n'est pas atteinte.

7. ETUDE DES TERRASSEMENTS

7.1. PRINCIPES GENERAUX

Le projet ne prévoit pas de création de voirie (simple réaménagement de parking existant).

Les dallages sont prévus en dalle portée. A proximité du pignon de la maison existante, un tronçon en vide sous dalle est à privilégier pour ne pas apporter de poussées sur l'existant.

Les **terrassements** pour réalisation de l'extension de la maison intéresseront la totalité des couches rencontrées. Les terrassements en déblai au droit du futur mur de soutènement et de la façade amont intéresseront principalement de la molasse sableuse compacte pouvant présenter des passages indurés. Une pelle mécanique puissante associée ponctuellement à un BRH sera à prévoir.

Là où le fond de terrassement est constitué de molasse, une contre pente vers l'aval ou vers un réseau de drainage gravitaire devra être assuré pour ne pas créer d'effet piscine (eaux piégées au toit d'un horizon peu perméable sans exutoire gravitaire).

Les couches 1 et 2 à matrice limoneuse à sableuse constitueront un fond de forme **sensible à l'eau et au remaniement imposant de réaliser les terrassements en conditions climatiques favorables (pas de pluie) et d'éviter leur remaniement** (extraction en rétro, exclure la circulation des engins sur la PST ...).

La terre végétale devra être décapée compte tenu de son caractère humifère.

Compte tenu de la pente du site vers le Sud-Est, la maison sera réalisée en déblai / remblai. Les couches extraites pourront être utilisées uniquement en valorisation paysagère à condition d'être mises en place dans les règles de l'Art (accrochage à la pente par redans, compactage par couche) et sur de faibles épaisseurs (inférieures à 1,5 m).

Les pentes de talus nécessaires au terrassement seront limitées à 3H/2V sur le premier mètre puis pourront être réalisés à 1 H pour 1 V en phase provisoire dans la molasse.

En cas de venue d'eau au nu du talus mis en évidence à l'ouverture des fouilles (présence possible de « boyaux » graveleux pouvant entraîner des arrivées d'eau), des éperons drainants devront être mis en place éventuellement associés à des enrochements en cas de risque de déstabilisation du talus.

Les talus définitifs devront avoir une pente maximum de 3 Horizontal pour 2 Vertical et devront être revégétalisés, à défaut, des soutènements seront à prévoir (enrochements ou murs en béton armé).

Les surcharges en crête de talus (grue tour par exemple) seront reportées au même niveau que la partie la plus basse des terrassements.

L'arase terrassement sera de qualité variable AR1.

7.2. SUJETION D'EXECUTION

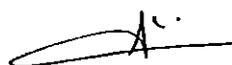
Elles sont liées :

- au travail en **conditions météorologiques favorables** (pas de pluie)
- au **contrôle des différentes étapes de terrassement** (réception du fond de forme ; réception de la couche de réglage) par essais à la plaque
- à la **sensibilité à l'eau et au non remaniement des matériaux** imposant le travail en conditions climatiques favorables ; un travail soigné en rétro bien à plat
- à la substitution des gros blocs éventuels et passées limoneuses par des matériaux nobles soigneusement compactés

Nous restons à la disposition de **Madame et Monsieur DHAMELINCOURT** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par l'Ingénieur soussignée

Alexane GONTHIER



ANNEXE 1

Plan d'implantation des sondages

ANNEXE 2

Coupes des sondages à la pelle mécanique



HYDROGEOTECHNIQUE

M.DHAMELINCOURT : LA BRIDOIRE (73)
Construction d'une extension de maison

(Contrat C.13.53062)

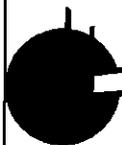
Date : 26/08/2013 Machine : Pelle mécanique 8t Profondeur : 0,00 - 4,00 m

1/20

Forage : PM1

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Outil
0	Terre végétale limoneuse marron (couche 0)	Pelle mécanique
0,25 m	Limon sableux à sable légèrement limoneux marron orangé (couche 1a)	
0,90 m	Sable limoneux (couche 1b)	
2,00 m	Molasse compacte jaunâtre (couche 2)	
2,60 m	Fin du sondage	2,60 m
3		
4		
4,00 m		



HYDROGÉOTECHNIQUE

M.DHAMELINCOURT : LA BRIDOIRE (73)
Construction d'une extension de maison

(Contrat C.13.53062)

Date : 26/08/2013 Machine : Pelle mécanique 8t Profondeur : 0,00 - 4,00 m

1/20

Forage : PM2

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Outil
0	Terre végétale limoneuse marron (couche 0)	Pelle mécanique
0,40 m	Limon sableux marron (couche 1a)	
0,60 m	Molasse sableuse compacte jaune orangé (couche 2)	
1		
1,60 m		1,60 m
		Fin du sondage
2		
3		
4		
4,00 m		



HYDROGÉOTECHNIQUE

M.DHAMELINCOURT : LA BRIDOIRE (73)
Construction d'une extension de maison

(Contrat C.13.53062)

Date : 26/08/2013 Machine : Pelle mécanique 8t Profondeur : 0,00 - 4,00 m

1/20

Forage : PM3

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Outil
0	Terre végétale limoneuse marron (couche 0)	Pelle mécanique
0,50 m		
1	Limon sableux marron (couche 1a)	
2		
2,70 m		
	Molasse sableuse compacte jaune orangé (couche 2)	2,90 m
3		Fin du sondage
4		
4,00 m		

ANNEXE 3

Diagrammes de pénétration dynamique



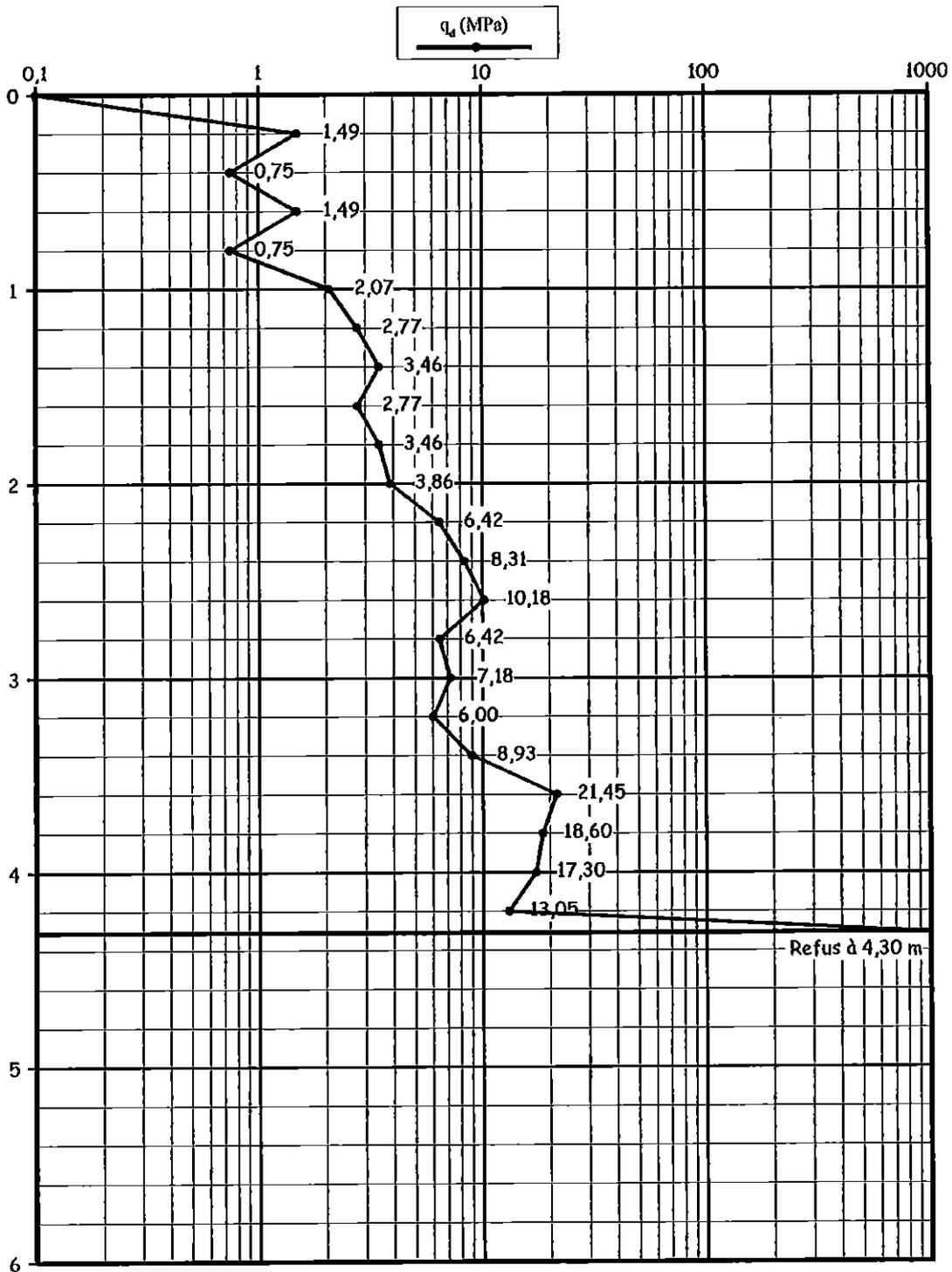
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Client **M.DHAMELINCOURT**
 Chantier **LA BRIDOIRE (73) : extension d'une maison**
 Dossier **C.13.53062**
 Date **29 août 2013**

Sondage **PD1**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher

X:	Y:	Z:
----	----	----



Couple N.m

Eau : pas noyée lors de la foration



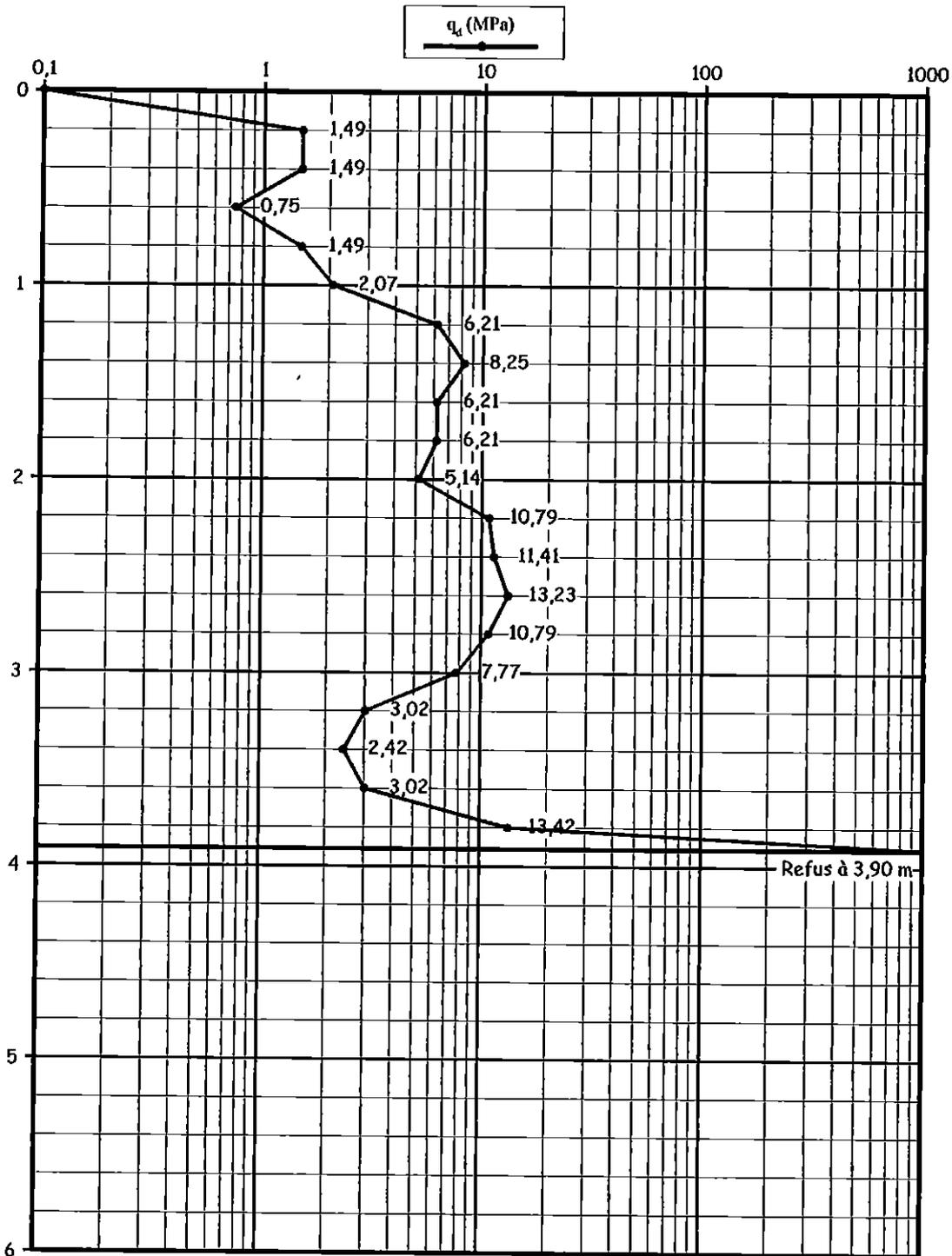
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Client **M.DHAMELINGCOURT**
 Chantier **LA BRIDOIRE (73) : extension d'une maison**
 Dossier **C.13.53062**
 Date **29 août 2013**

Sondage **PD2**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher

X:	Y:	Z:
----	----	----



Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration



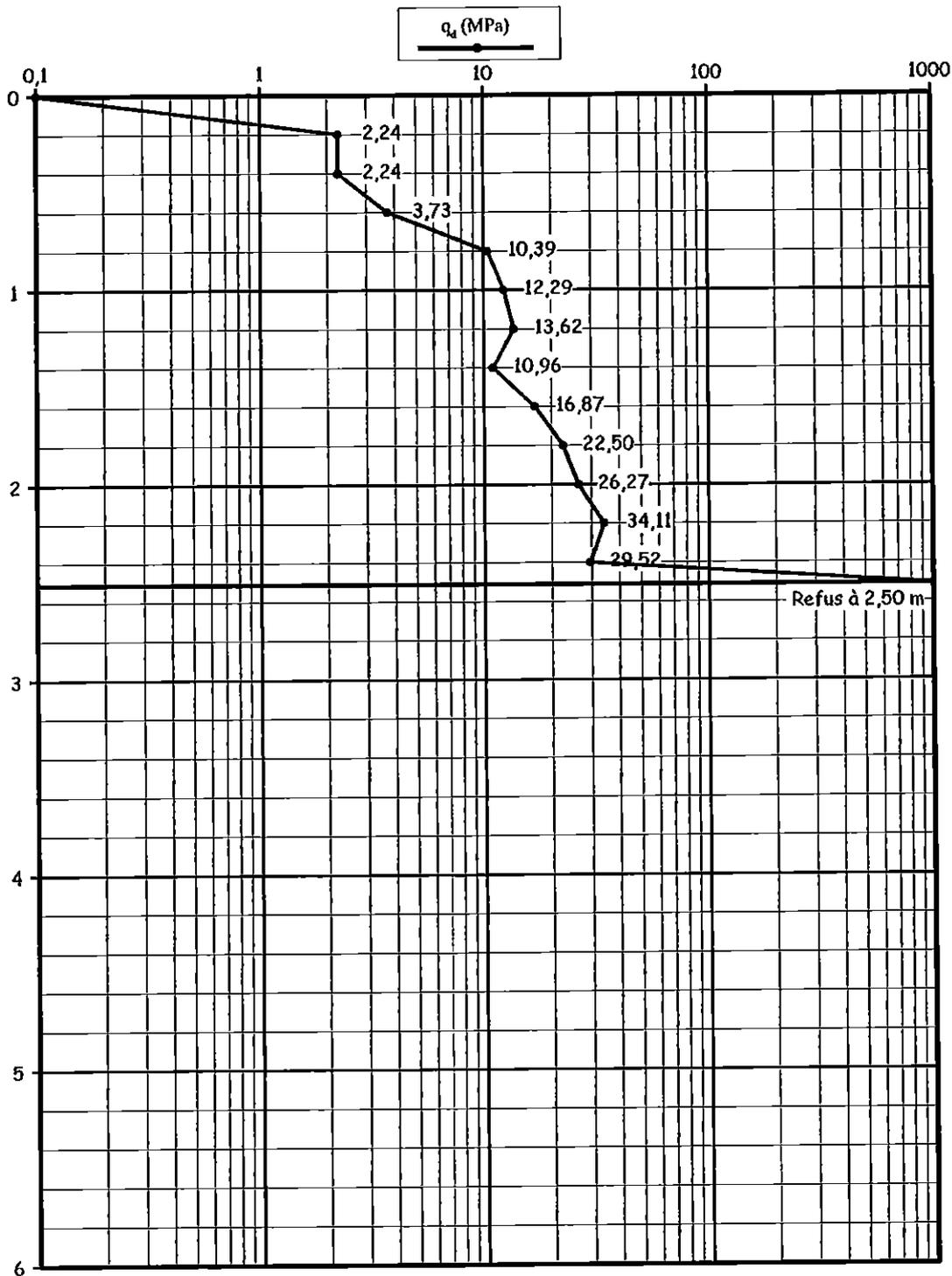
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Client **M.DHAMELINCOURT**
 Chantier **LA BRIDOIRE (73) : extension d'une maison**
 Dossier **C.13.53062**
 Date **29 août 2013**

Sondage **PD3**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher

X: Y: Z:



Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration



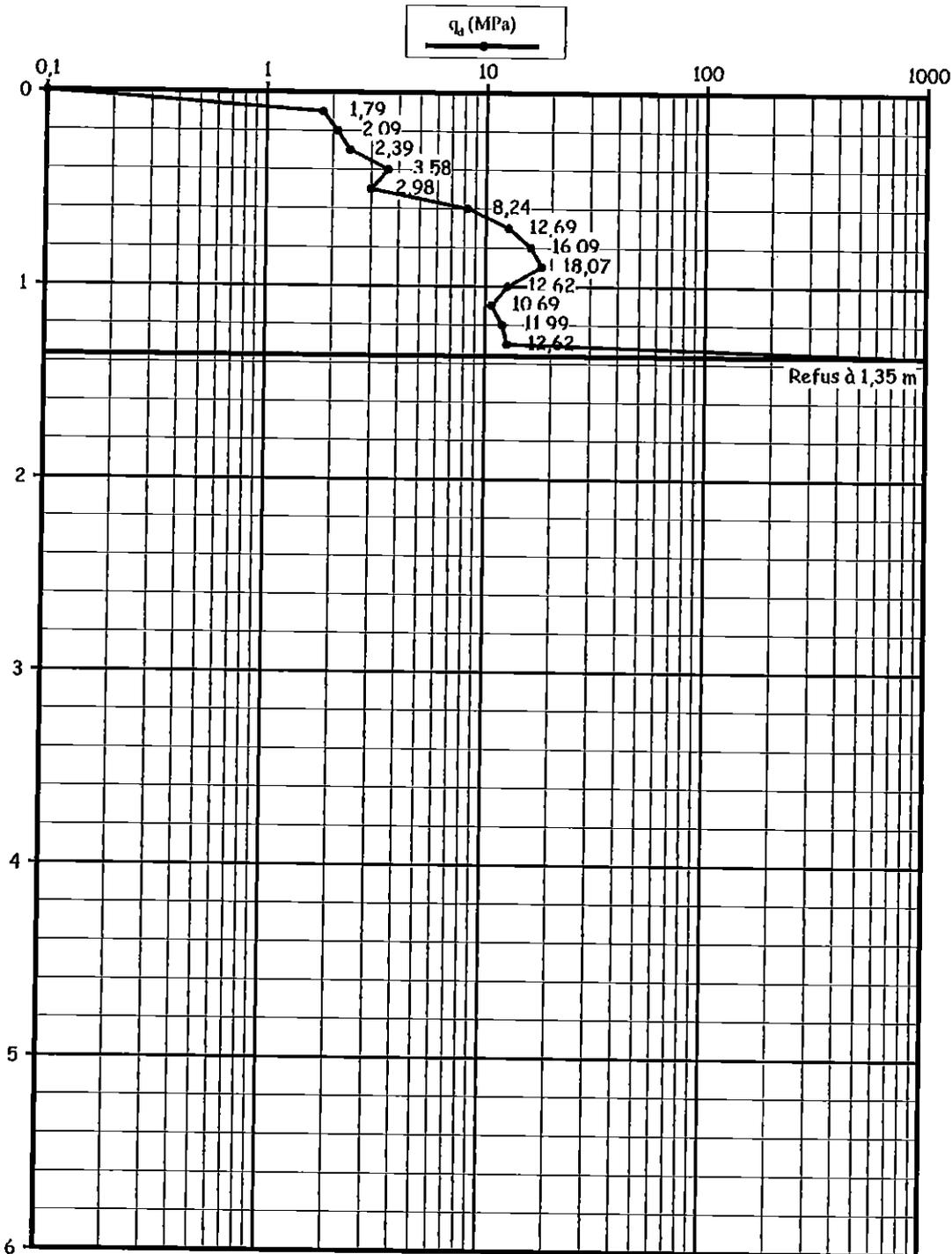
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Client **M.DHAMELINCOURT**
 Chantier **LA BRIDOIRE (73) : extension d'une maison**
 Dossier **C.13.53062**
 Date **29 août 2013**

Sondage **PD4**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher

X:	Y:	Z:
----	----	----



Eau : pas noloire lors de la foration



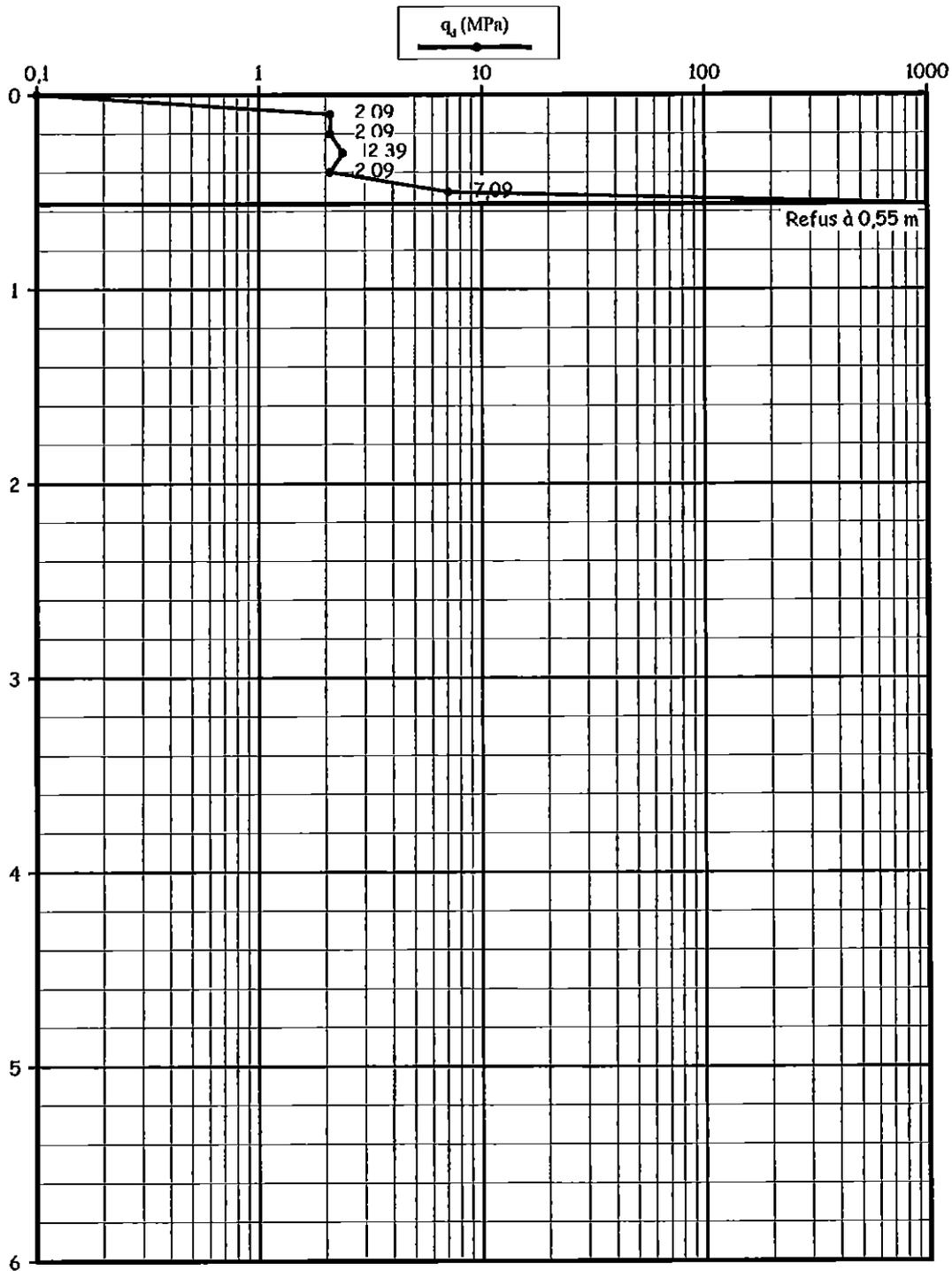
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Client **M.DHAMELINCOURT**
 Chantier **LA BRIDOIRE (73) : extension d'une maison**
 Dossier **C.13.53062**
 Date **29 août 2013**

Sondage **PD5**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher

X:	Y:	Z:
----	----	----



Eau : pas notoire lors de la foration

ANNEXE 4

Définition des missions géotechniques

Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRELIMINAIRES (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.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE 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 du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. 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.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'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, soulèvements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ÉTAPE 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, soulèvements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) 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

- établir 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.

ÉTAPE 3: EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, 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 Étude

- définir 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 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 Étude.
- 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 GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (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 avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

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.

- 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, 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.

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Etape	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	Etude préliminaire Etude d'esquisse	Etude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Etude 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)	Etude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Etude et suivi géotechnique d'exécution (G4)	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	Etude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécialité des éléments étudiés
* NOTE : à définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante				

