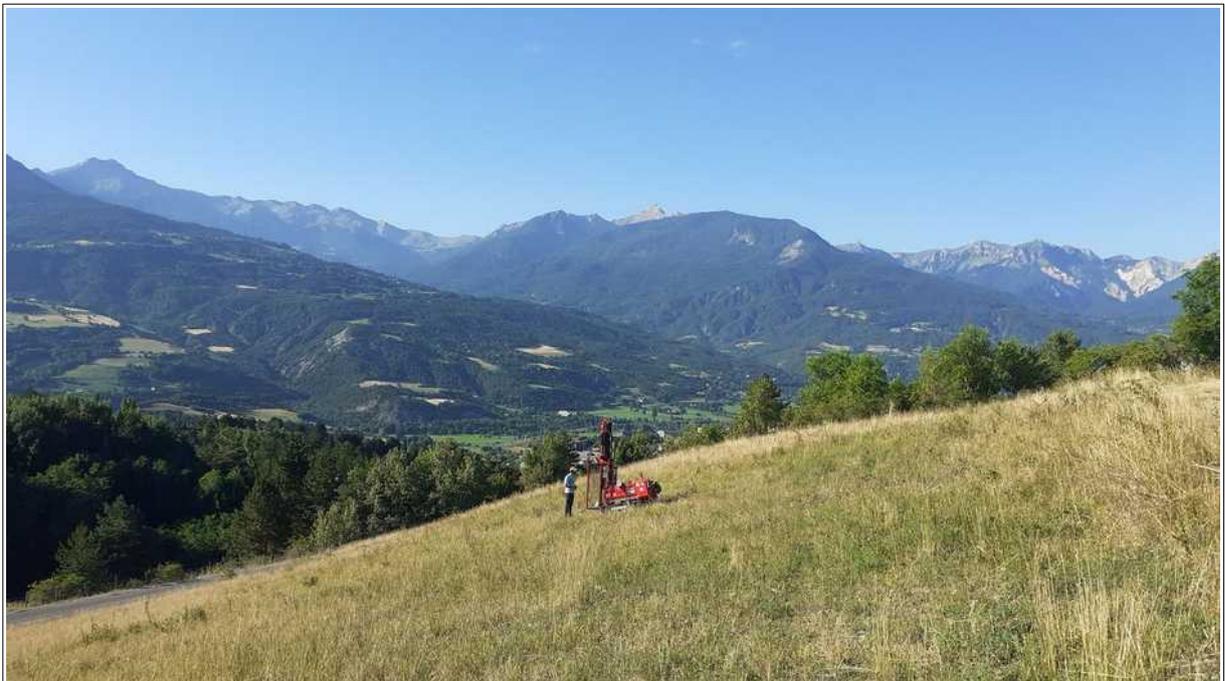


RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE *PHASE PRÉALABLE - MISSION G1*

PROJET IMMOBILIER « DOMAINE DE CHAUVETON » *AMÉNAGEMENT D'ENVIRON 4 HECTARES*



LOCALISATION :
Route de Chalvet
Commune d'Embrun

CLIENT :
SAS PRO & IMMO

Indice	Référence	Date	Établi par	Validé par	Modifications
a	22-0037-R-a	01/09/22	T. BETH	T. BETH	Première diffusion

AFFAIRE	
RÉFÉRENCE	22-0037-R-a
SITUATION	Bordure ouest du Domaine de Chauveton, route de Chalvet, commune d'Embrun
OBJET	Etude géotechnique préalable en vue de l'aménagement d'environ 4 ha sur le domaine de Chauveton avec la construction de 17 maisons individuelles, 38 maisons groupées et 5 bâtiments collectifs d'habitation
DEVIS	Réf. 22-0037-D du 28/05/2022, votre commande du 23/05/2022

CLIENT	
SAS PRO & IMMO	1 Chemin des Croix 05200 EMBRUN mail : julie.catala@proetimmo.com tél : -

DIFFUSION	
SAS PRO & IMMO	1 exemplaire informatique et 1 ex. papier

DOCUMENTS FOURNIS par mail
<ul style="list-style-type: none"> x Plan topographique sommaire du site x Dossier de plans AVP, PRO&IMMO, 24/06/2022 : <ul style="list-style-type: none"> o coupes de principe du projet /TN o plan des parcelles à acquérir o Plan de repérage du périmètre du plan d'aménagement o Plan de masse global d'aménagement o Plan des zones humides recensées et de la zone rouge du PPR o Plan d'épannelage des logements

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION : LE SITE - LE PROJET- PRINCIPE DE L'ÉTUDE.....	7
1.1. LE SITE.....	7
1.2. LE PROJET.....	7
1.3. PRINCIPE DE L'ÉTUDE.....	9
2. GÉOLOGIE DU SITE.....	13
2.1. CADRE GÉNÉRAL ET ANALYSE GÉOMORPHOLOGIQUE.....	13
2.2. ANALYSE HISTORIQUE.....	14
2.3. ANALYSE DES SONDAGES.....	17
2.4. CONCLUSION SUR LA GÉOLOGIE.....	18
3. HYDROGÉOLOGIE DU SITE.....	21
4. GÉOTECHNIQUE.....	23
4.1. STABILITÉ NATURELLE DU SITE - FAISABILITÉ GÉOTECHNIQUE.....	23
4.2. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE PROJET.....	24
4.2 PREMIERS ÉLÉMENTS D'AMÉNAGEMENT.....	28
4.2.1. Fondation.....	28
4.2.2. Terrassements.....	29
4.2.3. Drainage.....	30
4.2.4. Aspect sismique.....	30
5. REMARQUES.....	30
6. ANNEXES.....	31

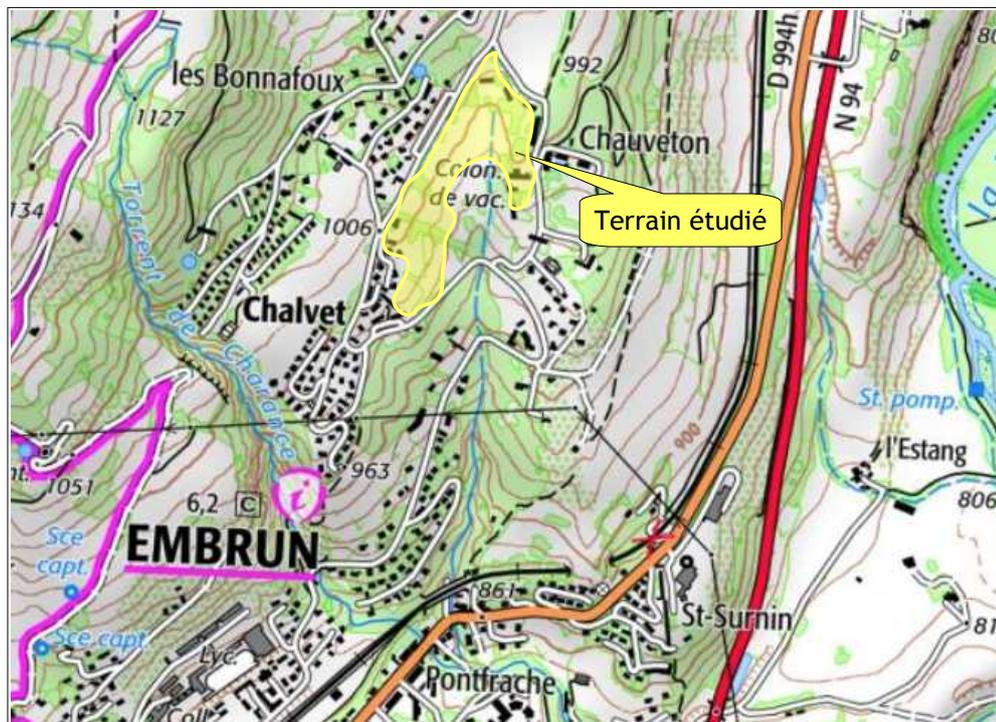
1. INTRODUCTION : LE SITE - LE PROJET- PRINCIPE DE L'ÉTUDE

1.1. LE SITE

Le terrain étudié est situé au nord-est du centre ville d'Embrun, près du hameau de Chalvet, dans une zone agricole. Bordé à l'ouest par la route de Chalvet et à l'est par la majeure partie des bâtiments de l'ancien centre de vacances de la Banque de France.

Il s'agit de la bordure ouest et agricole du domaine de Chauveton, autrefois détenant par le CE de la Banque de France qui y avait établi un internat et un centre de vacances. A l'extrémité nord et nord-est du projet, des bâtiments du centre occupent l'espace.

L'ensemble est constitué d'une vaste combe, d'axe quasi nord-sud composé de prés, entrecoupé de canaux et de bâtiments sur les hauteurs au nord et à l'est. La majeure partie du terrain étudié est constitué par les prés en pente moyenne à douce à regard est-sud-est en rive droite de la combe et délimités à l'ouest et à l'amont par la route de Chalvet, depuis le plateau des Chardouires au sud jusqu'au croisement de la route de Chalvet et de la voie privée de Chauveton au nord.



Plan de situation

1.2. LE PROJET

On projette d'urbaniser ce vaste secteur d'environ 4 hectares, avec :

- la viabilisation de 17 lots au sud coté Chardouires pour prolonger le lotissement existant et ainsi vendre les lots à la construction pour de la maison individuelle ;
- la viabilisation du reste du terrain puis la construction de 38 maisons groupées et 5 bâtiments collectifs d'habitation. Les maisons groupées seront de type T3/T4 ou T4bis en R+1 avec presque systématiquement un rez-de-jardin semi-enterré et un rez-de-chaussée au dessus, nécessitant 1,5 m à 2,5 m de terrassements coté amont et quelques décimètre maximum coté aval, quoique la médiocrité du plan topographique fourni laisse pensif quand à la réalité des coupes réalisées sur le projet.

Trois bâtiments collectifs situés coté ouest, sous la route de Chalvet, comporteront 20 logements chacun et seront de type R+3 avec le premier niveau semi-enterré nécessitant environ 2 m à 4 m de terrassements à l'ouest et quelques décimètres à l'est.

Les deux immeubles prévus sur la butte du centre de vacances existant, au nord-est, comportent 20 logements pour l'un et 28 logements étudiants pour l'autre, mais aucune coupe ne nous a été fournie et nous ne connaissons donc pas le nombre de niveau ni l'encastrement du projet dans le terrain.

Le projet va par ailleurs nécessiter la démolition de 4 bâtiments en R+1.

Le plan de masse du projet est repris ci-après afin d'en donner un aperçu.



Plan de masse du projet

1.3. PRINCIPE DE L'ÉTUDE

Cette étude vise à préciser les premières contraintes géotechniques locales afin de proposer les premiers éléments d'adaptation du projet au contexte géotechnique, en termes de stabilité du site, de contraintes sur les fondations, les terrassements et le drainage, etc.

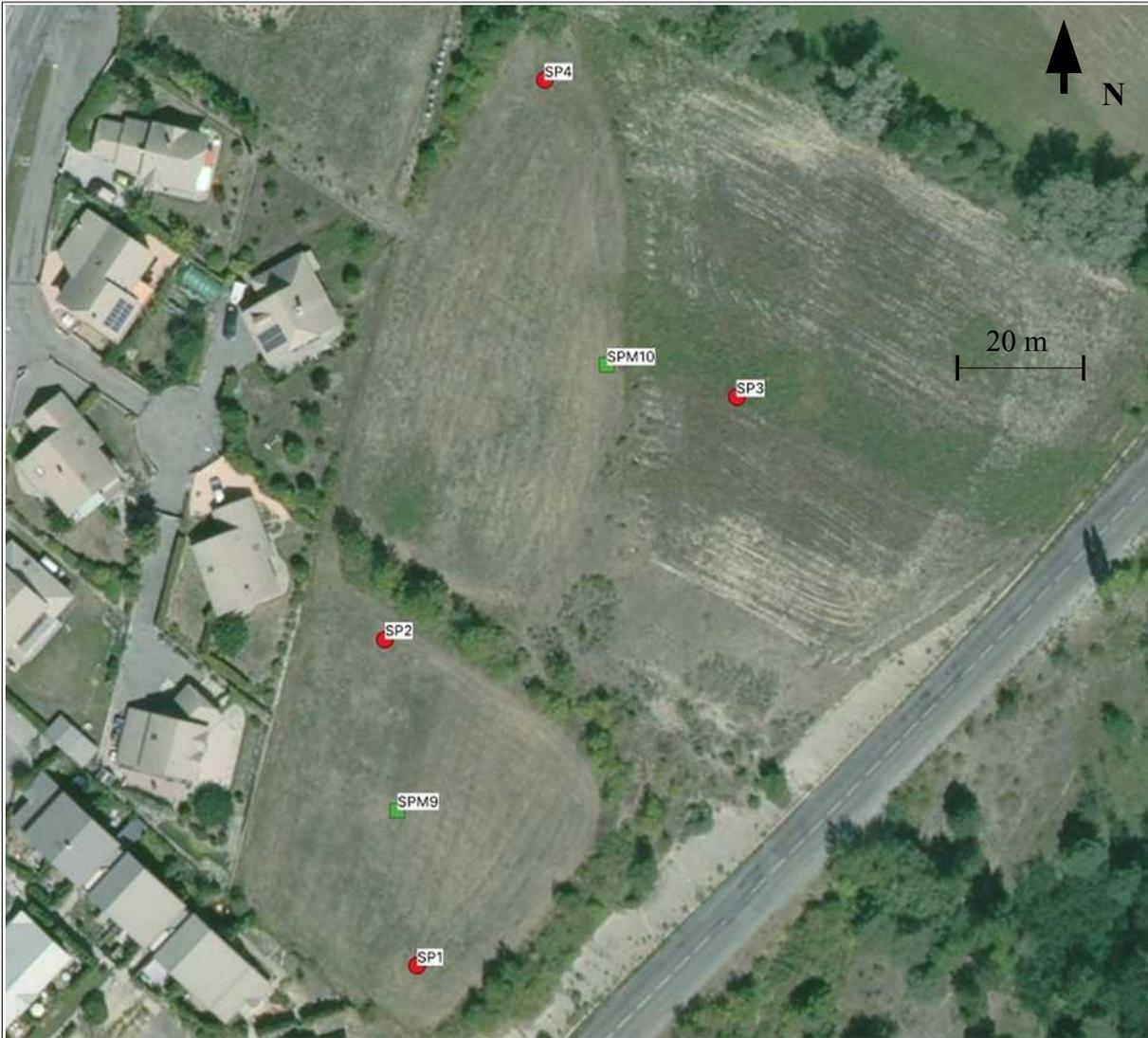
Il s'agit d'une *étude géotechnique préalable* (mission G1) selon la classification des missions d'ingénierie géotechnique types (norme NF P 94-500).

Nous avons ainsi réalisé pour cette étude :

- une analyse géologique et géotechnique de surface à partir d'une analyse bibliographique très fournie dans le secteur ;
- une campagne de 18 sondages à la pelle mécanique (notés SPM) afin de dresser une coupe géologique précise du sous-sol, de rechercher le toit du substratum rocheux, d'analyser sa compacité, d'observer en « vraie grandeur » le comportement des terrassements, etc. Ces sondages ont été réalisés les 18 et 19/07/2022 à l'aide d'une pelle mécanique de 8t équipée d'un godet de 80 cm de largeur, de l'entreprise LAGIER & ROCHE sous notre direction ;
- une campagne de 20 sondages au pénétromètre dynamique très lourd DPSH-B (notés SP) destinée à préciser la nature et la distribution des matériaux du sous-sol et mesurer leurs principales caractéristiques mécaniques. Ces sondages ont été réalisés le 12/07/2022.

Les profondeurs mentionnées dans le présent rapport sont à rapporter à la surface topographique (terrain naturel, TN) tel qu'existant lors de notre intervention.

L'implantation des sondages est reportée sur les plans donnés ci-après.



*Plan d'implantation des sondages sur vue aérienne
Partie sud*

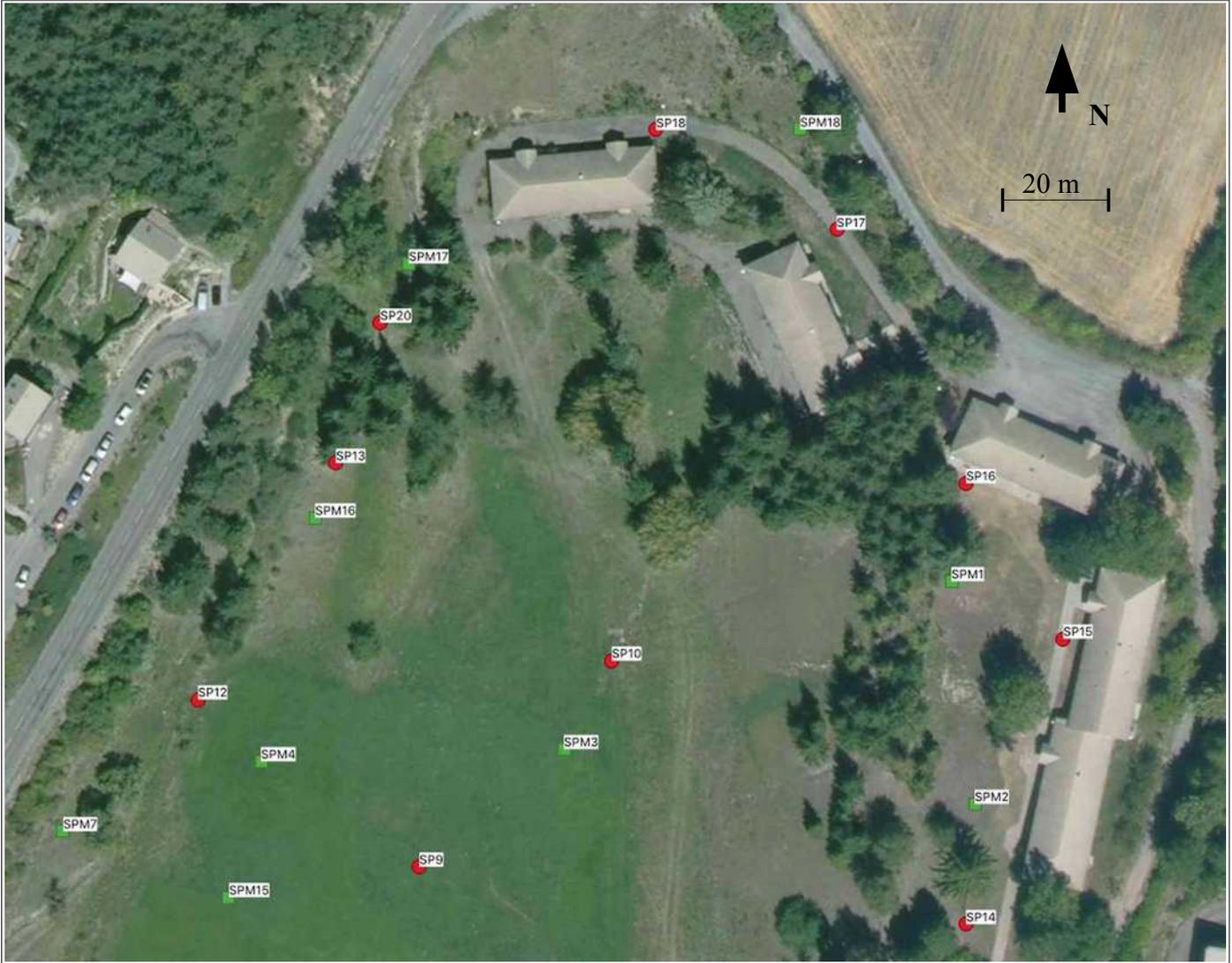
Légende pour les 3 plans :

■ Sondages à la pelle mécanique

● Sondages au pénétromètre dynamique



Plan d'implantation des sondages sur vue aérienne
Partie centrale



*Plan d'implantation des sondages sur vue aérienne
Partie nord*

2. GÉOLOGIE DU SITE

2.1. CADRE GÉNÉRAL ET ANALYSE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le sous-sol du site comporte un substratum schisteux d'âge jurassique (Terres noires de l'Oxfordien) qui constitue le soubassement de la vallée et qui affleure en différents points du secteur, en particulier à l'ouest (Le Moulin, Vallon de Charance), bien en aval (Les Cytises), ou encore en amont dans les pentes qui dominent Chalvet et même non loin du terrain étudié, à l'ouest dans le secteur du lotissement de Notre Dame en bordure amont de la route de Chalvet.

Ces marnes schisteuses oxfordiennes laissent place à l'est aux marno-calcaires fortement schistosés du Bajocien qui forment la croupe topographique bien visible qui remonte de Saint Surnin jusqu'au centre de vacances de Chauveton. Cette formation affleure en particulier au sud-est (Val Joyeux, Champ Paillasse).

Le substratum rocheux n'affleure pas sur le plateau des Chardouires et sur le vaste terrain étudié et il se trouve masqué par des formations superficielles. De plus, des sondages anciens avaient rencontré souvent plus de 2 m de tranche altérée meuble dans les schistes, notamment vers le lotissement Notre Dame en aval des Bonnafoux.

Au droit du plateau des Chardouires et plus en aval jusqu'à la route de Chalvet très au sud-est, les schistes se trouvent masqués par des moraines glaciaires argilo-graveleuses jaunes à blocs, extrêmement surconsolidés et épaisses. A l'inverse d'autres zones du versant dominant Embrun, le secteur des Chardouires n'a jamais été le siège de mouvements de terrain et représente un épaulement latéral glaciaire de la Durance avec des matériaux surconsolidés par le poids des glaces (moraines de fond).

A l'extrémité nord du terrain étudié, vers le secteur de l'Oratoire, on retrouve ce plaquage de moraines glaciaires surconsolidées, affleurant dans les talus des routes et déjà rencontré par le passé dans des sondages ou des terrassements dans le secteur.

A l'est sur le plateau de Chauveton, aucun affleurement notable n'existe mais quelques blocs visibles dans des fossés laissent penser là aussi à un placage de moraines sur les marno-calcaires.

Par ailleurs, la combe du torrent de Pontfrache se trouve profonde et escarpée en aval de Valjoyeux puis les pentes s'émousent fortement en amont pour laisser place à une vaste étendue aux reliefs mous dans la zone centrale étudiée : un tel relief est le résultat d'un « estompage » par colluvionnement et/ou glissements dans le ravin qui remontait sans doute bien plus haut dans le versant. La topographie présente ainsi plusieurs anomalies, avec une combe bien rectiligne et profonde qui vient se terminer mollement vers l'amont dans le vaste pré du Clos des Nevières au nord du terrain étudié en suivant la croupe de marno-calcaires du Bajocien, sans griffe d'érosion nette dans ce secteur, et des combes bien nettes plus à l'ouest, en amont des Bonnafoux, qui disparaissent au niveau des Bonnafoux et du lotissement Notre Dame... là encore par colluvionnement intense et leur exutoire dans la combe principale n'est plus discernable aujourd'hui.

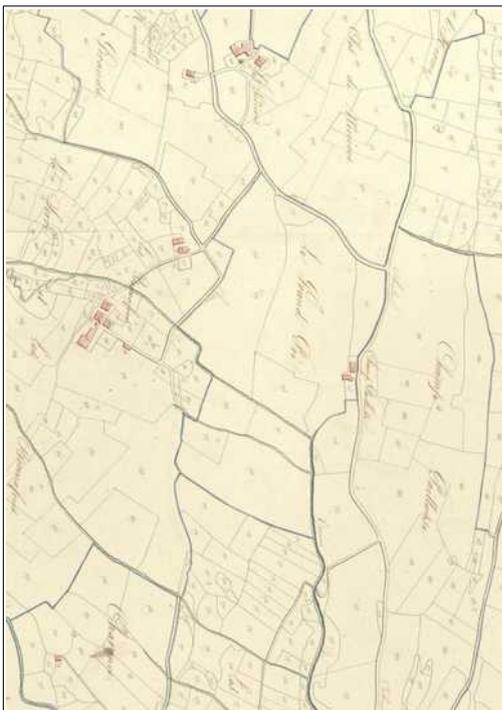
Enfin, un petit glissement est visible juste en aval de la route de Chalvet, dans la partie centrale du projet, avec une niche d'arrachement circulaire bien nette et visiblement encore un peu active. Ce glissement avait déjà été observé comme actif en 1993 lors de la construction de la nouvelle route de Chalvet et il semble relativement superficiel.

2.2. ANALYSE HISTORIQUE

L'analyse des documents anciens permet parfois de mieux comprendre certains éléments morphologiques et des événements qui ont eu lieu sur les terrains étudiés ou aux alentours.

Le premier document disponible et exploitable à petite échelle est le « cadastre napoléonien », qui date sur Embrun de 1812. On y voit les principaux bâtiments historiques qui existent encore aujourd'hui : la ferme de Champ Paillasse, dite de Chauveton, les Bonnafous, les Nevières, les deux bâtiments de l'archevêché entre les deux hameaux, etc. On y voit nettement également la courbure « cadastrale » (qui existe encore aujourd'hui) du torrent de Pontfrache qui descend des Bonnafous puis butte contre la croupe de Champ Paillasse en marno-calcaires pour tourner presque à angle droit et longer le Bajocien jusque Pontfrache. Aucun torrent n'est cadastré plus en amont vers le Clos des Nevières dans l'axe du talweg, ce qui vient nettement confirmer l'anomalie topographique et le probable paléo-talweg à rechercher dans le secteur central du terrain étudié, sous le lotissement Notre Dame.

D'autres documents sont une source d'informations précieuses : il s'agit des photographies aériennes de l'IGN, réalisées depuis plusieurs décennies sur le secteur. La première exploitable date de l'été 1948. Peut de changements ont eu lieu depuis 1812, à l'exception du canal horizontal qui traverse aujourd'hui le terrain sous la route de Chalvet et qui n'existait pas en 1812. Il rejoint le torrent de Pontfrache au même point qu'aujourd'hui. Une bosse sèche est par ailleurs bien visible dans le pré en amont de ce canal, sous les bâtiments de l'archevêché : il s'agit ici des secteurs de schistes affleurants rencontrés par le passé lors des études du lotissement Notre Dame, du bâtiment collectif à son extrémité nord et de la nouvelle route de Chalvet.



Cadastré de 1812 (à gauche) et vue aérienne de 1948 (à droite)

Peu de changements se produisent jusqu'à la fin des années 1950 : en 1960, on peut découvrir les bâtiments du centre de vacances de Chauveton qui viennent d'être construits, ainsi que leur raccordement au réseau d'eau potable communal qui remonte droit dans la pente vers les bâtiments de l'archevêché : ce réseau existe encore aujourd'hui. En 1968, de gros travaux ont été entrepris sur les réseaux d'eau, avec la construction du réservoir des Bonnafoux et d'une nouvelle liaison vers la ville en aval avec une large tranchée fraîche, à moins que ce ne soient les premiers égouts. Le « bosse schisteuse » de Notre Dame est toujours bien visible : très sèche.



Vues aériennes de 1960 (à gauche) et 1968 (à droite)

En 1980, la pinède encore existante aujourd'hui au nord du projet vient d'être plantée dans la zone de schistes affleurants, et la bonne qualité de la photo permet de distinguer une légère combe au sud de cette pinède, d'axe nord-ouest/sud-est, qui rejoint en aval les prés de Chauveton. Le petit glissement aujourd'hui encore bien visible sous la route de Chalet est discernable pour la première fois (ce qui n'exclut pas qu'il soit plus vieux mais non visible sur les photographies plus anciennes avec une moins bonne résolution). En 1983, le petit glissement est très actif et particulièrement visible.



Vues aériennes de 1980 (à gauche) et 1983 (à droite)

En 1993, la route du lotissement des Chardouires est en cours de construction et le réseau d'eau potable est renforcé entre le réservoir des Bonnafoux et le branchement de Chauveton. En 1995, la nouvelle route départementale de Chalvet est terminée, le lotissement des Chardouires également. La décennie suivante, le lotissement de Notre Dame sera créé et les extensions des Chardouires vers le nord, sans que le terrain objet de l'étude ne reçoive de modification particulière.



Vues aériennes de 1993 (à gauche) et 1995 (à droite)

Cette analyse historique a permis de déterminer que la majeure partie du terrain étudié n'a subi aucune modification majeure depuis plus de deux siècles, mis à part le petit glissement de terrain encore visible aujourd'hui, le passage de tranchées de réseaux, et la création de la nouvelle route de Chalvet. Le canal qui existe aujourd'hui ne semblait pas exister en 1812, et il a sans modifier considérablement le contexte hydraulique et hydrogéologique du site mais sans modification majeure du tracé du torrent de Pontfrache

depuis 1812. Certaines vues aériennes ont toutefois permis de déterminer qu'une légère combe existait avant l'aménagement du secteur, au sud de l'immeuble qui clôt le lotissement Notre Dame par le nord.

Avec ces éléments historiques, la réalisation de sondages a permis de bien délimiter les grands ensembles connus et de préciser les épaisseurs des différents horizons.

2.3. ANALYSE DES SONDAGES

Les sondages ont ainsi rencontré depuis la surface, sous un peu de terre végétale :

- des limons plus ou moins organiques attribuables à la décomposition des horizons sous-jacents, rencontrés partout sur quelques décimètres d'épaisseur ;
- des limons argileux gris à marbrures jaunâtres et comportant localement quelques blocs, très meubles voire plastiques et particulièrement médiocres (résistance dynamique de pointe $q_d < 6$ MPa, voire souvent < 3 MPa). Il s'agit de colluvions ou de résidus d'altération glissés des schistes affleurant plus en amont.

Leur épaisseur varie très fortement d'un secteur à l'autre : absents à la pointe nord, à l'est et au sud-ouest du terrain, ils sont épais de quelques mètres à plus de 8 m sur la partie centrale du terrain où ils viennent visiblement combler les fameux paléo-talwegs soupçonnés : dans l'axe de la combe principale, mais également en aval du lotissement Notre Dame où le torrent de Pontfrache coulait sans doute quelques dizaines de mètres plus au nord par rapport à sa position actuelle ;

- les moraines surconsolidées du secteur ($q_d > 10$ MPa) ayant provoqué des refus systématiques et rapides de pénétration dynamique et de terrassement à la pelle. Ces moraines viennent en placage possiblement épais sur le plateau des Chardouires et sans doute peu épais sur le plateau de Chauveton ; elles sont particulièrement graveleuses ici et comportent de nombreux blocs de toutes tailles baignant dans une matrice argilo-limoneuse beige à jaune. Elles ont été rencontrées au sud, au nord et au nord-est, mais elles disparaissent en biseaux vers la partie centrale où elles sont complètement absentes ;
- au delà, le substratum rocheux de marnes schisteuses qui comporte en général dans le secteur une tranche très altérée épaisse (2 m) de résistance intermédiaire ($q_d = 7-9$ MPa) et fortement sensible à l'eau puis une tranche déjà rocheuse mais encore altérée ($q_d = 10$ MPa sur 2 m environ). Au delà de cette tranche altérée, les schistes sont plus compacts et ont entraîné des refus progressifs systématiques de pénétration dynamique et des difficultés en terrassement lorsque qu'ils ont été atteints.

Le toit des schistes sains et raides a été rencontré selon les sondages à (cote/TN) :

SPM7 : - 2,8 m	SPM8 : - 2,8 m	SPM12 : - 1,5 m	SPM13 : - 2,8 m
SPM18 : - 2,8 m			
SP7 : -4,5 m	SP19 : - 2,8 m	SP11 : - 4,5 m	SP12 : - 5,3 m
SP18 : - 2,9 m	SP17 : - 3,3 m		

Non atteint dans les autres sondages

Le toit des schistes présente ainsi de très fortes variations de profondeurs puisqu'il se trouve sub-affleurant localement, vers la niche d'arrachement du glissement de terrain notamment, pour plonger sous des colluvions limoneuses médiocres assez brutalement plus vers le nord et l'est à la faveur d'anciennes ravines comblées. Il semble plonger également sous les moraines des Chardouires au sud.

2.4. CONCLUSION SUR LA GÉOLOGIE

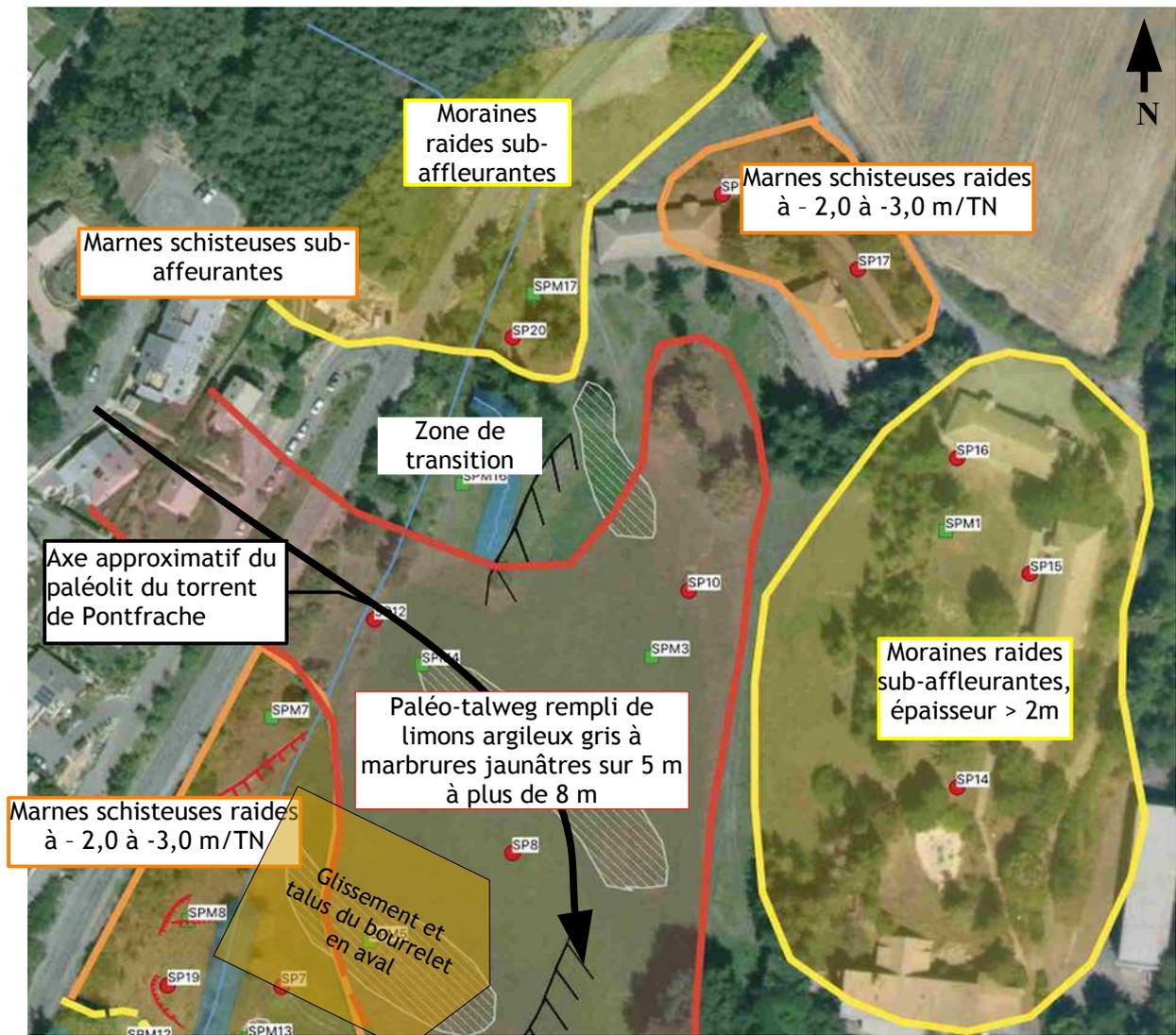
Ainsi, le sous-sol du site présente un substratum rocheux de schistes marneux sub-affleurant au centre-ouest du terrain mais qui plonge fortement vers l'est sous des limons-argileux médiocres et vers le sud sous un placage potentiellement épais de moraines de fond surconsolidées.

Un approfondissement particulier existe au centre du terrain avec un axe nord-ouest/sud-est et il vient ainsi confirmer l'existence d'un paélo-talweg dans les marnes schisteuses dans ce secteur issu du chenal ancien du torrent de Pontfrache, quelques dizaines de mètres plus au nord du torrent existant.

D'autre part, les schistes présentent une tranche très altérée médiocre de plusieurs mètres d'épaisseur.

Le plan d'implantation des sondages est repris en pages suivantes avec un habillage du zonage géologique afin de dresser une synthèse lisible des reconnaissances effectuées.

NOTA : plusieurs « bosses en dorsales » existent dans la topographie sur le flanc ouest de la large combe, et il pouvait sembler qu'il s'agissait de reliefs à la géologie plus compact et non érodée... or, c'est exactement l'inverse qui a pu être observé dans les sondages : chaque bosse est en fait constituée de paquets de matériaux glissés, sans doute plus ou moins en coulées boueuses, qui sont venues en sur-imposition d'un relief plus régulier avec un colluvionnement qui avait totalement masqué les reliefs anciens, plutôt en creux. Le sondage SPM4 a notamment rencontré des limons à petits blocs avec du bois noyé dans la matrice, symbole de glissement. Les quatre principales « dorsales » notées sur les plans ci-après correspondant donc aux derniers dépôts de coulées boueuses issues des pentes en contrehaut.



Zonage géologique issu des reconnaissances et de notre expérience du secteur
Secteur nord

Légende des figurés :

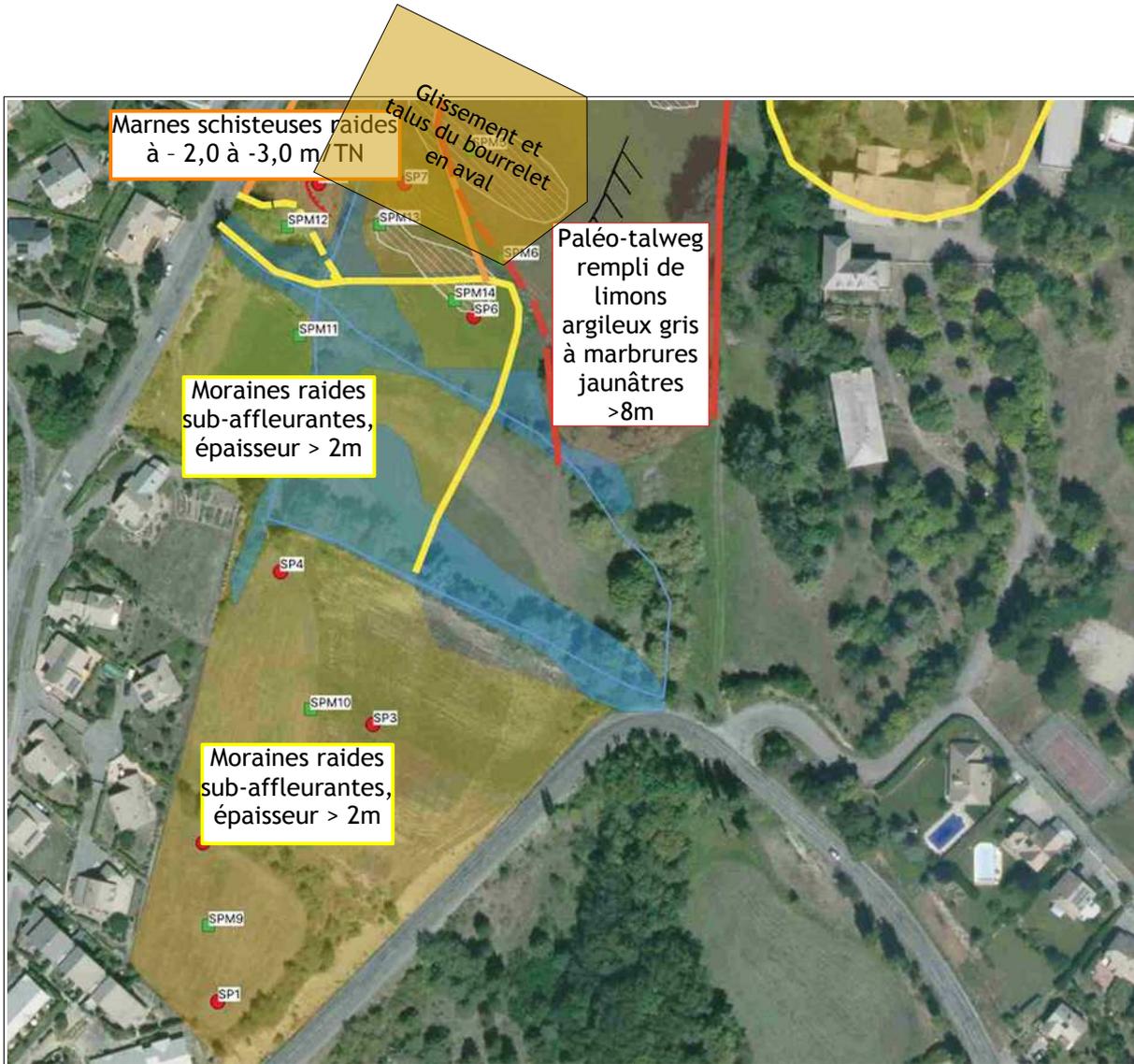
Bosse topographique : dépôts de coulées boueuses 

Ecoulement observé 

Zones humides observées 

Talus 

Loupe de glissement 



Zonage géologique issu des reconnaissances et de notre expérience du secteur
Secteur sud

3. HYDROGÉOLOGIE DU SITE

Le substratum de marnes schisteuses du secteur constitue un horizon quasiment imperméable à l'échelle du projet et les écoulements souterrains se concentrent principalement à son toit.

Les limons argileux et les moraines, à matrice argileuse, sont également très peu perméables et les eaux météoriques auront tendance à s'écouler en surface ou sub-surface à la faveur des pentes topographiques, comme on peut l'observer un peu partout où les canaux et torrents fuient, formant des zones humides en surface sans infiltration notable en profondeur. Sur les replats, ces écoulements stagnent (mare en pied du domaine de Chauveton, etc.).

La présence du torrent de Pontfrache, dont le lit actuel n'est pas son paléo-lit, et de plusieurs canaux d'irrigation dans le secteur conduisent à alimenter des écoulements plus ou moins souterrains (de sub-surface ou au toit des schistes) et plus ou moins saisonniers, mais sans doute un peu partout sur le site, excepté bien sûr sur la butte de Chauveton dont l'impluvium extrêmement limité ne permet sans doute pas la présence d'eau dans le sol de manière notable.

Très peu de nos sondages ont toutefois rencontré de l'humidité ou des écoulements souterrains, confirmant ainsi la très faible perméabilité des matériaux du secteur et la probable relative concentration des écoulements en surface ou sur les schistes à l'axe du paléo-talweg.

Ainsi, le drainage naturel du site est très médiocre et tout point bas non drainé sera de nature à entraîner des risques d'humidité ou de stagnation.

En terrassements, des écoulements plutôt limités pourront être rencontrés selon les zones, sans doute assez saisonniers, au toit des moraines ou des schistes notamment, ou en sub-surface. En cas de fuites ou de débordements des canaux ou torrents, des écoulements, d'origine plutôt anthropiques, seront à craindre et à maîtriser en amont des travaux (drainage, curage, etc.).

Par ailleurs, les schistes constituant le soubassement de la vallée et étant pratiquement étanches, aucune véritable nappe de versant n'est à attendre dans le sous-sol du secteur.

4. GÉOTECHNIQUE

4.1. STABILITÉ NATURELLE DU SITE - FAISABILITÉ GÉOTECHNIQUE

Le terrain étudié est très vaste et il peut être découpé en plusieurs zones de géologie très différente et donc de stabilité variable :

- x au sud, le plateau de moraines surconsolidées des Chardouires apparaît épais, avec une topographie régulière et aucun indice de mouvements anciens ni récents. Ce secteur comporte ainsi une bonne stabilité naturelle ainsi qu'une bonne aptitude à recevoir des projets de constructions ;
- x au nord et au nord-est, les moraines surconsolidées ou les marnes rocheuses sont peu profondes et les pentes sont douces, sans indice de mouvements. Ce secteur comporte ainsi également une bonne stabilité naturelle ;
- x au centre, deux sous-zones peuvent être différenciées :
 - ✓ le secteur sud, qui présente en partie amont une niche d'arrachement plus ou moins active sur 1 m de hauteur environ et le substratum de schistes à 1 m de profondeur environ, et en partie aval les dépôts de ce glissement masquant les schistes puis plus en aval les moraines raides, sur environ 3 m d'épaisseur.

Ce secteur présente donc un glissement de peau plus ou moins actif et la stabilité des termes de surface n'est donc pas acquise aujourd'hui. En revanche, les horizons stables se trouvent assez peu profonds et le glissement reste donc relativement superficiel et maîtrisable à l'échelle de bâtiments via des opérations de drainage et des fondations massives repoussées jusqu'aux horizons compacts et stables ;

- ✓ le secteur nord et est de cette vaste zone centrale, qui présente les limons argileux médiocres très épais en comblement du paléo-talweg profond, avec en surface parfois des résidus de coulées boueuses. Ce vaste secteur a fait l'objet de mouvements de terrains anciens ou très anciens qui ont conduit à complètement combler d'anciennes ravines avec des matériaux peu consolidés et remaniés, à matrice très fine sensible à l'eau.

Cette zone apparaît donc très sensible : si sa faible pente générale exclu aujourd'hui toute remise en mouvement naturelle, des terrassements intempestifs ou une mauvaise gestion des eaux pourraient conduire à de nouveaux événements catastrophiques de type coulées boueuses totalement non maîtrisables.

Ainsi, la faisabilité géotechnique d'aménagements dans ce secteur sera conditionnée à la parfaite gestion des eaux en amont des travaux (drainage, étanchéification des canaux, etc.) ainsi qu'à la possibilité technico-économique d'adaptation des ouvrages à leur sous-sol : capacité à réaliser des fondations profondes localement, etc.

Il faut noter par ailleurs que les constructions alentour présentent dans une approche extérieure un bon état général (absence de fissuration visible, etc.).

Ainsi, le site dans son ensemble comporte une aptitude correcte à recevoir un projet immobilier mais celui-ci devra être soigneusement adapté à son sous-sol et chaque bâtiment devra notamment bénéficier d'une étude géotechnique en phase avant-projet ou projet (mission G2) afin de l'adapter parfaitement à son sous-sol.

4.2. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE PROJET

Le projet prévoit de construire 5 bâtiments collectifs d'habitation et 55 maisons individuelles dont 38 regroupés sur une surface de 4 hectares environ.

Il faut noter à ce niveau du rapport que le plan de masse proposé est complètement figé malgré le stade peu avancé des études, pour des raisons juridiques, et la recherche d'adaptations géotechniques par modification du projet, classique à ce stade des études, n'est pas possible ici et nous ne proposerons donc dans la suite pas de modification du plan de masse mais uniquement des adaptations à géométrie figée, forcément possiblement bien plus complexes techniquement et financièrement.

Le sous-sol du site présente une forte variabilité, logique pour de telles surface sur un terrain de montagne.

En effet, si le substratum schisteux raide et rocheux est présent à relativement faible profondeur en bordure centre-ouest du terrain, celui-ci plonge très rapidement vers l'est et le nord-est sous des limons argileux gris médiocres dont l'épaisseur dépasse 7 m vers le fond du vallon ; Il plonge également, au sud-ouest et au nord-ouest, sous un placage de moraines glaciaires surconsolidées particulièrement résistantes mais dont l'épaisseur n'a pas pu être mesurée à ce stade des reconnaissances (> 2m). De plus, sur une large partie centrale, les marnes schisteuses présentent une tranche de forte altération épaisse de plusieurs mètres.

Ainsi, les contraintes géotechniques varient fortement d'un point à l'autre du terrain étudié.

On retiendra toutefois quelques grands principes :

- x les limons argileux gris à marbrures jaunâtres, médiocres et remaniés, sont particulièrement peu portants et compressibles et aucun ouvrage lourd (bâtiments collectifs notamment) ne pourra y être fondé.

Pour des bâtiments légers de type R+1 dont l'étage serait en ossature bois (possibilité prévue a priori sur les maison groupées), on pourra peut-être imaginer de réaliser les fondations dans ces limons s'ils sont homogènes sur toute la surface du bâtiment et en prenant en compte une contrainte admissible très faible du sol de fondation, avec la réalisation de radiers généraux par exemple. La faisabilité de ce type de solution devra toutefois être analysée à la lumière de sondages complémentaires par forages pressiométriques afin de pouvoir estimer si les tassements prévisibles sous fondations sont admissibles. Cette solution imposera également un drainage profond conséquent du versant pour assurer l'impossibilité d'une nouvelle saturation des limons ;

- x de même, les schistes très altérés sont trop sensibles à l'eau et compressibles pour recevoir des fondations de bâtiments ;
- x les moraines surconsolidées et les schistes rocheux sains constitueront en revanche un bon sol de fondation au sein duquel on pourra prendre en compte une contrainte admissible importante. Les bâtiments collectifs en R+3 devront donc

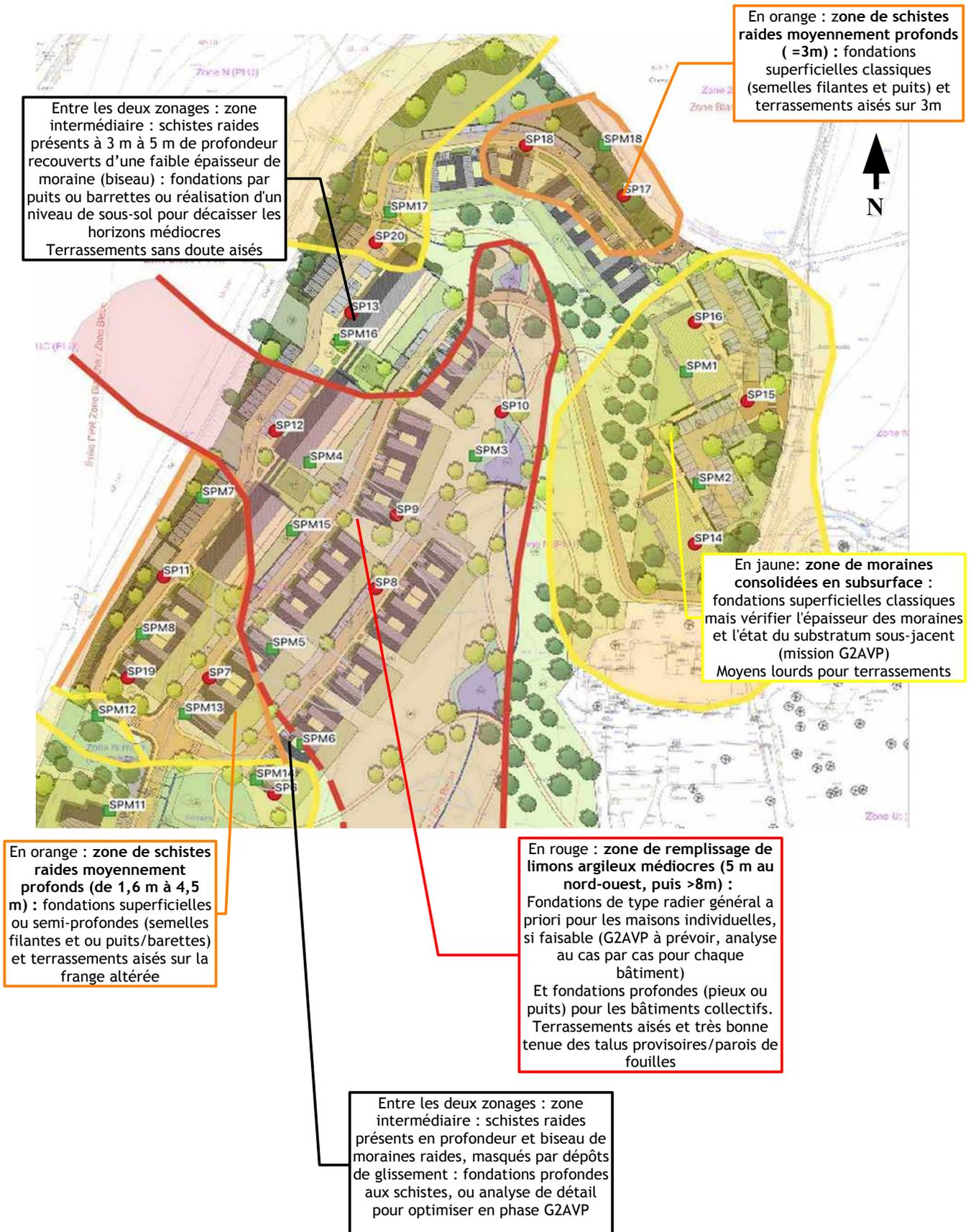
systématiquement rechercher ces horizons compacts et résistants pour s'y fonder, quelque soit leur profondeur et des fondations semi-profondes voir profondes seront nécessaires.

Au sud-ouest, les maisons individuelles à bâtir pourront être fondées au sein des moraines via des fondations superficielles classiques, sans contrainte géotechnique forte a priori, quoique à la limite entre la zone à schistes affleurants et la zone à moraines, l'épaisseur du biseau de moraines et la qualité des schistes sous-jacents devront être déterminés par des sondages complémentaires profonds afin d'évacuer le risque de fondations reposant partiellement aux moraines et partiellement aux schistes altérés compressibles qui provoquerait des tassements importants à caractère différentiel et donc des désordres graves sur les ouvrages ;

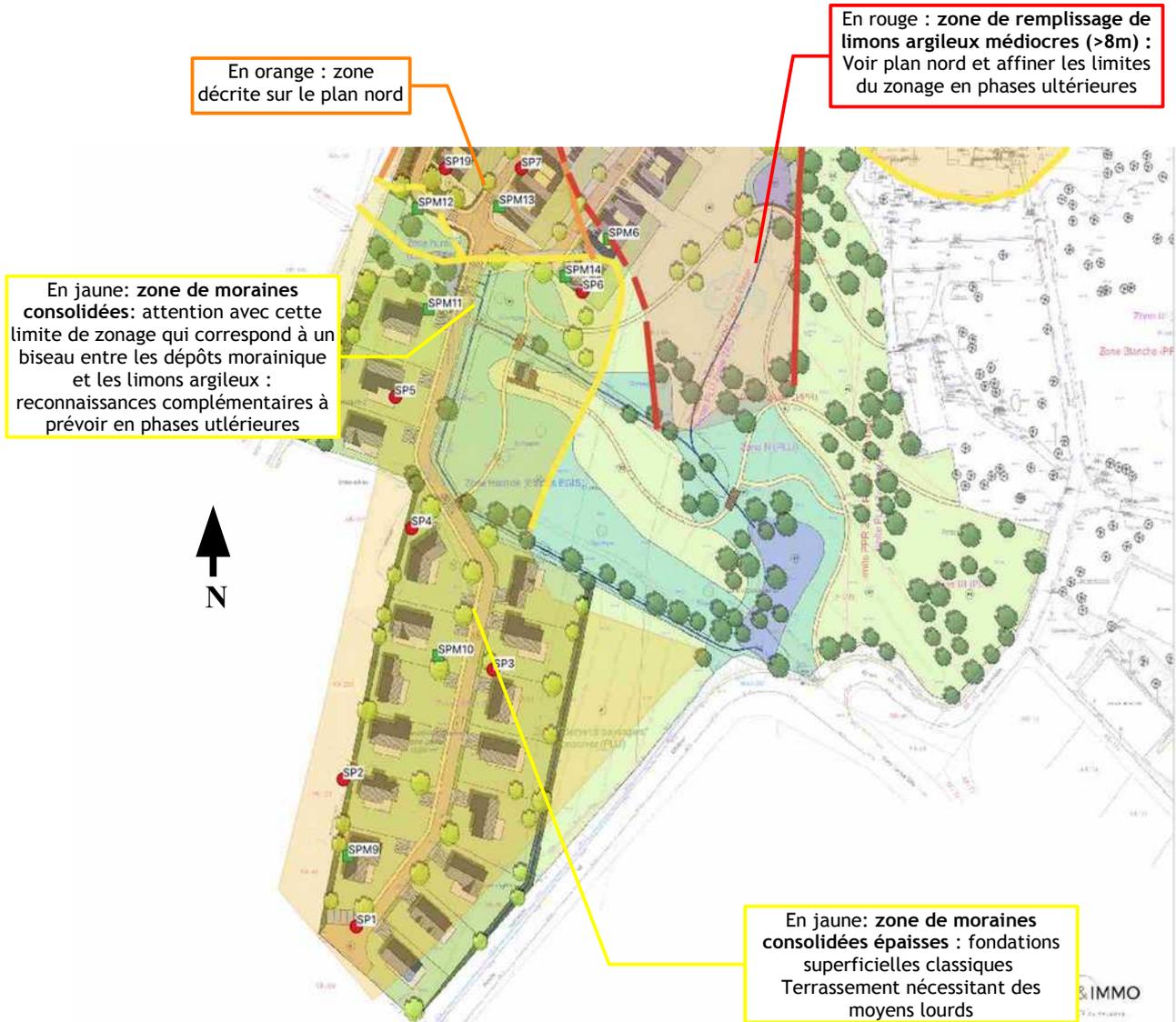
- x de même, au nord-est, sur le plateau de Chauveton, les deux bâtiments collectifs pourront a priori être fondés au sein des moraines raides mais leur épaisseur et l'état des schistes sous-jacents devront être reconnus ultérieurement afin d'éviter tout désordre lié à un sol de fondation hétérogène.

Ces grands principes permettent de préciser les contraintes géotechniques par zones en redonnant ci-après les plans de zonage géologiques sur fond de plan de masse du projet.

Synthèse des contraintes géotechnique sur fond de plan de synthèse géologique - sans
échelle - Partie nord



Synthèse des contraintes géotechnique sur fond de plan de synthèse géologique - sans échelle - Partie sud



4.2 PREMIERS ÉLÉMENTS D'AMÉNAGEMENT

En complément des considérations générales, nous donnons ci-après quelques éléments de détails concernant les fondations, les terrassements et le drainage.

4.2.1. Fondation

On retiendra un sol de fondation homogène et de portance adaptée et suffisante pour chaque bâtiment.

On retiendra ainsi partout comme sol de fondation les schistes rocheux sains et compacts ou indifféremment les moraines surconsolidées si leur épaisseur est suffisante, pour s'y encastrer en traversant les limons argileux, les moraines en biseaux fins et les schistes altérés quelle que soit leur épaisseur.

Cela sera aisément réalisé au sud pour les 17 lots à bâtir qui sont tous situés sur le plateau de moraines sur-consolidées sub-affleurantes, quoique les derniers lots au nord pourraient devoir traverser les moraines pour rechercher les schistes sains si le biseau de moraines n'est pas épais dans cette zone. Des reconnaissances complémentaires plus profondes devront être réalisées ici en phases ultérieures. Pour des ancrages au sein des moraines, on pourra réaliser des fondations superficielles classiques en prenant en compte une contrainte admissible élevée. Les tassements seront négligeables dans ces conditions.

Plus au nord, une bande de maisons groupées (la plus haute) et les trois immeubles collectifs devront rechercher les schistes sains quelque soit leur profondeur. En l'état actuel du projet, les schistes sains étant présents à - 2 m à - 5 m/TN dans ce secteur, des fondations superficielles pourront être prévues pour les maisons en bande mais des fondations semi-profondes voire profondes (5 m) seront nécessaires pour les trois immeubles. On pourra prendre en compte une contrainte admissible élevée dans les schistes sains et le terrassement dans les limons est aisé, avec une bonne tenue des parois : des barrettes pourront a priori être envisagées et la réalisation d'un sous-sol supplémentaire pourrait limiter les hauteurs de fondation. Les tassements devraient être négligeables pour des fondations aux schistes sains.

A l'est et en aval de cette bande de bâtiment, sept groupes de maisons individuelles sont prévus dans la pente, dans le secteur très délicat du paléo-talweg à comblement de limons remaniés... Les études ultérieures devront permettre de trancher quand à la faisabilité de fondations superficielles de type radier général avec très faible contrainte admissible et un premier niveau fortement raidi pour supporter sans dommages les probables tassements à caractère différentiel. Si cette solution n'est pas envisageable, des fondations profondes devront être prévues a priori, ou éventuellement des méthodes d'amélioration de sol ou de substitution, à adapter en phase avant-projet.

A l'extrême nord du site, deux bandes de maisons individuelles groupées sont prévues dans la zone à schistes présents à partir de - 3 m environ : avec des bâtiments semi-enterrés, il sera a priori aisé d'y réaliser des fondations superficielles classiques avec des puits coté aval, en prenant en compte une contrainte admissible élevée et peu de contraintes sur les structures (pas de tassements). Les puits seront aisément creusés.

Enfin, sur le plateau de Chauveton au nord-est du terrain étudié, deux immeubles collectifs sont prévus mais nous n'avons pas d'information sur la présence ou non d'un niveau enterré. Les moraines raides sont sub-affleurantes et elles constitueront un bon sol d'ancrage pour des fondations superficielles classiques, avec une contrainte admissible

élevée et aucun tassement, mais leur épaisseur devra être recherchée par des sondages profonds complémentaires afin de s'assurer de l'absence de schistes altérés meubles et compressibles peu profonds.

Par ailleurs, on respectera partout une profondeur de mise hors gel de -0,8 m, adaptée à l'altitude du site et au contexte géologique, et un encastrement de 0,3 m minimum dans le sol de fondation retenu.

L'assise des rez-de-chaussée devra être adaptée au site : un dallage devra recevoir un sol support homogène (rocher partout sous le hérisson par exemple). Il apparaît ainsi probable, vu l'hétérogénéité forte du sous-sol, qu'un vide sanitaire soit nécessaire pour de nombreux bâtiments, pour s'affranchir des tassements à caractère différentiel mais aussi pour éviter les problèmes d'humidité en cas de niveau de sous-sol.

D'une manière générale, la complexité du sous-sol imposera ici la réalisation d'une étude géotechnique complémentaire en phase avant-projet pour chaque bâtiment ou groupe de bâtiments, avec de nouvelles reconnaissances, notamment des forages pressiométriques et des sondages pénétrométrique complémentaires afin d'affiner suffisamment le modèle géologique pour permettre d'adapter parfaitement chaque ouvrage à son sous-sol.

4.2.2. Terrassements

Les limons argileux et les schistes altérés seront rippables aux engins de terrassement classiques (Pelle Hydraulique) mais les moraines et les schistes sains nécessiteront l'emploi d'une pelle de forte puissance, possiblement équipée d'une dent de rippage, voire de brise roche hydraulique (BRH).

La stabilité des talus terrassés sera acquise avec une pente maximale de 1/1 dans les limons, les moraines et les schistes altérés en phase provisoire (en l'absence de venue d'eau ou de surcharge en tête), et 1/2 (1 à la verticale) en phase définitive.

Attention, les limons argileux présentent une très bonne tenue à court terme (parois parfaitement verticales en sondages) du fait d'une cohésion non drainée élevée, mais la cohésion drainée restera très faible voire inexistante et les talus trop raides risqueront de s'effondrer brutalement au bout de quelques jours, avec des conséquences catastrophiques : on veillera donc à bien coucher tous les talus, même en phase provisoire.

Dans les schistes sains, ces pentes pourront être raidies à 2/1 (2 verticalement, 60°/horizontale) en phase provisoire et 1/1 en phase définitive si une protection des intempéries est réalisée (végétalisation, etc.) car les schistes même rocheux sont très rapidement altérables.

Les talus schisteux ainsi que les talus morainiques devront recevoir une surveillance quotidienne avec purge des dièdres instables ou des blocs isolés, mise en place de filets de protection si nécessaire, etc. En fonction de l'ampleur des terrassements prévus pour chaque bâtiment, une étude détaillée de ceux-ci et un suivi par un géotechnicien seront utiles.

Toutes les eaux de ruissellement devront être collectées en amont des talus terrassés, en particulier on veillera à éviter les infiltrations des canaux situés dans le secteur durant les travaux.

Les produits issus des fouilles ne pourront pas a priori être réemployés pour des remblais en liaison avec les structures vu leur caractère évolutif mais cet élément pourrait être réexaminé par une analyse en laboratoire, notamment pour les moraines graveleuses.

4.2.3. Drainage

Un assainissement général du secteur sera nécessaire avant le démarrage des travaux de terrassement général : les torrents devront être curés et les canaux devront être étanchés, en veillant à parfaitement gérer la situation classique de débordement à l'entonnement s'ils sont busés (zones de débordement à prévoir, etc.). Selon la situation et notamment si des bâtiments sont fondés au sein des limons argileux médiocres, des mesures de drainage plus intense devront être prévues, avec notamment des tranchées drainantes.

Par ailleurs, un drainage périphérique classique des murs enterrés et des fondations sera réalisé avec un drain sur cunette coulée à pleines fouilles sur les débords des semelles entre les murs et les talus. Les vides sanitaires ou les dallages recevront un parfait drainage gravitaire.

On veillera à donner à l'ensemble de ces ouvrages hydrauliques un exutoire non dangereux en aval du projet ou mieux à les raccorder au réseau EP si il existe, et on évitera de recevoir contre les bâtiments projetés les eaux collectées par les fonds en contrehaut (routes, rues, canaux, torrents, etc.).

D'une manière générale, le sous-sol comporte des horizons trop imperméables et surtout extrêmement sensibles à l'eau pour permettre la moindre infiltration des eaux et l'on proscriera donc strictement la réalisation de puits perdus ou équivalent.

4.2.4. Aspect sismique

La commune est classée en zone 4 (risque moyen) dans le nouveau zonage sismique de la France du 22/11/2010.

La présence du substratum à une relativement faible profondeur conduit à classer le sol en classe A selon l'Eurocode 8 pour l'ensemble du secteur étudié sauf pour le paléo-talweg correspondant plutôt à un sol de classe E a priori.

Les matériaux rocheux du sous-sol ne sont pas liquéfiables en condition sismiques.

On ne prendra a priori pas de coefficient d'amplification topographique pour ce terrain.

5. REMARQUES

Les éléments de cette étude pourront être examinés lors d'une réunion de travail téléphonique avec les intervenants techniques de cette affaire.

L'Ingénieur Géotechnicien se tient à la disposition du demandeur pour toutes précisions complémentaires sur la présente étude.

La présente mission G1 est à présent terminée et nous conseillons de respecter ici l'enchaînement des missions géotechniques en particulier en phase de chantier ; à défaut de mission complémentaire, toute pièce reçue sera considérée comme non lue.

6. ANNEXES

Annexe 1 : classification et schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (NF P 94-500),

Annexe 2 : diagrammes des sondages pénétrométriques (20),

Annexe 3 : coupes des sondages à la pelle mécanique (18).

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats

de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- x Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- x Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- x Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013
Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique



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



Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

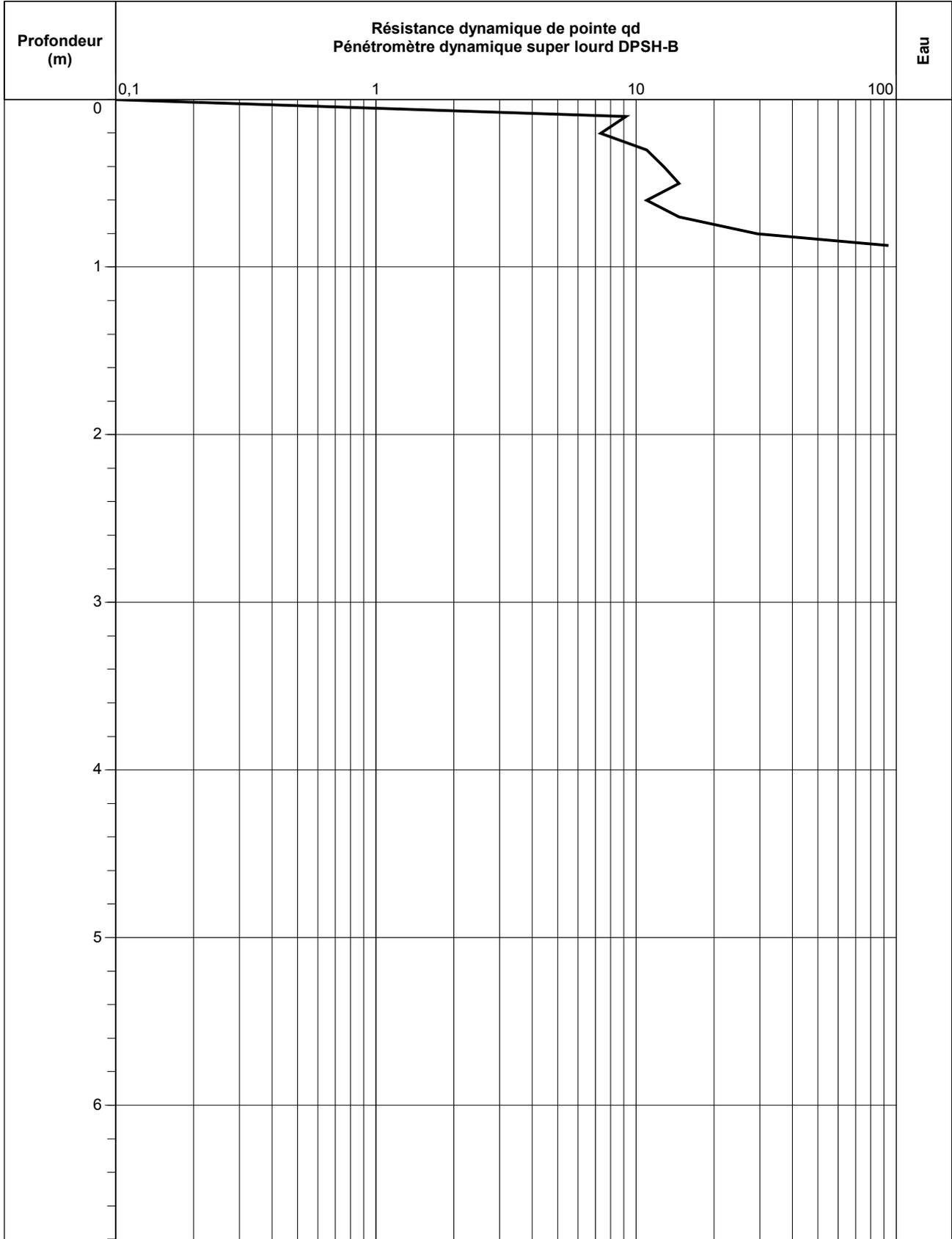
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus net

Sondage : SP1

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

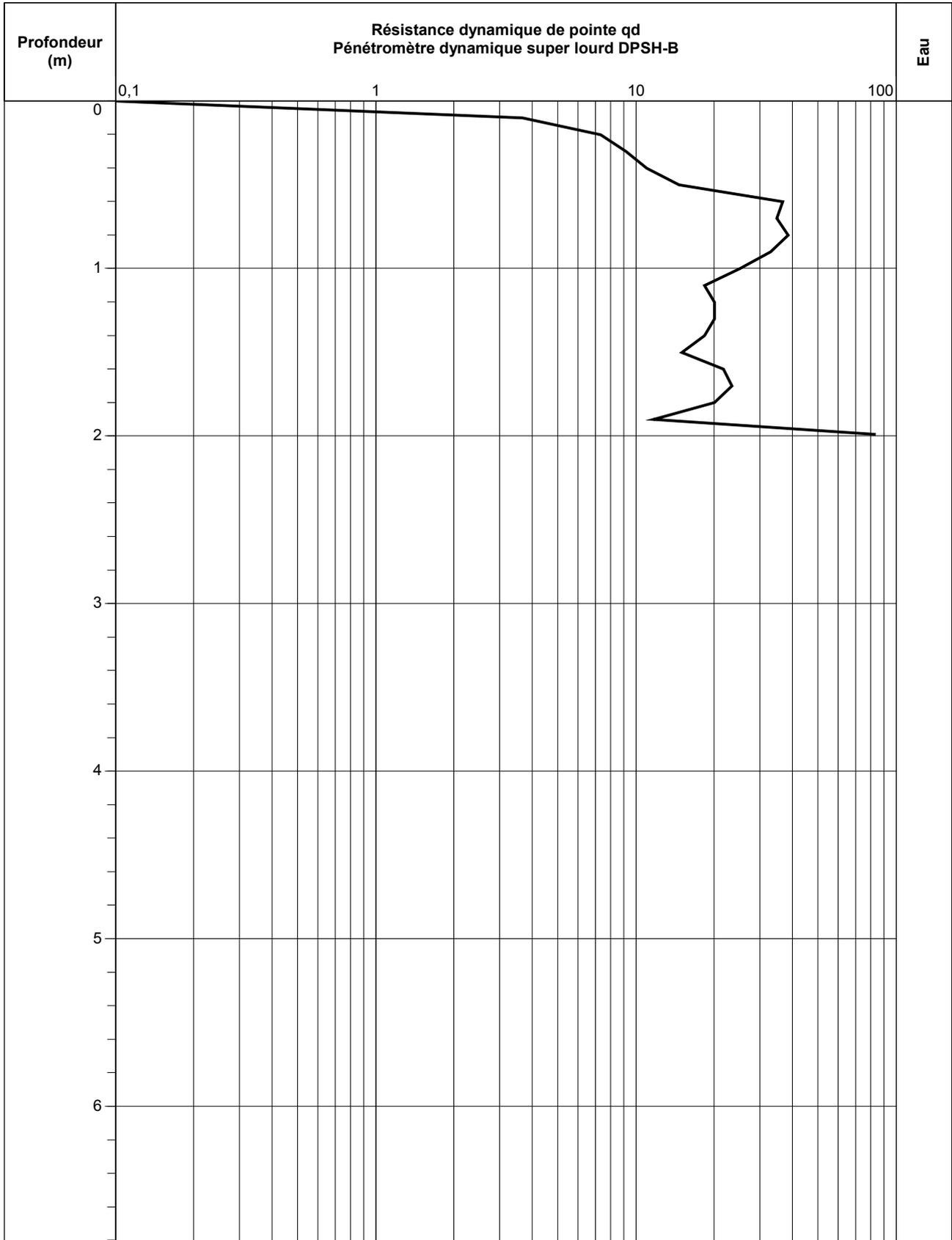
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP2

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

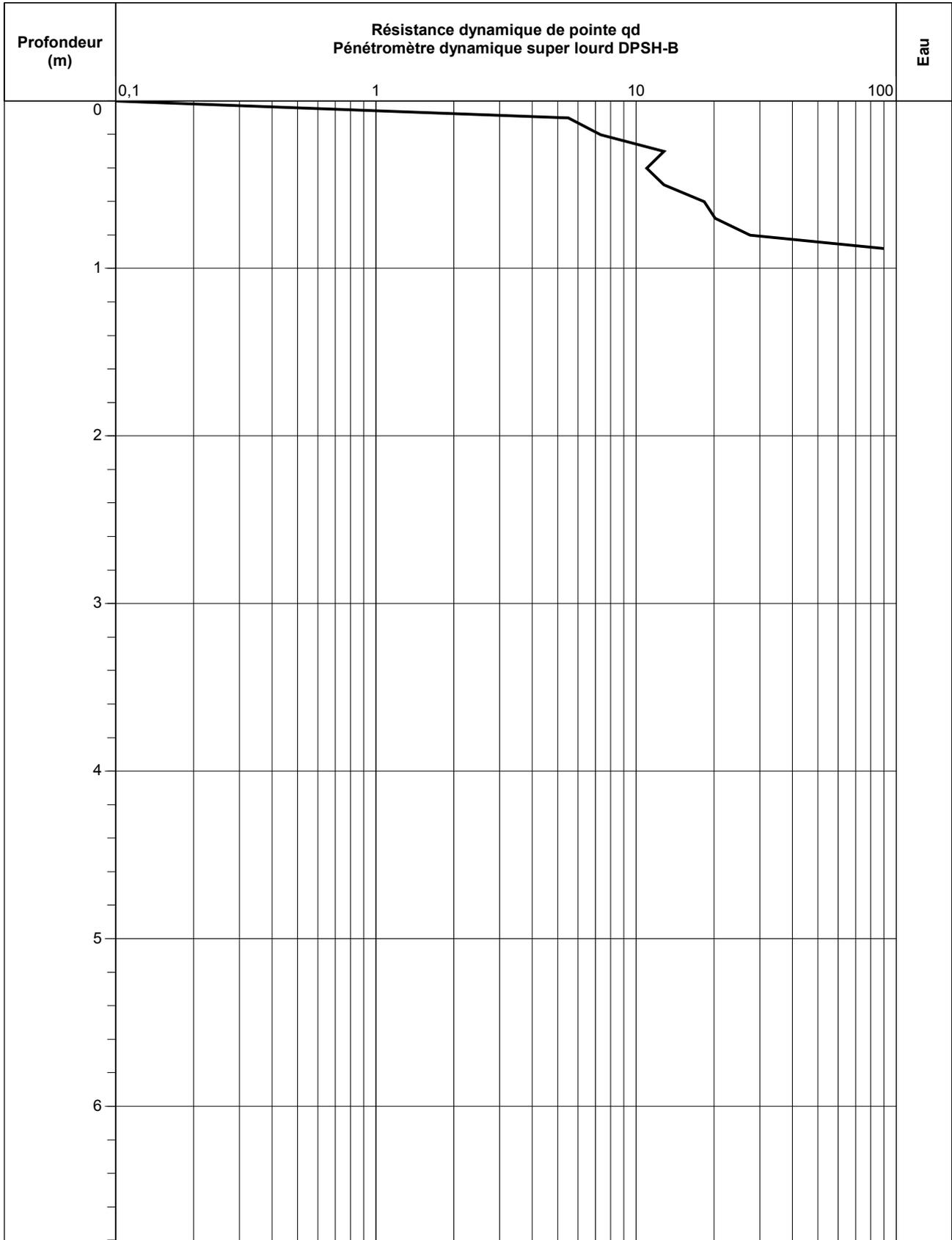
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus net

Sondage : SP3

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

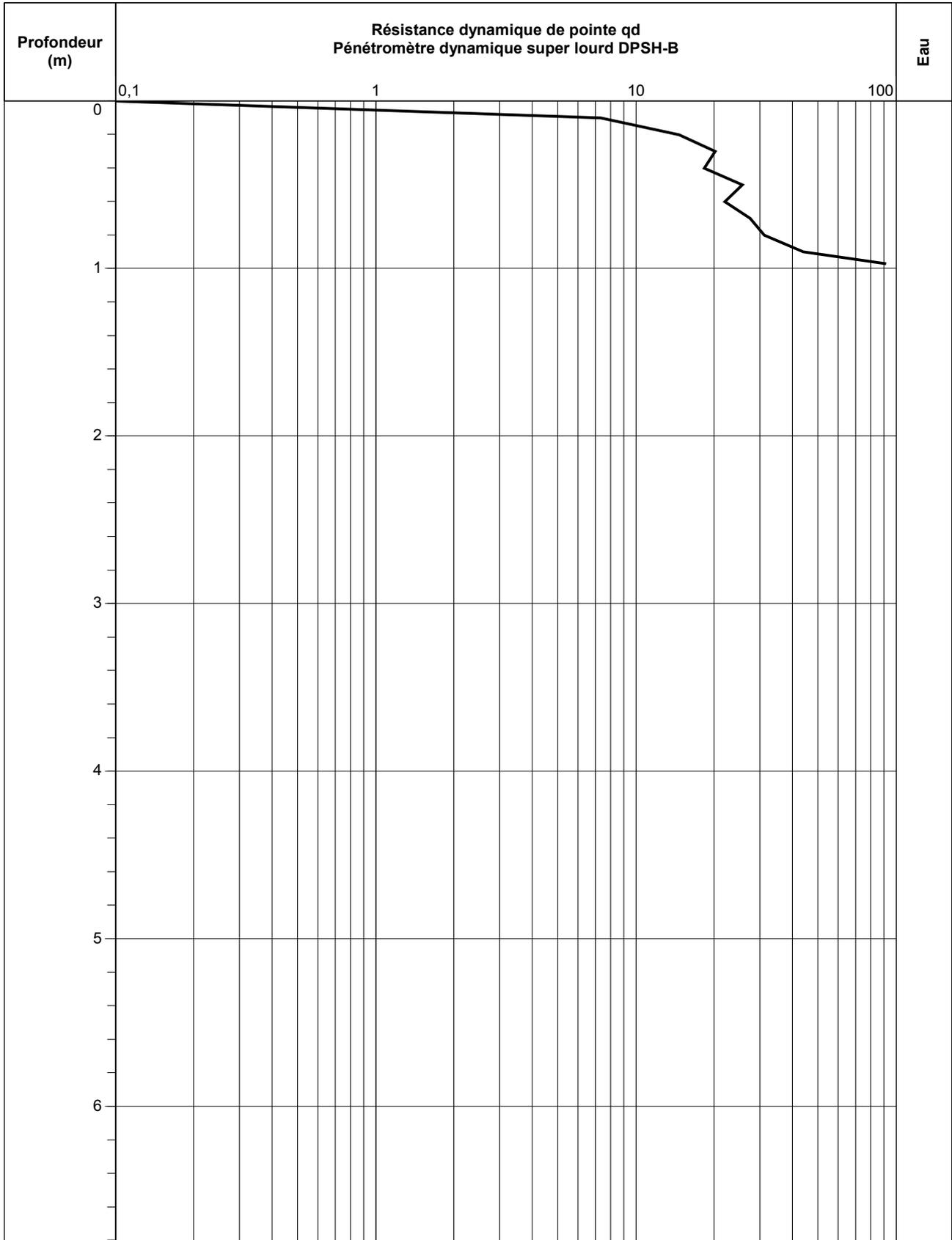
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus net

Sondage : SP4

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

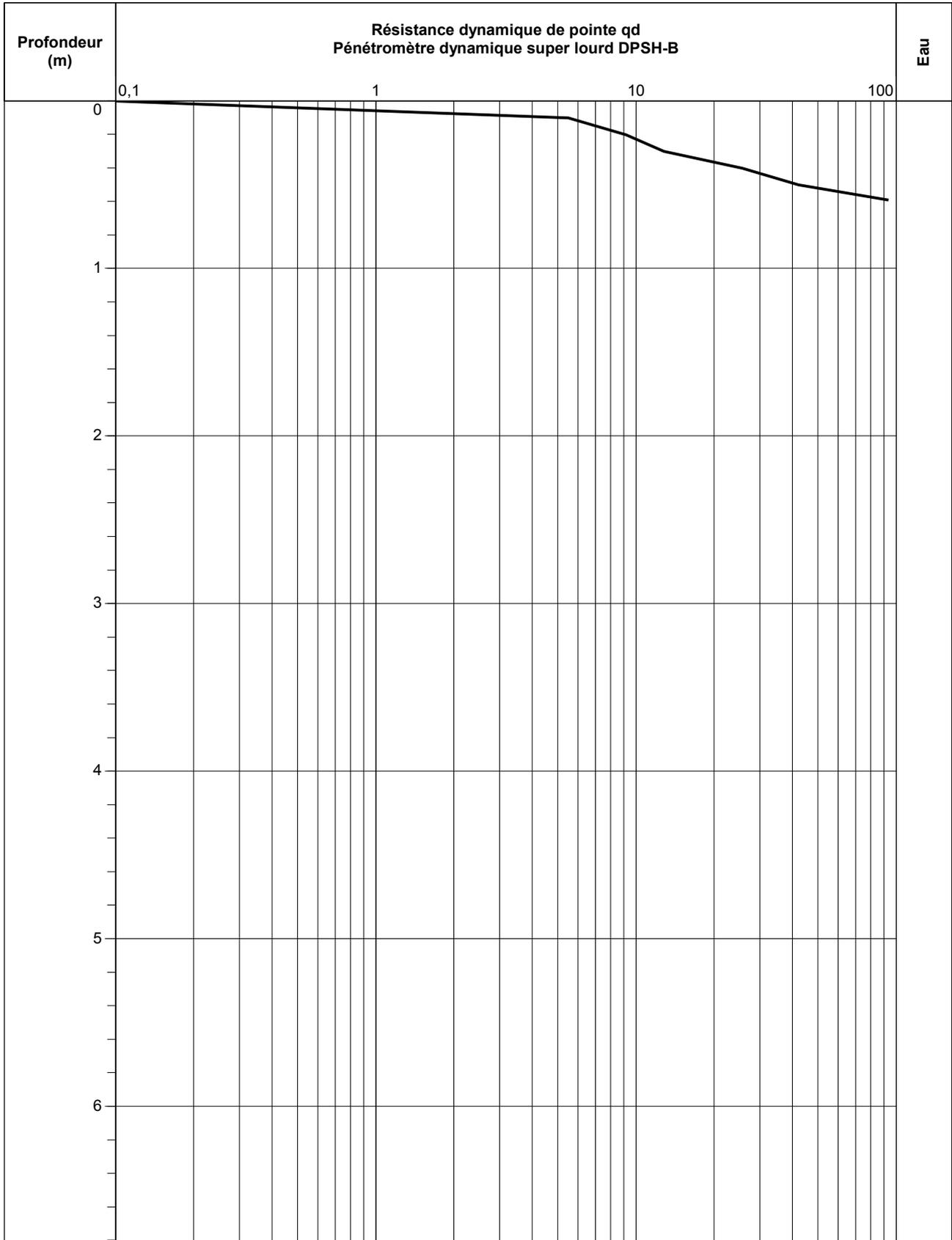
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP5

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

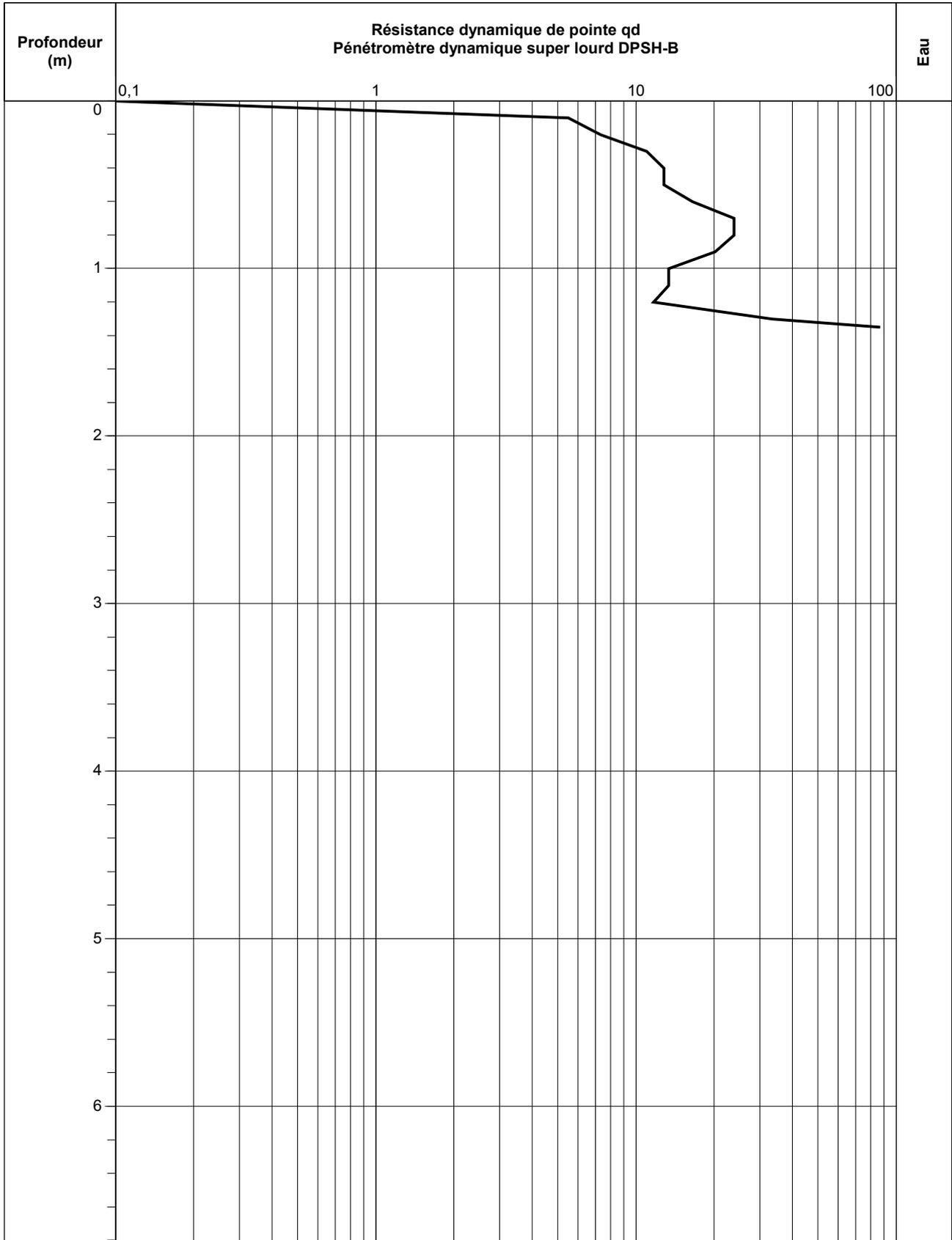
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus net

Sondage : SP6

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

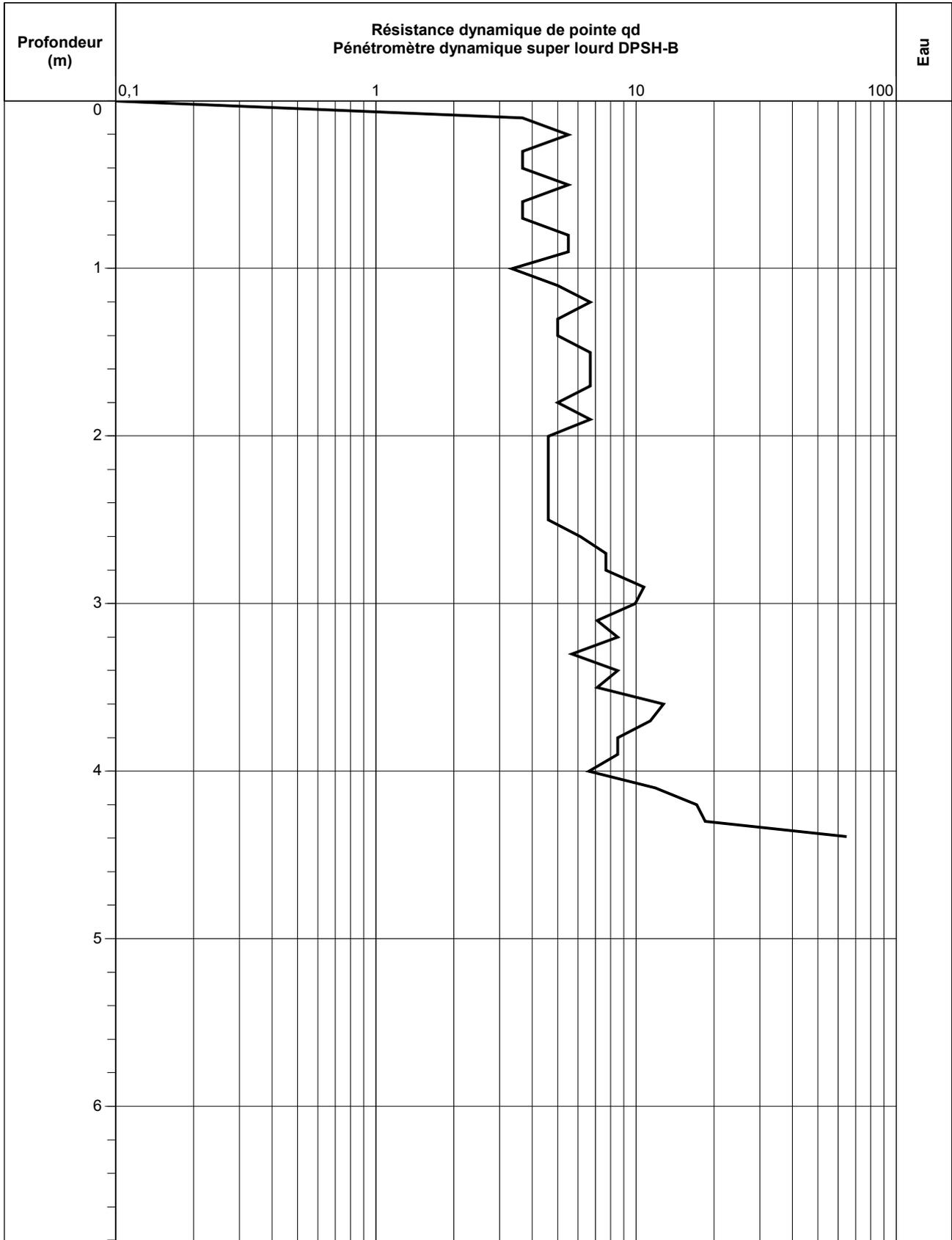
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus net

Sondage : SP7

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

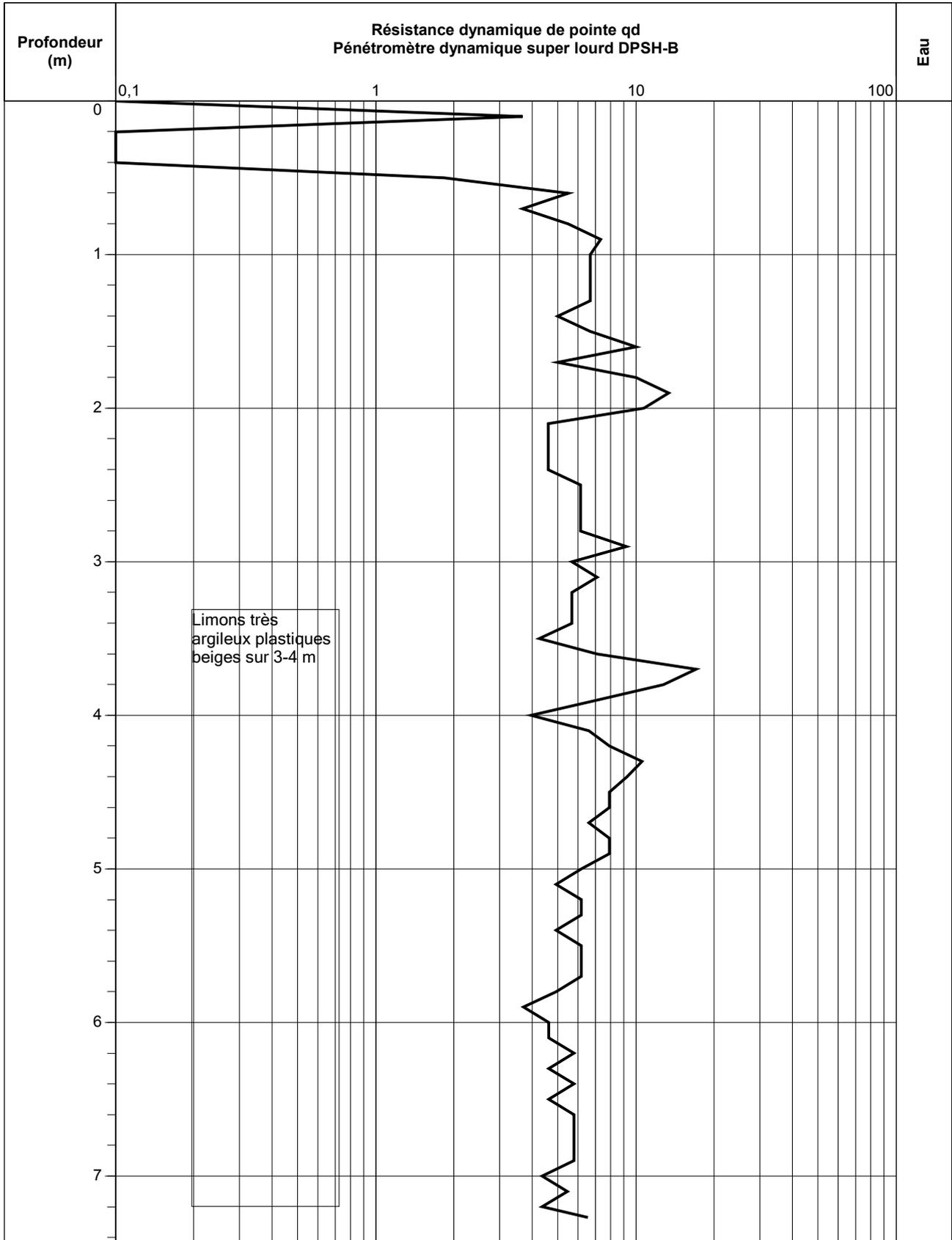
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt volontaire

Sondage : SP8

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

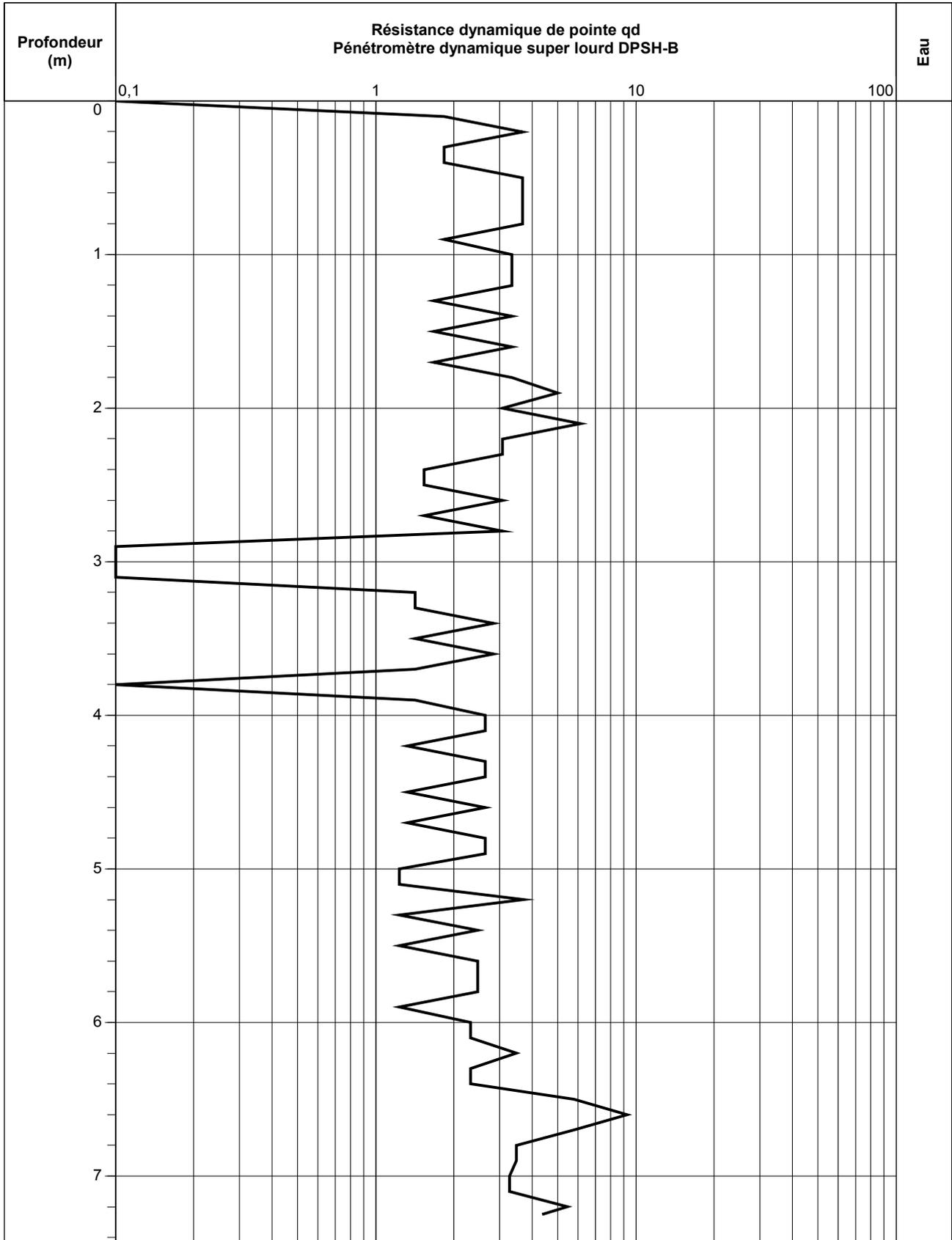
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt volontaire

Sondage : SP9

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

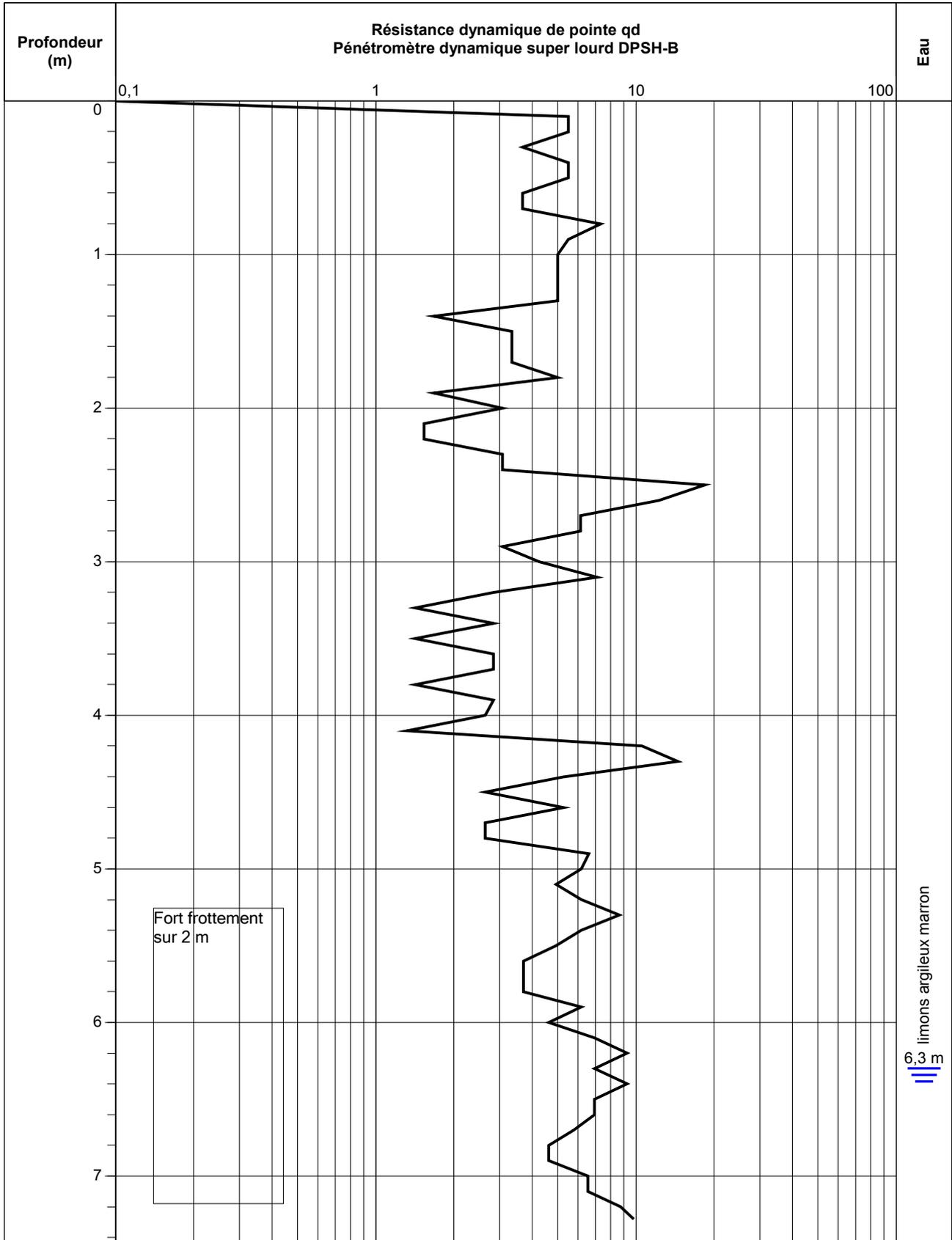
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt volontaire

Sondage : SP10

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

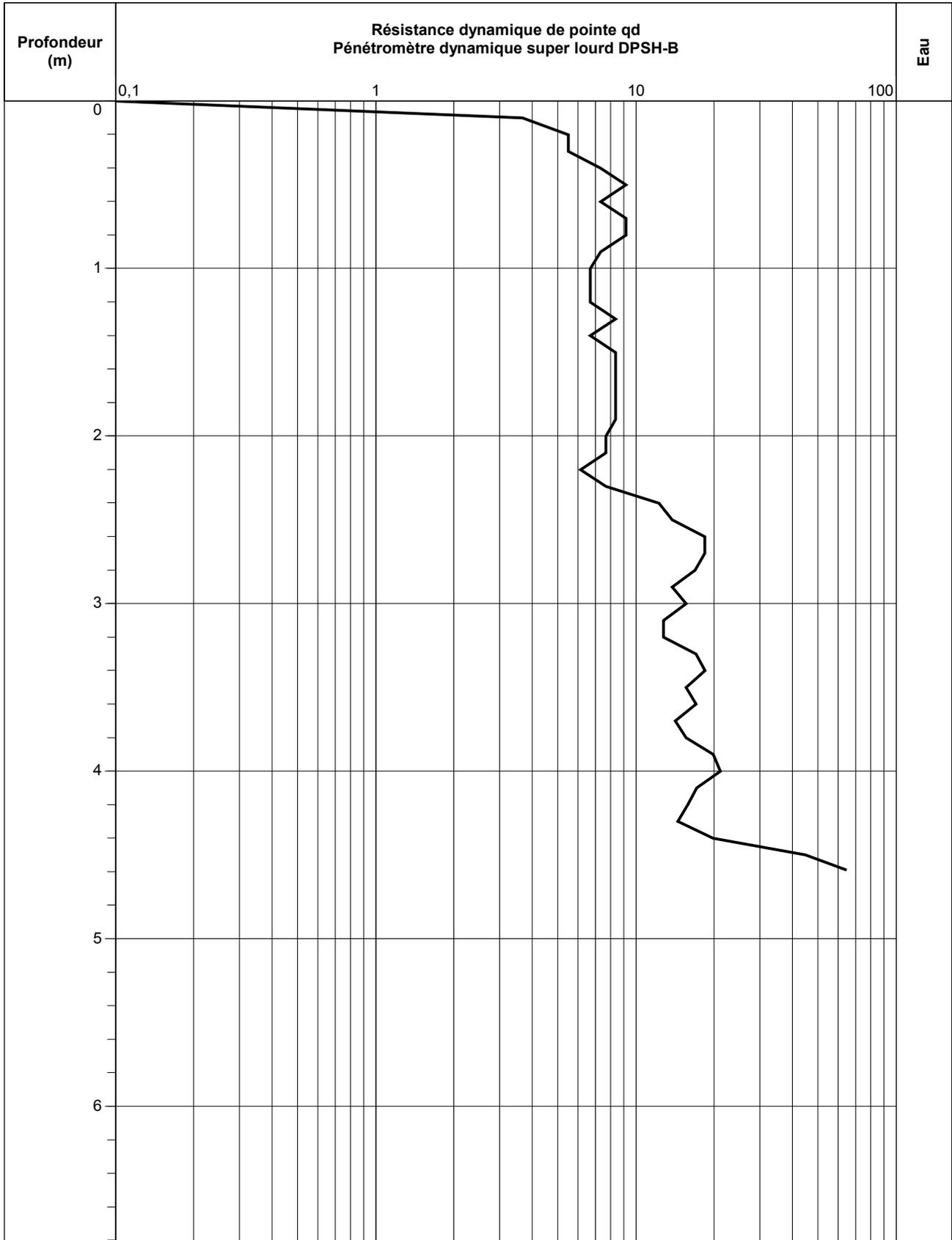
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP11

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

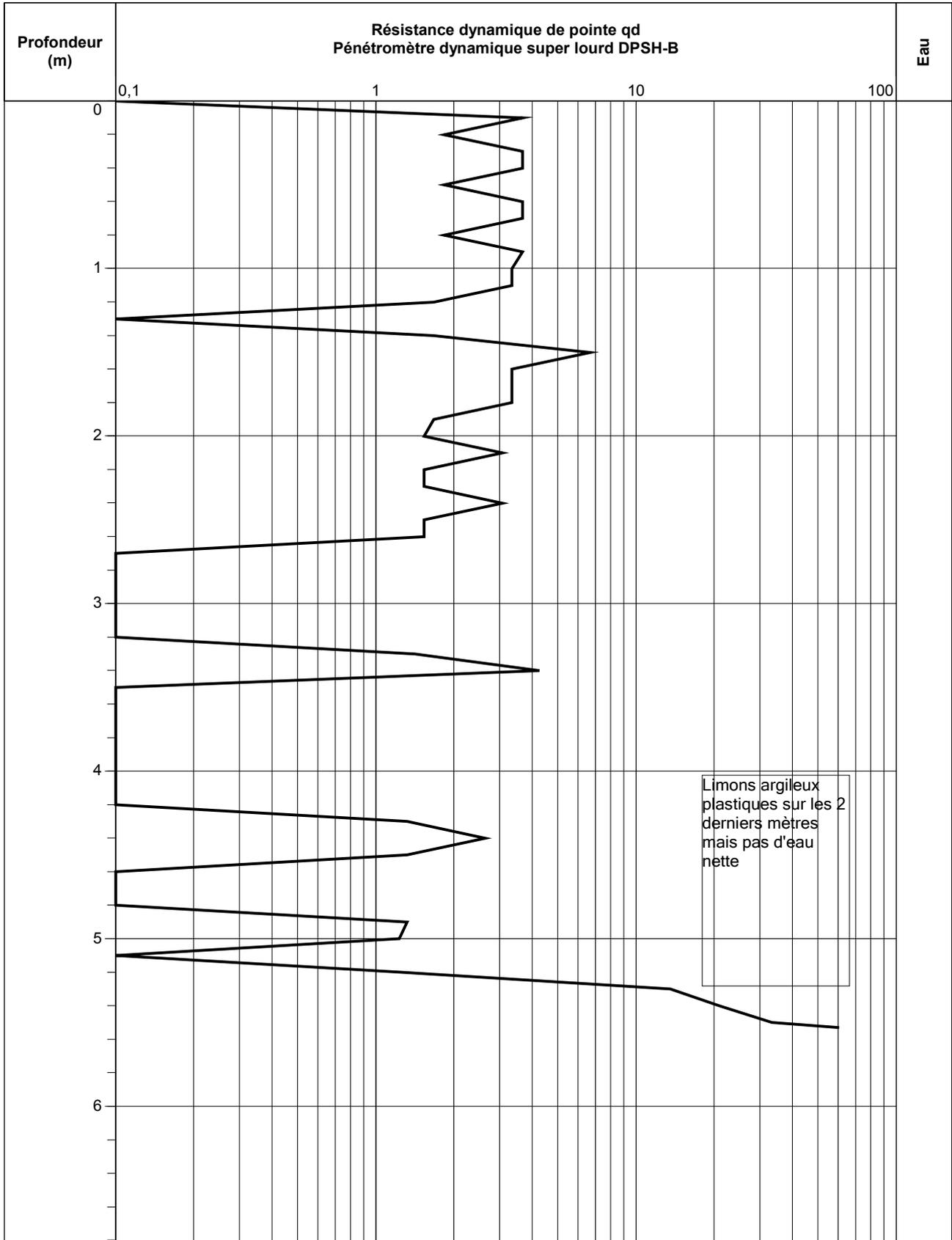
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus

Sondage : SP12

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

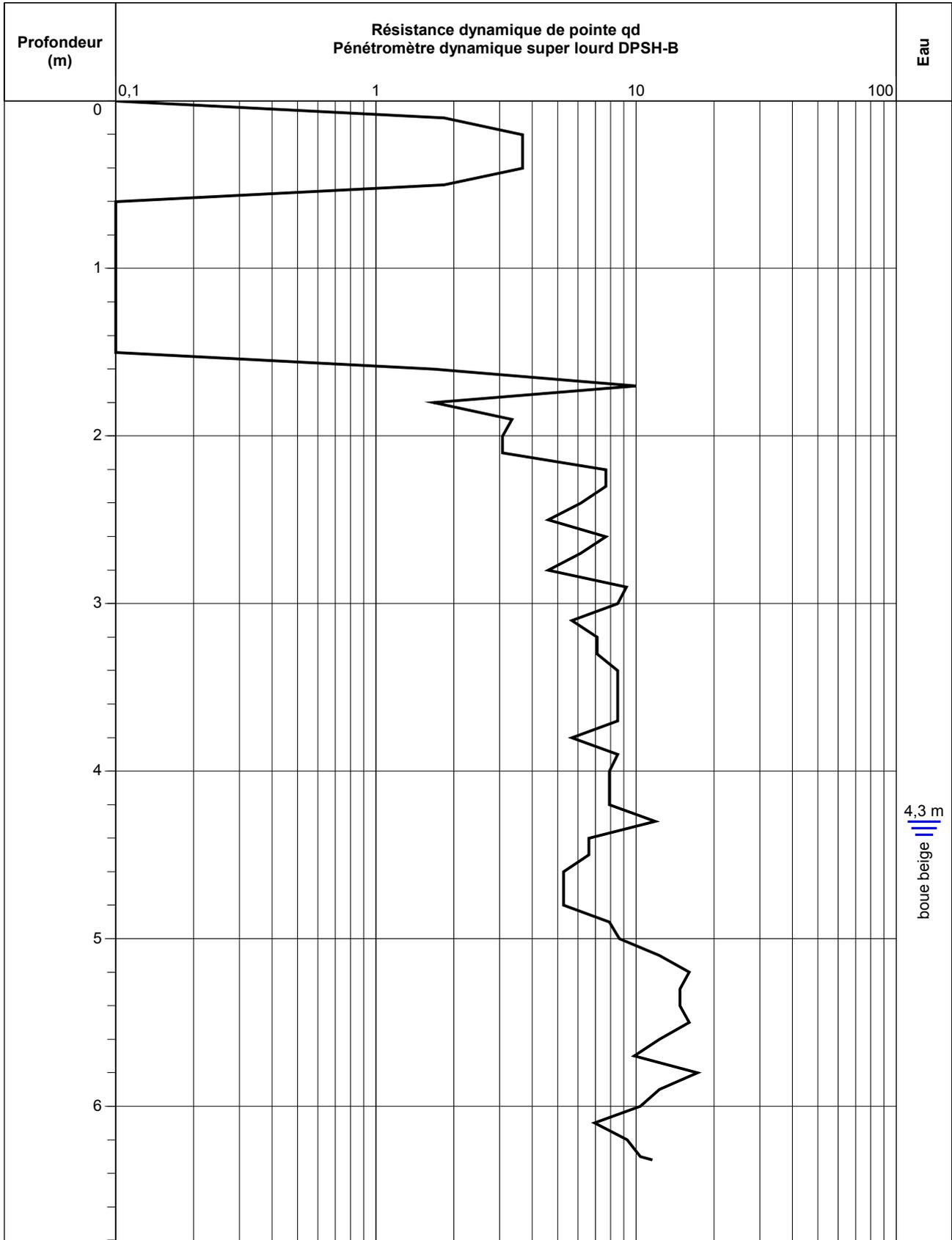
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt volontaire

Sondage : SP13

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

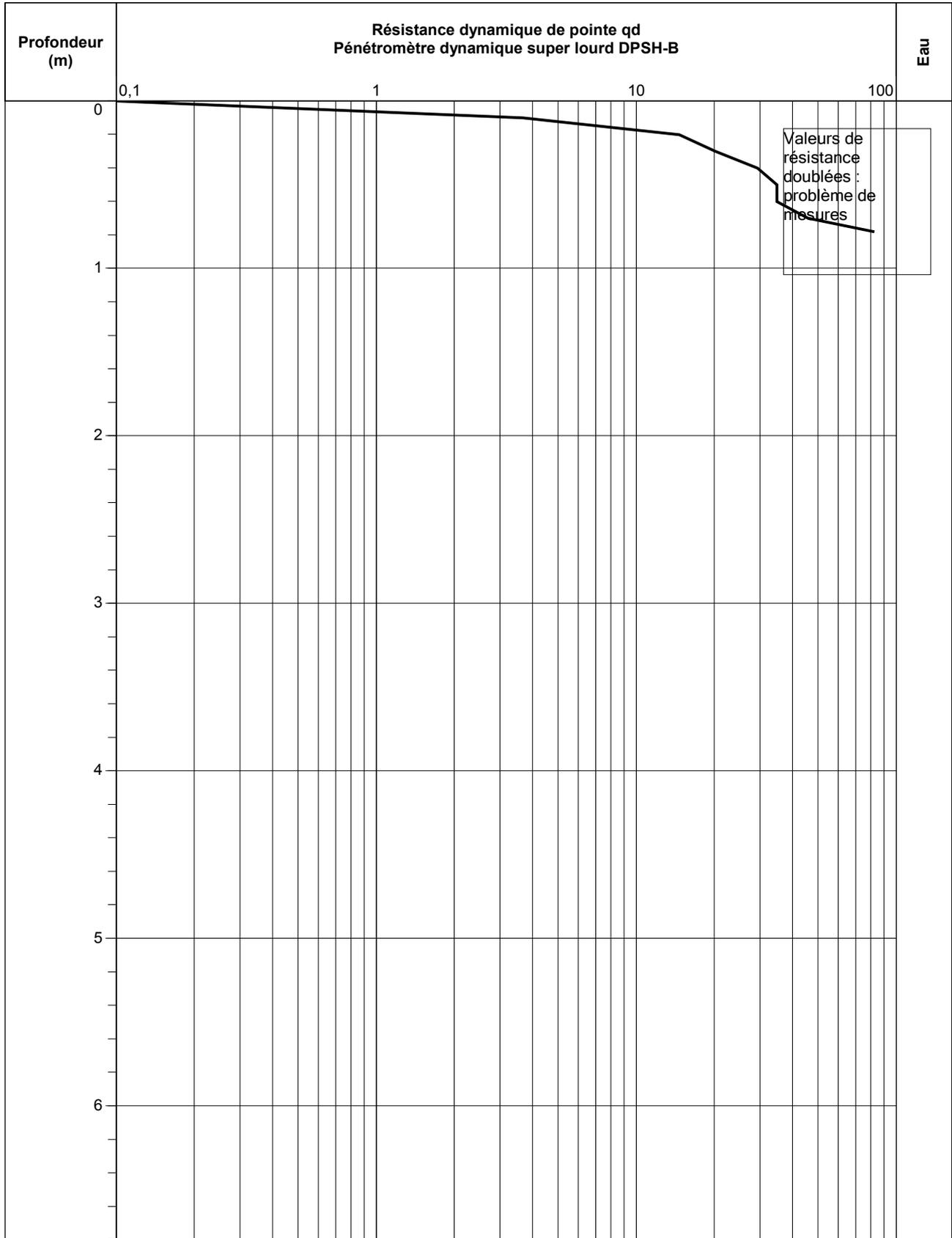
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP14

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

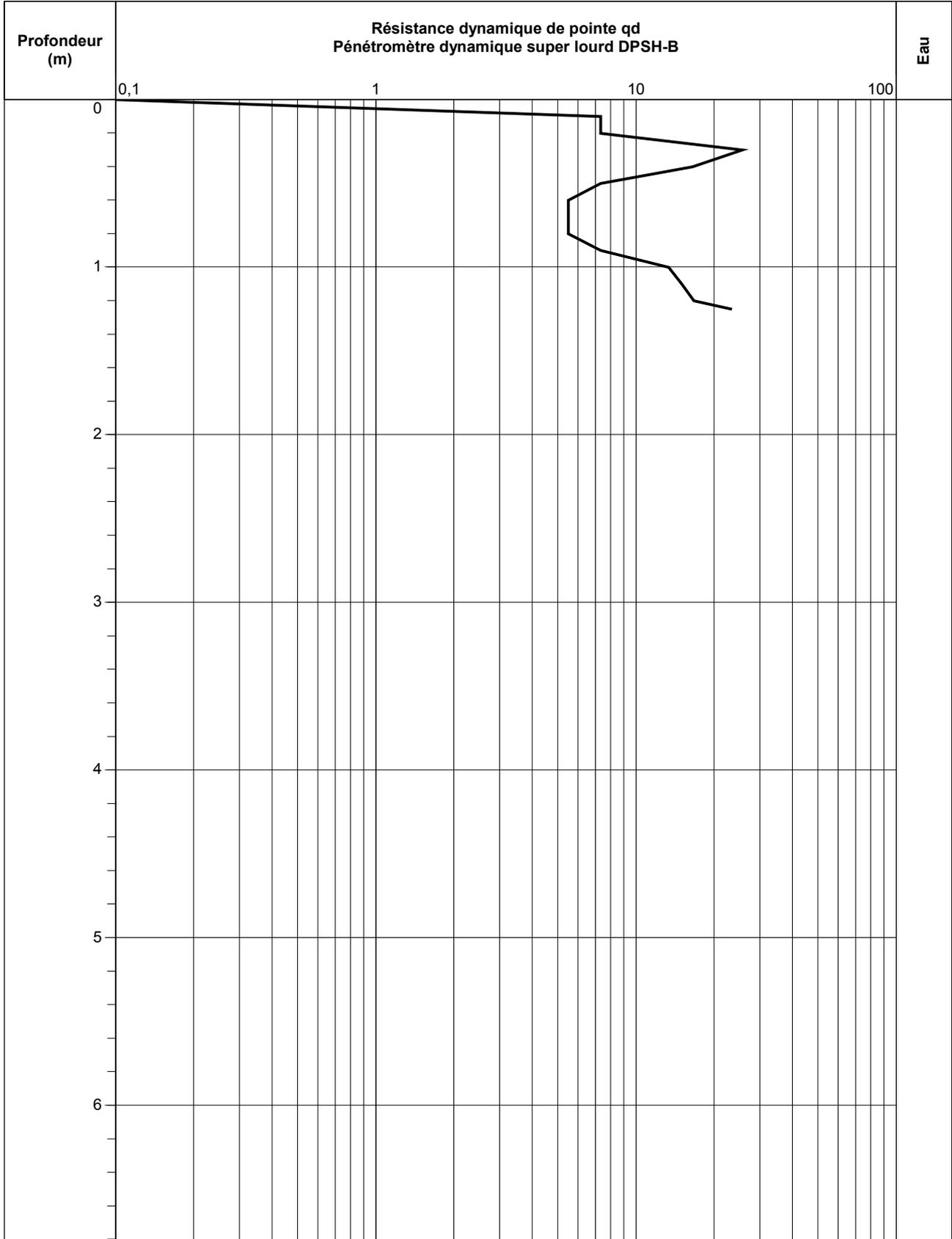
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt sur tiges de travers

Sondage : SP15

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

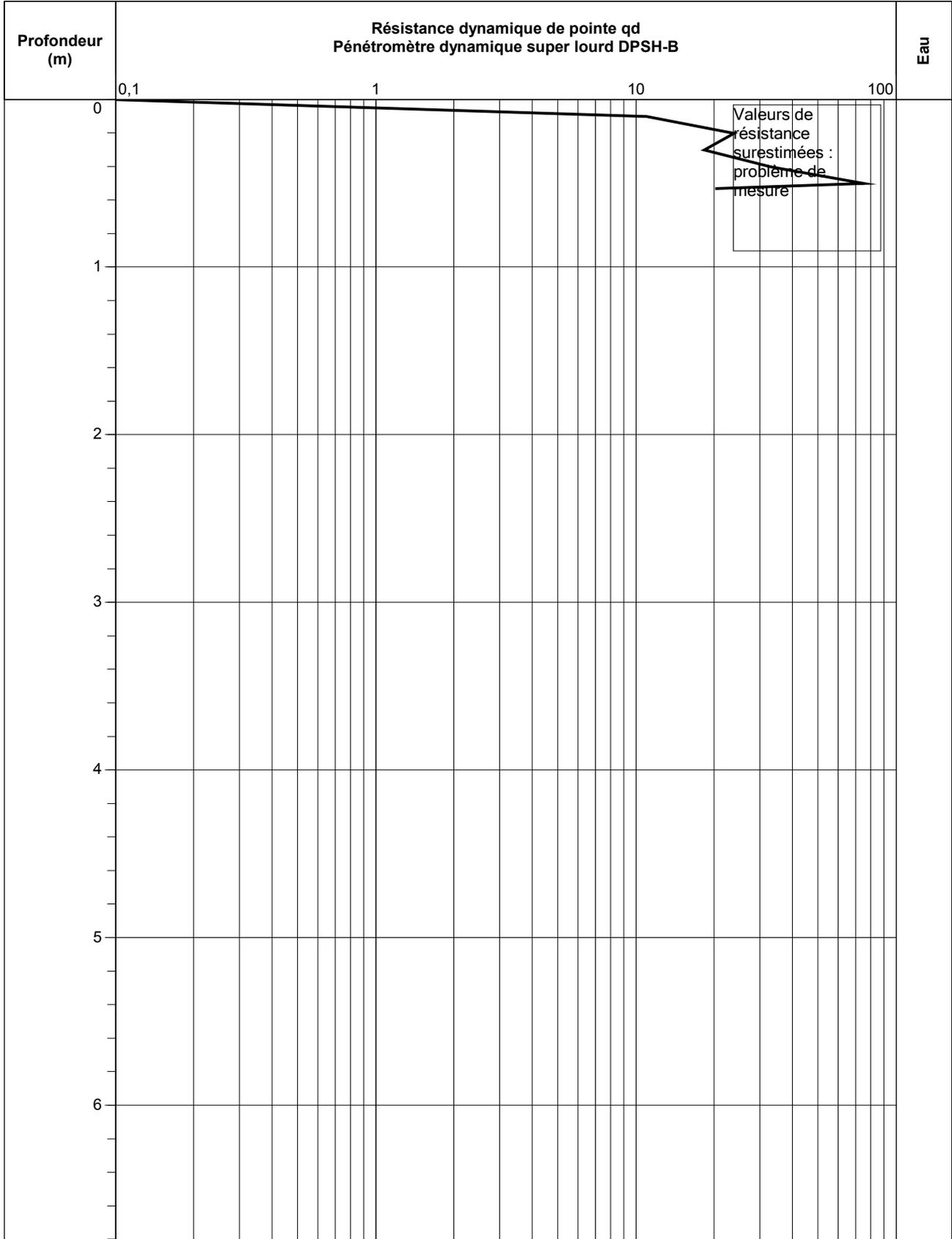
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Arrêt sur tiges tordues

Sondage : SP16

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

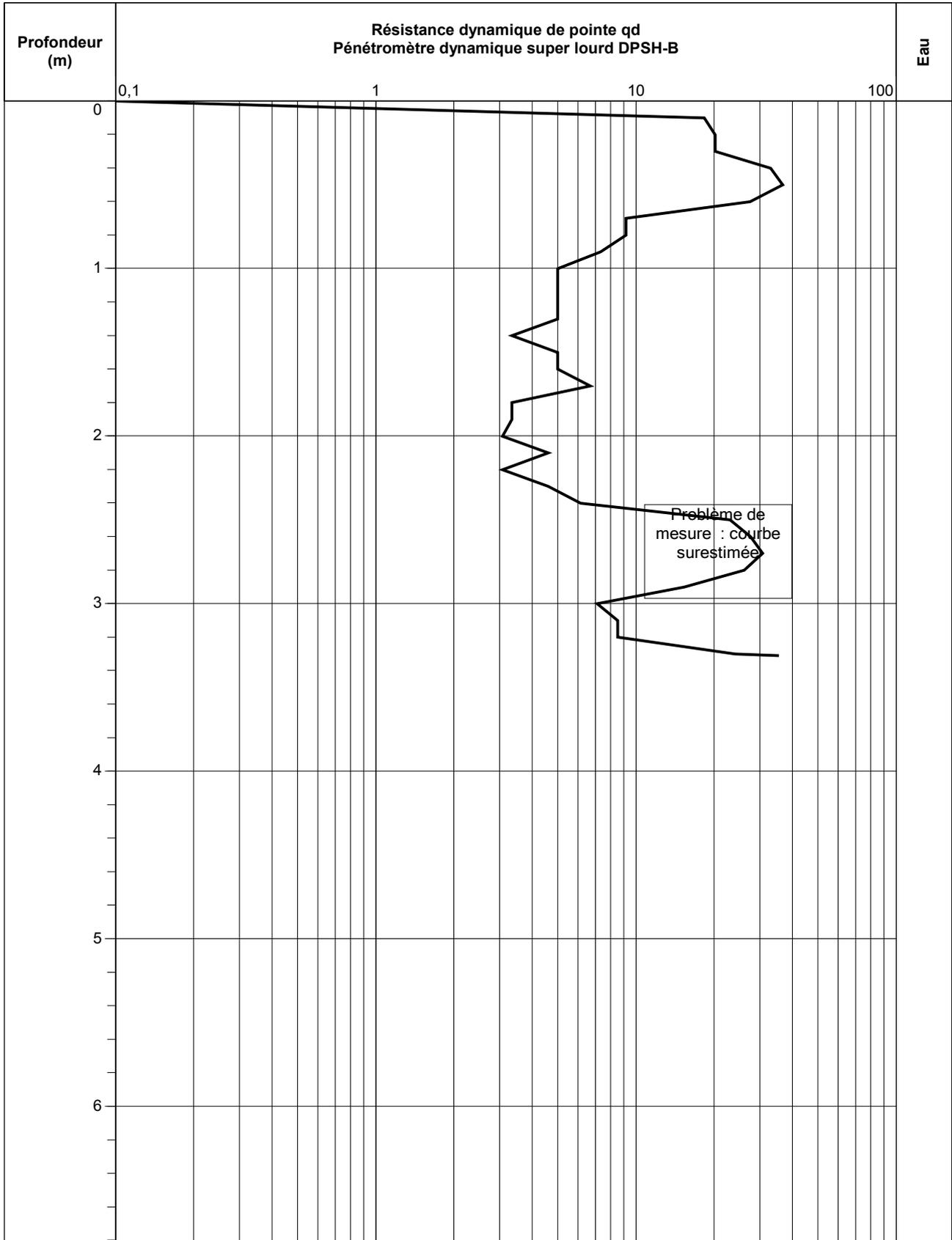
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP17

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

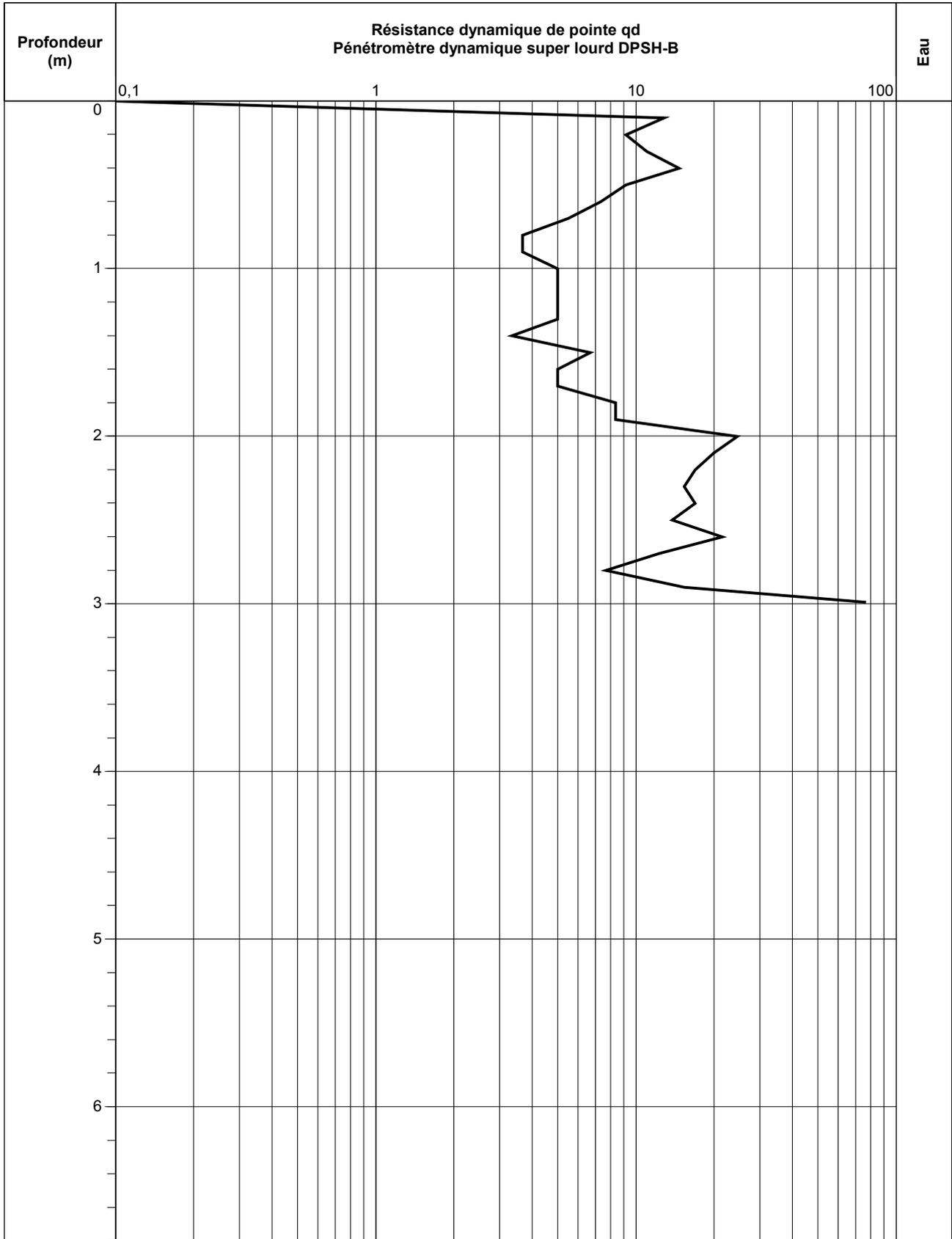
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP18

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

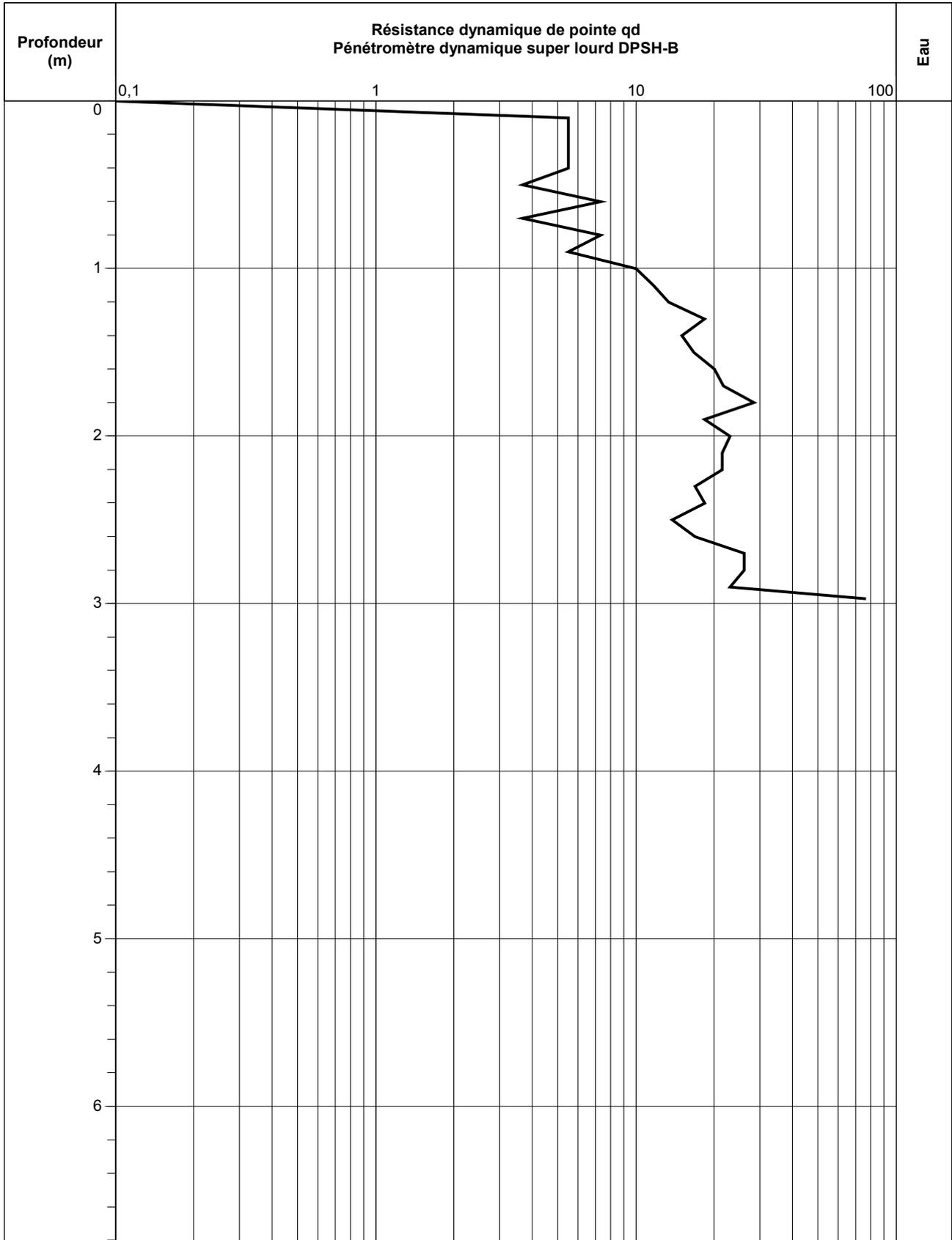
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP19

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR





Affaire 22-0037

Projet Chauveton

Date : 12/07/2022

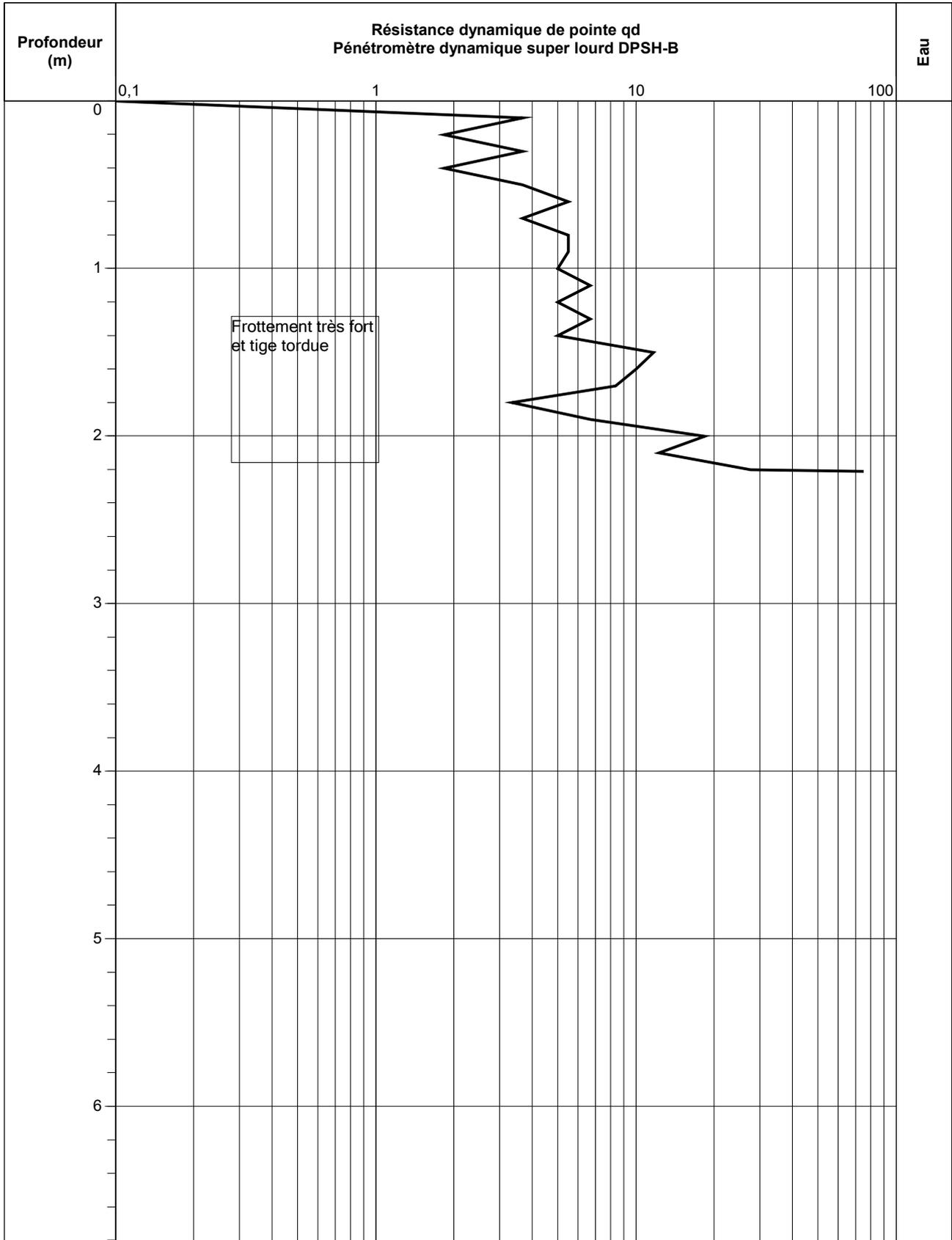
Client : Pro&Immo

Commune : Embrun

Commentaire : Refus progressif

Sondage : SP20

EXGTE 3.23/LB2SPT110FR



Affaire :	Domaine de Chauveton - Embrun
Nos réf. :	22-0037
Date :	18/07/2022

SPM1	
Cote / TN (cm)	Lithologie
30	Limons graveleux beiges et matière organique
115	Blocs (\emptyset _max=25 cm) et limons argileux jaunes surconsolidés = Moraines jaunes très raides
	Refus - très sec

SPM2	
Cote / TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale pauvre et Limons graveleux jaunâtres
100	Moraines argilo-graveleuses jaunes très raides, Blocs serrés (\emptyset =100-300 mm)
	Quasi refus - très sec

SPM3	
Cote / TN (cm)	Lithologie
15	Terre végétale
90	Limon argileux gris à marbrures jaunes Sec
310	Limon argileux gris à marbrures jaunes légèrement humide
	Arrêt - tenue des parois parfaite

SPM4	
Cote / TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale
250	Limons argileux grisâtres à marbrures jaunâtres et 2 lits de blocs parallèles à la pente (\emptyset =100 mm) et morceaux de bois
300	Nombreux blocs dans limons argileux gris à marbrures jaunâtres
	Arrêt - bout de bras - à peine humide - tenue des parois parfaite

Affaire : Domaine de Chauveton - Embrun
 Nos réf. : 22-0037
 Date : 18/07/2022

SPM5	
Cote /TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale
110	Limons argileux gris à marbrures jaunâtres à petits blocs
300	Limons argileux gris à marbrures jaunâtres
	Arrêt - bout de bras - tenue des parois parfaite

SPM6	
Cote /TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale
150	Limons argileux jaunâtres à blocs : Moraines glissées (matrice aérée)
240	Limons argileux gris à marbrures jaunâtres
260	Limon argileux marron foncé à cailloutis
	Refus sur un gros bloc

SPM7	
Cote /TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale
100	Limon argileux beige
280	Marnes schisteuses complètement altérées - meubles
	Arrêt - sec - « rocheux » au fond

SPM8	
Cote /TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale
110	Limons argileux beige
240	Marnes schisteuses complètement altérées - meubles
270	Marnes schisteuses plus « rocheuses »
	Arrêt - sec



**Procès verbal
Sondages à la pelle mécanique**

Affaire :	Domaine de Chauveton - Embrun
Nos réf. :	22-0037
Date :	18-19/07/2022

SPM9	
Cote /TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale graveleuse
80	Argiles grises à blocs : moraines altérées
180	Argiles jaunâtres à blocs : moraines
	Arrêt - très raide

SPM10	
Cote /TN (cm)	Lithologie
25	Terre végétale graveleuse
125	Moraine argilo-graveleuse jaunâtre à blocs (Ø=50-300 mm) très raide
	Quasi refus

SPM11	
Cote /TN (cm)	Lithologie
25	Terre végétale
130	Moraine argilo-graveleuse jaunâtre à blocs (Ø=50-300 mm) fortement sur-consolidée
	Quasi refus

SPM12	
Cote /TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale
80	Moraine argilo-graveleuse jaunâtre à blocs Raide
150	Marnes schisteuses altérées
160	Marnes schisteuses bleues saines raides
	Refus

Affaire :	Domaine de Chauveton - Embrun
Nos réf. :	22-0037
Date :	19/07/2022

SPM13	
Cote / TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale
80	Limon argilo-graveleux jaune
280	Marnes schisteuses altérées meubles Devient progressivement plus dur
	Arrêt sur marnes raides

SPM14	
Cote / TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale
100	Limon argileux à petits blocs - meuble
250	Limon argileux beige-marron à blocs serrés : moraines
310	Limons argilo-graveleux jaunâtres humides et petits blocs émoussés : moraines
	Arrêt - meuble - humide mais pas de venue d'eau

SPM15	
Cote / TN (cm)	Lithologie
30	Terre végétale
90	Limon beige
230	Limon argileux gris à marbrures jaunes
350	Limon argileux gris à marbrures jaunes humide et moins marbré avec quelques cailloutis
	Arrêt - bout de bras

SPM16	
Cote / TN (cm)	Lithologie
20	Terre végétale
90	Limon peu graveleux marron clair
160	Limons argilo-graveleux jaunes à blocs - avec lit de gros blocs (Ø= 100-300 mm) à la base : moraines
320	Limons argileux grisâtres à schistosité encore visible et « lits » jaunes en litage
	Passage progressif aux marnes schisteuses altérées
	Arrêt - encore meuble

