



Mise en sécurité & restructuration **DUPUYTREN 1**

Chantier n°04
SOINS CRITIQUES

Maîtrise d'ouvrage

CHU de LIMOGES
2, avenue Martin Luther King
87042 Limoges Cedex

Assistant Maîtrise d'ouvrage

ARTELIA
Bâtiment D
6/8, avenue des Satellites. CS 70048
33187 Le Haillan Cedex

Groupeement Maîtrise d'œuvre

Architecte mandataire
MICHEL BEAUVAIS ASSOCIES
3, rue Charles Weiss
75015 Paris

Economie
LTA
6, rue Saint-Claude
75003 Paris

Bureau d'études techniques
WSP
Immeuble Le Quadrille
30, rue Edouard Nieuport
69008 Lyon

Architecte local / Direction travaux
HUB architectes
9, avenue du Général de Gaulle
87000 Limoges

Ingénierie H.Q.E.
OASIIS
391, avenue de Jouques
ZI Les Paluds BP 71120
13400 Aubagne

CSSI Prévention
SICC
720, chemin de L'Estalot
33240 Saint-André de Cubzac

Ingénierie amiante
ANTEA
ZAC du Moulin
803, bd Duhamel du Monceau
CS 30602 - 45166 Olivet Cedex

Bureau d'études acoustiques
IdB
75, avenue Léon Blum
33600 Pessac

OPC
COPILLOT
30, bd Paul Painlevé
19100 Brive-la-Gaillarde

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES
0550 ■ Etude géotechnique de Conception
G2 AVP

NOV. 2021

SCR	DCE	0550	ALP	DIAG	ING	GO	TNV	A
Zone	Phase	Numéro	Emetteur	Nature	Entité	Spécialité	Niveau	Indice



17 rue Mignet
87100 LIMOGES
☎ : 05.55.32.41.93

CHU DE LIMOGES
2, avenue Martin Luther King
87042 LIMOGES CEDEX

Extension du bâtiment Dupuytren 1
Centre Hospitalier Universitaire

87 - LIMOGES

Etude géotechnique de Conception – Phase AVP

Dossier : L21.11.330.A

Etude géotechnique de Conception – Mission G₂

Phase Avant-projet (AVP)

Le présent dossier, qui constitue un ensemble indissociable, comporte :

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 29 pages comprenant :
 - les conditions générales d'intervention Reconnaissances et études géotechniques
 - les conditions générales des missions géotechniques
 - l'enchaînement des missions géotechniques (extrait de la norme NF P 94-500 – Nov. 2013)
 - la classification des missions types d'ingénierie géotechnique (extrait de la norme NF P 94-500 – Nov. 2013)
 - les coupes des sondages à la tarière
 - les résultats des sondages pressiométriques
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - le schéma d'implantation des sondages sur fond de plan topographique
 - le plan du niveau SS2
 - le plan du niveau SS1
 - le plan du niveau RDC
 - le plan du niveau R+1
 - les coupes
 - le schéma de situation du projet

Affaire : Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES	Date : 23/11/21
N° dossier : L21.11.330	Indice : A
Chargée d'étude	S. RENAUD-DELANNOY
Contrôle interne	E. HERBRETEAU

Sommaire

1 – CADRE DE L'ETUDE	4
1.1 - GENERALITES	4
1.2 - MISSION	4
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS	5
1.4 - NORMES ET REGLES DE PRE-DIMENSIONNEMENT UTILISEES	6
2 – ETUDE DE SITE /GEOLOGIE	6
2.1 - SITUATION	6
2.2 – GEOLOGIE LOCALE / ALEA RETRAIT-GONFLEMENT	7
2.3 – RISQUES NATURELS	7
2.4 - AVOISINANTS	9
3 – CARACTERISTIQUES DU PROJET	10
3.1 - DESCRIPTION DU PROJET	10
3.2 - SURCHARGES PRISES EN COMPTE DANS LES PREDIMENSIONNEMENTS	10
3.3 - CHAUSSEES	10
4 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS	11
4.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	11
4.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE	11
5 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS	12
5.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	12
5.2 - ESSAIS DE LABORATOIRE	12
6 - SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS	13
6.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE	13
6.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE	14
6.3 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE	14
7 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE	14
8 – TERRASSEMENTS	15
8.1 - DEBLAI	15
8.2 – PROTECTION DES PLATEFORMES EN PHASE CHANTIER	15
8.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	16
9 – PRINCIPE DE FONDATION	17
9.1 - FONDATIONS SUPERFICIELLES	17
9.2 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	18
10 – PRINCIPE DE DALLAGE	19
10.1 - TYPE DE DALLAGES	19
10.2 - DALLAGES SUR TERRE PLEIN	19
10.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	19
11 – DRAINAGE	20
12 – VOIRIE	21
12.1 – COUCHE DE FORME	21
12.2 - CONTROLE DE MISE / RECEPTION DES COUCHES DE FORME	21
12.3 - VOIRIE	22
12.4 - OBSERVATIONS	22
13 – OBSERVATIONS DIVERSES	23

1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet d'une extension du bâtiment Dupuytren 1, côté avenue Martin Luther King sur la commune de LIMOGES – 87 (voir plan de situation en annexe).

Elle est réalisée à la demande de : BET WSP
30, rue Edouard Nieuport
69008 LYON

Pour le compte de : CHU DE LIMOGES
2, avenue Martin Luther King
87042 LIMOGES CEDEX

Elle fait suite à notre devis du 28/09/2021 et à la commande du 14/10/2021.

1.2 - Mission

Conformément à la demande du client, l'étude a été menée pour permettre :

- de définir la constitution du sous-sol (niveau et nature des différents horizons) ;
- de définir les types de fondations adaptés au projet et d'en effectuer le pré-dimensionnement (contraintes de calcul à l'E.L.U. et l'E.L.S., tassements) ;
- de rechercher localement la géométrie des fondations ;
- de définir les modalités de réalisation des dallages et si possibilité de réalisation de dallages sur terre-plein, d'effectuer le pré-dimensionnement de leur couche de fondation et de déterminer les modules Esol à prendre en compte dans les différentes couches ;
- d'indiquer, au droit des sondages réalisés, les profondeurs et altitudes des bases de fondations envisageables pour le bâtiment projeté ;
- de proposer des méthodes d'exécution des terrassements de masse et de fouilles de fondations (en fonction notamment de la tenue des formations et de la stabilité des ouvrages avoisinants) ;
- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- de proposer des solutions constructives concernant les plates-formes support de voirie (couche de forme : nature et épaisseur, modalités et critères de réception, ...) permettant d'obtenir une PF2 ;
- d'effectuer le pré-dimensionnement des voiries à partir de la méthode du fascicule SETRA « Chaussées neuves à faible trafic » ;
- d'indiquer les hypothèses à prendre en compte vis à vis des conditions sismiques du site (classe de sol selon Eurocode 8).

A partir des définitions de la norme NF P 94-500 – novembre 2013, cette étude correspond à la phase **Avant-Projet de l'Etude géotechnique de conception (mission de type G₂ – AVP)**.

Il est prévu que ces éléments soient affinés / complétés à l'issue d'une réunion de mise au point avec le Maître d'œuvre dans le cadre d'une mission de type **G₂ – PRO** (Etude géotechnique de conception – phase **Projet**). Cette mission permettra notamment :

- de définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- de 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 éventuelles venues d'eau et des avoisinants)
- des notes de calcul de dimensionnement

Nota : cette mission ne comprendra pas l'approche des quantités des ouvrages géotechniques.

Cette mission nécessitera impérativement la fourniture de l'ensemble des descentes de charge et combinaisons d'action.

Les aspects suivants ne font pas partie des missions décrites :

- les diagnostics pollution
- l'assistance pour le DCE et le choix des entreprises

1.3 - Documents fournis

Les documents suivants nous ont été fournis :

Phase devis :

- Plan des niveaux SS1 et RDC
- Coupes sur rue et pharmacie
- Extrait du plan topographique - Non à jour
- Plan des réseaux sur site (non exhaustif)

Le 22/11/2021 : Dossier APD du 19/11/2021

- Plans des niveaux SS2, SS1, RDC et R+1 au 1/500^{ème} et au 1/300^{ème}
- Elévations principales au 1/300^{ème}
- Coupe au 1/300^{ème}

Nota : les plans topographique (non à jour), des niveaux et les coupes sont annexés au présent rapport.

1.4 - Normes et règles de pré-dimensionnement utilisées

- Normes AFNOR concernant la réalisation des différents essais de reconnaissance et en laboratoire
- Eurocode 7 Calcul Géotechnique - NF P94-261 / NF P94-281
- Eurocode 8 - Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques
- D.T.U. 13.1 fondations superficielles
- DTU13.3 – Dallage partie 2
- Guide SETRA : Réalisation des remblais et des couches de forme (GTR 92)
- Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (CEREMA)

2 – ETUDE DE SITE /GEOLOGIE

2.1 - Situation

Le terrain était situé entre le bâtiment principal du CHU, la zone entrée / accès Urgences et l'avenue Martin Luther King avec au-delà, côté en aval, le parking aérien.



Lors de notre intervention, le site se présentait sous la forme :

- Zone Cafétéria / entrée principale : de zone de circulation piétonne en enrobé / béton désactivé et de terrain enherbé
- Zone parking taxi / VSL et sortie Urgences : parking et voirie en enrobé séparés par un mur de soutènement d'environ 3,0 m de haut
- Zone livraison Pharmacie : Parking en enrobé et parterres
- Zone avenue Martin Luther King

L'ensemble du site avait un pendage général vers le Sud.

2.2 – Géologie locale / Aléa retrait-gonflement

Au droit du projet, et en référence à la carte géologique au 1/50000^{ème} de Limoges (n°688), le substratum est constitué d'une association de Gneiss surmonté par des altérites sableuses à argileuses et localement par des remblais liés principalement à l'aménagement du site.



Au sens du site internet www.georisques.gouv.fr, les parcelles se trouvent au droit de formations présentant un aléa a priori nul à faible vis-à-vis du risque de retrait gonflement des argiles.



2.3 – Risques naturels

⇒ Contexte sismique

Les hypothèses à prendre en compte d'un point de vue sismique selon l'Eurocode 8 sont les suivantes :

- Zone de sismicité et coefficient d'accélération :

zone de sismicité	Niveau d'aléa	Coefficient d'accélération agr (m/s²)
Zone 2	Faible	0,7

- Sol support des fondations : cf. paragraphe 9.2

- Catégorie d'importance de l'ouvrage, Coefficient d'importance et Coefficient d'accélération horizontale :

Catégorie d'importance de l'ouvrage*	Coeff. d'importance γ_i	Coefficient d'accélération horizontale ag (m/s²)
IV	1,4	$\gamma_i \cdot a_{gr} = 0,98$

* : donnée communiquée par le Maître d'œuvre – CCTP géotechnique de Juin 2021

- En zones de sismicité 1 et 2 (sismicité très faible et faible), l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise.

⇒ Inondabilité

D'après les informations recueillies sur le site www.georisques.gouv.fr, la zone n'est pas soumise à un risque inondation. D'après notre expérience locale et compte tenu de l'altitude du projet et de sa distance par rapport à la Vienne (principal vecteur de nappe) aucune nappe n'est présente dans le secteur entre 0 et 6 m de profondeur.

Cependant, il convient de ne pas négliger la présence éventuelle de source dans le substratum rocheux. En effet, le projet étant principalement en déblai, ce risque ne peut être négligé.

⇒ Anciennes structures enterrées / Historique du site

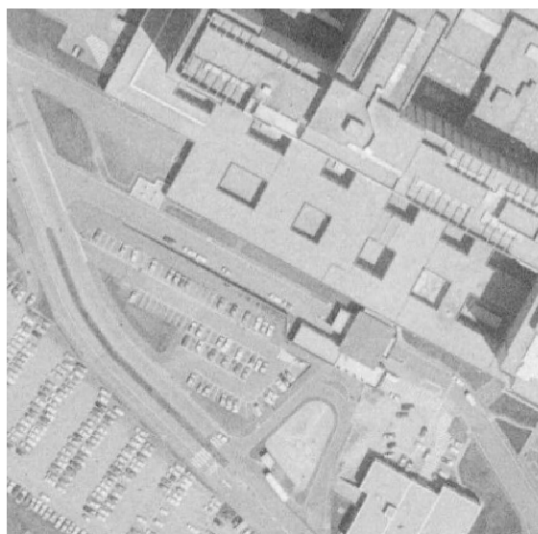
L'histoire du site du CHU est visible sur les photographies aériennes.

Les plus anciennes remontent à 1947, le CHU n'existait pas. Le site étudié était principalement occupé par des champs.

Les terrassements du CHU sont visibles sur les photographies aériennes de 1968 :



Nouvelles avenue Martin Luther King
/ Allée Jeanne d'Albret



En 1968, les travaux du CHU sont finalisés. L'accès Urgences est visible, ainsi que le parking taxi/VSL.

Les travaux d'extension du hall d'accueil et de la cafétéria ont été réalisés ultérieurement.

Notons que les galettes U et T comportent 1 à 2 niveaux en sous-sol. En l'absence de niveau SS2, notons la présence d'un vide sanitaire visitable.

2.4 - Avoisinants

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : la façade Nord-Est du projet sera réalisée, soit contre le bâtiment existant (qui ne comporte localement qu'un seul niveau en superstructure au niveau SS1 – excroissance de la galette U), soit à environ 8 / 9 m de celui-ci (zone cour pharmacie et galette V).
- Réseaux : présence de TRES NOMBREUX RESEAUX au droit du projet (Fibre, AEP Ø 300 mm, Eclairage, Eaux Usées et Pluviales, Electricité, ...). Le plan de réseau fourni par le client n'est pas exhaustif. Il conviendra de se rapprocher impérativement de l'ensemble des concessionnaires de réseau afin de définir les modalités de dévoiement de ceux-ci (notamment les différents réseaux fibres / télécoms et AEP).
D'après les plans de récépissés de DICT, les réseaux Enedis et GRDF passent au niveau de l'avenue Martin Luther King côté parking aérien.
Lors de notre intervention, des signaux électriques ont été détectés au niveau des espaces verts entre la voie de sortie des Urgences et les galettes U et T (réseaux non identifiés / non reportés sur les plans de réseaux)
- Talus / Soutènement : le projet sera réalisé au droit du mur de soutènement actuel entre le parking taxi/VSL et la voie de sortie des urgences
- Voirie : l'avenue Martin Luther King sera diminuée d'environ 2 voies.

3 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

3.1 - Description du projet

Cette extension, d'une surface au sol d'environ 50 m x 90 m, comportera un niveau en superstructure (niveau RDC) + un niveau partiel en R+1 (machineries), un niveau en sous-sol SS1 et un niveau partiel en sous-sol SS2. D'après les informations fournies, le projet comportera également des fosses enterrées d'environ 1,0 à 1,8 m.

Le niveau bas est prévu à la même altitude que celle du plancher-bas du niveau SS1 du bâtiment existant, soit à l'altitude de $\approx 288,6$. Localement, il est prévu que le bâtiment comporte un 2^{ème} niveau en sous-sol, le niveau-bas sera alors situé à la même altitude que celle du plancher-bas du niveau SS2, soit à l'altitude de $\approx 285,0$. D'après les plans fournis, une grande partie du projet sera traitée en vide sanitaire (niveau SS2). Le plan précis de ce niveau devra nous être fourni en phase G2-PRO afin de valider les sujétions de terrassements qui y sont liées (cf. paragraphe 8.3).

L'extension sera réalisée en partie contre les galettes U et T.

Notons que le TN actuel varie au droit du projet entre 288,3 (au niveau de l'accès SS1 de Dupuytren 1) et 292,6 (au niveau de la zone enherbée devant la cafétéria).

Compte tenu de l'emprise de l'extension le projet prévoit également la réfection des voiries existantes et la création d'un nouvel accès aux Urgences.

3.2 - Surcharges prises en compte dans les prédimensionnements

Les surcharges maxi apportées par les ouvrages, à l'état limite de service (E.L.S.) au niveau AVP devraient être voisines de (éléments fournis par le BET WSP) :

- descentes de charges ponctuelles : $V \approx 1200 \text{ kN} - H \approx 300 \text{ kN}$
- descentes de charges linéaires : $V \approx 160 \text{ kN/ml} - H \approx 40 \text{ kN}$
- surcharges réparties : $\approx 3,5 \text{ à } 10 \text{ kN/m}^2$

Il conviendra de vérifier que les surcharges ci-dessus sont du même ordre de grandeur que les surcharges réellement apportées par l'ouvrage calculé en phase PRO. Dans le cas contraire, les conclusions de notre rapport devront éventuellement être modifiées.

3.3 - Chaussées

Les trafics estimés sont les suivants : $\approx 2 \text{ PL} + 500 \text{ véh. Légers / jour / sens} \rightarrow \text{trafic T4}$.

4 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Compte tenu de la présence de très nombreux réseaux au droit du projet, le programme d'investigations suivant a été effectué :

4.1 - Reconnaissances in situ

- 2 Sondages à la pelle à main / fleuret pour :
 - la recherche de la géométrie des fondations existantes (jusqu'à 1,2 m de profondeur maxi).
- 3 Sondages à la tarière pour :
 - l'identification des formations au droit des futures voiries,
 - le prélèvement d'échantillons.
- 4 Sondages pressiométriques à la tarière pour :
 - l'identification des formations en profondeur,
 - la réalisation d'essais in situ (détermination des pressions limites et modules pressiométriques),
 - l'étalonnage des sondages pénétrométriques,
 - la pose d'un piézomètre.
- 10 Sondages au pénétromètre dynamique pour :
 - l'évaluation des caractéristiques relatives des différents horizons,
 - la vérification de l'homogénéité du site.

Nota : Ces forages ont été descendus au refus. Le sondage Pd 1 a été triplé pour vérifier les refus obtenus.

L'implantation des différents sondages et essais in situ figure sur le schéma d'implantation annexé.

4.2 - Essais en laboratoire

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés :

- 3 Identifications GTR92 (analyse granulométrique, valeur au bleu de méthylène,...) pour le classement des sols en arase terrassement
- 1 Essai de Poinçonnement IPI sur échantillons remaniés recompressés à l'Energie Proctor Normal pour l'estimation de l'état hydrique des matériaux et de la portance prévisible des matériaux en arase terrassement

En l'absence d'eau dans les sondages, aucune analyse chimique d'eau n'a été réalisée.

5 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS

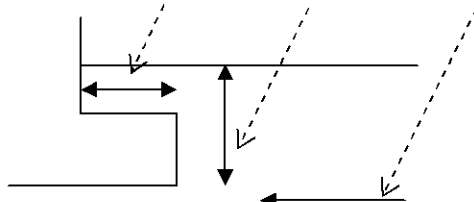
5.1 - Reconnaissances in situ

Les résultats des différents sondages et essais in situ sont annexés avec les renseignements suivants :

- Sondages pressiométriques :
 - Coupe du forage
 - Pression limite nette (P1*) en MPa
 - Pression de fluage nette (Pf*) en MPa
 - Module pressiométrique (Ep) en MPa
- Sondages au pénétromètre dynamique :
 - Résistance de pointe dynamique calculée selon la formule des hollandais qd en Mpa en fonction de la profondeur (calcul hors norme)
- Sondages à la tarière :
 - Coupe des forages

Les sondages à la pelle mettent en évidence les géométries de fondation suivantes :

Sondage	fondations			observations
	débord	profondeur fondation	altitude base fondation	
F1	≈ 8 cm	≈ 65 cm	≈ 288,1	Fondation a priori de type semelle filante
F2	14 + 63 cm ≈ 77 cm	≈ 104 cm	≈ 285,0	Fondation a priori de type semelle filante



5.2 - Essais de laboratoire

Les résultats de l'identification GTR (granulométrie, valeur au bleu) et du poinçonnement IPI sont les suivants :

Sondage	Prof.	Teneur en eau W%nat	Nature	Identification (sur 0/50)				IPI	GTR
				D (mm)	% < 2mm	% < 80μ	VBS		
T1	0,5 à 1,5 m	21,3	Arènes sableuses marron	10	91,3	34,7	0,4	/	B5 « h »*
T2	0,5 à 1,5 m	19,7	Arènes sableuses marron	10	88,6	41,6	0,9	/	A1 « h »*
T3	0,5 à 1,5 m	28,4	Arènes argilo-sableuses marron	5	94,9	51,6	1,1	1	A1 « th »

* : estimé

6 - SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

6.1 - Synthèse géotechnique

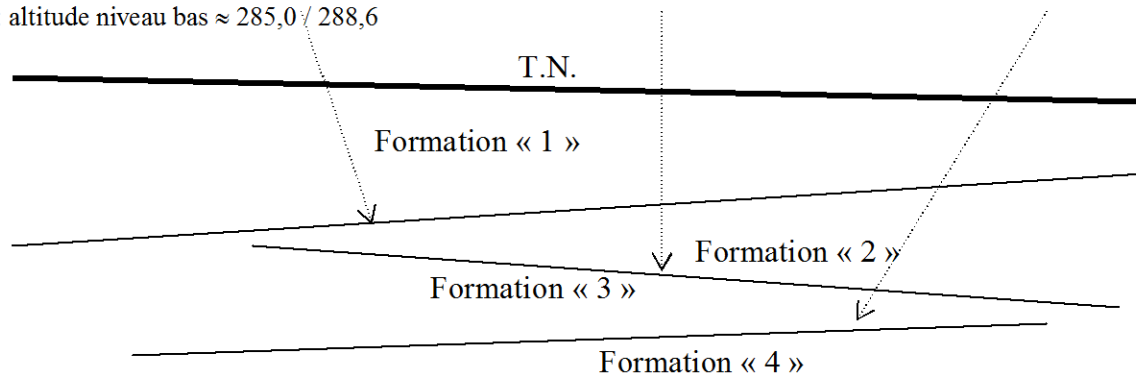
L'examen de l'ensemble des résultats nous permet de dresser la coupe schématique suivante :

- *Formation « 1 »* - Enrobé / GNT / Terre végétale / Arènes terreuses / Remblais d'arènes avec présence localement de nombreux blocs
- *Formation « 2 »* - Arènes sableuses ocre moyennement compactes
- *Formation « 3 »* - Arènes sableuses ocre très compactes
- *Formation « 4 »* - Substratum rocheux sains

Les profondeurs des toits des formations « 2 », « 3 » et « 4 », relevées au droit des sondages, sont reprises dans le tableau ci-après :

Sondage	Altitude TN	Formation « 2 »		Formation « 3 »		Formation « 4 »	
		Profondeur / T.N.	Altitude	Profondeur / T.N.	Altitude	Profondeur / T.N.	Altitude
SP1 / Pd1	292,3	2,0 m	290,3	2,2 m	290,1	3,8 m	288,5
Pd 2	290,8	0,6 m	290,2	1,6 m	289,2	> 1,6 m	< 289,2
Pd 3	290,6	> 0,8 m	< 289,8				
Pd 4	290,9	0,6 m	290,3	1,0 m	289,9	> 1,0 m	< 289,9
SP5 / Pd5	290,0	0,6 m	289,4	1,8 m	288,2	5,0 m	285,0
Pd 6	290,8	0,5 m	290,3	1,2 m	289,6	> 1,4 m	< 289,4
SP7 / Pd7	291,0	0,5 m	290,5	1,6 m	289,4	> 6,0 m	< 285
Pd 8	291,0	3,2 m	287,8	4,0 m	287,0	> 4,2 m	< 286,8
Pd 9	288,8	/		0,8 m	288,0	> 1,0 m	< 287,8
SP10 / Pd10	288,5	0,8 m	287,7	1,8 m	286,7	2,0 m	286,5

Rappel : altitude niveau bas $\approx 285,0 / 288,6$



6.2 - Synthèse géomécanique

L'interprétation des différentes valeurs mesurées sur le site nous permet de dresser le tableau de synthèse ci-dessous. Celui-ci a pour but de fixer les hypothèses à retenir dans les calculs de pré-dimensionnement des ouvrages.

Couche	Résistance de pointe dynamique – qd (Mpa)	Pression limite (Mpa)	Module pressiométrique (Mpa)	Coefficient Rhéologique α
Formation « 1 »	3 / 4 à 8 / 10 Localement > 30 en présence de blocs	< 0,2* à 0,7	< 2* à 5	1
Formation « 2 »	8 / 10 à 20 / 25	1,0 à 1,7	10 à 24	1 / 2
Formation « 3 »	> 30	3,2 à 4,0	34 à 143	1 / 2
Formation « 4 »	/	$\geq 4,0$	171 à > 200	1 / 2

* : estimé

6.3 - Synthèse hydrogéologique

Aucune venue d'eau n'a été mise en évidence par les investigations réalisées jusqu'aux profondeurs reconnues. Cependant, compte tenu de la géologie locale, il est possible que des venues d'eau puissent se produire au toit des couches « 2 » à « 3 » ou dans les formations « 2 » à « 4 » (venues d'eau fissurales) notamment en période météo défavorable ou à l'issue de périodes pluvieuses.

7 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE

A partir de l'examen des résultats des différentes investigations et de la définition du projet (implantation, altimétrie, ...), il apparaît qu'une solution de fondations superficielles ancrées au minimum dans la formation « 3 » sera retenue. Compte tenu de la profondeur de cette couche, des surconsommations de béton seront à prévoir.

Les planchers bas du niveau SS1 seront portés, sur vide sanitaire ou vide de construction.

Les planchers bas du niveau SS2 pourront être traités en dallages sur terre-plein.

8 – TERRASSEMENTS

8.1 - Déblai

La réalisation du projet nécessite des terrassements en déblai sur des hauteurs maxi de 3,5 à 6,0/6,5 m pour les zones traitées en niveau SS2. Ces terrassements pourront être réalisés à l'aide de matériel classique de moyenne puissance (pelle 200 CV, ...) hormis au seins de la formation « 4 » pour laquelle des matériels de plus forte puissance ou spécifiques (godet déroctage, brise-roche, ...) devront être utilisés notamment pour le niveau SS2.

Les pentes de talus **provisoire** minimum suivantes seront adoptées :

- dans les formations « 1 » et « 2 » : 3 Bases / 2 Hauteurs
- dans les formations « 3 » et « 4 » : 1 Base / 1 Hauteur

Les pentes de talus **définitif** minimum de 3 Bases / 2 Hauteurs seront adoptées.

Il conviendra de prévoir la conservation d'une risberge d'environ 1,0 m de large en tête de talus.

8.2 – Protection des plateformes en phase chantier

Pour le cas où une traficabilité en phase chantier serait nécessaire, un traitement de l'arase terrassement devra être prévu pour conserver les caractéristiques superficielles du sol support. La couche de forme à envisager pourra alors être constituée :

- d'un géotextile de classe 5 mini en résistance à la traction,
- de matériaux rocheux sains (classement GTR : R61) tels que $D \leq 100$ mm. L'épaisseur de cette couche sera de $\approx 0,4$ à 0,5 m.

Nota : cette épaisseur sera à adapter en fonction de l'agressivité du trafic de chantier (utilisation intense de chariots télescopiques, rotation sur place de ce type d'engin, ...)

Des contrôles à l'issue de la phase terrassement et avant mise en œuvre du hérisson seront à réaliser pour réception.

Toutes dispositions devront également être prises pour protéger les plateformes des intempéries en phase chantier :

- réalisation de fossés périphériques (ou drains / tranchées drainantes)
- formes de pente avec évacuation des eaux gravitairement ou avec pompe de relevage (en fonction de l'altitude du fil d'eau d'évacuation disponible)
- ...

8.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- *Avoisinants*

Le projet prévoit :

- la conservation d'une voie de liaison à la cour pharmacie et d'au moins la moitié de l'actuelle avenue Martin Luther King
- la réalisation de terrassements en déblai au pied de l'excroissance en simple SS1 de la galette U
- la conservation d'ouverture au niveau SS1 en façade Sud-Ouest (côté Av Martin Luther King)

Des solutions d'ouvrages de soutènement (provisoires et/ou définitifs) de type parois clouées, micro-berlinoises éventuellement clouées, ... devront être envisagées si les pentes de talus décrits ci-dessus ne peuvent être respectées.

Les sujétions de réalisation liées aux terrassements seront à valider en fonction du plan du vide sanitaire du niveau SS2 (altitude du niveaux-bas, couloir avec vide de construction, ...) et du plan topographique qui devra impérativement mis à jour (zone close, cafétéria, ...).

Dans ce cadre de solutions confortatives des avoisinants, une étude complémentaire est prévue dans le cadre de la phase Projet de l'étude géotechnique de Conception (mission de type G₂ - PRO - norme NF P 94-500).

- *Précautions de réalisation*

Ces travaux devront être effectués par météo favorable à très favorable. Dans le cas contraire, des surépaisseurs de purge / matériaux d'apport pourront être nécessaires.

Les moyens spécifiques (du type brise roche, ...) et de compactage devront être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

Notons que les couches de fondations insensibles à l'eau devront être mises en œuvre sans délai après réalisation des terrassements pour éviter la dégradation des fonds de forme sous les effets climatiques.

9 – PRINCIPE DE FONDATION

9.1 - Fondations superficielles

Un ancrage minimum de 0,3 m devra être réalisé au minimum dans la formation « 3 ». On se reportera aux altitudes du toit de cette couche notées au paragraphe 6.1 pour la détermination des profondeurs des fondations au droit des sondages par rapport à l'arase terrassement.

Des surconsommations de béton seront localement à prévoir, notamment dans les zones avec un niveau en sous-sol, des tranchées des réseaux déviés, ...

Les calculs permettant la justification des massifs ont été réalisés selon les critères définis par l'Eurocode 7 et sa norme d'application NFP94-261 :

- à l'ELS :

- stabilité au poinçonnement (capacité portante)

$$V_d - R_0 \leq R_{v,d}$$

avec V_d : valeur de la composante verticale de la charge transmise à la fondation superficielle
 R_0 : poids des terres initial à la base des fondations (après travaux)
 $R_{v,d}$: résistance nette du terrain

- stabilité au renversement (excentrement du chargement) – à confirmer en phase G2PRO

sous combinaisons de charge ELS Quasi-Permanent ou Fréquent : 100 % surface comprimée
sous combinaisons de charge ELS caractéristique : ≥ 50 % surface comprimée

- tassements

Critère retenu : tassement maxi = 1 cm (à confirmer par la maîtrise d'œuvre)

○ à l'ELU :

- stabilité au glissement – à confirmer en phase G2PRO

$$H_d \leq R_{h,d} + R_{p,d}$$

avec H_d : valeur de calcul de la composante horizontale (ou parallèle à la base de la fondation) de la charge transmise à la fondation superficielle
 $R_{h,d}$: valeur de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain
 $R_{p,d}$: valeur de la résistance frontale ou tangentielle de glissement de la fondation sur le terrain

Ainsi en première approche, les contraintes de calcul à retenir (pour des fondations isolées d'environ 1,0 à 1,5 m x 1,0 à 2,0 m ou filantes de 0,8 m) seront de (pour des charges verticales centrées) :

- 1,2 Mpa (qu/2) vis à vis des descentes de charge à l'ELU
- **0,8 Mpa vis à vis des descentes de charges à l'ELS.** Les tassements maxi seront alors inférieurs à 1 cm

La profondeur des fondations devra également être telle qu'elle permette le respect d'un angle de diffusion des charges à :

- 3 bases / 2 hauteurs entre les bases des fondations à créer et les vides-sanitaires / sous-sols
- 3 bases / 1 hauteur pour les redans d'une même semelle filante

9.2 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

• Hypothèses sismiques

Les hypothèses à prendre en compte d'un point de vue sismique selon l'Eurocode 8 seront les suivantes :

- Zone de sismicité et coefficient d'accélération : voir paragraphe 2.3
- Classe de sol « A » et paramètre de sol $S = 1,0$

• Avoisinants

La réalisation du projet nécessite la réalisation de terrassement à proximité immédiate du bâtiment existant dont les fondations sont localement situées à un niveau supérieur au fond de déblai envisagé. Toutes dispositions (du type blindage, reprise en sous-œuvre, terrassement par tronçons alternés, ...) devront être envisagées.

Il devra être tenu compte dans l'implantation des fondations du fait que les fondations existantes sont débordantes.

Dans ce cadre de solutions confortatives des avoisinants, une étude complémentaire est prévue dans le cadre de la phase Projet de l'étude géotechnique de Conception (mission de type G₂ - PRO - norme NF P 94-500).

• Paramètres de pré-dimensionnement

Les tassements des fondations superficielles ont été limités à 1,0 cm. Il conviendra de vérifier que cette valeur est compatible avec les dispositions prises pour le dimensionnement de la structure. Dans le cas contraire, la contrainte de calcul à l'ELS devra être modifiée.

• Précautions de mise en œuvre

Les fondations seront exécutées conformément aux préconisations de l'Eurocode 7 et en tenant compte notamment :

- de l'instabilité potentielle des formations superficielles (blindage, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- du traitement des sols support de fondation (prévoir notamment le nettoyage très soigné des fonds de fouilles à priori remaniés lors du terrassement),
- du gel, des arrivées d'eau, des différentes causes d'affouillement, ...,
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront **permettre la réalisation des terrassements de fouille** (en tenant compte notamment du substratum localement $\pm$ peu altéré très compact, ...).

10 – PRINCIPE DE DALLAGE

10.1 - Type de dallages

Compte tenu des terrassements prévus (voir paragraphe 8.1), une solution de dallage sur terre-plein pourra être envisagée pour le niveau SS2.

Pour le niveau SS1, une solution de plancher-bas porté ou plancher sur vide sanitaire / vide de construction devra être retenue.

10.2 - Dallages sur terre plein

Après curage soigné des formations remaniées de surface et compactage par météo très favorable, ces ouvrages seront établis sur une couche de fondation constituée :

- d'une couche de 0,2 m de GNT type 20/40 ou 20/60
- d'une couche de 0,1 m de GNT type 0/31,5
- d'une couche de réglage

Les matériaux de fondations, insensibles à l'eau, seront mis en œuvre conformément aux règles GTR.

Ces travaux devront être effectués par météo favorable à très favorable. Dans le cas contraire, des surépaisseurs de purge / matériaux d'apport pourront être nécessaires.

Les tassements maxi, calculés sous une surcharge de 1,0 T/m², seront négligeables.

10.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- *Paramètres de pré-dimensionnement*

Les caractéristiques des couches à retenir pour le dimensionnement des dallages selon le DTU13.3 pourront être les suivants :

Formation	Epaisseur (en m)	Module sol – Es* (en MPa)	Coefficient Rhéologique α
hérisson	0,3 m	30	1
formation « 3 » ou « 4 »	> 5,0 m	100	1 / 2

* : $E_s = E_M / \alpha$

avec E_M = Module pressiométrique
 α : Coefficient Rhéologique

- *Contrôle de mise en œuvre de l'arase terrassement et de la couche de fondation*

Des contrôles par essais à la plaque devront être effectués sur les arases terrassement et la couche de fondation des dallages ($\approx$ 2 à 3 essais sur chaque couche).

A titre indicatif, les valeurs suivantes seront retenues :

	Ev2 (Mpa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (Mpa/m)
Arase	≥ 45	$\leq 2,0$	/
Fondation	≥ 50	$\leq 2,0$	≥ 50

Ces valeurs seuils devront impérativement être affinées à l'issue de la phase terrassement. Alpha BTP Ouest ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

11 – DRAINAGE

Compte tenu de la géomorphologie du site, il conviendra de prévoir le système de drainage suivant :

- drain en pied de talus,
- drains périmétriques à l'amont du bâtiment descendus à, au minimum, 0,3 m sous le niveau de la base des dallages / planchers-bas,
- captage des éventuelles venues d'eau mises en évidence,
- réalisation d'un tapis drainant sous dallage avec du matériau type 20/40 mm ou 20/60 mm sur une épaisseur minimum de 0,2 m (cette couche fera partie intégrante du hérisson sous dallage – voir paragraphe 10.2) et **mise en place d'un réseau de drains distants de 5,0 m** maximum reliés à un exutoire gravitaire ou un bassin tampon puis pompe de relevage. La conservation des capacités drainantes de cette couche nécessitera la mise en place :
 - d'un système permettant d'éviter la pénétration de laitance lors du bétonnage (polyane épais, géotextile + polyane, réglage en 0/20 mm + polyane, ...),
 - d'un géotextile en sous face de la couche drainante,
 - ...

Toutes dispositions constructives devront également être prises selon les règles relatives aux parois de locaux nobles contre terre (mise en place d'une étanchéité, ...).

Nota : ces solutions devront être affinées dans le cadre de la phase Projet de la mission de Conception (étude géotechnique de Projet - norme NF P 94-500).

12 – VOIRIE

12.1 – Couche de forme

Les zones en arase/déblai, seront généralement en PST n°0 à 1 avec une classe d'arase AR1 sur la majorité des zones. Une couche de forme sera alors nécessaire pour l'obtention d'une PF2 sous voirie.

Elle pourra être constituée :

- d'une couche de poinçonnement en matériaux rocheux crus insensibles à l'eau (classement GTR : R61) tels que $D \leq 150$ mm (épaisseur mini $\approx 0,4$ m),
- puis de matériaux rocheux sains insensibles à l'eau (classement GTR : R61) tels que $D \leq 150$ mm. L'épaisseur de cette couche sera de $\approx 0,5$ m.

Ces matériaux seront mis en œuvre et correctement compactés selon les modalités définies dans le GTR 92 (Guide SETRA).

L'épaisseur de cette couche sera localement adaptée en fonction des portances réelles du sol support lors des travaux.

Les objectifs de portance recherchés sur les couches de forme figurent au paragraphe 12.2.

Notons que la couche de forme devra être mise en œuvre sans délai pour éviter la dégradation du sol support (déblai, remblai) sous les effets climatiques.

12.2 - Contrôle de mise / réception des couches de forme

Des contrôles devront être effectués sur les fonds de déblai/décapage et les couches de forme. Ces contrôles seront visuels pour le fond de purge puis réalisés par essais à la plaque pour les couches de poinçonnement et de forme. A titre indicatif, les valeurs suivantes seront retenues :

	Ev2 (Mpa)	Ev2/Ev1	Module de Westergaard (Mpa/m)
Fond de déblai	Réception visuelle		
Couche de poinçonnement	≥ 30	$\leq 2,5$	/
Couche de forme	≥ 50	$\leq 2,0$	/

Ces valeurs seuils devront impérativement être précisées au démarrage du chantier après réalisation d'une planche d'essai. Alpha BTP Ouest ne pourra être tenu responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre et des ouvrages concernés par ceux-ci qu'à condition de participer, dans le cadre du contrôle extérieur, au suivi de ces contrôles.

12.3 - Voirie

- **Méthode**

- Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (CEREMA)

- **Caractéristiques générales**

- Trafic : $\approx 2 \text{ PL} + 700 \text{ véh. légers /jour/sens}$
- Durée de service : 10 ans
- Taux de croissance annuelle : 0 %
- Classe de trafic : t_5 (voir paragraphe 3.3)

- **Portance et amélioration sol support**

- Couche de forme – voir paragraphe 12.1 : $P = 3$

- **Structure de chaussée**

- Couche de fondation G.N.T. 0/60 catégorie 1 : $h_f = 15 \text{ cm}$
- Couche de base G.N.T. 0/31.5 catégorie 1 : $h_b = 20 \text{ cm}$
- Couche de roulement nature : Béton bitumineux
Epaisseur : 6 cm

12.4 - Observations

Les définitions des différentes catégories de G.N.T. (graves non traitées) sont données dans le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA).

Les propositions de dimensionnement ci-dessus pourront être modifiées en fonction notamment :

- du trafic réel et de son accroissement estimé
- des portances réellement mesurées à l'issue de la phase terrassement
- de la prise en compte éventuelle du gel
- des natures de couches de chaussée envisagée par l'entreprise

13 – OBSERVATIONS DIVERSES

Cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase Avant-Projet (mission de type G₂ - AVP). Elle a notamment permis de définir :

- les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données transmises et des résultats des investigations
- les principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques (terrassements, confortements, fondations, dallages, drainage, ...)

Les principales incertitudes subsistant sont liées :

- à la définition précise du projet et des choix constructifs retenus, notamment dans le cadre du confortement des avoisinants,
- au contexte géotechnique du site (profondeurs des couches et caractéristiques géotechniques des sols entre les sondages, ...),
- aux conditions de réalisation (phasage des travaux, conditions météo, ...)

Rappelons qu'il est prévu que cette mission devra notamment être suivie, conformément à l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF-P 94-500, d'une mission de type G₂ - PRO (étude géotechnique de conception phase Projet), d'une mission de type G₃ (étude et suivi géotechnique d'exécution – normalement confiée à l'entrepreneur) et d'une mission de type G₄ (supervision géotechnique d'exécution – étude et suivi).

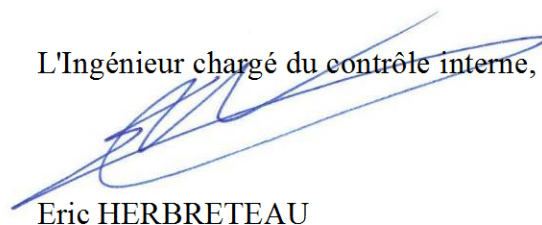
Rapport réalisé à LIMOGES, le 23 novembre 2021

L'Ingénieure chargée d'étude,



Stéphanie RENAUD-DELANNOY

L'Ingénieur chargé du contrôle interne,



Eric HERBRETEAU

Conditions générales d'intervention Reconnaisances et études géotechniques

La société d'études géotechniques contractante est désignée dans ce qui suit par : "Le Géotechnicien".

ARTICLE I. – DELAIS

Sauf indication contraire précise, les estimations de délai d'intervention et de délai d'exécution des travaux ne sauraient engager le Géotechnicien. Ces estimations sont données de bonne foi, elles sont approximatives. L'estimation du délai d'exécution ne peut prendre en compte les retards dus à la rencontre de sols inattendus ou de circonstances naturelles imprévisibles, aux arrêts provenant de cas de force majeure ou de causes non imputables au Géotechnicien.

ARTICLE II. - AUTORISATIONS ET FORMALITES

Toutes les démarches et formalités de nature administrative et, en particulier, l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les chantiers et terrains à reconnaître et d'y exécuter les travaux, observations, ou essais prévus sont à la charge du commettant ou de son mandataire.

ARTICLE III. - DIAGRAMMES, PLANS ET DOCUMENTS

Les diagrammes, coupes de sondages, plans ou documents établis par les soins du Géotechnicien ne peuvent être transmis à des tiers, publiés ou reproduits sans son autorisation.

ARTICLE IV. - PRESTATIONS EXCLUES DE LA MISSION

Sauf stipulations contraires expressément désignées, sont exclues de la mission du géotechnicien, les prestations suivantes :

- a- Les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des bâtiments, des voies d'accès et plus généralement la zone à étudier.
- b- Le dégagement éventuel d'emplacements sensiblement plans au droit de chaque sondage ou essai ainsi que les travaux éventuels permettant l'accessibilité au point de sondage ou d'essai.

ARTICLE V. - DEGATS AUX OUVRAGES ET CULTURES

La responsabilité du Géotechnicien ne saurait être engagée pour dégâts ainsi que par leurs conséquences, causés à des ouvrages, canalisations ou lignes enterrées dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit avant le début des travaux : il en est de même pour les dégâts au terrain, à la végétation et aux cultures résultant de son intervention.

ARTICLE VI. - RECEPTION DES TRAVAUX

La réception définitive des sondages de reconnaissance, essais de pénétration, et plus généralement de tous essais en place que le Géotechnicien serait amené à exécuter, aura lieu de plein droit à l'achèvement des travaux sur le terrain.

ARTICLE VII. - VARIATION DANS LES PRIX

Les prix relatifs à l'intervention du Géotechnicien seront réputés établis aux conditions économiques en vigueur en France à la date de la proposition. Ils sont valables deux mois et seront actualisés au-delà de cette durée ; ils seront également révisés dans le cas d'un délai d'exécution supérieur à 3 mois.

ARTICLE VIII. - CONDITIONS DE PAIEMENT

Tous les engagements du Géotechnicien sont réputés pris au siège de la Société. Les règlements seront effectués sur situations mensuelles à 30 jours fin de mois de l'exécution des travaux correspondants, ou au plus tard le 10 du mois suivant, par virement ou chèque bancaire à l'ordre du Géotechnicien et au compte de celui-ci dont les références sont précisées par le contrat particulier. Toute somme non réglée à l'échéance prévue donnera lieu à intérêts de retard.

ARTICLE IX. - VERSEMENT D'UNE PROVISION

Lors de la signature de la convention, le Géotechnicien sera habilité à recevoir une provision à valoir sur ses honoraires définitifs, dont le montant sera de 30 à 50 % du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Sauf clause contraire le montant de la provision initiale est déduit du dernier relevé d'honoraires.

ARTICLE X. – RESILIATION

Toute procédure de résiliation sera obligatoirement précédée d'une mise au point amiable préalable. Sauf le cas de faute grave de la part du Géotechnicien dûment constatée, la résiliation implique que l'ensemble des prestations régulièrement fournies par le Géotechnicien au jour de cette résiliation soient rémunérées par le client.

ARTICLE XI. – RESPONSABILITES

Indépendamment des présentes obligations contractuelles, le Géotechnicien est soumis aux responsabilités découlant du droit commun et à la responsabilité décennale édictée par les articles 1792 et 2270 du Code Civil pour les ouvrages qui tombent dans le champ d'application desdits articles.

Elle déclare par la présente, avoir souscrit les contrats d'assurance la garantissant contre les conséquences pécuniaires de ces différentes responsabilités lui incombant.

ARTICLE XII. – LITIGES

Pour tous les litiges pouvant survenir dans l'application du présent contrat, les parties pourront d'abord solliciter l'avis d'un arbitre, si celui-ci peut être choisi d'un commun accord entre elles dans le délai de dix jours suivant la demande qui en sera faite.

Faute d'accord sur le choix d'un arbitre, ou sur la solution proposée par celui-ci (ou tout simplement en cas de contestation comme en cas de recouvrement forcé), seuls les Tribunaux du département du siège social seront compétents, de convention expresse et nonobstant tous écrits ou clauses contraires du cocontractant.

Conditions générales des missions géotechniques

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 – novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préalable G1 (Phase Etude de site – ES et Phase Principes Généraux de Construction – PGC), d'étude géotechnique de conception – G2 (Phase Avant-Projet – AVP Phase Projet – PRO – Phase DCE / ACT), d'étude géotechniques de réalisation – G3 et G4 sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception - Avant-projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception – Phase Projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de conception – Phase Projet engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

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

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Tableau 2 — 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

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Affaire : Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Dossier : L21.11.330

Date : 17/11/2021

T1

- de 0,0 à 0,2 m Enrobé et couche de chaussée
- de 0,2 à 1,5 m Remblais d'arènes à blocs peu compacts
- à 1,5 m Arrêt sondage

T2

- de 0,0 à 0,2 m Enrobé et couche de chaussée
- de 0,2 à 1,5 m Remblais d'arènes à blocs peu compacts
- à 1,5 m Arrêt sondage

T3

- de 0,0 à 0,1 m Terre végétale
- de 0,1 à 1,5 m Remblais d'arènes sableuses marron très peu compacts
- à m Arrêt sondage



Sondage pressiométrique N° SP1

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

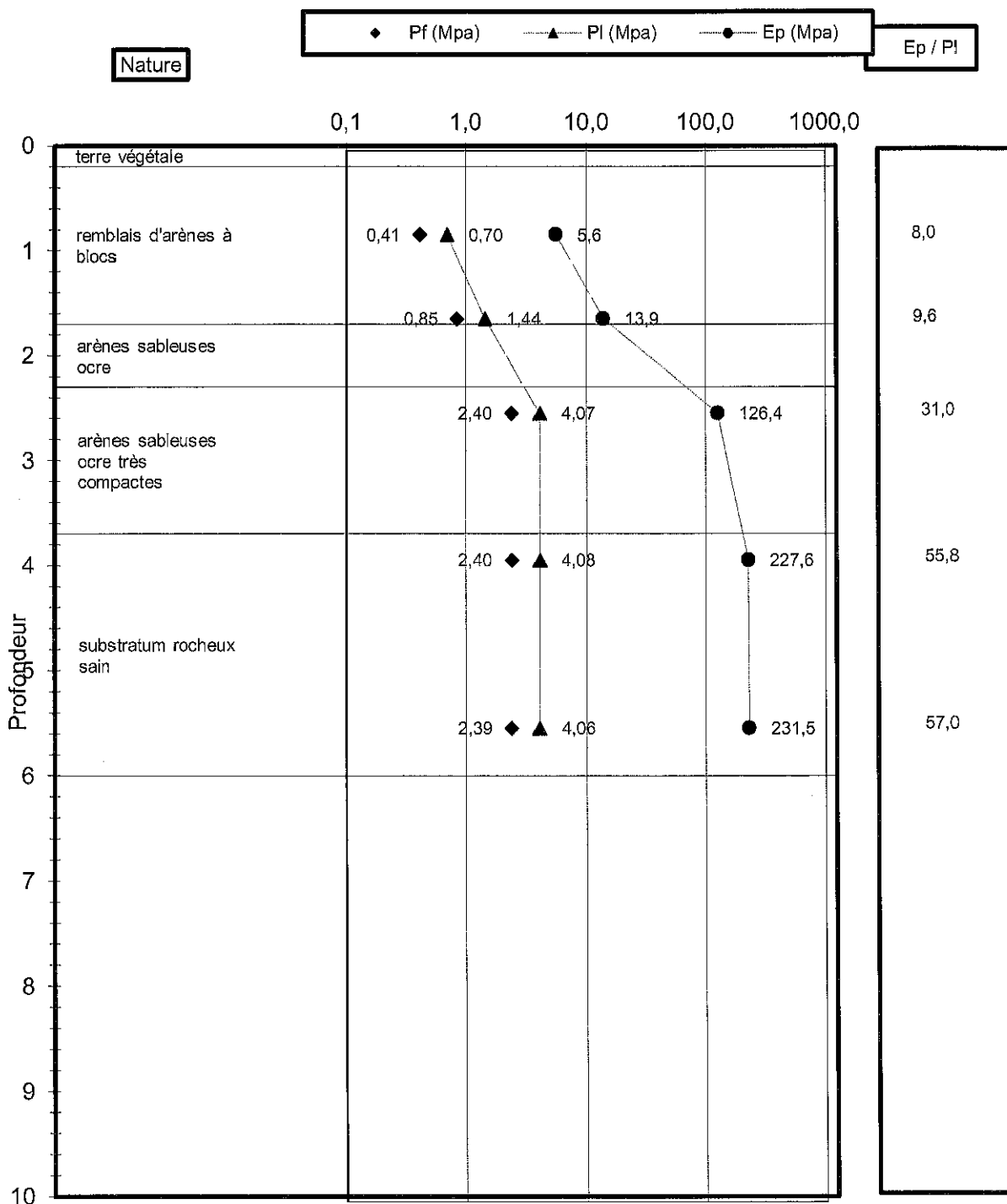
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

292,3





Sondage pressiométrique N° SP5

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,0

Nature

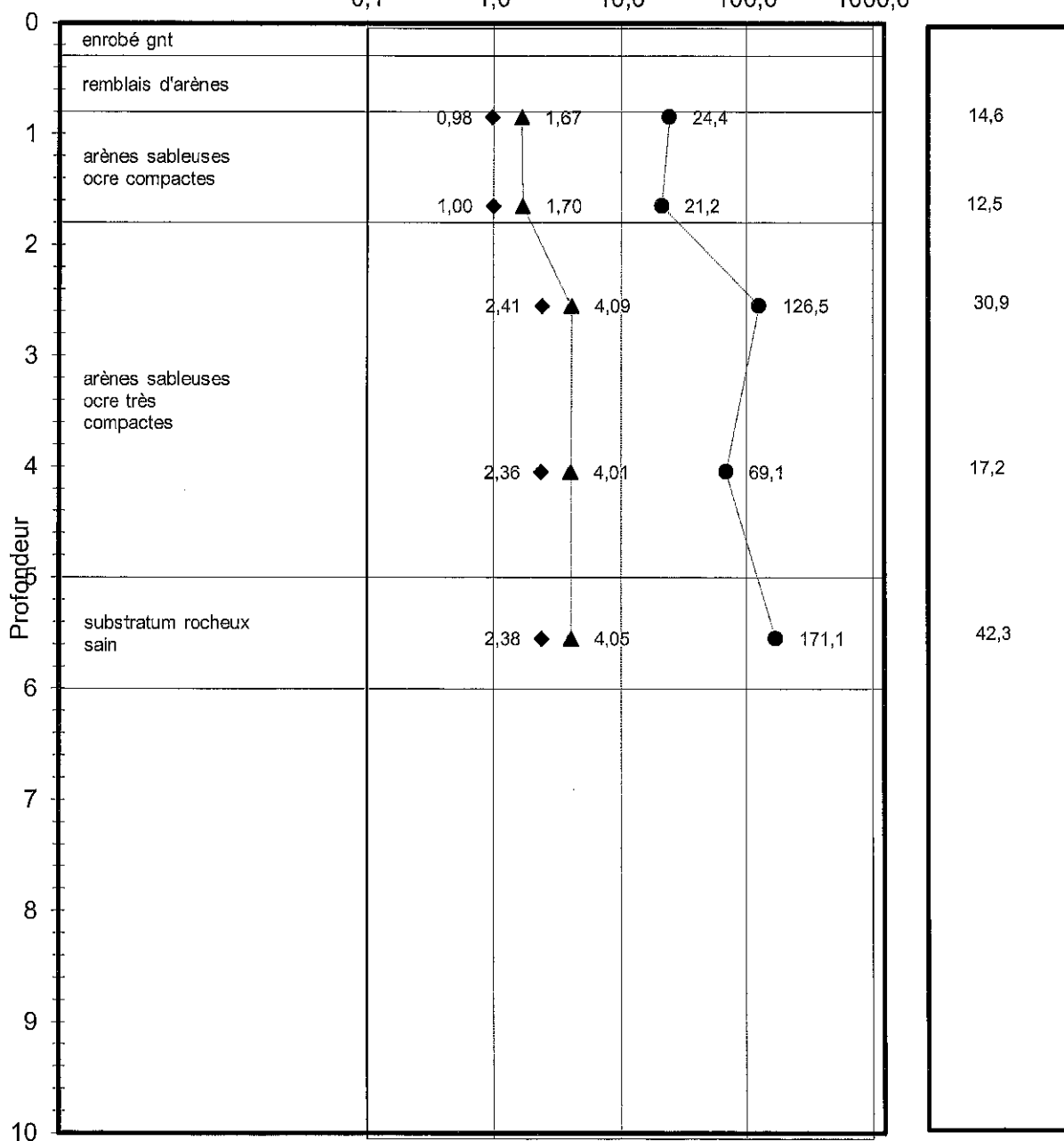
◆ Pf (Mpa)

▲ PI (Mpa)

● Ep (Mpa)

Ep / PI

0,1 1,0 10,0 100,0 1000,0





Sondage pressiométrique N° SP7

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

291,0

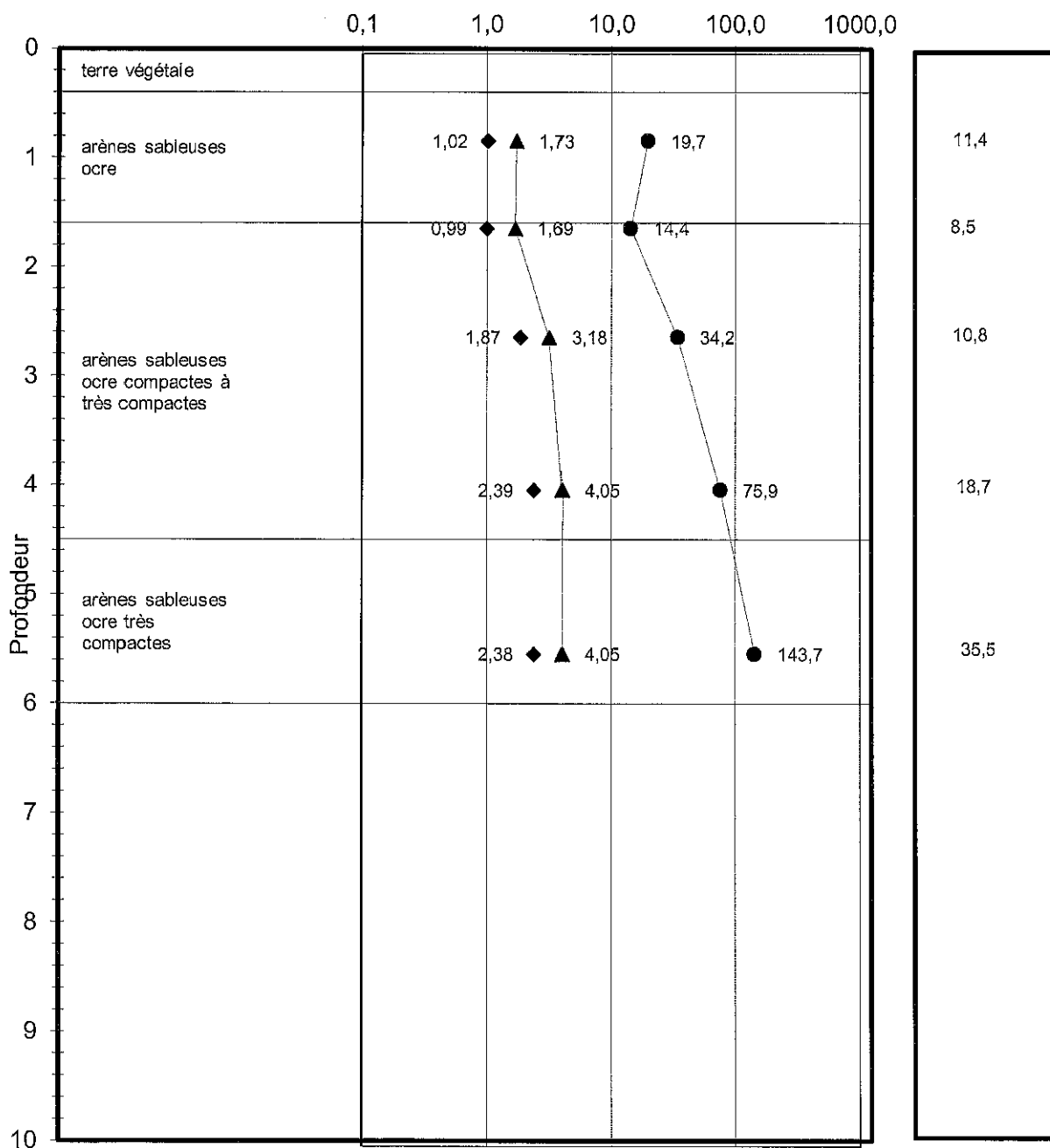
Nature

◆ Pf (Mpa)

▲ PI (Mpa)

● Ep (Mpa)

Ep / PI





Sondage pressiométrique N° SP10

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

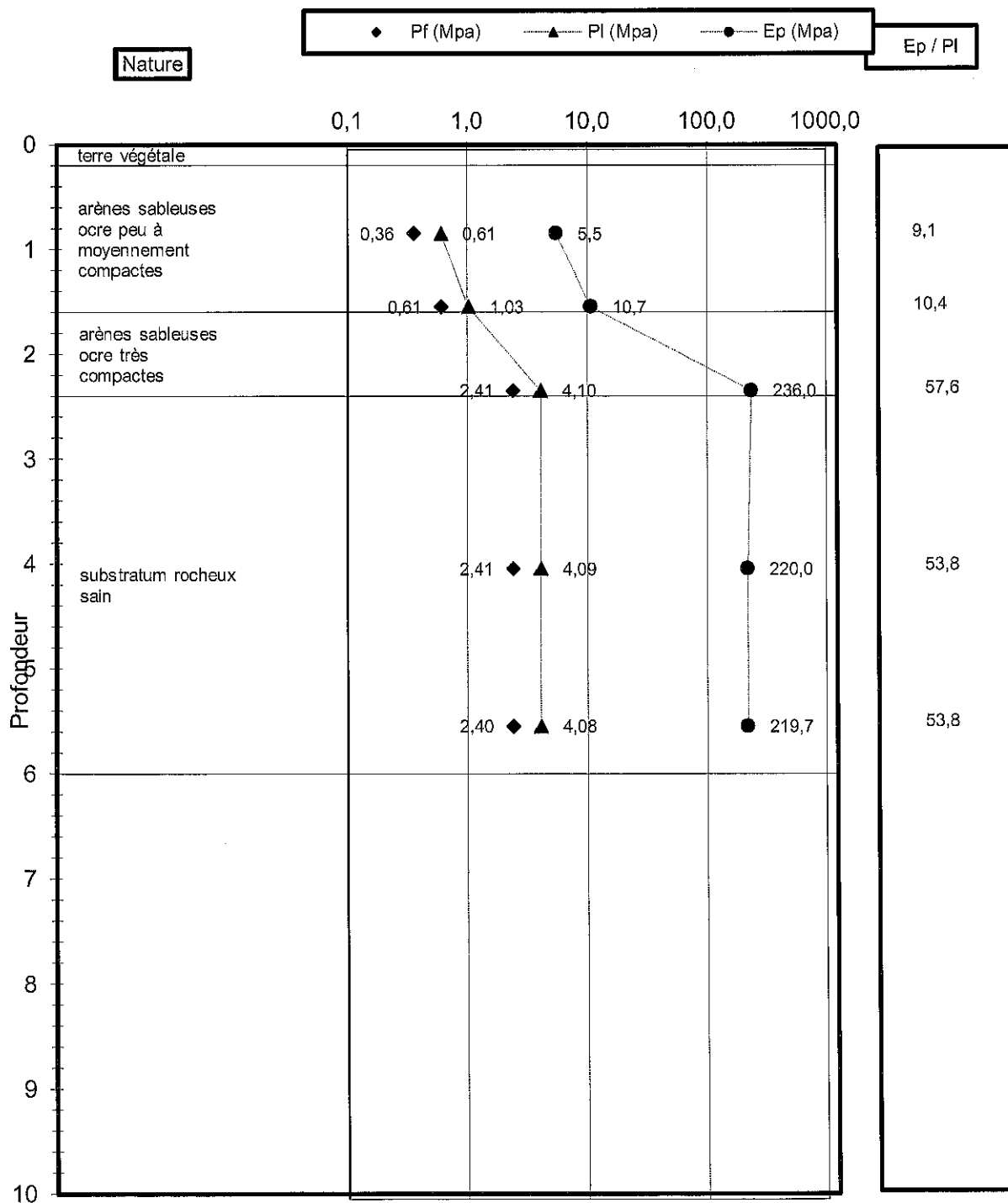
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

288,5





Essai de pénétration dynamique

N° Pd1

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

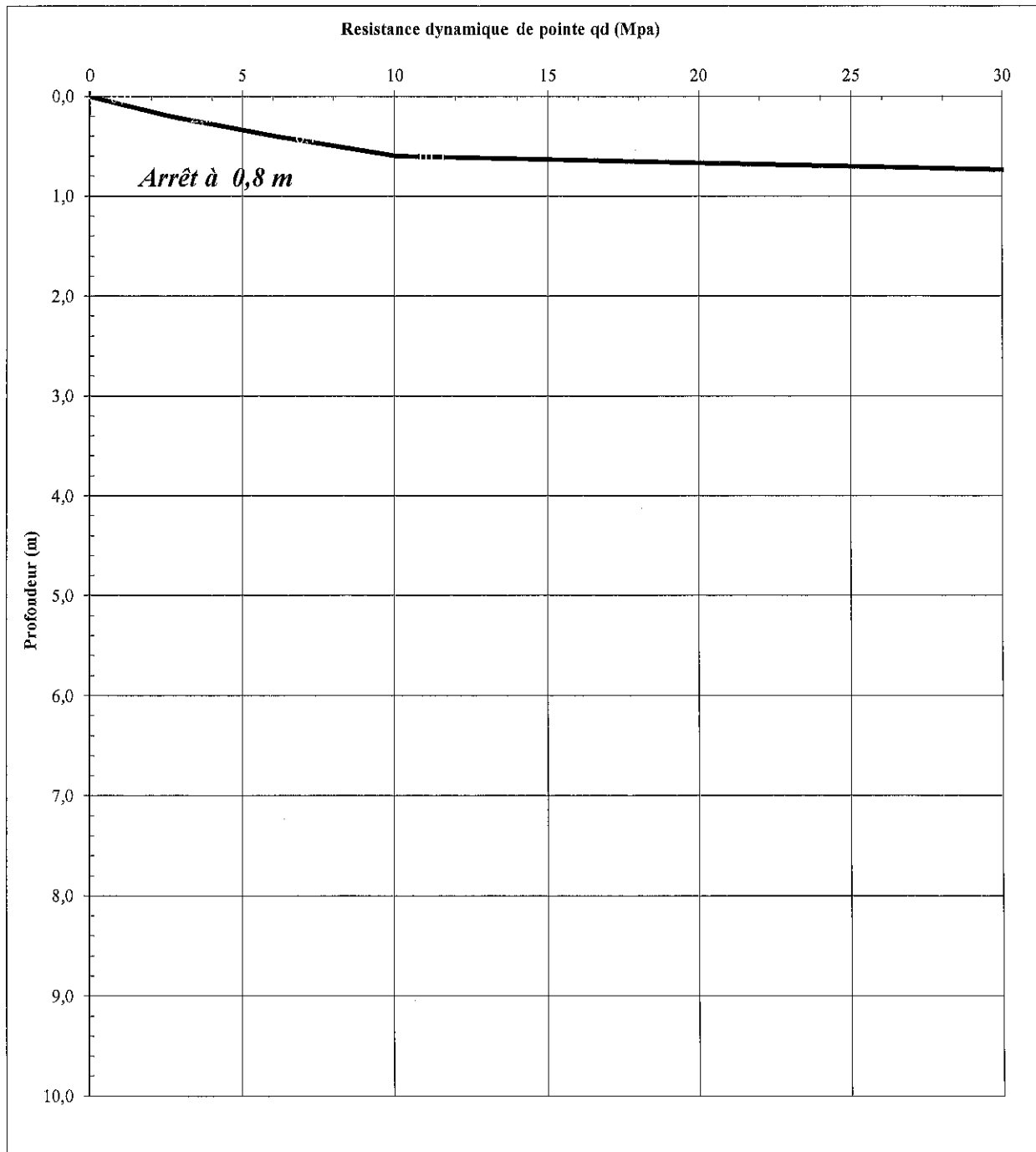
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

2023



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd1'

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

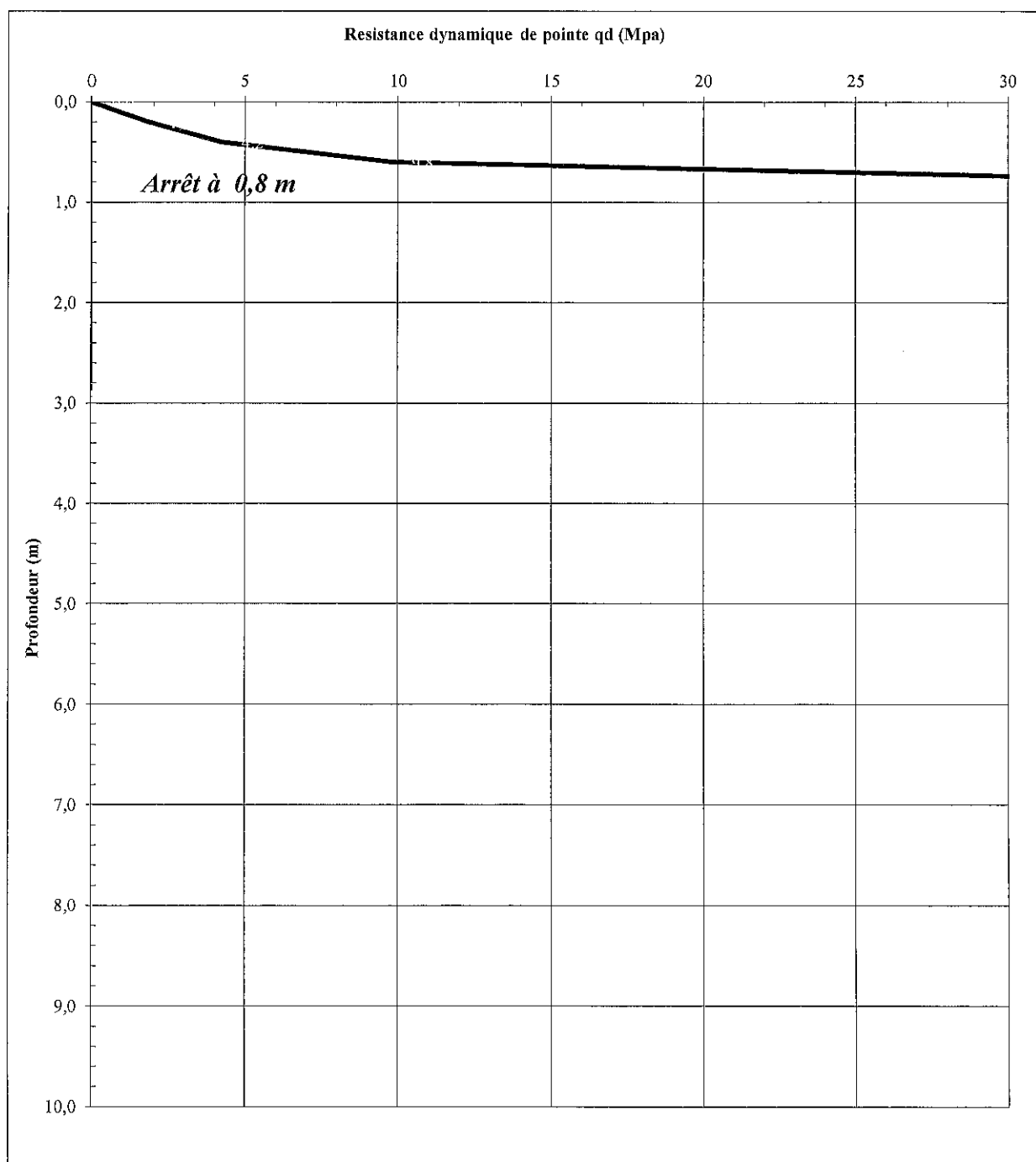
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

2923



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm2) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd1''

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

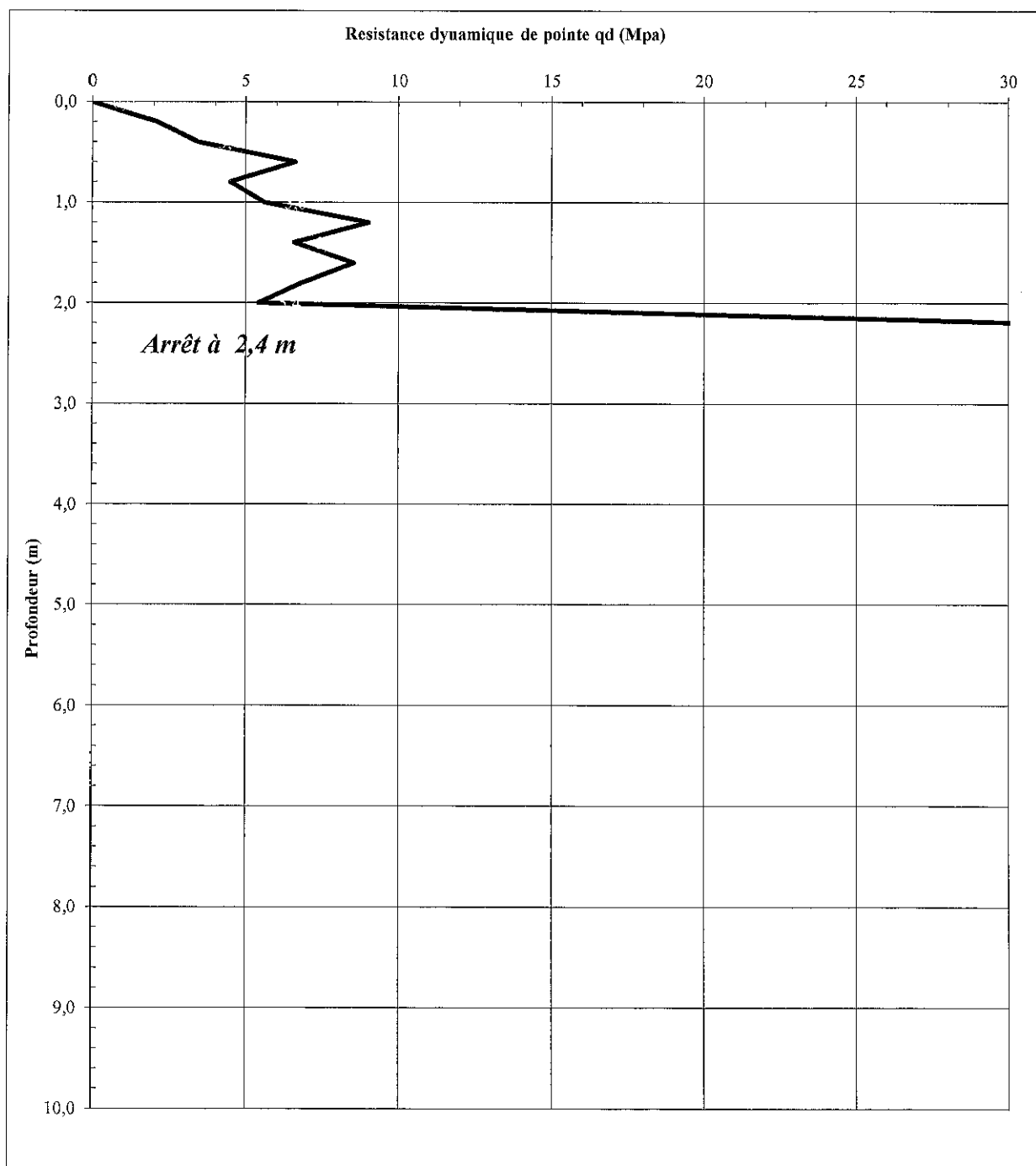
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

292,3



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd2

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

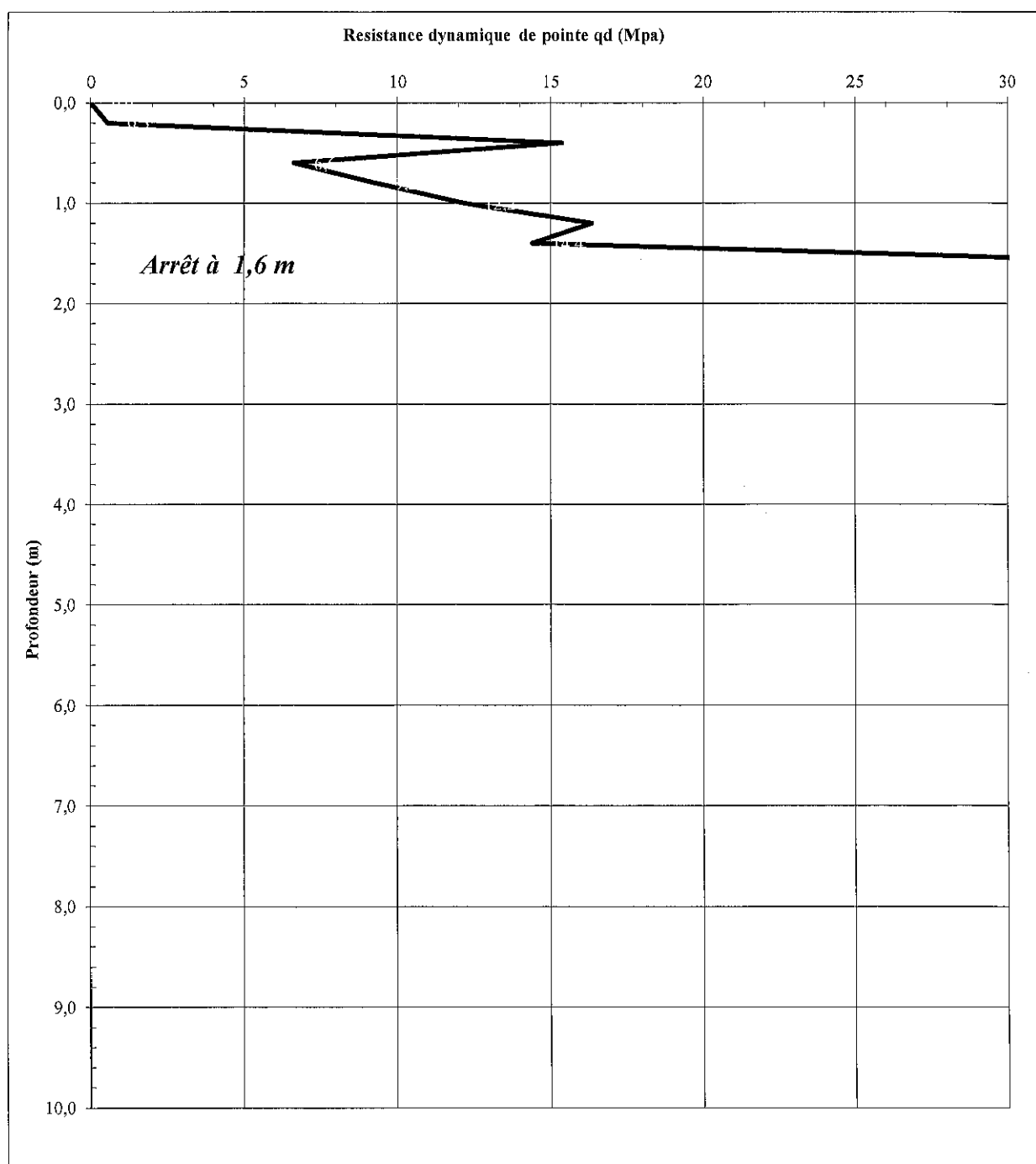
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,8



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm2) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd3

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

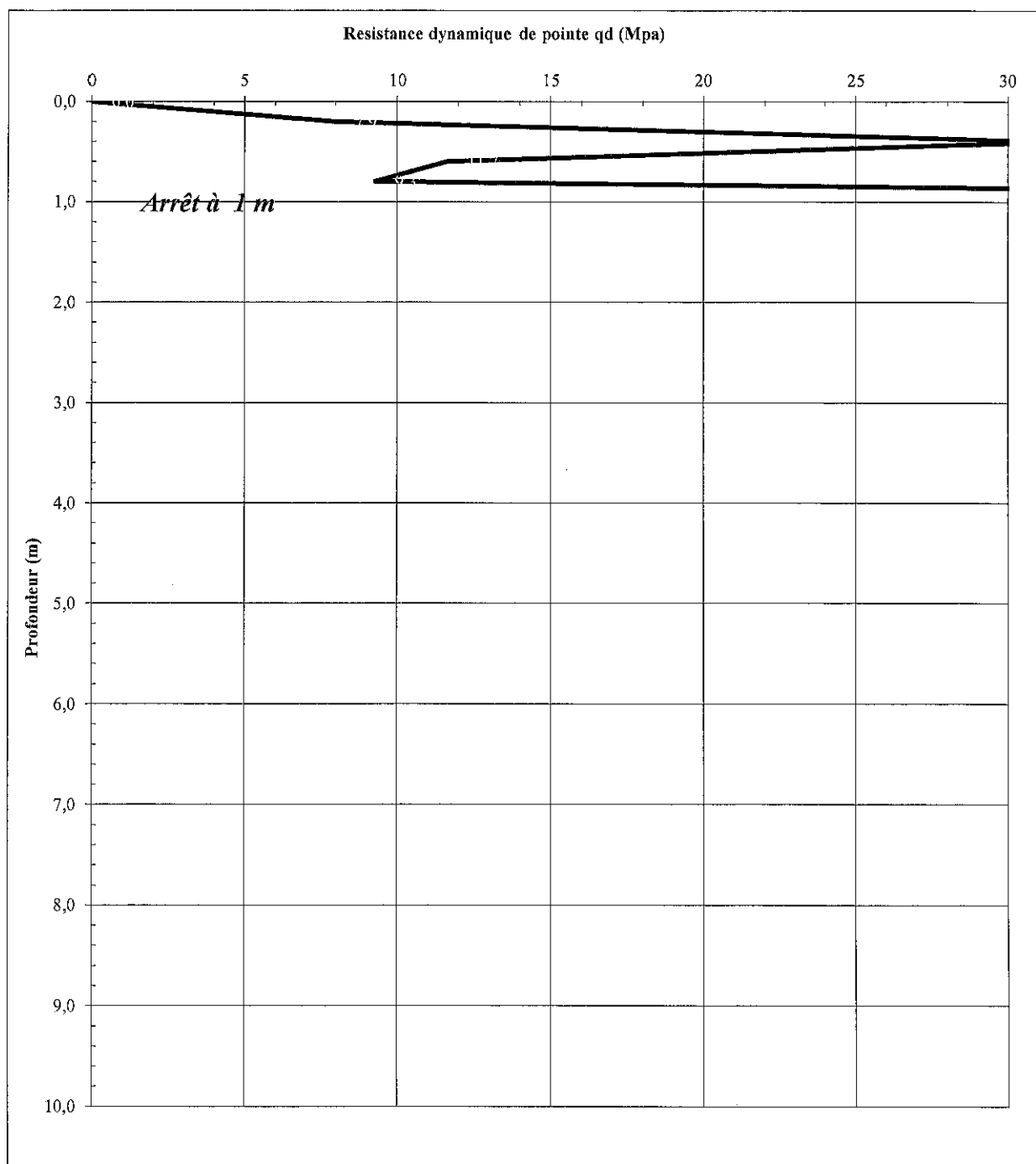
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,6



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

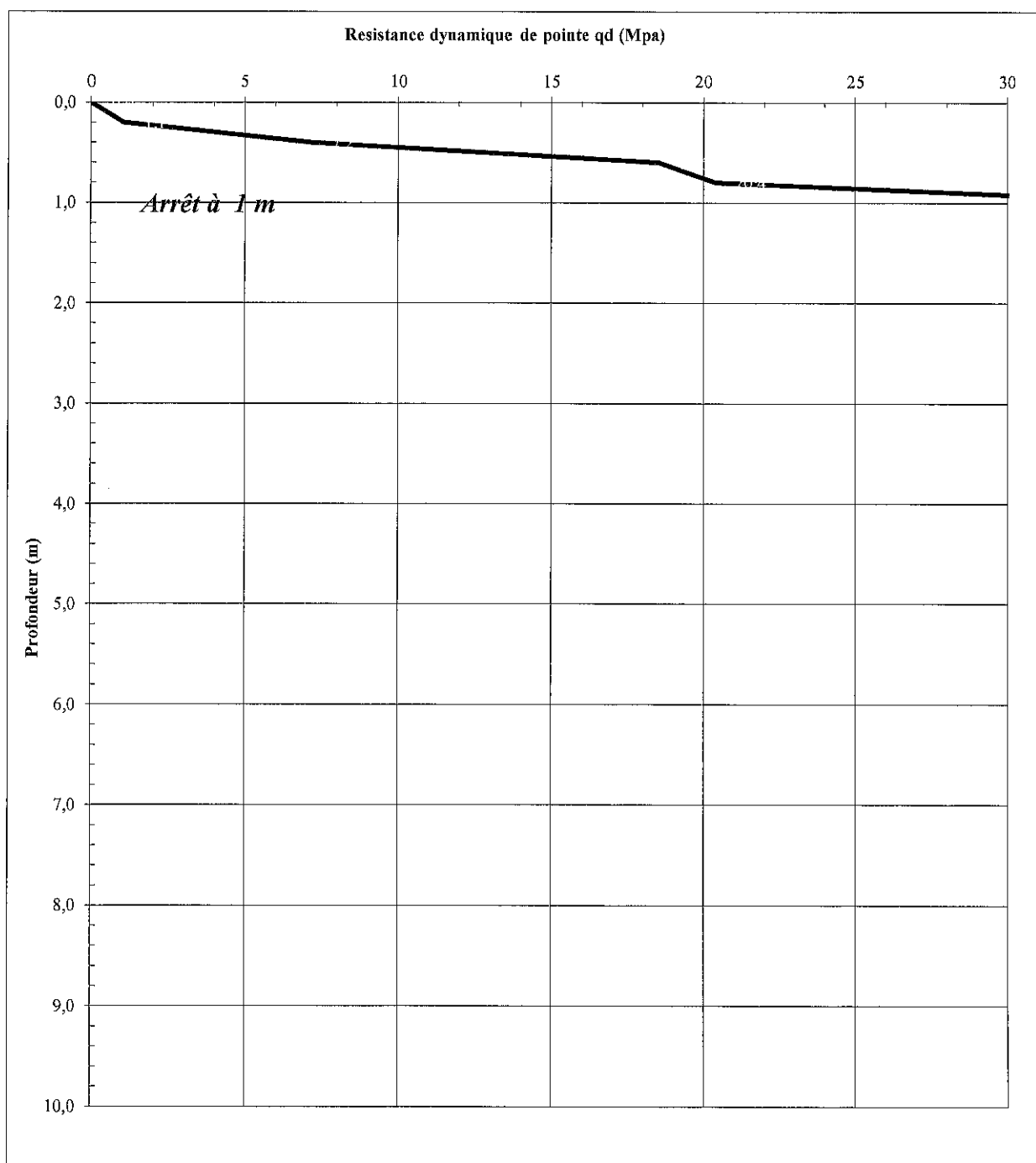
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,9



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd5

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

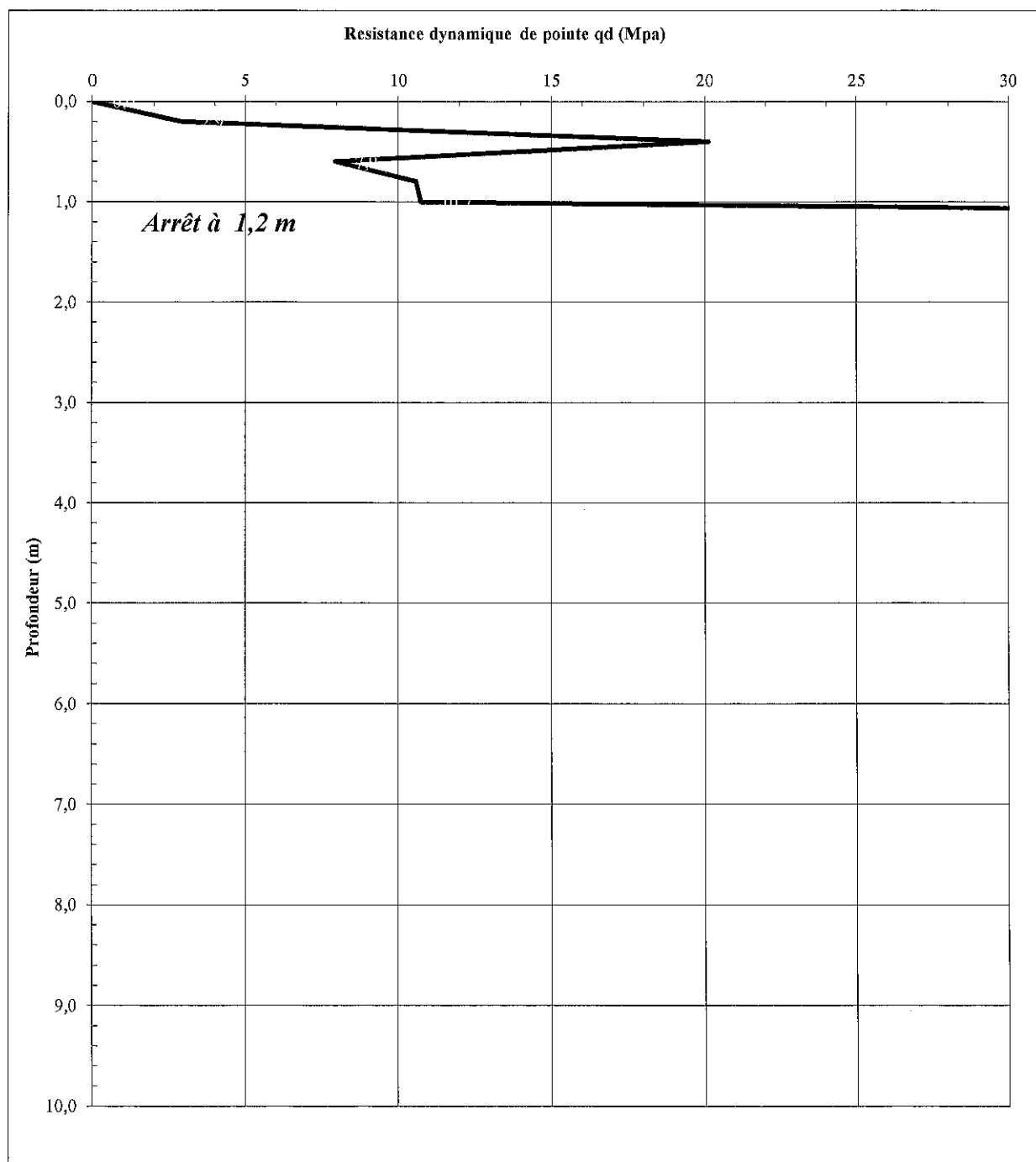
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,0



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm2) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd6

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

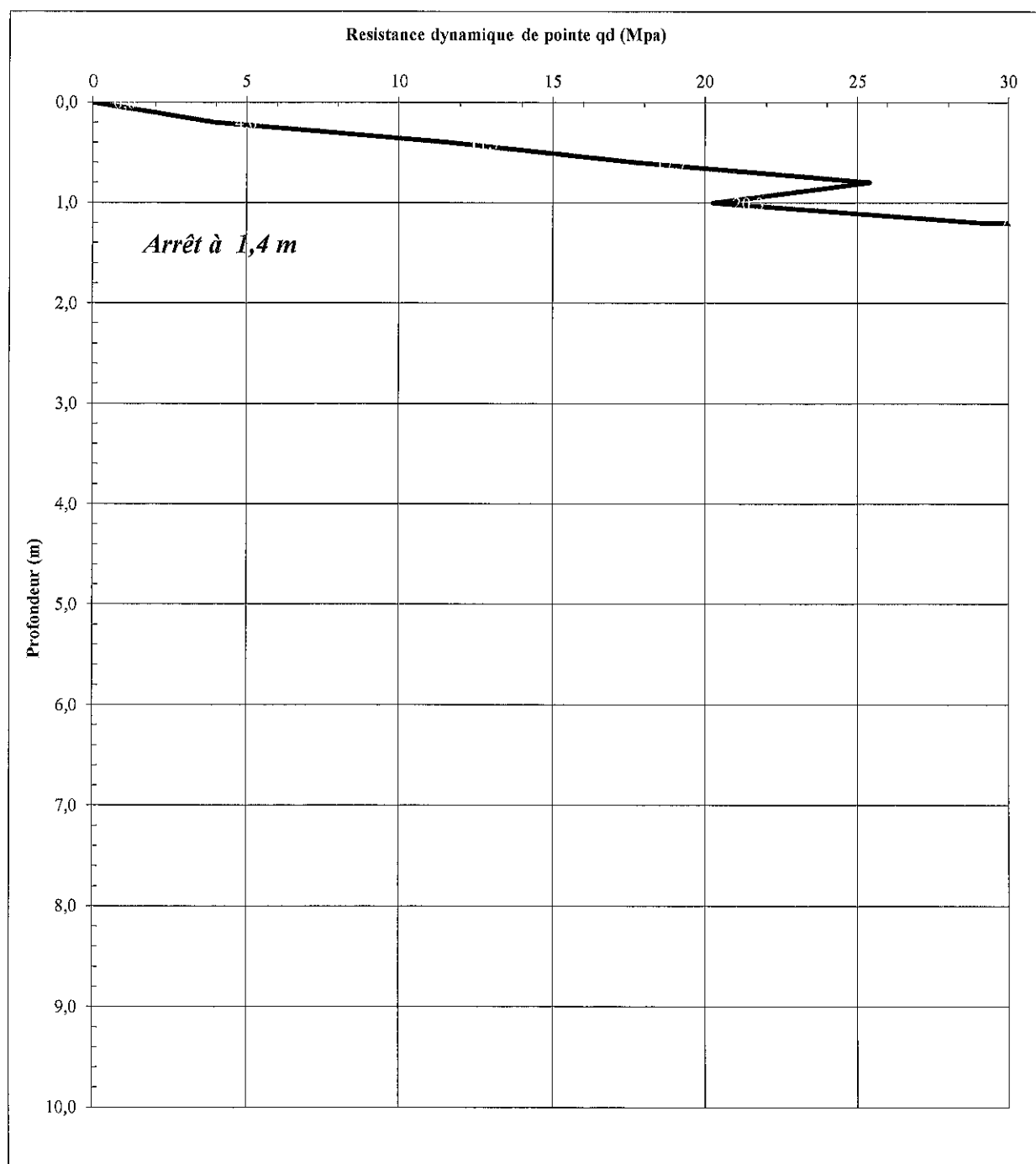
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

290,8



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd7

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

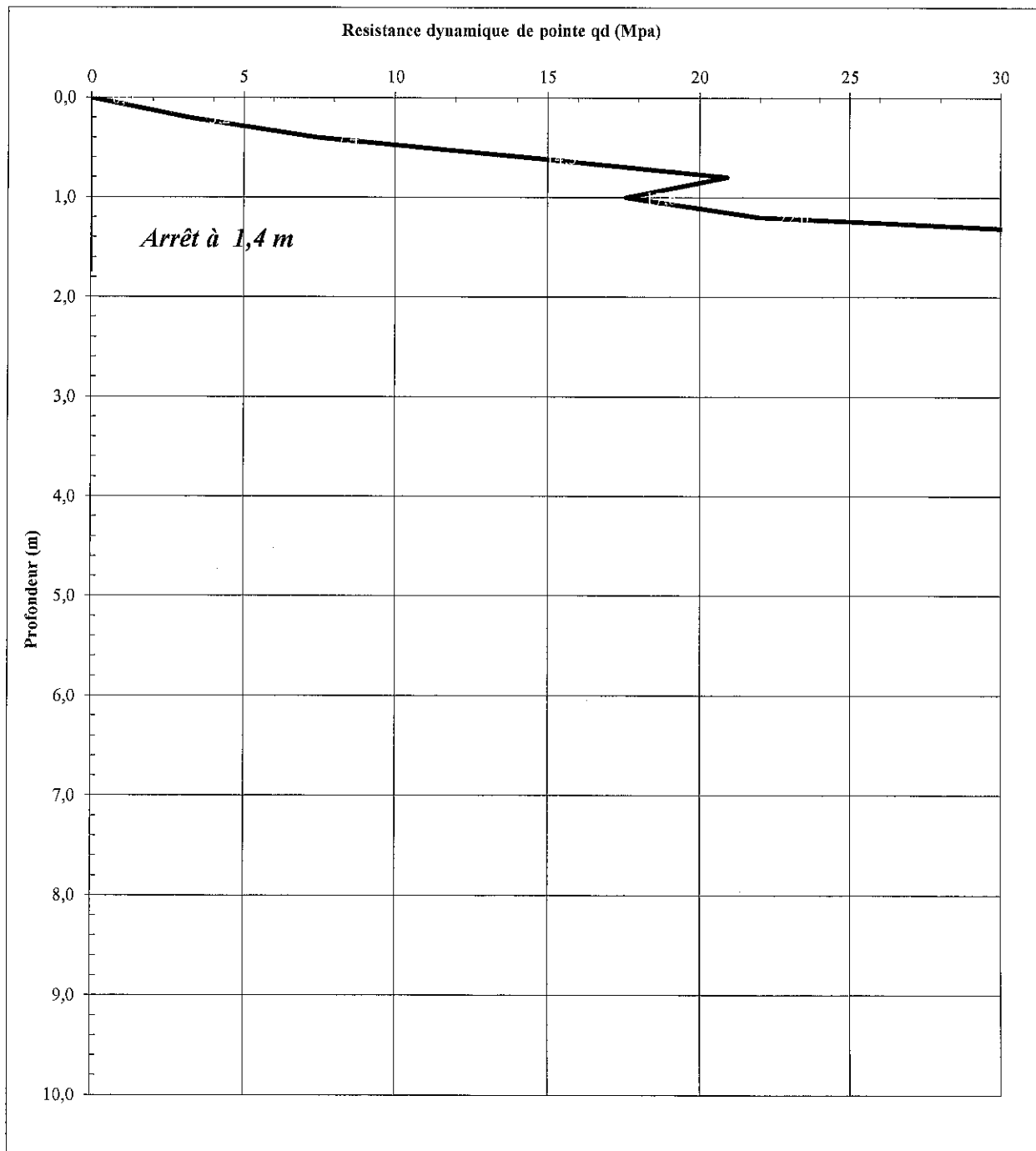
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

291,0



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd8

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

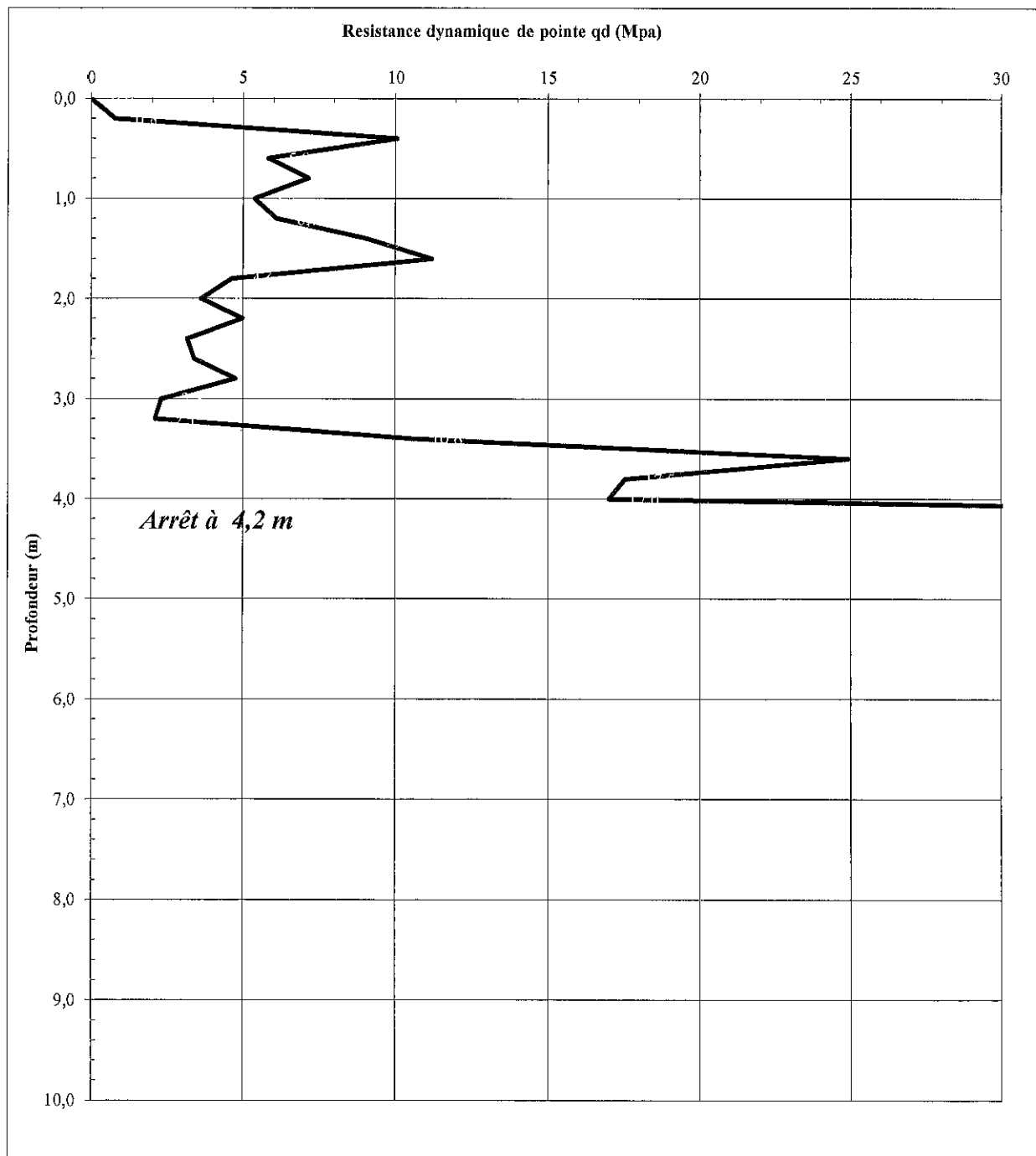
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

2940



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd9

Date :
16/11/2021

Niveau d'eau
/

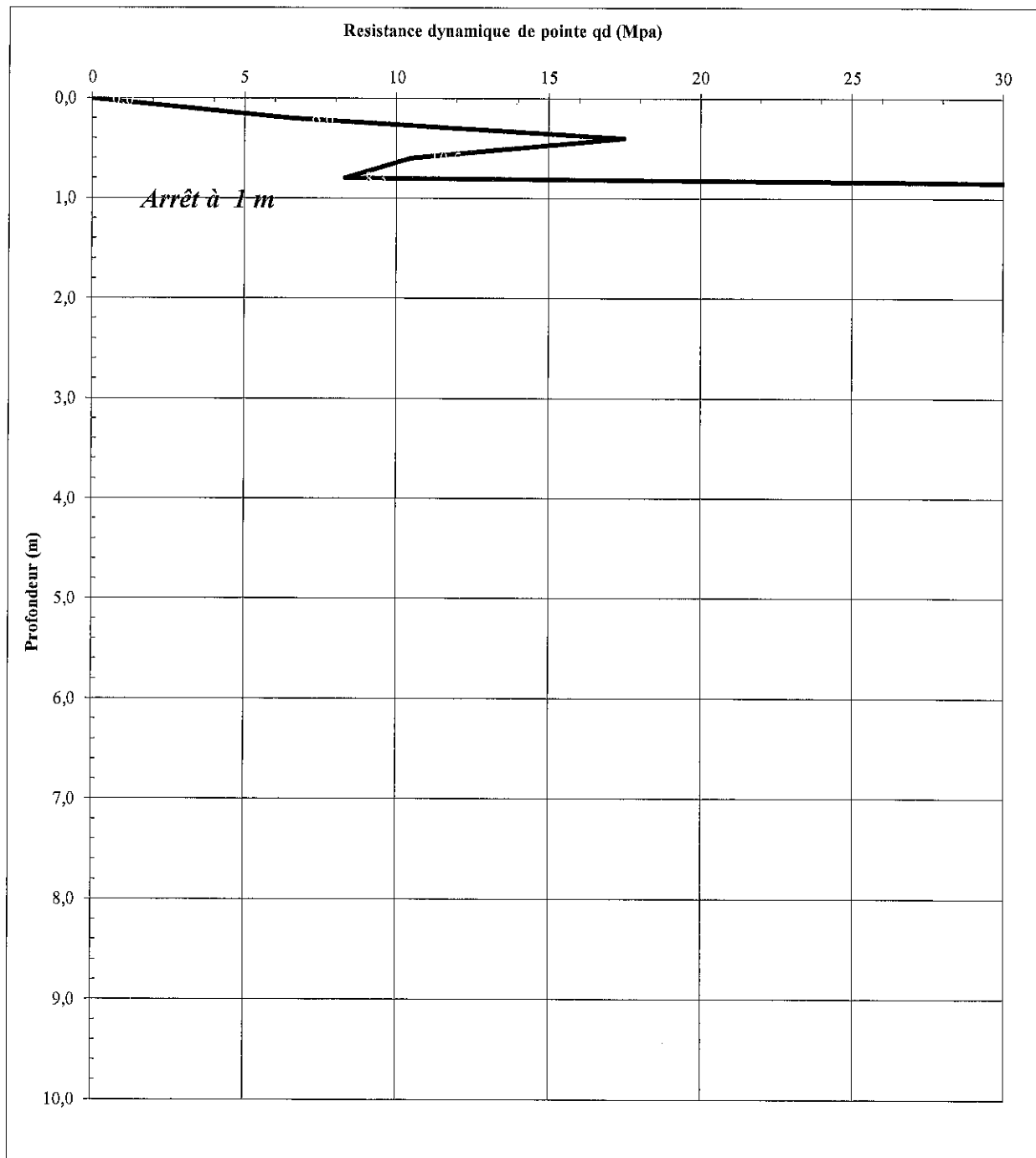
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

288,8



Masse du mouton (kg): 20,2
hauteur de chute (m) : 0,53
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,6
Masse d'une tige (kg) : 3,0



Essai de pénétration dynamique

N° Pd10

Date :
15/11/2021

Niveau d'eau
/

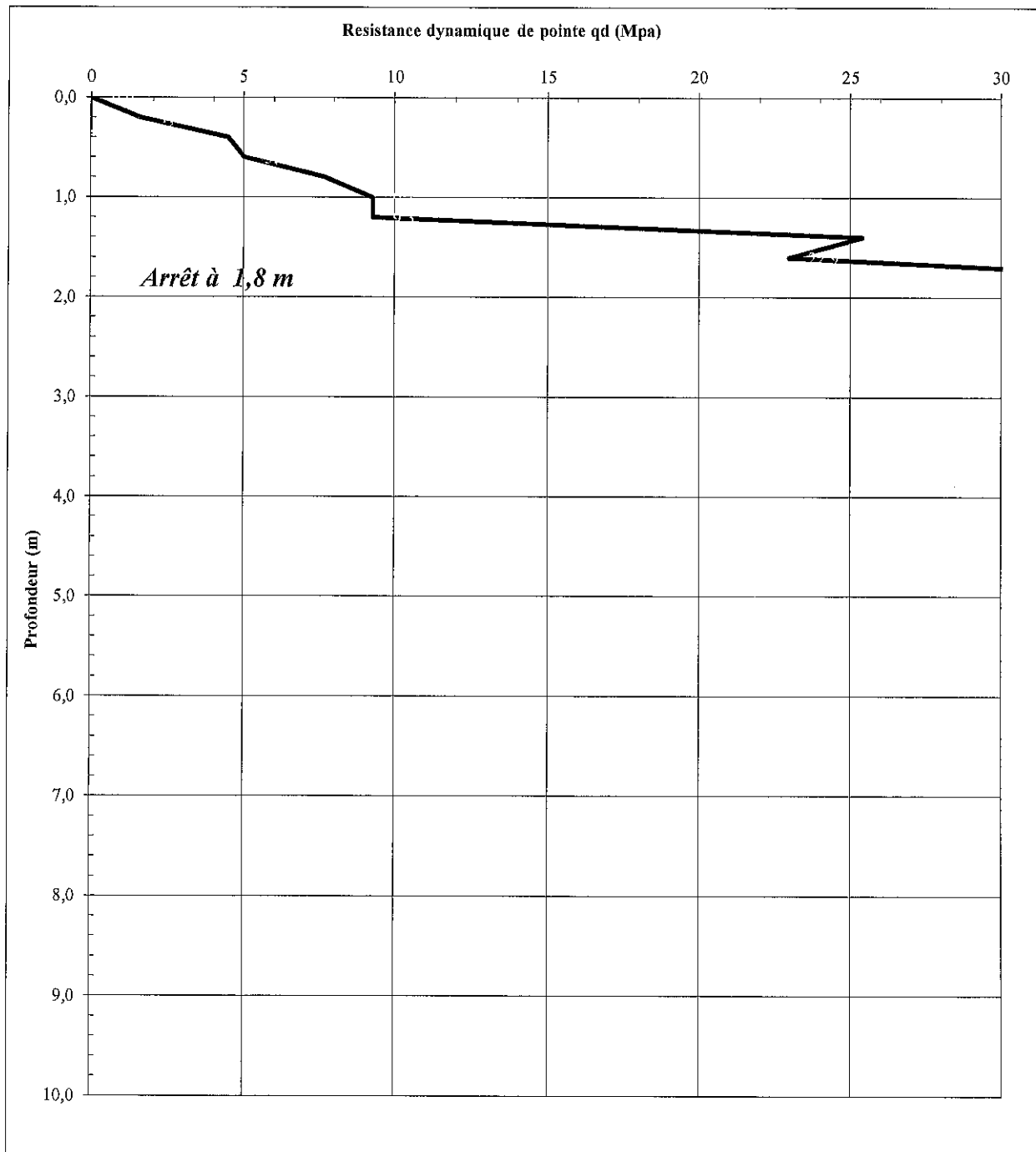
N° de dossier
L21.11.330.a

Affaire :

Extension du bâtiment Dupuytren 1 - CHU - 87 LIMOGES

Altitude :

288,5



Masse du mouton (kg): 30,0
hauteur de chute (m) : 0,20
Section pointe (cm²) : 9,6

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 2,4
Masse d'une tige (kg) : 3,0

DEPARTEMENT DE LA HAUTE-VIENNE

VILLE DE LIMOGES

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

PLAN TOPOGRAPHIQUE

- Zone A -

- Planimétrie rattachée au système LAMBERT II
- Altimétrie rattachée au Nivellement Général de la France (NGF 69).

Echelle : 1/250

Dossier : 2016.169_Zone-A

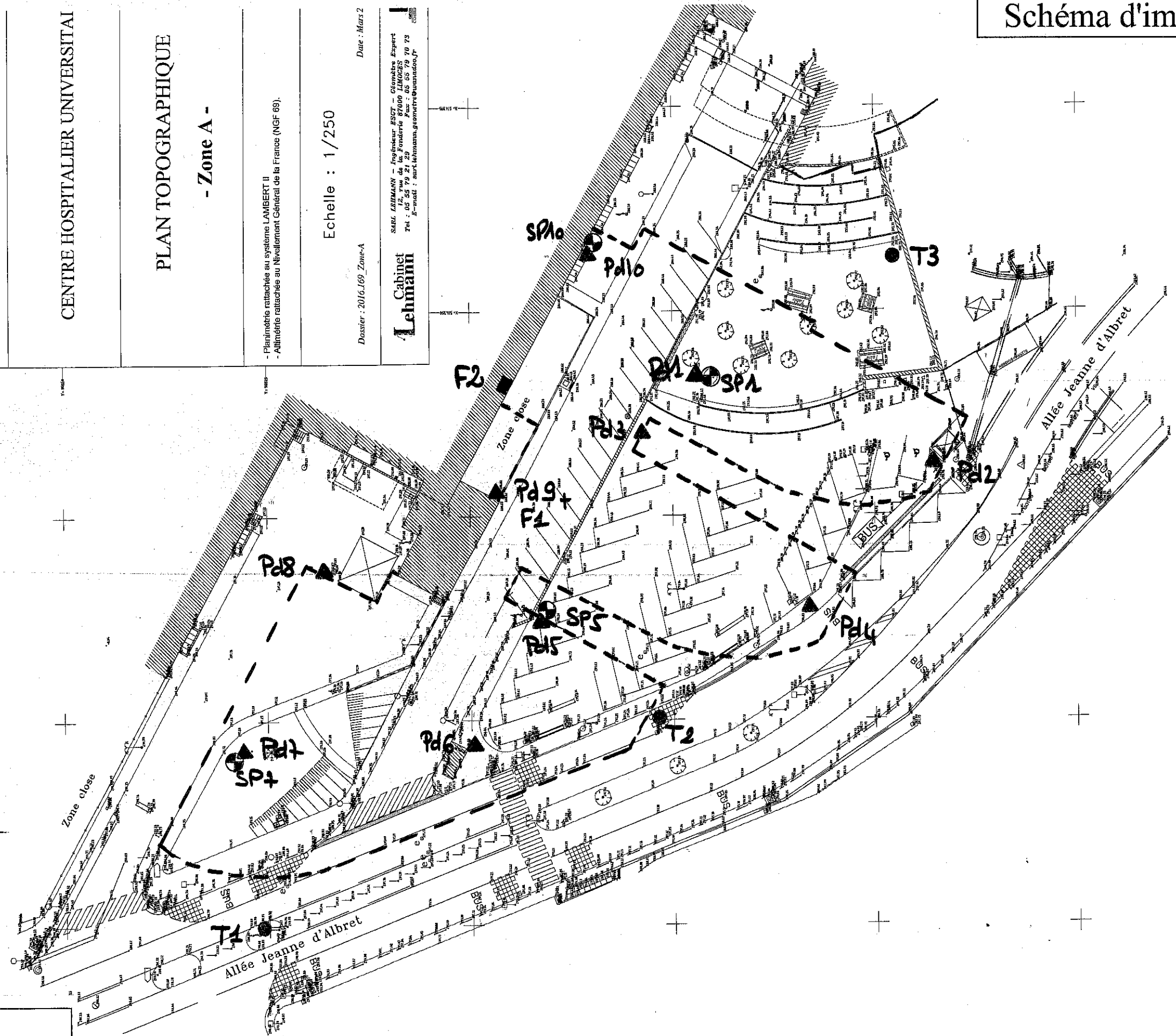
Date : Mar 2

Cabinet
Lehmann

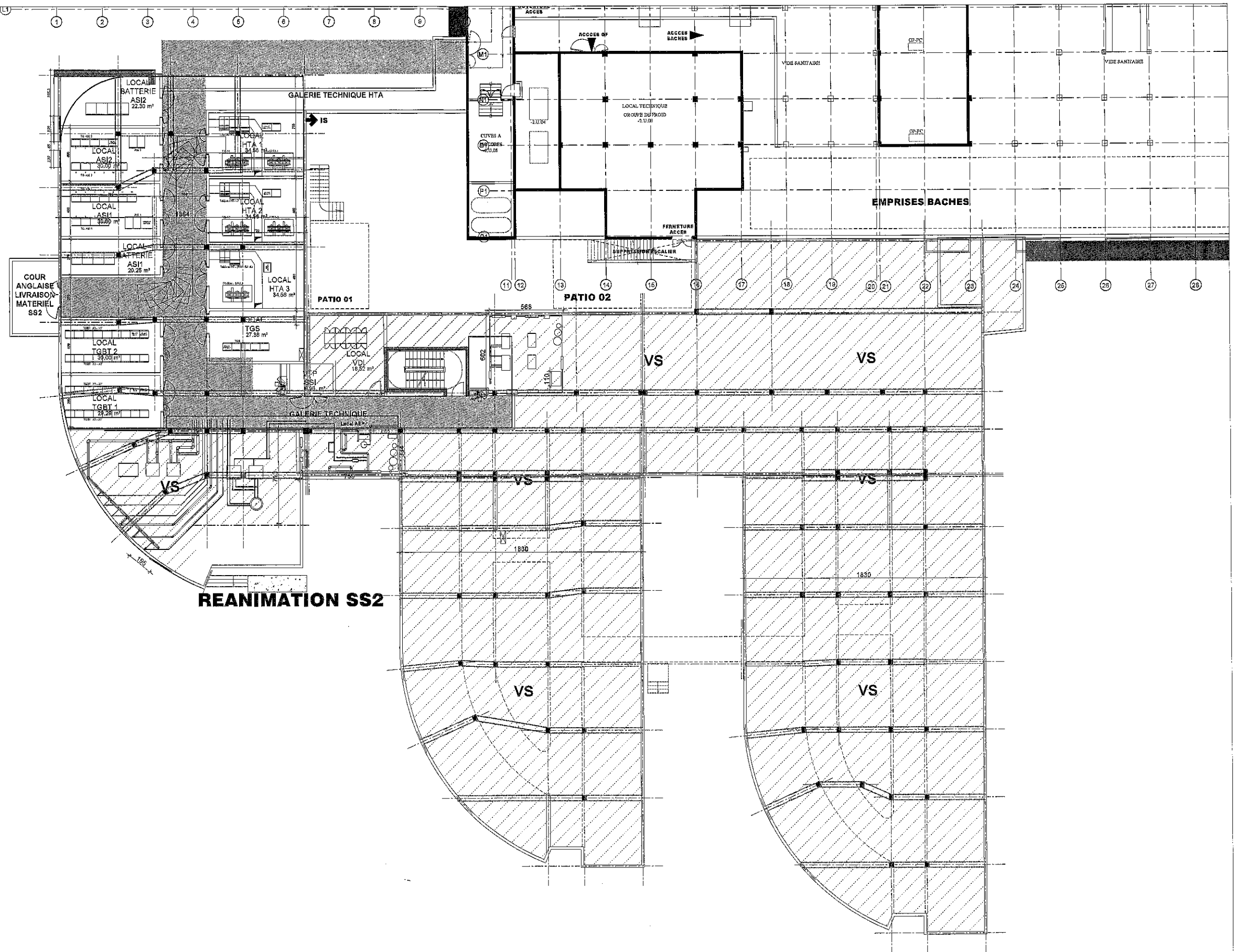
SARL LEHMANN - Ingénieur ESCT - Géomètre Expert
12, rue de la Fontaine 87000 LIMOGES
Tel : 05 55 79 21 29 Fax : 05 55 79 70 73
E-mail : sarl.lehmann.gem@wanadoo.fr

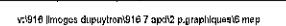
N

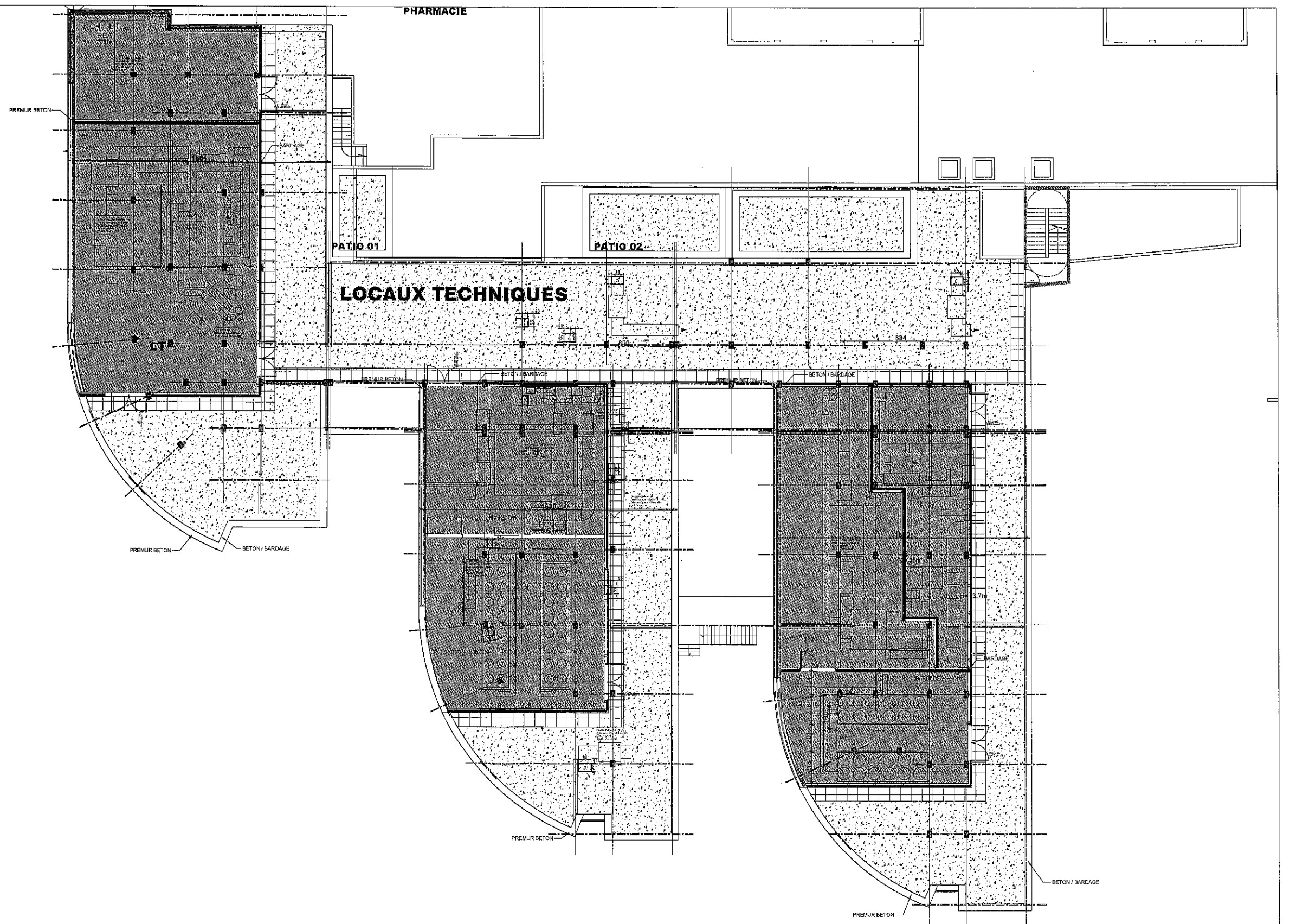
0 10 m

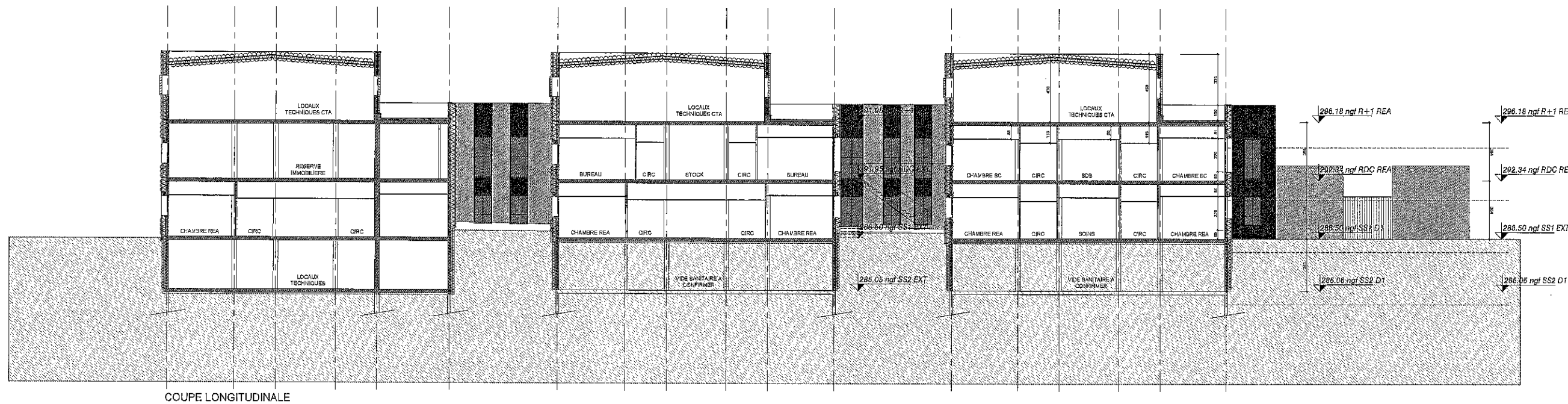
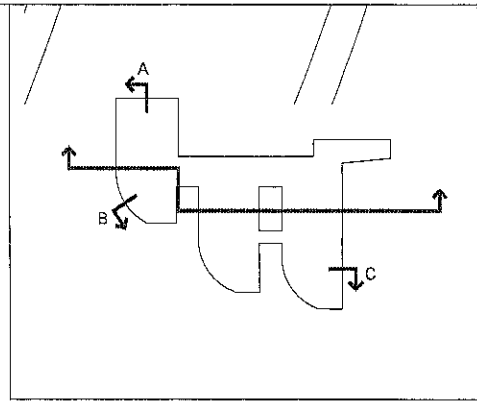


- Recherche fondation
- Sondage à la tarière
- Sondage pressiométrique
- Sondage au pénétromètre dynamique

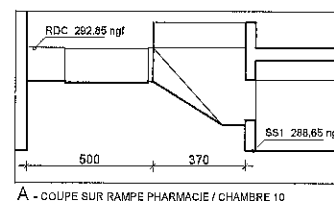




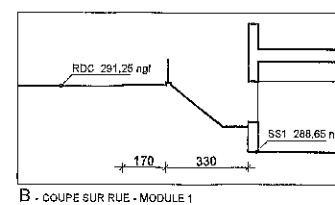




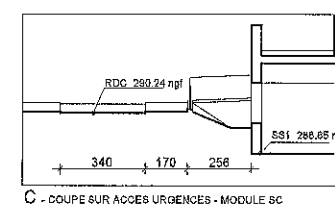
COUPE LONGITUDINALE



A - COUPE SUR RAMPE PHARMACIE / CHAMBRE 10



B - COUPE SUR RUE - MODULE 1



C - COUPE SUR ACCES URGENCES - MODULE SC

Schéma de situation

