



17 rue Mignet
87100 LIMOGES
☎ : 05.55.32.41.93

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

Construction d'un bâtiment IRM

Site HFME

87 - LIMOGES

Etude géotechnique de Conception – Phase PRO

Dossier : L25.11.166.C

Etude géotechnique de Conception – Mission G₂

Phase Projet (PRO)

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

- le rapport d'étude géotechnique
- un cahier d'annexes de 35 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 résultats des sondages pressiométriques
 - les résultats des sondages pénétrométriques
 - les résultats des essais de laboratoire
 - un exemple de calcul de paroi micro berlinoise
 - le schéma d'implantation des sondages sur fond de plan topographique succinct
 - le schéma d'implantation des sondages sur fond de plan DOE Fondations HME
 - les plans structure Fondations / Sous-sol
 - les plans structure RDC / R+1
 - le plan du niveau -1
 - le plan du niveau RDC
 - la coupe AA
 - la coupe BB
 - le plan de repérage des réseaux enterrés existants
 - le schéma de situation du projet

Indice	Date	Document	Chargée d'étude	Contrôle interne	Commentaires
B	12/06/26	Rapport G2 PRO	S. RENAUD-DELANNOY	E. HERBRETEAU	/
C	17/06/26	Rapport G2 PRO	S. RENAUD-DELANNOY	E. HERBRETEAU	Complément suite mél CETAB du 15/06/26

Sommaire

1 – CADRE DE L’ETUDE.....	5
1.1 - GENERALITES	5
1.2 - MISSION	5
1.3 - DOCUMENTS FOURNIS.....	6
1.4 - NORMES ET REGLES DE DIMENSIONNEMENT UTILISEES.....	7
2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET	7
2.1 - DESCRIPTION DU PROJET.....	7
2.2 - SURCHARGES APPORTEES PAR L’OUVRAGE.....	8
2.3 - DESCRIPTION DU SITE	8
2.4 - GEOLOGIE LOCALE	8
2.5 - CONTEXTE SISMIQUE	8
2.6 - ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES	9
2.7 - AVOISINANTS	9
3 – PROGRAMME D’INVESTIGATIONS.....	10
3.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	10
3.2 - ESSAIS EN LABORATOIRE	10
4 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS	11
4.1 - RECONNAISSANCES IN SITU	11
4.2 - ESSAIS DE LABORATOIRE	11
5 - SYNTHESE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS	12
5.1 - SYNTHESE GEOTECHNIQUE	12
5.2 - SYNTHESE GEOMECHANIQUE	12
5.3 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE.....	13
5.4 – SENSIBILITE A LA SECHERESSE DES SOLS	13
6 – ADAPTATION DE L’OUVRAGE.....	13
7 - MODELE GEOTECHNIQUE RETENU.....	13
8 - TERRASSEMENTS.....	14
8.1 - DEBLAI	14
8.2 – REMBLAIS CONTIGUS	14
8.3 – PROTECTION DES PLATEFORMES EN PHASE CHANTIER	15
8.4 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D’EXECUTION	15
9 – FONDATIONS PROFONDES PAR MICROPIEUX.....	16
9.1 – JUSTIFICATION DES MASSIFS DE FONDATIONS	16
9.2 – FONDATIONS PROFONDES ANCREES DANS LA FORMATION « 4 »	16
9.2.1 – Descentes de charge.....	16
9.2.2 – Sols d’assise et conditions d’ancrage.....	17
9.2.3 – Hypothèses complémentaires.....	17
9.3 - RESULTATS.....	18
9.3.1 – Portance micropieux	18
9.3.2 – Efforts dans les pieux sous sollicitations latérales	19
9.3.3 – Vérification de l’armature.....	19
9.3.4 - Flambement.....	19
9.3.5 – Frottement négatif.....	20
9.4 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D’EXECUTION	20
10 – STABILISATION.....	21
10.1 - GENERALITES	21
10.1.1 – Phase provisoire.....	21

10.1.2 – Phase définitive.....	22
10.2 – STABILISATION EN PHASE PROVISOIRE	22
10.2.1 - Méthodologie.....	22
10.2.2 – Hypothèses retenues	22
10.2.3 – Calculs de dimensionnement	23
10.3 - DISPOSITIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	23
11 – PRINCIPE DE PLANCHER-BAS	24
12 – DRAINAGE.....	24
13 – OBSERVATIONS DIVERSES.....	25

1 – CADRE DE L'ETUDE

1.1 - Généralités

La présente étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction d'une IRM derrière le bâtiment principal de l'HFME situé avenue Dominique Larrey sur la commune de LIMOGES – 87 (voir plan de situation en annexe).

Elle est réalisée à la demande et pour le compte de : CHU DE LIMOGES
2, avenue Martin Luther King
87042 LIMOGES CEDEX

Elle fait suite aux devis et réceptions des commandes et documents suivants :

- devis du 26/06/2025 et commande du 07/07/2025 reçue le 10/07/2025
- devis du 04/02/2026 et commande du 17/02/2026 reçue le même jour
- descentes de charge phase PRO fournies le 14/04/2026
- plans architecte et BET Structure phase DCE fournis le 11/06/2026

Le présent rapport annule et remplace le précédent (n°L25.11.166.b du 12/06/2026).

1.2 - Mission

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

➤ *en phase G2_{AVP}*

- 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 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) ;
- de définir l'influence de l'eau sur le projet et plus particulièrement les modalités de drainage ;
- 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).

➤ **en phase G2_{PRO}**

- de fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier),
- de fournir 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),
- de fournir des notes de calcul de dimensionnement.

A partir des définitions proposées par la norme NF P 94-500 – novembre 2013, cette étude peut être classée dans les missions du type G₂ - PRO.

Les aspects suivants ne font pas partie de la mission :

- les diagnostics pollution
- enquêtes hydrogéologiques (suivi piézométriques notamment) pour définition des niveaux des plus hautes eaux (EE, EB, et EH)
- enquêtes hydrologiques pour définition de la cote d'inondation
- l'approche des quantités des ouvrages géotechniques
- l'assistance pour le DCE et le choix des entreprises

1.3 - Documents fournis

Les documents suivants nous ont été fournis :

➤ **en phase G2_{AVP}**

- Dossier Esquisse Architecte du 13/10/2025 :
 - Plans des niveaux SS2 à R+2 EDL
 - Plans des niveaux SS1 à R+2 Projet
- Dossier de plan DOE HME :
 - Plan des niveaux SS2 à R+4
 - Coupes AA à GG
 - *Plan de coffrage fondation zones 3-4-5
 - Plans structures
- *Plan topographique très succinct de la zone
- *Plan de repérage des réseaux enterrés existants
- Dossier Architecte du 31/03/2026 :
 - Coupes AA et BB
- Dossier BET Structure APD :
 - Plans de coffrage Fondations / Sous-sol / RDC / R+1 transmis le 19/03/2026
 - Descentes de charges transmis le 12/03/2026

➤ **en phase G2_{PRO}**

- Dossier DCE Architecte reçu le 11/06/2026 :
 - *Plan du niveau-1
 - *Plan du niveau RDC
 - Plans des niveaux R+1 et R+2
 - *Coupes AA et BB
 - Façades
- Dossier DCE BET Structure :
 - *Plans GO01 Fondations / Sous-sol + Coupe A reçus le 11/06/2026
 - *Plans GO02 RDC / R+1 + Coupe B + Perspective reçus le 11/06/2026
 - Descente de charges et combinaisons d'action en tête de micropieux reçus le 14/04/2026

* : extraits annexés au présent rapport

1.4 - Normes et règles de dimensionnement utilisées

- Eurocode 7 Calcul Géotechnique - NF P94-262 – Fondations profondes
NF P94-282 – Ouvrages de soutènement - Ecrans
- D.T.U. 13.1 fondations superficielles
- Normes AFNOR concernant la réalisation des différents essais de reconnaissance

2 – CARACTERISTIQUES DU PROJET

2.1 - Description du projet

Il est prévu la construction d'un ouvrage, d'une surface au sol d'environ 14 m x 18 m, qui comportera un niveau partiel en sous-sol et deux niveaux en superstructure. Le sous-sol SS1 présentera une surface au sol d'environ 9 m x 14 m.

Les niveaux-bas sont prévus aux mêmes altitudes que les niveaux-bas existants, soit :

- Niveau -1 : 258,0
- Niveau RDC : 261,0

Pour info, altitude niveau-bas Niveau -2 : 255,0

Suite à la phase G2AVP, les adaptations de l'ouvrage suivantes ont été retenues par la maîtrise d'œuvre :

- Fondations profondes par micropieux ancrés dans la formation « 4 »
- Plancher-bas porté

2.2 - Surcharges apportées par l'ouvrage

Les surcharges maxi apportées par l'ouvrage devraient être voisines de (éléments fournis par le BET structure) :

- Descentes de charges ponctuelles : ≈ 300 à 1000 kN (E.L.S.)
- Efforts horizontaux de type sismique : ≈ 100 à 134 kN (Niveau -1)

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

2.3 - Description du site

Lors de notre intervention en Mars 2026, le site se présentait sous la forme d'une zone de stationnement pour véhicule léger entre les carreaux de ventilation, la cour logistique située au niveau SS1, le bâtiment existant et un talus / mur de soutènement.

L'ensemble du site avait un pendage général vers le Nord-Est.

Nota : l'altitude de référence 261,0 permettant le relevé des sondages a été prise égale à celle du seuil d'entrée au niveau RDC du bâtiment existant.

2.4 - Géologie locale

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

2.5 - Contexte sismique

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

- La zone de sismicité et le coefficient d'accélération à prendre en compte selon le décret du 22 octobre 2010 sont les suivants sur le secteur :

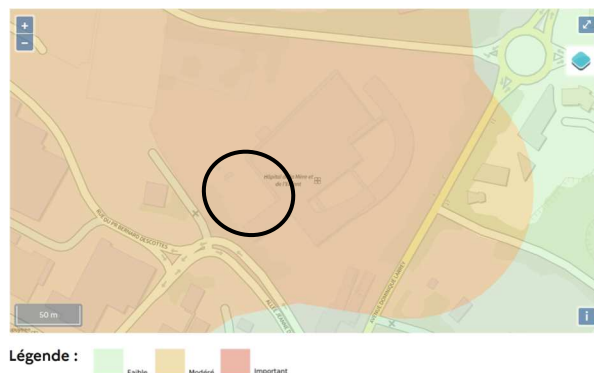
zone de sismicité	Niveau d'aléa	Coefficient d'accélération agr (m/s ²)
Zone 2	Faible	0,7

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

- Sol support des fondations : Voir « Classe de sol » au paragraphe fondation 9.4

2.6 - Aléa retrait-gonflement des argiles

Au sens du site internet www.georisques.gouv.fr consulté à date du présent rapport, le site se trouve au droit de formations présentant un aléa a priori modéré vis-à-vis du risque de retrait gonflement des argiles.



2.7 - Avoisinants

Les avoisinants suivants ont été recensés :

- Bâtiments : le bâtiment existant comportait deux niveaux en sous-sol (notons la présence d'un couloir en niveau -2 sous la cour anglaise du niveau -1) – Alt. NB-2 : 255,0. La façade Nord-Est du projet sera accolée au mur de la cour anglaise actuelle. Le projet sera a priori également accolé à un des carreaux de ventilation des sous-sols
- Réseaux : très nombreux réseaux au droit (HTA / EU / EP / Eclairage ?) ou à proximité immédiate du projet (galerie technique ?) cf. plan de repérage des réseaux enterrés annexé. A dévoyer le cas échéant
- Murs de soutènement : la façade Sud-Ouest sera réalisée en pied d'un mur de soutènement de type « Tervoile » d'environ 3,0 à 4,0 m de haut. Ce soutènement est surmonté d'un talus d'environ 12 m de hauteur et présentant une pente moyenne de l'ordre de 2 Bases / 1 Hauteur.

La façade Sud-Est sera réalisée à environ 2,8 m de la tête d'un mur de soutènement d'environ 3,0 m de haut. Le niveau en sous-sol sera réalisé en partie au droit de ce mur (couloir d'accès d'environ 3 m de large).

3 – PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Le programme d'investigations suivant a été effectué :

3.1 - Reconnaissances in situ

➤ *en phase G2_{AVP} :*

- 4 Recherches de la géométrie des fondations :
 - Zone Tervoile :
 - 1 sondage réalisé à la mini-pelle,
 - 2 sondages réalisés au fleuret pour confirmation de la géométrie rencontrée ci-dessus.
 - Zone Mur de soutènement côté accès livraison : recherche du débord de fondation par sondages au pénétromètre dynamique / tarière.
 - 2 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.
 - 4 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.

➤ *en phase G2_{PRO} :*

Aucun sondage n'a été mené dans la cadre de la présente phase d'étude.

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

3.2 - Essais en laboratoire

Deux analyses chimiques d'eau, ont été réalisées en 2023 pour vérifier son agressivité éventuelle vis-à-vis du ciment, dans le cadre d'une précédente étude située à proximité du projet (projet Pharmacie centrale). Les résultats de celles-ci ont été réutilisées dans le cadre de la présente étude.

4 – RESULTATS DES INVESTIGATIONS

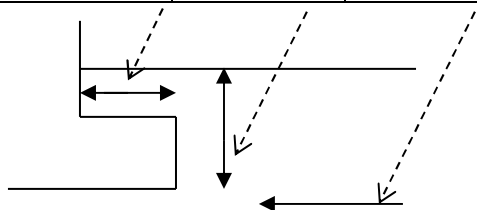
4.1 - Reconnaissances in situ

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

- Sondages pressiométriques :
 - Coupe du forage
 - Pression limite nette (Pl*) 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 pelle :
 - Géométrie des fondations

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

Sondage	fondations			observations
	débord	profondeur fondation	altitude base fondation	
F1	0,3 / 0,4 m	83 cm	≈ 260,0	Epaisseur de fondation ≈ 30 cm
F2	≈ 0,2 m	> 1,2 m	< 259,7	Epaisseur de fondation > 60 cm
F3	≈ 0,2 m	> 1,2 m	< 259,7	Epaisseur de fondation > 65 cm
F4	≈ 1,8 / 2,0 m	/	/	Arase supérieure située à -4,1 m de profondeur, soit une altitude ≈ 256,8/256,9



4.2 - Essais de laboratoire

Les résultats des analyses chimiques des eaux réalisées à proximité immédiate du projet sont annexés. La classe d'agressivité vis-à-vis des bétons est de type **XA2**.

D'après notre expérience locale, l'agressivité chimique des sols selon NF EN 206 est < **XA1**.

5 - SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

5.1 - Synthèse géotechnique

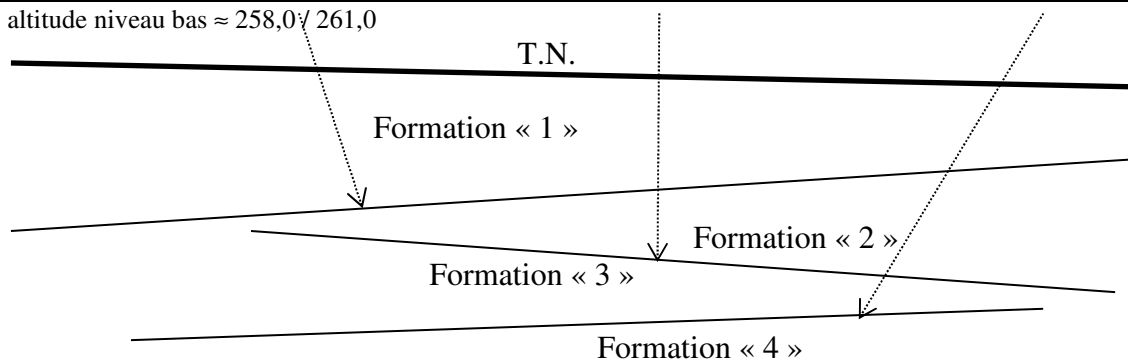
L'examen de l'ensemble des résultats nous permet de dresser la coupe schématique suivante :

- *Formation « 1 »* - Enrobé / Remblais à blocs compacts
- *Formation « 2 »* - Remblais d'arènes sablo-argileuses à blocs marron peu compacts
- *Formation « 3 »* - Arènes sableuses marron ocre compactes
- *Formation « 4 »* - Arènes sableuses ocre gris très compactes / Substratum rocheux peu altéré à sain

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	260,8	/		1,2 m	259,6	1,8 m	259,0
Pd 2	260,9	/		0,5 m	260,4	1,0 m	259,9
Pd 3	260,9	1,0 m	259,9	/		3,6 m	257,3
SP4/Pd4A	260,9	0,8 m	260,1	/		3,4 m	257,5

Rappel : altitude niveau bas $\approx$ 258,0 / 261,0



5.2 - 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 dimensionnement des ouvrages.

Couche	Résistance de pointe dynamique – qd (Mpa)	Pression limite (Mpa)	Module pressiométrique (Mpa)	Coefficient Rhéologique α
<i>Formation « 1 »</i>	10 / 12 à 20 / 25	1,5	19	2 / 3
<i>Formation « 2 »</i>	< 2 à 5 / 6	$\leq 0,3$	≤ 3	2 / 3
<i>Formation « 3 »</i>	8 / 10 à 20 / 25	1,0*	10*	1 / 2
<i>Formation « 4 »</i>	> 30	> 3,2	100 à > 200	1 / 2

* : estimé

5.3 - Synthèse hydrogéologique

Des niveaux d'eau ont été relevés aux profondeurs suivantes (par rapport au T.N.) à l'issue de la campagne de reconnaissance (le 03/03/2026) :

- SP 1 : 5,3 m
- SP 4 : 5,2 m

Notons que ces niveaux sont susceptibles de varier en fonction des conditions météo.

Compte tenu de la géologie locale, il est également possible que des venues d'eau puissent se produire au toit des couches « 3 » et « 4 », au sein des formations « 1 » et « 2 » (eau piégée dans les remblais) et/ou au sein des formations « 3 » et « 4 » (venues d'eau fissurales) notamment en période météo défavorable ou à l'issue de périodes pluvieuses.

5.4 – Sensibilité à la sécheresse des sols

Compte tenu de notre expérience locale et des observations menées sur site, les formations rencontrées peuvent être classées dans les sols peu sensibles au phénomène de retrait/gonflement (selon Guide Sécheresse).

Ces formations sont cependant riches en fine (classification GTR : A1/B5) et sont très sensibles à l'eau. Rappelons que leur comportement est notamment fortement modifié en fonction de leur état hydrique.

6 – ADAPTATION DE L'OUVRAGE

Suite à la phase G2AVP, les adaptations de l'ouvrage suivantes ont été retenues par la maîtrise d'œuvre :

- Fondations profondes par micropieux ancrés dans la formation « 4 »
- Plancher-bas porté, éventuellement sur vide sanitaire ou vide de construction

7 - MODELE GEOTECHNIQUE RETENU

Le modèle géomécanique retenu pour les solutions de **fondations profondes** est le suivant :

N° couche	Nature	Altitude du toit de la couche	Pf* (MPa)	Ple* (MPa)	Em (MPa)	α
« 1 »	Remblais compacts	/	0,9	1,5	15	2 / 3
« 2 »	Remblais peu compacts	Voir paragraphe 5.1	0,15	0,3	3	2 / 3
« 3 »	Arènes sableuses compactes		0,6	1,0	10	1 / 2
« 4 »	Substratum très compact		2,5	4,5*	100	1 / 2

* : Ple* retenue dans le cadre de la solution de fondations profondes

En l'absence de mesure des caractéristiques mécaniques (c , ϕ) des différentes couches, les hypothèses suivantes ont été retenues (voir paragraphe 7) :

N° couche	Nature	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)
« 1 »	Remblais compact	18	0	30
« 3 »	Arènes sableuses compactes	19	5	30
« 4 »	Substratum très compact	20	50	35
Remblais contigus		18	0	30

8 - TERRASSEMENTS

8.1 - Déblai

La réalisation du projet nécessite des terrassements en déblai sur des hauteurs maxi de $\approx 3,5$ m. Ces terrassements pourront être réalisés à l'aide de matériel classique de moyenne puissance (pelle 200 CV, ...) hormis au sein de la formation « 4 » pour laquelle des matériels de plus forte puissance ou spécifiques (godet déroctage, brise-roche avec rendement faible, préforage, ...) devront être utilisés pour la réalisation du sous-sol.

Les pentes de talus provisoire minimum suivantes seront adoptées :

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

Une risberme d'une largeur de 2,5 m mini sera impérativement conservée en pied du mur Tervoile.

En cas de venue d'eau dans les talus, il conviendra de prévoir la mise en place de masque rocheux, la collecte soignée de celles-ci, un talutage plus doux, ...

8.2 – Remblais contigus

Des remblais seront nécessaires contre les ouvrages enterrés. Ils seront réalisés par mise en œuvre de matériaux sains type arènes à blocs (GTR : B5, C1B5, C2B5), matériaux rocheux (R61 / R62), ...

La granulomètre maxi devra être adaptée aux moyens de compactage utilisés et aux protections mises en œuvre vis-à-vis des étanchéités, ...

Des redans d'accrochage seront prévus dans les talus réalisés en phase provisoire.

Ces matériaux seront mis en œuvre et correctement compactés selon les modalités définies dans le GTR 92 (Guide SETRA) : **moyens de compactage adaptés aux épaisseurs de matériaux mis en œuvre, $D_{\max}$ adapté, ...**

Les moyens de compactage devront également être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

Ces matériaux devront permettre d'obtenir les caractéristiques prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages (cf. paragraphe 7).

8.3 – 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.

Toutes dispositions devront également être prises pour protéger les plateformes des intempéries et des venues d'eau en phase chantier :

- réalisation de fossés périphériques (ou drains / tranchées drainantes)
- formes de pente avec évacuation des eaux gravitairement ou avec pompe de relevage
- pompage en fond de fouille
- ...

8.4 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Avoisinants**

La réalisation du projet nécessite l'exécution de terrassements en déblai en pied du mur Tervoile côté Sud-Ouest. Afin de ne pas modifier l'état de stabilité de cet ouvrage, il conviendra de prévoir :

- la conservation d'une risberme en pied d'une largeur de $2,5$ m mini située à l'altitude $\approx 260,8$
- la mise en œuvre d'une paroi micro-berlinoise d'environ $1,5/2,0$ m de hauteur de soutènement
- le talutage à 1 Base / 1 Hauteur au sein de la formation « 4 » avec conservation d'un débord de $\approx 1,0/1,2$ m en périphérie du sous-sol

Cette solution est détaillée au paragraphe 10. Le soutènement définitif sera assuré par la structure elle-même après remblaiement soigné (cf. paragraphe 8.2).

- **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, ...).

9 – FONDATIONS PROFONDES PAR MICROPIEUX

Les solutions de fondation étudiées ci-après sont des solutions de fondation par micropieu type II Ø 250 mm (pieux de classe 1 bis - catégorie 18).

Il est permis de remplacer l'essai de contrôle d'exécution par une majoration forfaitaire des sollicitations amenées par l'ouvrage de 50 % lorsque les fondations ne travaillent qu'en compression et pour un ouvrage ne nécessitant pas plus de 25 micropieux.

D'autres types de micropieux sont envisageables et devront faire l'objet d'un nouveau dimensionnement.

9.1 – Justification des massifs de fondations

La justification des fondations sera réalisée selon les critères définis par l'Eurocode 7 et sa norme d'application NFP 94-262.

9.2 – Fondations profondes ancrées dans la formation « 4 »

9.2.1 – Descentes de charge

Les combinaisons d'action retenues dans les calculs ont été fournies par le BET Structure. Veuillez trouver ci-après les combinaisons retenues dans les dimensionnements :

<i>Micropieux</i>	<i>ELS Cara (kN)</i>	<i>ELU Fond (kN)</i>	<i>ELU Accidentel (sismique) - kN</i>		
			<i>XY tranchant</i>	<i>N pesant</i>	<i>N allégeant</i>
Niveau RDC	728	1008	8	476	300
Niveau -1	1080	1481	134	801	389

9.2.2 – Sols d’assise et conditions d’ancrage

Les fondations seront ancrées de **1,5 m mini dans la formation « 4 »**.

Le frottement sera négligé sur toute la hauteur du niveau-2 (soit jusqu’à l’altitude de $\approx 255,0$) à proximité immédiate de celui-ci (micropieux niveau -1 n°6, 7, 12 à 14).

Deux micropieux seront réalisés au droit de la fondation du mur de soutènement du plateau technique. Il conviendra de prévoir la désolidarisation soignée entre ces ouvrages (carottage préalable de la semelle, ...).

9.2.3 – Hypothèses complémentaires

Les calculs ont été effectués à l’aide des modules Fondprof (portance) et Piecoef+ (sollicitations latérales) du logiciel Foxta V4.

- **Massifs**
 - les pieux devront être distants de 3 diamètres mini (entraxes) – dimensions des massifs à adapter par le BET Structure
- **Conditions limites en tête de pieux**
 - Pieux libres en tête → à valider par le BET Structure)
- **Tubes Armature**
 - Module de l’acier : 210 GPa
 - Tube toute hauteur :
 - N80 ($F_y = 552$ MPa) $\varnothing_{\text{ext}}=139,7$ mm ép. = 12,0 mm
 - Section non corrodée : 48,1 cm²
 - Inertie : 990 cm⁴
 - Perte d’épaisseur due à la corrosion : **1,2 mm** conformément au tableau 4.1 de la norme NF EN 1993-5 (durée d’utilisation de 50 ans – à valider par le client / maîtrise d’œuvre).

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Sols naturels pollués et sites industriels	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories...)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Notes : 1) Les taux de corrosion dans les remblais compactés sont inférieurs à ceux observés dans les remblais non compactés. Dans les remblais compactés, il convient de diviser par deux les chiffres du tableau. 2) Les valeurs données pour 5 ans et 25 ans sont basées sur des mesures, tandis que les autres valeurs sont extrapolées.					

Tableau 4.1 Valeurs recommandées pour perte d’épaisseur [mm] due à la corrosion dans le cas des pieux et palplanches dans le sol, avec ou sans nappe phréatique

- Prise en compte de la corrosion :
 - Section corrodée : 42,9 cm²
 - Inertie : 864 cm⁴
 - Module de flexion élastique : 126 cm³

9.3 - Résultats

Des exemples de dimensionnement de micropieux type II Ø 250 mm ont été réalisés selon les critères définis par l'Eurocode 7 et sa norme d'application NFP94-262.

9.3.1 – Portance micropieux

Les calculs permettant la justification des fondations ont été réalisés avec le logiciel FOXTA v4 selon les critères définis par l'Eurocode 7 et sa norme d'application NFP94-262.

Les micropieux type II seront dimensionnés en retenant les hypothèses suivantes :

- **ancrage – voir paragraphe 10.2.2**
- frottement latéral négligé dans les formations « 1 » à « 3 » et à proximité du niveau -2
- frottement latéral dans la formation « 4 » :
 - pression limite : 4,5 MPa
 - abaque : Q5
 - qsi non pondéré : 200 kPa

Résultats :

Un exemple de dimensionnement de micropieux type II (pieux de classe 1 bis – catégorie 18) Ø 250 mm a été réalisé. Le tableau suivant reprend les profondeurs nécessaires à la reprise des efforts verticaux par un micropieu par massif :

Diamètre (mm)	Longueur d'ancrage dans la formation « 4 » (en m)	ELS qp, max (en kN)	ELS cara, max (en kN)	ELU fond, max (en kN)	ELU acc, max (en kN)
250	1,5 m	97	119	139	153
	2,5 m	162	198	232	255
	3,5 m	227	278	325	357
	4,5 m	292	357	417	459
	5,5 m	357	436	510	561
	6,5 m	422	516	603	663
	7,5 m	487	595	695	765
	8,5 m	551	675	788	867
	9,5 m	616	754	881	969
	10,5 m	681	833	974	1071
	11,5 m	746	913	1066	1173
	12,5 m	811	992	1159	1275
	13,5 m	876	1071	1252	1377

9.3.2 – Efforts dans les pieux sous sollicitations latérales

Deux exemples de dimensionnement ont été réalisés en considérant les hypothèses suivantes :

- un micropieu par massif
- ancrage de 12,5 m dans la formation « 4 »
- effort horizontal :
 - MP5 Niv RDC ≈ 81 kN (coupe type SP1/Pd1)
 - MP4 Niv -1 ≈ 134 kN
- cas où les sollicitations accidentelles très brèves en tête dominant $\rightarrow$ charges accidentelles sismiques

Il en ressort les résultats principaux suivants :

- MP5 Niv RDC ≈ 81 kN
 - **Moment maxi** : $\approx 15,9$ kN.m
 - **Déformation latérale** : ≈ 1 mm
- MP4 Niv -1 ≈ 134 kN
 - **Moment maxi** : $\approx 15,4$ kN.m
 - **Déformation latérale** : ≈ 1 mm

Il conviendra que le BET Structure vérifie si ces déformations latérales sont compatibles avec les dispositions prises pour le dimensionnement de la structure. Si ces déplacements ne sont pas acceptables par la structure il conviendra de prévoir la mise en œuvre d'armatures plus résistantes ou supplémentaires (tubage, barre gewi, ...).

9.3.3 – Vérification de l'armature

Le type d'armature retenue est décrit paragraphe 9.2.3.

Sollicitations		Réaction latérale	Compression ELU		Flexion composée Compression ELU Sism			
N_{Ed}^+	V_{Ed}	$M_{ed,tot}$	$N_{c,Rd}$	Vérif.	$N_{c,Rd}$	$V_{pl,Rd}$	$M_{el,rd}$	Vérif.
1000 kN	134 kN	15,9 kN.m	2153 kN	OK	2153 kN	790 kN	69 kN.m	Ok

D'autres types d'armature (longueur, section, doublement des micropieux, ...) sont envisageables et devront faire l'objet d'un nouveau dimensionnement.

9.3.4 - Flambement

La vérification au flambement devra être réalisée en fonction des sections d'armature retenues par l'entreprise avec les hypothèses suivantes :

- condition d'encastrement en tête $\rightarrow$ BET Structure - cf. également paragraphe 9.2.3
- condition d'encastrement en pied : pieu encastré en pied
- perte d'épaisseur due à la corrosion : 1,2 mm (cf. paragraphe 9.2.3)
- hauteur de formation compressible : jusqu'à $\approx 3,0$ m
- caractéristiques des formations – modèle géotechnique paragraphe 7

9.3.5 – Frottement négatif

Compte tenu de la définition du projet (altitude du niveau bas), l'exemple de dimensionnement des micropieux ne tient pas compte d'une diminution de capacité portante due à l'éventuel frottement négatif. S'il est effectivement prévu une application de surcharges réparties, il conviendra de revoir le calcul effectué.

9.4 - 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 2.5
- Classe de sol « A » et paramètre de sol $S = 1,0$

- **Avoisinants**

Il devra être tenu compte dans l'implantation des fondations du fait que les fondations existantes sont débordantes (pré-carottage du débord de la fondation F4, débord des fondations du bâtiment existant, longrine de redressement, ...), de la présence de réseaux (calepinage adapté des fondations, pontage, ...).

- **Paramètres de dimensionnement**

La structure devra être dimensionnée et justifiée afin qu'elle reprenne les tolérances d'exécution et notamment les tolérances géométriques d'excentricité des micropieux.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement des fondations (ancrage, dimensions, ferrailage, ...) des efforts parasites appliqués (efforts horizontaux, poussée latérale, tolérances d'exécution des fondations, ...).

Compte tenu des surcharges appliquées, les micropieux seront probablement doublés. Il conviendra alors de prévoir la conservation d'un entraxe mini de $3 \varnothing$ entre micropieux. Si l'entraxe entre micropieux est inférieur à $3 \varnothing$, il conviendra de tenir compte de « l'effet de groupe ». Cet effet ne peut se calculer que pour des fondations de mêmes caractéristiques géométriques (profondeur et diamètre).

- **Précautions de mise en œuvre**

Les fondations seront exécutées conformément aux préconisations du DTU 13.1 et/ou 13.2 et en tenant compte notamment :

- de l'instabilité potentielle des formations superficielles (blindage, tubage provisoire, bétonnage immédiat après réalisation des fouilles, ...),
- des venues d'eau (pompage, drainage, utilisation de tube plongeur, ...),

- du traitement des sols support de fondation - Prévoir notamment le nettoyage très soigné des fonds de fouilles à priori remaniés lors du terrassement :
 - finition au godet à lame pour les fondations superficielles
 - finition à la tarière à lames pour fondations semi-profondes
- du gel, des arrivées d'eau, des différentes causes d'affouillement, ...
- de l'éventuelle agressivité de l'eau vis à vis du ciment (cf. résultats des analyses annexés),
- de l'adaptation des moyens prévus par l'entreprise qui devront permettre la réalisation des terrassements de fouille (en tenant compte notamment de la présence de blocs dans les remblais, **du substratum altéré à peu altéré très compact**, ...),
- l'entreprise devra s'assurer que le type de pieux retenu et le matériel proposé par elle-même lui permettront de réaliser les terrassements des couches raides (présence de blocs, ...) et les ancrages prévus pour le calcul des capacités portantes des fondations (vibrations limitées, ...).

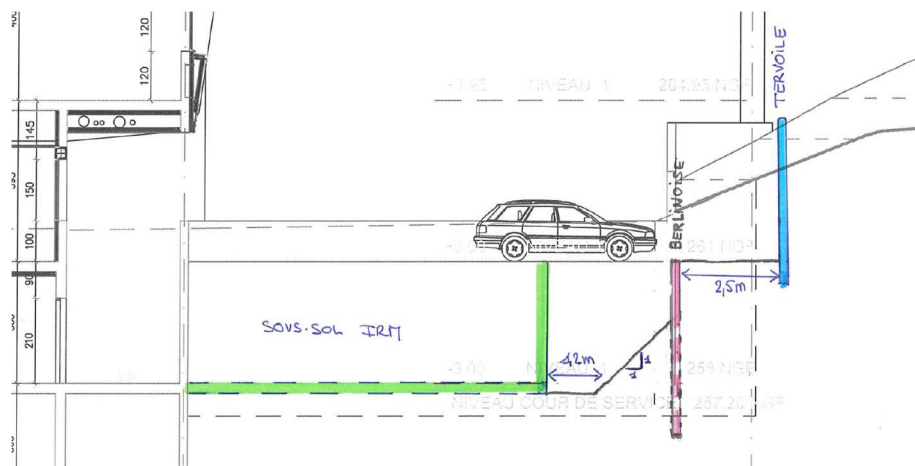
10 – STABILISATION

10.1 - Généralités

10.1.1 – Phase provisoire

La réalisation du projet nécessite l'exécution de terrassements en déblai en pied du mur Tervoile côté Sud-Ouest. Afin de ne pas modifier l'état de stabilité de cet ouvrage, il conviendra de prévoir :

- la conservation d'une risberme en pied d'une largeur de 2,5 m mini située à l'altitude de $\approx 260,8$
- la mise en œuvre d'une paroi micro-berlinoise d'environ 1,5/2,0 m de hauteur de soutènement
- le talutage à 1 Base / 1 Hauteur au sein de la formation « 4 » avec conservation d'un débord de $\approx 1,0/1,2$ m en périphérie du sous-sol



10.1.2 – Phase définitive

En phase définitive le blindage bois sera déboisé au fur et à mesure de la mise en œuvre des remblais contigus (cf. paragraphe 8.2). Le bâtiment fera alors office de soutènement définitif.

10.2 – Stabilisation en phase provisoire

10.2.1 - Méthodologie

Il conviendra de prévoir la méthodologie de réalisation suivante (voir schémas de principe ci-dessous) :

- forage et mise en place des profilés métalliques / scellement / remplissage
- terrassement et mise en place du blindage bois sur environ 1,5/2,0 m de hauteur
- talutage à 1 Base / 1 Hauteur au sein des formations sous-jacentes jusqu'au fond de terrassement $\approx 257,8$

10.2.2 – Hypothèses retenues

❖ Profil

Les calculs ont été réalisés selon le profil suivant :

- sondages de référence : SP1, Pd1
- situation : à 2,5 m du pied du tervoile
- hauteur paroi hors-sol : $\approx 1,5$ m
- altitude de la tête de paroi : $\approx 261,0$
- surcharge : surfacique 10 kN/m² (à valider par la maîtrise d'œuvre en fonction de la méthodologie du chantier) + Surcharge du tervoile (estimée à 8t/ml – hypothèse à valider par la maîtrise d'œuvre)

❖ Caractéristiques des sols

En l'absence de mesure des caractéristiques mécaniques (c, ϕ) des différentes couches, les hypothèses suivantes ont été retenues (voir paragraphe 7) :

	Angle de frottement ϕ en °	Cohésion en kPa	Pds vol. humide γ_h en kN/m ³
formation « 1 »	30	0	18
formation « 3 »	30	5	19
formation « 4 »	35	50	20

10.2.3 – Calculs de dimensionnement

Profilés

- **HEB 140 mm** – forage Ø 250 mm
- Fiche sous l'arase terrassement N-1 : $\approx 2,0$ m soit jusqu'à l'altitude $\approx 255,8$
- **Espacement : 1,2 m**

Calcul de stabilité

Les calculs ont été menés selon le phasage suivant (cf. méthodologie au paragraphe 11.2.1) :

1. forage et mise en place des profilés / scellement / remplissage
2. terrassement jusqu'à l'altitude $\approx 259,0$ et mise en place du blindage
3. terrassement jusqu'à l'altitude 257,8 avec talutage à 1B/1H

Résultats

Les déplacements maxi de la paroi sont voisins de 12 mm (à comparer au seuil de déplacement horizontal / déformation horizontale maxi à définir / valider par le maître d'œuvre / bureau de contrôle).

Le phasage des travaux et les courbes enveloppes des Déplacements, Moments et Efforts tranchants sont annexés.

10.3 - Dispositions particulières de conception et d'exécution

- **Avoisinants**

Il devra être tenu compte dans l'implantation de la paroi du fait que les fondations existantes du mur de soutènement côté cour logistique sont débordantes (voir paragraphe 4).

- **Précautions de réalisation**

Les moyens spécifiques de terrassement devront être sélectionnés et adaptés pour ne pas induire de désordres sur les ouvrages existants (vibrations, ...).

- **Paramètres de dimensionnement**

Il conviendra que la maîtrise d'œuvre et le bureau de contrôle vérifient que les déformations horizontales de la paroi en phase provisoire soient compatibles avec la présence Tervoile en amont.

- **Précautions de mise en œuvre**

Les travaux seront réalisés conformément aux recommandations des normes en vigueur, en ce qui concerne :

- l'exécution du parement
- contact soigné entre le parement et le terrain
- ...

11 – PRINCIPE DE PLANCHER-BAS

Une solution de plancher-bas porté ou plancher sur vide sanitaire / vide de construction devra être retenue.

12 – DRAINAGE

Compte tenu des niveaux d'eau rencontrés et de la géomorphologie du site, il conviendra de prévoir le système de drainage suivant :

- drains périmétriques au bâtiment descendus à, au minimum, 0,3 m sous le niveau de la base des planchers bas,
- captage des éventuelles venues d'eau mises en évidence,
- réalisation d'un tapis drainant sous plancher-bas du sous-sol avec du matériau type 20/40 mm ou 20/60 mm sur une épaisseur minimum de 0,2 m et mise en place d'un réseau de drains distants de 5,0 m maximum reliés à un exutoire gravitaire. 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 à l'utilisation des locaux nobles :

- parois contre terre : mise en place d'une étanchéité, ...
- dallages / planchers-bas : étanchéité, couche d'imperméabilisation, ... en fonction notamment du type de revêtement utilisé.

13 – OBSERVATIONS DIVERSES

Cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase Projet (mission de type G₂ - PRO). 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, ...)

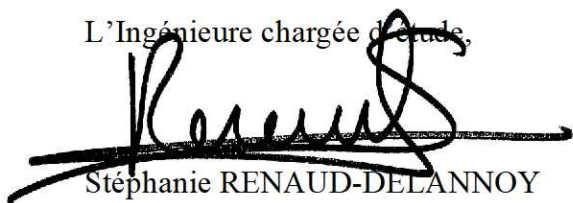
Les principales incertitudes subsistant sont liées :

- aux avoisinants (débord de fondation, réseaux, ...)
- 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, ...)

Alpha BTP Ouest se tient à la disposition des différents intervenants pour la réalisation d'une supervision géotechnique d'exécution de type G₄ permettant notamment d'affiner les modalités de réalisation liées aux avoisinants, l'identification précise de la couche d'ancrage, ...

Rapport réalisé à LIMOGES, le 17 juin 2026

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).

Sondage pressiométrique

Forage

SP1

Altitude sondage

260.8 m

Date de début

02/03/2026

Niveau d'eau

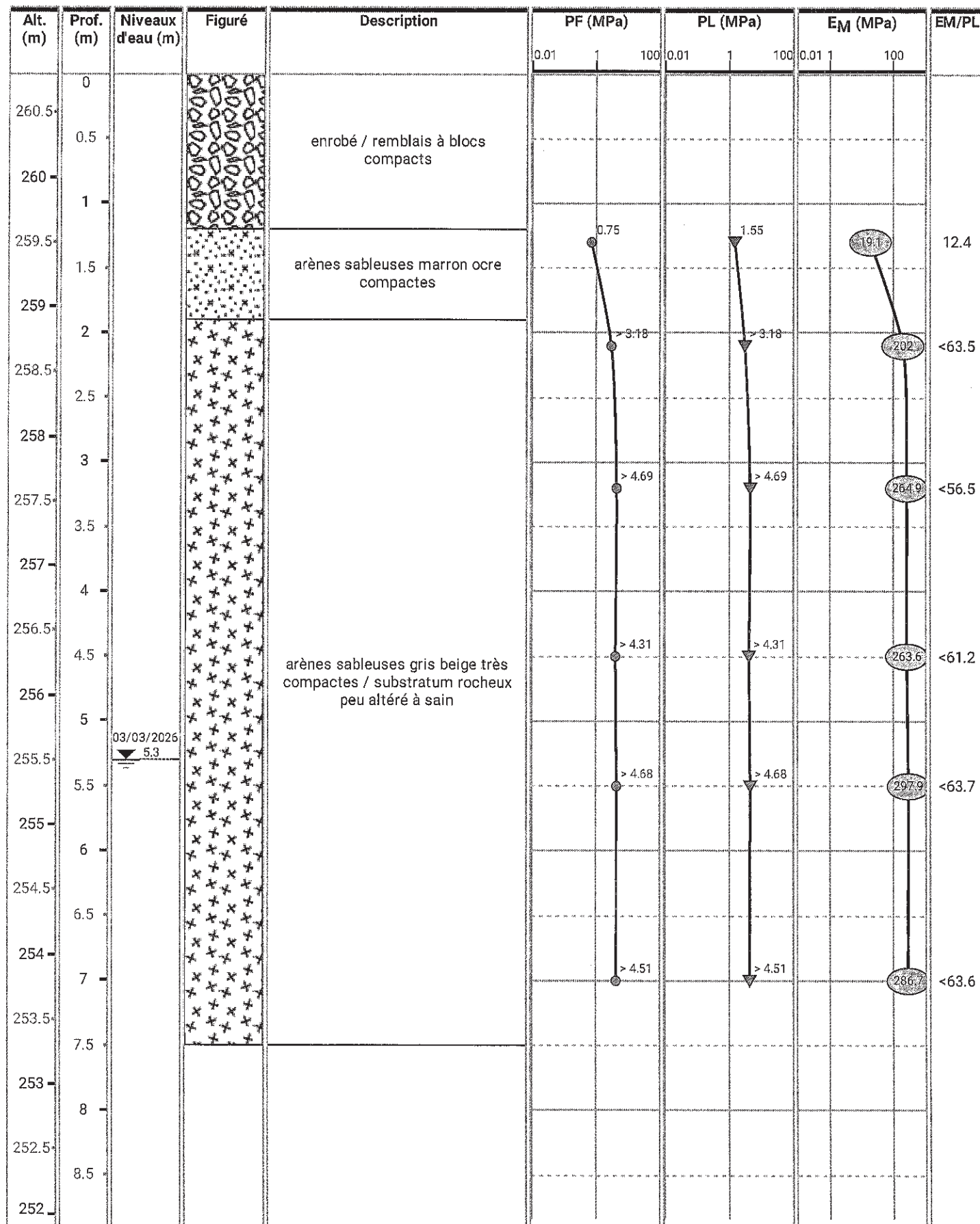
5.3 m

Dossier

L25.11.166

Chantier

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES



Sondage pressiométrique

Forage

SP4A

Altitude sondage

260.9 m

Date de début

03/03/2026

Niveau d'eau

5.2 m

Dossier

L25.11.166

Chantier

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Alt. (m)	Prof. (m)	Niveaux d'eau (m)	Figuré	Description	PF (MPa)			PL (MPa)			E _M (MPa)			EM/PL
					0.01	1	100	0.01	1	100	0.01	1	100	
260.5	0			remblais à blocs										
260	0.5													
259.5	1													
259	1.5													
258.5	2			remblais d'arènes sablo-argileuses marron à blocs										
258	2.5				0.17			0.84			3.4			9.9
257.5	3													
257	3.5					2.7		> 2.7			99.8			<37
256.5	4													
256	4.5													
255.5	5	03/03/2026 5.2				2.69		5.99			118.4			19.8
255	5.5			Arènes sableuses marron ocre très compactes / substratum rocheux peu altéré à sain										
254.5	6													
254	6.5				3.37			> 3.67			266			<72.5
253.5	7													
253	7.5													
252.5	8													
	8.5													



Essai de pénétration dynamique

N° Pd1

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

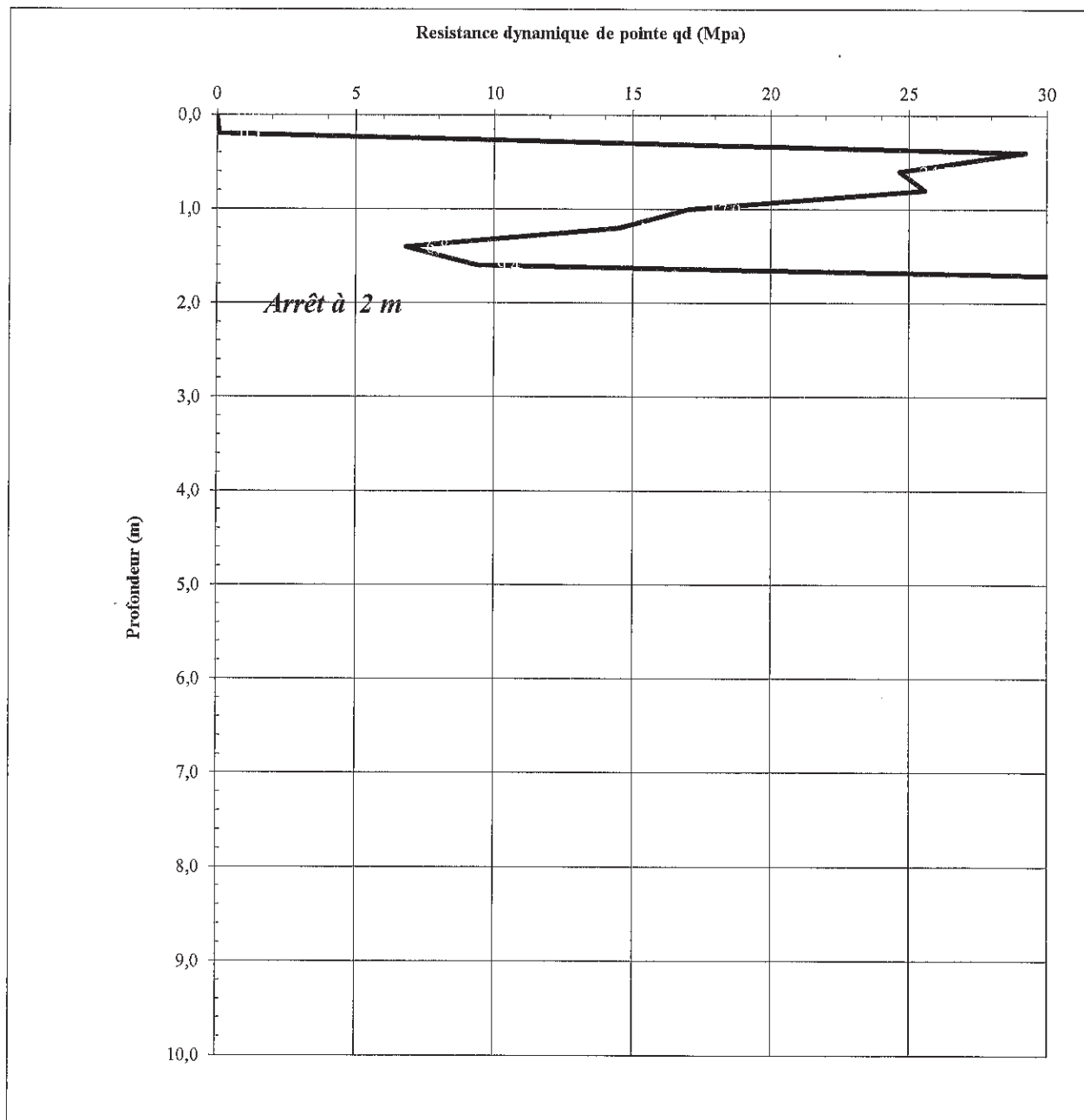
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,8



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd2

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

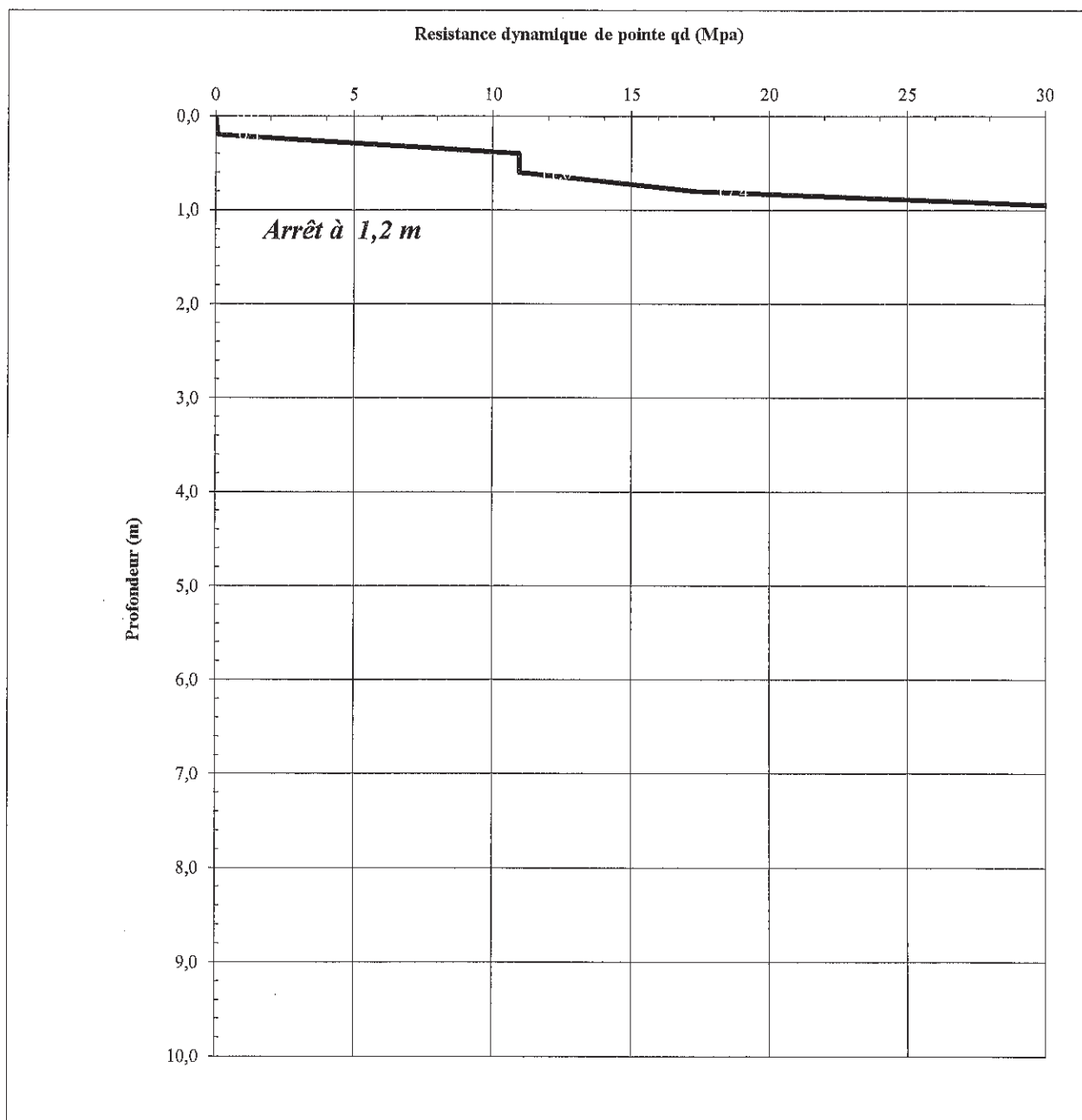
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd3

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

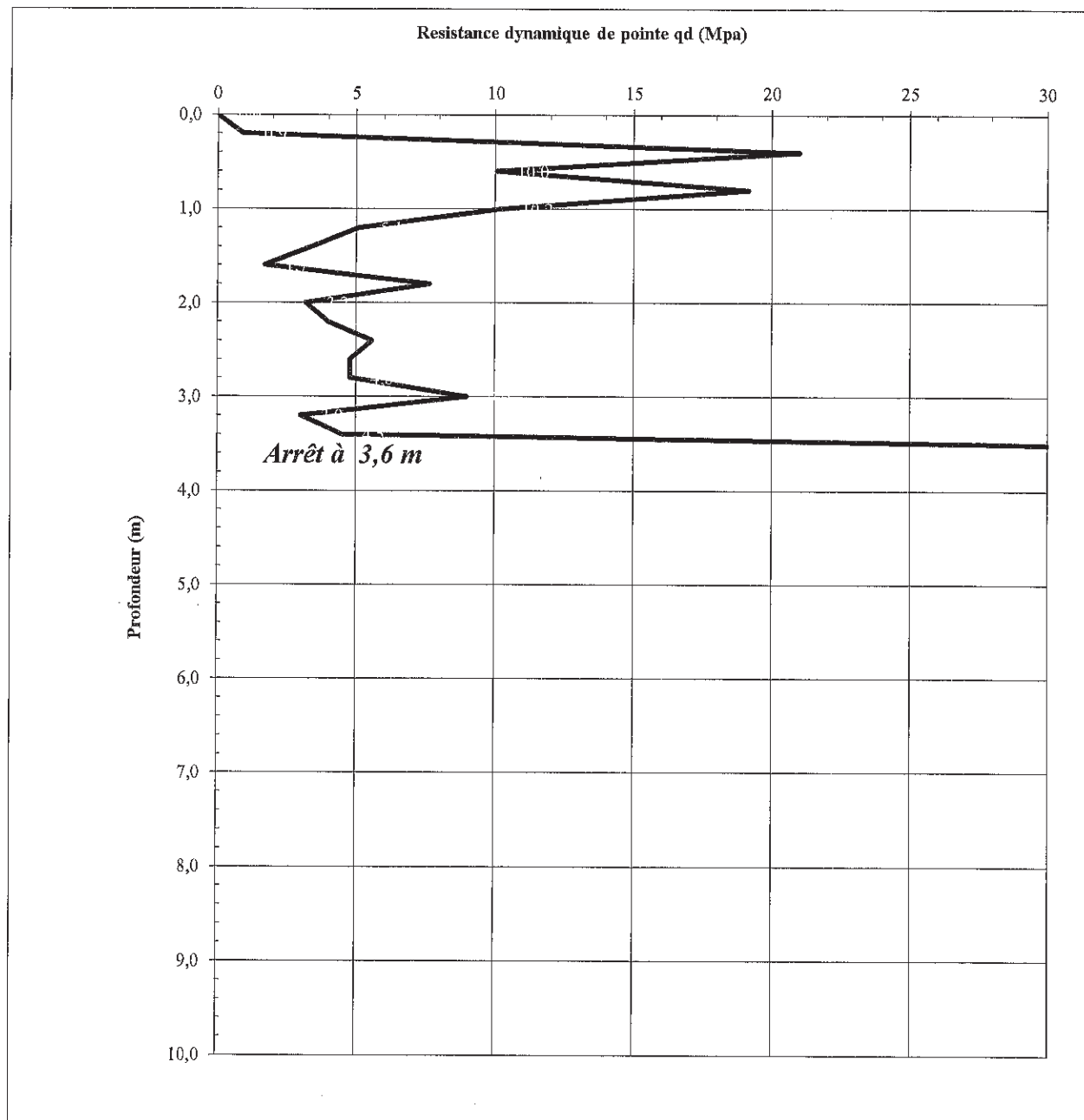
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4A

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

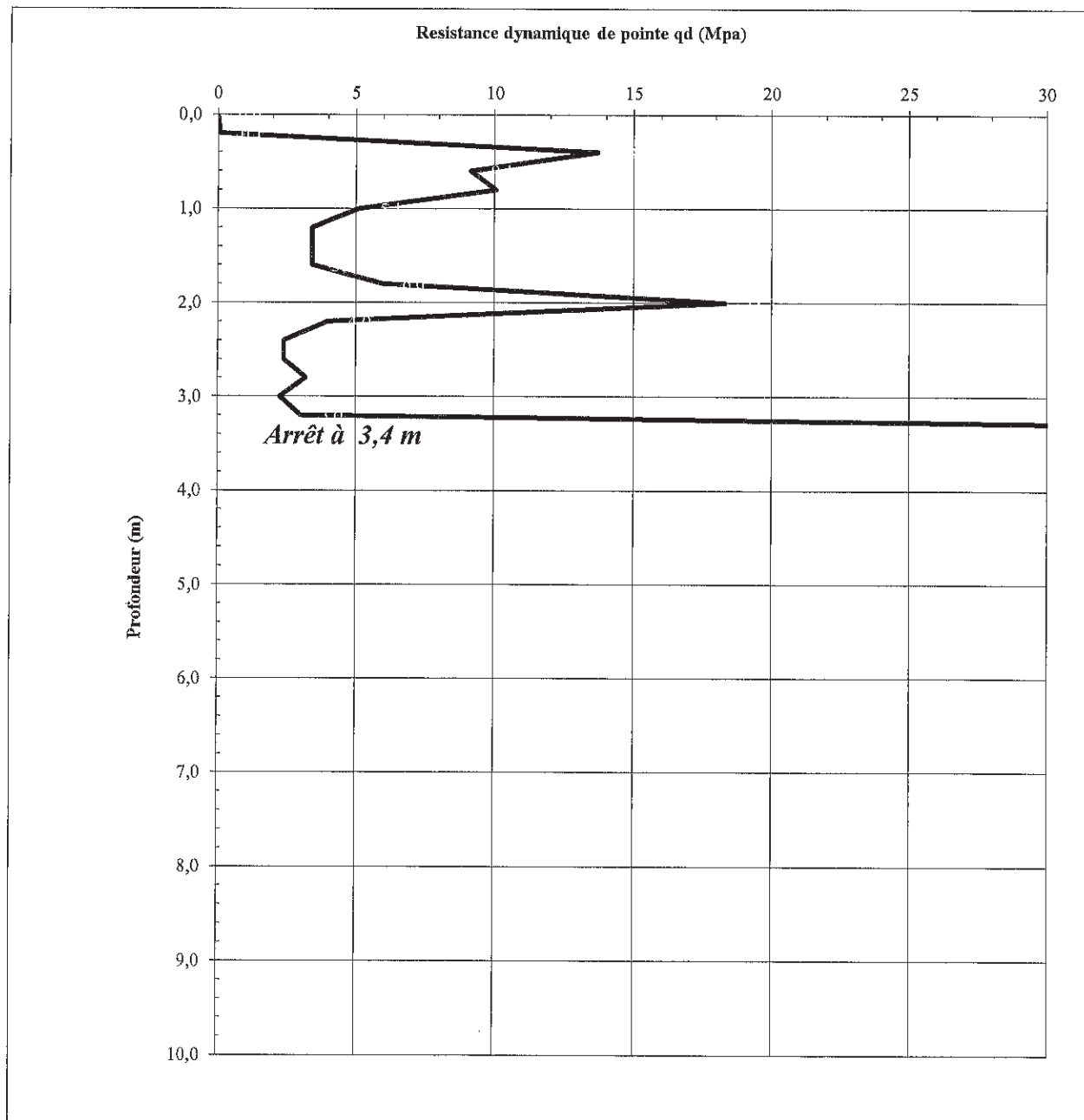
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4B

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

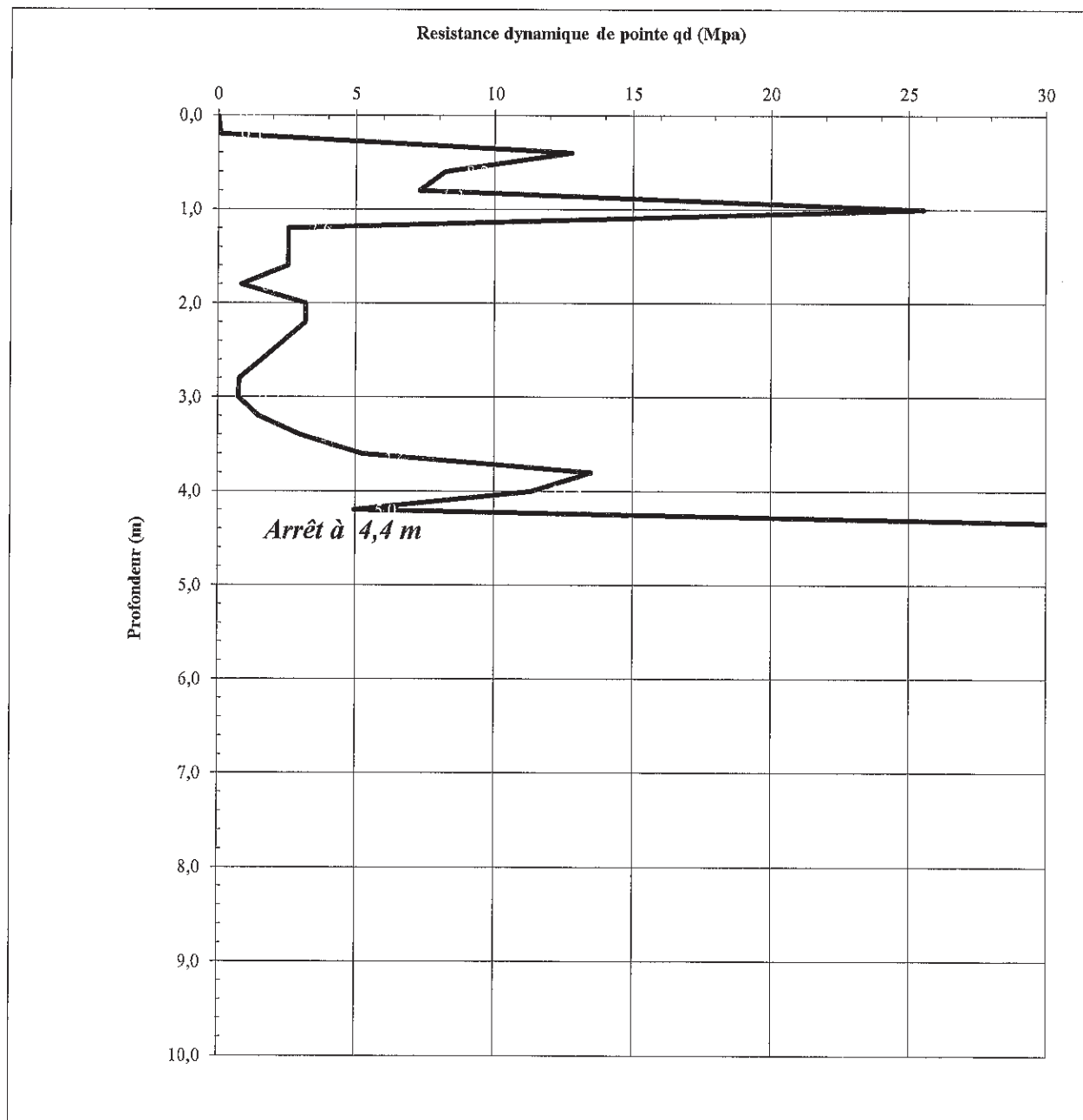
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4C

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

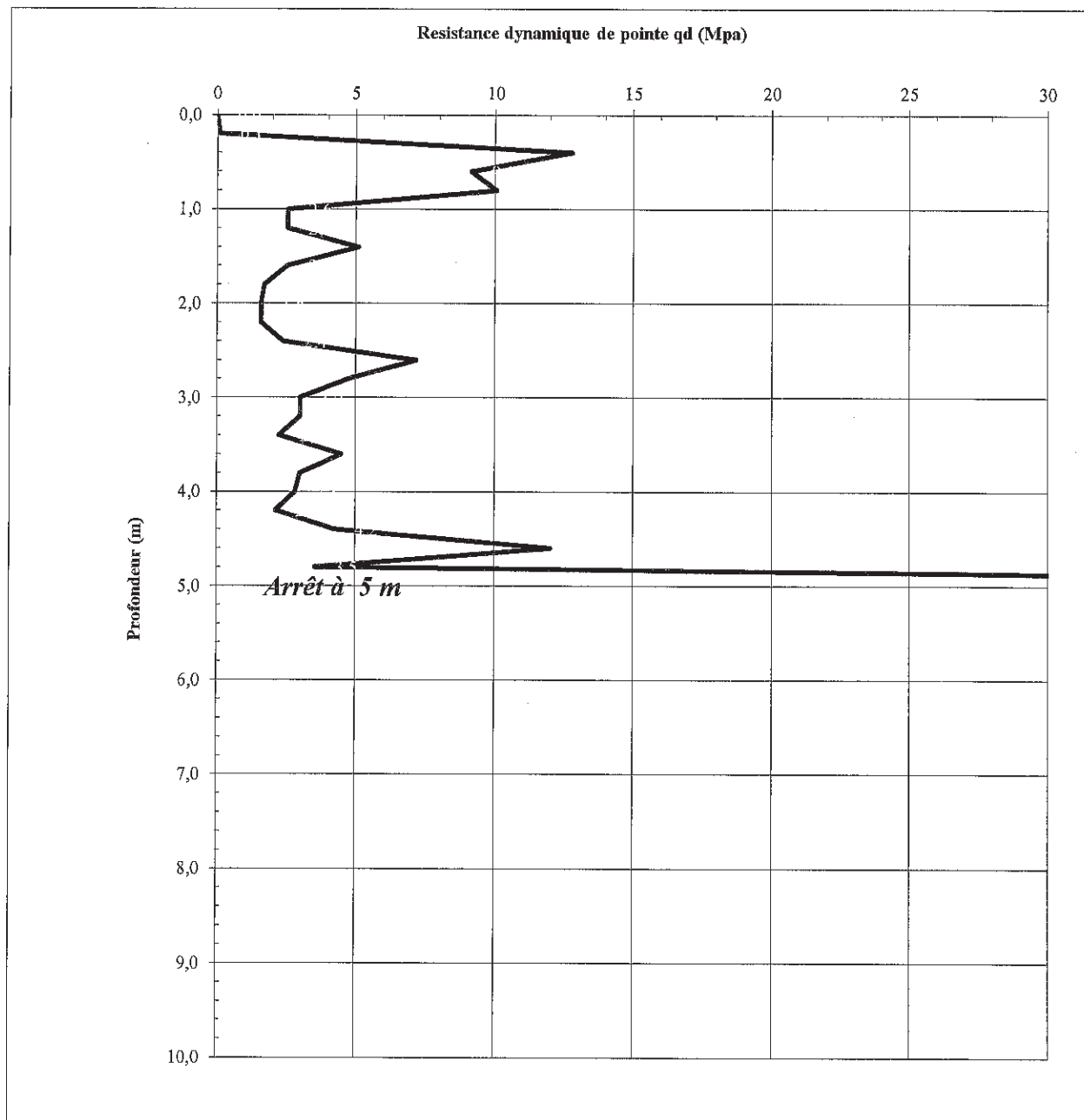
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4D

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

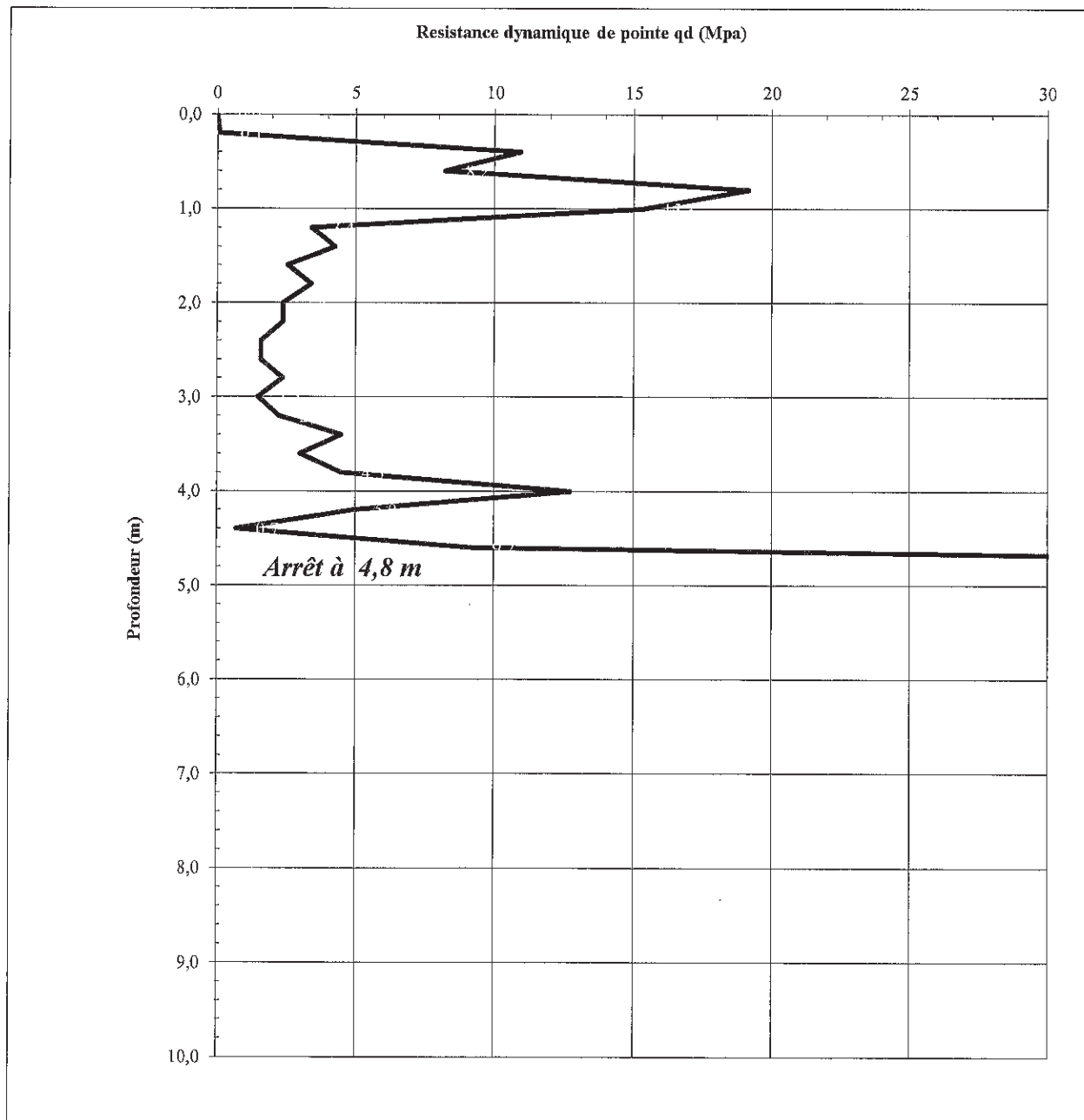
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Altitude :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1



Essai de pénétration dynamique

N° Pd4E

Date :
02/03/2026

Niveau d'eau

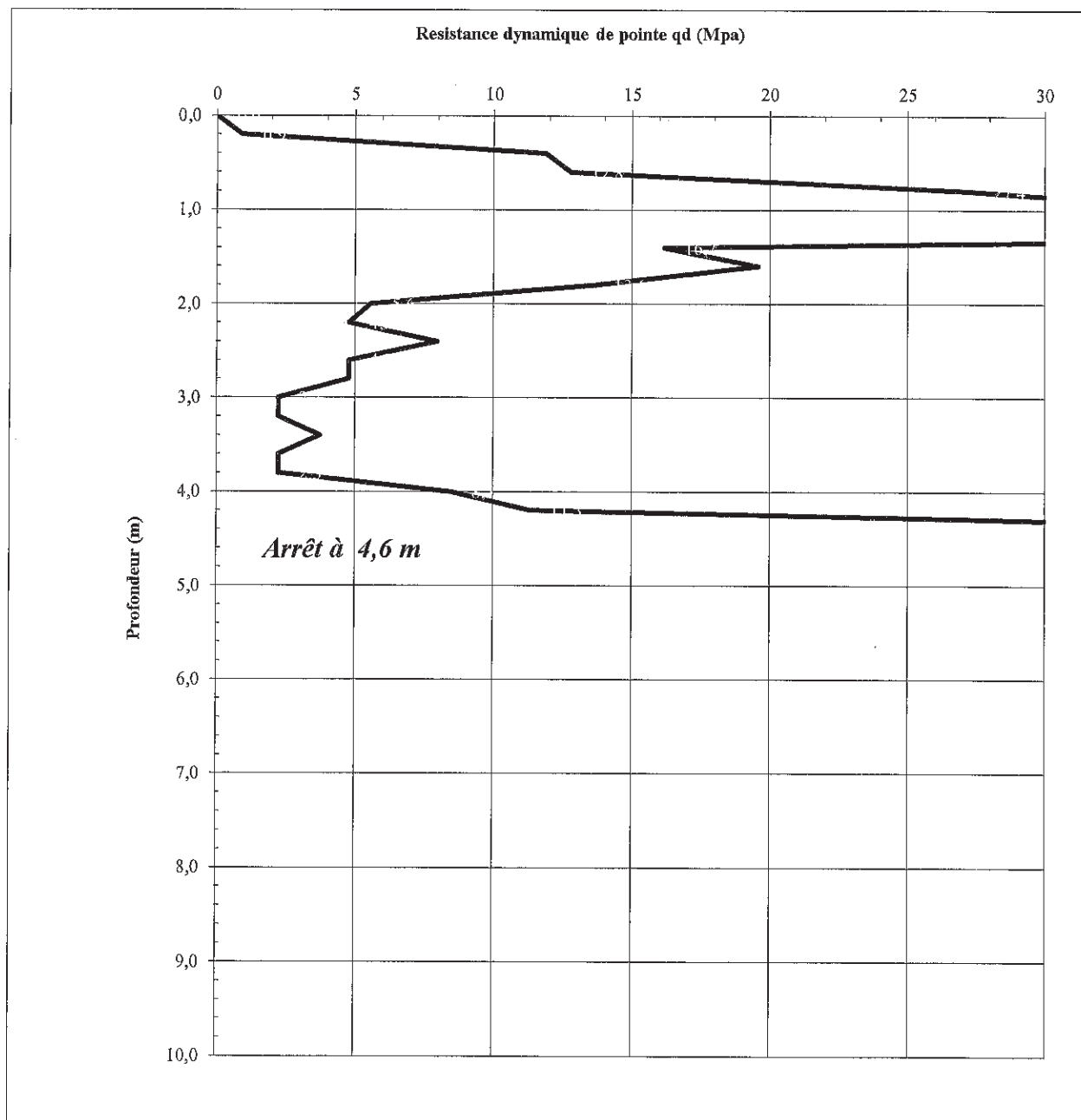
N° de dossier
L25.11.166.a

Affaire :

Construction neuve d'une IRM - Site HFME - 87 LIMOGES

Altitude :

260,9



Masse du mouton (kg) 64,0
hauteur de chute (m) 0,75
Section pointe (cm²) 20,0

Masse enclume+guidage mouton (kg) : 14,0
Masse d'une tige (kg) : 6,1

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier n° : **ALPHABTP-231018-4887**
Echantillon n° : **231018-11917**
Produit : Eau (agressivité ou gâchage des bétons)
Client : **ALPHA BTP OUEST**
Rapport N° 231010142 Page : 1

ALPHA BTP OUEST
17, rue Mignet

87100 LIMOGES

Date de réception	18/10/2023	
Date de prélèvement	18/10/2023	Heure de prélèvement 10:30
Prélevé par	LE CLIENT - M METOUX	
Lieu de prélèvement		
Origine	L23 11 239 SP8	
Aspect prélèvement	TROUBLE	
Transmis par	LE CLIENT - M METOUX	
Références client	L23 11 239 SP8	
Analyse commencée le :	19/10/2023	Analyse terminée le : 19/10/2023

PARAMETRES ANALYSES	Résultats	Unités	Valeurs de référence	Méthodes
Température à réception	12.7	°C		INTERNE
Classe d'agressivité	XA2			NFEN206
pH a la temperature de l'echantillon	6.0 à 21°C	unité pH		ISO10523
Titre Alcalimétrique Complet	2.4	°F		ISO9963
Anhydride Carbonique Libre	58.65	mg/l CO2		NFT90011
Anhydride Carbonique Agressif	58.47	mg/l		LEGRAND
Magnésium	2.0	mg/l		ISO14911
Sulfates (en SO4)	28	mg/l		ISO10304-1
Ammonium (en NH4)	0.20	mg/l		ISO 15923-1

Observations : Prélèvement et informations relatives à celui-ci fournis par le client.
La température à réception s'écarte des préconisations relatives aux conditions d'acheminement (5 +/-3°C).

Destinataires : ALPHA BTP OUEST

Le Directeur Technique
Anne BRUNEAU

Laboratoire agréé par le Ministère de la Santé pour le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine et des eaux de baignade
Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement -
se reporter à la liste des laboratoires publiée sur le site internet du ministère <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>
Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'agriculture pour les analyses de terre (T1, T2, T3, T4, T5)

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier n° : **ALPHABTP-231011-4785**
Echantillon n° : **231011-11643**
Produit : Eau (agressivité ou gâchage des bétons)
Client : **ALPHA BTP OUEST**
Rapport N° 231010140 Page : 1

ALPHA BTP OUEST
17, rue Mignet

87100 LIMOGES

Date de réception	11/10/2023	
Date de prélèvement	11/10/2023	Heure de prélèvement
Prélevé par	LE CLIENT	
Lieu de prélèvement		
Origine	23 11 239 SP2	
Aspect prélèvement	TROUBLE	
Transmis par	LE CLIENT	
Références client		
Analyse commencée le :	11/10/2023	Analyse terminée le : 19/10/2023

PARAMETRES ANALYSES	Résultats	Unités	Valeurs de référence	Méthodes
Température à réception	13	°C		INTERNE
Classe d'agressivité	XA2			NFEN206
pH a la temperature de l'echantillon	6.2 à 23°C	unité pH		ISO10523
Titre Alcalimétrique Complet	4.4	°F		ISO9963
Anhydride Carbonique Libre	84.07	mg/l CO2		NFT90011
Anhydride Carbonique Agressif	83.58	mg/l		LEGRAND
Magnésium	4.9	mg/l		ISO14911
Sulfates (en SO4)	43	mg/l		ISO10304-1
Ammonium (en NH4)	<0.01	mg/l		ISO 15923-1

Observations : Prélèvement et informations relatives à celui-ci fournis par le client.
La température à réception s'écarte des préconisations relatives aux conditions d'acheminement (5 +/-3°C).

Destinataires : ALPHA BTP OUEST

Le Directeur Technique
Anne BRUNEAU



Laboratoire agréé par le Ministère de la Santé pour le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine et des eaux de baignade
Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement -
se reporter à la liste des laboratoires publiée sur le site internet du ministère <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>
Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'agriculture pour les analyses de terre (T1, T2, T3, T4, T5)

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	255,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,10 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Formation 1	261,00	18,00	8,00	30,00	0,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	0,000	0,000	92983	0	0,670	-0,670	0,100	2200,00
Formation 3	259,60	19,00	9,00	30,00	5,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	80000	0	0,670	-0,670	0,100	400,00
Formation 4	259,00	20,00	10,00	35,00	50,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	1723548	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	255,80	2641	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 261,00 m

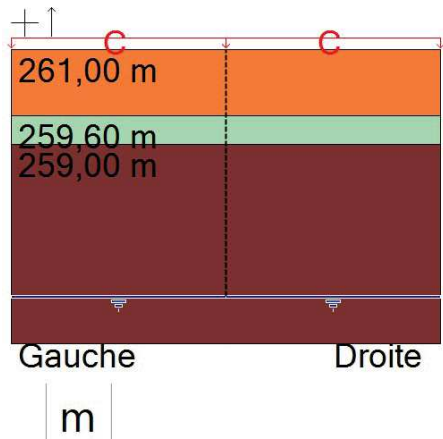
DONNEES

SURCHARGE CAQUOT	Phase	Côté	z [m]	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	261,00	10,00
2	0	Droite	261,00	10,00

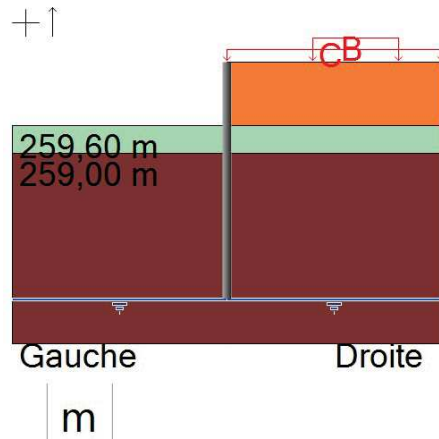
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	1	Droite	261,00	2,50	2,50	1,286	80,00

SYNTHESE PHASAGE

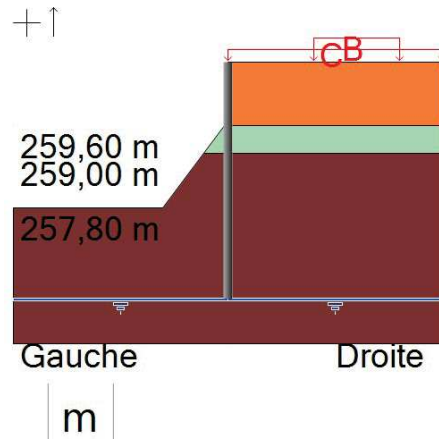
Phase initiale



Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :
z [m] = 261,00
q [kN/m/m] = 10,00

- Surcharge de Caquot : (côté droit) :
z [m] = 261,00
q [kN/m/m] = 10,00

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
z [m] = 261,00
x [m] = 2,50
L [m] = 2,50
q [kN/m/m] = 80,00
ae = 1,286

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 259,60

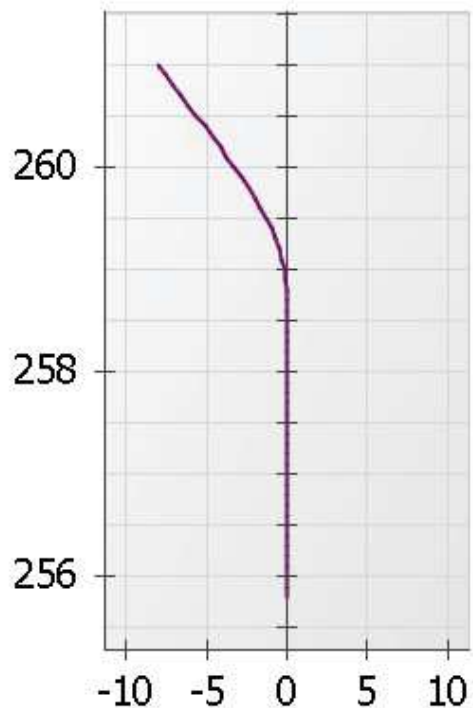
- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 257,80
 Mise en place d'une risberme :
zt [m] = 259,60 a [m] = 0,10
zh [m] = 257,80 b [m] = 1,90
ae = 1,000

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
1	-8,02	-8,02	-11,66	28,11	17,003
2	-12,14	-12,14	-17,67	37,14	10,051
Extrema	-12,14	-12,14	-17,67	37,14	10,051

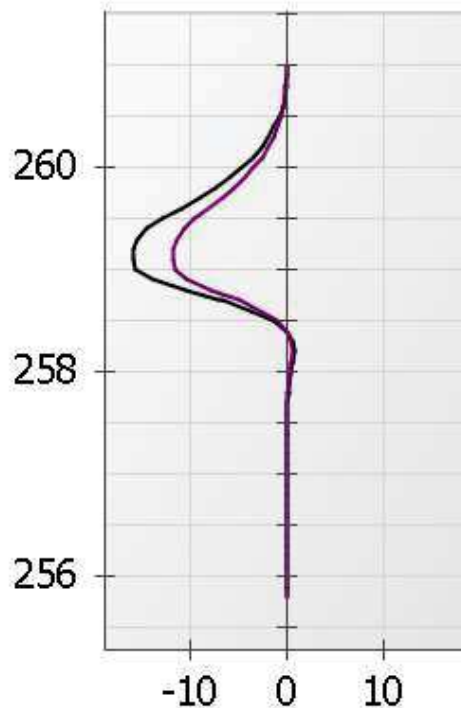
RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [m...]



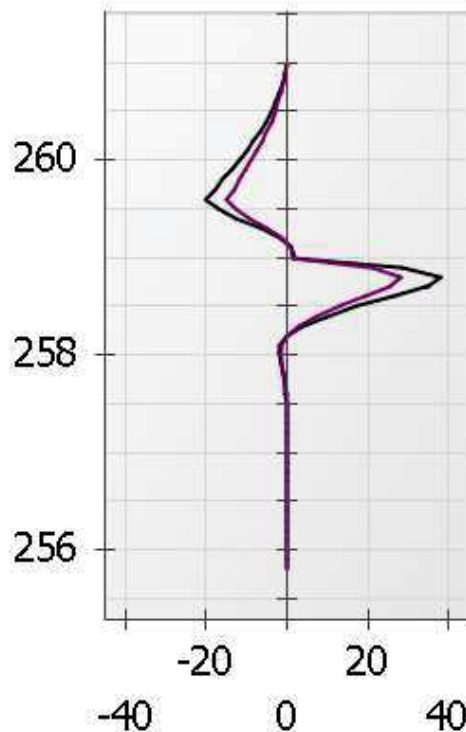
ELS
Dmin = -8,02 - Dmax = 0,02

Moment [kNm/m]



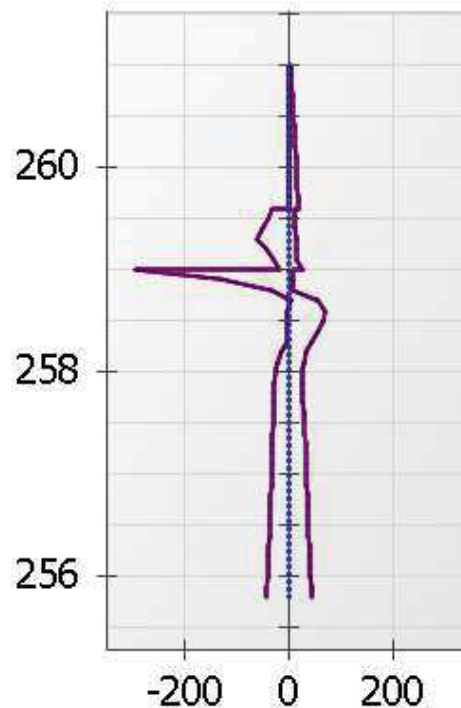
ELS
M.k min = -11,66 - M.k max = 0,53
ELU
M.d min = -15,74 - M.d max = 0,71

Effort Tranchant [...]



ELS
V.k min = -15,06 - V.k max = 28,11
ELU
V.d min = -20,33 - V.d max = 37,95

Pressions terre/e...



ELS
P.k min = -292,45 - P.k max = 67,99
Pw.k min = 0,00 - Pw.k max = 0,00
ELU
P.k min = -292,45 - P.k max = 67,99
Pw.k min = 0,00 - Pw.k max = 0,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



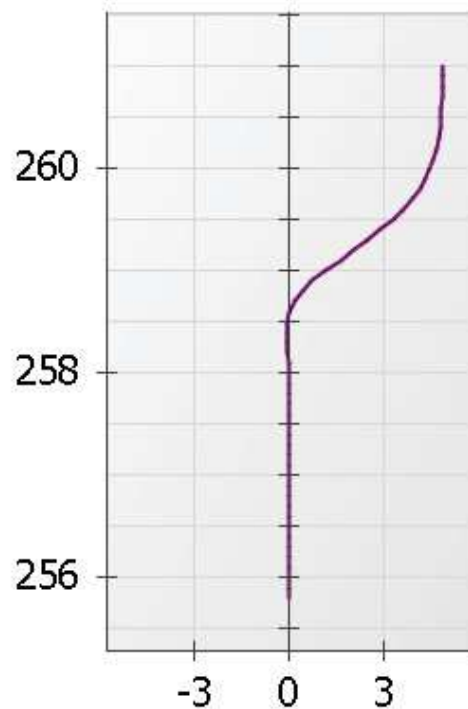
terrasol

setec

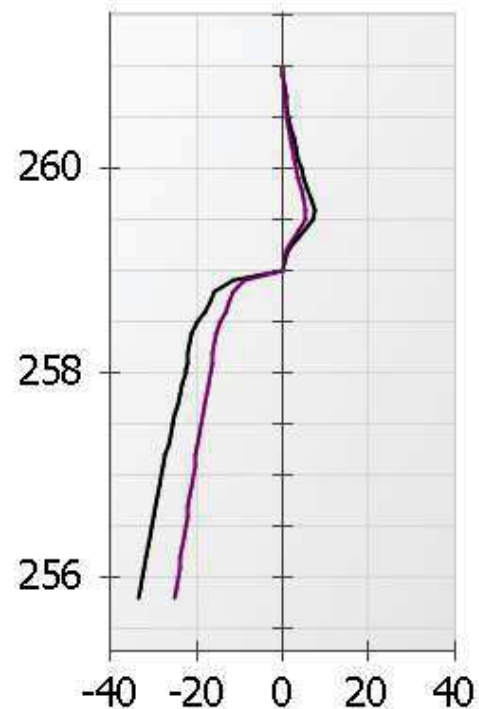
Calcul réalisé par : ALPHA BTP OUEST

RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001...



Effort Normal [kN...



Légende des graphiques :

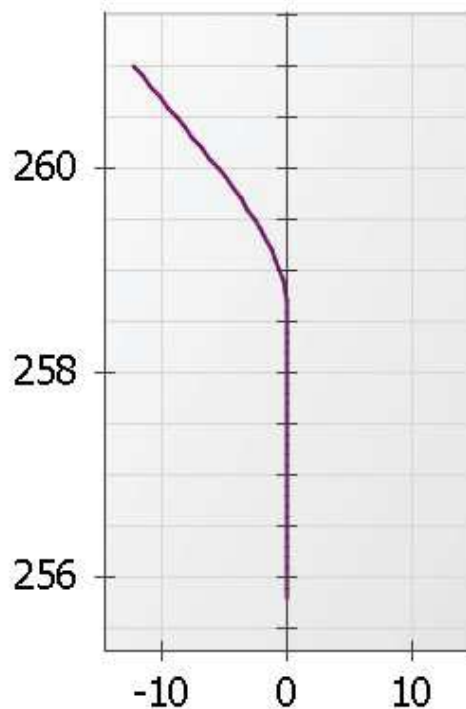
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré en console (autostable)

Déplacements [m...]



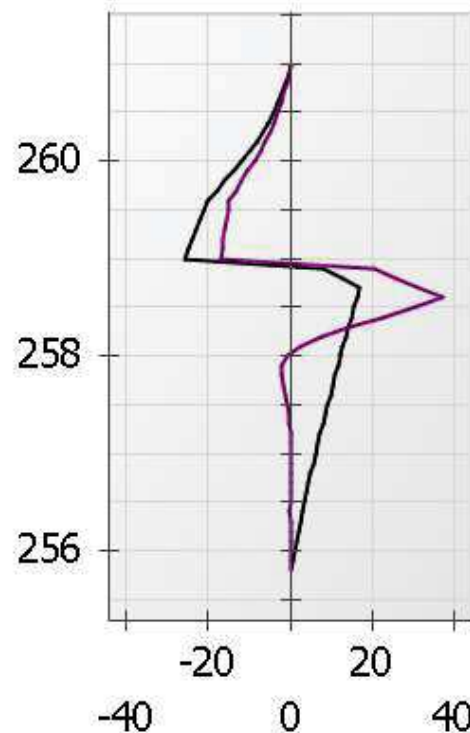
ELS
Dmin = -12,14 - Dmax = 0,03

Moment [kNm/m]



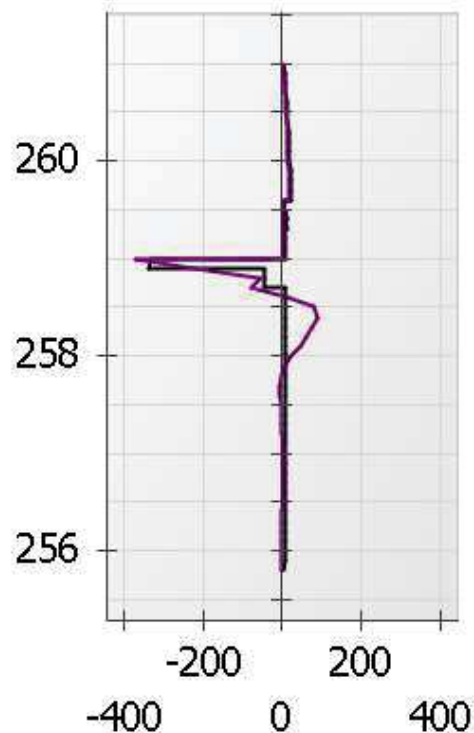
ELS
M.k min = -17,67 - M.k max = 0,74
ELU
M.d min = -25,50 - M.d max = 0,00

Effort Tranchant [...]



ELS
V.k min = -16,86 - V.k max = 37,14
ELU
V.d min = -25,46 - V.d max = 16,99

Pressions terre/e...



ELS
Pd.k min = -371,00 - Pd.k max = 86,65
ELU
Pd.d min = -338,38 - Pd.d max = 23,48

Légende des graphiques :

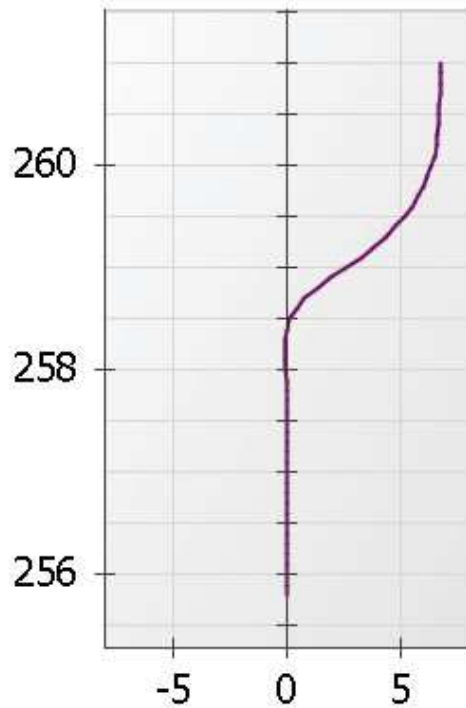
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

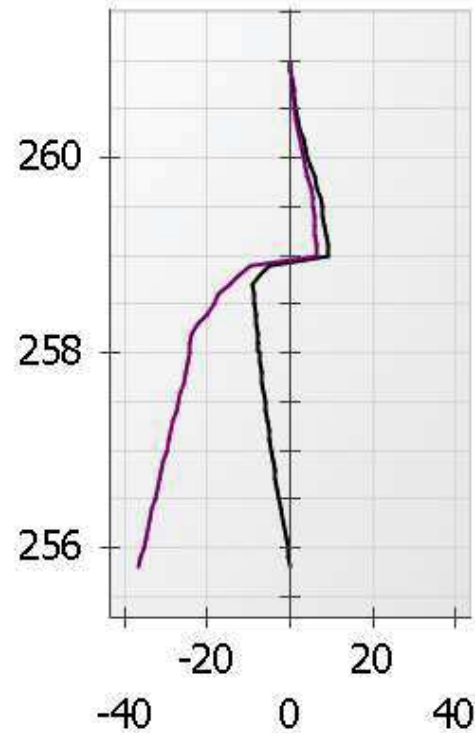
--- Eau

RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré en console (autostable)

Rotation [x0.001...



Effort Normal [kN...



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : ALPHA BTP OUEST

Schéma d'implantation

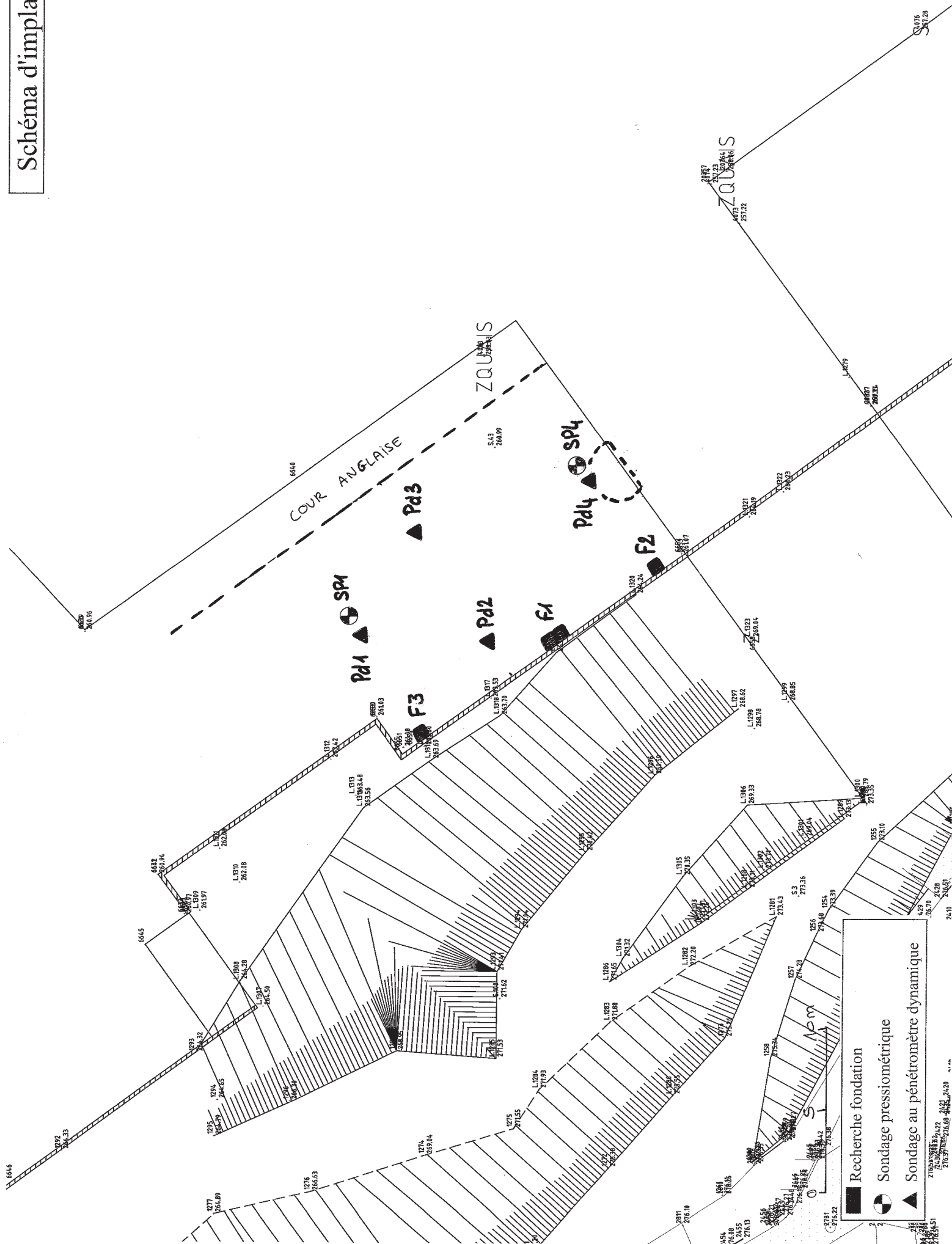
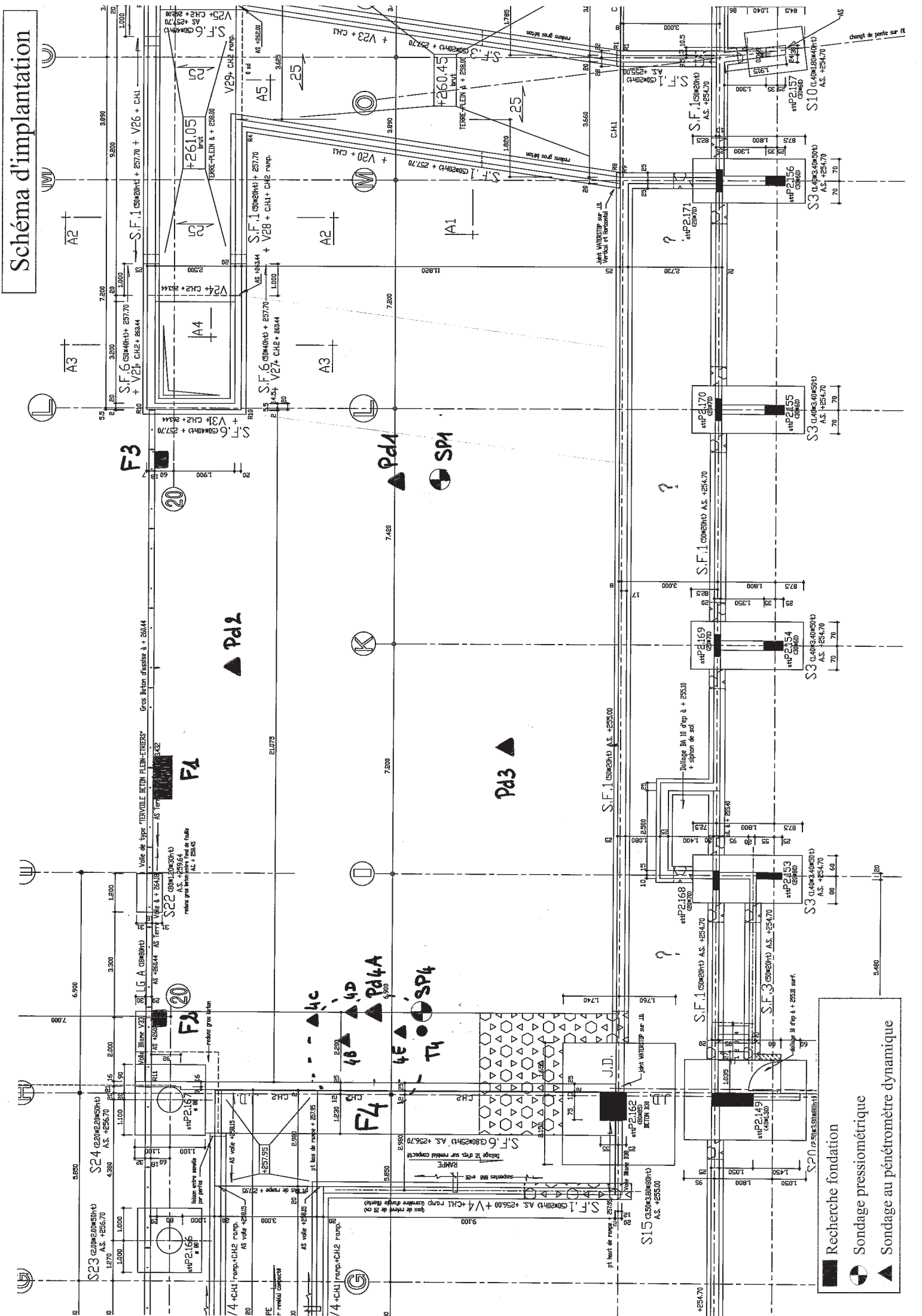


Schéma d'implantation

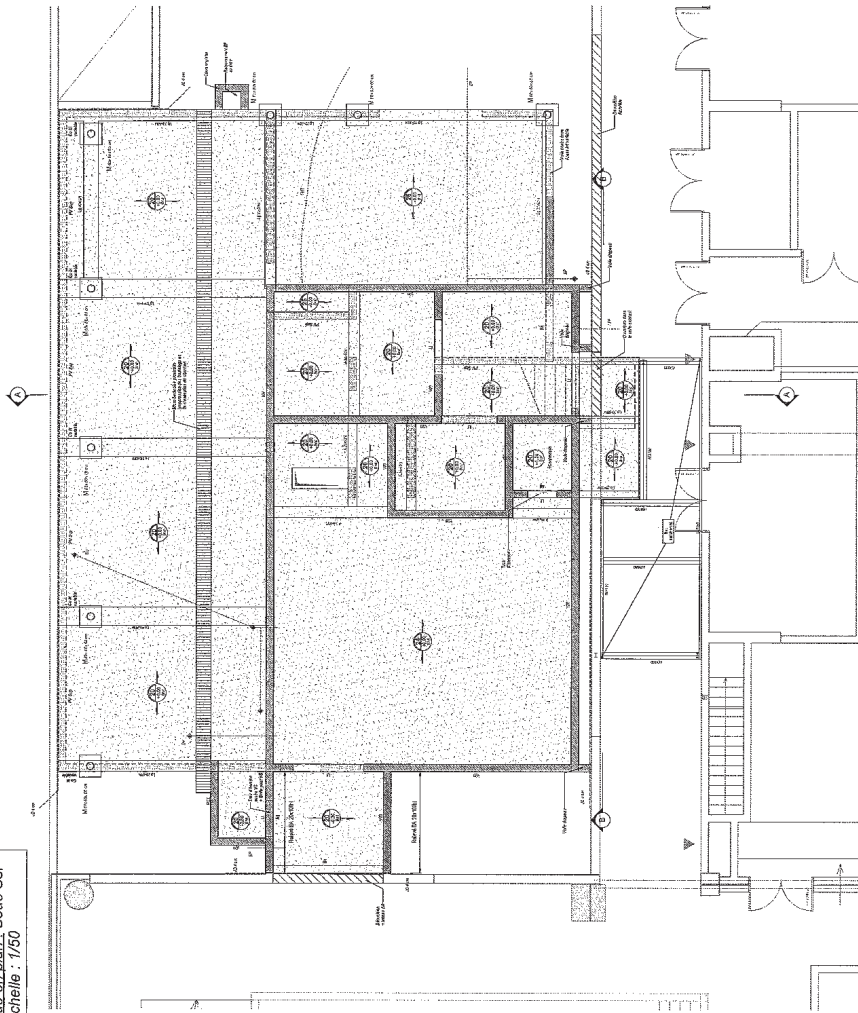


Recherche fondation

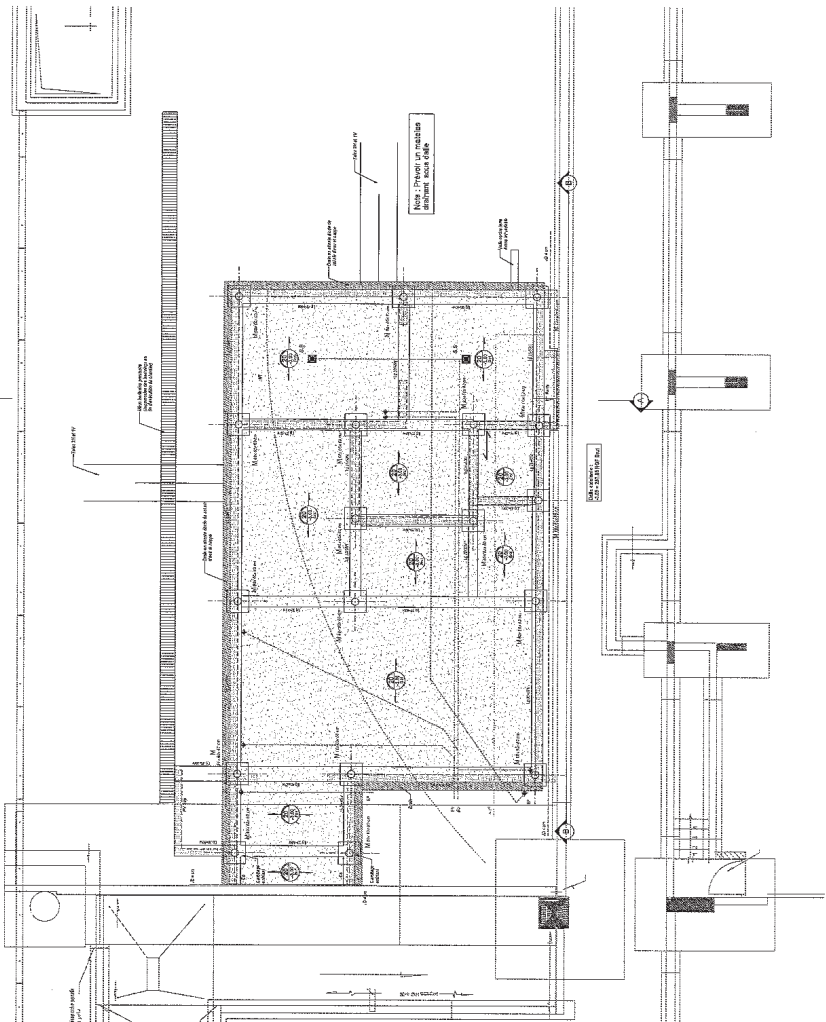
Sondage pressiométrique

Sondage au pénétromètre dynamique

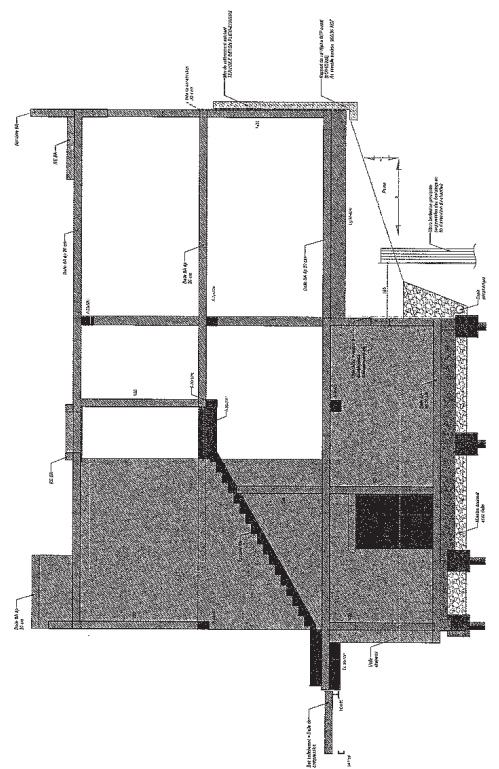
Vue en plan : Sous Sol
Echelle : 1/50



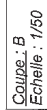
Vue en plan : Fondations
Echelle : 1/50



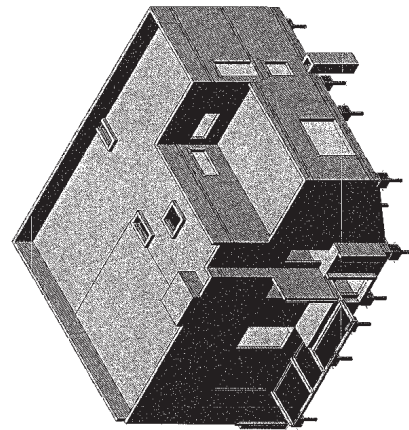
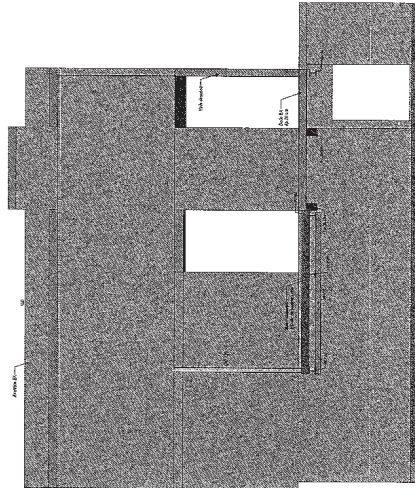
Coupe: A
Echelle: 1/50

[illegible][illegible][illegible]

Vue en plan : R+1
Echelle : 1/50



Vue indicative 3D:



LEGÈNDE

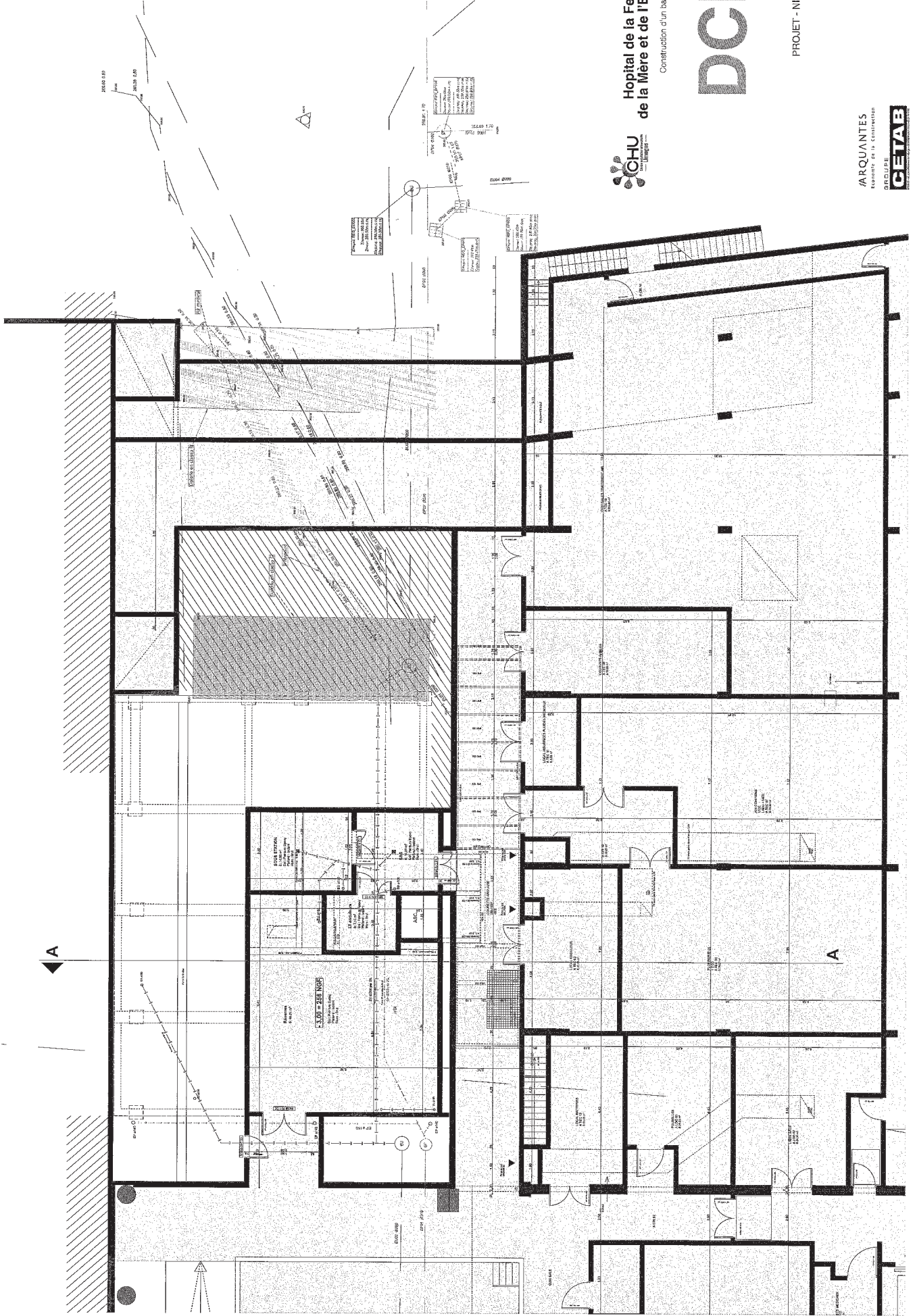
- (S) Sujet
- (C) Cible de papier
- (R) Règle

[illegible]

En cas de surimpression des feuillets du plan, les plans "superflus" et les plans techniques, tels que pour "utilité" publique.

N°	Aviser n°:	Dessiné par :	Vérifié par :	Version Révisé :	CACHE :
GÉNÉRAL	2306	AG	MC	2026	

Logo de la République Française Logo de la Région Île-de-France Logo de la Ville de Paris Logo de la Mairie de Paris Construction d'un bâtiment neuf de radiologie qui intègre une assistance radiologique (P.U.I.) et une salle de traitement (Salle de THER et de GEMT) (H.F.P.E.).	MATÉRIEL SOUAGÉ : Logo de la République Française Logo de la Région Île-de-France Logo de la Ville de Paris Logo de la Mairie de Paris Les travaux sont réalisés par la société SOUAGÉ, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) et par la société SOUAGÉ, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) APU Architecte Logo de la République Française Logo de la Région Île-de-France Logo de la Ville de Paris Logo de la Mairie de Paris Les travaux sont réalisés par la société CEETAB, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) et par la société CEETAB, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) BUREAU D'ÉTUDES TECHNIQUES COMITÉ DE LA CONSTRUCTION OTC Logo de la République Française Logo de la Région Île-de-France Logo de la Ville de Paris Logo de la Mairie de Paris Les travaux sont réalisés par la société ARQUANTES, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) et par la société ARQUANTES, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) ARQUANTES BUREAU DE CONTRÔLE SPR Logo de la République Française Logo de la Région Île-de-France Logo de la Ville de Paris Logo de la Mairie de Paris Les travaux sont réalisés par la société GO2, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) et par la société GO2, 10 rue de la République, 93200 BOULOGNE-BILLANCOURT (93) (France) GO2 <table><tr><td>PHASE</td><td>PRO</td><td>DATE</td><td>Approbé par M.</td><td>Séance n°</td><td>Informations NC</td><td>15/01/2024</td></tr><tr><td>Usur</td><td>Validé</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	PHASE	PRO	DATE	Approbé par M.	Séance n°	Informations NC	15/01/2024	Usur	Validé					
PHASE	PRO	DATE	Approbé par M.	Séance n°	Informations NC	15/01/2024									
Usur	Validé														



Hopital de la Femme,
de la Mère et de l'Enfant
Construction d'un bâtiment IRM

DCE

05
PROJET - NIVEAU -1

Echelle : 1/50

ARQUANTES
CONSEIL EN ARCHITECTURE

CECTAB
CONSTRUCTION ET TRAVAUX

ma
maîtrise d'ouvrage
maîtrise d'œuvre
maîtrise d'usage



Hopital de la Femme,
de la Mere et de l'Enfant
Construction d'un batiment HFM

DCE

06
PROJET - NIVEAU RDC

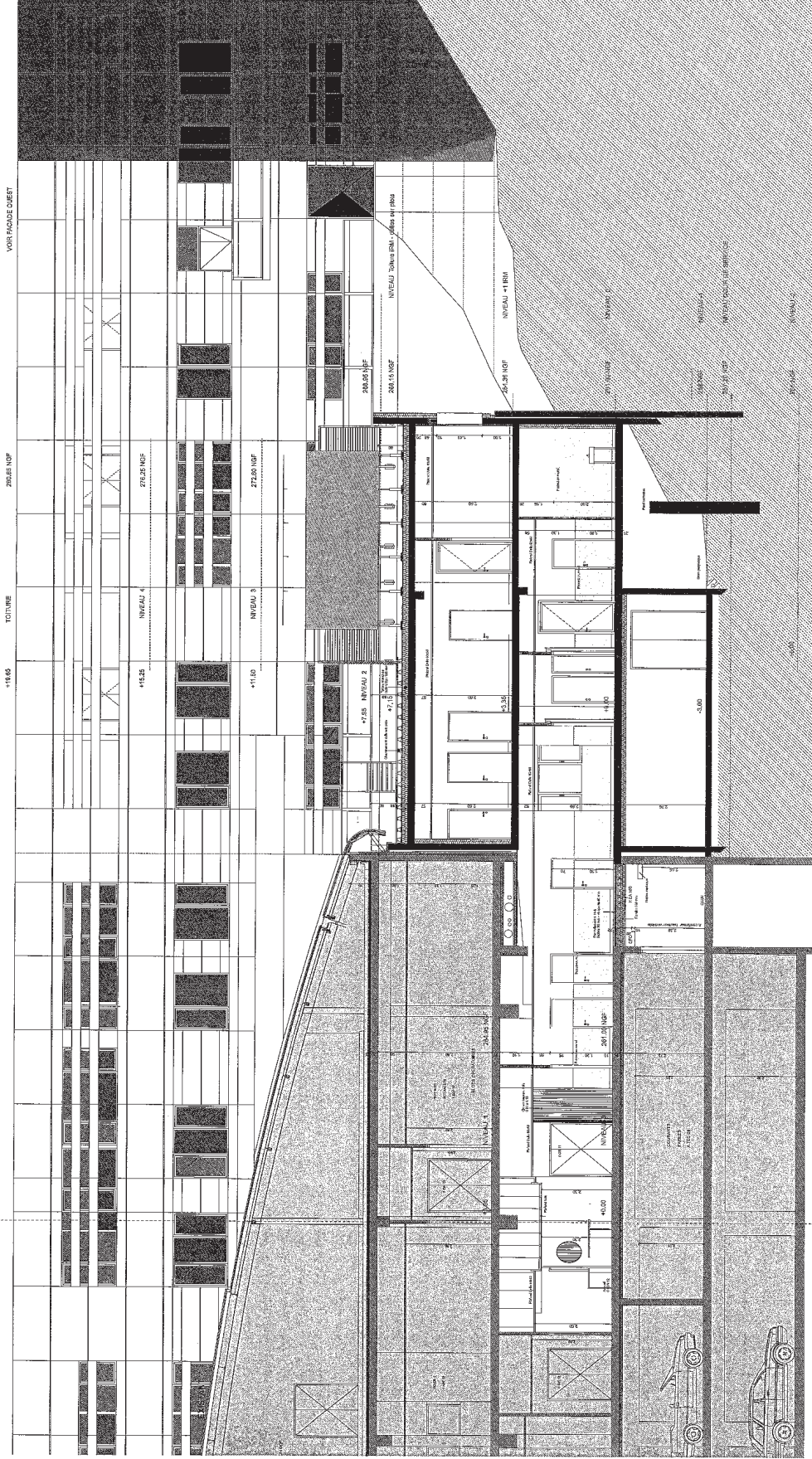
Echelle : 1/50

ARQUANTES
Entreprise de Construction

CETAB
Entreprise de Construction

ma
Entreprise de Construction

CHU de Langson
CHU de Langson
CHU de Langson



ZONE 1008 CHANTIER



Hopital de la Femme,
de la Mère et de l'Enfant
Construction d'un bâtiment IRM

DCE

09

PROJET - Coupe AA

Echelle : 1/50

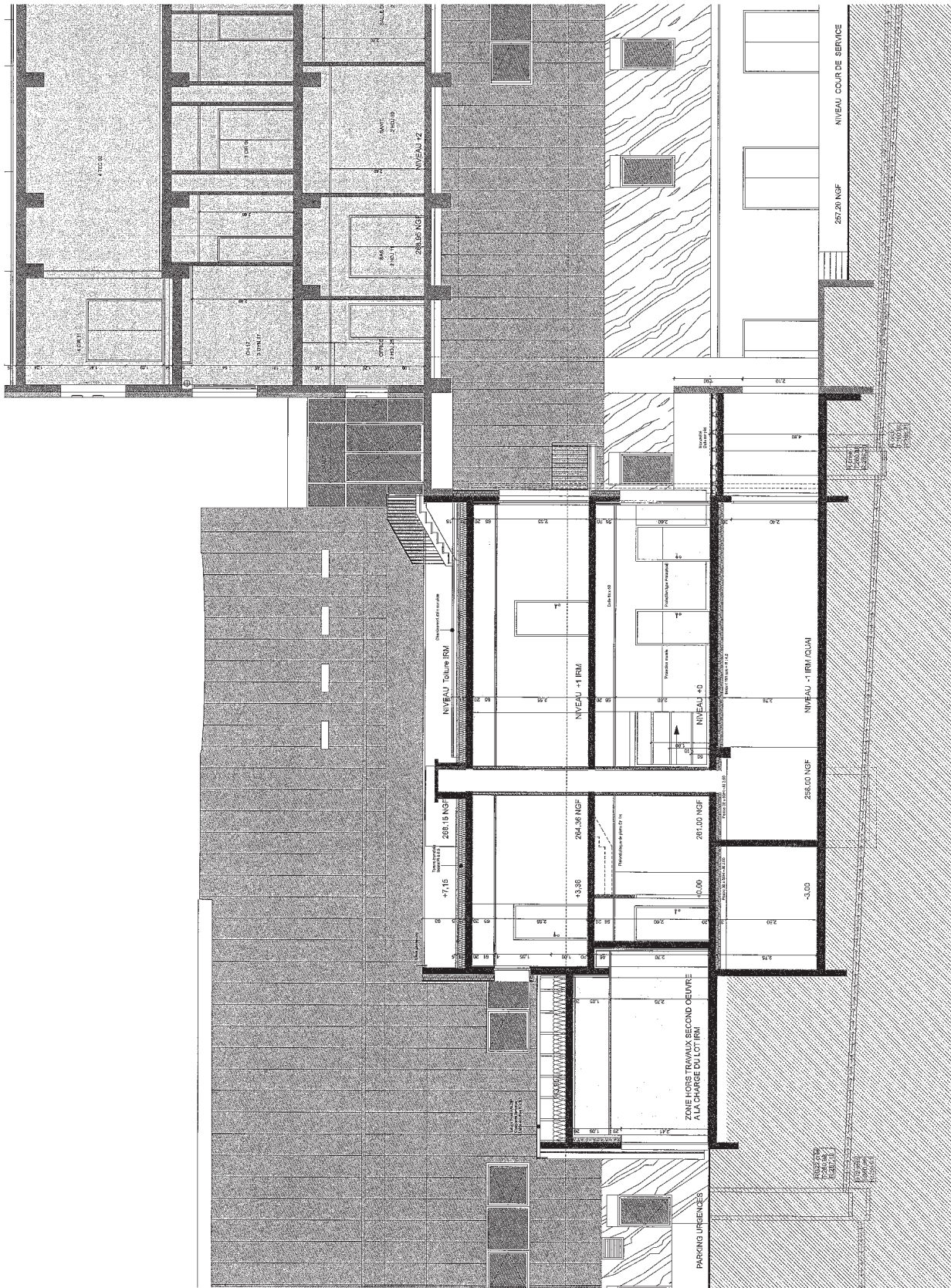
ARQUANTES
Bureau de la construction

CE TAB
BUREAU DE LA CONSTRUCTION

ma
BUREAU DE LA CONSTRUCTION

CHU de la Réunion
Bureau de la construction

PROJET



ZONE HORS CHANTIER



**Hopital de la Femme,
de la Mère et de l'Enfant**

Construction d'un bâtiment IRM

DCE

10

PROJET - Coupe BB

Echelle : 1/50

JARQUANTES
ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION

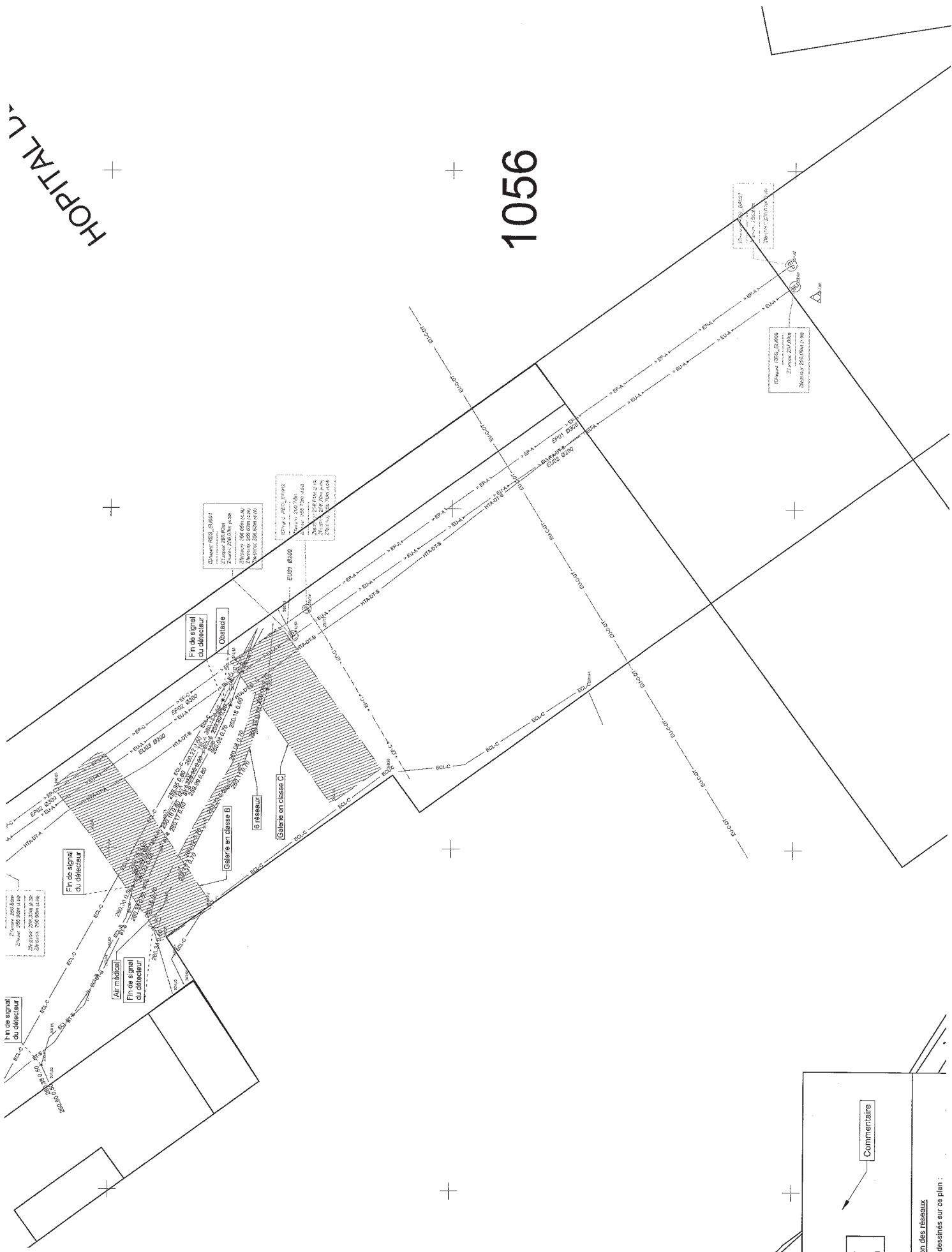
CETAB
GROUPE

nathalie layat
Architecte
10 rue de la République
63000 LIMOGES
05 47 00 00 00

CHU de Limoges
Projet de construction
d'un bâtiment IRM
Projet de construction
d'un bâtiment IRM

HOPITAL L...

1056



Commentaire

on des réseaux
dessinés sur ce plan :

Schéma de situation

