

Construction d'un établissement pénitentiaire

à VANNES (56)

Rapport d'étude KGP3.M.080 / OVA2.L9991-2 Version A

Etude géotechnique préalable
phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC)

Le 20/06/2022



Agence de Vannes

13 rue Camille Claudel – ZA de Tréhuinec
56890 PLESCOP

Téléphone +33 (0)2 97 40 25 65
cebtp.vannes@groupe-cebtp.com

Contacts Bretagne

Brest : + 33 (0)2 98 30 67 20 – Quimper : + 33 (0)2 98 10 12 11 – Rennes : + 33 (0)2 99 27 51 10

APIJ
Agence Publique pour l'Immobilier de la Justice


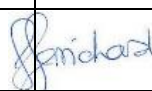
CONSTRUCTION D'UN ETABLISSEMENT PENITENTIAIRE

à VANNES (56)

RAPPORT - Etude géotechnique préalable phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC)

Dossier : KGP3.M.080 / OVA2.L9991-2

Contrat : Marché cadre 21-021

Version	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	20/06/22	Cyndie LACOUR		Isabelle PERRICHARD		21 pages 4 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1. Plans de situation	4
1.1. Extrait de carte IGN	4
1.2. Image aérienne	4
2. Contexte de l'étude	5
2.1. Données générales	5
2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs	5
2.1.2. Document communiqué	5
2.2. Description du site	5
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	5
2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique	6
2.3. Caractéristiques de l'étude préliminaire	9
2.3.1. Description de l'ouvrage	9
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas	9
2.3.3. Terrassements prévus	10
2.4. Mission Ginger CEBTP	10
3. Investigations géotechniques	11
3.1. Préambule	11
3.2. Implantation et nivellement	11
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	11
3.3.1. Investigations in situ	11
3.3.2. Piézométrie	12
3.4. Essais en laboratoire	12
4. Synthèse des investigations	13
4.1. Modèle géologique général	13
4.1.1. Lithologie	13
4.1.2. Caractéristiques physiques des sols	14
4.2. Contexte hydrogéologique général	15
4.2.1. Contexte hydrogéologique	15
4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau	15
4.2.3. Inondabilité	15
4.3. Risque sismique	16
4.3.1. Données parasismiques réglementaires	16

4.3.2. Liquéfaction	16
5. Principes généraux de construction	17
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation	17
5.2. Adaptations générales	18
5.2.1. Remarques préalables.....	18
5.2.2. Réalisation des terrassements	18
5.3. Niveau-bas - dallage.....	19
5.3.1. Solutions retenues	19
5.3.2. Principes généraux.....	19
5.4. Fondation de la structure.....	19
5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage	19
5.4.2. Dispositions constructives	19
5.5. Voiries	20
6. Observations majeures	21

Annexes

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

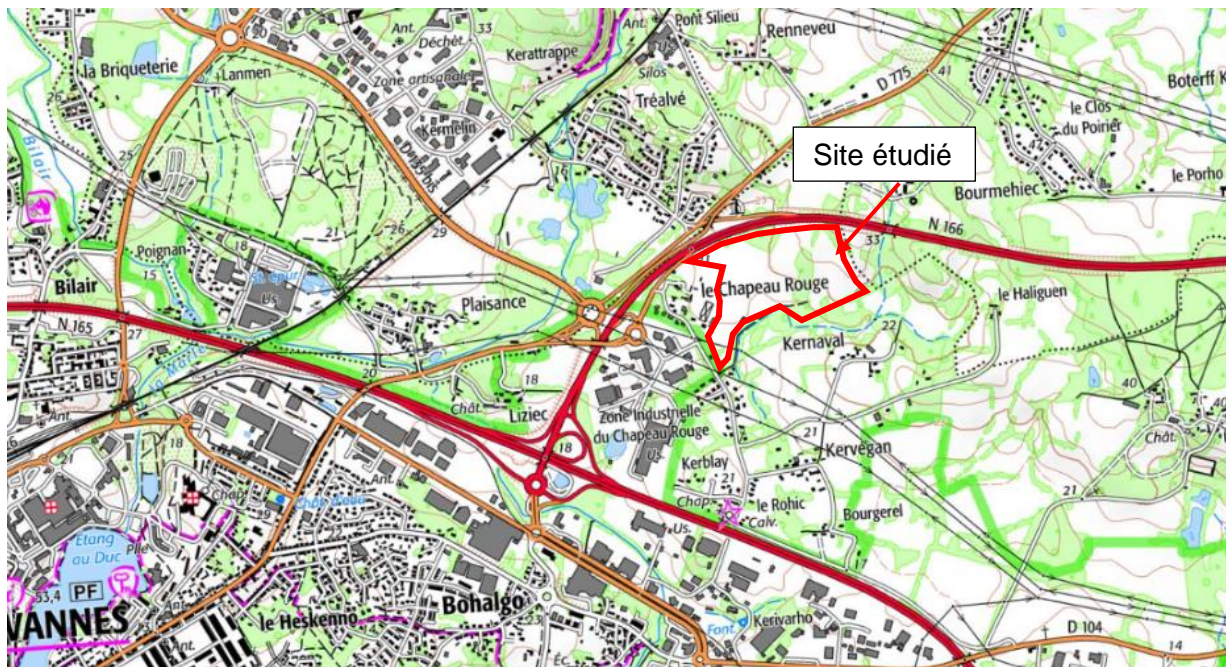
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : site Géoportail

1.2. Image aérienne



Source : site Géoportail

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs

Nom de l'opération : Construction d'un établissement pénitentiaire

Commune : VANNES (56)

Demandeur de la mission et client : APIJ

2.1.2. Document communiqué

Document	Origine	Référence	Date
Compte-rendu d'investigations géotechniques	GEOTEC	2022/01104/NANTS	10/05/2022

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le terrain objet des investigations se trouve dans le secteur Chapeau Rouge à proximité de l'échangeur de Liziec, sur la commune de VANNES (56000), il s'agit des parcelles cadastrées BD n°227, 228, 279, 124, 131, 134 à 138 et n°71. Il est délimité par :

La rue du Rohic à l'Ouest ;

La RN 166 au Nord ;

Les parcelles voisines au Sud et à l'Est.

Le terrain présente une pente générale de 2.5 % descendante vers le Sud-Ouest et est accessible depuis la rue du Rohic. Les cotes générales du terrain sont comprises entre +17.90 NGF et +29.80 NGF au droit des sondages réalisés. Plusieurs zones humides ont été observées lors de notre visite de site notamment en partie Nord-Ouest et Sud-Est du site (cf. plan d'implantation des sondages sur vue aérienne).

Lors de l'intervention de GEOTEC du 17/03/2022, le terrain correspondait à un terrain enherbé et partiellement en friche qui comportait quelques végétations (arbres, arbustes...). Des fouilles de reconnaissances archéologiques étaient en cours de réalisation. De nombreuses tranchées ouvertes d'une dimension estimée à 1 m x 50 ml étaient présentes sur l'ensemble du site.



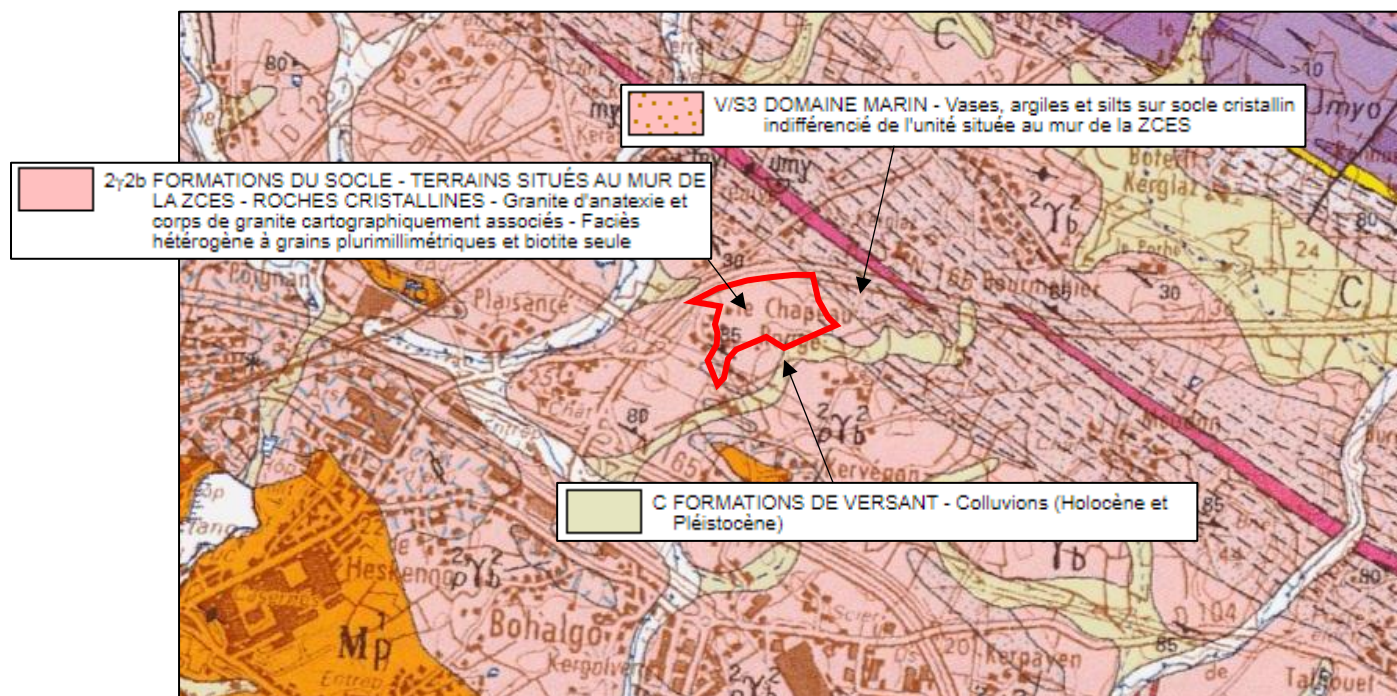
Photographies du site le 17/03/2022 (source GEOTEC)

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

2.2.2.1. Géologie prévisionnelle

D'après la carte géologique des VANNES au 1/50000ème et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Des formations de couverture
- Des formations sédimentaires résiduelles
- Des formations argilo-vasardes du domaine marin
- Le substratum granitique



Source : site infoterre

Les caractéristiques de ces formations sont présentées ci-dessous.

Les formations sédimentaires résiduelles – dépôts de versant, colluvions (C)

Cette formation limono-sableuse de faible granulométrie et sans structure particulière est mise en place par un ruissellement diffus sur de courtes distances. Cette formation est issue des altérites remobilisées durant la dernière période glaciaire et restabilisées par le couvert végétal au cours de l'Holocène. Le colluvionnement de fonds de vallée résulte essentiellement du défrichement lié au développement de l'agriculture depuis le Néolithique (Gebhardt, 1993 ; Visset et al., 1995, 1996). Il s'accumule pour l'essentiel dans les drains peu organisés, souvent secs, liés au déblaiement des altérites et des placages loessiques aujourd'hui érodés.

Les Vases, argiles et silts (V/S3)

Sédiments contenant de 20 à 100 % de particules inférieures à 0,05 millimètres.

Granite d'anatexie (²v²b)

Ce faciès forme la plus grande partie du massif de Sainte-Anne-d'Auray et la majorité des corps isolés de taille plus réduite. Ces affleurements naturels sont en général de médiocre qualité, les meilleurs étant concentrés dans les zones de topographies les plus hautes (e.g. collines de Branbec, Le Guern, Le Poteau, Bourmehiec ou les Landes de Kergoual). De nombreuses carrières l'entament également, le plus souvent pour ses arènes ou ses faciès altérés, comme dans la grande carrière située au Nord de Theix au Guernévé, ouverte depuis 2007. À l'affleurement, ce faciès apparaît souvent de couleur crème parfois même jaune-orangé. Il présente souvent un grain grossier, hétérogène localement assez riche en schlierens biotitiques. Cette roche est assez friable quand elle est altérée et à la cassure, elle apparaît souvent également jaune.

2.2.2.2. Contexte hydrologique

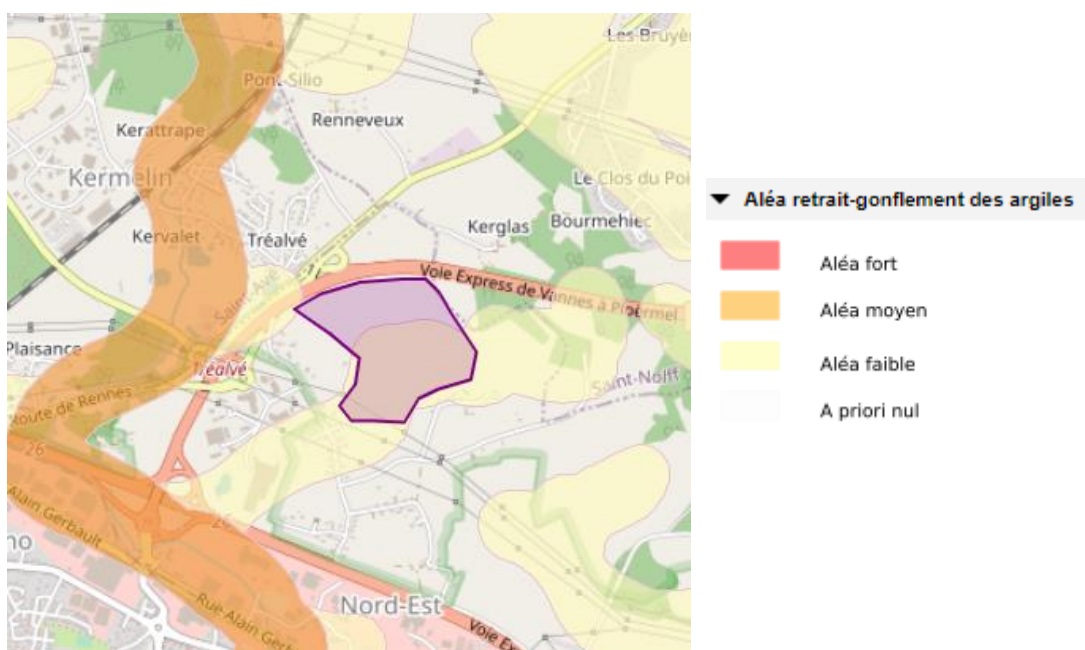
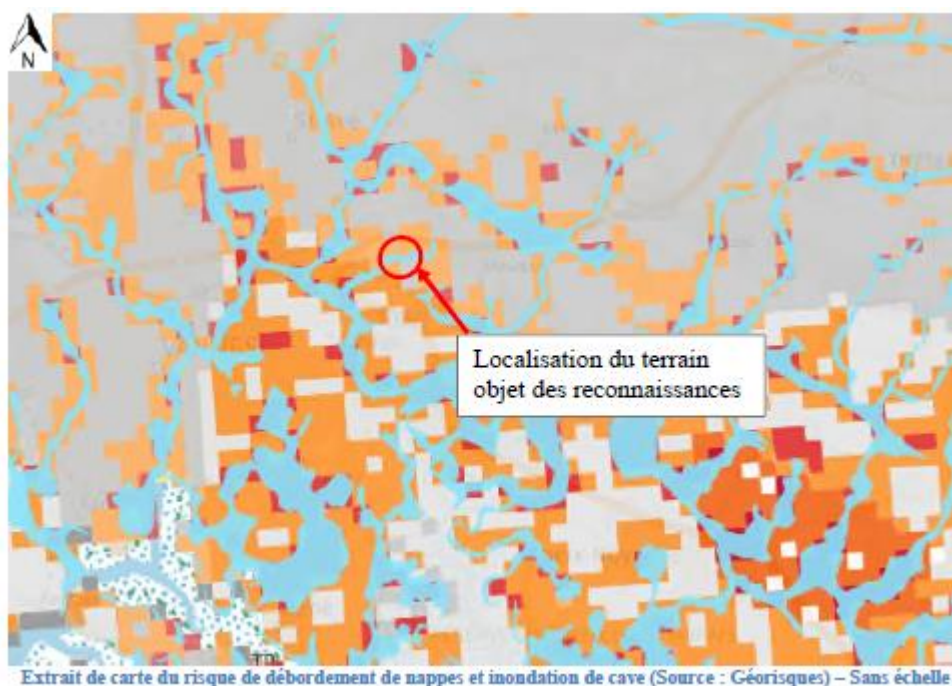
D'après notre expérience locale et la carte géologique, les venues d'eau attendues s'apparentent à des rétentions dans les formations superficielles et/ou des circulations anarchiques au sein du massif rocheux.

2.2.2.3. Risques naturels et sismicité

Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.prim.net, www.inondationsnappes.fr, www.georisques.gouv.fr) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques naturels	Sensibilité
Inondations/débordement de cours d'eau	Zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et inondation de cave*
Argiles (retrait/gonflement)	Aléa a priori faible à nul *
Cavités naturelles ou anthropiques	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet
Mouvements de terrains	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet
Risque radon	3 (élevé)

* cf. illustrations ci-après



Risque de retrait-gonflement des argiles (Source : Géorisques)

Selon le zonage sismique de la France en vigueur (décret n°2010-1255 du 22/10/2010), la commune de VANNES est classée en zone de sismicité 2 (aléa faible). Nous rappelons que dans le cas de bâtiments de catégorie d'importance III ou IV, l'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

2.3. Caractéristiques de l'étude préliminaire

2.3.1. Description de l'ouvrage

L'établissement projeté correspond à une maison d'arrêt protégée par une enceinte et limitée par un chemin de ronde. La capacité d'accueil de l'établissement est de 550 places. Le projet prévoit la construction de plusieurs ouvrages (bâtiments, locaux, voieries et parking).

Un scénario d'implantation a été proposé en étude de faisabilité et présenté ci-dessous.

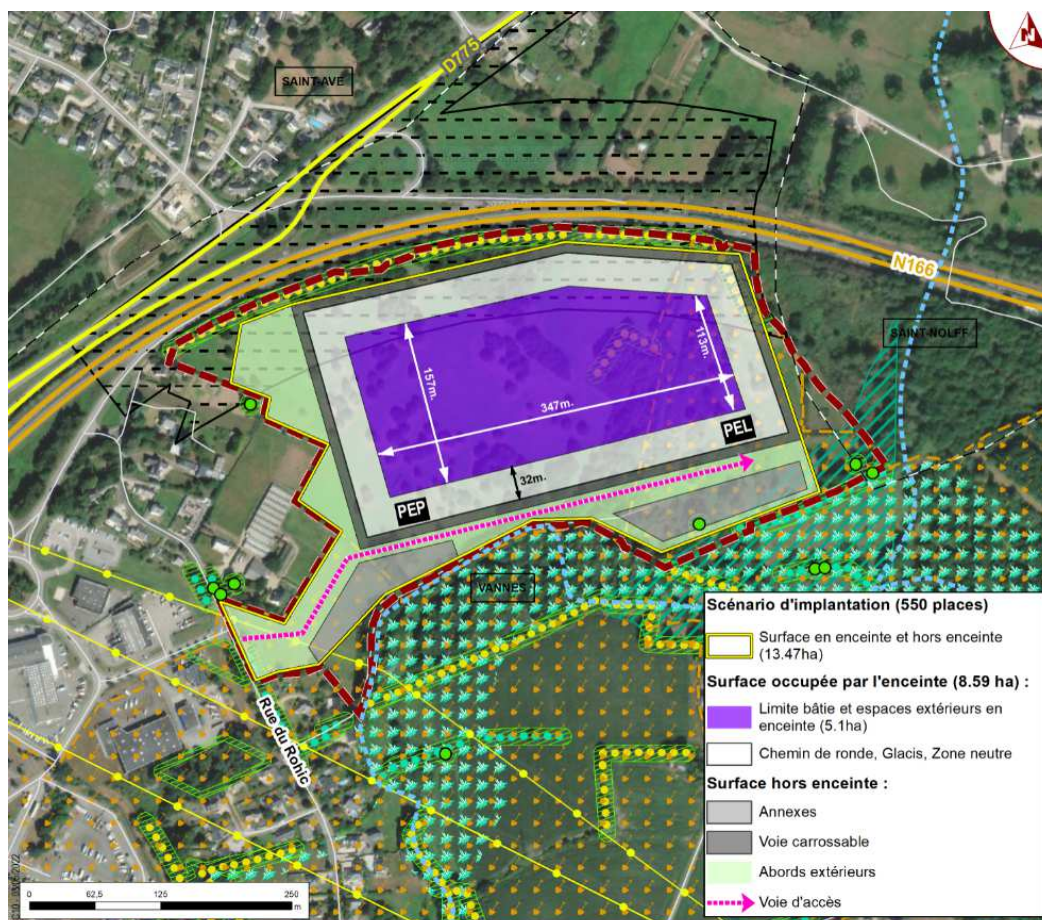


Schéma type d'un établissement pénitentiaire (Source : Etude de faisabilité. 2020)

A ce stade de l'étude, le projet n'est pas complètement défini et est susceptible d'évoluer. L'étude de conception (mission G2 phase AVP et/ou phase PRO) devra tenir compte des dernières évolutions.

2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage.

2.3.3. Terrassements prévus

Les terrassements prévus ne sont pas connus au stade actuel des études. Nous estimerons dans la suite de ce rapport qu'il n'est pas prévu de niveaux enterrés au droit du futur bâtiment.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au marché cadre n°21-021.

Il s'agit d'une Etude géotechnique préalable phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, ayant pour but de :

- Définir un programme d'investigations géotechnique spécifique, le réaliser et en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats
- Donner une première approche de la zone d'influence géotechnique (ZIG), horizons porteurs potentiels
- Donner certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, amélioration de sols).

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP dans le cadre de la mission d'AMO qui nous a été confiée.

Ces investigations ont été réalisées par le bureau d'étude GEOTEC en mars 2022.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie par Ginger CEBTP et réalisée par GEOTEC en fonction des conditions d'accès et de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations (Terrain Actuel – TA). Elles ont été relevées au moyen d'un GPS de précision infradécimétrique en altitude (référentiel NGF).

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qtté	Noms	Prof. / TA (en m)	Altitude NGF de la tête (en m)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 100 mm arrêté au refus ® ou à 3 m de profondeur	5	T1	3.0	17.90
		T2	3.0	19.55
		T3	1.4®	28.60
		T4	3.0	22.00
		T5	2.6®	26.90
Sondage destructif Ø 120 mm	2	SD1+PZ1	6.0	20.80
		SD2+PZ2	6.0	29.80
Essai au pénétromètre dynamique type B mené au refus ® ou arrêté à 6 m		P1	4.0®	19.55
		P2	2.0®	20.80
		P3	3.0®	19.25
		P4	1.6®	22.45
		P5	1.4®	22.00
		P6	2.0®	26.90
		P7	1.8®	28.50
		P8	0.8®	29.80

Les coupes des sondages, les pénétrogrammes et les résultats des essais in situ sont présentés en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
 - coupe des sols,
 - formations géologiques correspondantes,
 - venue d'eau éventuelle,
- **Essais au pénétromètre dynamique type B :**
 - diagramme donnant la résistance dynamique qd en fonction de la profondeur, calculée selon la formule des Hollandais,
 - éventuel niveau d'eau en fin de sondage.
- **Sondages destructifs :**
 - coupe approximatives des sols (1),
 - formations géologiques correspondantes,
 - diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.I.A. : vitesse instantanée d'avancement (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).

3.3.2. Piézométrie

Les équipements suivants ont été mis en place :

Equipement piézométrique	Sondage de référence	Prof. / TA
Tube piézométrique provisoire avec protection par capot métallique	SD1+PZ1	6.0 m
	SD2+PZ2	6.0 m

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail des équipements mis en place sont indiqués sur les coupes de forage correspondantes.

3.4. Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	5	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	5	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	5	NF P94-068
Indice Portant Immédiat (IPI)	2	NF P94-078
Classification des sols (GTR)	5	NF P11-300

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

4. Synthèse des investigations

4.1. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2.

4.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment de la reconnaissance (mars 2022).

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous environ 20 cm de terre végétale :

Formation n°1 : Remblais sablo-graveleux

Profondeur de la base : de 0.8 à 1.7 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance dynamique de pointe (qd) : < 0.7 à 10 MPa

Commentaires :

- cette formation présente des caractéristiques mécaniques très hétérogènes,
- de par son origine, la nature et l'épaisseur de cet horizon sont susceptibles de varier sensiblement et brutalement,
- formation reconnue uniquement au droit des sondages T3, T4 et T5.

Formation n°2 : Limon sableux

Profondeur de la base : de 0.8 à 1.8 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 0.9 à 5 MPa

Commentaire : formation reconnue uniquement au droit des sondages T1 et T2.

Formation n°3a : Arène granitique

Profondeur de la base : de 1.4 à 3.0 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 3.5 à 20 MPa, jusqu'au refus

Formation n°3b : Granite altéré à compact

Profondeur de la base : supérieure à la base des sondages,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance dynamique de pointe (qd) : > 20 MPa

Commentaire : les caractéristiques mécaniques de cet horizon ont vraisemblablement mené les essais au pénétromètre au refus, ainsi que les sondages tarière T3 et T5.

Remarques :

- la transition entre les différents degrés d'altération du granite peut être brutale compte tenu de la dégradation plus ou moins rapide du substratum. La limite entre les états n'est pas clairement distincte et varie, parfois fortement, d'un point à un autre,
- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits « aveugles » en l'absence et au-delà de sondage couplé, la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. **La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.**

4.1.2. Caractéristiques physiques des sols

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification et des essais mécaniques sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Formation/type de sol	Prof. échant° (m/TA)	W (%)	VBS	Dmax (mm)	Tamiséat < 80 µm	IPI	Classe GTR
T1	Sables limoneux	0.2 – 1.8	20.2	0.41	9	37.5	-	A1
T2	Arène granitique	1.0 – 3.0	13.4	0.82	11	47.4	-	A1
T2	Limon sablo-argileux	0.2 – 1.0	19.5	1.25	14	59.6	-	A1
T5	Arène granitique	1.7 – 2.6	10.1	0.28	20	27.8	-	B5
T1+T3	Arène granitique	0.8 – 1.4	13.2	0.65	8	33.6	-	B5
T1+T2	Sable limoneux à limon sablo-argileux		19.2				1.3	
T2+T5	Arène granitique		12.4				23.8	

Légende :

- W : Teneur en eau pondérale
VBS : Indice de mesure de la capacité d'absorption de bleu de méthylène du sol
Dmax : Diamètre maximal des éléments
< 80 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 micromètres
IPI : Indice de Portance Immédiat
Classe GTR : Classe de sol selon la norme NF P11-300

Les matériaux limoneux à sablo-limoneux de classe A1 et B5 sont très sensibles à l'eau et sont sujets à perte de portance pour de faibles variations de teneur en eau.

4.2. Contexte hydrogéologique général

4.2.1. Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- une nappe de type perchée pouvant régner au sein des remblais et limons, alimentée par la pluviométrie efficace,
- une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein de l'horizon de granite en fonction de l'état de fracturation du massif rocheux. Celle-ci s'apparente à de multiples venues d'eau observées au gré des discontinuités rencontrées dans le substratum. Ces circulations peuvent être en charge dans les fractures du substratum, généralement peu perméable.

4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau

Lors des investigations de GEOTEC de mars 2022, les niveaux d'eau suivants ont été observés :

Sondage	T2	SD2+PZ2
Cote NGF / Tête de sondage	+19.55	+29.80
Venue d'eau en cours de forage prof. (m)	-	-
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	3.00	5.90
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	+16.55	+23.90

Les autres sondages sont restés secs jusqu'aux profondeurs investiguées.

Par ailleurs, le terrain présentait en mars 2022 plusieurs zones gorgées d'eau notamment en partie Nord-Ouest du site.

Ces niveaux semblent correspondre à des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles dont certaines peuvent ne pas avoir été détectées par les sondages. En effet, les essais de pénétration dynamique permettent rarement de déceler ou de localiser les niveaux d'eau dans le sol. Par ailleurs, les profondeurs des sondages ne permettent pas toujours d'atteindre les niveaux géologiques aquifères.

De plus, il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ces niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.

4.2.3. Inondabilité

D'après les données issues des sites internet consultés, la parcelle présente une sensibilité aux risques de débordement de nappe et inondations de cave.

Des informations plus précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.). De plus, ce risque dépend des travaux de protection réalisés, et est donc susceptible de varier dans le temps.

4.3. Risque sismique

4.3.1. Données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255, l'arrêté du 22/10/2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal" et la norme NF EN 1998 (Eurocode 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	2 (aléa faible)
Catégorie d'importance du bâtiment (à confirmer par la MOE)	IV : bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public
Accélération maximale de référence (agR)	0,7 m.s ⁻²

Nous rappelons que le projet se situant en zone de sismicité 2, le dimensionnement des structures à l'Eurocode 8 est obligatoire pour les bâtiments de catégorie d'importance III ou IV.

4.3.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 2 (aléa faible), l'étude de la liquéfaction des sols n'est pas requise d'après l'arrêté du 22/10/2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal".

De plus, les sols rencontrés (arènes granitiques et substratum rocheux) sont peu sujet au phénomène de liquéfaction.

5. Principes généraux de construction

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

➤ Contexte géologique et géotechnique

Contexte géotechnique : Sous environ 1 à 2 m de remblais ou limons (formations n°1 et 2), nous sommes en présence du substratum décomposé en arène (formation n°3a) localement sur plusieurs mètres d'épaisseur. Au-delà, on rencontre le granite altéré à compact (formation n°3b) avec des caractéristiques mécaniques s'améliorant rapidement avec la profondeur.

Contexte hydrogéologique : Des niveaux d'eau ont été repérés entre 3.0 et 5.9 m de profondeur au droit des sondages, soit les cotes 16.55 et 23.90 m NGF à la période des sondages (mars 2022). Nous rappelons que le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviosité.

➤ Caractéristiques du projet

Le projet porte sur la construction d'une maison d'arrêt protégée par une enceinte et limitée par un chemin de ronde. La capacité d'accueil de l'établissement est de 550 places.

Le projet prévoit la construction de plusieurs ouvrages (bâtiments, locaux, voieries et parking)

➤ Bilan des principales données vis-à-vis du projet

Les points à prendre en compte pour le projet sont les suivantes :

- présence de sols sensibles à l'eau et à la circulation des engins,
- présence d'arène granitique sous les formations de couverture, présentant des caractéristiques mécaniques moyennes,
- présence localement du granite altéré à faible profondeur,
- pas de présence d'eau aux profondeurs concernées par le projet.

➤ Solutions techniques envisageables :

Compte tenu des points précédents, on pourra envisager :

- un dallage sur terre-plein moyennant une couche de forme de forte épaisseur ; nous rappelons qu'une solution mettant en œuvre un plancher porté par les fondations reste toujours envisageable,
- un mode de fondations superficielles ancrées dans les arènes (formation n°3a) ou dans le granite altéré (formation n°3b), à adapter en fonction des descentes de charges et de la lithologie au droit de chaque ouvrage.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

5.2. Adaptations générales

5.2.1. Remarques préalables

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.2. Réalisation des terrassements

5.2.2.1. Hauteurs envisagées

Il n'est a priori pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,5 m de déblais/remblais). Sans réalisation de niveau enterré, ils seront limités essentiellement à l'encastrement des fondations.

5.2.2.2. Traficabilité et drainage en phase chantier

L'étude des sujétions particulières d'exécution (traficabilité, drainage, blindage, phasage...) ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

Il est toutefois à noter que les matériaux superficiels sur le site sont très sensibles à l'eau.

5.2.2.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les remblais, limons et arènes (formations n°1 à 3a) ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction.

En revanche, au vu des caractéristiques mécaniques rencontrées, les terrassements seront difficiles dans la couche sous-jacente (granite altéré à compact – formation n°3b) et nécessiteront alors l'emploi d'outils ou d'engins spécifiques (BRH, dérocteur, pelle puissante...).

5.3. Niveau-bas - dallage

5.3.1. Solutions retenues

La réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support **après purge complète des formations n°1 et 2 (remblais et limons)**. Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

5.3.2. Principes généraux

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions suivantes :

- **purge de la terre végétale, du limon et des remblais existants**
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- **purge des éventuels poches médiocres et sols détériorés** par les engins de terrassement ou les eaux de pluie.

L'étude des sujétions particulières d'exécution (traficabilité, nécessités de mise en place de géotextile, ...) et l'étude de l'assise du dallage (module Es et épaisseur des différentes couches d'assises, couche de forme et traitement éventuel du sol support, drainage de la plateforme, ...) ne font pas partie de la présente mission. Ces points seront traités dans le cadre des études géotechniques de conception.

5.4. Fondation de la structure

5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage

Compte tenu des éléments précédents, un système de fondations **superficielles par semelles filantes et/ou isolées** ancrées de 0,3 m minimum dans les arènes granitiques (formation n°3a) ou dans le granite altéré (formation n°3b) est envisageable.

Des sondages complémentaires seront à réaliser dans les phases ultérieures d'étude (G2 AVP et G2 PRO) au droit de chaque ouvrage afin de préciser le mode de fondation, les profondeurs d'ancrage et les géométries à retenir.

5.4.2. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,5 m pour des semelles continues et de 0,8 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards),
- en cas d'ancrage partiel dans le substratum rocheux, un lit de sable sera apposé en fond de fouille sur 0,4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur,

- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes,
- des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations (NF P 94-261),
- la présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation,
- des surprofondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton,
- afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

La justification du dimensionnement devra être fournie dans le cadre des études géotechniques de conception.

5.5. Voiries

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique préalable (G1) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, les différentes phases d'étude de conception (G2) devront être envisagées (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- définir le modèle géotechnique à prendre en compte,
- présenter des dimensionnements ou exemples de dimensionnement des ouvrages géotechniques,
- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

(extraits de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013)

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

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).

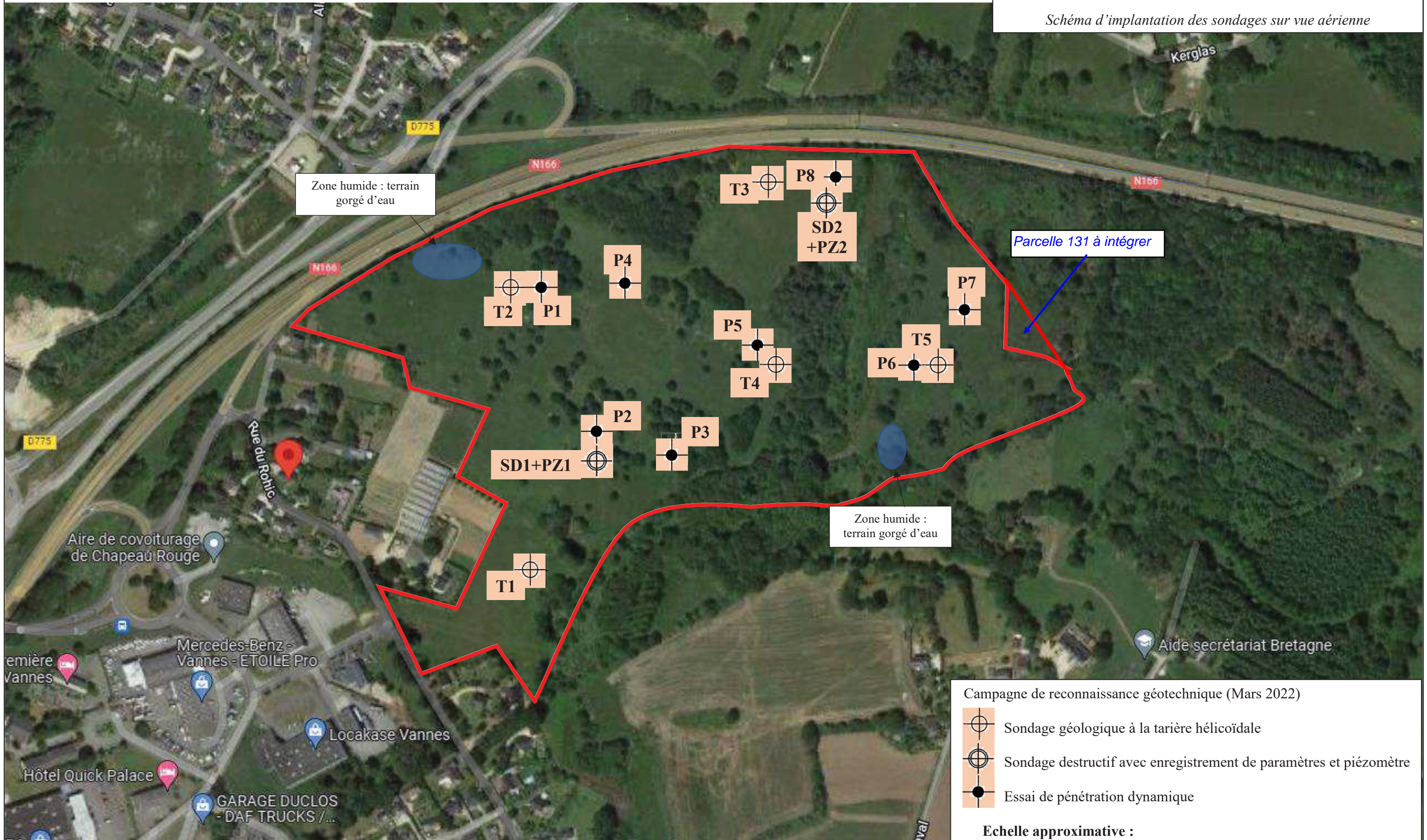
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES






VANNES

Construction d'un centre pénitencier

Schéma d'implantation des sondages sur vue aérienne



Campagne de reconnaissance géotechnique (Mars 2022)

-  Sondage géologique à la tarière hélicoïdale
-  Sondage destructif avec enregistrement de paramètres et piézomètre
-  Essai de pénétration dynamique

Echelle approximative :



ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

Sondage : T1

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/03/2022

Site : VANNES

X : 271306.20




Echelle : 1/50

Y : 6745473.05

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 17.90 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
17,90	0,00					
17,70	0,20		0,20 m	17/03/2022 NEANT	TAR 100	
			1,80 m			
16,10	1,80					
			3,00 m			
14,90	3,00					

Observations : Aucune arrivée d'eau au cours du sondage.

Bonne tenue des parois du sondage.

Arrêt du forage à 3.0 m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : T2

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/03/2022

Site : VANNES

X : 271308.40


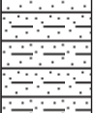
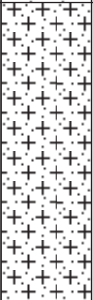
Echelle : 1/50

Y : 6745723.60

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 19.55 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
19,55	0,00					
19,35	0,20		0,20 m			
						
18,55	1,00		1,00 m			
						
16,55	3,00		3,00 m	3,00 m	TAR 100	
				17/03/2022 Eau en fin de sondage		

Observations : Arrivée d'eau en fin de sondage à 3.0 m/TA

Bonne tenue des parois du sondage.

Arrêt du forage à 3.0 m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : T3

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/03/2022

Site : VANNES

X : 271565.85




Echelle : 1/50

Y : 6745792.05

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 28.60 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
28,60	0,00					
28,40	0,20		Faciès végétal	17/03/2022 NEANT	TAR 100	
						
27,80	0,80		Remblai sablo-graveleux marron foncé à cailloux			
						
27,20	1,40		Arène granitique beige			1,40 m

Observations : Aucune arrivée d'eau en cours de sondage.

Bonne tenue des parois du sondage.

Refus du forage à 1.4 m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : T4

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/03/2022

Site : VANNES

X : 271525.55




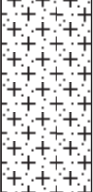

Echelle : 1/50

Y : 6745646.40

Z : 22.00 NGF

Page : 1/1

Affaire : 2022/01104/NANTS

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains			Eau	Outil	Ech
22,00	0,00						
21,80	0,20		0,20 m		17/03/2022 NEANT		
							
20,50	1,50		1,50 m			TAR 100	
							
19,00	3,00		3,00 m			3,00 m	

Observations : Aucune arrivée d'eau en cours de sondage.

Bonne tenue des parois du sondage.

Arrêt du forage à 3.0 m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : T5

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/03/2022

Site : VANNES

X : 271670.15



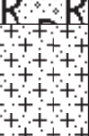


Echelle : 1/50

Y : 6745617.15

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 26.90 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Ech
26,90	0,00					
26,70	0,20		Faciès végétal	17/03/2022 NEANT	TAR 100	
			0,20 m			
			1,70 m			
25,20	1,70		Remblai sablo-graveleux marron noir			
			1,70 m			
			2,60 m			
24,30	2,60		Arène granitique sablo-graveleuse marron beige			
			2,60 m			

Observations : Aucune arrivée d'eau en cours de sondage.

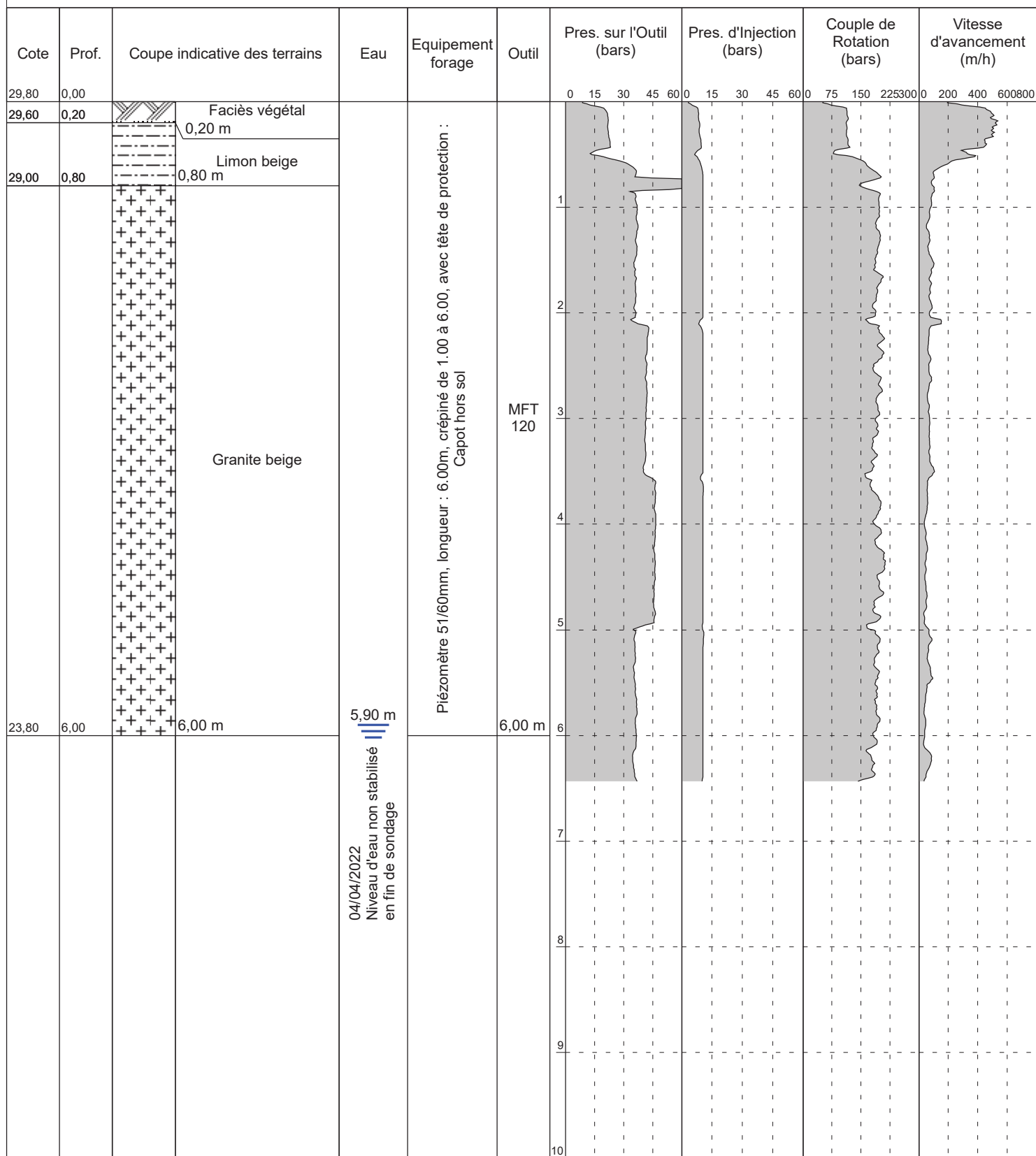
Bonne tenue des parois du sondage.

Refus du forage à 2.6 m/TA.

EXGTE 3.23

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Equipement forage	Outil	Pres. sur l'Outil (bars)	Pres. d'Injection (bars)	Couple de Rotation (bars)	Vitesse d'avancement (m/h)	
20,80	0,00					0 15 30 45 60	0 15 30 45 60	0 75 150 225300	0 200 400 600800	
20,60	0,20	Faciès végétal 0,20 m	24/03/2022 NEANT	Piézomètre 51/60mm, longueur : 6.00m, crépiné de 1.00 à 6.00, avec tête de protection : Capot hors sol	RTP 120					
		Limon beige 1,40 m				1				
19,40	1,40	Arène granitique probable 2,50 m				2				
18,30	2,50	Granite beige 6,00 m				3 4 5 6	6,00 m			
14,80	6,00									

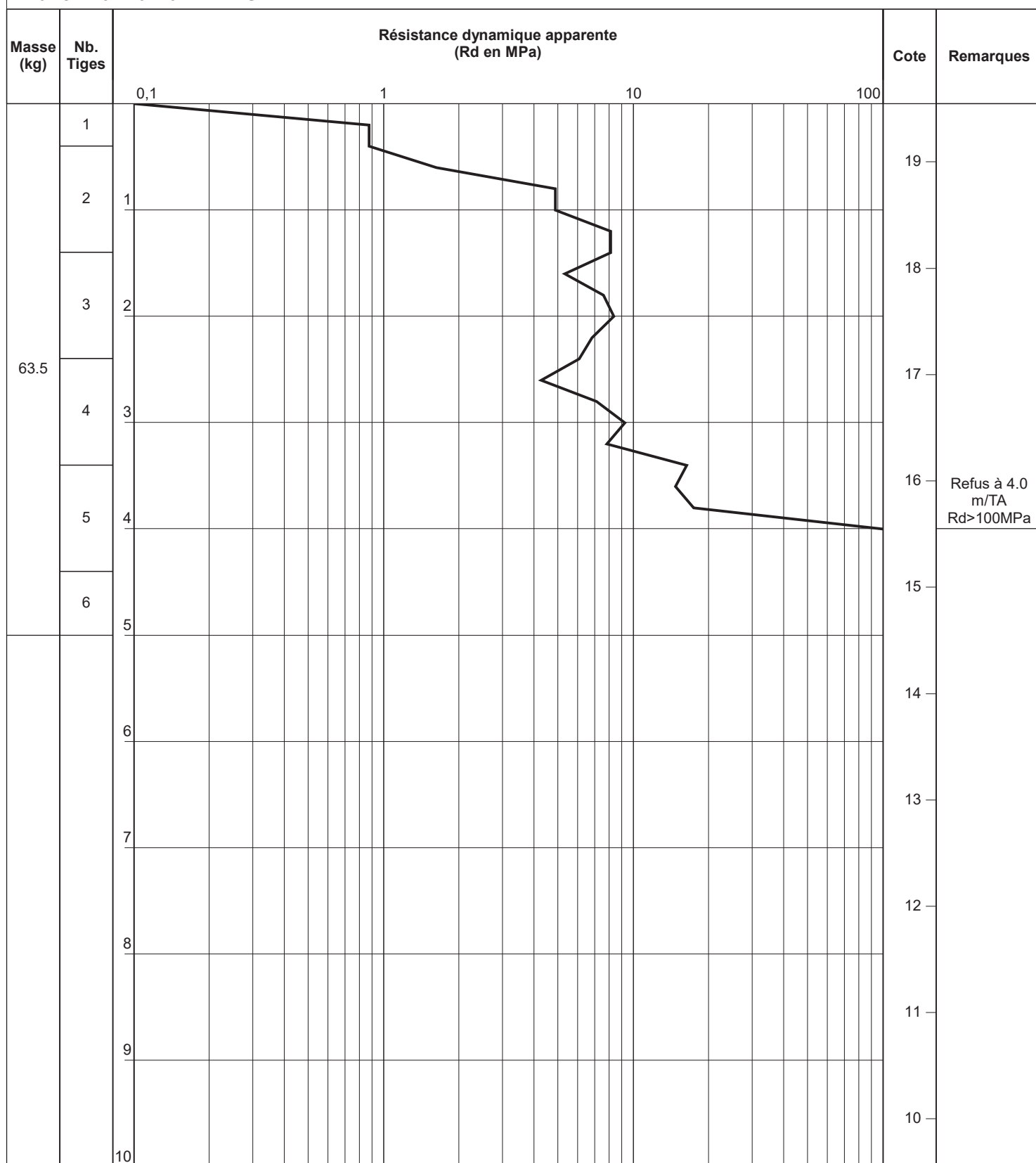
Observations : Aucune arrivée d'eau au cours du sondage. Réalésage en diamètre 120 mm.
Bonne tenue des parois du sondage.
Arrêt du sondage à 6.0 m/TA.

**Observations :**

Arrivée d'eau en fin de sondage vers 5.90 m/TA.

Bonne tenue des parois du sondage.

Arrêt du sondage à 6.4 m/TA.



Refus à 4.0
m/TA
Rd>100MPa

Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

Pénétrromètre : P2

Effectué conformément à la norme NF P 94-115

Date : 16/03/2022

Site : VANNES

X : 271377.95 (L93)

Type : GTP

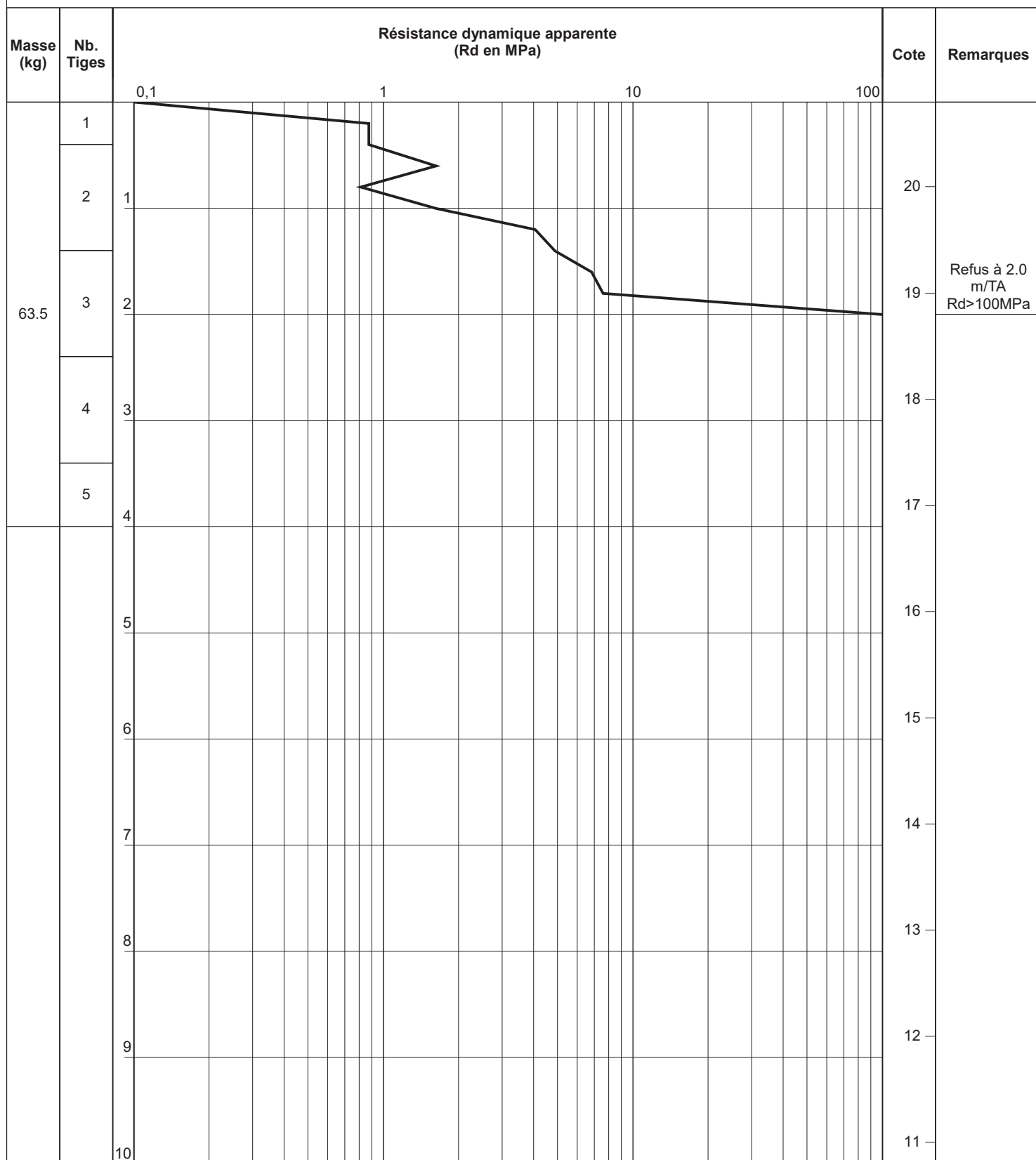
Y : 6745581.95 (L93)

Echelle : 1/50

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 20.80 NGF

Page : 1/1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

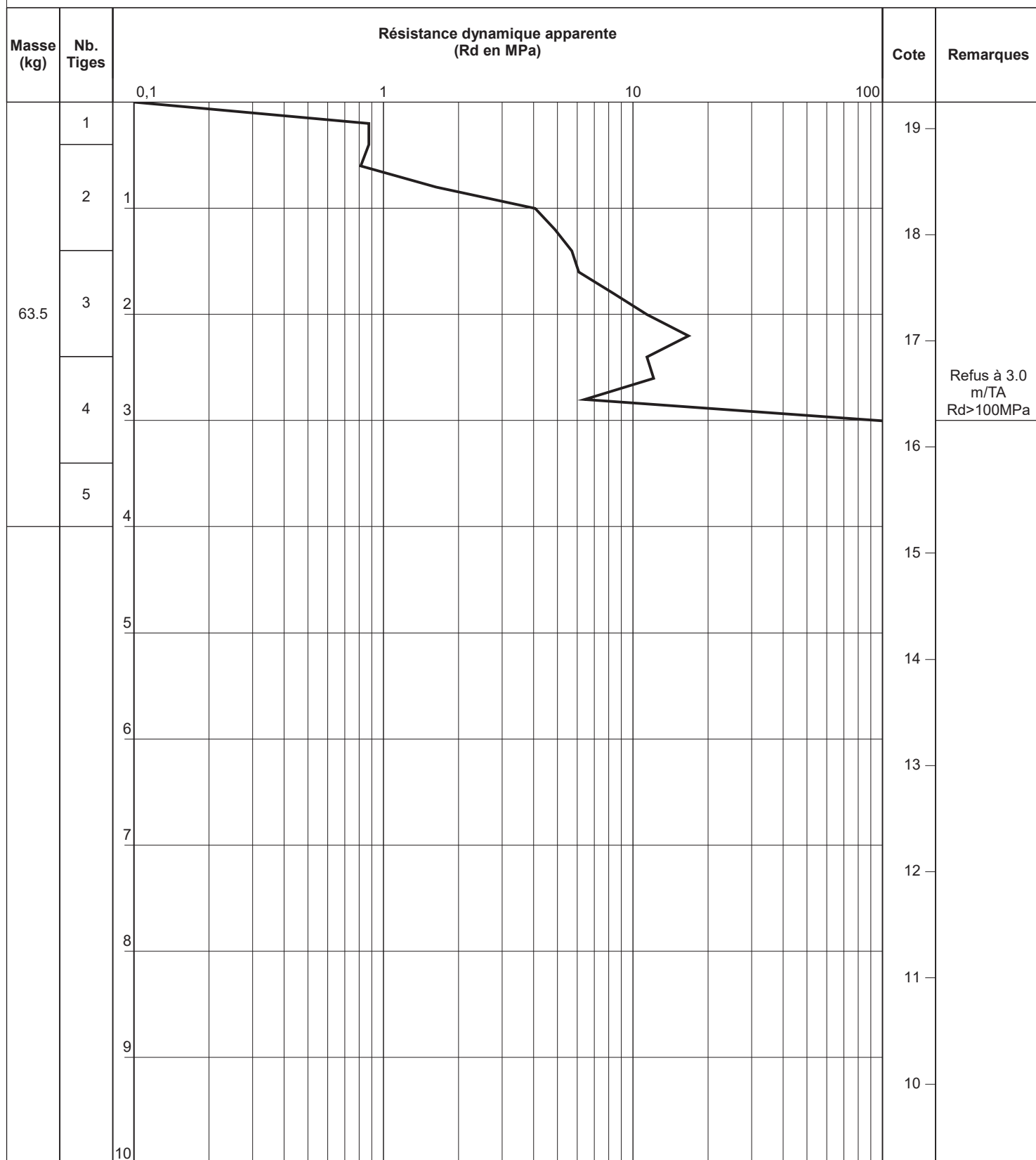
Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

Pénétrromètre : P4

Effectué conformément à la norme NF P 94-115

Date : 16/03/2022

Site : VANNES

X : 271426.35 (L93)

Type : GTP

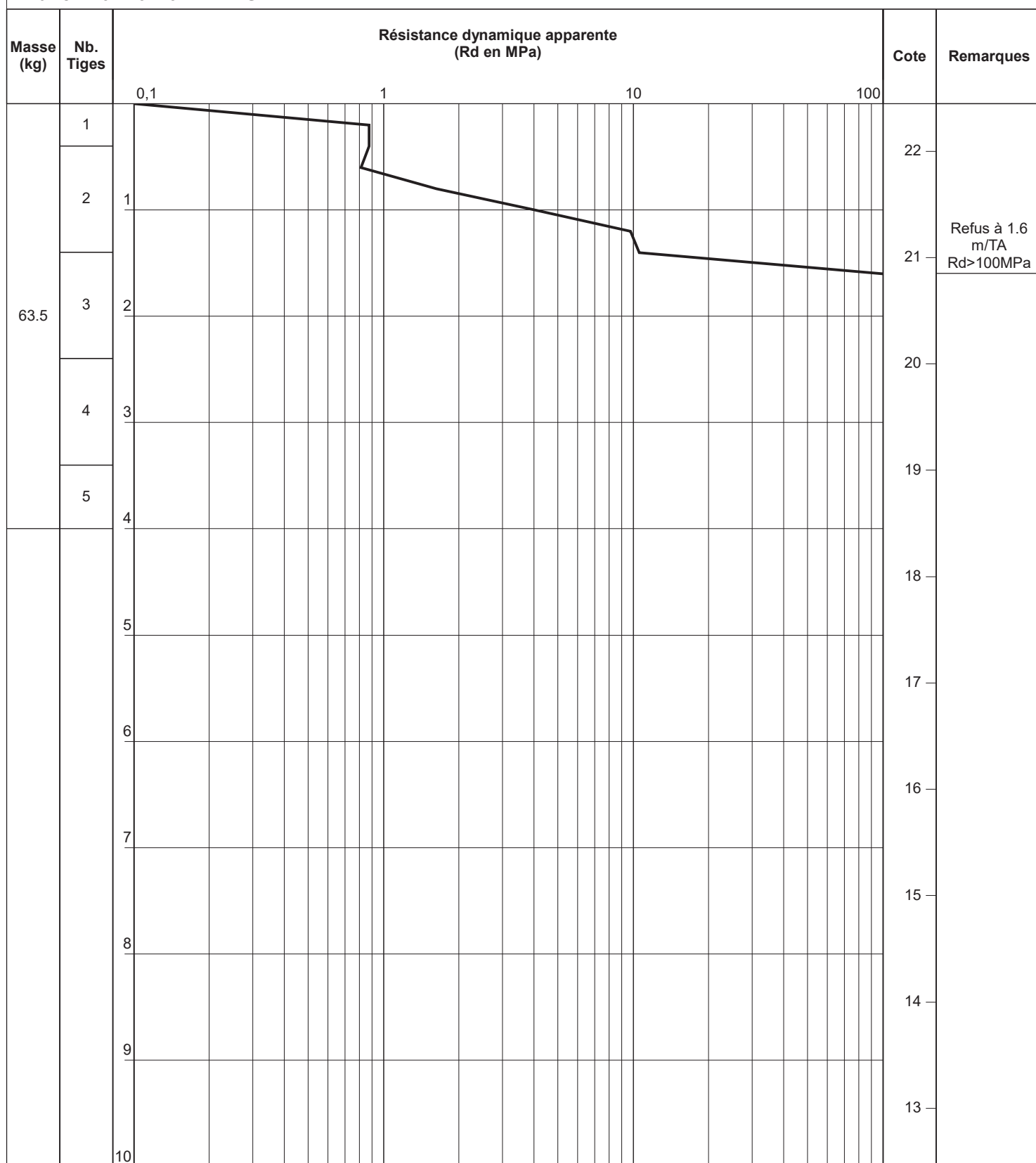
Y : 6745712.95 (L93)

Echelle : 1/50

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 22.45 NGF

Page : 1/1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

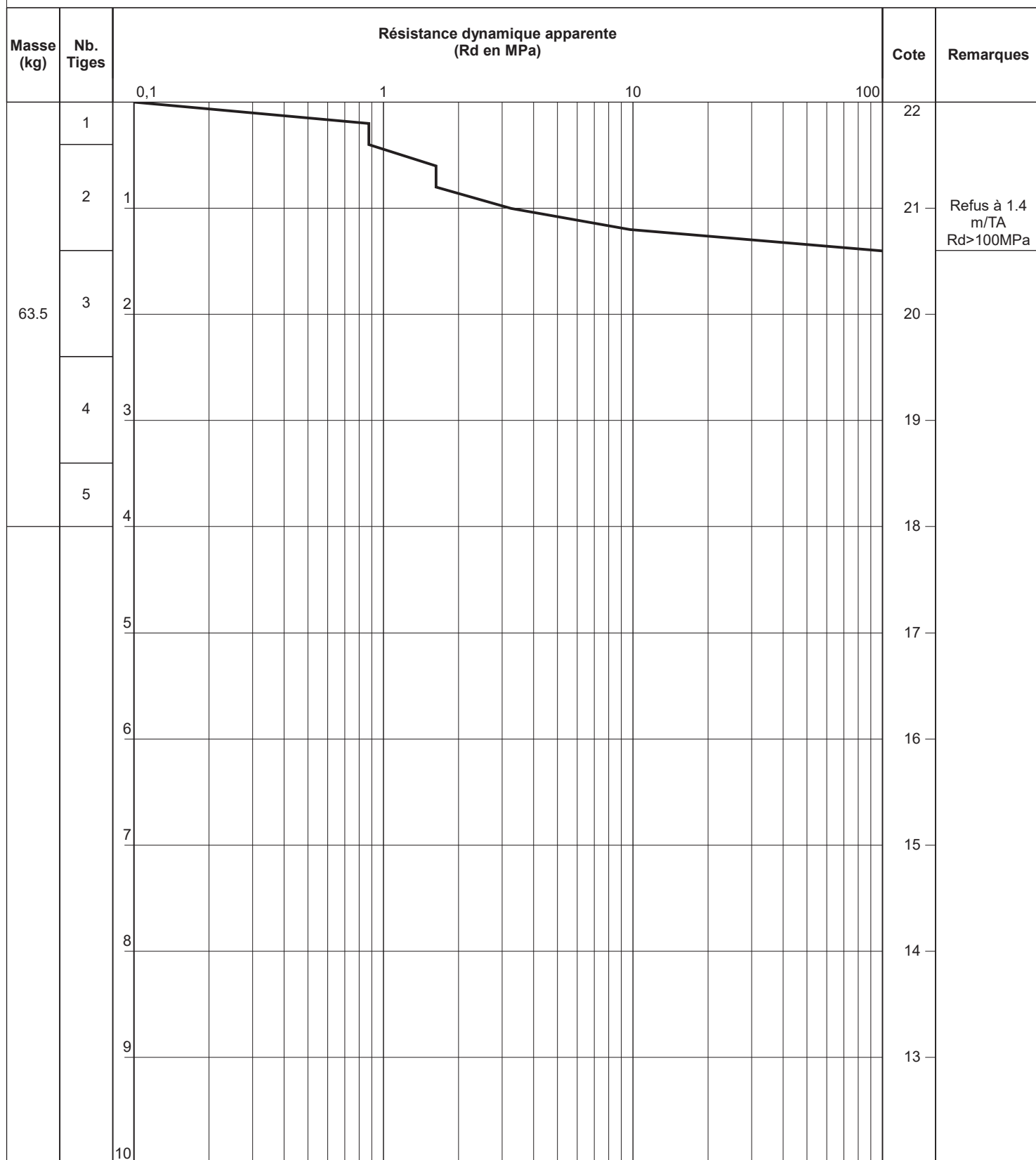
Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

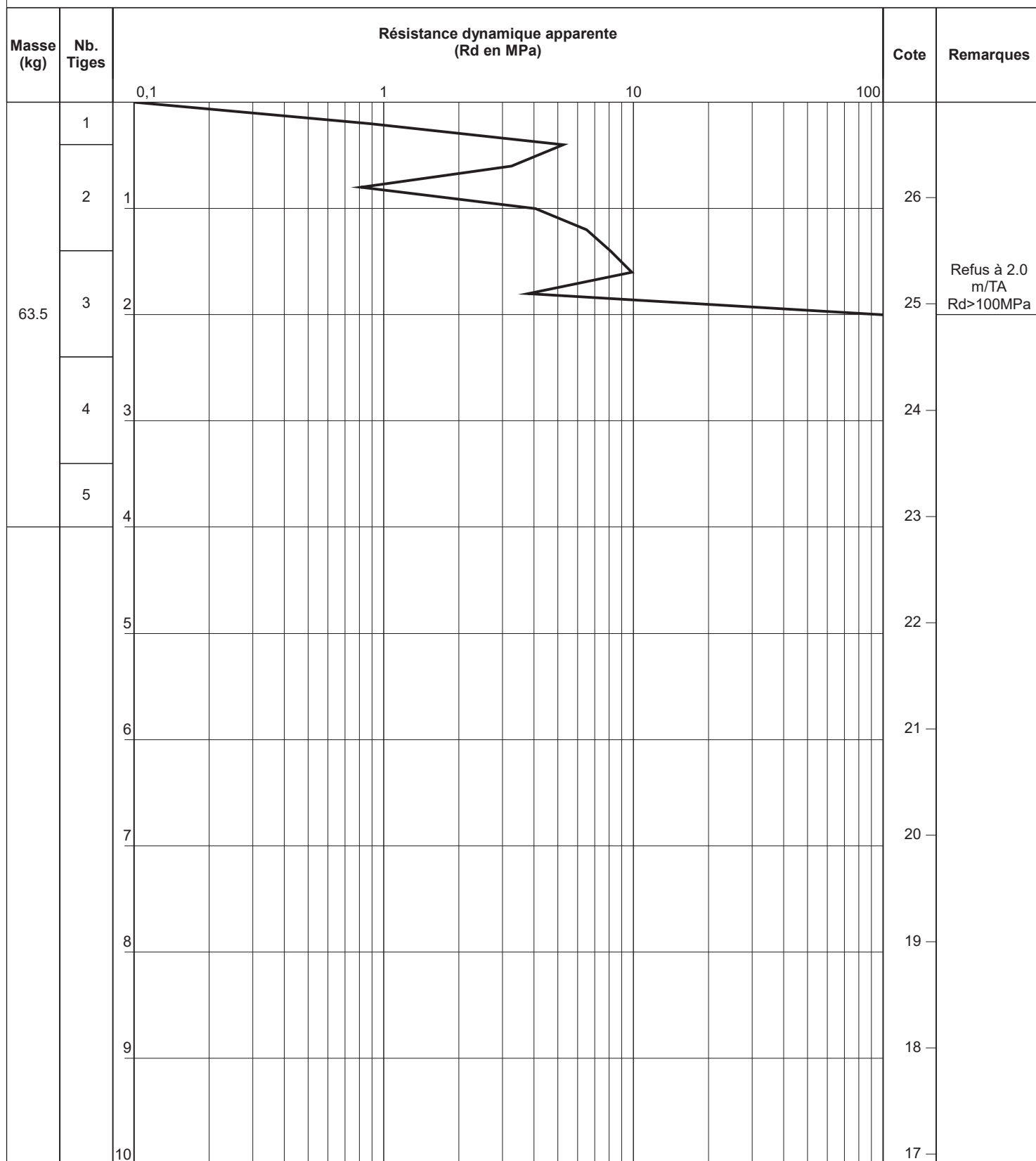
Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

Pénétrromètre : P7

Effectué conformément à la norme NF P 94-115

Date : 16/03/2022

Site : VANNES

X : 271697.95 (L93)

Type : GTP

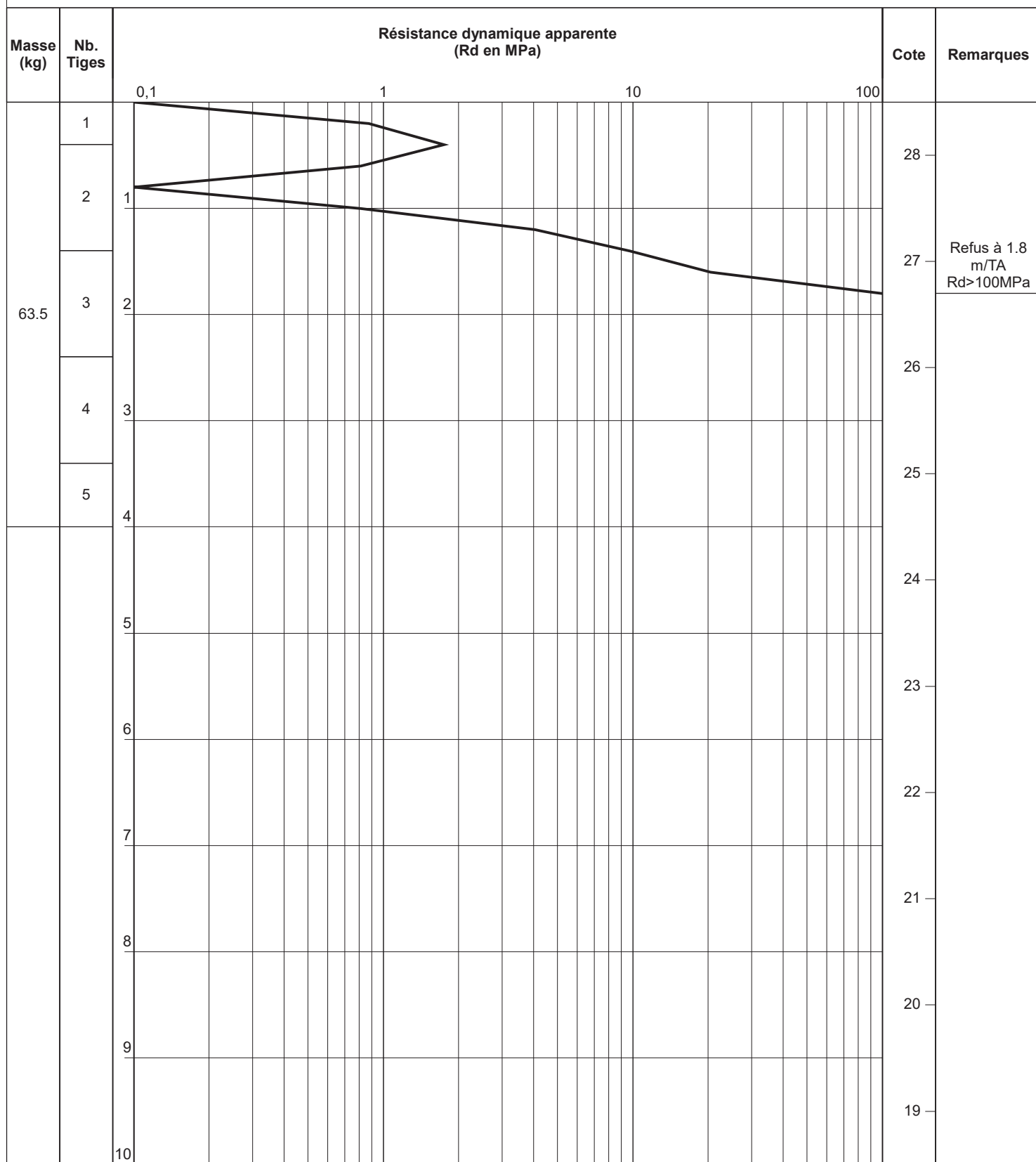
Y : 6745657.20 (L93)

Echelle : 1/50

Affaire : 2022/01104/NANTS

Z : 28.50 NGF

Page : 1/1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

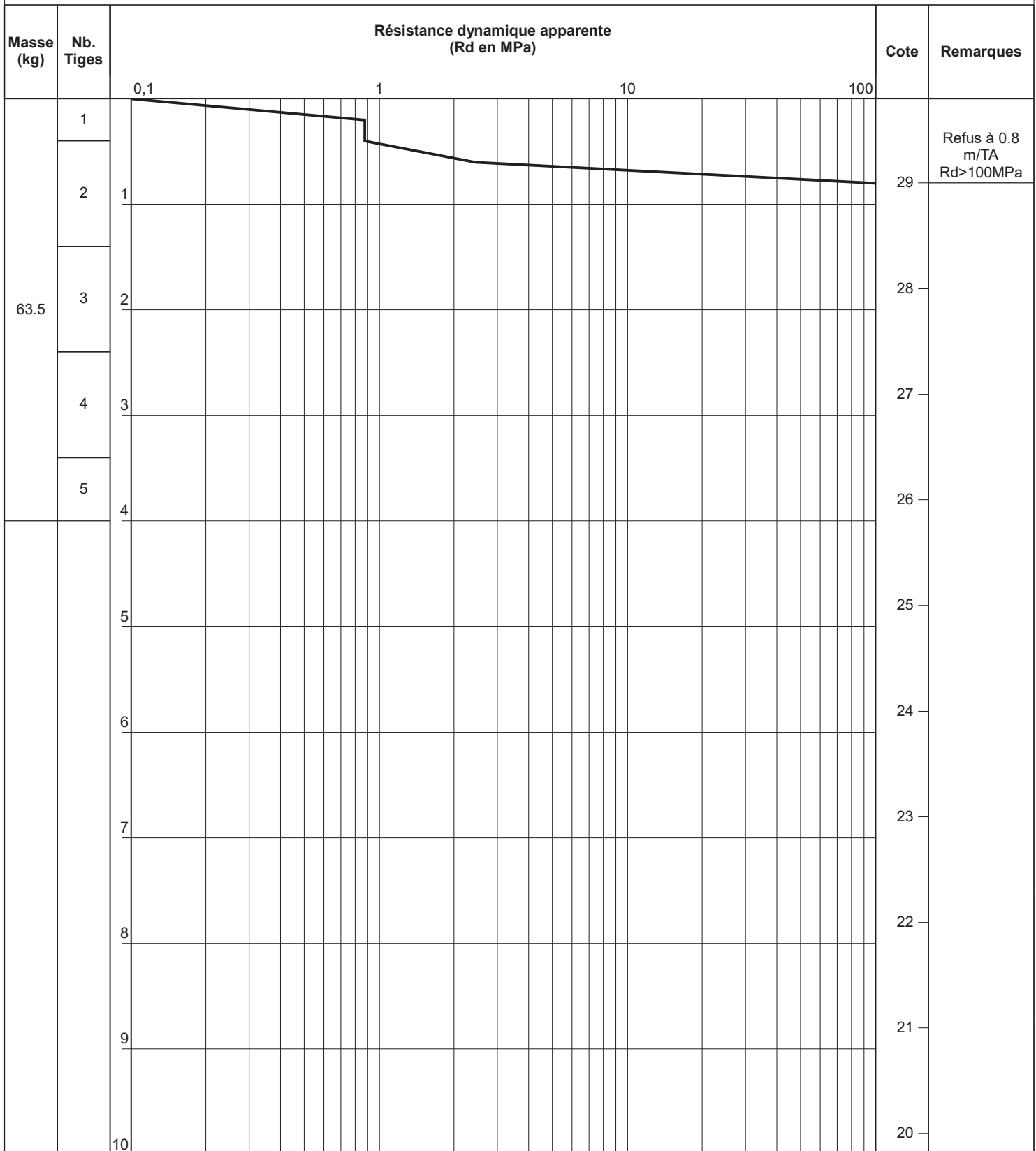
Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg


Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

OULAB-02-v3 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2201104	Opérateur	I DIALLO	
SITE	VANNES	Vérificateur	C.JOUANNO	
Date	16/05/2022			

Sondage	T1	T2	T2	T5	T1+T3	T1+T2
Profondeur	0,2-1,80	1,0-3,0	0,20-1,0	1,7-2,6	0,80-1,4	
Description	Sable limoneux	Arène granitique	Limon sablo argileux ocre	Arène granitique marron beige	Arène granitique beige	Sable limoneux + limon sablo-argileux ocre

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	Wnat	(%)	20,2	13,4	19,5	10,1	13,2	19,2
Masse volumique humide	ρ_h	(g/cm ³)						2,00
Masse volumique sèche	ρ_d	(g/cm ³)						1,68
Indice des vides	e							
Degré de saturation	Sr	(%)						

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	Dmax	(mm)	9,0	11,0	14,0	19,5	8,0	
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	90,5	94,0	93,1	75,8	94,3	
Passant à 80 μ m	< 80 μ m	(%)	37,5	47,4	59,6	27,8	33,6	
Passant à 2 μ m	< 2 μ m	(%)						

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	0,41	0,82	1,25	0,28	0,65	
-----------------------------	-------	----------	------	------	------	------	------	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)						
Limite de plasticité	W _P	(%)						
Indice de plasticité	I _P							
Indice de consistance	I _C							

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)						
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--	--

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

A1

A1

A1

B5

B5

ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)						
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)						

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	Wopn	(%)						
Densité sèche à l'OPN	ρ_d (Wopn)	(g/cm ³)						
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (Wopn)							
Indice Portant Immédiat à Wnat	IPI (Wnat)							1,3
Indice CBR Immédiat à Wnat	ICBR (Wnat)							

ESSAIS DE PERMEABILITE

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

ESSAIS TRIAXIAUX

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

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)					
Type UU	Angle de frottement	Φ_{uu}	(°)					
Type CD	Cohésion	C'	(kPa)					
Type CD	Angle de frottement	Φ'	(°)					

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ'_p	(kPa)						
Indice de compression	C _c							
Indice de gonflement	C _s							

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ'_g	(kPa)						
Rapport de gonflement	R _g							


RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{Re}	(%)						
Facteur de retrait effectif	R _l							

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA							
Essai Micro-Deval	MDE							
Coefficient de dégradabilité	DG							
Coefficient de fragmentabilité	FR							
Résist. à la compression uniaxiale	σ_c	MPa						
Module de Young	E	MPa						
Coefficient de Poisson	ν							
Résistance à la traction indirecte	σ_{tb}	MPa						

OULAB-02-v3 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2201104	Opérateur	I DIALLO	
SITE	VANNES	Vérificateur	C.JOUANNO	
Date	16/05/2022			

Sondage	T2+T5				
Profondeur					
Description	Arène granitique				

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	Wnat	(%)	12,4			
Masse volumique humide	ρ_h	(g/cm ³)	2,08			
Masse volumique sèche	ρ_d	(g/cm ³)	1,85			
Indice des vides	e					
Degré de saturation	Sr	(%)				

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	Dmax	(mm)				
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)				
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)				
Passant à 80 μ m	< 80 μ m	(%)				
Passant à 2 μ m	< 2 μ m	(%)				

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)				
-----------------------------	-------	----------	--	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)				
Limite de plasticité	W _P	(%)				
Indice de plasticité	I _P					
Indice de consistance	I _C					

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)				
---------------------	--------	-----	--	--	--	--

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

--	--	--	--	--	--	--

ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)				
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)				

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	Wopn	(%)				
Densité sèche à l'OPN	ρ_d (Wopn)	(g/cm ³)				
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (Wopn)					
Indice Portant Immédiat à Wnat	IPI (Wnat)		23,8			
Indice CBR Immédiat à Wnat	ICBR (Wnat)					

ESSAIS DE PERMEABILITE

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

ESSAIS TRIAXIAUX

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

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)			
Type UU	Angle de frottement	Φ_{uu}	(°)			
Type CD	Cohésion	C'	(kPa)			
Type CD	Angle de frottement	Φ'	(°)			

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ'_p	(kPa)				
Indice de compression	C _c					
Indice de gonflement	C _s					

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ'_g	(kPa)				
Rapport de gonflement	R _g					

RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{Re}	(%)				
Facteur de retrait effectif	R _l					

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA					
Essai Micro-Deval	MDE					
Coefficient de dégradabilité	DG					
Coefficient de fragmentabilité	FR					
Résist. à la compression uniaxiale	σ_c	MPa				
Module de Young	E	MPa				
Coefficient de Poisson	ν					
Résistance à la traction indirecte	σ_{tb}	MPa				

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

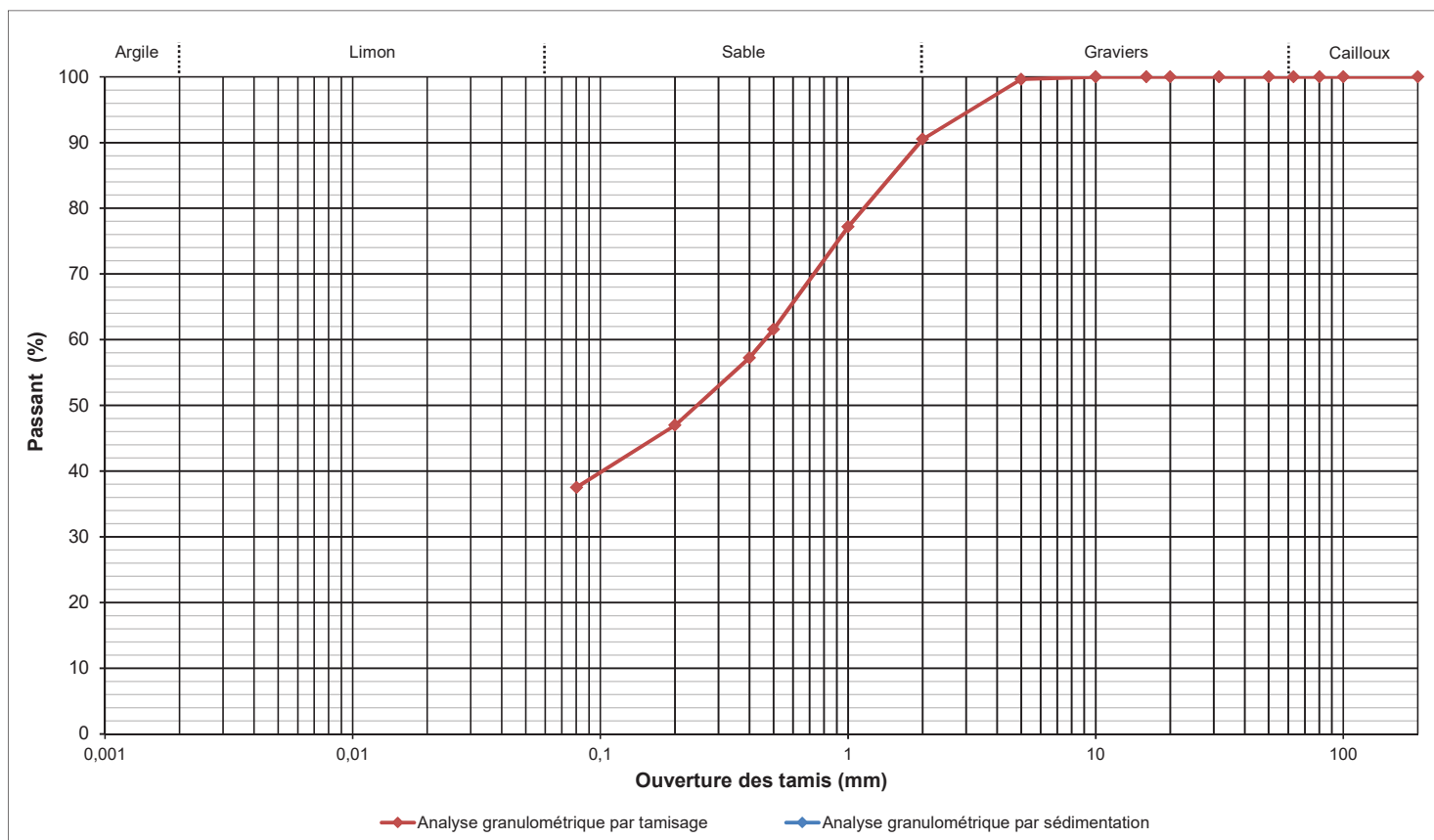
AFFAIRE	2201104 NANTS
SITE	VANNES
Date	11/05/2022
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)	20,2	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	20,2	
Dmax (mm)	9,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	90,5
	80 µm	37,5
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,41	

Sondage	T1
Profondeur	0,20 - 1,80 m
Description	Sable limoneux marron

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	90,5	77,2	61,6	57,2	47,0	37,5

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

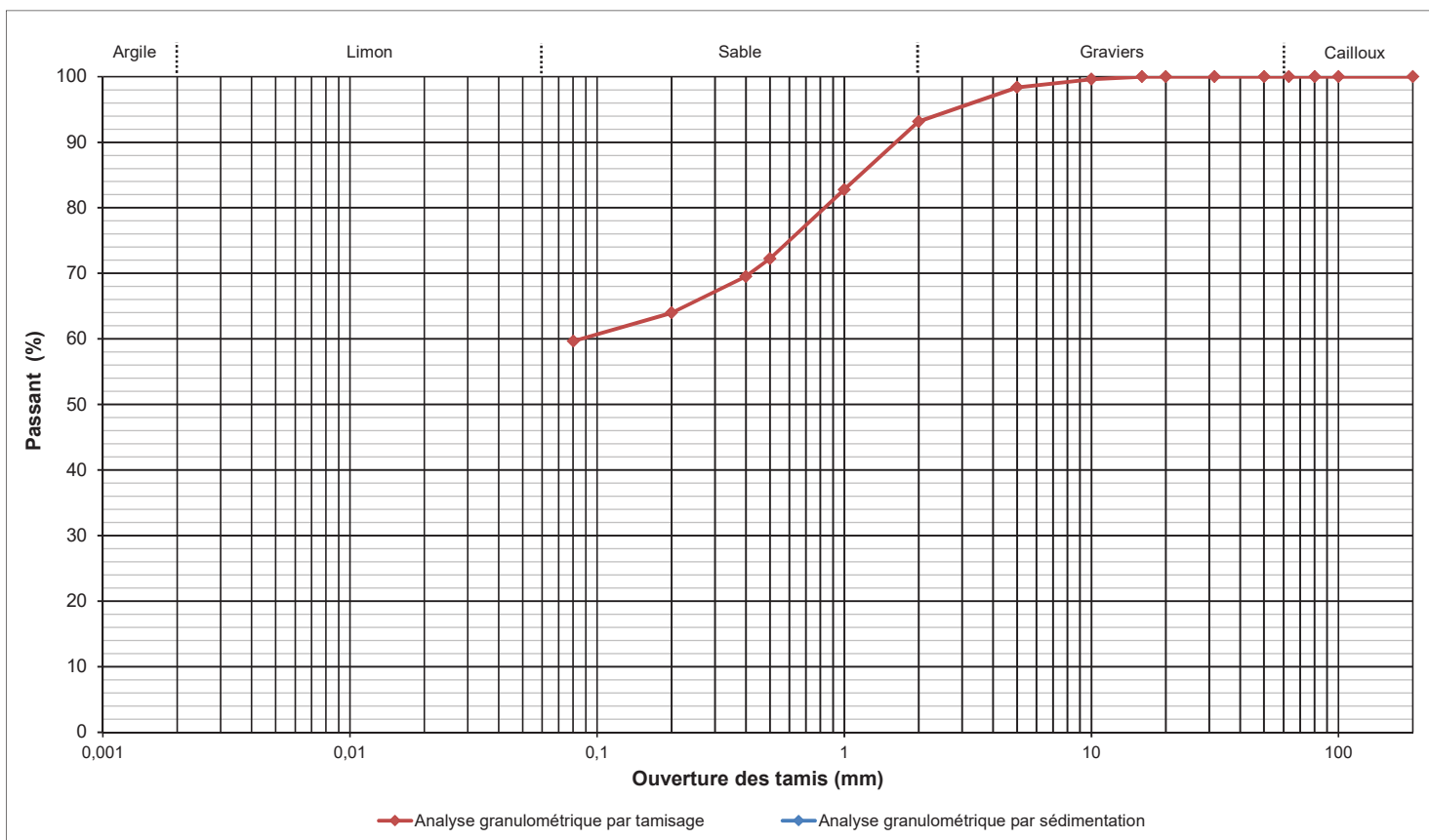
AFFAIRE	2201104 NANTS
SITE	VANNES
Date	11/05/2022
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)	19,5	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	14,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	93,1
	80 µm	59,6
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	1,25	

Sondage	T2
Profondeur	0,20 - 1,00 m
Description	Limon sablo-argileux ocre

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	98,4	93,1	82,8	72,2	69,5	64,0	59,6

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

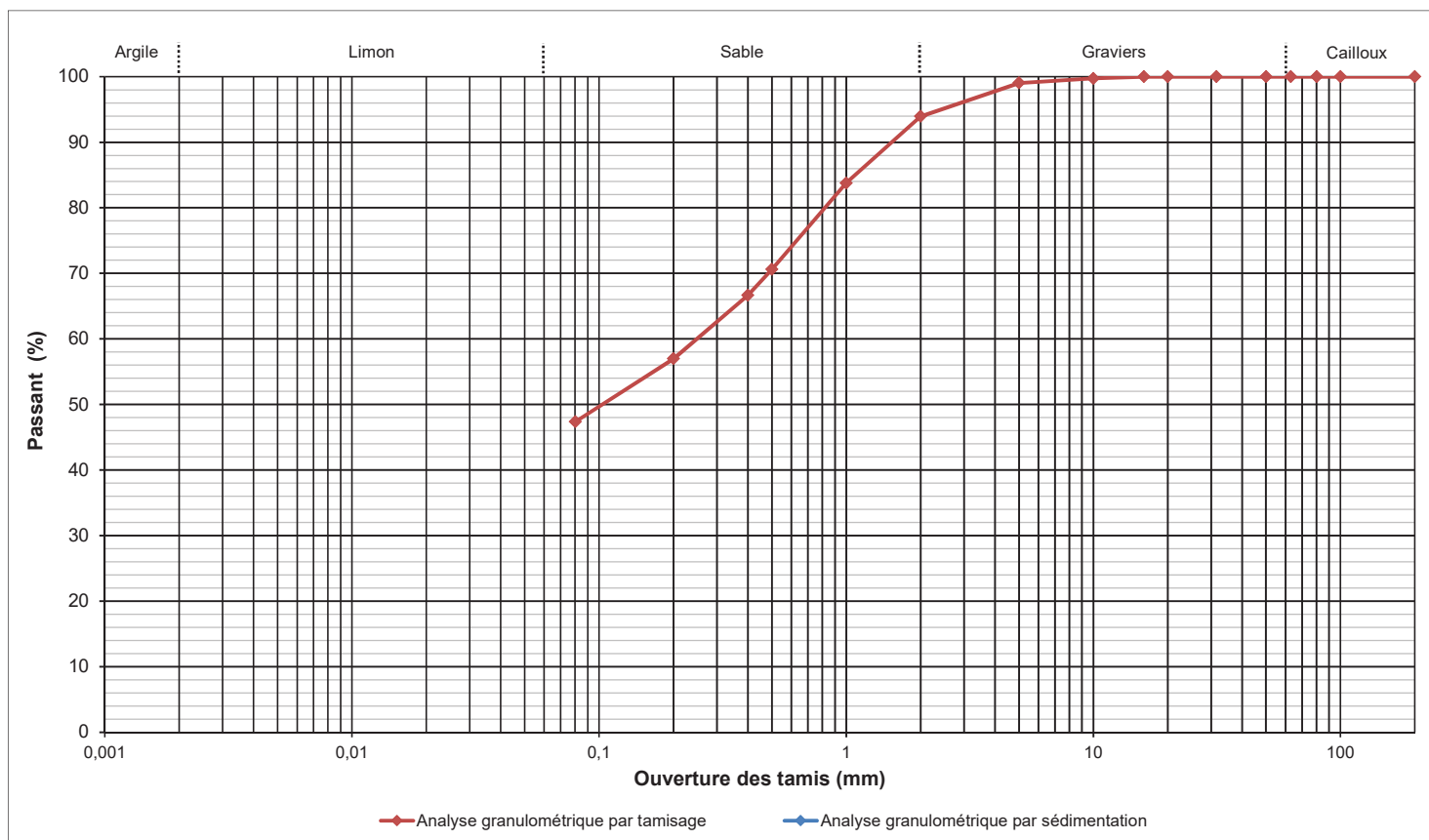
AFFAIRE	2201104 NANTS
SITE	VANNES
Date	11/05/2022
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)	13,4	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	11,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	94,0
	80 µm	47,4
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,83	

Sondage	T2
Profondeur	1,00 - 3,00 m
Description	Arène granitique marron

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,0	94,0	83,8	70,6	66,7	57,0	47,4

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

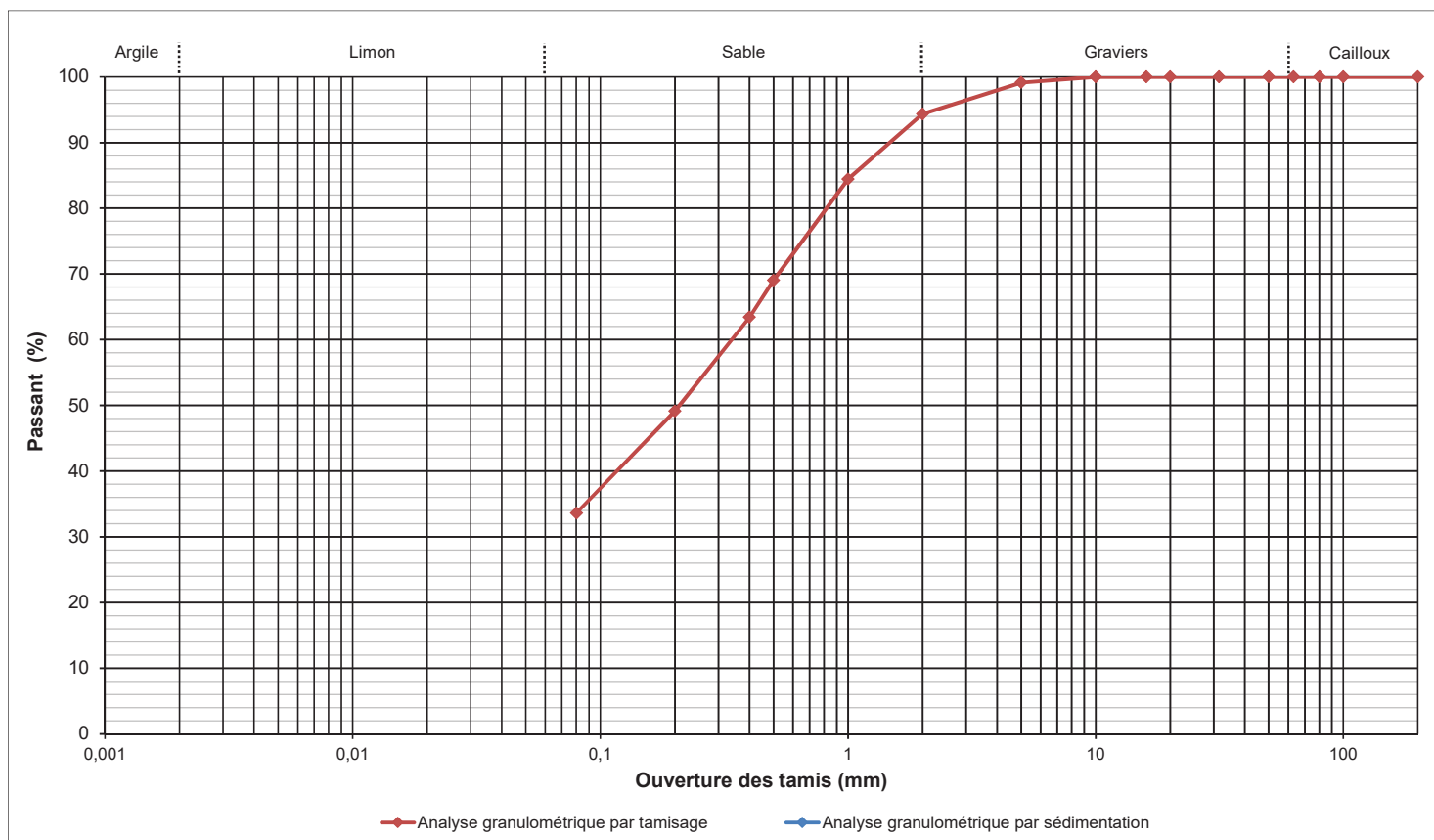
AFFAIRE	2201104 NANTS
SITE	VANNES
Date	11/05/2022
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)	13,2	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	8,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	94,3
	80 µm	33,6
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,65	

Sondage	T1+T3
Profondeur	1,80 - 3,00 m
Description	Arène granitique beige

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	94,3	84,5	69,0	63,4	49,1	33,6

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

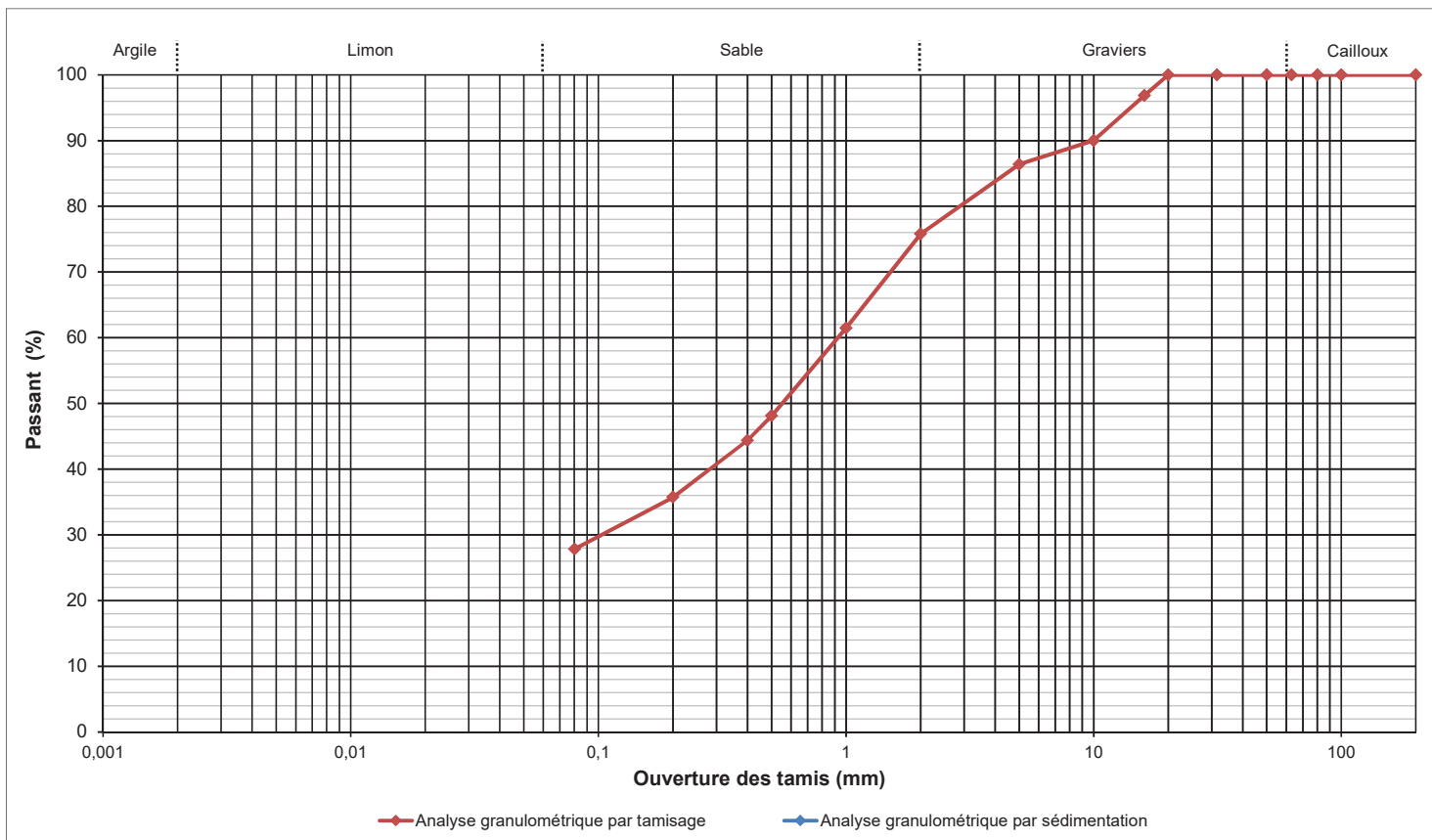
AFFAIRE	2201104 NANTS
SITE	VANNES
Date	11/05/2022
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)	10,1	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	19,5	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	75,8
	80 µm	27,8
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,28	

Sondage	T5
Profondeur	1,70 - 2,60 m
Description	Arène granitique marron beige

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,9	90,0	86,4	75,8	61,5	48,1	44,4	35,7	27,8

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

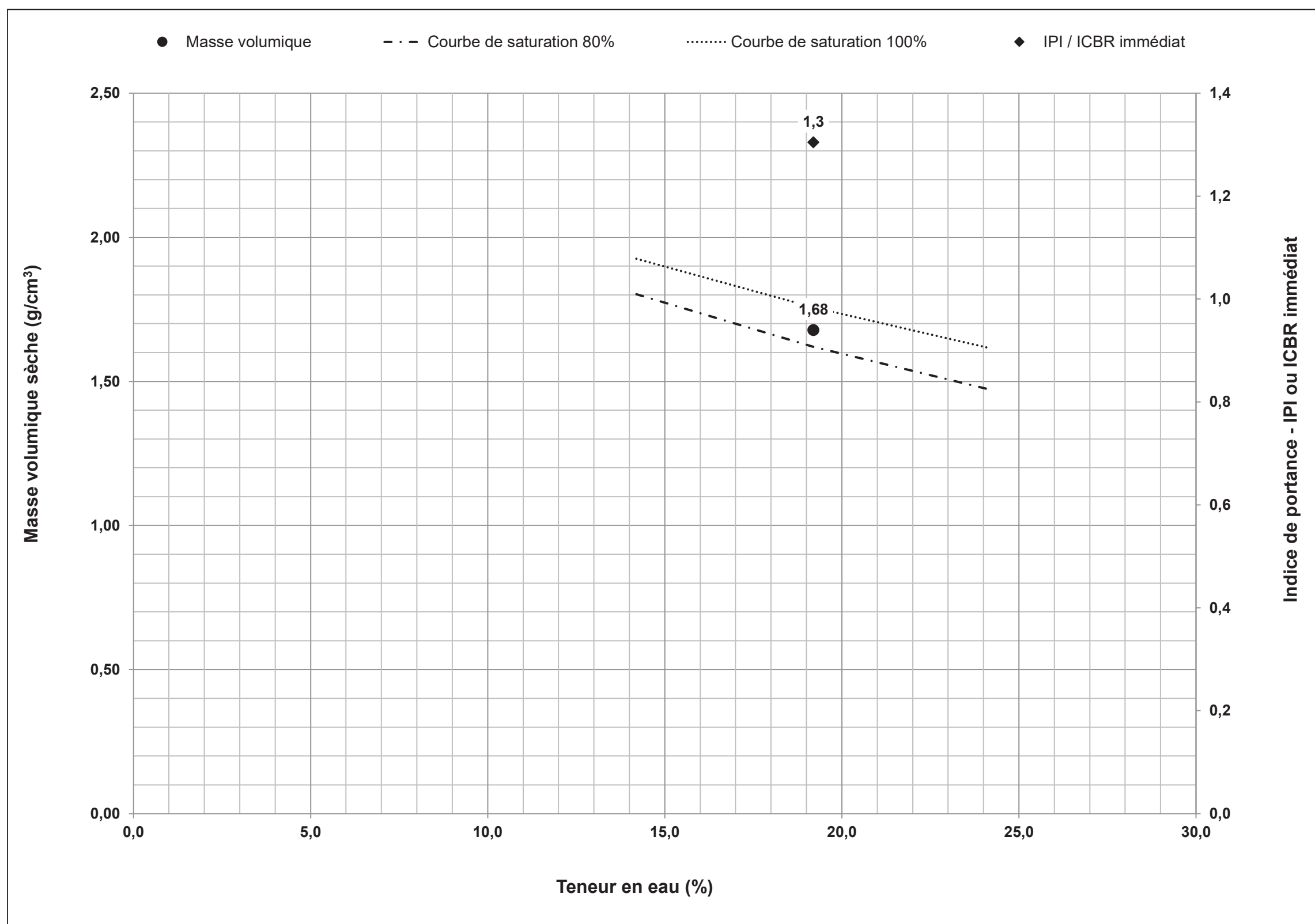
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

INDICE PORTANT IMMEDIAT
INDICE CBR IMMEDIAT
(NF P 94-078)

AFFAIRE	2201104		
SITE	VANNES		
Date	13/05/2022		
Opérateur	ID		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	T1+T2		
Profondeur	0,2-1,8 - 0,2-1,0 m		
Description	Sable limoneux + limon sablo-argileux ocre		

Indice recherché	IPI	Sol traité ?	Non
Proctor	Normal	Dosage	



W% (NF P 94-050)	19,2
pd (g/cm³)	1,68
IPI	1,3

Courbes de saturation pour $\rho_s=2,65 \text{ g/cm}^3$

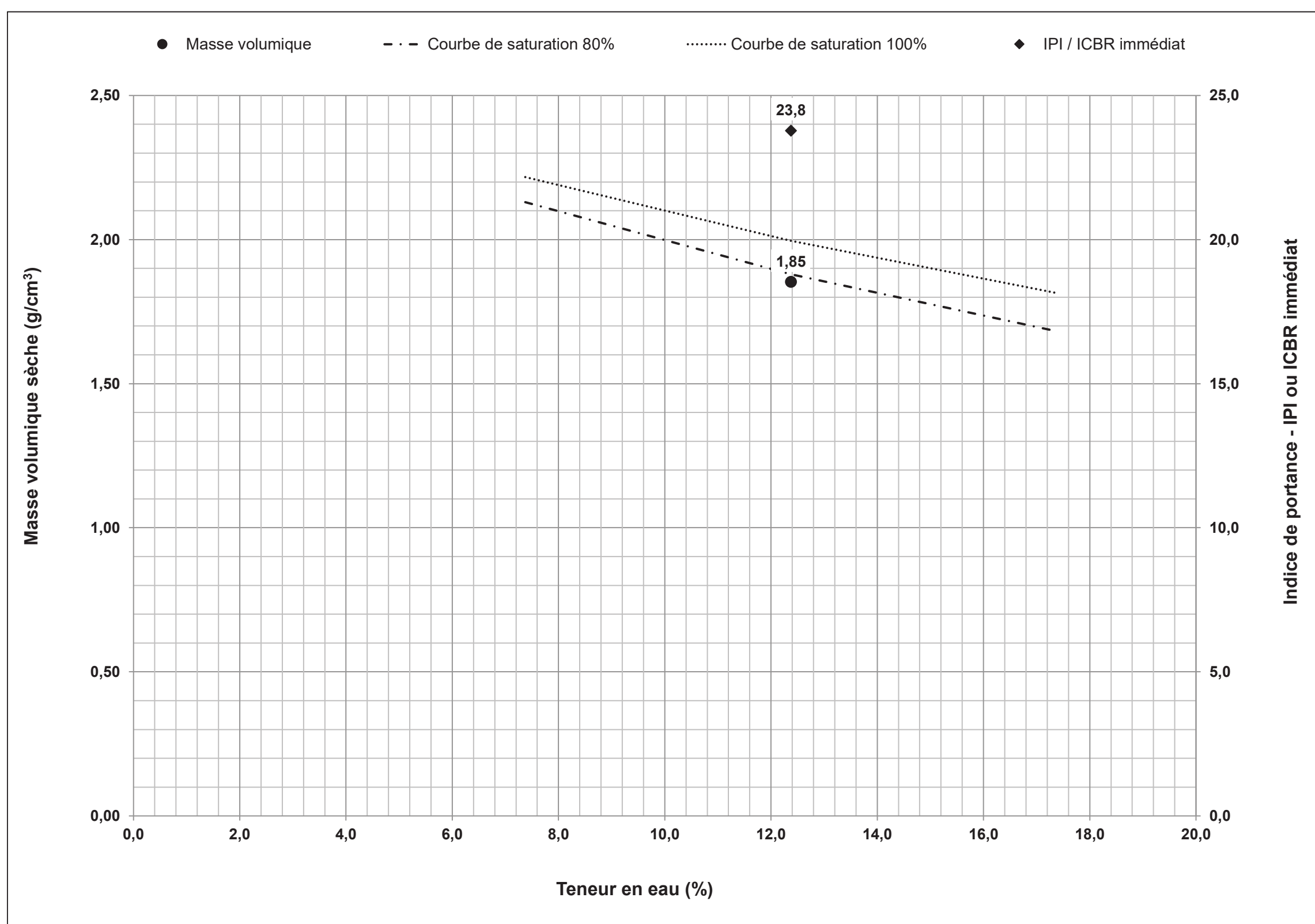
Observations	
---------------------	--

**INDICE PORTANT IMMEDIAT
INDICE CBR IMMEDIAT
(NF P 94-078)**

AFFAIRE	2201104		
SITE	VANNES		
Date	13/05/2022		
Opérateur	ID		
T°C de séchage	105°C		

Sondage	T2+T5
Profondeur	1-3,0+1,7-2,6 m
Description	Arène granitique

Indice recherché	IPI	Sol traité ?	Non
Proctor	Normal	Dosage	



W% (NF P 94-050)	12,4
pd (g/cm³)	1,85
IPI	23,8

Courbes de saturation pour ps=2,65 g/cm³

Observations	
---------------------	--



www.groupe-cebtp.com

CONTACTS BRETAGNE

VANNES (56)

6 rue Blaise Pascal – ZA de Tréhuinec
56890 PLESCOP
Téléphone +33 (0)2 97 40 25 65
cebtp.vannes@groupe-cebtp.com

BREST (29)

5 rue de Kervézennec – ZI de Kergonan
29200 BREST
Téléphone +33 (0)2 98 30 67 20
cebtp.brest@groupe-cebtp.com

RENNES (35)

ZA Beauséjour
35520 LA MEZIERE
Téléphone +33 (0)2 99 27 51 10
cebtp.rennes@groupe-cebtp.com

QUIMPER (29)

2 rue Félix Le Dantec – Le Forum
29000 QUIMPER
Téléphone +33 (0)2 98 10 12 11
cebtp.quimper@groupe-cebtp.com

www.groupe-cebtp.com