

TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME

.....

ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE SOL DE FONDATION

Rapport géotechnique RG N°023/ SINGEXT CONSULTANCE / ETC-BTP / DIC-BTP / PYRAMID CONCEPT/EK-LABTP/2022



N° ONIT: TG-2006-012

Pour le compte de : **SINGEXT CONSULTANCE / ETC-BTP / DIC-BTP
/ PYRAMID CONCEPT**

Novembre 2022

Affaire : « Travaux de construction du bâtiment principal et des plateformes techniques du CERME »						
Indice	Date	Élaboré par :	Vérifié par :	Validé par :	Modifications	Nombre de pages
F						
E						
D						
C						
B						
A	23/11/2022	KESSIE E.	LOKOU I.	P'KLA A.	Première édition	29

Diffusion du document												
Destinataire	Nombre d'exemplaires format papier						Nombre d'exemplaires format numérique					
SINGEXT CONSULTANCE / ETC-BTP / DIC-BTP / PYRAMID CONCEPT	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
	01						01					

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
1. PRÉSENTATION DU PROJET	4
2. MISSION DU LABORATOIRE	4
3. PROGRAMME DE LA MISSION	5
3.1. Reconnaissance in situ	5
3.2. Aperçu géologique du site	5
3.3. Essais de laboratoire	6
4. INVESTIGATION DU TERRAIN	6
4.1. Implantation des points de sondage	7
4.2. Équipements de sondage	7
5. RÉSULTATS DES SONDAGES RÉALISÉS	8
5.1. Stratigraphie du site	8
5.2. Essais pénétrométriques	9
5.3. Essais de laboratoire	11
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	11
ANNEXES	13
Annexe 1 : Plan de situation du site étudié	14
Annexe 2 : Pénétrogrammes aux différents points de sondage	16
Annexe 3 : Résultats des essais de laboratoire	22
Annexe 4 : Remarques importantes	24

INTRODUCTION

Dans le cadre des travaux de construction du bâtiment principal et des plateformes techniques du CERME au sein de l'Université de Lomé, une étude géotechnique de sol de fondation a été effectuée par le laboratoire **LAB TP**, à la demande du Groupement de bureaux d'études **SINGEXT CONSULTANCE / ETC-BTP / DIC-BTP / PYRAMID CONCEPT**. L'exécution des sondages sur le terrain a été effectuée du 27 octobre 2022, date correspondant à la petite saison pluvieuse dans la localité du projet.

Le présent rapport fait la synthèse des travaux effectués par LAB TP dans le cadre de cette étude. Il rend compte des résultats des sondages effectués ainsi que des recommandations de l'étude.

1. PRÉSENTATION DU PROJET

Description du projet	Travaux de construction du bâtiment principal et des plateformes techniques du CERME
Lieu	Université de Lomé
Maitre d'Ouvrage	Université de Lomé
Bureau d'étude	Groupement : SINGEXT CONSULTANCE / ETC-BTP / DIC-BTP / PYRAMID CONCEPT
Laboratoire d'étude	Laboratoire des Travaux Publics (LAB TP)

2. MISSION DU LABORATOIRE

LAB TP a reçu pour mission de :

- Définir la nature des sols rencontrés sur le site étudié,
- Déterminer les contraintes admissibles à différentes profondeurs afin de donner des éléments de calcul pour les fondations,
- Estimer le niveau de la surface libre de la nappe phréatique,
- Fournir des recommandations en ce qui concerne les dispositions particulières de réalisation des fondations.

Pour y aboutir, un programme de sondages in situ a été exécuté.

3. PROGRAMME DE LA MISSION

3.1. Reconnaissance in situ

Le programme de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **Cinq (05) sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B)** notés PD1 à PD5 suivant la **norme NF EN ISO 22476-2 (Juillet 2005)** de 8 m de profondeur ou au refus pour déterminer les contraintes admissibles du sol à différentes profondeurs ;
- **Deux (02) puits de reconnaissance** descendu à 2,00 m de profondeur afin d'établir le profil stratigraphique du sol en place sur le site et prélever des échantillons des différents matériaux rencontrés pour essais d'identification en laboratoire et détermination de la portance du sol support pour la voirie.

3.2. Aperçu géologique du site

Situé dans la région maritime, le site fait partie des formations géologiques du bassin sédimentaire côtier. La couverture géologique de surface de ce bassin est essentiellement représentée par la formation détritique du terminal continental, lui-même partiellement recouvert d'un dispositif alluvial fluvial qui augmente en aval dans un ensemble de lacs, de marais et de mangroves.

La carte géologique du TOGO, feuille de LOME, émis par BNRM situe le site dans les formations des calcaires argileux peu phosphatés dominants ; marnes et argiles phosphatées, phospharénites, alluvions anciennes. La figure ci-dessus présente la vue géologique de la zone du projet.

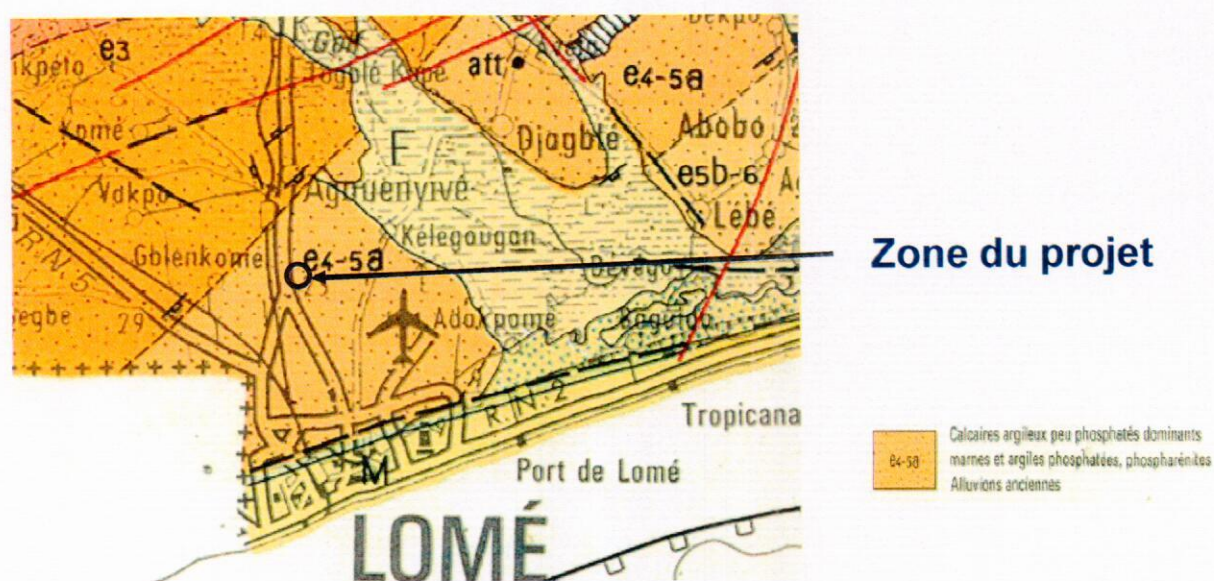


Figure 1: Carte géologique de la zone du projet (extrait de la carte géologique du Togo)

3.3. Essais de laboratoire

Les échantillons prélevés et rapportés au laboratoire ont fait l'objet des essais mentionnés dans le *Tableau 1* avec les normes utilisées.

Tableau 1 : Essais de laboratoire

Essai	Norme appliquée
Analyse granulométrique par tamisage	NF P 94-056
Détermination des limites d'Atterberg	NF P 94-051
Essai Proctor	NF P 94-093
Essai CRB	XP P 94-078

4. INVESTIGATION DU TERRAIN

Les investigations sur le terrain, allant de l'implantation des points de sondage à la réalisation des sondages, ont été effectuées le 27 octobre 2022, période correspondant à la petite saison pluvieuse dans la localité du projet.

4.1. Implantation des points de sondage

L'implantation des points de sondage sur le terrain a été faite de manière à ce que l'étude soit représentative de l'emprise du terrain affecté au projet. Pour l'étude, il a été mis à la disposition du laboratoire le plan de lotissement du terrain.

Le plan de situation du site et le plan d'implantation des points de sondage géotechnique sur le site se trouvent à l'Annexe 1.

4.2. Équipements de sondage

Le matériel mobilisé pour les sondages est constitué de :

- Un pénétromètre dynamique très lourd (*Figure 1*) avec les caractéristiques suivantes : masse du mouton : 63,5 kg, hauteur de chute : 76 cm, section droite de la pointe : 20 cm² ;
- Pelles et pioches pour la fouille en puits.



Figure 2: Sondage au pénétromètre dynamique très lourd





5. RÉSULTATS DES SONDAGES RÉALISÉS

5.1. Stratigraphie du site

Le sol étudié est constitué essentiellement de sable argileux surmontée par une couche de couvert végétale d'épaisseur variable. La coupe stratigraphique du sol en place est présentée dans le *Tableau 2* avec les photos des puits réalisés.

Aucune nappe d'eau n'a été découverte lors des sondages par puits manuels.

Tableau 2 : Coupe stratigraphique et photo du puits de reconnaissance

Coupe stratigraphique	Puits de reconnaissance
<p>Puits N°1</p>  <p>0.0 0.40 2.00</p> <p>Terre végétale</p> <p>Sable silto argileux rougeâtre</p>	
<p>Puits N°2</p>  <p>0.0 0.18 1.97</p> <p>Couvet végétal</p> <p>Sable silto argileux rougeâtre</p>	

5.2. Essais pénétrométriques

Le *Tableau 3* récapitule les résistances dynamiques en pointe et aux états limites obtenues à différentes profondeurs sur l'ensemble des points de sondage pénétrométrique.

Les courbes de pénétration dynamique, représentatives de la variation de la résistance dynamique en pointe R_d en fonction de la profondeur, figurent quant à elles à l'Annexe 3.

Tableau 3 : Récapitulatif des résistances dynamiques en pointe et aux états limites

Profondeurs (m)	Résistances de pointe (MPa)						CONTRAINTE (MPa)	
	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	$R_{d\ Min}$	ELU	ELS
							$(R_{d\ Min}/20)$	$(R_{d\ Min}/30)$
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	0,15	0,10
0,40	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	0,15	0,10
0,60	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	0,15	0,10
0,80	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	0,15	0,10
1,00	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	0,15	0,10
1,20	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,14	0,09
1,40	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,14	0,09
1,60	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,14	0,09
1,80	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,14	0,09
2,00	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,14	0,09
2,20	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	0,17	0,12
2,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	0,17	0,12
2,60	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	0,17	0,12
2,80	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	0,17	0,12
3,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	0,17	0,12
3,20	3,30	4,13	3,30	4,13	3,30	3,30	0,17	0,11
3,40	3,30	4,13	3,30	3,30	4,13	3,30	0,17	0,11
3,60	3,30	4,13	4,13	4,13	4,13	3,30	0,17	0,11

Profondeurs (m)	Résistances de pointe (MPa)						CONTRAİNTE (MPa)	
	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	$R_{d \text{ Min}}$	ELU	ELS
							$(R_{d \text{ Min}}/20)$	$(R_{d \text{ Min}}/30)$
3,80	3,30	4,13	3,30	4,13	4,13	3,30	0,17	0,11
4,00	3,30	4,13	4,13	3,30	4,95	3,30	0,17	0,11
4,20	3,91	4,69	3,91	3,91	5,47	3,91	0,20	0,13
4,40	3,91	4,69	4,69	3,91	5,47	3,91	0,20	0,13
4,60	3,91	7,81	5,47	3,91	4,69	3,91	0,20	0,13
4,80	3,91	14,84	7,81	3,91	5,47	3,91	0,20	0,13
5,00	3,91	22,65	11,72	3,91	7,03	3,91	0,20	0,13
5,20	5,19	31,13	16,31	4,45	6,67	4,45	0,22	0,15
5,40	7,41	34,84	25,95	5,93	8,15	5,93	0,30	0,20
5,60	11,86	41,51	32,62	7,41	10,38	7,41	0,37	0,25
5,80	24,46	43,74	39,29	16,31	15,57	15,57	0,78	0,52
6,00	37,06	53,37	43,00	31,88	22,24	22,24	1,11	0,74
6,20	45,15	69,84	50,08	35,27	30,33	30,33	1,52	1,01
6,40	57,84	Refus	56,43	44,44	39,50	39,50	1,98	1,32
6,60	69,13		69,13	56,43	44,44	44,44	2,22	1,48
6,80	Refus		Refus	64,90	54,32	54,32	2,72	1,81
7,00				69,13	69,13	69,13	3,46	2,30
7,20				Refus	Refus			

Globalement, par l'observation de la stratigraphie et des valeurs minimales de résistance dynamique en pointe, on remarque une relative homogénéité du sol. Les contraintes admissibles à l'ELU (respectivement à l'ELS) sont comprises entre **0,14 et 3,46 MPa** (respectivement 0,09 et 2,30 MPa) sur l'ensemble de la profondeur des sondages. Des refus ont été constaté à partir de 6,40 m de profondeur.

Compte tenu des résultats obtenus, les contraintes admissibles à considérer pour une profondeur d'ancrage minimale de 1,60 m dans le sol sont indiquées dans le *Tableau 4*.

Tableau 4 : Profondeur d'ancrage minimale et contraintes admissibles

Profondeur d'ancrage (m)	Contrainte admissible (MPa)	
	ELU	ELS
1,20	0,14	0,09

5.3. Essais de laboratoire

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats des essais d'indentification effectués sur les échantillons prélevés.

Analyse		Limites		Proctor		CBR	Classe de
> 2mm	≤ 0.08mm	LL	IP	W (%)	γ_d (g/cm ³)		
0,0	35,9	37	15	11,4	1,97	7,5	S2

Les résultats des essais de laboratoire montrent que le matériau en place est fin (pourcentage des passants au tamis 0,08mm = 36,9) et d'une plasticité moyenne (IP=15). Les essais de portance effectués ont donné un CBR = 7,5 à 95 % après 4 jours d'imbibition correspondant à une classe de portance S2 suivant la classification du Guide pratique du Dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Sur la base des résultats obtenus, le sol du site étudié peut être considéré comme relativement homogène et constitué de sable argileux jusqu'à une profondeur d'environ 2 m et recouvert par une couche de couvert végétale d'épaisseur variable.

Les contraintes admissibles à considérer pour les calculs de fondation aux états limites ultime et de service pourront être les suivantes :

Profondeur d'ancrage (m)	Contrainte admissible (MPa)	
	ELU	ELS
≥ 1,20	0,14	0,09

Au vu des résultats des sondages et du type d'ouvrage en question, l'on optera pour un système de **fondation superficielle**, lequel sera un ensemble de **semelles isolées** ou **semelles filantes** si la surface totale d'occupation de ces dernières n'excède pas les **70 %** de l'emprise totale de l'immeuble ; dans le cas contraire, on optera pour un **radier général**.

Les fondations seront réalisées dans le respect des normes en vigueur et selon les règles de l'art.

- Il conviendra de prévoir une réception attentive des fouilles lors de l'ouverture afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages.
- les fonds de fouilles devront être propres et horizontaux
- Un béton de propreté sera mis en œuvre dans les fonds de fouille quel que soit le type de fondation qui aura été retenu (système de semelles isolées ou radier général) ;
- Toute poche de matériaux peu compacts ou remaniés rencontrée en fond de fouille sera purgée et substituée. Les substitutions se feront soit par un gros béton, soit par un matériau concassé insensible à l'eau et compacté selon les recommandations de la norme NF P11-300.


Fait à Lomé, le 23 Novembre 2022.

Le Chargé de l'étude


KESSIE E., Ing. GC



Le Directeur Technique

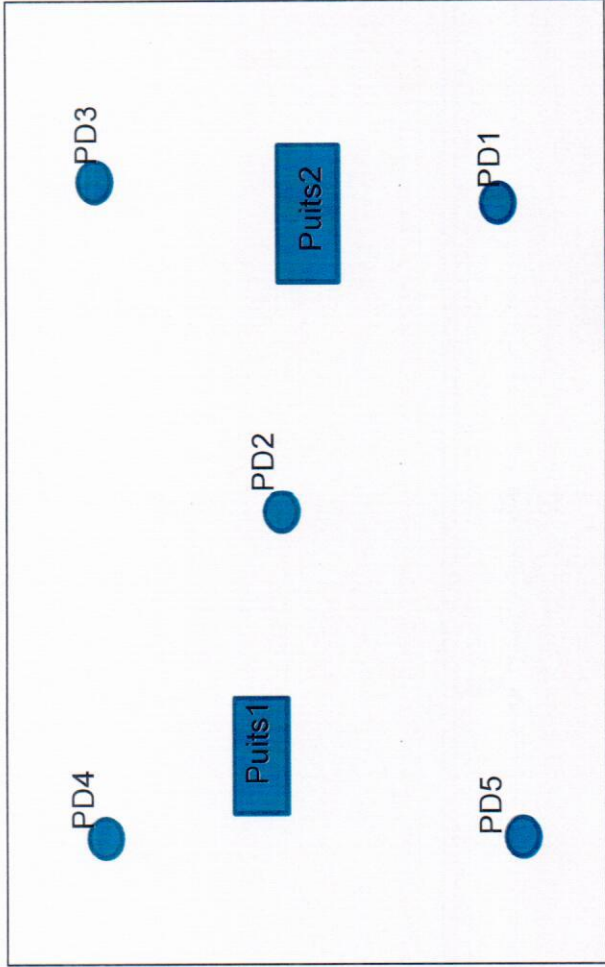

LOKOU I., Ing. GC

ANNEXES

Annexe 1 : Plan de situation du site étudié

Vers campus SUD

Plan de situation du site étudié



Puits3

Vers entrée CHU CAMPUS

AMPHI AMPAH
JOHSON

Vers campus NORD

Annexe 2 : Pénétrogrammes aux différents points de sondage

LAB TP Laboratoire d'étude et de contrôle géotechnique 19 BP 83 Lomé-TOGO Tél:22 50 77 14 Email: labtp.togo@yahoo.fr		DATE 27 octobre 2022	
SONDAGE ET ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE			
CHANTIER	TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME	SECTION POINTE	20 cm ²
		HAUTEUR DE CHUTE	76 cm
		ENFONCEMENT (e)	20 cm
SITE	UNIVERSITE DE LOME	POIDS MOUTON (M)	63,5 kg
	TYPE DE SONDAGE	ENCLUME+COIN	11,945 kg
PENETROMETRE	Dynamique léger <input type="checkbox"/> Dynamique lourd <input checked="" type="checkbox"/>	PORTE POINTE	9,15 kg
		GOUJON	0,44 kg
NIVEAU D'EAU	<input type="text"/>	TIGE (1m)	6,033 kg
		POINTE PERDUE	0,585 kg
SONDAGE N° PD1			
COUPE SONDAGE	NAPPE	RESISTANCE DYNAMIQUE EN POINTE (MPa)	
		PROF(m) 0 20 40 60 80	

LAB TP Laboratoire d'étude et de contrôle géotechnique 19 BP 83 Lomé-TOGO Tél: 22 50 77 14 Email: labtp.togo@yahoo.fr		DATE	27 octobre 2022
SONDAGE ET ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE			
CHANTIER	TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME		SECTION POINTE 20 cm ²
			HAUTEUR DE CHUTE 76 cm
			ENFONCEMENT (e) 20 cm
SITE	UNIVERSITE DE LOME		POIDS MOUTON (M) 63,5 kg
	TYPE DE SONDAGE		ENCLUME+COIN 11,945 kg
PENETROMETRE	Dynamique léger <input type="checkbox"/>		PORTE POINTE 9,15 kg
	Dynamique lourd <input checked="" type="checkbox"/>		GOUJON 0,44 kg
NIVEAU D'EAU			TIGE (1m) 6,033 kg
			POINTE PERDUE 0,585 kg
SONDAGE N° PD2			
COUPE SONDAGE	NAPPE	RESISTANCE DYNAMIQUE EN POINTE (MPa)	
		PROF(m)	0 20 40 60 80
		0	
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	REFUS

LAB TP Laboratoire d'étude et de contrôle géotechnique 19 BP 83 Lomé-TOGO Tél:22 50 77 14 Email: labtp.togo@yahoo.fr		DATE	27 octobre 2022
SONDAGE ET ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE			
CHANTIER	TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME		SECTION POINTE 20 cm ²
SITE	UNIVERSITE DE LOME		HAUTEUR DE CHUTE 76 cm
TYPE DE SONDAGE		ENFONCEMENT (e) 20 cm	
PENETROMETRE	Dynamique léger <input type="checkbox"/>	POIDS MOUTON (M) 63,5 kg	
	Dynamique lourd <input checked="" type="checkbox"/>	ENCLUME+COIN 11,945 kg	
NIVEAU D'EAU		PORTE POINTE 9,15 kg	
		GOIJON 0,44 kg	
		TIGE (1m) 6,033 kg	
		POINTE PERDUE 0,585 kg	
SONDAGE N° PD3			
COUPE SONDAGE	NAPPE	RESISTANCE DYNAMIQUE EN POINTE (MPa)	
		PROF(m)	0 20 40 60 80
		0	
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	REFUS
		8	

LAB TP Laboratoire d'étude et de contrôle géotechnique 19 BP 83 Lomé-TOGO Tél: 22 50 77 14 Email: labtp.togo@yahoo.fr		DATE	27 octobre 2022
SONDAGE ET ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE			
CHANTIER	TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME		SECTION POINTE 20 cm ² HAUTEUR DE CHUTE 76 cm ENFONCEMENT (e) 20 cm POIDS MOUTON (M) 63,5 kg ENCLUME+COIN 11,945 kg PORTE POINTE 9,15 kg GOIJON 0,44 kg TIGE (lm) 6,033 kg POINTE PERDUE 0,585 kg
SITE	UNIVERSITE DE LOME		
TYPE DE SONDAGE			
PENETROMETRE Dynamique léger <input type="checkbox"/> Dynamique lourd <input checked="" type="checkbox"/>			
NIVEAU D'EAU <input type="text"/>			
SONDAGE N° PD4			
COUPE SONDAGE	NAPPE	RESISTANCE DYNAMIQUE EN POINTE (MPa)	
PROF(m)		0 10 20 30 40 50 60 70 80	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8	

LAB TP Laboratoire d'étude et de contrôle géotechnique 19 BP 83 Lomé-TOGO Tél:22 50 77 14 Email: labtp.togo@yahoo.fr		DATE	27 octobre 2022
SONDAGE ET ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE			
CHANTIER	TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME		SECTION POINTE 20 cm ²
SITE	UNIVERSITE DE LOME		HAUTEUR DE CHUTE 76 cm
TYPE DE SONDAGE		ENFONCEMENT (e) 20 cm	
PENETROMETRE	Dynamique léger <input type="checkbox"/>	POIDS MOUTON (M) 63,5 kg	
	Dynamique lourd <input checked="" type="checkbox"/>	ENCLUME+COIN 11,945 kg	
NIVEAU D'EAU	N 06° 10' 43,0"		PORTE POINTE 9,15 kg
	E 001° 13' 13,8"		GOUJON 0,44 kg
			TIGE (lm) 6,033 kg
			POINTE PERDUE 0,585 kg
SONDAGE N° PD5			
COUPE SONDAGE	NAPPE	RESISTANCE DYNAMIQUE EN POINTE (MPa)	
		PROF(m)	0 10 20 30 40 50 60 70
		0	
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
			REFUS

Annexe 3 : Résultats des essais de laboratoire



Rapport d'essai

Réf. : R-LABTP-007

ANALYSE GRANULOMETRIQUE
NF P 94-056

Date : 29/12/16

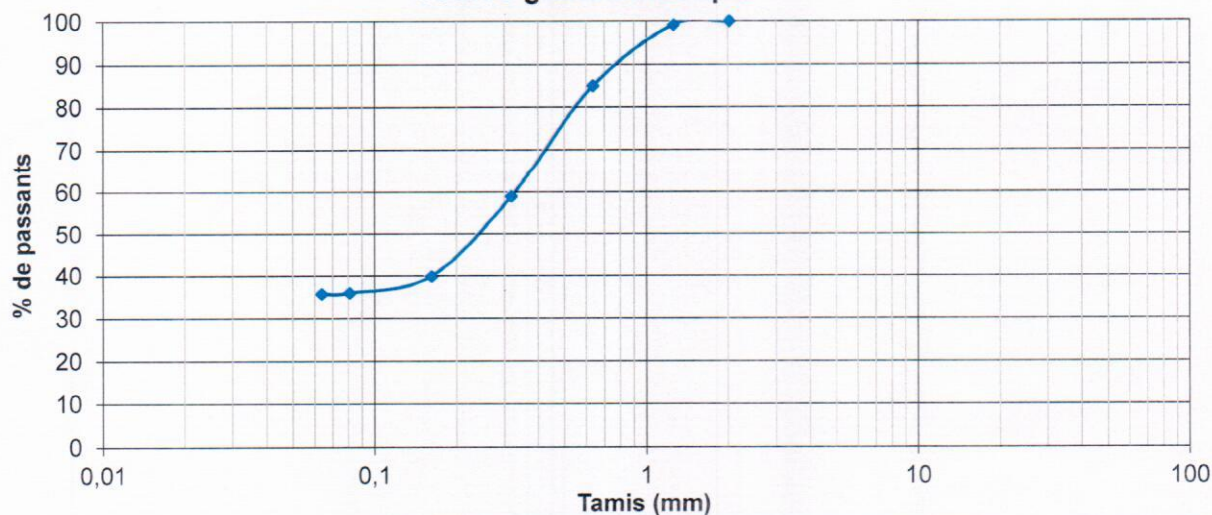
Version : 01

Pagination : 1/1

TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME**Dossier n°**

Nature	Sable silto argileux	Opérateur	DOGO
Provenance	Université de Lomé	Date de l'essai :	10/11/2022
dm		Température d'étuvage:	105°

Masse échantillon (g)		930,93	
Tamis (mm)	Refus cumulé (g)	Refus (%)	Passants (%)
2	0,0	0,0	100,0
1,25	7,7	0,8	99,2
0,63	139,2	15,0	85,0
0,315	381,2	40,9	59,1
0,16	559,2	60,1	39,9
0,08	596,6	64,1	35,9
0,063	599,1	64,4	35,6

Courbe granulométrique



Rapport d'essai

**DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG -
NF P 94-051**

Réf. : R-LABTP-005

Date : 17/11/16

Version : 01

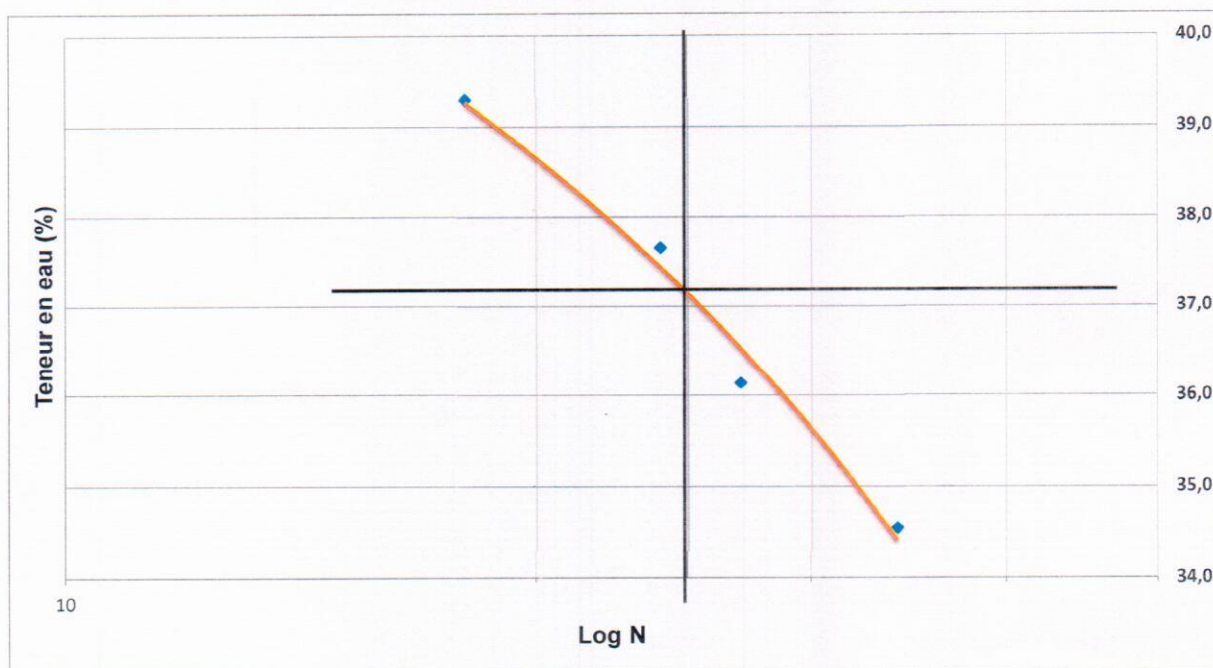
Pagination : 1/1

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU
CERME****Dossier n°**

Opérateur :	DOGO	Nature du matériau	Sable silto argileux
Provenance	Université de Lomé	Date de l'essai :	14/11/2022

Limite de liquidité à la coupelle de Casagrande

Mesure	1	2	3	4		
Nombre de coups (N)	18	24	27	34		
Tare (g)	39,45	37,94	34,82	37,03		
Tare + Sol humide (g)	47,78	45,36	44,35	43,69		
Tare + Sol sec (g)	45,43	43,33	41,82	41,98		
w (%)	39,3	37,7	36,1	34,5		

**Limite de plasticité au rouleau**

Essai N°	1	2	RESULTATS	
Tare (g)	41,55	36,13		
Tare + Sol humide (g)	43,87	38,49	ω_l	37
Tare + Sol sec (g)	43,45	38,07	ω_p	22
w (%)	22,1	21,6	IP	15



Rapport d'essai

Réf. : R-LABTP-006

**ESSAI POUR LA DETERMINATION DU PROCTOR
(NF P 94-093)**

Date : 17/11/16

Version : 01

Pagination : 1/1

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU
CERME**

Dossier n°

Opérateur :	TCHANGO	Nature du Matériau	Sable silto argileux
Provenance	Université de Lomé	Date de début de l'essai :	14/11/2022

Teneur en eau	Etuvage
---------------	---------

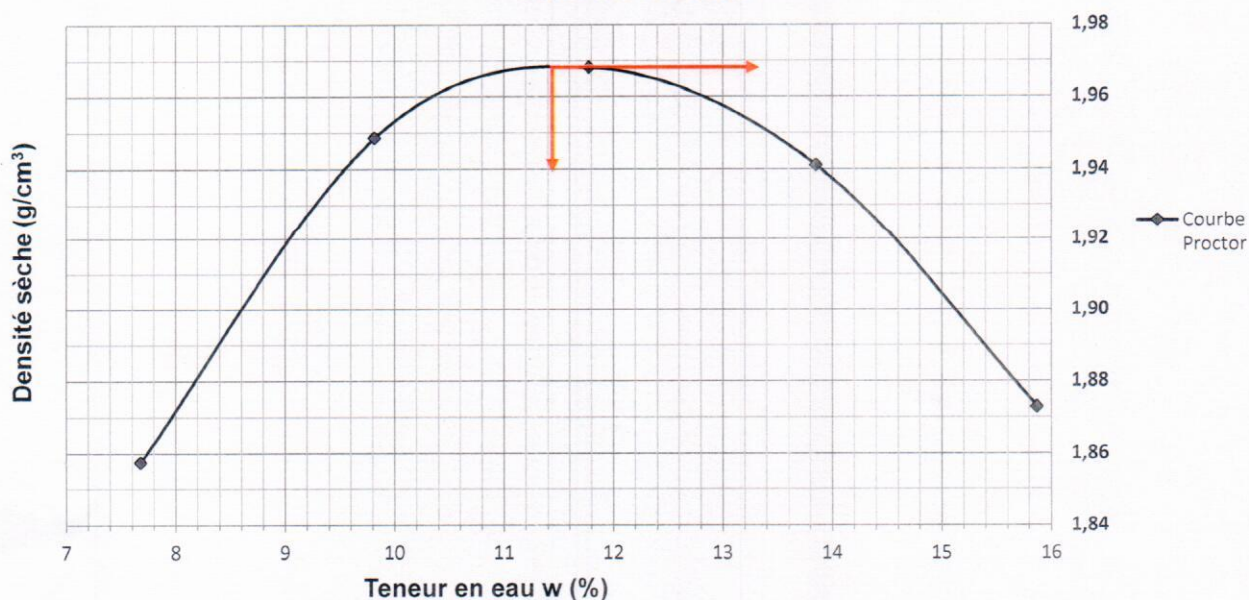
Moule	CBR
-------	-----

Proctor	Modifié
---------	---------


Poids spécifique	2,65
% refus 20 mm	0

Φ moule (mm)	152,4
H moule (mm)	116,4

Mesure	1	2	3	4	5
Teneur en eau w (%)	7,68	9,82	11,78	13,85	15,87
Densité humide (t/m ³)	2	2,14	2,2	2,21	2,17
Densité sèche (t/m ³)	1,86	1,95	1,97	1,94	1,87

Courbe Proctor

RESULTATS	ω OPM (%)	11,4
	γ_d OPM (t/m ³)	1,97

	Rapport d'essai		Réf: R-LABTP-008
	DETERMINATION DE L'INDICE CBR APRES IMMERSION (NF P 94-078)		Date: 29/12/16
			Version: 01
			Pagination: 1/1

TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL ET DES PLATEFORMES TECHNIQUES DU CERME

Dossier n°

Opérateur :	Nature du Matériau	Sable silto argileux
Provenance	Université de Lomé	Date de l'essai : 18/11/2022
Teneur en eau	Etuvage	

Etat initial de l'échantillon (Détermination de la teneur en eau par étuvage)

Masse du sol humide (g)	186,2	178,2	169,5
Masse du sol sec (g)	166,5	159,4	151,6
Teneur en eau de compactage (%)	11,8	11,8	11,8
Moyenne teneur en eau (%)	11,8		

Etat des échantillons

Nombre de coups	10	25	56
Masse du moule (g)	6 810	8 255	6 455
Volume du moule (cm ³)	2 304,52	2 304,52	2 304,52
Avant immersion			
Masse totale humide avant immersion	11 240	13 195	11 605
Masse net humide avant immersion (g)	4 430	4 940	5 150
Densité humide (g/cm ³)	1,92	2,14	2,23
Densité sèche (g/cm ³)	1,72	1,92	2,00

Poinçonnement après 96 h d'immersion

Enfoncement (mm)	Moulage à 10 coups		Moulage à 25 coups		Moulage à 56 coups	
	Lect. Dynam. (mm)	Effort (KN)	Lect. Dynam. (mm)	Effort (KN)	Lect. Dynam. (mm)	Effort (KN)
0	0		0		0	
1,25	1		1		2	
2	1		2		3	
2,5	1	0,57	2	1,14	4	2,28
5	2	1,14	3	1,71	5	2,86
7,5						
10						
Calcul de l'Indice Portant CBR	à 2,5 mm		à 2,5 mm		à 2,5 mm	
	$I_{CBR2,5} =$	4,28	$I_{CBR2,5} =$	8,55	$I_{CBR2,5} =$	17,11
	à 5 mm		à 5 mm		à 5 mm	
	$I_{CBR5} =$	5,73	$I_{CBR5} =$	8,60	$I_{CBR5} =$	14,33
	$I_{CBRmax} =$	5,73	$I_{CBRmax} =$	8,60	$I_{CBRmax} =$	17,11

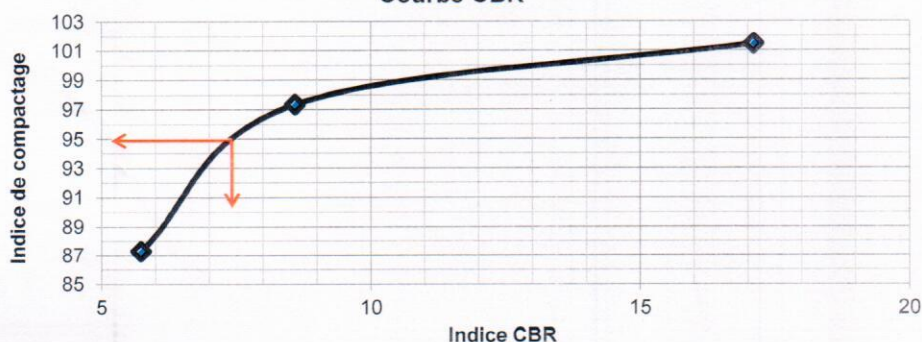
ESSAI CBR

Nombre de coups	10	25	56
Indice de compactage (%)	87,3	97,3	101,5
Valeur CBR	6	9	17

REFERENCE PROCTOR

γ_d OPM (g/cm ³)	1,97
ω OPM (%)	11,4

Courbe CBR



RESULTATS

CBR (95%) 7,5

Méthode de calcul de la contrainte par le pénétromètre dynamique

- Le sondage au pénétromètre dynamique type B [6] est utilisé pour effectuer des sondages de reconnaissance d'une profondeur inférieure à 10 mètres. Il permet d'apprécier qualitativement la résistance et la position des terrains traversés.

N_{d20} désigne le nombre de coups pour chaque enfoncement de 20 cm. Les résultats sont présentés sous forme graphique. La profondeur est positionnée en ordonnée. En fonction de celle-ci sont fournies :

- la valeur de N_{d20} (échelle arithmétique),

Cet essai fournit la *résistance dynamique de pointe* q_d exprimée en pascal et donnée conventionnellement par la formule suivante :

$$q_d = \frac{m \cdot g \cdot H}{A \cdot e} \cdot \frac{m}{m + m'} \quad (2)$$

- avec m : masse du mouton (kg),
 g : accélération de la pesanteur (m/s^2),
 H : hauteur de chute (m),
 A : section droite de la pointe (m^2),
 e : enfoncement moyen sous un coup :

$$e = 0,1 / N_{d10} \text{ (m)},$$

m' : masse frappée comprenant l'enclume, la tige-guide, les tiges et la pointe (kg).

Il est d'usage de fournir également, hors normalisation, la résistance obtenue par la formule (2), et de la désigner par le symbole R_d et non q_d afin d'éviter toute confusion sur l'appareil utilisé.

Annexe 4 : Remarques importantes

REMARQUE IMPORTANTE

Il est à noter que toute campagne d'investigations géotechniques comporte un nombre limité de sondages et essais qui ne permettront jamais de lever toutes les incertitudes inhérentes à l'investigation.

En conséquence, et conformément au contenu de la mission G12 définie par la norme NF P 94-500, les conclusions géotechniques qui reposent sur ces investigations ne peuvent conduire à traiter le calcul des fondations sans prise de risque, compte tenu d'hétérogénéités toujours possibles (naturelles ou du fait de l'homme) et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains d'assise.

De ce fait, lors des travaux, si une discordance avec les résultats de ce rapport a été constatée, l'entrepreneur est appelé à attirer l'attention du géotechnicien ou du bureau d'étude pour signaler cette discordance.

Nous restons à la disposition du maître de l'ouvrage pour effectuer les missions de type étude géotechnique d'avant-projet, étude géotechnique de projet, étude et suivi géotechnique d'exécution, supervision géotechnique, suivant la « classification des missions types d'ingénierie géotechnique ».