



المختبر العمومي للتجارب والدراسات
LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ETUDES

CENTER D'ESTIVAGE À IMOUZAR

KENDER

Etude géotechnique

DOSSIER N° : 2018-220-06061-2018-0351/001

DOCUMENT : RAPPORT

CLIENT : FONDATION HASSAN II

L'INGENIEUR CHARGE DE
L'ETUDE GEOTECHNIQUE



H. CHERIFI

LE DIRECTEUR ADJOINT
CHARGE DU CENTRE DE FES



A. ELFAHSSI

Sommaire

INTRODUCTION.....	2
1. DONNEES DU PROJET.....	3
1.1. Le site	3
1.2. La topographie	3
1.3. Le contexte géologique.....	3
1.4. Le contexte sismique	4
2. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE.....	4
2.1. Le programme de la reconnaissance	4
2.2. Lithologie	5
2.3. Essais au laboratoire.....	5
3. CARACTERISTIQUES POUR PROJET DE FONDATION.....	6
3.1. Mode et niveau de fondation du bâtiment :	6
3.2. La portance du sol	6
3.3. Estimation du tassement	6
3.4. Précautions et recommandation	7
4. CONCLUSION	7

Annexes :

- Annexe A : implantation des sondages
- Annexe B : coupes lithologiques des puits
- Annexe C : résultats des essais au laboratoire
- Annexe D : recommandations et précautions

INTRODUCTION

Suite à la demande de la fondation HASSAN II et dans le cadre du bon de commande numéro 03/2018, le LPEE CTR FES / MEKNES a entamé la campagne géotechnique visant l'étude du site du camp d'estivage de la fondation à IMMOUZZAR pour des besoins d'extension. Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Identification du sol d'assise
- Déterminations des caractéristiques du projet de fondation à savoir le niveau d'assise, la portance admissible et les tassements éventuels.
- Quelques recommandations et précautions géotechniques



NB : Selon les données du client les bâtiments projetés sont prévus en ossature classique de béton armé.

1. DONNEES DU PROJET

1.1. Le site

La parcelle du projet se situe dans l'enceinte de l'actuel Camp d'estivage de la fondation HASSAN II à Imouzzer et indiquée par le représentant du Client.

L'image satellitaire suivante illustre la parcelle du projet :



Figure 1: délimitation approximative du projet

1.2. La topographie

La topographie du projet se caractérise par une pente très douce dans le sens NW-SE.

1.3. Le contexte géologique

La région étudiée s'inscrit dans la zone du moyen ATLAS. Il s'agit d'une chaîne de montagne allongée selon une direction générale NE-SW sur 400 Km. Il fait partie avec le Haut Atlas du grand domaine structural atlasique et Il se subdivise selon Termier (1936), en deux portions (Fig. 2) :

- Au SW, le Moyen Atlas méridional ou Atlas de Béni Mellal (Choubert et Marcais, 1952) qui est accolé au Haut Atlas central avec lequel il est structuralement inséparable (Dubar, 1952) ;
- Au NE, le Moyen Atlas septentrional ou chaînon moyen-atlasique principal (Choubert et Marcais, 1952) qui englobe le Causse moyen atlasique et le Moyen Atlas plissé, séparés par un réseau d'accidents N 45° à N 60° (accident nord moyen atlasique). Le Causse moyen atlasique, à l'Ouest est essentiellement calcaire-dolomitique du Lias inférieur et moyen. Il est caractérisé par son allure tabulaire ou sub-tabulaire.

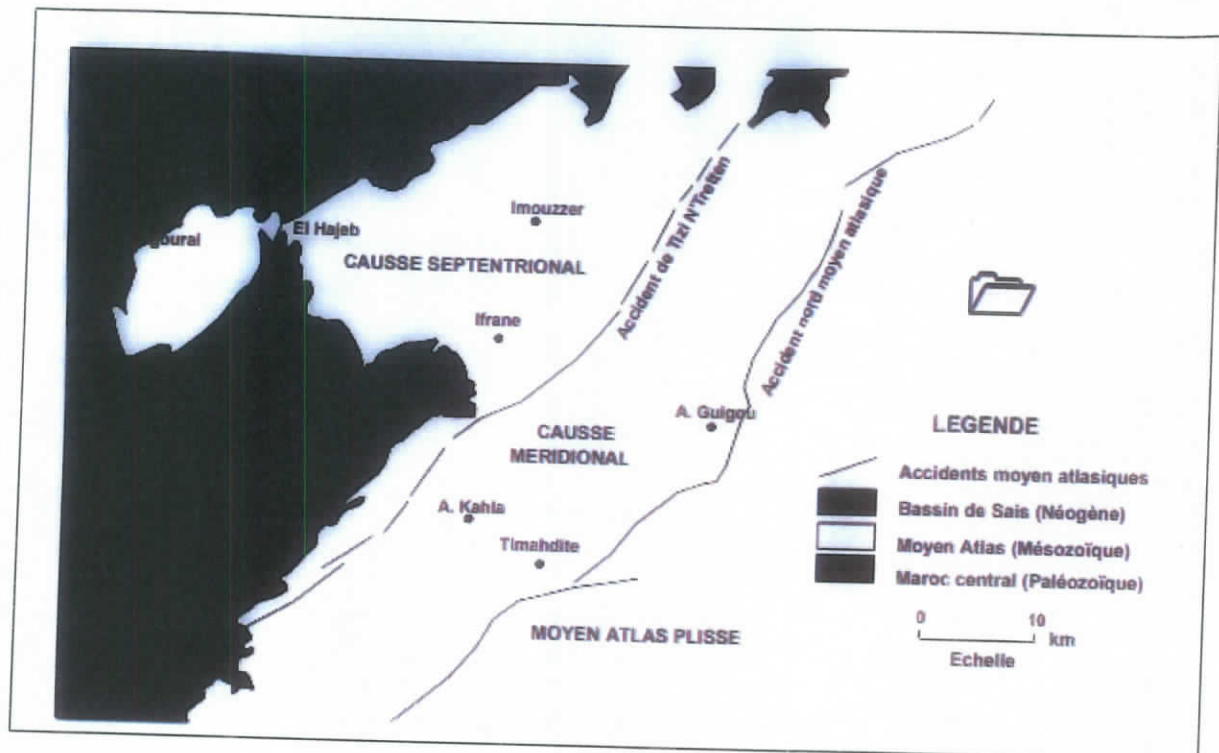


Figure 2. Le Causse Moyen Atlasique et ses principales subdivisions

1.4. Le contexte sismique

La ville d'IMOUZZER est située sur une zone de sismicité probable forte dans la limite sud EST de la ville de FES, dont l'histoire retient des séismes de dégâts variables selon l'intensité depuis le 11^{ème} siècle, avec les grands tremblements du 17^{ème} et 18^{ème} siècle, la ville a connu une dizaine de période de calme. Au 20^{ème} siècle la ville a noté une dizaine de secousse d'amplitudes moyennes qui se poursuivent actuellement (février 2004).

Il faut souligner qu'une sismicité courante d'apparence faible n'est pas sans effets sur les effondrements potentiels des bâtisses ou les mouvements de terrains dans lesquels se conjuguent d'autres facteurs naturels ou anthropiques.

Ainsi, le RPS 2000 version 2013 indique que la ville de Fès est située dans les zones 3 correspondant successivement à la zone maximale d'accélération et la zone de vitesse maximale.

Les cartes des vitesses et d'accélération sont jointes dans les annexes du présent rapport.

2. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

2.1. Le programme de la reconnaissance

La mission géotechnique s'est basé l'exécution de 3 sondages à la pelles mécaniques jusqu'à atteindre le bon sol, et cela suivant l'implantation approximative de l'annexe.

Ces sondages ont fait l'objet du prélèvement de plusieurs échantillons pour les soumettre au essais du laboratoire à savoir :

- Des essais d'identification

- Des essais mécaniques sur le sol et sur la roche

2.2. Lithologie

Suite au différents sondages réalisés, nous constatons que la lithologie du site demeure comme suit :

- Une première couche de couverture argileuse à squelette calcaire atteignant 2 m /TN.
- Une deuxième formation rocheuse à nature calcaire tufacé, celle-ci présente une fragmentation surfacique et s'améliore en profondeur à partir de 2 m/TN.

2.3. Essais au laboratoire

Les résultats des essais au laboratoire sont présentés dans le tableau suivant :

Référence échantillon	Identification							Essais mécaniqu es		Compressibilité (NM 13.01.003)				Résistance à la compression uniaxiale sur roches			
	γh kg/m3 (NM13.01.11 9)	W (%) MOP (NM13.01. 010)	Limites d'Atterber g (NM 13.01.007)		Granulométrie (NM 13.01.008)									Résistance à la compression σc'(Mpa)			
			WL (%)	IP	Dmax (mm)	%> 2m m (%)	%< 80μ (%)	Cisaillement lent (NM 13.01.021)	Cc	Cg	σc kg/cm 2	σg kg/cm 2	Masse volumique kg/m3	Résistance à la compressi on σc'(Mpa)			
								C.C.D									
								C'	φ'°								
								Kpa									
223-2/4578/1 P1 (0.0/2.0) Argile rougeâtre graveleux	1700	22.4	61.9	36	100	61	35.5	22	26	0.163	0.03	0.27	0.261	-	-		
223-2/4578/2 Roche calcareuse																	

Ep n°1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2740	33.7
Ep n°2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2650	59.9
Ep n°3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2380	12.8

En guise du bilan nous notons que la résistance moyenne à la compression caractéristique de la roche calcaireuse est de 35.46 MPa. Cependant, celle-ci n'est pas vraiment représentative des échantillons prélevés vue la dispersion des résultats. Dans ce sens, nous considérons la plus faible valeur à savoir 12 MPa.

3. CARACTERISTIQUES POUR PROJET DE FONDATION

Compte tenu des résultats de la reconnaissance, les caractéristiques, recommandations et précautions géotechniques de pré dimensionnement pour le projet de fondation en vue de leur exploitation par le BET et le BCT de béton armé sont comme suit :

3.1. Mode et niveau de fondation du bâtiment :

L'exploitation des éléments présentés préalablement, nous permet de proposer les variantes de fondation suivantes :

- Des semelles filantes entre croisées dans les deux sens (1^{er} choix).
- Des semelles isolées liaisonnées dans les deux sens (en 2^{ème} choix).
- Ou radier général (dernier choix)

Le niveau d'assise de fondation des bâtiments se situe à des minimas de l'ordre de 1,5 à 2,5 m /T. N. Initial et de l'ordre de 50cm dans les formations de calcaire fragmentées, semi indurées à dures.

La partie armée des fondations doit être ancrée dans le sol en place avec un minimum de 80 cm eu égard aux effets cycliques de gel-dégel, le niveau d'assise pouvant être atteint par du gros béton ($d_{max} = 50 \text{ mm}$) à plein fouille.

3.2. La portance du sol

La surpression admissible de dimensionnement retenue pour les sols recommandés en fondation vaut 25 t/m² (0,25 MPa).

3.3. Estimation du tassement

En vue de la nature rocheuse du site et celle de la structure projetée (bâtiments ordinaires) nous considérons que les tassements éventuels sont négligeables.

3.4. Précautions et recommandation

L'ensemble des précautions et des recommandations à considérer sont annexées dans le présent rapport (annexe D).

4. CONCLUSION

Les reconnaissances effectuées au site du projet du Complexe Immobilier du camp d'estivage à Imouzzar, ont permis de constater l'existence de sols de calcaireux fragmentés, semi indurés à durs selon les zones et profondeurs.

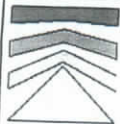
En surface les sols sont médiocres du type argile végétale.

Des précautions particulières d'étaisements, terrassements et bétonnage sont à prévoir en mitoyenneté des constructions existantes par phasages et dispositions à établir par le BET.

Les caractéristiques, recommandations et précautions géotechniques de pré dimensionnement relatives à l'étude de faisabilité du projet de fondation sont fournies au paragraphe précédent.

-----FIN





LPEE-CTR FES-MEKNES (Centre de Fès)
Quartier de la Pépinière BP2407 Dokkarat Fès
Téléphone : 0535 62 30 35 / Fax : 0535 65 49 61

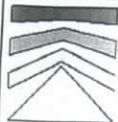
PUITS

Client FOS HASSAN II
Chantier REALISATION DES ETUDES GEOTECHNIQUE DU SOL ET L'EXPERTISE TECHNIQUE DES ANCIENS BATIMENTS
Ouvrage
Etude Géotechnique
Dossier 2018.220.06139.2018.03226/1

PUIT N°
P1

Niveau d'eau/TN : RAS

Prof.	Coupe	Description des formations	% carotté	Identification					
				W (%)	γ_h	WL	IP	% >2mm	% <80 μ m
2,00		Argile rougeâtre à q.q roche travertin							
2,30		Tuf calcaire							

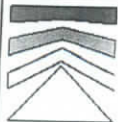


LPEE-CTR FES-MEKNES (Centre de Fès)
Quartier de la Pépinière BP2407 Dokkarat Fès
Téléphone : 0535 62 30 35 / Fax : 0535 65 49 61

PUITS

Client	FOS HASSAN II	PUIT N° P2	Niveau d'eau/TN : RAS
Chantier	REALISATION DES ETUDES GEOTECHNIQUE DU SOL ET L'EXPERTISE TECHNIQUE DES ANCIENS BATIMENTS		
Ouvrage			
Etude	Géotechnique		
Dossier	2018.220.06139.2018.03226/1		

Prof.	Coupe	Description des formations	% carotté	Identification					
				W (%)	γ_h	WL	IP	% >2mm	% <80 μ m
2,00		Argile rougeâtre à q.q roche travertin							
2,30		Tuf calcaire							



LPEE-CTR FES-MEKNES (Centre de Fès)
Quartier de la Pépinière BP2407 Dokkarat Fès
Téléphone : 0535 62 30 35 / Fax : 0535 65 49 61

PUITS

Client	FOS HASSAN II	PUIT N° P3	Niveau d'eau/TN : RAS
Chantier	REALISATION DES ETUDES GEOTECHNIQUE DU SOL ET L'EXPERTISE TECHNIQUE DES ANCIENS BATIMENTS		
Ouvrage			
Etude	Géotechnique		
Dossier	2018.220.06139.2018.03226/1		

Prof.	Coupe	Description des formations	% carotté	Identification					
				W (%)	γ_h	WL	IP	% >2mm	% <80 μ m
1,20		Argile rougeâtre à q.q roche travertin							
1,50		Tuf calcaire							

CENTRE TECHNIQUE REGIONAL DE FES-MEKNES CENTRE DE FES

Quartier de la Pépinière - Dokkarat - B.P. 2407

FES

Tél.: 05 35 62 30 35 / 05 35 65 41 98 / 05 35 65 41 99

Fax : 05 35 65 49 61 - 06 60 00 73 45

RAPPORT D'ESSAIS N° : 2018.223-2/31

Dossier : 2018-220-06638-2018-0351/001

Chantier : Réalisation des études géotechnique du sol et expertise des anciens bâtiments.

Client : Fosse Hassan II

Objet : Etude géotechnique

Date d'émission : 03/12/2018

Nature échantillon : Argile rougeâtre à q.q. roche travertin / tuf calcaire

ESSAIS REALISES

- * Détermination de la teneur en eau pondérale des sols méthode par étuvage MOP (NM13.1.010) - (1998)
- * Détermination de la masse volumique des sols fins en laboratoire (NM13.1.119) - (2009)
- * Détermination des limites d'Atterberg (NM13.1.007) - (1998)
- * Analyse granulométrique : méthode par tamisage à sec après lavage (NM13.1.008) - (1998)
- * Essai de cisaillement rectiligne à la boîte-cisaillement direct (NM13.1.021) - (1999)
- * Essai de compressibilité à l'odomètre (NM 13.1.003) - (1997)
- * Essai de compression uniaxiale sur roche (NF P 94-420) - (2000)

(*) Ces essais sont couverts par le champ d'accréditation.

NATURE DES COMMENTAIRES

L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport d'essais ont été obtenus avec le(s) échantillon(s) défini ci-dessous, ou l'essai en place, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats.

☐
☒
☐

- Sont indiquées par le présent rapport d'essais en application du texte de référence fixé par le donneur d'ordre.
- Font l'objet d'un document séparé, joint, référencé
- N'ont pas été demandées par le donneur d'ordre.

I. DEMANDE D'ESSAIS :

• Référence commande : BC n°03/2018

• Date de Commande : 23/10/2018

II. IDENTIFICATION DU MATERIAUX TESTES

• N° Feuille de réception : 4578

• Lieu de prélèvement : P1 (0.0/2.0).

• Prélèvement effectué par : ☒ L.P.E.E ☐ CLIENT ☐ AUTRE (Préciser)

• Livraison effectuée par : Bourhriba

• Date de prélèvement : 01/11/2018

• Date de réception : 01/11/2018

• Observations sur l'état du matériau à la réception : RAS

• Délai de conservation des échantillons : 15 jours après la date d'envoi du rapport au client.

- **III. LIEU DE L'ESSAI** (dans le cas d'essais in situ ou effectué par une autre unité) : RAS



AL 01 07/2002

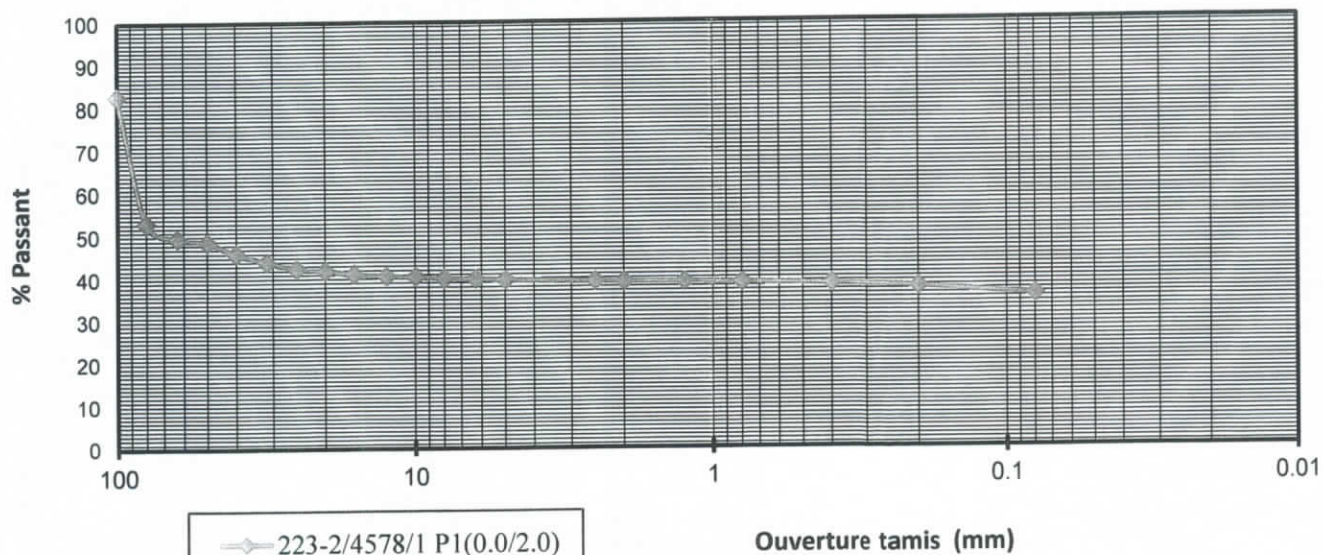
AVERTISSEMENT : La reproduction de ce procès-verbal d'essais n'est autorisée que sous sa forme de Facsimilé photographique intégral. Il comporte 04 pages
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à essais.

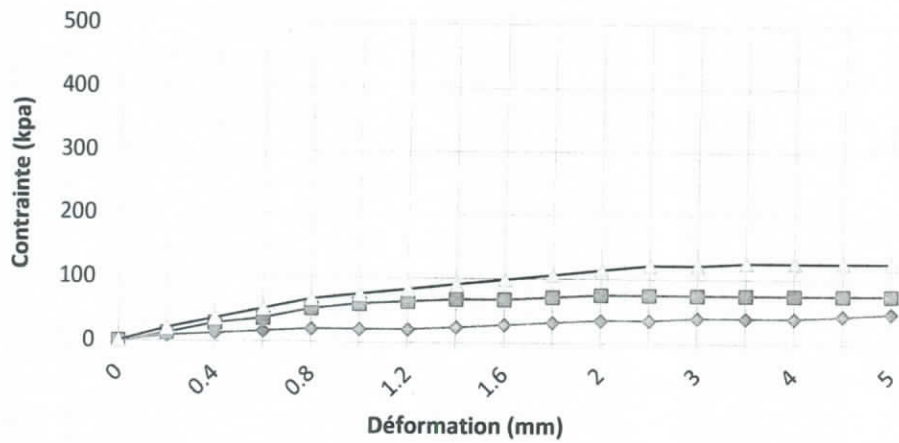
RESULTATS D'ESSAIS

Référence échantillon	Identification							Essais mécaniques		Compressibilité (NM 13.01.003)				Résistance à la compression uniaxiale sur roches (NF P 94-420)	
	γ_h kg/m3 (NM13.01.119)	W (%) MOP (NM13.01.010)	Limites d'Atterberg (NM 13.01.007)		Granulométrie (NM 13.01.008)										
			WL (%)	IP	Dmax (mm)	%> 2mm (%)	%< 80 μ (%)	Cisaillement lent (NM 13.01.021)							
								C.C.D							
								C' Kpa	φ^{10}						
223-2/4578/1 P1 (0.0/2.0)	1700	22.4	61.9	36	100	61	35.5	22	26	0.163	0.03	0.27	0.261	-	-
223-2/4578/2															
Ep n°1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2740	33.7
Ep n°2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2650	59.9
Ep n°3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2380	12.8

223-2/4578/2

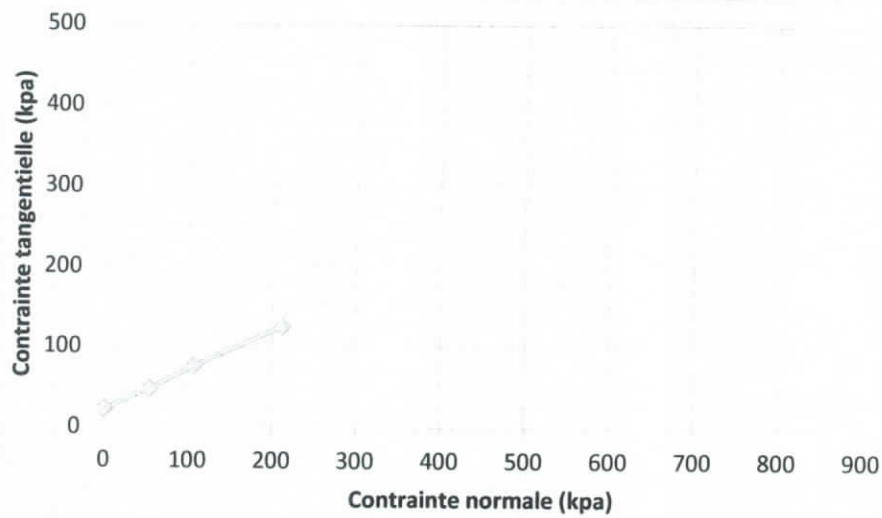
Ep n°1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2740	33.7
Ep n°2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2650	59.9
Ep n°3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2380	12.8

Courbes granulométriques



Eprou.		◆	■	▲
n(kpa)		53.9	105.4	211.5
initial	w	22.4	22.7	23.2
	γd	1.45	1.46	1.46
	S	70	72	74
final	w	29.8	30.1	32.4
	γd	1.43	1.47	1.47
	S	90	97	100

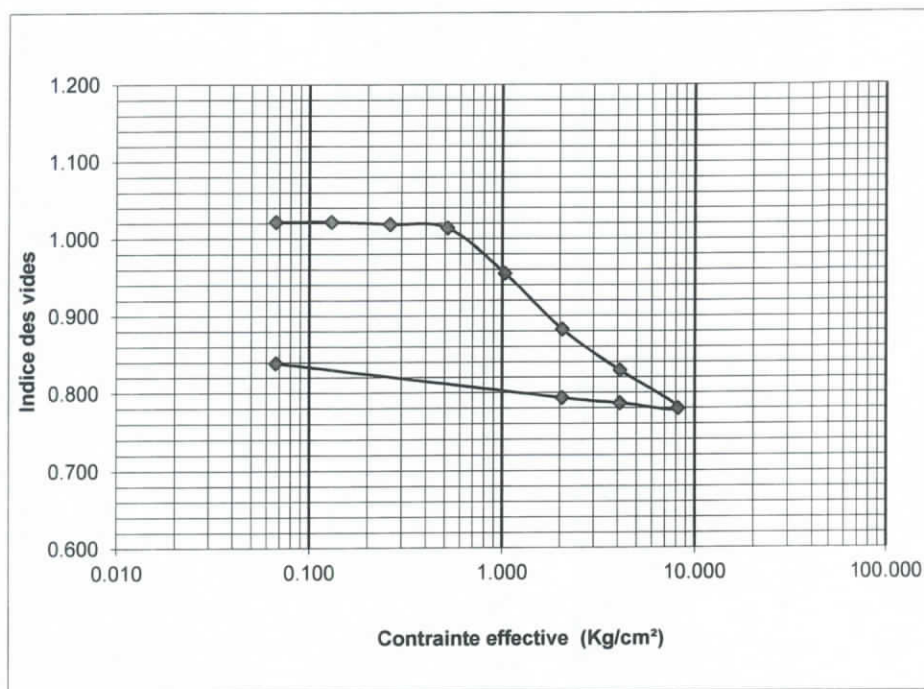
W : Teneur en eau (%)
γd : Masse volumique sèche (g/cm3)
S : Degré de saturation (%)



Caractéristiques mécaniques:		
C'	=	22 (kpa)
φ'	=	26 (°)

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE : COURBE OEDOMETRIQUE
NM 13-1-003

Réf. échanti. 223-24578/1 - P1 (0,0/2,0m)



Contrainte (Kg/cm ²)	Indice des vides
0.067	1.022
0.130	1.022
0.261	1.019
0.517	1.014
1.029	0.955
2.055	0.882
4.109	0.829
8.203	0.780
4.109	0.786
2.055	0.793
0.067	0.839

	Valeurs	Unités
Indice de compression C _c	0.163	
Contrainte de préconsolidation σ_c	0.270	Kg/cm ²
Indice de gonflement C _g	0.030	
Contrainte de gonflement σ_g	0.261	Kg/cm ²

LE RESPONSABLE DU LABORATOIRE D'ESSAIS

S, BELOUA

CHARGE DOSSIER

H,CHERIFI

PRECAUTIONS ET RECOMMANDATIONS

Les précautions suivantes sont à prendre en considération ; notamment par les intervenants chargés du projet de l'exécution (BET et BCT de béton armé, Architecte et Entreprise) :

- Il est recommandé d'assurer une certaine souplesse dans la structure tout en introduisant des joints avec une distance inter-joint maximale de 15 m.
- Prévoir un trottoir périphérique du côté de la route d'OUISLANE désolidarisé du mur de soutènement projeté et reposé sur un remblai compacté peu perméable et inerte à l'eau.
- Protéger le mur et le sol de la parcelle contre toute stagnation des eaux derrière le mur à travers un dispositif de drainage adéquat prenant en compte les paramètres hydrologiques du site.
- Il faut assurer la stabilité court-terme du talus par la mise en place d'un dispositif de soutènement provisoire. En outre, il faut vérifier que ce dispositif peut supporter les surcharges dus aux travaux exécutés sur le site en parallèle.
- Prendre en compte la classification du site au séisme soit site 2 au sens du RPS 2000-version 2011 Zones ZV2 et ZA2 ; comme zone de vitesse maximale et zone d'accélération maximale qui dépendra de la topographie effective au moment de l'exécution du projet.
- Les points d'appuis de chacun des blocs composant l'ouvrage doivent être solidarités par un système convenable tendant à s'opposer à leur déplacement relatif dans le plan horizontal.
- Le remplissage par sol ou matériau meuble entre les membrures de rigidité est à proscrire. Du gros béton banché est plus recommandé.
- Le niveau d'assise des fondations doit être en dessous de tout réseau existant et doit respecter la règle de 1/3 entre fonds d'assise et tout fond de fouille, tranchée ou excavation de réseau, ouvrage ou construction voisine, et doit s'affranchir des remblais.
- S'assurer que les joints de rupture sont à travers structure en élévation et en fondation de manière régulière, et notamment entre blocs de formes ou niveaux différents.

- La rigidité de liaison entre fondations devra respecter le report de déformation de manière à limiter la distorsion angulaire à $1/250e$.
- Les voiles en sous-sol éventuels doivent être convenablement dimensionnés par le BET de structure, et fondés dans le sol d'assise recommandé auparavant.
- Bien confiner les matériaux sous dallage bas vis-à-vis des poussées latérales sur soubassements en cas de vides sanitaires et remise en place des terres excavées.
- Tout puisard éventuel doit faire l'objet d'une structure de béton armé à dimensionner par le BET à la poussée des terres, de l'eau et l'action des surcharges.
- Assurer l'étanchéité des parties enterrées exploitables éventuelles par cuvelage adéquat avec colmatage soigné et souple des joints eu égard des venues d'eau accidentelles.
- Colmater par du béton étanche toute canalisation perdue éventuelle donnant vers l'emprise des bâtiments.
- concernant la substitution du terrain naturel sous dallage, elle doit être faite sur 50cm moyennant un remblai de plasticité inférieure à 12 compacté à 95% du Proctor.
- Protéger la périphérie des bâtiments dans l'emprise du projet par un trottoir de 2m de largeur minimale déversant les eaux loin de l'emprise du bâtiment en zones à ciel ouvert, avec disposition de larmiers judicieusement placés.
- Soigner la réalisation et l'étanchéité du réseau d'eau.
- Collecter et évacuer soigneusement les eaux d'intempéries.
- En excavation et fouilles, au voisinage des constructions, ouvrages et réseaux existants (murailles, bâtiments, voiries, murs de clôture, conduites, etc.), observer le maintien d'une banquette de 2m minimum de largeur, à décaper, par tronçons alternés, juste avant les opérations de bétonnage.
- Etayer convenablement les parois des fouilles, des banquettes et des excavations, les ouvrages, réseaux, et toute construction mitoyenne préalablement construite, par étalement provisoire ou définitif d'entreprise et dimensionné par les soins de BET de manière adapté à chaque cas.

- Eviter l'exposition prolongée des excavations ouvertes aux aléas climatiques (intempéries, ruissellement, etc.)
- Prévoir le pompage d'eau en fond de fouilles et éventuellement en fond d'excavation, le niveau d'eau dépendant des saisons et des fuites d'eau des réseaux voisins.
- Comblent soigneusement par du gros béton les puits de sondage et toute fosse éventuelle abandonnée.
- L'entreprise chargée de l'exécution des travaux signalera aux intervenants sur le projet et notamment le laboratoire toute détection de cavité éventuelle vide ou remplie par des matériaux particuliers quelle que soit sa taille pour suivi de son étendue et prise de décision en conséquence.

-----FIN