

CLIENT : Ecole Supérieure de Technologie de Fès

AVIS D'ACHAT SUR BON DE COMMANDE N° :

01INV/2025ESTF

BON DE COMMANDE N° : 02. Inv. / 25. (N° PMMP: 48837/2025).

OBJET : Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

PRESTATION : Étude géotechnique des fondations.

DOCUMENT : Rapport.



Le Responsable Technique

Le Directeur LABO TERZAGHI



Dossier N° : LT/DE/047/2025

Rapport. Réf. : LT/EG/0109/2025

Le présent rapport contient 21 pages et trois (03) annexes

Table des matières

I. INTRODUCTION :	3
II. SITUATION DU SITE DU PROJET	4
III. APERÇU GEOMORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	5
III.1. De point de vue géomorphologique	5
IV. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE REGIONALE	6
IV.1. De point de vue géologique	6
➤ 1.1.1.. A l'échelle régionale	6
➤ 1.1.2. A l'échelle locale	10
-Hydrogéologie du site	11
V. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE DU SITE	11
V.1. Campagne de reconnaissance	11
V.2. Illustration photographique du déroulement des sondages	11
V.3. Description des coupes lithologiques des sondages réalisés	12
V.4. Illustration photographique des sondages réalisés :	13
VI. ESSAIS DE LABORATOIRE	14
VI.1. Caractéristiques physiques :	14
➤ Analyse granulométrique, limite atterberg, et teneur en eau	14
➤ Interprétation des résultats	14
VI.2. Caractéristiques mécaniques et rhéologiques :	15
VII. TYPE ET MODALITE DE FONDATION DE CONSTRUCTION	16
VII.1. Description de construction projetée	16
VII.2. Mode de fondation	16
VIII. CALCUL DE LA CONTRAINTE ADMISSIBLE ET DE SERVICE ET ESTIMATION DES TASSEMENTS A PARTIR DES ESSAIS DE LABORATOIRE (METHODE « C-Φ »)	16
VIII.1. Contrainte admissible du sol d'assise	16
IX. DISPOSITION PARASISMIQUE	18
IX.1. Paramètres pour construction parasismique	18
IX.2. Propriété des matériaux	19
IX.3. Espacement entre deux blocs	19
X. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	20
➤ Reconnaissance du site	20
➤ Caractéristiques physiques ; mécaniques et rhéologiques des formations rencontrées	20
➤ Mode des fondations et niveau d'assise	20
X.1. Recommandations	21

ANNEXES



Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

I. INTRODUCTION :

Dans le cadre de **Bon de commande N° :.....**, l'Ecole Supérieure de Technologie de Fès (EST) . A confiée au Laboratoire d'étude, d'essais et de contrôle « **LABO TERZAGHI-Fès** » la mission de réaliser Etude géotechnique relative au projet de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.-, L'objectif principal de cette étude est de caractériser les sols du site afin d'assurer la stabilité et la durabilité des futurs ouvrages.

Ce rapport regroupe les éléments suivants, relatives aux prestations ci-après :

❖ **Prestation A :** Campagne de reconnaissance géotechnique.

- Plan d'implantation des sondages sur site,
- Réalisation des sondages géologiques à la pelle mécanique,
- Prélèvement des échantillons extraits des sondages pour identification au laboratoire,
- Relevé des coupes lithologiques des sondages géologiques exécutés,
- Réalisation des essais de laboratoire,

❖ **Prestation B : Etude géotechnique.**

- La nature lithologique des différentes formations géologiques du site,
- Résultats des essais de laboratoire,
- Le niveau d'assise préconisé et système de fondation à adopter,
- Détermination des paramètres géotechniques du sol,
- La contrainte admissible et de service du sol,
- Les dispositions parasismiques de la région qui doivent pris en considération afin de permettre aux bâtiments de résister convenablement aux secousses sismiques conformément au RPS dans sa révision 2011,
- Les recommandations et les mesures constructives nécessaires pour assurer la stabilité du sol/fondation.



Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

II. SITUATION DU SITE DU PROJET

Le site du projet, objet de cette étude, est situé dans la ville de Fès, Le projet concerne la construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Les coordonnées Lambert déterminant le site sont : Lal = 33.98869 ; Lng = -5.00244



Fig. 1 : Image satellitaire de la situation géographique de la zone d'étude, extrait de Google Maps.

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

III. APERÇU GEOMORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

III.1 .De point de vue géomorphologique

Après une visite sur le site, il a été constaté que le terrain concerné par cette étude présente un relief globalement plat, sans dénivellations marquées. Cette caractéristique topographique facilite les investigations géotechniques et les travaux de construction.



Photos-1- : Montrant la morphologie et topographie de terrain réservé au futur projet.

IV. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE REGIONALE

IV.1 De point de vue géologique

1.1.1. A l'échelle régionale

Aperçu structurale

Le couloir Fès-Taza appartient au sillon sud-rifain qui s'étend de l'Atlantique à la Méditerranée entre la chaîne rifaine au Nord et les môles hercyniens de la Méséta et du Moyen Atlas au Sud. Le Causse moyen-atlasique au Sud s'enfonce progressivement au Nord sous les formations miocènes transgressives sur le Paléozoïque et le Jurassique.

Au Tortonien (Miocène supérieur), après les phases tectoniques majeures qui ont déformé la chaîne rifaine mais qui n'ont pas affecté son avant-pays le Moyen Atlas, s'est formé une zone de sédimentation qui est le domaine pré-rifain.

▪ **Paléozoïque**

Il constitue le substratum de la région et affleure sur la bordure Occidentale du Causse et dans le Moyen Atlas septentrional. Le Primaire est constitué par des schistes et grès, parfois métamorphiques, bien représentés dans plusieurs boutonnières dont la plus importante est celle de Jbel Tazzeka au NE.

▪ **Permo-Trias**

Il est constitué par une série d'argiles et de marnes rouges continentales et lagunaires, discordantes sur le Primaire. Des coulées de basalte doléritique, de 100 à 200 m de puissance, divisent cette série en une série inférieure de 50 à 100 m d'épaisseur et une série supérieure de plus faible épaisseur (inférieure à 20 m). Il faut noter la présence de niveau évaporitique dans cette formation. Le sel se présente selon les endroits, en amas ou bien de façon diffuse selon les paléo-conditions de sédimentation. Ceci est à l'origine d'anomalies salifères locales aussi bien en surface, dans certains cours d'eau (souvent désignés par l'oued El Maleh), qu'en profondeur au dans certains puits et forages. Cependant, ce niveau joue un rôle hydrogéologique important puisqu'il constitue le mur imperméable pour les niveaux calcaires sus-jacents.

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

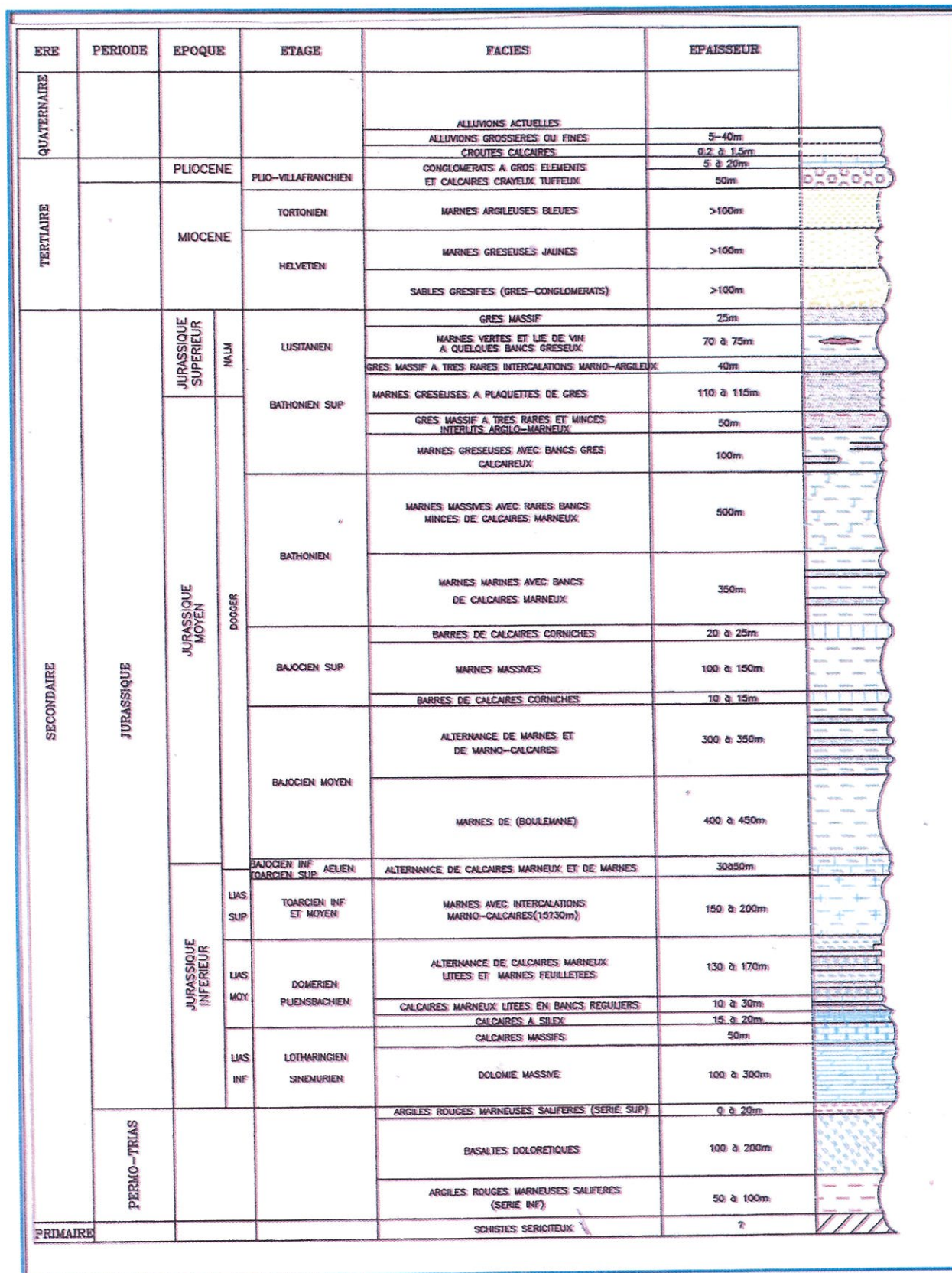


Figure 2 : Log litho-stratigraphique régional.

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

Cette série affleure, en général, au niveau des accidents du socle qui entraînent la remontée des terrains anciens et profonds vers le cœur des structures anticlinales

■ Lias inférieur

Les calcaires et dolomies du Lias viennent pratiquement en concordance sur le Permo-Trias. Le Lias inférieur est constitué par une série continue de 150 à 350 m d'épaisseur. Les affleurements des dolomies et calcaires dolomitiques sont très développés au niveau du Causse moyen atlasique. Plus à l'Est, ces faciès apparaissent essentiellement suivant la première ride anticlinale passant en bordure Ouest du massif de Tazzeka. La dolomie est facilement identifiable par sa patine rousse et son aspect ruiniforme. Elle présente une épaisseur de 100 à 300 m. Des calcaires à grain fin, en gros bancs surmontent généralement ces dolomies sur une cinquantaine de mètres.

■ Lias moyen

La base du Lias moyen est difficile à séparer du Lias inférieur. Sur certaines parties du Causse, le Lias moyen présente un faciès dolomitique identique à celui du Lias inférieur. Toutefois, pour les besoins de l'étude hydrogéologique, on désignera sous le terme Lias moyen, les horizons qui surmontent les dolomies et calcaires massifs en gros bancs du Lias inférieur. Il s'agit essentiellement de calcaires lités en bancs décimétriques réguliers renfermant des interbancs marneux. Vers le haut de la série, l'épaisseur et la fréquence des interbancs augmentent progressivement vers le Toarcien. Mais dans l'ensemble, le Lias moyen présente un intérêt hydrogéologique certain, notamment dans la région de Taza où plusieurs sondages captent cet aquifère.

■ Lias supérieur

A grande échelle, les terrains du Lias supérieur sont à prédominance marneuse. Le Toarcien, au Moyen Atlas, marque un changement important : la sédimentation y passe des faciès dolomitiques ou calcaires aux faciès franchement marneux. Ainsi la séparation cartographique située à la base du Toarcien est relativement nette.

■ Jurassique moyen et supérieur

Il s'agit de faciès à prédominance marneuse. Malgré leur épaisseur importante, ils ne sont signalés que dans la zone synclinale septentrionale qui limite le couloir Fès-Taza.

■ Miocène

Le Miocène transgressif est venu se déposer sur un Causse émergé depuis le Jurassique (Domérien), érodé, plissé et fracturé ; il s'est moulé sur des structures anciennes qu'il a fossilisé avant d'être à son tour plissé par des mouvements tardifs de faible importance. Le faciès marneux est prédominant avec des niveaux sablo-argileux présents surtout en bordure du bassin.

De façon générale, le Miocène s'épaissit rapidement du Sud vers le Nord et de l'Est vers l'Ouest ; cependant des prospections géophysiques par méthode électrique ont mis en évidence des fossés où le Miocène présente des épaisseurs importantes pouvant atteindre et même dépasser les 400 m.

La couverture marneuse miocène joue d'abord un rôle d'écran, permettant la mise en charge les aquifères profonds sous-jacents. Selon les différences de charge hydraulique, elle peut alors soit être alimentée par la nappe semi-captive qu'elle surmonte par drainance ascendante, soit jouer localement le rôle d'aquifère secondaire, alimenté par sa surface et rechargeant par drainance descendante l'aquifère profond.

■ Plio-Quaternaire

D'importance et d'extension inégales, les dépôts plio-quaternaires se présentent sous forme de :

- Conglomérats au pied des reliefs,
- Dépôts de calcaires lacustres dans les dépressions résiduelles,
- Travertins aux débouchés des lacs (cascades) et au niveau des sources,
- Terrasses alluvionnaires le long des principaux oueds.

➤ De point de vue Tectonique

Cette région n'a jamais subi de mouvements tectoniques importants après les phases hercyniennes. Les seules déformations que l'on observe sont des failles dues à des mouvements épirogéniques qui se sont produits au cours du Secondaire et du Tertiaire, notamment ceux qui ont provoqué la formation puis la surrection du bassin Sud-Rifain.

La tectonique profonde des prolongements calcaires du Causse moyen-atlasique sous le recouvrement miocène du couloir Fès-Taza est importante à connaître sur le plan hydrogéologique, car le réservoir constitué par les calcaires du Lias contient les principales ressources en eaux souterraines dans ce secteur.

	<u>Chantier :</u> Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.	<u>Rapport :</u> Réf. : LT/EG/109/2025
---	---	---

Les données des campagnes géophysiques réalisées dans le secteur, combinées aux renseignements tirés des forages, ont permis de montrer que la région montre une structure variable, tabulaire à plissée, et affectée par des failles profondes qui perturbent la continuité de l'aquifère liasique. Le découpage de la zone en panneaux ou entité hydrogéologique s'avère assez difficile.

L'aquifère calcaro-dolomitique du Lias et les terrains anté-miocène qui lui succèdent présentent à l'affleurement une zonalité structurale du NE vers le SO, allant des structures tabulaires aux plissements francs. Cette zonalité est naturellement induite par l'histoire sédimentaire et tectonique du Moyen Atlas : les grands accidents SO-NE ont contrôlé la subsidence du bassin sédimentaire à partir du Lias.

Les causes sont restés globalement tabulaires. Des accidents cassants NE-SO, parfois associés à des plis anticlinaux à grand rayon de courbure, introduiront des perturbations structurales suffisantes pour influencer la géométrie de l'aquifère.

Deux accidents sont bien marqués à l'échelle régionale. Il s'agit :

- De l'accident NE-SO de Sefrou,
- Du pli anticlinal de Bir Tam Tam qui fait remonter localement l'aquifère liasique au-dessus du niveau piézométrique régional.

Vers le Nord, l'épaississement du recouvrement miocène serait contrôlé par l'accident Sud rifain. La position de cette faille en surface correspond au front de la nappe pré-rifaine, et suit globalement le cours de l'Oued Inaouène.

En bordure Ouest de l'accident Nord moyen atlasique, on repère un alignement montagneux, qui va de Aïn Sebou au Sud, jusqu'aux abords de Taza au Nord : il correspond à un ensemble de terrains liasiques, à semelle d'argile rouge du Permo-Trias. Tous ces terrains sont en général surélevés par rapport à leurs homologues de la terminaison septentrionale du causse moyen atlasique sub tabulaire.

1.1.2. A l'échelle locale

La lithologie de terrain étudié est constituée généralement par des argiles tufacées beigeâtres semi consistantes à consistantes au toit mais elles deviennent sur-consolidées à fortement sur-consolidées à la base généralement à partir de 4.50m/TN. Quelques passages minces des graves et de grès conglomératiques ont été rencontrés rarement par endroit.



Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

- **Hydrogéologie du site**

Lors de notre campagne de reconnaissance (Début du **Mois Septembre 2025**), on n'a pas relevé aucune venue d'eau au niveau des sondages réalisés sur le site.

V. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE DU SITE

V.1 .Campagne de reconnaissance

La campagne de reconnaissance géotechnique menée par **LABO-TERZAGHI-Fès** a consisté en la réalisation des deux (02) sondages mécaniques, les détails des sondages sont représentés dans le tableau suivant :

N° du sondage	Type de Sondage.	Profondeur en m/TN
SM1	Mécanique	3.00
SM2	Mécanique	3.00

Les coupes lithologiques des sondages réalisés ainsi que les résultats des essais de laboratoire sont représentés en **Annexes**.

V.2 Illustration photographique du déroulement des sondages



Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025



Photo-3- : Montrant les travaux de réalisation des sondages mécaniques

V.3. Description des coupes lithologiques des sondages réalisés

Les sols reconnus par les sondages sont constitués des formations suivantes, dont les coupes détaillées sont représentées en **Annexe III**.

N° du sondage	Description lithologique des formations rencontrées.
SM1	• 0.00 à 0.50m/TN : Terre végétale à racines • 0.50 à 1.50 m/TN : Argile limoneuse noirâtre friable. • 1.50 à 3.00 m/TN : Argile tufacée consistante beigeâtre. ➤ Niveau piézométrique : Néant
SM2	• 0.00 à 0.50m/TN : Terre végétale à racines • 0.50 à 1.50 m/TN : Argile limoneuse noirâtre friable. • 1.50 à 3.00 m/TN : Argile tufacée consistante beigeâtre. • Niveau piézométrique : Néant

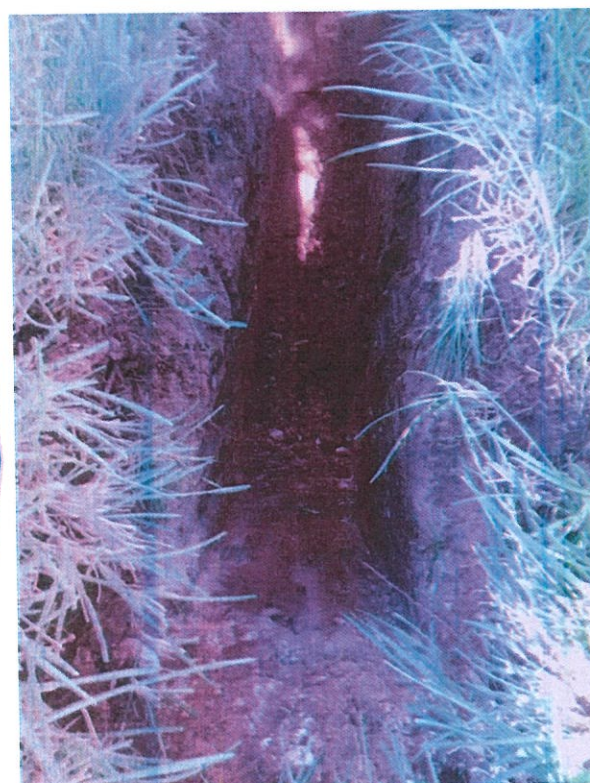
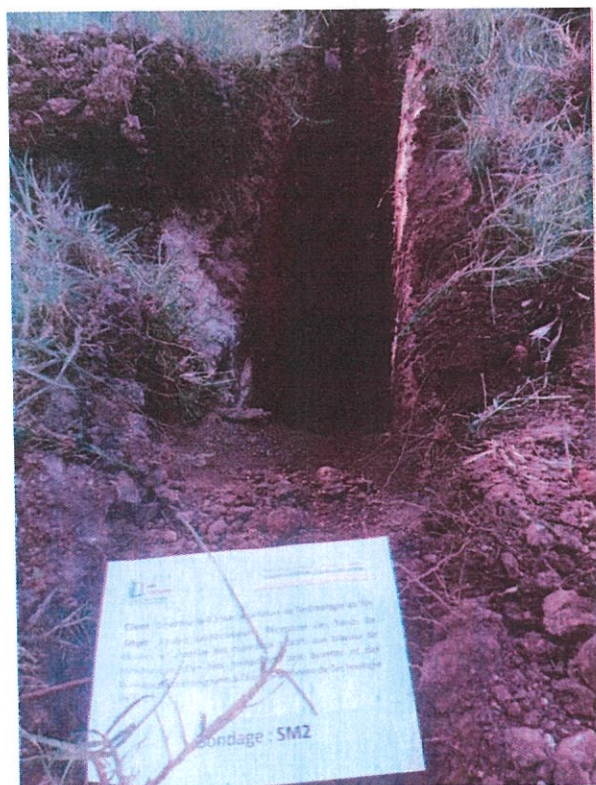
Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

V.4 Illustration photographique des sondages réalisés :



Photos-5- : Montrant le sondage mécanique réalisé au niveau du site du projet (SM1/SM2).

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

VI. ESSAIS DE LABORATOIRE

Dans le but de déterminer les caractéristiques physiques ; mécaniques et rhéologiques des formations en place, il a été réalisé des essais de laboratoire dont les résultats récapitulatifs sont consignés dans les tableaux ci-après est détaillés en rapports d'essai joints en **Annexe I**.

VI.1. Caractéristiques physiques :

↳ Analyse granulométrique, limite atterberg, et teneur en eau

Les essais d'identification réalisés sur un échantillon remanié et prélevée au niveau du sondage réalisé, montrent les caractéristiques physiques suivantes :

Réf.	Nature lithologique d'ech.	Provenance.	VBS NM 13.1.178 (2018)	W% NM 13.1.152	Analyse granulométrique NM13.1.008			Limites d'Atterberg NM13.1.007			Classification	
					<0.063 mm	<2 mm	<50 mm	WL %	WP %	IP %	LCPC	GMTR
214/1	Argile Tufacée consistante Beigéâtre	SM1 : (1.50 à 3.00 m/TN)	2.63	18.7	62.3	83.1	100	47	23	24	AP	A2
214/2		SM2 : (1.50 à 3.00 m/TN)	2.60	18.0	60.9	80.2	100	48	25	23	AP	A2

↳ Interprétation des résultats

D'après les résultats d'analyses obtenus sur des échantillons et selon la classification du laboratoire central des ponts et chaussée LCPC les sols en place sont classés en AP (Argile peu plastique) et A2 selon GMTR à savoir :

Selon la classification LCPC, nous constatons que cette formation est caractérisée par une granulométrie comportant un pourcentage des fines (<0.63mm) de 60.9% à 62.3 % et une proportion des inférieurs à 2 mm de 80.20 % à 83.1 % et un pourcentage des inférieurs à 50mm est de 100%.

Selon la classification GMTR, nous constatons que les sols en place sont ordonnés en classe A2 : Sols fins, Elle contient les sols fins qui présentent un D max. < 50 mm et un tamisat à 80 mm > 35 % ,ils sont des formations avec 12 < IP < 25 elle appartient donc à la sous-classe (A2)des sols fins peu plastiques (Limons argileux) Donc généralement cette classe A2 est caractérisée par :

- Un Tamisat à 80 mm > 35 % (Un pourcentage des fines de 25.3 % et 55.90%)
- Un indice de plasticité de (22 % et 25 %) (Sols moyennement plastiques).

En fin on considère généralement que la susceptibilité ou sensibilité de ces sols au phénomène du retrait-gonflement (Vis-à-vis la présence d'eau) en fonction de l'indice de plasticité IP est relativement moyenne.

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

VI.2 Caractéristiques mécaniques et rhéologiques :

Sur un échantillon intact prélevé au niveau de la formation en place, nous avons effectué les essais mécaniques (Cisaillement non consolidé rapide) et rhéologiques (Oedométrie) suivants :

Réf.	Provenance.	Nature lithologique d'ech.	Essai du cisaillement NCR NM 13.1.021			Essai Oedométrique NM 13.1.003		
			C' _p KPa	Ø' _p en degré	γ en T/m ³	σ _c (T/m ²)	C _c	C _g
214/1	SM1 : (1.50 à 3.00 m/TN)	Argile tufacée consistante Beigeâtre	93.0	23°	1.75	11.60	0.21	0.026

Avec :

- C_c : Coefficient de compressibilité.
- C_g : Coefficient de gonflement.
- σ_c : Pression de pré-consolidation.

- Ø'_p : Angle de frottement interne du sol.
- C'_p : Cohésion du sol.

↳ **Interprétation des résultats**

Donc à la lumière des résultats obtenus nous constatons que :

- Les sols en place sont moyennement compressibles ; est moyennement gonflant.
- Les sols en place ont une cohésion ou résistance au cisaillement de 80kPa donc ces formations présentent une consistance élevée et un angle de frottement moyenne.

De ce fait on conclure que le degré de la susceptibilité ou de sensibilité de ces formations au phénomène de retrait-gonflement (Vis-à-vis la présence d'eau) en fonction de coefficient de gonflement (C_g) est moyenne.

« Le détail des essais de laboratoire est récapitulé dans les rapports d'essais joints en annexe I »

VII. TYPE ET MODALITE DE FONDATION DE CONSTRUCTION

VII.1 .Description de construction projetée

Il s'agit de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès -à ossature en béton armé.

VII.2 .Mode de fondation

Selon la reconnaissance géologique et les caractéristiques géotechniques du sol d'assise rencontré au niveau du site réservé au dit projet ; nous recommandons ce qui suit :

- **Type de fondation :**
- Semelles isolées bien rigidifiées entre elles par double longrines et doubles chainages.
Ces fondations doivent être posées sur un **massif du gros béton** soigneusement placés et dimensionnés par le BET.
- **Sol d'assise :** Argile tufacée consistante Beigeâtre.
- **Fiche d'Ancrage :** Sera entre 2.00 et 2.50/TN.

VIII. CALCUL DE LA CONTRAINTE ADMISSIBLE ET DE SERVICE ET ESTIMATION DES TASSEMENTS A PARTIR DES ESSAIS DE LABORATOIRE (METHODE « C-Φ »)

VIII.1 .Contrainte admissible du sol d'assise

En se basant sur les mécanismes de rupture se développant dans le sol sous une fondation dont les paramètres de résistance au cisaillement sont c'_p (Cohésion) et Φ'_p (angle de frottement) et en tenir compte de la forme de la fondation ; et en utilisant la théorie de calcul à la rupture on pourrait estimer la charge de rupture.

La capacité portante ultime ou de rupture sous charge des fondations au niveau du sol est estimée d'après la relation générale suivante (Méthode de superposition de **TERZAGHI**) :
Formule N°1 (DTU 13.12) :

$$q_u = (1/2 * S_\gamma * \gamma * B * N_\gamma) + (S_q * D * N_q) + (S_c * C * N_c)$$

Donc la contrainte admissible Q_{adm} est exprimée par l'expression suivante :

$$Q_{adm} = q_u / F$$

$$Q_{adm} = \gamma D + 1/F [(p_\gamma N_\gamma) + \gamma D (N_q - 1) + (1 + 0.3B/L) C N_c]$$

Avec :

F : Est un coefficient de sécurité ($F = 3$ à l'état limite de service : E.L.S)



Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

qadm	:	Contrainte admissible (T/m^2).
γ	:	Poids spécifique apparent du sol (T/m^3).
D	:	Fiche par rapport au T.N.
$N\gamma$, Nq , Nc	:	Facteurs de portance fonction de ϕ .
B et L	:	Dimensions de la semelle de fondation.
ϕ	:	Angle de frottement du sol.
C	:	Cohésion interne du sol.
p	:	$\frac{B}{2(1+B/L)}$

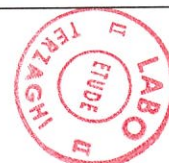
Cette contrainte est une valeur brute qu'elle faut pondérer par un coefficient de sécurité réducteur complémentaire, ce coefficient est égal à $F' = 5$, donc la valeur à prendre en considération est consignée dans le tableau ci-après :

✓ **Application numérique :**

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats d'un exemple de calcul des contraintes admissible et celle de service :

❖ **Contrainte admissible et du service**

N° du sondage	SM1
Nature lithologique de la formation.	Argile tufacée consistante Beigeâtre
Contrainte admissible (Q_{adm})	53.55 T/m^2 soit 5.25 bars
Contrainte de service (Q_s)	17.85 T/m^2 soit 1.75 bars



IX. DISPOSITION PARASISMIQUE

IX.1. Paramètres pour construction parasismique

Compte tenu de la situation géographique du site du projet et de son contexte géotechnique, on retient les données suivantes selon le règlement parasismique RPS 2000 version révisée de 2011, le tableau suivant présente les différents paramètres parasismiques caractérisant la zone d'étude :

Paramètres parasismiques	Coefficients
Province	Fès
Commune	Fès
Zone sismique en vitesse (Zv)	3
Vitesse de la zone v (m/s)	0.13
Zone sismique en accélération (Za)	7
Coefficient d'accélération du sol (% g)	10
Classe de structure	I
Coefficient de priorité	1.3
Type du site (S2)	2
Coefficient du site	1.2
Niveau de ductilité (ND)	ND2

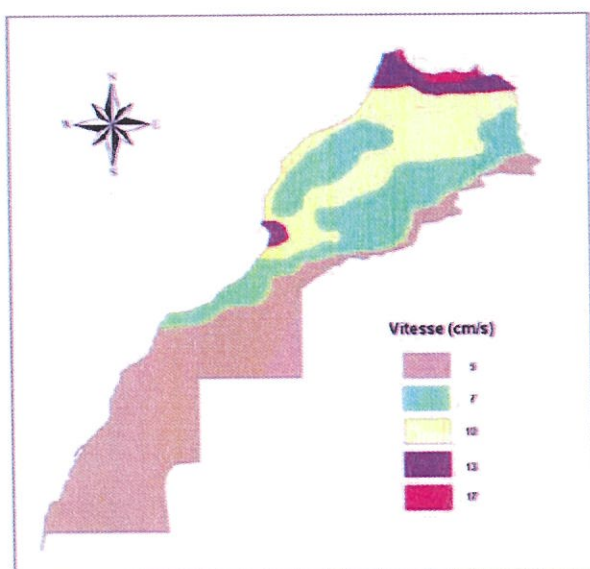


Fig.6 : Zonage sismique en vitesse pour des probabilités de 10 % en 50 ans Maroc 2011 (Vitesse en cm/s)

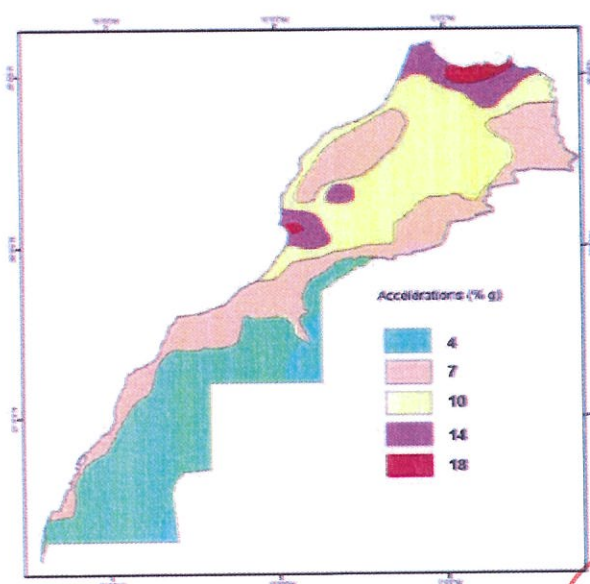


Fig.7: Zonage sismique en accélération pour des probabilités de 10 % en 50 ans Maroc 2011 (Accélération en % g)

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

IX.2 Propriété des matériaux

↳ Béton

- Il est demandé que le béton utilisé ait un comportement stable sous des grandes déformations réversibles.
- Les caractéristiques mécaniques doivent être conformes au règlement en vigueur de béton armé. Toutefois la résistance σ_{28} à la compression doit être supérieure à 22Mpa c-à-d. le béton devrait être de classe B25.

↳ Acier

- Les armatures pour béton armé devront être en acier à haute adhérence.
- La valeur supérieure de la limite d'élasticité f_y soit égale à 500 Mpa.
- Le coefficient de sécurité à adopter ait pour valeur $\gamma_s = 1.15$.

IX.3 .Espacement entre deux blocs

- Les joints de séparation entre les blocs adjacents doivent assurer le libre déplacement des blocs sans contact préjudiciables, les matériaux de remplissage ne doivent pas pouvoir transmettre l'effort d'un bloc à l'autre.
- La largeur du joint entre deux structures ne doit pas être inférieure à la somme de leurs déformations latérales respectives incluant les déformations de torsion.
- La largeur minimale du joint ne doit pas être inférieure à 50mm.

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

X. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'étude géotechnique des sols destinés à supporter les fondations d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès, a conduit aux conclusions et recommandations suivantes :

✦ **.Reconnaissance du site**

La campagne de reconnaissance menée par le laboratoire **LABO TERZAGHI** a consisté en la réalisation de deux sondages mécaniques; l'implantation des sondages et les coupes lithologiques ainsi que le rapports d'essais sont représentés en **Annexes**.

✦ **.Caractéristiques physiques ; mécaniques et rhéologiques des formations rencontrées**

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés au rapport d'essai joint en **Annexes** et ont été commentés dans le texte du présent rapport.

✦ **.Mode des fondations et niveau d'assise**

D'après les conditions géotechniques ; le mode de fondation adaptable pour le projet est de type superficiel.

Paramètres de fondation	Sondage SM1
Nature lithologique de sol de fondation	Argile Tufacée Consistante Beigeâtre
Fiche d'ancrage estimé en (m/TN)	- Sera entre 2.00 et 2.50m/TN
Système de fondation	- Semelles isolées bien rigidifiées entre elles par double longrines et double chainages. - Ces fondations doivent être posées sur un massif du gros béton soigneusement placés et dimensionnés par le BET.
Contrainte admissible Qadm	53.55 T/m ² soit 5.25 bars
Contrainte de service Qs	17.85T/m ² soit 1.75 bars

Chantier :

Etude Géotechnique, Réception des fonds de fouilles, et contrôle des matériaux relatifs aux travaux de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Rapport :

Réf. : LT/EG/109/2025

X.1 .Recommandations

D'après les résultats de reconnaissance et essais de laboratoire, il est conseillé de prendre les adaptations et dispositions constructives suivantes afin de minimiser qui risqueront de survenir au bâtiment à construire :

- Décapage intégral de toute couche friable située sur l'emprise du bâtiment et sa substitution, par un tout – venant d'une épaisseur minimale de 50cm insensible à l'eau compacté par couches successives à 92% de l'OPN.
- Le bâtiment doit être protégé par un trottoir périphérique en béton de 2.00 à 3.00m de largeur munir d'un caniveau évacuant les eaux loin de son emprise et assis sur un tout-venant sélectionné insensible à l'eau compacté par couches successives de 20cm d'épaisseur à 92% de l'OPN.
- Assoir les dallages–bas du sous/sol sur un matelas en matériaux sélectionnés ($IP \leq 12$) compactés soigneusement (à 90%OPM).
- Adapter les fondations par liaisonnement les semelles isolées entre elles par des éléments rigidifiés (doubles Longrines)
- Le sol d'assise doit être rigidifié par un massif du gros béton, afin d'éviter les tassements différentiels et le phénomène de poinçonnement des fondations.
- Mettre un joint de rupture entre blocs, différence de charge, entre deux natures des sols différentes.
- Assurer l'étanchéisation des parties enterrés exploitables éventuelles par cuvelage adéquat avec colmatage soigné et souple des joints.
- Prévoir un système de collecte des eaux pluviales relié à un exutoire «Regard principal» afin de prémunir les sols de fondation contre les variations hydriques.
- Procéder à un système d'assainissement adéquat permettant l'évacuation des eaux vers un exutoire,
- Munir le bâtiment (construction) de larmiers pour l'éloignement des eaux loin des façades.
- Enduits et revêtement : Tous les parements extérieurs et acrotère recevront un enduit ou mortier de ciment tandis que les parements intérieurs recevront un enduit en mortier avec incorporation d'hydrofuge de masse (SIKA) pour augmenter sa résistance.
- Il est vivement recommandé au client de faire procéder au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premières semelles, à une visite de chantier par un spécialiste du laboratoire. Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation est conforme aux données de l'étude.
- Enfin, tout incident important survenant au cours des travaux doit être immédiatement signalé au laboratoire pour lui permettre de reconsolider et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées.
- Réaliser un contrôle de la qualité des travaux selon les règles de l'art et les spécifications techniques en vigueur.

.....Fin du rapport.



ANNEXES

- Annexe I : Rapport d'essais n° : RE/SOL/0126/2025**
Annexe II : Plan d'implantation des sondages réalisés.
Annexe III : Coupe lithologique des sondages réalisés.



ANNEXE I

Rapport d'essais n° : RE/SOL/0126/2025

Réf: En.7.8.S/f02

Rapport d'Essais N° : RE/Sol/0126/2025
«Sols»

Date d'application : 22/04/2023

Dossier n°	LT/DE/049/2025
Client	Le Directeur de l'Ecole Supérieure de Technologie de Fès
Objet	Etude géotechnique relative au projet de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès
Prestation	Essais sur sols

Référence commande	BC N°
Date commande	-
Date émission	-

Essais réalisés

L'intitulé de l'essai réalisé	Norme	Lieu d'exécution des essais	
		Labo Terzaghi	In situ
Détermination de la distribution granulométrique des particules	NM ISO 17892-4 (2019)	☒	☐
Détermination de la teneur en eau	NM ISO 17892-1 (2019)	☒	☐
Détermination des limites de liquidité et de plasticité	NM ISO 17892-12 (2019)	☒	☐
Détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol	NM 13.1.178 (2018)	☐	☐
Essai de cisaillement rectiligne à la boîte	NM ISO 17892-10 (2019)	☒	☐
Essai de compressibilité par palier à l'odomètre	NM ISO 17892-5 (2019)	☒	☐
Détermination de compactage d'un matériau -Essai Proctor modifié.	NM 13.1.023 (2019)	☐	☐
Détermination d'Indice CBR après immersion.	NM 13.1.128 (2019)	☐	☐
Essai de cisaillement Triaxial	NM ISO 17892-9(2019)	☐	☐

Commentaire **: S.O

Identification des échantillons testés :

Nature des échantillons :	Voir coupes lithologiques
Prélèvement effectué par	☒ LABO TERZAGHI ☐ Client
Lieu de prélèvement / Provenance	Au niveau : SM1 à SM2
Date de prélèvement	09/09/2025
Date de réception	10/09/2025
N° Feuille de réception	-
Date d'essai	214/25
Observation sur l'état des échantillons	RAS
Ecart par rapport à la méthode	RAS
Donnée éventuelle fournies par client	/
Délai de conservation des échantillons	02 jours après la date d'envoi du rapport

Note :

- Les résultats du présent rapport d'essais ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai tel qu'il a été reçu.
- La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale il comporte 4 pages (y compris la page de garde).
- Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans ce rapport et dégage sa responsabilité pour toutes les informations fournies par le client.

Responsable Technique

Le Directeur du LABO TERZAGHI

LABO TERZAGHI SARL

56/1 Lotissement Anas Route Ain Smen Fès

TEL : 0661488295 - FAX : 0535605953 - Email : laboterzaghi@gmail.com

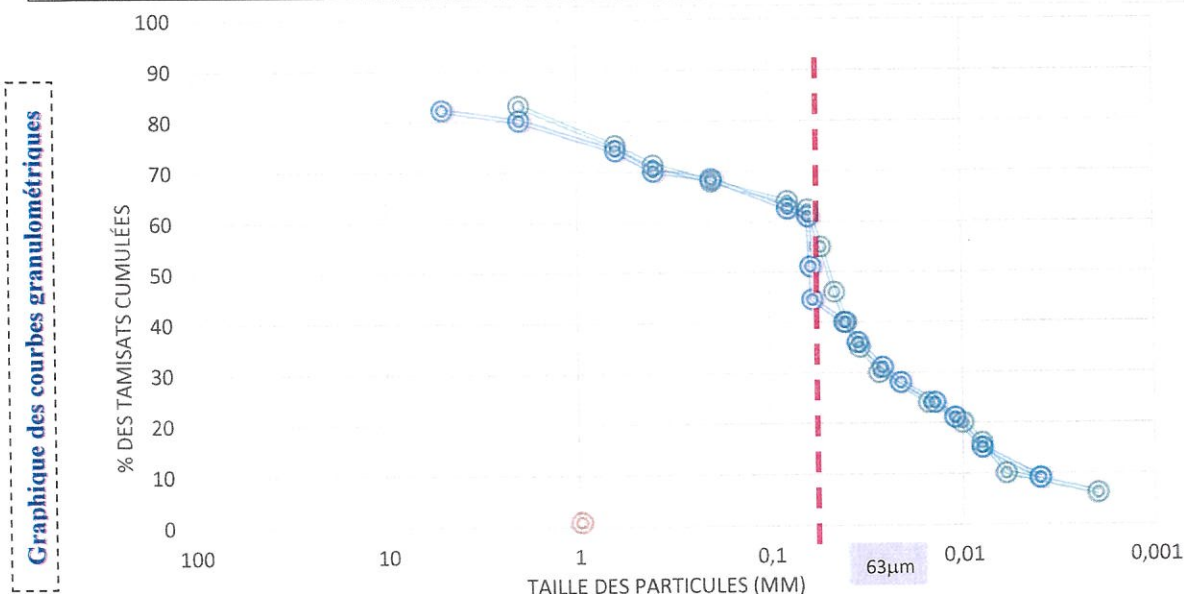
R.C : 78135 - TP: 14000781 - I.F: 24886717 - CNSS: 5676666 - ICE: 001987418000017

RIB (Banque Populaire) : 164 720 21211 0023715 000 6 81

*Analyse granulométrique par tamisage *NMISO 17892-4 (2019)*
La teneur en eau * NM ISO 17892-1 (2019)*
Limites d'Atterberg NM ISO 17892-12 (2019)

RESULTATS D'ESSAIS SUR SOLS

Identification										
Réf.	Nature lithologique.	Provenance	W(%)	Analyse granulométrique				Limites d'Atterberg		
				<0.08 mm	<2 mm	<20 mm	<50 mm	WL %	WP %	IP %
214/1	Argile Tufacée consistante Beigeatre	SM1 : (1.50 à 3.00 m/TN)	19.8	55.9	72.5	91.0	100	50	25	25
214/2		SM2 : (1.50 à 3.00 m/TN)	12.8	25.3	40.5	74.9	100	44	22	22



Distribution granulométrique par Tamisage

Distribution granulométrique par sédimentation

Méthode de Sédimentation				Méthode de tamisage		
214/1		214/2		Ouverture des tamis (mm)	214/1	214/2
Di (mm)	Kc (%)	Di (mm)	Kc (%)		% Tamisats cumulés	
				31,5	100	100
0,054	55	0,061	51	20	96	95
0,046	46	0,06	44,5	12,5	93	90,3
0,040	40	0,041	40	10	90	86,3
0,034	35	0,035	36	5	88	82,3
0,027	30	0,026	31	2	83	80,2
0,015	24	0,021	28	0,63	75	74,2
0,010	20	0,014	24	0,4	71	70,1
0,008	16	0,011	21	0,2	68	68,5
0,006	10	0,008	15	0,08	64	62,5
0,002	6	0,004	9	0,063	62	60,9

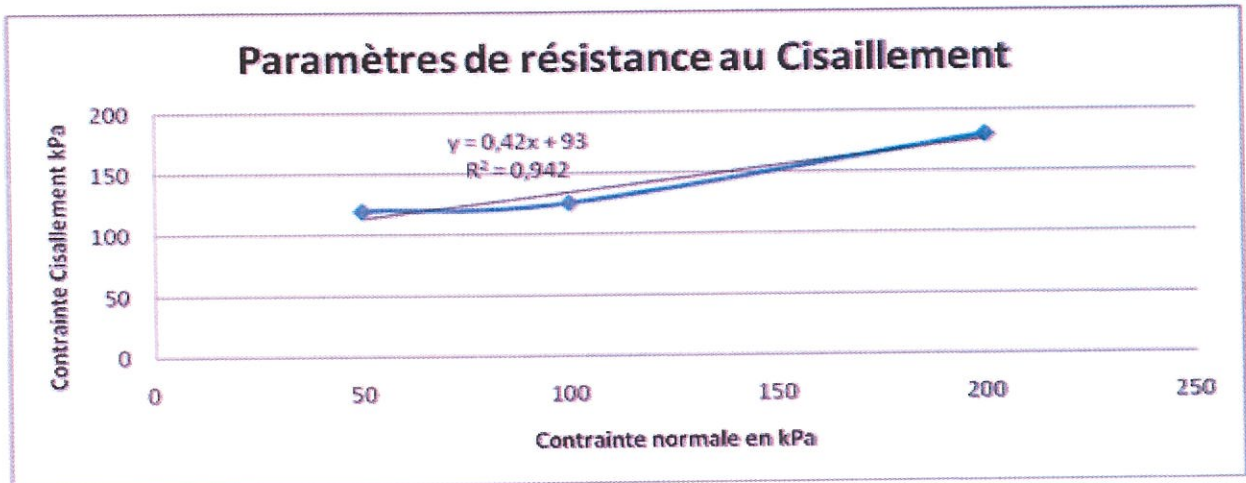
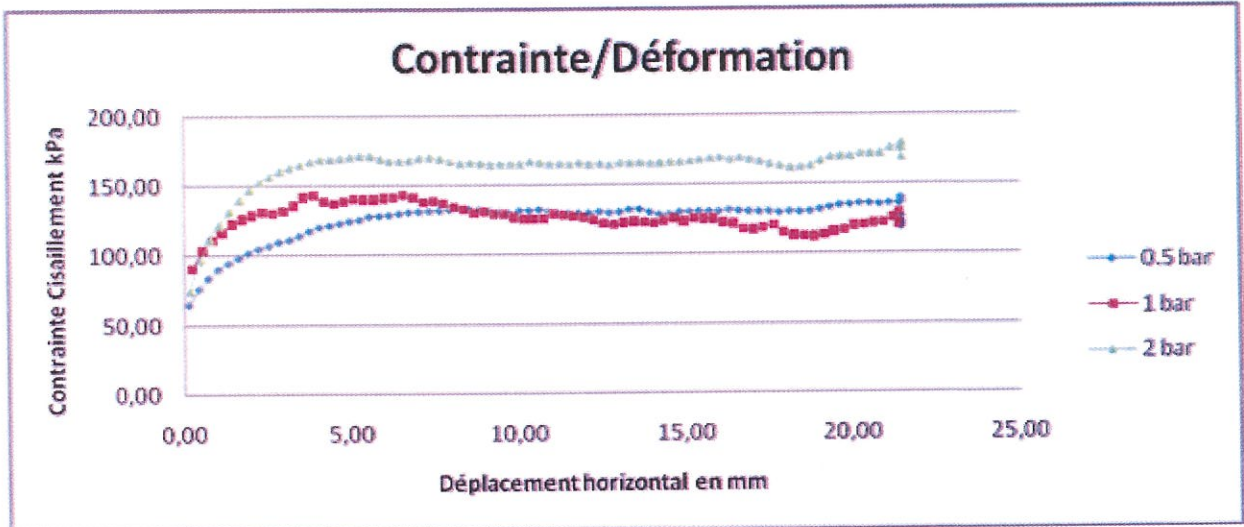
Essai de cisaillement rectiligne à la boîte NM ISO17892-10

Sondage n° : SM1

Réf. Ech : 214/1

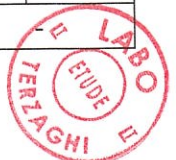
Prof.(m) : de 1.50 à 3.00m/TN

1-Resultats des essais sur sols :

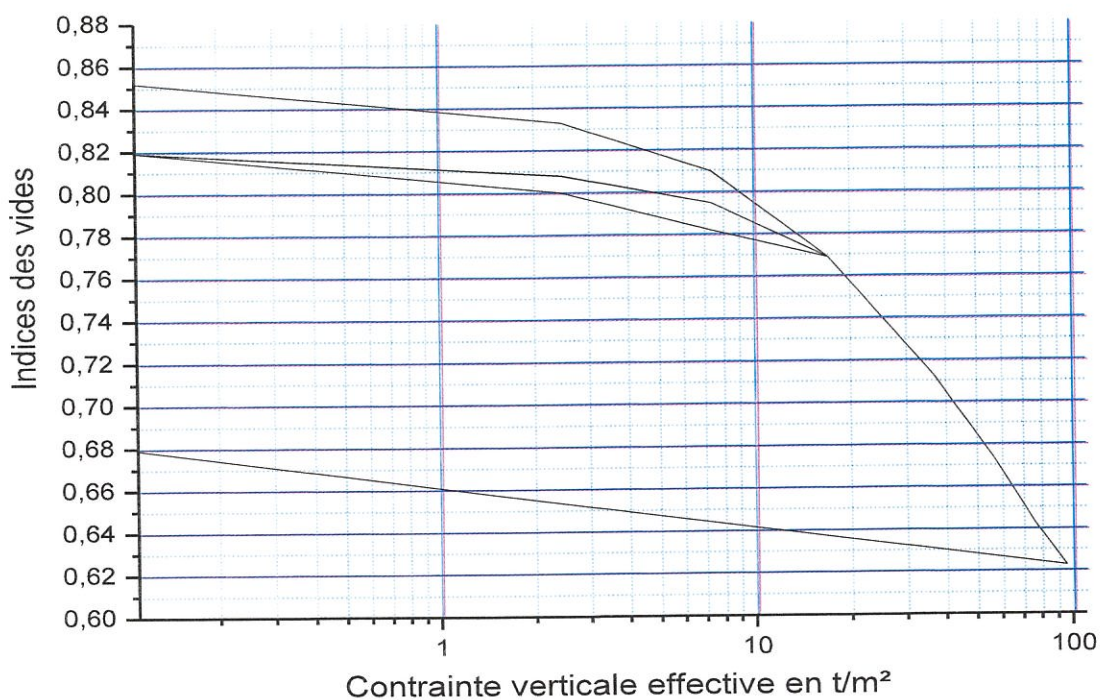


Eprouvettes n° :	1	2	3
Diamètre (cm)	7.20	7.20	7.20
Hauteur (cm)	2.00	2.00	2.00
Etat initial	Wi%	10.99	10.99
	γdi	1.61	1.62
	Si%	45.21	45.85
Etat final	Wf%	23	19.83
	γdf	1.55	1.60
	Sf%	86.44	80.64

Nature de l'échantillon					
Argile tufacée Consistante Beigéâtre					
Cu : 93 kPa	Øu : 23°	Ccu :	Øcu :-	C' :	Ø' :
NCR		-			



Sondage n° : SM1			Réf. Ech : 214/1		Prof. (m) : du 1.50 à 3.00m/TN	
	Teneur en eau %	Masse volumique g/cm ³	Indice des vides	Saturation %	Hauteur cm	Diamètre cm
Initial	27.33	1.82	0.852	85.3	2	7
Final	27.33	1.82	0.852	85.3	2	



Caractéristiques Oedométriques	Description de l'échantillon	
Indice de compression C_c : 0.21	Nature	Argile tufacée beigeâtre consistante Beigeâtre
Indice de gonflement C_g : 0.026	Couleur	
Pression de préconsolidation σ_g : 11.60T/m²	Consistance	
	Structure	
	Inclusion	

ANNEXE II

-Plan d'implantation
des sondages réalisés.



Plan d'implantation des sondages réalisés



Légende :

○ Sondage mécanique réalisé

ANNEXE III

Coupes lithologiques des sondages



- **Client** : Ecole Supérieure de Technologie de Fès

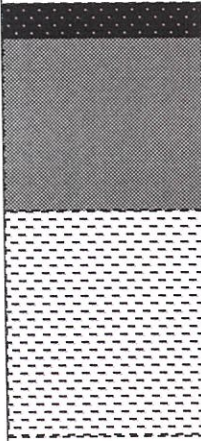
- **Chantier** : Etude géotechnique relative au projet de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Coupe lithologique du sondage SM1

Prof. : 3.00m/TN		Coordonnées Lambert		Echelle : 1/50	
		X= ; Y=			
Pr. (m)	Coupe Litho.	Nature lithologique des formations.	Niveau d'eau en m/TN	Outil	Type du sondage
-0.00		TV (Argile Rougeâtre)	Néant	Pelle mécanique	Mécanique
-0.50		Argile Limoneuse Noirâtre Friable			
-1.00					
-1.50					
-2.00		Argile tufacée consistante Beigeâtre	Néant	Pelle mécanique	Mécanique
-2.50					
-3.00					
-3.50					
-4.00			Néant	Pelle mécanique	Mécanique
-4.50					
-5.00					

- **Client** : Ecole Supérieure de Technologie de Fès
 - **Chantier** : Etude géotechnique relative au projet de construction d'un bloc comportant une buvette et des bureaux pour enseignants à l'école Supérieure de Technologie de Fès.

Coupe lithologique du sondage SM2

Prof. : 3.00m/TN		Coordonnées Lambert		Echelle : 1/50	
		X= ; Y=			
Pr. (m)	Coupe Litho.	Nature lithologique des formations.	Niveau d'eau en m/TN	Outil	Type du sondage
-0.00		TV (Argile Rougeâtre)	Néant	Pelle mécanique	Mécanique
-0.50		Argile Limoneuse Noirâtre Friable			
-1.00					
-1.50		Argile tufacée consistante Beigeâtre	Néant	Pelle mécanique	Mécanique
-2.00					
-2.50					
-3.00					
-3.50					
-4.00					
-4.50					
-5.00					