

O.F.P.P.T

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE



EXTENSION A L'INSTITUT NATIONAL DU CHEVAL PRINCE HERITIER MOULAY HASSAN DAR ESSALAM A RABAT

Intitulé	Date	Etude établie par		Vue et vérifiée par	
		Nom	Visa	Nom	Visa
Version 01	30/11/2018	N.MASROR		M.FARAH	
				O.BENZAKOUR	

Table des matières

I. OBJET DU RAPPORT	3
II. APERÇU GEOLOGIQUE	4
III. RECONNAISSANCE DU SITE	5
IV. ESSAIS EN LABORATOIRE	7
V. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	9
1. Sol d'assise	9
2. Système de fondation.....	9
3. Taux de travail.....	9
4. Terrassements.....	10
VI. REUTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI	10
VII. DONNEES SISMIQUES	12
VIII. CONCLUSION	13
ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES SONDAGES.....	14
ANNEXE 2 : GRAPHIQUES DES ESSAIS EN LABORATOIRE.....	16

I. OBJET DU RAPPORT

Dans le cadre d'un projet d'extension à l'institut national du Cheval, Prince Héritier Moulay Hassan, Dar Essalam à Rabat, l'OFPPT a sollicité le laboratoire LABO-CONTROL pour une mission d'étude géotechnique du futur projet.

Le présent rapport rassemble les résultats des reconnaissances et des essais réalisés au laboratoire. Il définit en outre :

- La lithologie du sous-sol,
- Le niveau de la nappe phréatique,
- Le niveau d'assise et le type de fondation à prévoir,
- Et, Les recommandations et dispositions particulières y afférentes,

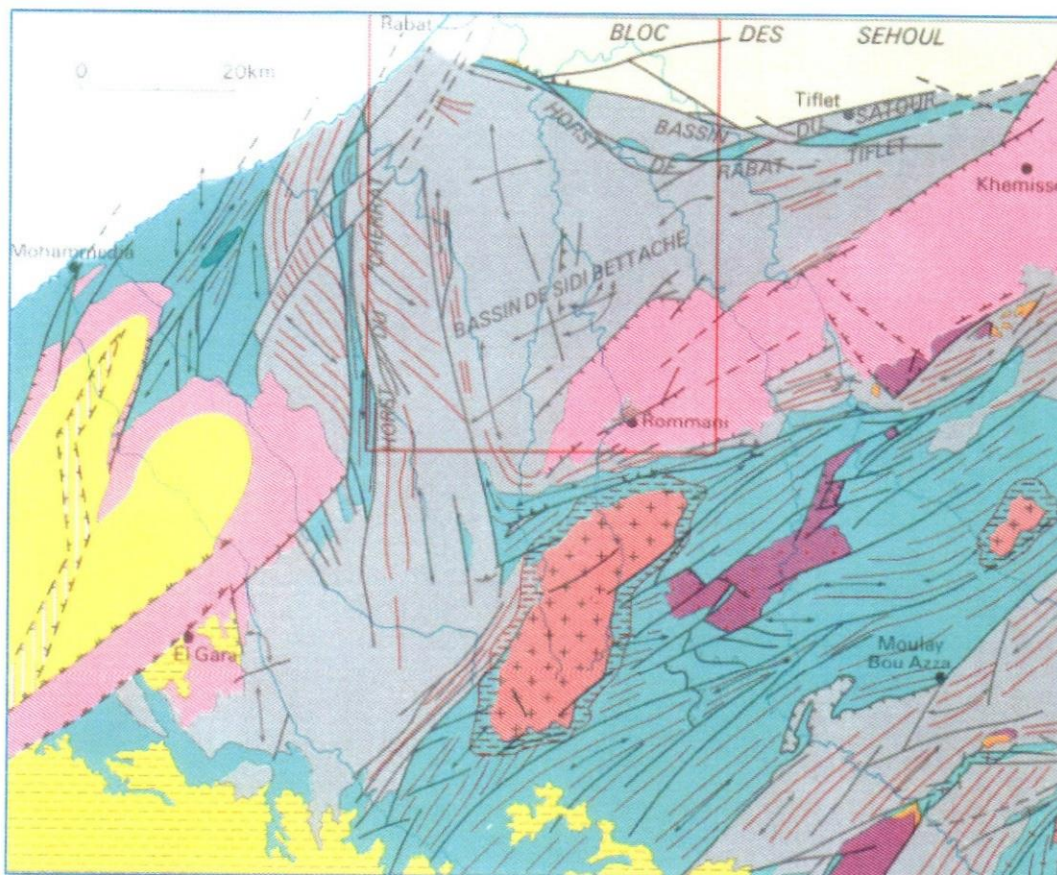


Figure n° 1 Situation géographique (Google Maps)

II. APERÇU GEOLOGIQUE

La série stratigraphique régionale débute par des schistes et des quartzites marins très épais d'âge cambrien et ordovicien passant à des psammites dans leur partie supérieure. Ces terrains primaires sont recouverts par les formations permo-triasiques, formées des conglomérats à la base, auxquels font suite des argiles rouges. Ces dépôts sont surmontés de calcaire et marno-calcaires cénomaniens et miocènes.

A cette série succèdent des formations plio-quaternaires recouvrant la totalité des plateaux renfermant des calcaire dunaires, des conglomérats régressifs, des limons et des argiles sableux.



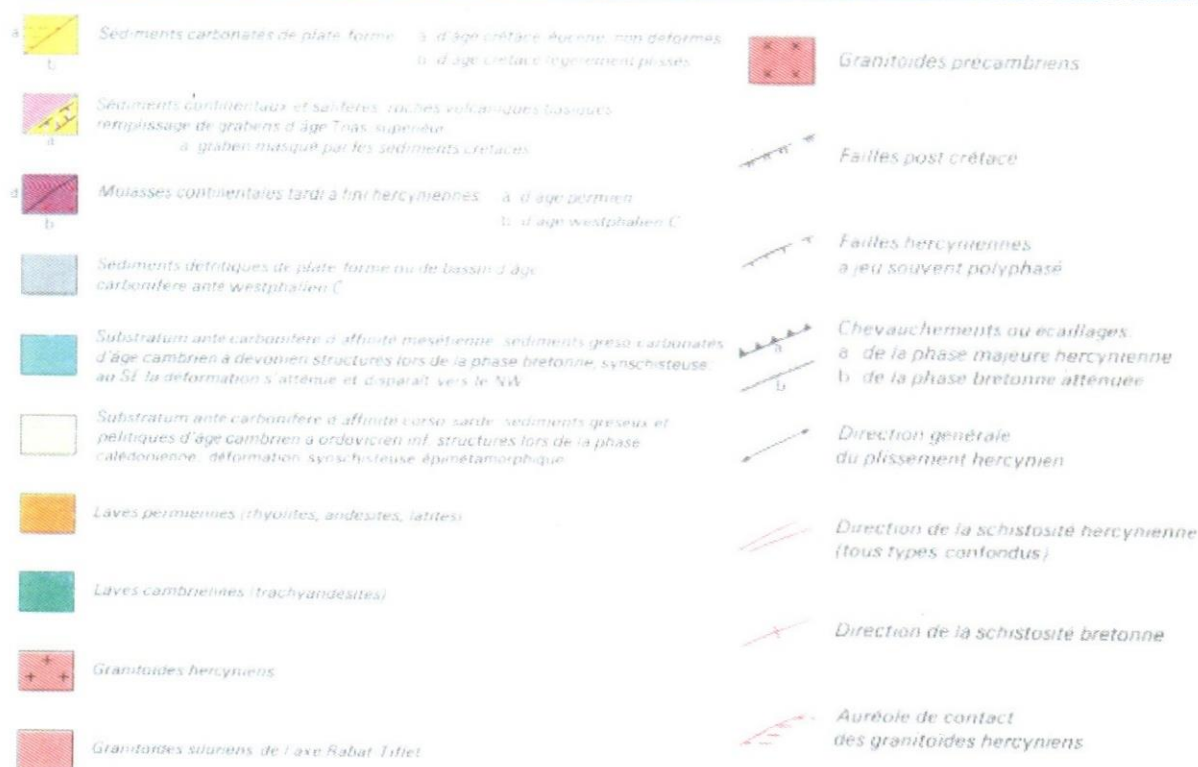


Figure n° 2 Carte géologique de la région étudiée (Cartes géologiques du Maroc)


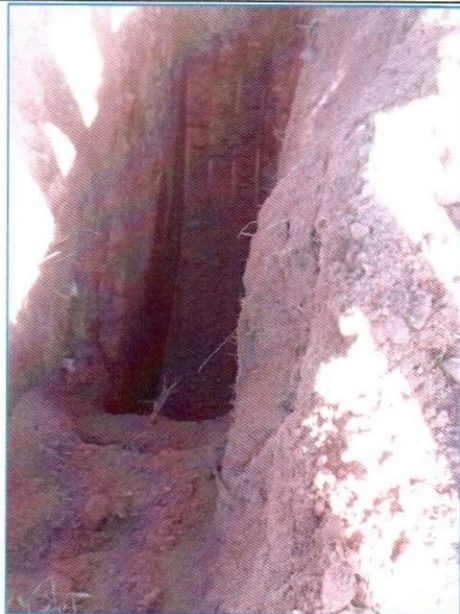
III. RECONNAISSANCE DU SITE

Notre mission de reconnaissance in-situ a consisté en :

- La réalisation de 04 sondages manuels d'une profondeur de 5.00m/Terrain naturel ;
(Voir implantation en annexe 1)
- Le relevé des coupes lithologiques mises en évidence ; et
- Le prélèvement des échantillons représentatifs pour essais et analyses au laboratoire.

Les coupes lithologiques révélées sont illustrées en annexe du présent rapport et présentées comme suit :

N° Sondage	Profondeur	Lithologie
S1	De 0,00 à 1,00 m	Terre végétale,
	De 1,00 à 2,00 m	Sable limoneux,
	De 2,00 à 5,00 m	Sable argileux rougeâtre,

S2	De 0,00 à 0,50 m De 0,50 à 2,10 m De 2,10 à 5,00 m	Terre végétale, Sable limoneux, Sable argileux rougeâtre,
 <p>Photo N°1 : Sondage S1 montrant l'existence du sable argileux rougeâtre en profondeur</p>		 <p>Photo N°2 : Sondage S2 montrant l'existence du sable argileux rougeâtre en</p>

N° Sondage	Profondeur	Lithologie
S3	De 0,00 à 1,00 m De 1,00 à 2,50 m De 2,50 à 5,00 m	Terre végétale, Sable limoneux, Sable argileux rougeâtre,
S4	De 0,00 à 1,00 m De 1,00 à 2,10 m De 2,10 à 5,00 m	Terre végétale, Sable limoneux, Sable argileux rougeâtre,



Photo N°3 : Sondage S3 montrant l'existence du sable argileux rougeâtre en profondeur

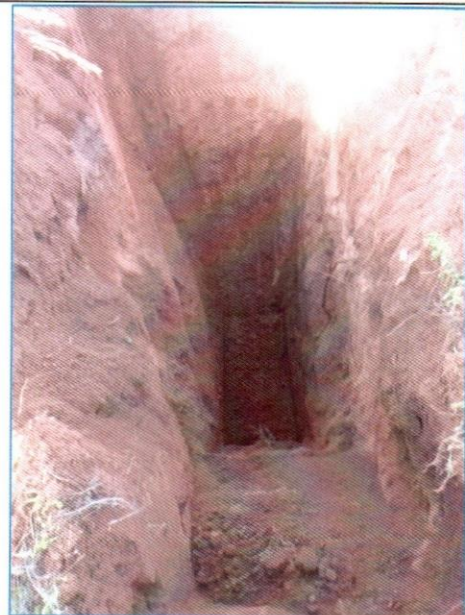


Photo N°4 : Sondage S4 montrant l'existence du sable argileux rougeâtre en

- La lithologie du terrain de la future construction est homogène, constituée des sols meubles. Nous retrouvons donc, sous une couche de terre végétale d'une épaisseur comprise entre 0,50m et 1,00m, une formation de sable limoneux allant jusqu'à 2,50m de profondeur, recouvrant une formation plus compacte de sable argileux rougeâtre, laquelle formation continue jusqu'à la fin des sondages à 5,00m par rapport au niveau du terrain actuel.
- La nappe d'eau n'a pas été décelée, au niveau des sondages exécutés, le jour de la reconnaissance.

N.B. On note que le niveau actuel de la côte de la plateforme du projet est surélevé par rapport au niveau du trottoir de 1,50m.

IV. ESSAIS EN LABORATOIRE

Pour déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques de la formation intéressant les fondations du futur projet, des échantillons intacts du sol prélevé du sable limoneux et du sable argileux rougeâtre ont fait l'objet des essais au laboratoire, soit :

• Teneur en eau naturelle	NM13.1.010
• Densité apparente	NM 13.1.141
• Analyse granulométrique par tamisage	NM 13.1.008
• Limites d'Atterberg	NM 13.1.007

Les graphiques des essais sont présentés en annexe 2 du présent rapport et leurs résultats correspondants sont récapitulés dans le tableau suivant :

Référence Echantillon	Teneur en eau W(%)	Granulométrie %			Masse volumique ps (T/m ³)	Limites d'Atterberg		Classification	
		Φ<0,08 mm	Φ<2 mm	Φ<20 mm		W _L %	I _P %	LCPC	GMTR
S1 1,00 - 2,00m (Sable limoneux)	8,00	6	96	100	1,42	24	NM	Sm - Sl	B3
S3 1,00 - 2,50m (Sable limoneux)	6,00	11	92	100	1,44	26	NM	Sm - Sl	B3
S1 2,00 - 5,00m (Sable argileux)	14,00	36	95	100	1,61	30	13	Sa	A2
S2 2,10 - 5,00m (Sable argileux)	13,00	43	91	100	1,58	36	17	Sa	A2

- ⇒ La formation du sable limoneux rencontrée sur le site à partir de 1,00m de profondeur se caractérise par un indice de plasticité non mesurable, une masse volumique moyenne de 1,42 t/m³. Avec un pourcentage des fines < 0,08mm inférieur à 12%. Le sol ainsi analysé est classé selon la classification LCPC parmi les sables mal gradués/sable limoneux (Sm-Sa).
- ⇒ Le sable argileux rougeâtre rencontré à partir de 2,00m de profondeur renferme un pourcentage des fines de 43%. De point de vue plasticité, l'indice de plasticité varie de 13 à 17. Ce matériau d'une densité de 1,58 T/m³ est classé selon les classifications LCPC (Sa) des sables argileux.

V. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

D'après les résultats des essais en laboratoire et compte tenu la configuration géologique du terrain mis en évidence, nous proposons de fonder les nouvelles constructions selon les modalités suivantes :

1. *Sol d'assise*

Le sol susceptible de supporter les fondations des futures constructions correspondra au sable argileux rougeâtre.

2. *Système de fondation*

Sur la base de ce qui précède, nous proposons d'adopter un système de fondation superficiel de type semelles isolées liaisonnées par des longrines, avec un ancrage minimal de 2,50m par rapport au niveau du terrain actuel.

Compte tenu de la surélévation de la plateforme par rapport au trottoir, on retiendra un ancrage entre 1,00m et 1,50m / niveau trottoir.

3. *Taux de travail*

L'expression de la contrainte ultime, selon le DTU 13-12 (mars 1988) s'écrit, pour une semelle sous charge verticale centrée de largeur B, de longueur L et d'encastrement D comme suit :

$$q_r = \gamma \cdot (1 - 0,2 \cdot a) B \cdot N_{\gamma} / 2 + \gamma D (N_q) + (1 + 0,2 \cdot a) \cdot C \cdot N_c$$

Avec a est égal au rapport B/L,

B est la petite dimension de la semelle,

L est la grande dimension de la semelle,

D est la profondeur d'encastrement de la semelle par rapport au niveau de la plate-forme finie,

γ Est le poids volumique du sol,

C est sa cohésion

N_{γ} , N_q et N_c sont des coefficients de portance dépendant de l'angle de frottement admis.

Le tableau ci-après donne les valeurs de ces coefficients en fonction des caractéristiques mécaniques estimés du sol rencontré :

Formation	Sable argileux rougeâtre
Angle de frottement estimé ϕ'	26°
Cohésion estimée C'	12 KPa
Ny	10,1
Nq	12,24
Nc	22,56

Tous calculs faits, nous retiendrons un taux de travail admissible de 2 Bars.

Le tassement dans le sable argileux (sol grenu) sera limité essentiellement au réarrangement du squelette minéral du sous-sol induisant la diminution du volume des vides du matériau de sol d'assise, ce phénomène sera principalement résorbé au cours des travaux de gros œuvres.

4. Terrassements

Les terrassements quant à eux se feront à l'aide de moyens classiques, tels que pelles et pioches ou pelles mécaniques à godet pour décaper les sols de couverture et assurer l'ancrage dans le sol d'assise.

VI. REUTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

En se basant sur les essais au laboratoire et sur le guide marocain des terrassements routiers GMTR, on a recours à une famille de sol de classe **B3** pour le **sable limoneux**, tandis que le **sable argileux** est classé **A2**. Ces sols peuvent être réutilisés en remblai selon les spécifications données dans les tableaux suivants.

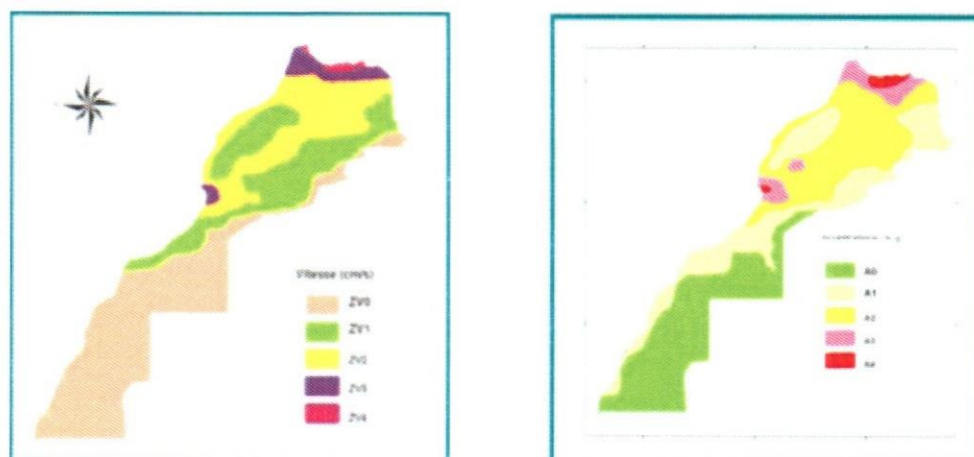
Sol	Observations Générales	Situation Météorologique		Conditions d'utilisation en Remblai
B ₃	Ces sols sont peu sensibles à l'eau, et peu érodables. Pour certains d'entre eux (sol homométrique), la traficabilité peut être améliorée par un arrosage	++ + = -	Toutes situations météorologiques	C : compactage moyen

Sol	Observations Générales	Situation Météorologique		Conditions d'utilisation en Remblai	Code E G W T R C H
A _{2h}	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Un traitement à la chaux pour les sols non tufacés peut être envisagé pour améliorer la traficabilité.	+	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	Ni pluie ni évaporation importante	T : traitement à la chaux si $IPI \leq 5$ C : compactage faible H : hauteur moyenne ≤ 12 m	0002032
		-	Evaporation importante	Solution 1 : aération E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : hauteur moyenne ≤ 12 m	1010122
				Solution 2 : traitement si $IPI \leq 5$ T : traitement à la chaux C : compactage moyen H : hauteur moyenne ≤ 12 m	0002022
A _{2m}	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	Pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen	2000020
		=	Ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0000020
		-	Evaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen	0030020
Solution 2 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense	2000010				
A _{2s}	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau. L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau.	++	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	Pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : hauteur moyenne ≤ 12 m	1000112
		=	Ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régalaie en couches minces C : compactage moyen	0040120
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : hauteur moyenne ≤ 12 m	0000012
		-	Evaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0040110
				Solution 2 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : hauteur moyenne ≤ 12 m	2030012
A _{2ts}	Compactage à sec possible pour les sols les moins plastiques à étudier				

Il conviendra de mesurer la teneur en eau des déblais extraits durant les terrassements, afin de définir exactement les conditions d'utilisation des matériaux en remblai.

VII. DONNEES SISMIQUES

Le Maroc est divisé en cinq zones de sismicité différentes selon le R.P.S 2011. Leur répartition dépend de deux cartes sismiques, introduisant en plus de l'accélération, la vitesse sismique du sol.



Carte sismique de l'accélération et de la vitesse selon RPS 2011, source direction technique de l'habitat, de l'urbanisme et de l'aménagement de l'espace

Compte tenu du zoning sismique décrit ci-dessus et de la lithologie des sols en place, on retient les paramètres suivants caractéristiques du site étudié :

- Le site retenu est intégré dans la zone d'accélération (%g) A2 et de vitesse (0.08cm/s) ZV2 ;
- Le terrain du projet est caractérisé par une stratigraphie dominée par la formation meuble cohérente, donc on est dans le site S2 qui correspond à un coefficient d'influence 1.2 ;

VIII. CONCLUSION

La reconnaissance géotechnique du terrain destiné au projet **d'extension à l'institut national du Cheval Prince Héritier Moulay Hassan Dar Essalam à Rabat**, pour le compte de l'**OFPPT**, a révélé l'existence d'un sous-sol constitué du sable argileux rougeâtre dont les caractéristiques constructives sont les suivantes :

Sol d'assise	Sable argileux rougeâtre
Ancrage minimal	0,50m dans le sol d'assise A partir de 1,00 sous le niveau du trottoir
Système de fondation	Semelles isolées liaisonnées par des longrines
Taux de travail	2,00 Bars
Tassements	Faibles et admissibles
Nappe d'eau	Néant
Réutilisation des déblais en remblai	Voir §VI
Paramètres sismiques	A2, ZV2, site 2

Enfin, nous conseillons vivement de faire appel à un ingénieur LABOCONTROL, pour vérification des fouilles avant tout coulage de béton. A cet effet, d'éventuels éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux, et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol, peuvent rendre caduques certaines recommandations figurant dans ce rapport, d'où l'intérêt de la réception des fond de fouilles. -----

FIN DU TEXTE

LABO CONTROL
Laboratoire d'Etudes
& de Contrôle
Tél: 022.93.45.56 - Fax: 022.93.45.56

ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES SONDAGES



ANNEXE 2 : GRAPHIQUES DES ESSAIS EN LABORATOIRE

RAPPORT D'ESSAI
- IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -

Dossier n° : LC-R-206-18-I

ENR.RDE.33
Version 01

Date d'émission : 13/11/2018

Client : OFPPT

Nature du matériau : Sable limoneux

Projet : Extension à l'institut national Dar Essalam.

Sondage n° : S1

Date de prélèvement : 09/11/2018

Profondeur : 1,00 - 2,00

Date de réception : 09/11/2018

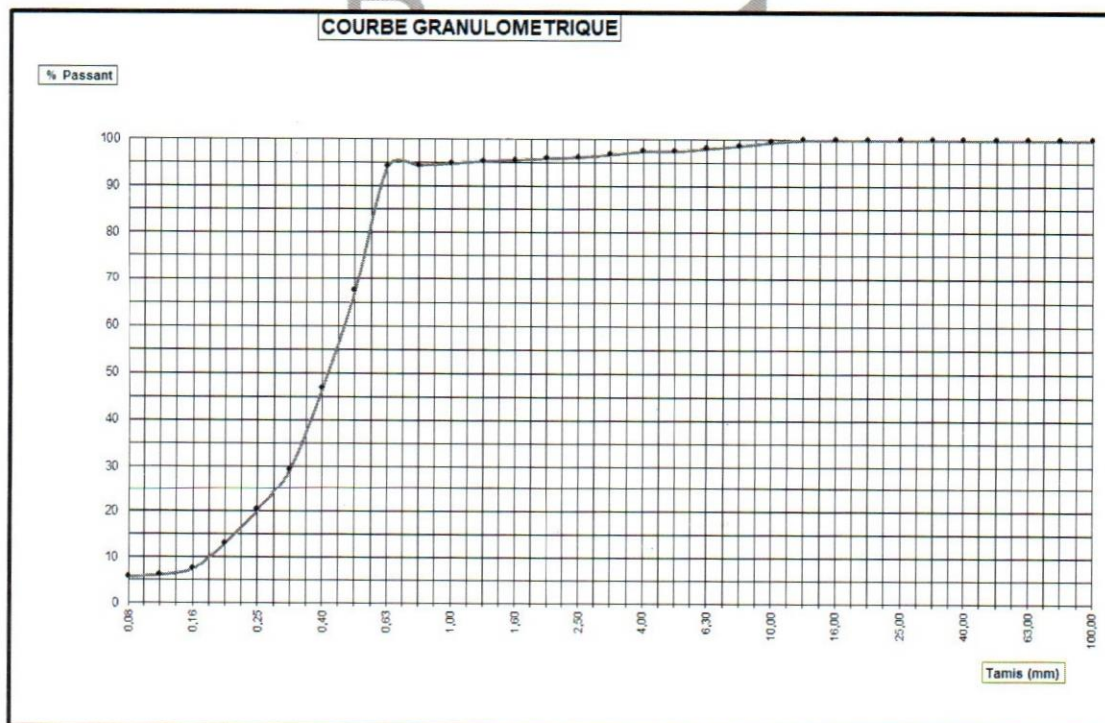
Mode de prélèvement : E1

Date d'essai : 09/11/2018

Prélèvement effectué par : LABO CONTROL

Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL

Référence d'échantillon	Analyse granulométrique NM 13.1.008 (Voir courbe ci-dessous)			Teneur en eau NM 13.1.010 W %	limites d'atterberg NM 13.1.007		Masse volumique ρ (Kg/m³) NM 13.1.119	Masse volumique sèche ρ_s (Kg/m³)	* VBS NF P 94-068	Classification	
	< 0.08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	RTR
LC-R-18-206-I	6	96	100	8	24	NM	-	1423	0.10	Sm - Sa	B1



Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Il comporte une seule page et ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Seule une reproduction sous sa forme intégrale est autorisée.

Nom et Visa du Responsable d'essai

Nom et Visa du Responsable Laboratoire

<p>LABO CONTROL Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Lot. Azhari n° 59 rue 59 Oufia, Casablanca</p>		<p>RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -</p>									
Dossier n° : LC-R-206-18-I						Date d'émission : 13/11/2018		<p>ENR.RDE.33 Version 01</p>			
<p>Client : OFPPT</p> <p>Projet : Extension à l'institut national Dar Essalam.</p> <p>Date de prélèvement : 09/11/2018</p> <p>Date de réception : 09/11/2018</p> <p>Date d'essai : 09/11/2018</p>				<p>Nature du matériau : Sable limoneux</p> <p>Sondage n° : S3</p> <p>Profondeur : 1,00 - 2,50</p> <p>Mode de prélèvement : E1</p> <p>Prélèvement effectué par : LABO CONTROL</p> <p>Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL</p>							
Référence d'échantillon	Analyse granulométrique NM 13.1.008 (Voir courbe ci-dessous)			Teneur en eau NM 13.1.010 W %	limites d'atterberg NM 13.1.007		Masse volumique ρ (Kg/m³) NM 13.1.119	Masse volumique sèche ρ_s (Kg/m³)	* VBS NF P 94-068	Classification	
	< 0.08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	RTR
LC-R-18-206-I	11	92	100	6	26	NM	-	1444	0,11	Sm - Sa	B1

COURBE GRANULOMETRIQUE

Tam (mm)	% Passant
0.08	11
0.16	15
0.25	25
0.40	45
0.63	78
1.00	82
1.60	88
2.50	95
4.00	98
6.30	99
10.00	100
16.00	100
25.00	100
40.00	100
63.00	100
100.00	100

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Il comporte une seule page et ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Seule une reproduction sous sa forme intégrale est autorisée.

<p>Nom et Visa du Responsable d'essai</p>	<p>Nom et Visa du Responsable Laboratoire</p>
---	---

<p>LABO CONTROL Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Lot. Azhari n° 59 rue 59 Oulfa, Casablanca</p>		<p>RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -</p>									
Dossier n° : LC-R-207-18-I						Date d'émission : 13/11/2018		<p>ENR.RDE.33 Version 01</p>			
<p>Client : OFPPT</p> <p>Projet : Extension à l'institut national Dar Essalam.</p> <p>Date de prélèvement : 09/11/2018</p> <p>Date de réception : 09/11/2018</p> <p>Date d'essai : 09/11/2018</p>				<p>Nature du matériau : Sable argileux rougeâtre</p> <p>Sondage n° : S1</p> <p>Profondeur : 2,00 - 5,00</p> <p>Mode de prélèvement : E2</p> <p>Prélèvement effectué par : LABO CONTROL</p> <p>Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL</p>							
Référence d'échantillon	Analyse granulométrique NM 13.1.008 (Voir courbe ci-dessous)			Teneur en eau NM 13.1.010 W %	limites d'atterberg NM 13.1.007		Masse volumique ρ (Kg/m³) NM 13.1.119	Masse volumique sèche ρ_s (Kg/m³)	* VBS NF P 94-068	Classification	
	< 0.08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	RTR
LC-R-18-207-I	36	95	100	14	30	13	-	1612	-	Sa	A2

COURBE GRANULOMETRIQUE

Tam (mm)	% Passant
0,08	36
0,16	40
0,25	60
0,40	80
0,63	95
1,00	98
1,60	99
2,50	100
4,00	100
6,30	100
10,00	100
16,00	100
25,00	100
40,00	100
63,00	100
100,00	100

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Il comporte une seule page et ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Seule une reproduction sous sa forme intégrale est autorisée.

<p>Nom et Visa du Responsable d'essai</p>	<p>Nom et Visa du Responsable Laboratoire</p>
---	---

RAPPORT D'ESSAI
- IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -

Dossier n° : LC-R-208-18-I

ENR.RDE.33

Date d'émission : 13/11/2018

Version 01

Client : OFPPT

Nature du matériau : Sable argileux rougeâtre

Projet : Extension du l'institut national dar salam.

Sondage n° : S2

Date de prélèvement : 09/11/2018

Profondeur : 2,10 - 5,00

Date de réception : 09/11/2018

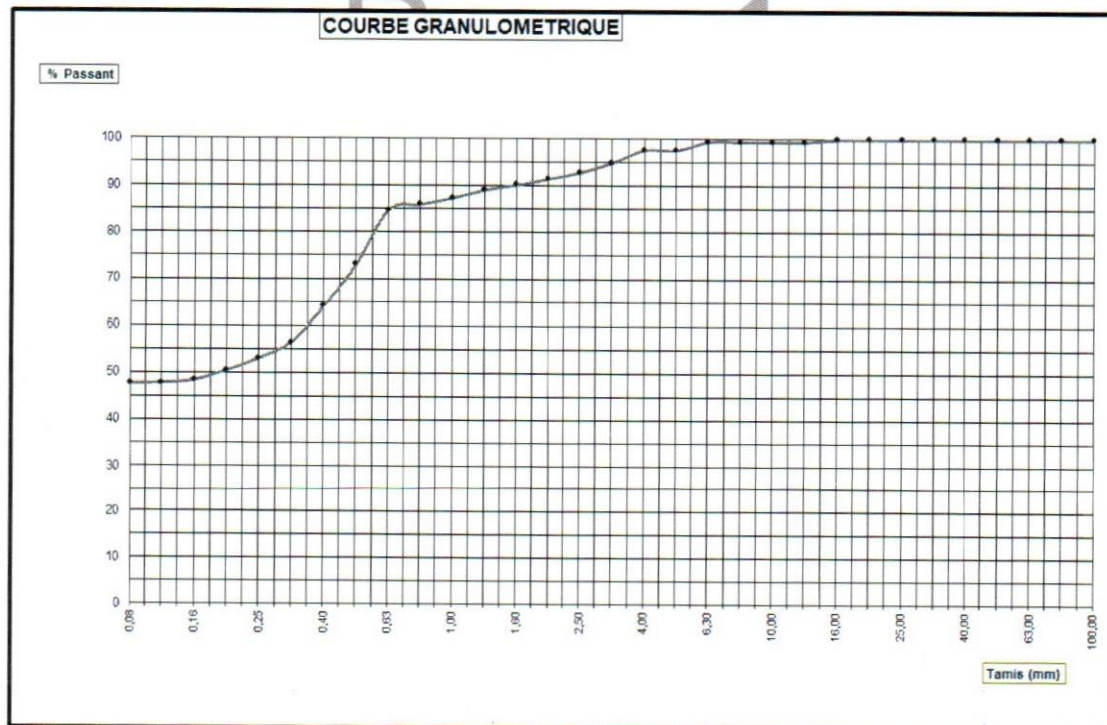
Mode de prélèvement : E1

Date d'essai : 09/11/2018

Prélèvement effectué par : LABO CONTROL

Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL

Référence d'échantillon	Analyse granulométrique NM 13.1.008 (Voir courbe ci-dessous)			Teneur en eau NM 13.1.010 W %	limites d'atterberg NM 13.1.007		Masse volumique ρ (Kg/m³) NM 13.1.119	Masse volumique sèche ρ_s (Kg/m³)	* VBS NF P 94-068	Classification	
	< 0.08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	RTR
LC-R-18-208-I	48	91	100	13	36	17	-	1584	-	Sa	A2



Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Il comporte une seule page et ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Seule une reproduction sous sa forme intégrale est autorisée.

Nom et Visa du Responsable d'essai

Nom et Visa du Responsable Laboratoire