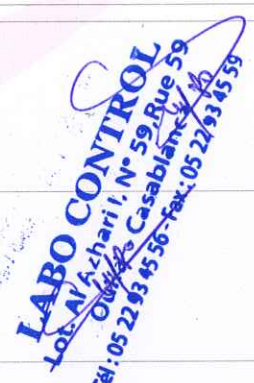


EXPERTISE GEOTECHNIQUE ET STRUCTURELLE DE L'ISTA HAY HASSANI 2 A CASABLANCA



À la demande et pour le compte de l'OFPPT

<u>Dossier</u>	<u>Date</u>	<u>Nature des modifications</u>
EX-01/LC20-12457	Le 25 Décembre 2020	Première diffusion
<u>Rapport établi par :</u>	A. TALAB Ingénieur d'État	
<u>Rapport validé par le directeur technique :</u>	O. EL HAMIDI Ingénieur d'État	

Sommaire

I.	INTRODUCTION	3
II.	NATURE DE LA MISSION.....	3
	II.1 DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE	3
	II.2. BASES DOCUMENTAIRES D'ETUDES.....	5
III.	ETUDE GEOTECHNIQUE	5
	III.1. INVESTIGATIONS IN SITU	5
	1. CONTENU DE LA MISSION GEOTECHNIQUE	5
	2. LITHOLOGIE DU SOUS-SOL	5
	3. NIVEAU PHREATIQUE	5
	III.2. ESSAIS EN LABORATOIRE	5
	III.3. SOL D'ASSISE ET CAPACITE PORTANTE.....	6
	III.4. SYSTEME DE FONDATION	6
	III.5. TERRASSEMENT	6
	III.6. CONTEXTE SISMIQUE.....	7
IV.	EXPERTISE DES STRUCTURES EXISTANTES	8
	IV.1 EXPERTISE GEOTECHNIQUE	8
	1. INVESTIGATIONS IN-SITU	8
	2. ESSAIS EN LABORATOIRE	9
	3. SOL D'ASSISE ET CAPACITE PORTANTE.....	9
	IV.2 RELEVÉ DES DESORDRES	10
	IV.3. RELEVÉ DE LA STRUCTURE PORTEUSE EXISTANTE	11
	IV.4. MESURE DE CARBONATATION DU BETON	16
	1. CONSÉQUENCES DE LA CARBONATATION.....	16
	2. PRINCIPE DU TEST A LA PHENOLPHTHALEINE.....	16
	3. RÉSULTATS DE L'ESSAI.....	17
	IV.5. ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU BETON.....	19
	3. COMMENTAIRE :.....	22
V.	CONCLUSION	22
	ANNEXE I : PLAN DE REPERAGE.....	26
	ANNEXE II : COUPE DES SONDAGES	28
	ANNEXE III : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE.....	31
	ANNEXE IV : RÉSULTATS DES ESSAIS	33

I. INTRODUCTION

L'Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail (O.F.P.P.T.) a sollicité le laboratoire **LABO CONTROL** pour réaliser une expertise géotechnique et structurelle de l'ISTA Hay Hassani 2 à Casablanca.

II. NATURE DE LA MISSION

II.1 DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

Nos travaux de reconnaissance in situ ont consisté en :

1. LA REALISATION D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE

L'objet de cette étude est de définir l'ensemble des dispositions constructives relatives aux travaux de fondation et en particulier :

- La litho-stratigraphie des différentes formations géologiques du site,
- Les caractéristiques du sol rencontré,
- Le type de fondations à adopter,
- La capacité portante du sol d'assise,
- Le mode de terrassement,
- Les données sismiques,

2. LA REALISATION D'UNE EXPERTISE TECHNIQUE DES STRUCTURES EXISTANTES DE L'INSTITUT Y COMPRIS

▪ RELEVÉ VISUEL DES DESORDRES ET PATHOLOGIES OBSERVABLES

Il a été réalisé une inspection visuelle, pour apprécier les désordres et pathologies (fissurations, épaufrures, éclats, décollements, humidité, altérations diverses de surface, etc...), avec prises photographiques.

▪ RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

Une investigation du sous-sol a été effectuée sur site, par la réalisation de sept sondages manuels destinés à déterminer la nature et les caractéristiques du terrain en place.

▪ RECONNAISSANCE STRUCTUREL

– *Relever structurel*

Relever de la structure existante des constructions, moyennant des essais non destructifs, et au besoin, des saignées manuelles. Ce relevé vise à déterminer la nature, les dimensions et les matériaux constitutifs des éléments porteurs,

– *Carottage du béton*

Nous avons eu recours au carottage du béton pour déterminer les caractéristiques mécaniques des éléments de la structure, en effectuant des essais de compression sur les carottes prélevées.

– *Mesure de la dureté surfacique des bétons à l'aide du scléromètre*

La mesure de la dureté de surface des bétons de structure est effectuée à l'aide d'un scléromètre suivant la norme marocaine NM 10.1.076-2008.

Le scléromètre est un appareil de contrôle non destructif qui basé sur la mesure de la hauteur de rebond d'une masse après son impact sur la surface à tester. Plus la dureté superficielle est forte, plus l'énergie élastique transmise à la masse en mouvement sera importante et plus la valeur du rebond est élevée. Ainsi il permet de déceler les hétérogénéités en surface.

– *Recherche de ferrailage*

Des sondages destructifs et dégagement des armatures ont été réalisés sur un échantillon de poteaux et de poutres.

– *Mesures de carbonatation du béton*

La technique à mettre en œuvre pour mesurer la profondeur de la carbonatation correspond au test à la phénolphthaléine réalisé sur des fractures fraîches de béton. Ces mesures permettent de vérifier le vieillissement du béton et son aptitude à protéger les armatures.

II.2. BASES DOCUMENTAIRES D'ETUDES

Aucun document ou plan ne nous ont été communiqués pour le besoin des présentes études.

III. ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1. INVESTIGATIONS IN SITU

1. CONTENU DE LA MISSION GEOTECHNIQUE

Notre campagne de reconnaissance du site du projet a consisté en :

- ✚ La réalisation d'un sondage manuel d'une profondeur de 5,00 m par rapport au niveau du terrain naturel actuel.
- ✚ Le relevé de la coupe lithologique mise en évidence.
- ✚ Le prélèvement d'échantillons pour essais et analyses de laboratoire.

2. LITHOLOGIE DU SOUS-SOL

L'analyse du sondage a permis d'établir la lithologie du sous-sol suivante:

N° du Sondage	Profondeur (m)	Description lithologique
S4	De 00,00 à 00,90	Terre végétale
	De 00,90 à 03,50	Remblai
	De 03,50 à 05,00	Tuf sableux

3. NIVEAU PHREATIQUE

Le terrain étudié s'est révélé sec partout en surface et le sondage est demeuré sec. Aucune trace de nappe phréatique n'a ainsi été rencontrée en profondeur.

III.2. ESSAIS EN LABORATOIRE

L'échantillon issu du sondage réalisé dans la zone d'étude a été sélectionné et prélevé pour la réalisation des essais en laboratoire en vue de déterminer les caractéristiques du sol en place.

Les essais réalisés sont énumérés comme suit :

- Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage selon la NM 13.1.008,

- Détermination des limites d'Atterberg selon la **NM 13.1.007**,
- Détermination de la teneur en eau pondérale des sols selon la **NM 13.1.010**,
- Détermination de la masse volumique selon la **NM 13.1.119**,

Les résultats des analyses en laboratoire réalisées sont récapitulés dans le tableau suivant :

Sondage/ profondeur (m)	Nature du sol	Teneur en eau w (%)	Masse volumique ρ (Kg/m ³)	Distribution granulométrique		Limites d'Atterberg		Classe L.C.P.C
						WL	IP	
S4 (5 m)	Tuf sableux	17,5	1730	% < 0,08mm	49,7	32	16	Sa
				% < 2mm	99			
				% < 20mm	100			

Avec :

Ø : Diamètre des grains,
WL : Limite de liquidité,
IP : Indice de plasticité,

III.3. SOL D'ASSISE ET CAPACITE PORTANTE

D'après la lithologie mise en évidence et les résultats des essais, le sol d'assise correspondra à un tuf sableux appartenant à la classe Sa selon la classification L.C.P.C et offrant un taux de travail à l'ELS estimé à **2,20 bars**.

Par ailleurs, l'ancrage minimal des fondations dans la formation d'assise sera de 50 cm.

Ceci devra être confirmé lors de la réception des fonds de fouilles par un géotechnicien spécialiste.

III.4. SYSTEME DE FONDATION

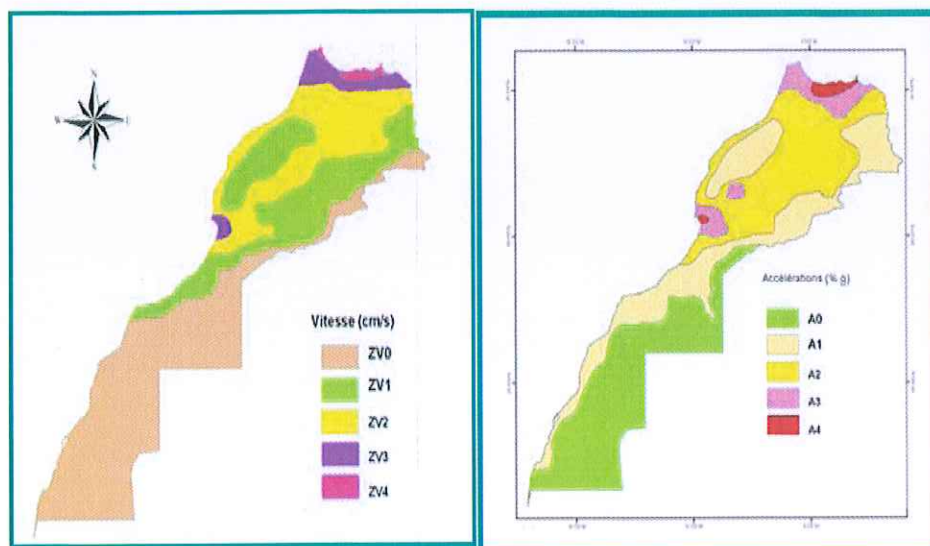
Le système de fondation sera de type superficiel moyennant des semelles isolées liaisonnées par des longrines pour les poteaux et les charges ponctuelles, ainsi que des semelles filantes sous les voiles périphériques et autres charges linéiques.

III.5. TERRASSEMENT

Pour l'exécution des travaux de terrassement, il y a lieu de faire appel aux moyens classiques tels que pelles et pioches ou pelles mécaniques pour les sols meubles.

III.6. CONTEXTE SISMIQUE

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.



Figures n° 1 et 2

Carte sismique de l'accélération et de la vitesse selon le 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 pour l'application du règlement R.P.S.2000 version 2011, les paramètres suivants :

Nature du sol	Tuf sableux
Zone d'accélération (%g)	A2 = 10%
Vitesse sismique du sol (cm/s)	ZV2 = 10 cm/s
Type de site	S2
Coefficient d'influence	1,2

IV. EXPERTISE DES STRUCTURES EXISTANTES

IV.1 EXPERTISE GEOTECHNIQUE

1. INVESTIGATIONS IN-SITU

Afin de reconnaître la nature de l'assise des fondations, nous avons procédé à la réalisation de sept sondages manuels implantés sur le plan en annexe I. **L'emplacement des sondages a été désigné par le client.**

L'analyse des sondages a permis d'établir la coupe du sous-sol suivante :

Sondage	Profondeur (m)	Description
S1 BLOC A	De 00,00 à 00,10	Dallage
	De 00,10 à 02,10	Fut de poteau
	De 02,10 à 02,30	Semelle
	De 02,30 à 04,30	Gros béton
	De 04,30 à 04,60	Grave argileuse
S2 BLOC A	De 00,00 à 02,10	Voile
	De 02,10 à 02,30	Semelle
	De 02,30 à 04,10	Gros béton
	De 04,10 à 04,30	Argile
S3 BLOC A	De 00,00 à 02,10	Voile
	De 02,10 à 02,30	Semelle
	De 02,30 à 03,70	Gros béton
	De 03,70 à 04,00	Grave argileuse
S5 Mur de clôture	De 00,00 à 00,20	Chainage
	De 00,20 à 00,85	Mur de fondation
	De 00,85 à 01,20	Encrouement calcaire
	De 01,20 à 01,80	Tuf calcaire
S6 Mur de clôture	De 00,00 à 00,20	Chainage
	De 00,20 à 00,85	Mur de fondation
	De 00,85 à 01,10	Encrouement calcaire
	De 01,10 à 01,65	Tuf calcaire
	De 01,65 à 01,95	Sable limoneux
S7	De 00,00 à 00,20	Chainage
	De 00,20 à 00,85	Mur de fondation

Mur de clôture	De 00,85 à 01,10	Encroustement calcaire
	De 01,10 à 01,67	Tuf calcaire
S8 BLOC B	De 00,00 à 00,20	Chainage
	De 00,20 à 00,80	Moellon
	De 00,80 à 01,40	Semelle
	De 01,40 à 02,40	Tuf sableux

2. ESSAIS EN LABORATOIRE

Des échantillons issus des sondages réalisés ont été sélectionnés et prélevés pour essais en laboratoire. Soit :

- Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage selon la **NM 13.1.008**,
- Détermination des limites d'Atterberg selon la **NM 13.1.007**,
- Détermination de la masse volumique selon la **NM 13.1.119**,

Réf. échantillon	Granulométrie Φ %			Limites d'Atterberg		Classification LCPC
	$\Phi < 0.08$ mm	$\Phi < 2$ mm	$\Phi < 20$ mm	WL %	IP %	
S2	54,4	99	100	25	8	Ap
S3	7,6	29	62	23	11	Gm-Ga
S6	24,4	84	95	23	NM	SI
S8	27,7	78	92	21	NM	SI

Avec :

\emptyset : Diamètre des grains,
 WL : Limite de liquidité,
 IP : Indice de plasticité,
 NM : Nom mesurable,

3. SOL D'ASSISE

D'après la lithologie mise en évidence, nous constatons que :

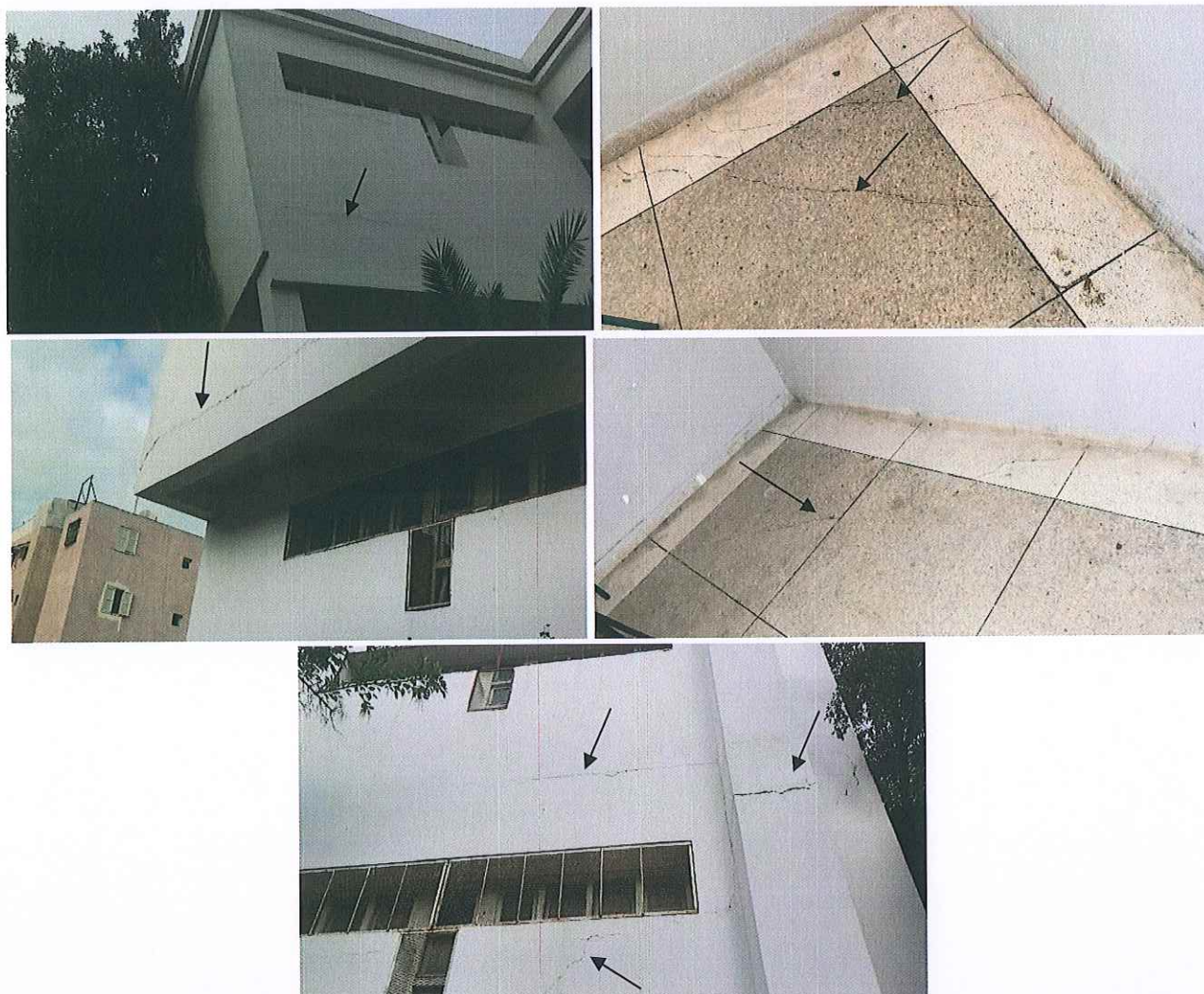
- L'assise des fondations du bloc A correspond à un terrain de formation hétérogène (argile et grave argileuse). Il est à signaler que les graves argileuse présente une capacité portante plus importante que celle des argiles qui sont connues par leur sensibilité accrue au changement hydrique.

IV.2 RELEVÉ DES DESORDRES

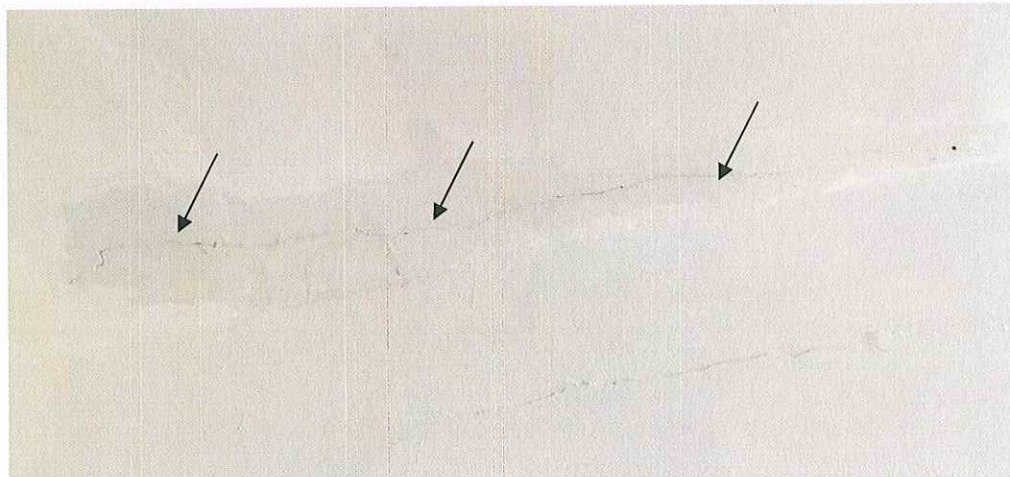
Une inspection visuelle a été réalisée sur l'ensemble de l'institut dans le but de caractériser les différents types de désordres.

Les pathologies constatées se manifestent principalement sous forme de fissuration affectant quelques murs de la façade extérieure du 1^{er} étage et le granito-poli du rdc et 1^{er} étage du bloc A.

En effet, ceci est dû à l'hétérogénéité du sol d'assise des fondations du bloc A favorisant ainsi un tassement différentiel.



- Présence d'une fissure, dont l'emplacement est indiqué sur le plan en annexe I, au niveau du PH en corps creux du couloir 1^{er} étage du bloc A,



- D'autres fissurations ont été également constatées au niveau du granito-poli du dallage rez-de-chaussée,

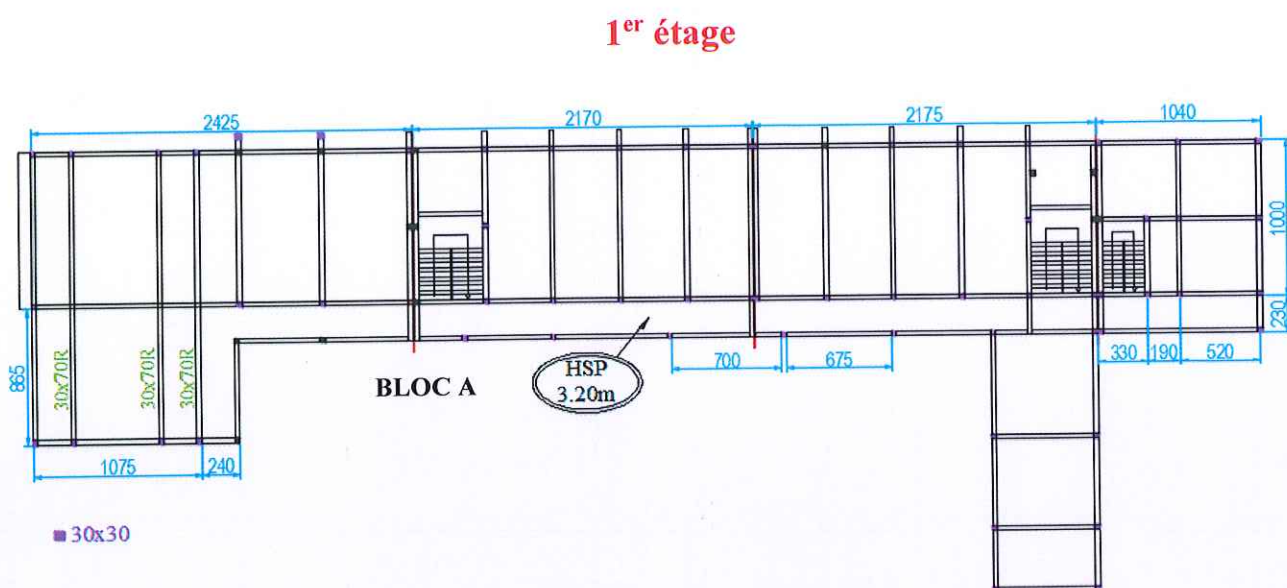
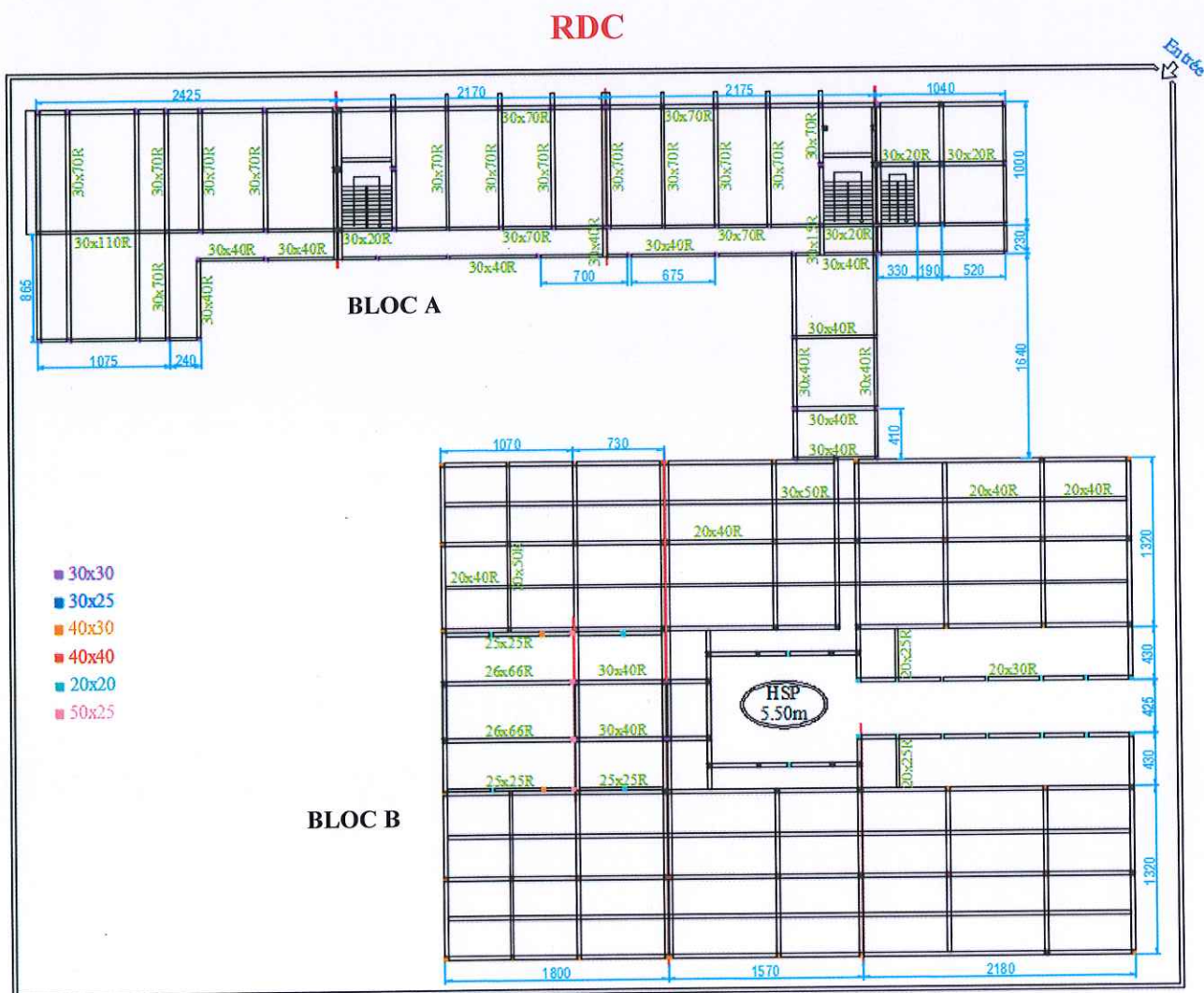


IV.3. RELEVÉ DE LA STRUCTURE PORTEUSE EXISTANTE

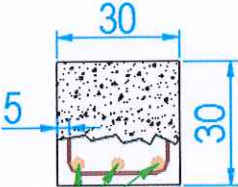
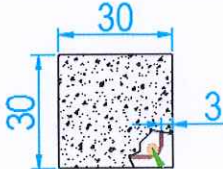
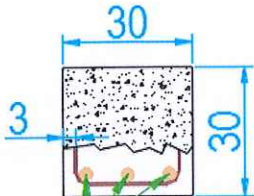
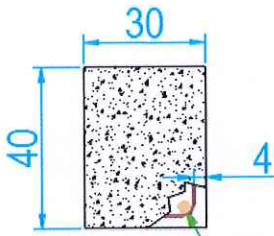
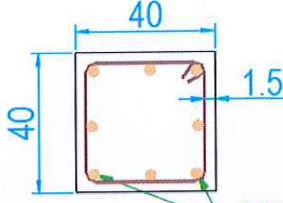
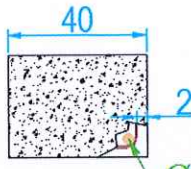
Le bâtiment abritant l'institut est construit en deux blocs, bloc (A) en rez-de-chaussée et le bloc (B) en rez-de-chaussée +1 étage.

La structure porteuse des blocs est constituée de poteaux et poutres en béton armé avec des planchers en corps creux (hourdis et poutrelle) et en dalle pleine.

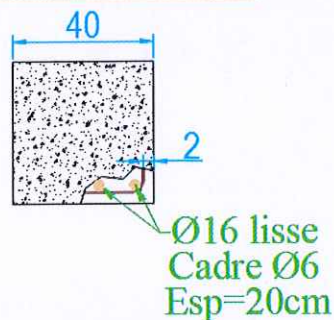
Le plan relever se présente comme suit :



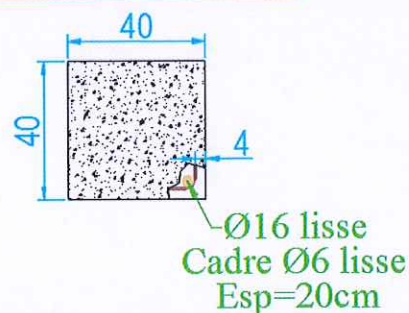
Le détail des sections des éléments en béton armé (poteaux et poutres) et de leurs armatures est comme suit :

<u>Rez-de-chaussée</u>	
BLOC A	<p>Détail P1</p>  <p>3HA14 Cadre HA6</p>
	<p>Détail P3</p>  <p>Ø14 lisse Cadre Ø6 lisse Esp=15cm</p>
BLOC A	<p>Détail P7</p>  <p>3HA14 Cadre HA6 Esp=15cm</p>
	<p>Détail P9</p>  <p>HA14 Cadre HA6 Esp=15cm</p>
<u>Rez-de-chaussée</u>	
BLOC B	<p>Détail P12</p>  <p>8Ø16 lisse Cadre Ø6 lisse Esp=20cm</p>
	<p>Détail P18</p>  <p>Ø14 lisse Cadre Ø6 lisse Esp=20cm</p>

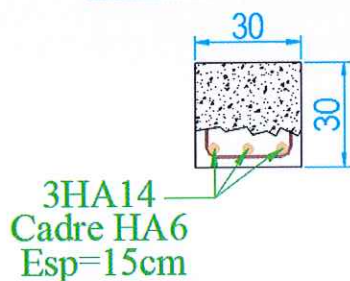
Détail P20



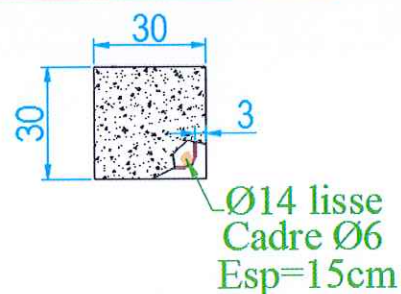
Détail P21



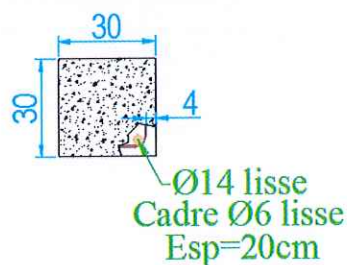
Détail P25



Détail P27



Détail P28



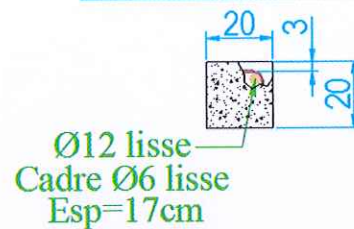
Détail P31



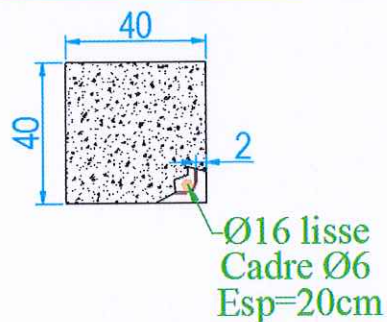
Détail P32



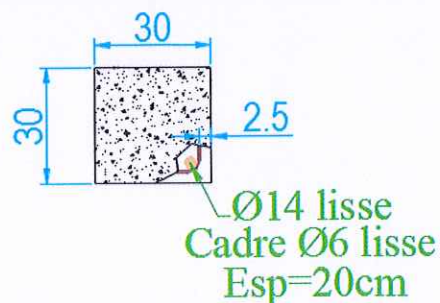
Détail P33



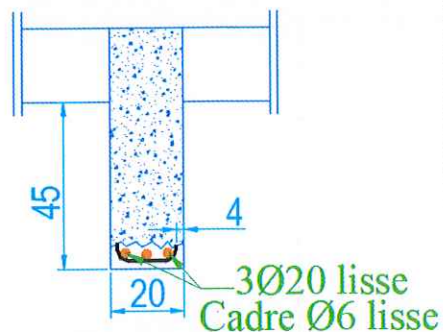
Détail P36



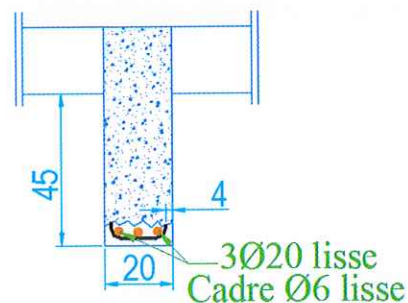
Détail P38



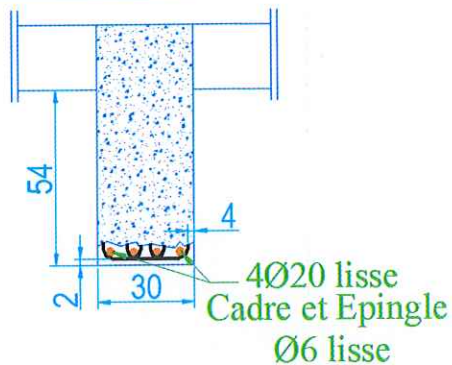
Détail Ptr 8



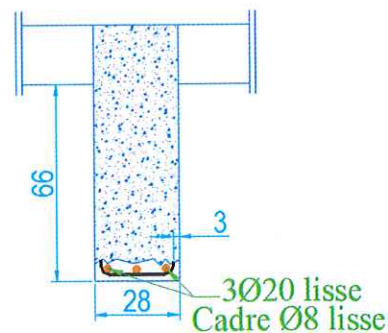
Détail Ptr 12



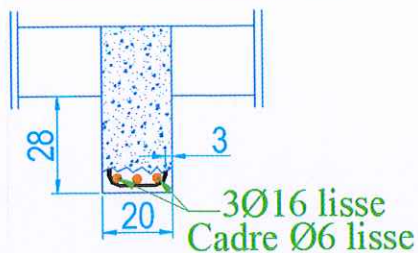
Détail Ptr 13



Détail Ptr 17



Détail Ptr 15



IV.4. MESURE DE CARBONATATION DU BETON

La carbonatation dans le béton armé correspond à un phénomène chimique responsable de la dépassement des armatures. Le CO₂ contenu dans l'air réagit avec l'hydrate de chaux présent dans le béton. Cette réaction forme du carbonate de calcium et de l'eau.

La conséquence de cette réaction est la consommation des deux bases alcalines entraînant une diminution du pH du béton. La valeur initiale du pH du béton de jeune âge est aux environs de 13 à 13,5. Après carbonatation il est autour de 9.

1. CONSEQUENCES DE LA CARBONATATION

Lorsque la profondeur de carbonatation est au moins égale à l'épaisseur de l'enrobage des aciers, les armatures métalliques ne sont plus protégées par la basicité du béton. Ainsi elles commencent à se corroder. Cette corrosion se manifeste couramment sur les parements du béton par l'apparition de fissures, des décollements ainsi que des épaufrures, une expulsion du béton d'enrobage. Ces pathologies sont dues aux gonflements provoqués par la formation d'oxyde et d'hydroxyde de fer.

Sans réparation appropriées, le phénomène de corrosion va s'amplifier, ainsi les sections d'acier vont se réduire jusqu'à disparaître et le béton d'enrobage se décollera.


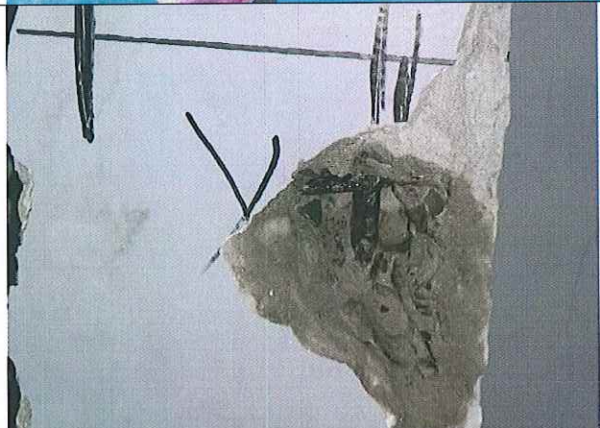

2. PRINCIPE DU TEST A LA PHENOLPHTALEINE




Parmi les méthodes de mesure de la profondeur de carbonatation, celle qui est la plus simple à mettre en œuvre est le test à la phénophtaléine. L'avantage de ce composé est son changement de couleur selon le pH de l'élément avec lequel il entre en contact. Il fait partie des indicateurs de pH ou indicateur coloré. Ce changement de couleur est dû à une modification de la structure chimique de la molécule lors du passage de la forme protonée (milieu acide) à la forme déprotonnée (milieu basique).


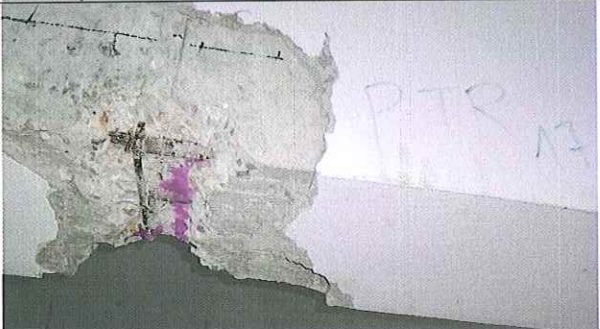
La couleur que prend la phénophtaléine dépend du pH. Elle sera rose pour un pH compris entre 8,2 et 12 et incolore au-delà et au-deçà de cette zone de virage.

La norme associée à ce test est la norme NF EN 14630 : Mesurage de la profondeur de carbonatation d'un béton armé à l'aide de la méthode à la phénophtaléine.

3. RESULTATS DE L'ESSAI

Elément testé	Photo du test	Commentaire
Poteau N°1 BLOC A (RDC)		Le front de carbonatation a atteint la demi-épaisseur du béton d'enrobage
Poteau N°31 BLOC B (RDC)		Le front de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage
Poteau N°26 BLOC B (RDC)		Le front de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage et atteint les armatures

<p>Poteau N°27 BLOC B (RDC)</p>		<p>Le front de carbonatation a dépassé la demi- épaisseur du béton d'enrobage</p>
<p>Poteau N°32 BLOC B (RDC)</p>		<p>Le front de carbonatation a dépassé la demi- épaisseur du béton d'enrobage</p>
<p>Poutre N°13 BLOC B (RDC)</p>		<p>Le front de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage</p>

<p>Poutre N°12 BLOC B (RDC)</p>		<p>Le front de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage</p>
<p>Poutre N°17 BLOC B (RDC)</p>		<p>Le front de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage</p>

Commentaire : A travers ces essais nous pouvons conclure que généralement la profondeur de carbonatation a dépassé le béton d'enrobage. Ainsi, les armatures ne sont plus protégées vis-à-vis du phénomène de corrosion.

IV.5. EVALUATION DE LA QUALITE DU BETON

1. METHODE DIRECTE - RESISTANCE A LA COMPRESSION

Il a été procédé à la réalisation de 11 points de carottage réparties entre poteaux et poutre. L'emplacement des carottes est indiqué sur le croquis en annexe I.

La résistance à la compression du béton a été déterminée sur les carottes prélevées soumises à l'essai de compression simple selon la norme NF EN12390-3.

Les résistances brutes ont été corrigées par des coefficients pour être ramenées aux résistances contractuelles mesurées sur des éprouvettes normalisées.

BLOC	Niveau	Eléments carottés	Référence échantillon	Age du béton	Rc mesurée (MPa)	Rc * corrigée (MPa)	
BLOC A	RDC	P4	C2	>28 jours	16	17,6	
BLOC B	RDC	P12	C1		18	19,8	
		P17	C3		22,5	24,75	
		P19	C5		15	16,5	
		P21	C6		24	26,4	
		P28	C7		23	25,3	
		P29	C8		18	19,8	
		P35	C9		17	18,7	
		P37	C10		16	17,6	
		P38	C11		16,5	18,15	
		PTR18	C4		19	20,9	
Moyenne						20,5	
<i>f_{is}, plus faible</i>						16,5	

(*) Correction des résistances en tenant compte des facteurs influant sur la résistance des carottes.

2. METHODE INDIRECTE - AUSCULTATION SCLEROMETRIQUE

Une campagne d'auscultations sclérométriques a été effectuée sur un échantillon de poteaux et de poutres, afin de caractériser le béton en place.

Les éléments auscultés sont repérés dans le croquis en annexe I.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

BLOC	Niveau	Elément ausculté		Age du béton	Dureté surfacique sclérométrique corrigée* (MPa)
BLOC A	RDC	Poteaux	P1	>28 Jours	20,0
			P2		23,6
			P3		23,0
			P4		20,0
			P5		23,0
			P6		20,3
			P7		24,0
			P8		23,0
			P9		21,0
			P10		20,3
			P22		21,6
			P23		23,7
			P24		21,4

	1 ^{er} étage	Poteaux	P25	19,0
			P41	21,7
			P42	21,6
			P43	23,7
		Poutres	PTR1	25,7
			PTR2	21,7
			PTR3	23,7
			PTR4	20,8
			PTR5	21,0
			PTR6	23,4
BLOC B	RDC	Poteaux	P11	24,8
			P12	21,7
			P13	23,7
			P14	20,0
			P15	21,6
			P16	23,7
			P17	25,0
			P18	24,7
			P19	18,0
			P20	23,7
			P21	25,0
			P26	24,3
			P27	25,0
			P28	25,3
			P29	20,8
			P30	24,3
			P31	20,8
			P32	21,7
			P33	23,7
			P34	24,7
			P35	20,7
			P36	24,7
			P37	19,7
			P38	20,6
			P39	24,7
			P40	23,7
		Poutres	PTR7	23,8
			PTR8	21,0
			PTR9	19,7
			PTR10	20,8
			PTR11	21,7
			PTR12	24,7
			PTR13	24,0
			PTR14	23,7
			PTR15	24,7
			PTR16	23,7
			PTR17	25,7
			PTR18	22,7

		PTR19	23,7
		PTR20	20,7
		PTR21	21,7

*** : Correction due au phénomène de carbonatation**

3. COMMENTAIRE :

Selon la norme NF EN 13791 (*Évaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments préfabriqués en béton- norme en vigueur à ce jour*), la conformité du béton peut être évaluée, pour les méthodes directes (essais de carottage) dans le cas d'un petit nombre de gâchées, si :

$$f_{is, \text{ plus faible }} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$$

f_{ck} : résistance caractéristique à la compression d'éprouvettes normalisées

Selon l'inéquation donnée plus haut, la résistance à la compression caractéristique sur site est équivalente à un béton de classe **B20**.

$$\text{Soit : } 16,5 \text{ MPa} > 0,85 * (20 \text{ MPa} - 4)$$

Ainsi, l'évaluation de la qualité du béton moyennant la méthode indirecte (auscultation sclérométrique) confirme les résultats obtenus par la méthode directe (carottage).

V. CONCLUSION

Faisant suite à la demande de l'OFPPT, le laboratoire **LABO CONTROL** a réalisé une expertise géotechnique et structurelle de l'ISTA Hay Hassani 2 à Casablanca.

Synthèse des résultats :

- ✎ D'après les investigations menées dans le cadre de l'étude géotechnique du terrain destiné au projet d'extension, les modalités de fondation du futur projet sont récapitulées comme suit :

Sol d'assise	Tuf sableux
Ancrage minimal	50 cm dans la formation d'assise
Système de fondation	Semelles isolées liaisonnées par des longrines pour les poteaux, et semelles filantes pour les voiles
Taux de travail	2,20 Bars
Nappe	Néant
Données sismiques	A2 = 0,1%, ZV2 = 10 cm/s, site S2 = 1,2

- ✍ Les sondages entrepris dans le cadre de l'expertise géotechnique ont montré que les fondations du bloc A sont assises sur un sol hétérogène (argile et grave argileuse),
- ✍ Le recensement pathologique a mis en évidence quelques anomalies (présence de fissurations au niveau du PH, murs en maçonnerie et du granito-poli) situées au bloc A. Ceci est dû à un tassement différentiel vu l'hétérogénéité du sol d'assise des fondations dudit bloc.
- ✍ Les essais à la phénolphtaléine ont mis en évidence un front de carbonatation dépassant généralement le béton d'enrobage.
- ✍ L'évaluation de la qualité du béton moyennant la méthode directe (carottage) et la méthode indirecte (auscultation sclérométrique) a donnée lieu à un béton de classe nominale **B20**.

Recommandations :

A cet égard, et afin d'assurer une meilleure durabilité de l'ouvrage nous recommandons les préconisations suivantes :

- ✍ Renforcement de la partie du PH 1^{er} étage présentant une fissuration, selon un détail fourni par un BET agréé, par une structure métallique ou par des lamelles pultrudées à base fibre de carbone, type Sika Carbodur ou similaire.
- ✍ Vu la qualité du béton (classe B20), il revient au BET structure de vérifier la stabilité de l'ouvrage et se prononcer sur un éventuel renforcement de la structure porteuse.

↳ Protection et passivation des aciers contre la corrosion. Elle concernera les éléments porteurs non concernés par le renforcement (chemisage).

Cette protection se fera par un inhibiteur de corrosion pour béton armé produit type Sika FerroGard -903 ou similaire. Ce produit s'utilise comme un traitement préventif des structures en béton armé contre les risques de dégradation par corrosion. Le rôle de ce produit consiste à migrer dans le béton et se fixe à la surface des aciers, il retarde l'apparition des phénomènes de corrosion des aciers et diminue la vitesse de corrosion après le déclenchement de la réaction et il prolonge la durée de vie des ouvrages en béton armé. Cet inhibiteur doit être réappliqué après une durée de 5 à 10 ans.

↳ La mise en place d'un dallage périphérique étanche au niveau du bloc A, afin d'éviter toute infiltration d'eau au niveau du sol d'assise des fondations.

↳ Mise en place des témoins en plâtre au niveau des fissures constatées afin de s'assurer de leur évolution ou stabilisation.

↳ Après vérification de la stabilisation des fissures (sur une durée d'un mois minimum), celles-ci seront traitées de la manière suivante :

- picage des fissures à nu « jusqu'au support » avec débordement de 0,20 m au niveau de chaque côté,
- traitement du support « nettoyage, barbotine... ».
- pose du grillage galvanisé de maille 25 x 25 mm, avec scellement aux clous cavaliers sur toute la longueur de la fissure,
- fermeture de la fissure avec un mortier et un produit SIKA (Sikalite, Sikaflex A3) ou similaire,

↳ Réfection des fissures constatées au niveau des granito-poli.

↳ En cas de réapparition de ces fissures, après leur traitement, un renforcement des fondations serait donc nécessaire.

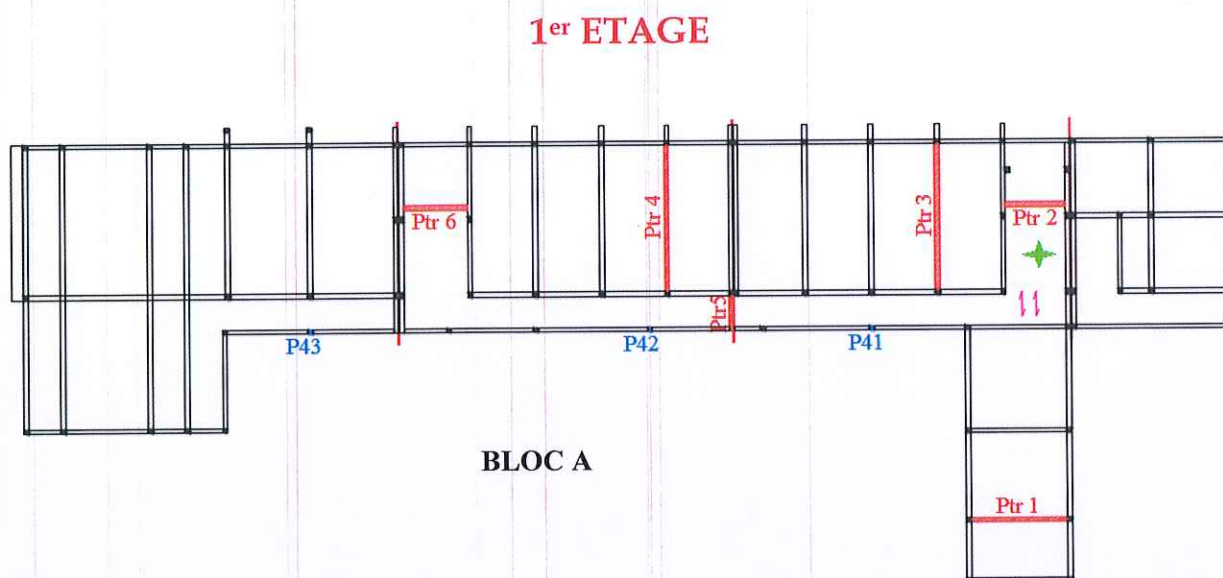
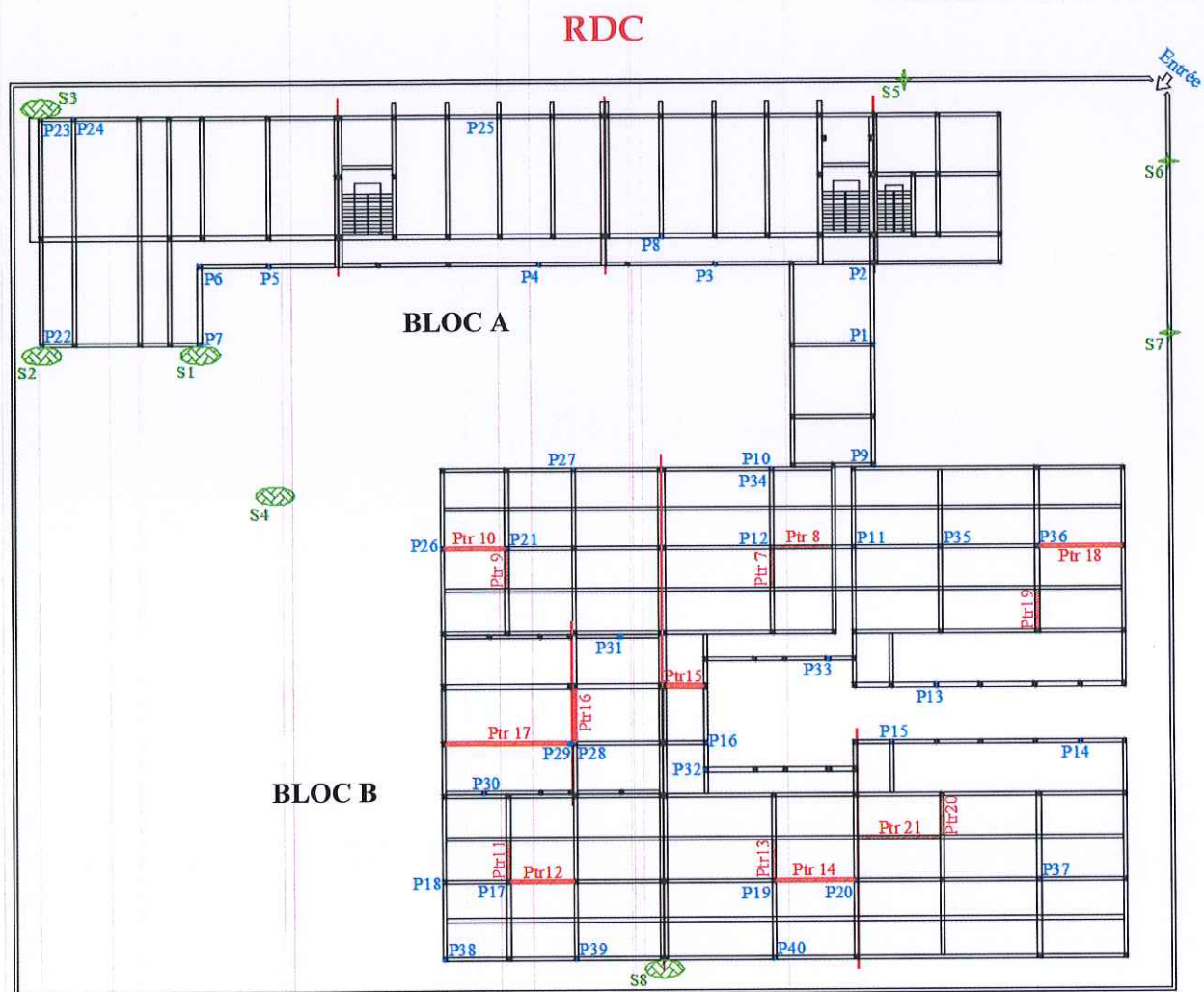
Enfin, pour toutes nouvelles fondations, nous conseillons de faire appel à un ingénieur LABOCONTROL, pour vérification des fouilles avant tout coulage de béton. A cet effet, d'éventuels éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux, et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances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

Le présent rapport est à transmettre au BET structure pour avis et exploitation.

Nous restons à votre entière disposition pour tout complément d'information dans le cadre de notre mission. -----FIN DE TEXTE-----

LABO CONTROL
Lot. Al Azhari I, N° 59, Rue 59
Ouffa - Casablanca
Tél: 05 22 93 45 56 - Fax: 05 22 93 45 59

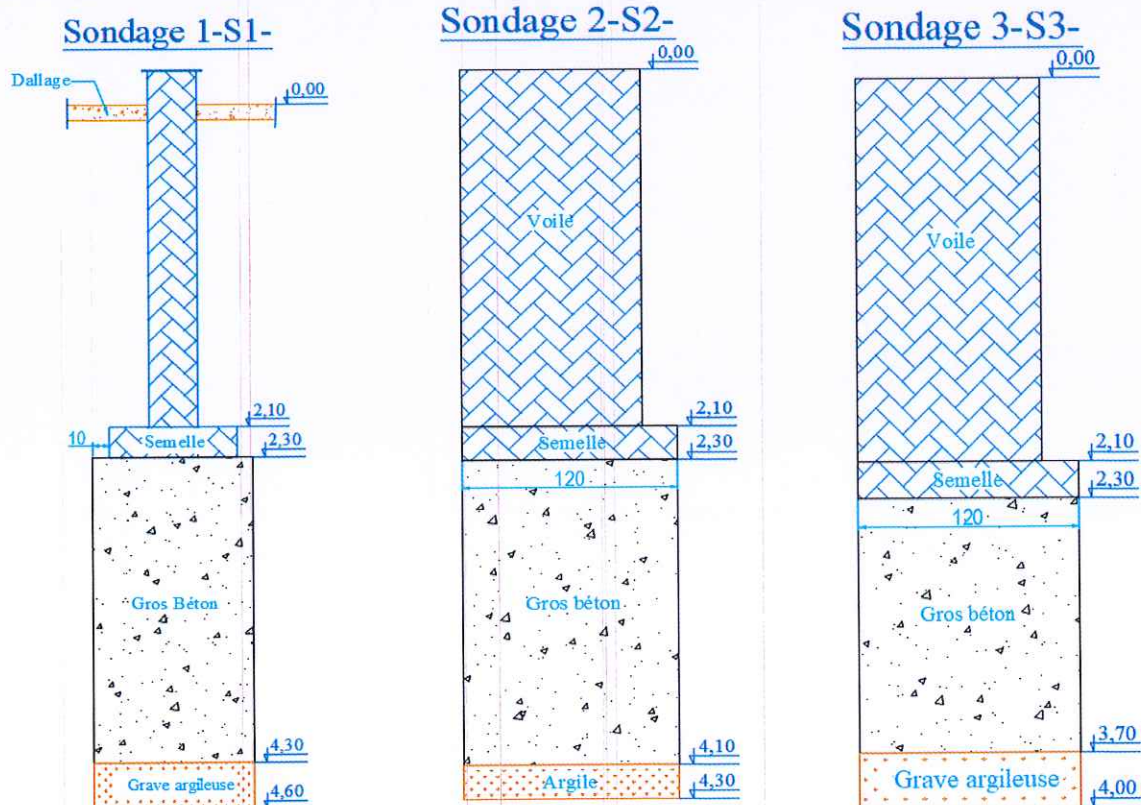
ANNEXE I : PLAN DE REPERAGE



★ **Partie fissurée du PH**

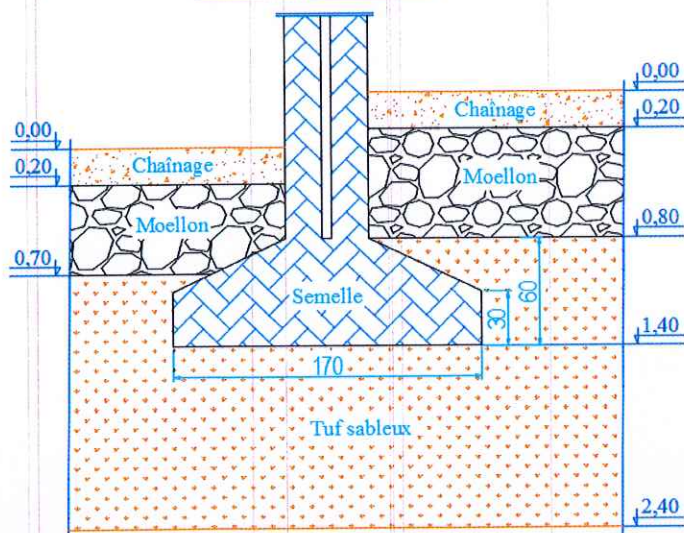
ANNEXE II : COUPE DES SONDAGES

BLOC A



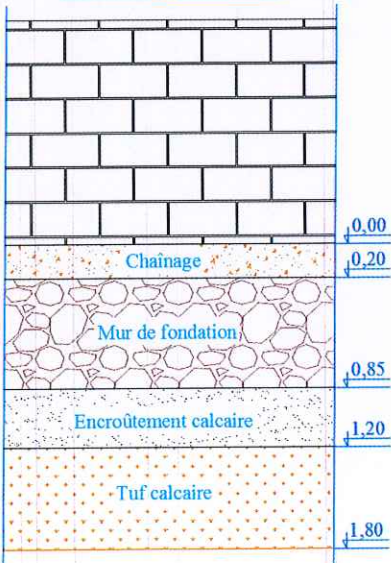
BLOC B

Sondage 8-S8-

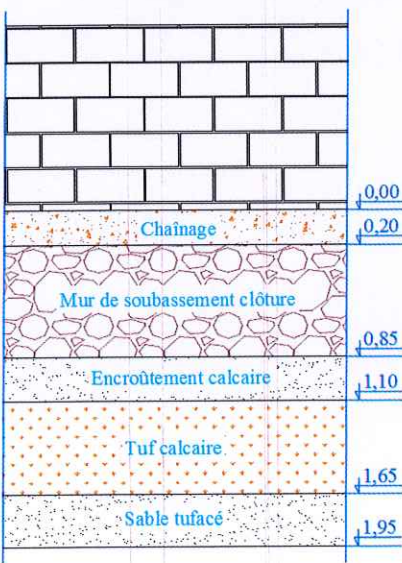


Mur de clôture

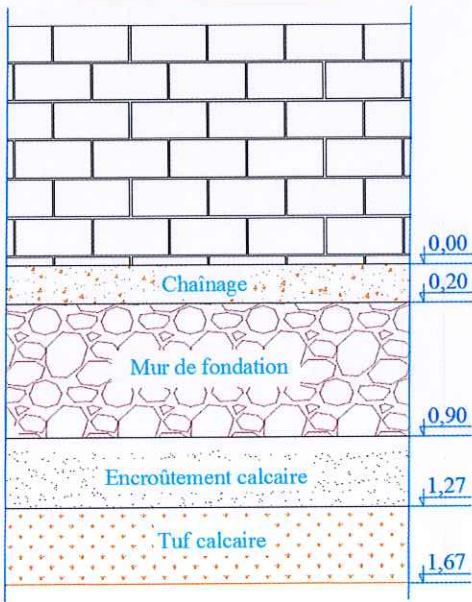
Sondage 5-S5-



Sondage 6-S6-




Sondage 7-S7-



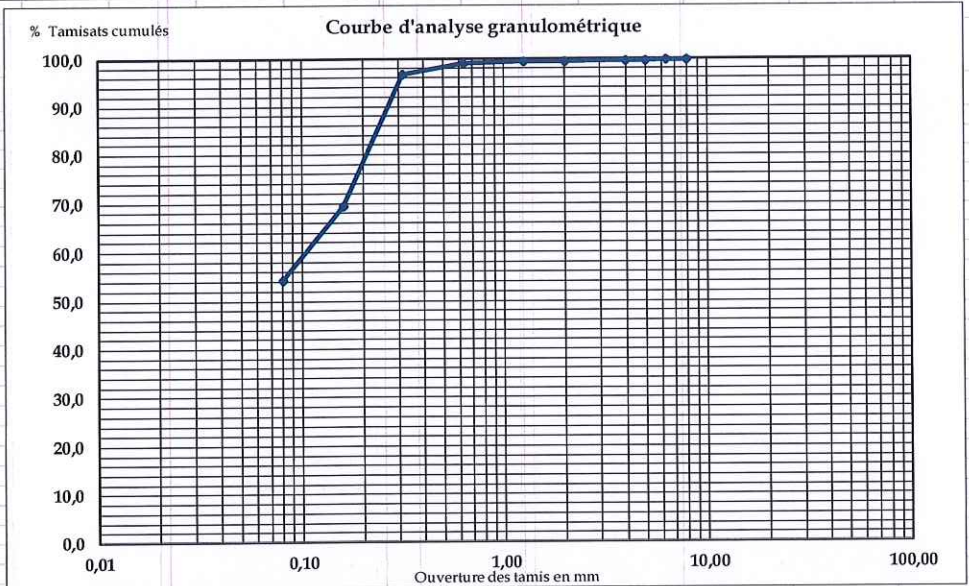
ANNEXE III : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE



ANNEXE IV : RESULTATS DES ESSAIS

 Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Sis Lot 119, Zone Industrielle Médina		RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -									
Dossier n° : EX-01/LC20-12457										ENR.RDE.33	
Date d'émission : 23/12/2020										Version 05	
Client : OFPPT Adresse client : - Projet : Réalisation d'une expertise géotechnique et structurelle à l'ISTA HAY HASSANI 2 à Casablanca Date de prélèvement : 10/12/2020 Date de réception : 14/12/2020 Date d'essai : 15/12/2020					Nature du matériau : Argile Sondage n° : S2 Profondeur : 4,20 m Mode de prélèvement : Manuel Prélèvement effectué par : AKRAM Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL						
Référence d'échantillon	* Analyse granulométrique NM 13.1.008 (1998) (Voir courbe ci-dessous)			* Teneur en eau NM 13.1.152 (2011) W %	* Limites d'atterberg NM 13.1.007 (1998)		* Masse volumique p (kg/m³) NM 13.1.119 (2009)	Masse volumique sèche ps (kg/m³)	* VBS NF P 94-068 (1998)	Classification	
	< 0.08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	GMTR
028/EXP/2020	54,4	99	100	6,1	25	8	1870	1760	-	Ap	-

Courbe d'analyse granulométrique




Ouverture des tamis en mm	100	80	63	50	40	31,5	25	20	16	14	12,5
% Tamisats cumulés	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ouverture des tamis en mm	10	8	6,3	5	4	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
% Tamisats cumulés	/	100	100	100	99	99	99	99	97	69	54

* Essai faisant partie du projet d'accréditation

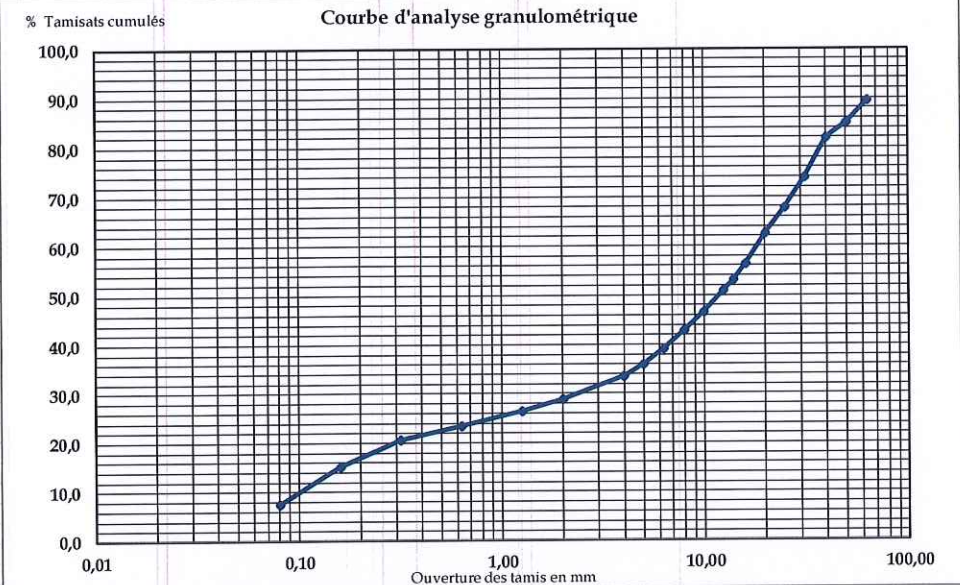
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Il comporte une seule page et ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Seule une reproduction sous sa forme intégrale est autorisée.

Responsable d'essai
E.MABOUTH

Responsable laboratoire
H.HAMOUSSI

 Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Sis Lot 119, Zone Industrielle Médiaouna		RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -									
Dossier n° : EX-01/LC20-12457										ENR.RDE.33	
Date d'émission : 23/12/2020										Version 05	
Client : OFPPT Adresse client : - Projet : Réalisation d'une expertise géotechnique et structurelle à l'ISTA HAY HASSANI 2 à Casablanca Date de prélèvement : 10/12/2020 Date de réception : 14/12/2020 Date d'essai : 15/12/2020					Nature du matériau : Grave argileuse Sondage n° : S3 Profondeur : 3,80 m Mode de prélèvement : Manuel Prélèvement effectué par : AKRAM Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL						
Référence d'échantillon	* Analyse granulométrique NM 13.1.008 (1998) (Voir courbe ci-dessous)			* Teneur en eau NM 13.1.152 (2011) W %	* Limites d'atterberg NM 13.1.007 (1998)		* Masse volumique ρ (kg/m³) NM 13.1.119 (2009)	Masse volumique sèche ρ_s (kg/m³)	* VBS NF P 94-068 (1998)	Classification	
	< 0,08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	GMTR
028/EXP/2020	7,6	29	62	16,4	23	11	1740	1490	-	Gm - Ga	-

Courbe d'analyse granulométrique




Ouverture des tamis en mm	100	80	63	50	40	31,5	25	20	16	14	12,5
% Tamisats cumulés	/	/	89	85	82	74	68	62	56	53	51
Ouverture des tamis en mm	10	8	6,3	5	4	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
% Tamisats cumulés	47	43	39	36	34	29	26	23	21	15	8

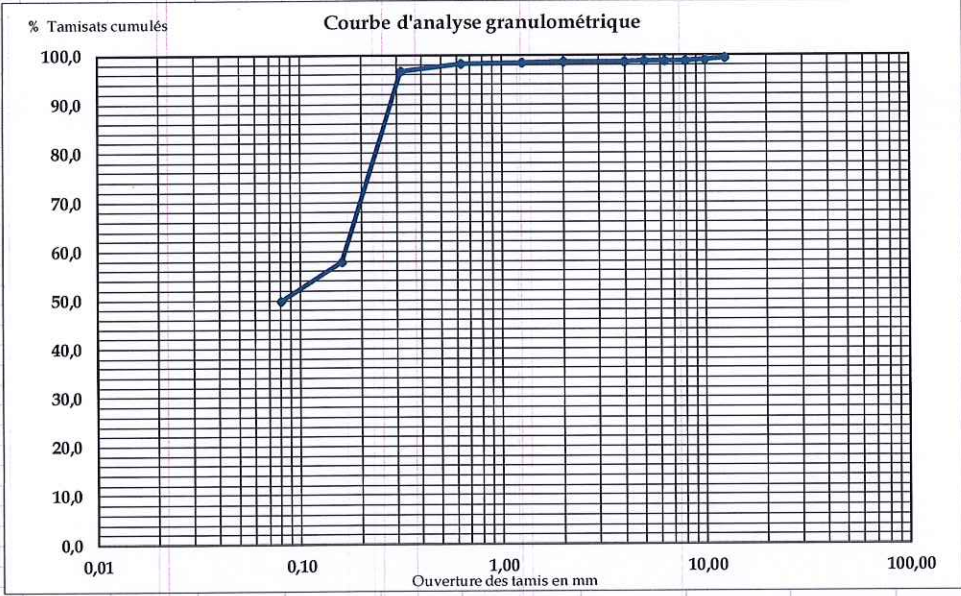
* Essai faisant partie du projet d'accréditation

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.

Responsable d'essai E.MABOUTH	Responsable laboratoire H.HAMOUSSE
----------------------------------	---------------------------------------

 Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Sis Lot 119, Zone Industrielle Médouna		RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -									
Dossier n° : EX-01/LC20-12457										ENR.RDE.33	
Date d'émission : 12/01/2021										Version 05	
Client : OFPPT					Nature du matériau : Tuf sableux						
Adresse client : -											
Projet : Réalisation d'une expertise géotechnique et structurelle à l'ISTA HAY HASSANI 2 à Casablanca					Sondage n° : S4						
Date de prélèvement : 31/12/2020					Profondeur : 3,50-3,50 m						
Date de réception : 04/01/2021					Mode de prélèvement : Manuel						
Date d'essai : 06/01/2021					Prélèvement effectué par : AKRAM						
					Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL						
Référence d'échantillon	* Analyse granulométrique NM 13.1.008 (1998) (Voir courbe ci-dessous)			* Teneur en eau NM 13.1.152 (2011) W %	* Limites d'atterberg NM 13.1.007 (1998)		* Masse volumique ρ (kg/m³) NM 13.1.119 (2009)	Masse volumique sèche ρ_s (kg/m³)	* VBS NF P 94-068 (1998)	Classification	
	< 0,08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	GMTR
028/EXP/2020	49,7	99	100	17,5	32	16	1730	1470	-	Sa	-

Courbe d'analyse granulométrique




Ouverture des tamis en mm	100	80	63	50	40	31,5	25	20	16	14	12,5
% Tamisats cumulés	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	99
Ouverture des tamis en mm	10	8	6,3	5	4	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
% Tamisats cumulés	99	99	99	99	99	99	98	98	97	58	50

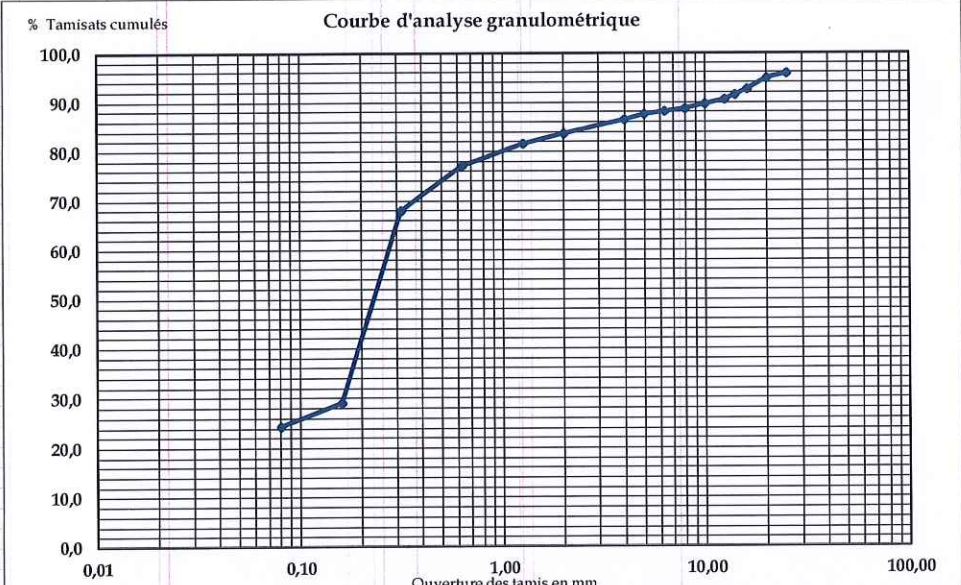
* Essai faisant partie du projet d'accréditation

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.

Responsable d'essai E.MABOUTH	Responsable laboratoire HAMMOUS
----------------------------------	------------------------------------

 Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Sis Lot 119, Zone Industrielle Médina		RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -									
Dossier n° : EX-01/LC20-12457										ENR.RDE.33	
Date d'émission : 23/12/2020										Version 05	
Client : OFPPT Adresse client : - Projet : Réalisation d'une expertise géotechnique et structurelle à l'ISTA HAY HASSANI 2 à Casablanca Date de prélèvement : 10/12/2020 Date de réception : 14/12/2020 Date d'essai : 15/12/2020				Nature du matériau : Tuf sableux Sondage n° : S6 Profondeur : 1,80 m Mode de prélèvement : Manuel Prélèvement effectué par : AKRAM Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL							
Référence d'échantillon	* Analyse granulométrique NM 13.1.008 (1998) (Voir courbe ci-dessous)			* Teneur en eau NM 13.1.152 (2011) W %	* Limites d'atterberg NM 13.1.007 (1998)		* Masse volumique ρ (kg/m³) NM 13.1.119 (2009)	Masse volumique sèche ρ_s (kg/m³)	* VBS NF P 94-068 (1998)	Classification	
	< 0,08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	GMTR
028/EXP/2020	24,4	84	95	5,4	23	NM	1590	1510	-	SI	-

Courbe d'analyse granulométrique




Ouverture des tamis en mm	100	80	63	50	40	31,5	25	20	16	14	12,5
% Tamisats cumulés	/	/	/	/	/	/	96	95	93	92	91
Ouverture des tamis en mm	10	8	6,3	5	4	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
% Tamisats cumulés	90	89	88	88	87	84	82	77	68	29	24

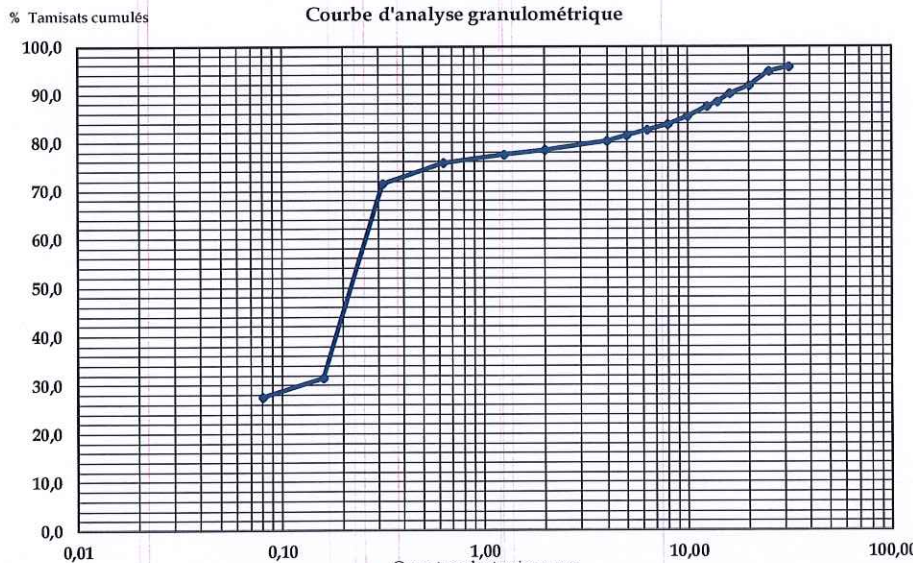
* Essai faisant partie du projet d'accréditation

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

Responsable d'essai E.MABOUTH	Responsable laboratoire H.HAMOUSSI
----------------------------------	---------------------------------------

 Laboratoire d'Etudes, d'Essais et de Contrôle Sis Lot 119, Zone Industrielle Médiaouna		RAPPORT D'ESSAI - IDENTIFICATION DU MATERIAU (SOL) -									
Dossier n° : EX-01/LC20-12457										ENR.RDE.33	
Date d'émission : 23/12/2020										Version 05	
Client : OFPPT Adresse client : - Projet : Réalisation d'une expertise géotechnique et structurelle à l'ISTA HAY HASSANI 2 à Casablanca Date de prélèvement : 10/12/2020 Date de réception : 14/12/2020 Date d'essai : 15/12/2020					Nature du matériau : Tuf sableux Sondage n° : S8 Profondeur : 2,00 m Mode de prélèvement : Manuel Prélèvement effectué par : AKRAM Lieu d'essai : Laboratoire LABO CONTROL						
Référence d'échantillon	* Analyse granulométrique NM 13.1.008 (1998) (Voir courbe ci-dessous)			* Teneur en eau NM 13.1.152 (2011) W %	* Limites d'atterberg NM 13.1.007 (1998)		* Masse volumique p (kg/m³) NM 13.1.119 (2009)	Masse volumique sèche ps (kg/m³)	* VBS NF P 94-068 (1998)	Classification	
	< 0,08 mm %	< 2 mm %	< 20 mm %		W _L %	Indice de plasticité I _p				LCPC	GMTR
028/EXP/2020	27,7	78	92	3,3	21	NM	1800	1740	-	SI	-

Courbe d'analyse granulométrique



Ouverture des tamis en mm	100	80	63	50	40	31,5	25	20	16	14	12,5
% Tamisats cumulés	/	/	/	/	/	96	95	92	90	88	87
Ouverture des tamis en mm	10	8	6,3	5	4	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
% Tamisats cumulés	85	84	82	81	80	78	77	76	71	31	28

* Essai faisant partie du projet d'accréditation

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

Responsable d'essai E.MABOUTH	Responsable laboratoire H.HAMOUSSE
----------------------------------	---------------------------------------