



ROYAUME DU MAROC



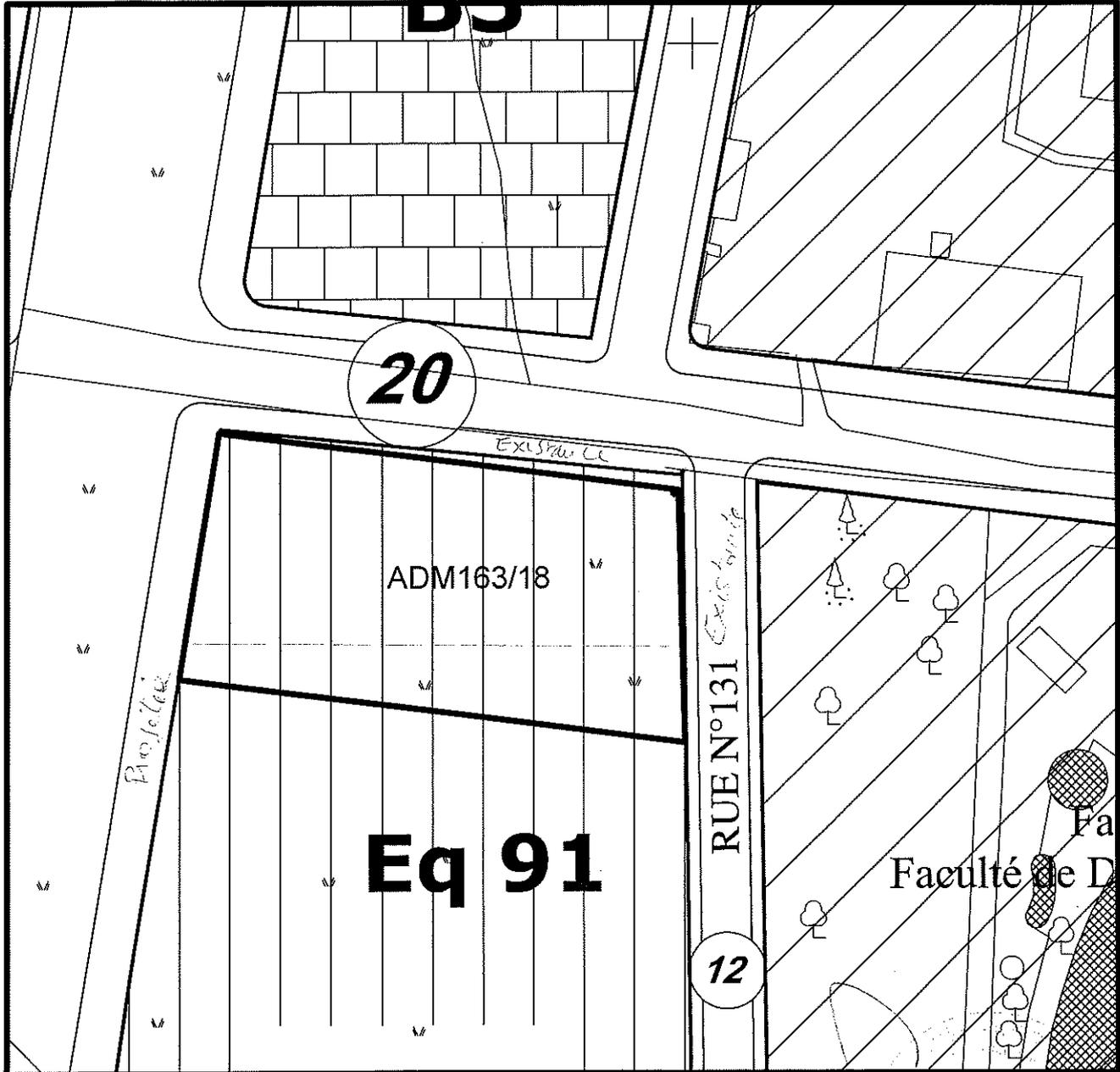
AGENCE URBAINE DE TETOUAN

Extrait de plan d'aménagement



Note de renseignements n°:ADM163/18

R.Foncières :partie R12986/G.

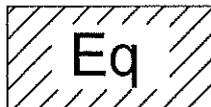


NATURE DU DOCUMENT:

P.A. de Martil

**ETAT:** Homologué par décret  
n°2.18.20 du 16 mai 2018  
(B.O. n° 6679 du 04 juin 2018)

**ECHELLE:** 1/1000



Equipements

*Handwritten signature and date: 20/05/17*

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Dénomination	Surfaces m <sup>2</sup>	Situation	Etat	Dénomination	Surfaces m <sup>2</sup>	Situation	Etat
Eq 21	6 189,00	F5	A créer	Eq 40	284,00	F7	Existant
Eq 22	5 270,00	F5	A créer	Eq 41	1 965,00	F7	Existant
Eq 43	421,00	F7	A créer	Eq 80	1 180,00	F10	A créer
Eq 44	354,00	F7	A créer	Eq 81	1 162,00	F10	A créer
Eq 45	476,00	F7	Existant	Eq 82	2 766,00	F10	A créer
Eq 46	78,00	F8	A créer	Eq 83	506,00	F12	A créer
Eq 47	862,00	F8	A créer	Eq 84	780,00	F12	Existant
Eq 48	716,00	F8	A créer	Eq 85	1 027,00	F12	A créer
Eq 49	559,00	F8	A créer	Eq 86	2 802,00	F14	A créer
Eq 50	586,00	F8	A créer	Eq 87	1 304,00	F14	A créer
Eq 51	1 134,00	F8	A créer	Eq 89	2 485,00	F8	A créer
Eq 52	334,00	F8	Existant	Eq 90	3 421,00	F8	A créer
Eq 53	298,00	F8	Existant	Eq 91	16 318,00	F12	A créer
Eq 54	2 311,00	F8	A créer	Eq 92	13 642,00	F12	A créer
Eq 55	422,00	F7	Existant	Eq 92	13 642,00	F12	A créer
Eq 56	398,00	F8	A créer	Eq 93	3 527,00	F2	A créer
Eq 57	165,00	F8	A créer	Eq 94	455,00	F2	A créer
Eq 58	200,00	F8	A créer	Eq 95	1 260,00	F2	A créer
Eq 59	293,00	F8	A créer	Eq 96	9 140,00	F5	A créer
Eq 60	788,00	F8	A créer	Eq 97	464,00	F5	A créer
Eq 61	3 492,00	F8	A créer	Eq 98	562,00	F4	A créer
Eq 62	5 538,00	F8	A créer	Eq 99	132,00	F5	A créer
Eq 64	459,00	F8	A créer	Eq 100	260,00	F8	A créer
Eq 65	173,00	F8	Existant	Eq 101	168,00	F8	A créer
Eq 66	186,00	F8	Existant	Eq 102	495,00	F12	A créer
Eq 67	6 222,00	F8	A créer	Eq 103	495,00	F12	A créer
Eq 68	8 727,00	F8	A créer	Eq 104	1 531,00	F7	Existant
Eq 69	829,00	F8	A créer	Eq 105	1 376,00	F7	Existant
Eq 70	865,00	F8	A créer	Eq 106	31 000,00	F5-F9	A créer
Eq 71	1 105,00	F8	A créer	Eq 107 (Théâtre)	31 000,00	F5-F9	A créer
Eq 73	53 480,00	F9	A créer	Eq 108 (Equipement privé d'intérêt général)	5513,00	F5-F9	A créer
Eq 75	21 661,00	F9-F13	A créer	Eq 109	1617,00	F4	A créer
Eq 78	1 088,00	F10	A créer	Eq 110	648,00	F4	A créer
Eq 79	1 179,00	F10	A créer	Eq 111 (Equipement privé d'intérêt général)	2895,00	F4	Existant

### 6-3- Les équipements de Santé :

Sont ou seront réservés aux équipements de santé, les espaces indiqués sur le plan par une représentation graphique appropriée, figurant en légende, désignés par la lettre (HP) ; (CS) et énumérés au tableau ci-après :

Dénomination	Surfaces m <sup>2</sup>	Situation	Etat
H1	21 214,00	F8	A créer
C.S. 1	582,00	F8	Existant
C.S. 2	681,00	F8	Existant
C.S. 3	2 905,00	F8	Existant



## ETUDE GEOTECHNIQUE

### CONSTRUCTION DE L'ISTA DE MARTIL



**Client:** « Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail »  
O.F.P.P.T

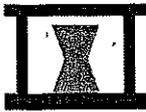
**Référence de la commande :** BC N° 153/2018/DBAT/S.ET

---

**Rapport N°:** RT 1811-12-02

**Dossier N°:** AM 067/18

---



## INFORMATION QUALITE DU DOCUMENT

### ❖ INFORMATIONS GENERALES

Organisme	Laboratoire AMICATRA
Document	Rapport d'étude géotechnique du sol de fondation
Titre du projet	Étude géotechnique du sol de fondation pour la construction de l'ISTA de Martil
Date	Mois Novembre-Décembre 2018
Dossier N°	AM 067/18
Rapport N°	RT 1811-12-02
Version N°	00

### ❖ HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Réalisé par :	Validé par :	Observations
00	M. R. BELLAMINE Ingénieur d'État Expert en Génie Civil	M. R. BELLAMINE Ingénieur d'État Expert en Génie Civil	RAS

### ❖ DESTINATAIRES

Organisme	Nom	Observations
Public	« Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail » O.F.P.P.T	

Le Laboratoire AMICATRA reste à votre disposition pour vous donner toutes les informations utiles à la bonne compréhension du présent rapport.

Seul le rapport original fait foi, toute reproduction partielle ou intégrale de ce rapport est Sans accord préalable de notre part est strictement interdite.



## TABLE DES MATIERES

I- INTRODUCTION.....	2
II- MISSIONS DU LABORATOIRE AMICATRA.....	2
III- CONTEXTES GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE, CLIMATOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....	3
1- Cadre Géographique.....	3
2- Cadre Géologique.....	4
3- Cadre Climatologique.....	6
4- Cadre hydrographique.....	6
IV- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE ET ESSAIS DE LABORATOIRE.....	7
1- Consistance de la campagne de reconnaissance.....	7
2- Coupes lithologiques.....	7
2.1) Sondages mécaniques.....	7
2.2) Sondages carottés.....	8
3- Nappe phréatique.....	8
4- Programme d'essais et références normatives.....	8
5- Essais de laboratoire.....	9
5.1) Résultats des essais d'identification.....	9
5.2) Résultats des essais mécaniques.....	9
V- ETUDE DE FONDATION DU BATIMENT.....	10
1. Système de fondation.....	10
2. Profondeur d'ancrage et sol d'assise des fondations.....	10
3. Calcul de la contrainte admissible.....	10
4. Tassements éventuels pour la variante 1.....	12
5. Terrassements.....	13
6. Possibilité de réutilisation des matériaux en remblai.....	13
7. Données parasismiques.....	13
VI- SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS.....	15
1. Synthèse de l'étude.....	15
2. Précautions et recommandations constructives.....	15
ANNEXES.....	17
ANNEXE I : PV D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DES SOLS.....	18
ANNEXE II : ESSAIS MECANIQUES DE CISAILLEMENT A LA BOITE.....	19
ANNEXE III : ESSAIS DE COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE ET EVALUATION DU TASSEMENT.....	21
ANNEXE IV : ILLUSTRATION PHOTOGRAPHIQUE DU SITE.....	23
ANNEXE V : CONDITIONS D'UTILISATION EN REMBLAI DU LIMON ARGILEUX SELON GMTR.....	24
OBSERVATIONS IMPORTANTES.....	25



## **I- INTRODUCTION**

Dans le cadre du projet de construction d'un institut spécialisé de technologie appliquée à Martil, le laboratoire AMICATRA a procédé à l'étude géotechnique de fondation relative au projet précité, en vue de déterminer les paramètres géotechniques ainsi que les recommandations constructives relatives au sol de fondation et qui s'imposent préalablement à la conception du projet.

Il s'agit de :

- Synthèse et interprétation des données collectées des sondages réalisés avec relevé éventuel du niveau de la nappe phréatique ;
- Caractérisation des sols par les essais d'identification selon LCPC et GMTR ;
- Détermination du sol d'assise, de la profondeur d'ancrage et du type de fondation ;
- Calcul de la contrainte admissible du sol d'assise et estimation des tassements éventuels.
- Proposition des recommandations constructives quant aux conditions d'exécution des travaux.

## **II- MISSIONS DU LABORATOIRE AMICATRA**

La mission géotechnique du laboratoire AMICATRA consiste à chercher les solutions optimales des problèmes géotechniques posés partant de la reconnaissance de la nature et des conditions du terrain.

L'intervention du laboratoire AMICATRA est scindée en (04) phases :

- ❖ **Phase 1** : Intervention sur le terrain pour effectuer la reconnaissance du site et prélèvements d'échantillons ;
- ❖ **Phase 2** : Réalisation des essais en laboratoire sur les échantillons prélevés ;
- ❖ **Phase 3** : Interprétation des résultats d'essais et des données récoltées ;
- ❖ **Phase 4** : Elaboration des solutions optimales et rédaction du rapport d'étude.

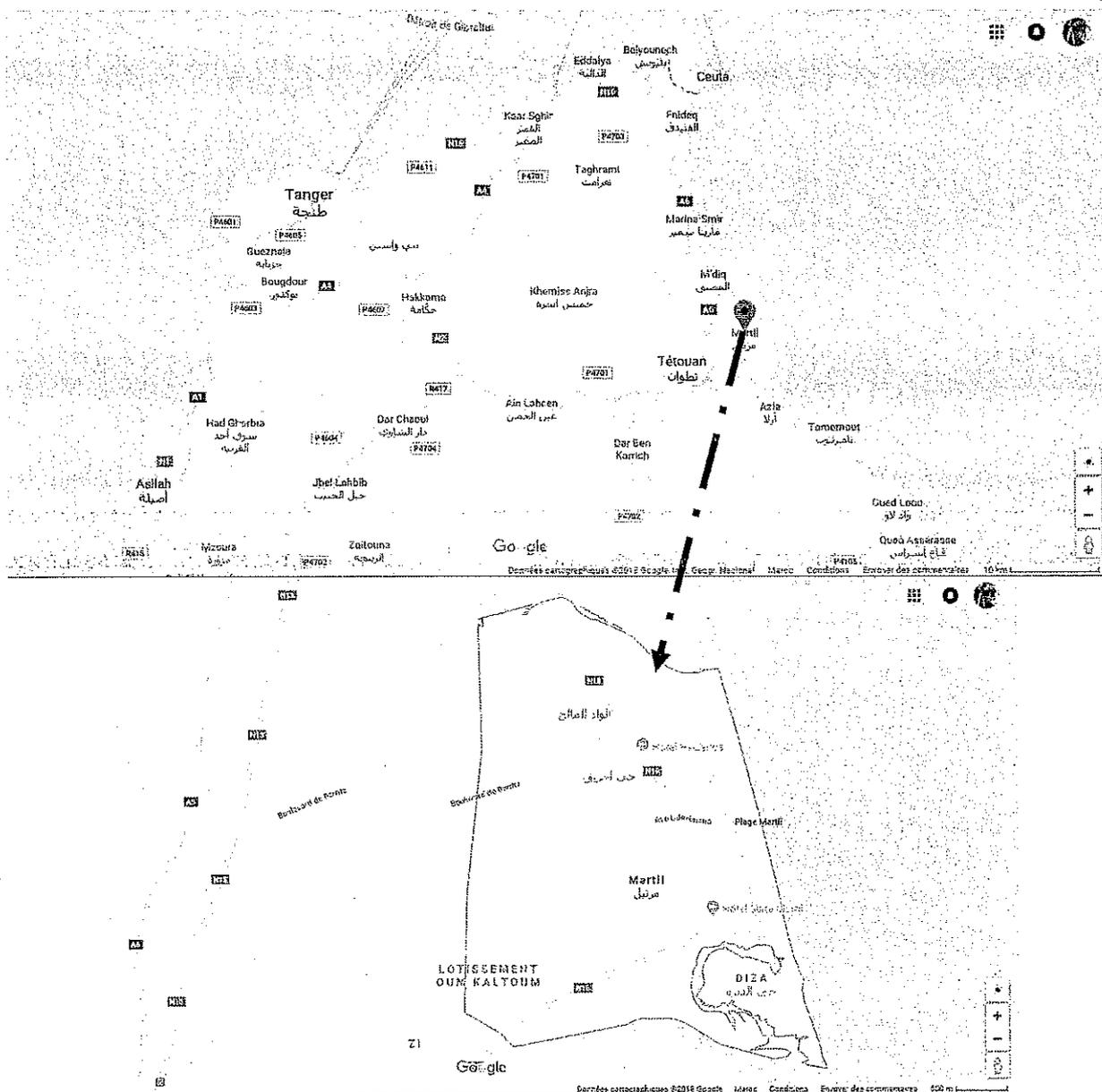


### III- CONTEXTES GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE, CLIMATOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

#### 1- Cadre Géographique

Martil (en espagnol : Río Martín), d'où relève le site du projet, est une cité balnéaire marocaine située au Nord-Est de Tétouan, au bord de la mer Méditerranée, dans la région de Tanger-Tétouan-Aï Hocéïma.

Alors qu'elle faisait partie de la province de Tétouan, elle a été rattachée à la préfecture de M'diq-Fnideq en 2010.

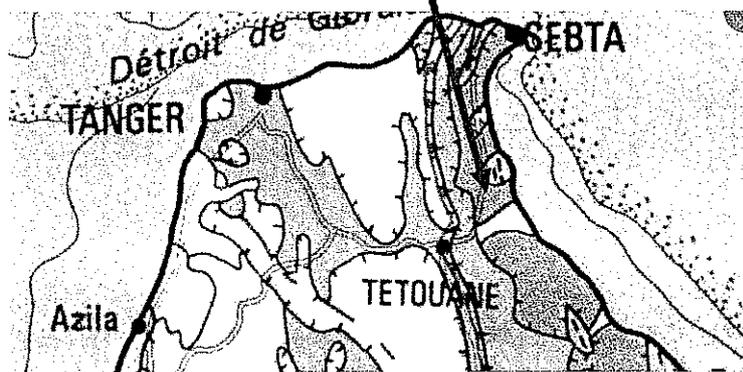
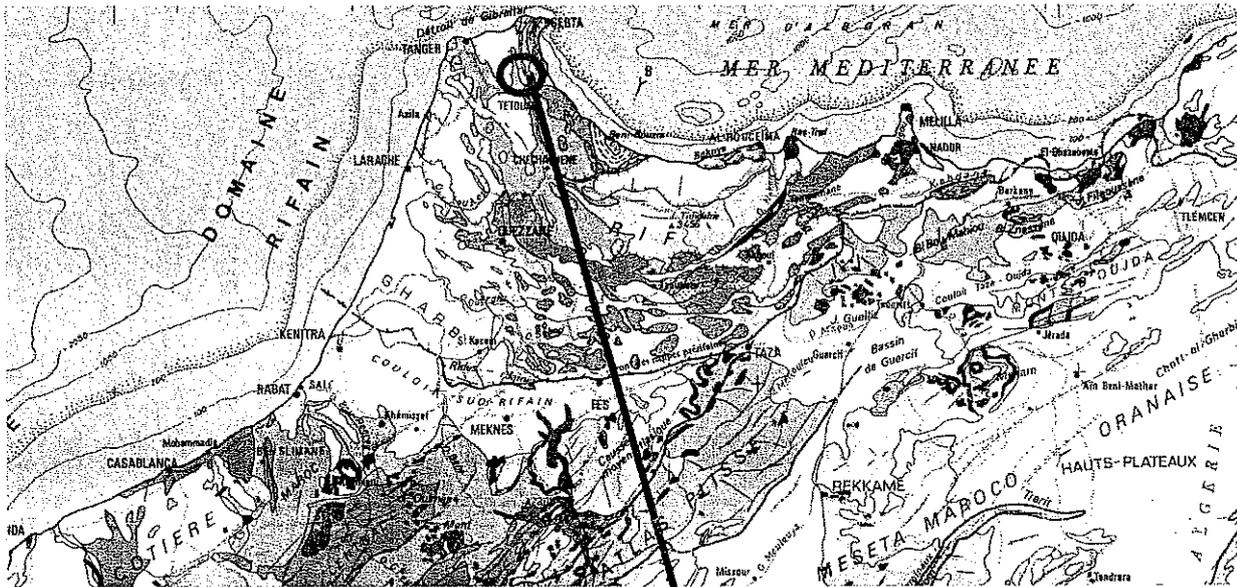


Situation géographique de la ville de MARTIL dans la région de Tanger-Tétouan-Aï Hocéïma





Carte des principales régions structurales du Maroc



DOMAINE RIFAIN

	Quaternaire du Gharb (sables, grès, limons et alluvions)		
	Néogène du Gharb et des synclinaux internes (grès molassiques et marnes du Mio.cen. Fliscent maris ou lacustres) et Quaternaire thersois et alluvions		
	Rides sud-orientales (calcaires jurassiques, marnes, sables, etc.)		
	Périalpin externe (marnes miocènes à oligocènes)		ZONE PRÉ-RIFAINE
	Périalpin interne (calcaires et flyschs jurassiques, marnes crétacées, marnes et grès tertiaires)		
	Calcaires et flyschs jurassico-crétacés, marnes et grès tertiaires a) Serpentine de Beni Maïek b) Trias du Nekor		ZONE MÉSÓ-RIFAINE (TENSAMANE)
	Nappes supérieures: Ouzerane } marnes et calcaires miocènes, du Crétacé moyen et supérieur, marnes blanches de l'Éocène inférieure		
	Nappes moyennes: Akouil-Habl		Nappes d'origine intra-rifaine
	Nappes inférieures: Souhaja a) calcaires basiques b) flyschs jurassico-crétacés		ZONE INTRA-RIFAINE
	a) Zone de Kizma: (flyschs jurassico-crétacés) b) Zone de Tazour (marnes et marne-crétacées du Crétacé moyen et supérieur)		
	Nappes de Chouamra, Melouza, Beni-Idder, Tzâim et nord-marocain (flyschs secondaires et tertiaires)		NAPPES D'ORIGINE ULTRA-RIFAINE OU PRÉ-DORSALIENNE (?)
	Hautes-plateaux crétacés, flyschs tertiaires et dolomites du Trias et du Lias avec d'autres séries réduites du Mésozoïque, éocènes, grès et marnes tertiaires		ZONES EXTÉRIÈRES
	Nappes périalpiniques et permio-triassiques: Ghomrâtes (schistes, grès et conglomérats)		ZONES DES FLECHES
	a) Massif ultrabasique des Beni-Bouzen (granulites) b) Massif métamorphique igné, métachistes et séries épimétamorphiques permio-triassiques de Fédjéou		ZONES INTERNES
	Hautes-plateaux oranaise		

Extraits de la carte structurale du Maroc Echelle 1/ 2 000 000 Dressées par M. SAADI (1982) /Ministère de l'Énergie et des Mines/ Direction Géologie / Réalisation cartographique ELECTRO WATT Ingénieurs conseils – SA Zurich – Rabat



### **3- Cadre Climatologique**

De par leur situation à l'extrême Nord-ouest du pays et la variabilité imprimée à leur relief par les nombreux massifs montagneux de la chaîne du Rif et les plaines côtières, les bassins du Loukkos, du Tangérois et de la côte méditerranéenne sont soumis à des conditions météorologiques variées. Ainsi, l'influence océanique qui caractérise les bassins du Loukkos et du Tangérois s'atténue progressivement dans les bassins côtiers du Nord avec une aridité de plus en plus prononcée d'Ouest en Est.

Toute la partie du littoral occidental, entre Larache et Martil appartient à la zone humide ou sub-humide avec des précipitations qui peuvent dépasser 700 mm/an. La partie Est de la région (particulièrement pour les bas bassins situés entre Jebha et Al Hoceima) reçoit à peine 400 mm/an. Au niveau des hauts reliefs, la pluviométrie moyenne varie entre 1800 mm sur la partie ouest du Rif (massifs montagneux du Haouz et de la dorsale calcaire) et 600 mm sur les hauts bassins du Rif à l'est de l'Oued Ouringa. Les températures restent en général, clémentes en hiver, douces en été, aussi bien sur les côtes qu'en altitude.

### **4- Cadre hydrographique**

La région recèle de grandes potentialités en eau de surface matérialisées par la subsistance d'importants cours d'eaux (M'harhar, El Hachef, Ayacha, Ouergha, Innaouen, Ghiss, Nekkour). En revanche, vu la dominance de formations géologiques imperméables, les réserves en eaux souterraines demeurent assez modestes. Du point de vue hydrographique, la région est drainée par de nombreux cours d'eau qui, à leur embouchure, forment des vallées très étroites, à l'exception de celles du Loukkos, de Martil et de Oued Laou.

Les eaux de surface constituent l'essentiel des ressources en eau de la région. La forte intensité des précipitations, la prédominance du faciès argileux et le relief à caractère accidenté caractérisé par de fortes pentes, favorisent le ruissellement et limitent l'importance des ressources souterraines. Seules les chaînes calcaires, les plaines, les vallées alluviales et quelques rares petits bassins isolés bénéficient de l'infiltration des eaux de pluie, ce qui donne naissance à des réservoirs souterrains dont l'importance, modeste par ailleurs, varie d'une unité à l'autre.



#### IV- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE ET ESSAIS DE LABORATOIRE

##### 1- Consistance de la campagne de reconnaissance

La mission de reconnaissance géotechnique in-situ du site réservé au projet de construction d'un institut spécialisé de technologie appliquée à Martil a consisté en :

- L'exécution de 03-sondages mécaniques ;
- L'exécution de 02-sondages carottés.

##### 2- Coupes lithologiques

###### 2.1) Sondages mécaniques

Les sondages mécaniques réalisés ont mis en évidence les coupes lithologiques suivantes :

Sondages	Côtes / TN	Désignations
S1	0,00 à -1,50 m	Tout venant
	de - 1,50 à -4,00 m	limon-argileux verdâtre
	-4,00 à -5,00 m	Sable noirâtre
S2	0,00 à -1,40 m	Tout venant
	de - 1,40 à -3,60 m	limon-argileux verdâtre
	-3,60 à -5,00 m	Sable noirâtre
S3	0,00 à -1,30 m	Tout venant
	de - 1,30 à -3,90 m	limon-argileux verdâtre
	-3,90 à -5,00 m	Sable noirâtre

##### ⇒ Commentaire :

L'examen des sondages exécutés montre que le terrain est constitué des formations de sols décrites du haut en bas comme suit :

- Couche de tout venant jaunâtre de 1,30 à 1,50 m d'épaisseur ;
- Couche de limon-argileux verdâtre de 2,20 m à 2,60 m d'épaisseur ;
- Couche de sable noirâtre de 1,00 m à 1,40 m d'épaisseur à la limite des profondeurs des sondages réalisés.



## 2.2) Sondages carottés

En plus des sondages mécaniques, deux sondages carottés de 15m de profondeur ont été exécutés dans le but d'appréhender la nature du terrain en profondeur. Les coupes lithologiques des terrains rencontrés sont comme suit :

Sondages	Côtes / TN	Désignations
SC1	0,00 à -1,35 m	Tout venant
	de - 1,35 à -4,20 m	limon-argileux verdâtre
	de - 4,20 à -15,00 m	Sable noirâtre
SC2	0,00 à -1,45 m	Tout venant
	de - 1,45 à -5,20 m	limon-argileux verdâtre
	de - 5,20 à -15,00 m	Sable noirâtre

⇒ **Commentaire :** L'examen des sondages carottés exécutés montre que le terrain est constitué des formations de sols décrites du haut en bas comme suit :

- Couche de tout venant en surface de **1,40m** d'épaisseur en moyenne ;
- Couche limono-argileux verdâtre de **3,30m** d'épaisseur en moyenne ;
- Et en fin des sondages à partir de **4m** environ on rencontre une couche de sable limoneux noirâtre.

## 3- Nappe phréatique

Il est à noter qu'à la limite des sondages réalisés, une nappe phréatique a été détectée en mois de **Novembre 2018** à partir de 5m/TN.

## 4- Programme d'essais et références normatives

Le tableau suivant présente les différents essais auxquels ont été soumis les échantillons prélevés ainsi que leurs références normatives :

Intitulé de l'essai	Références normatives
Analyse granulométrique des sols par tamisage	NM 13.1.008
Teneur en eau des sols par étuvage	NM 13.1.010
Limites d'ATTERBERG	NM 13.1.007
Cisaillement rectiligne à la boîte	NM 13.1.021
Essai de compressibilité à l'oedomètre	NM 13.1.003
Méthode de mesure de la densité par pesée hydrostatique	NF P 94-053



## 5- Essais de laboratoire

### 5.1) Résultats des essais d'identification

Les résultats des essais d'identification des échantillons prélevés de chaque formation sont récapitulés dans le tableau suivant :

Lieu prélèvement	Nature sol	Granulométrie % Ouvertures de tamis en (mm)					Limites d'Atterberg		Classification	
		D <sub>max</sub>	< 0,08	< 2	< 5	< 20	WL	IP	LCPC	GMTR
S1 (-2,50 m/TN)	limon-argileux verdâtre	3.15	88	96	100	100	68	29	Lt	A <sub>3</sub>
SC1 (-5,00 m/TN)	Sable noirâtre	2	37	100	100	100	20	NM	SL	A <sub>1</sub>

Le PV des essais d'identification est présenté en **Annexe I**.

#### ⇒ Commentaire :

Des essais d'identification, il en ressort que les sols rencontrés au droit du site se classent en 02-catégories telles que :

- **Catégorie 1 :** Limon-argileux verdâtre avec 88 % de fines et de 3.15 mm de D<sub>max</sub>, se classe dans la catégorie des **Limoneux très plastique « Lt »** d'après la classification LCPC et de **A<sub>3</sub>** selon la classification GMTR.
- **Catégorie 2 :** Ce sol avec un D<sub>max</sub> moyen de 2mm et 37 de fines, est dans la catégorie des sols grenus classé **Sable Limoneux « SL »** d'après la classification LCPC et **A<sub>1</sub>** selon la classification GMTR.

### 5.2) Résultats des essais mécaniques

Les caractéristiques mécaniques intrinsèques déterminées par essai de cisaillement direct sont consignées dans le tableau suivant :

Nature échantillon		Limoneux très plastique	Sable limoneux
Profondeur en m/TN		-2.50	-5.00
Caractéristiques mécaniques	Densité humide	$\gamma_h = 1,68 \text{ t/m}^3$	$\gamma_h = 1,40 \text{ t/m}^3$
	Densité sèche	$\gamma_d = 1,30 \text{ t/m}^3$	$\gamma_d = 0,97 \text{ t/m}^3$



intrinsèques	Cohésion	$C' = 0,29\text{bars}$	$C' = 0,00\text{bars}$
	Angle de frottement	$\varphi' = 18^\circ$	$\varphi' = 29^\circ$

Les résultats des essais de cisaillement rectiligne à la boîte sont joints en **Annexe II**.

## V- ETUDE DE FONDATION DU BATIMENT

### 1. Système de fondation

Compte tenu de la nature du projet, les fondations seront de type superficiel sur **semelles isolées** rigidifiées par des longrines et chaînage de liaison et/ou **semelles filantes** selon la nature des éléments de structure de la construction projetée.

### 2. Profondeur d'ancrage et sol d'assise des fondations

La présente étude géotechnique du système de fondation est diligentée selon deux variantes d'ancrage des semelles à savoir :

- Variante 1 : Construction ou parties de construction **sans sous sol**, avec un ancrage des semelles **au minimum** de 1,50m par rapport au terrain naturel. Dans cette situation le sol d'assise des fondations empruntera la formation de sol des **limons très plastique** « Lt »;
- Variante 2 : Construction ou parties de construction **avec un sous sol**, avec un ancrage des semelles **au minimum** de 4,00m par rapport au terrain naturel. Les semelles seront ancrées **au minimum** de 1m par rapport à la plate forme de dallage du sous sol. Le niveau de fondation sera rattrapé le cas échéant par un massif en gros béton. Dans cette situation le sol d'assise des fondations empruntera la formation de sol des **sables limoneux** « SL ».

La contrainte admissible pour ces niveaux de fondation est consignée ci-après.

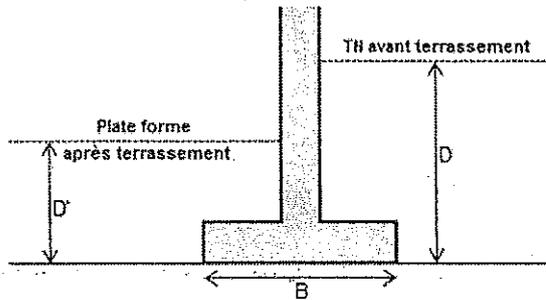
### 3. Calcul de la contrainte admissible

La contrainte admissible pour les deux variantes de niveau de fondation est calculée comme suit :



En exploitant les résultats des essais mécaniques de cisaillement à la boîte de casa grande la contrainte de rupture  $q_u$  et la contrainte admissible  $Q_{ad}$  sous une fondation superficielle sont données par les formules suivantes :

$$q_u = \frac{1}{2} S_\gamma \gamma B N_\gamma + S_c C N_c + S_q \gamma D N_q$$



- C : Cohésion du sol en Bars ;
- D' : Profondeur d'ancrage en m ;
- D : Profondeur de fouille ;
- B : Largeur de la semelle en m ;
- L : Longueur de la semelle en m ;
- $\gamma$  : Densité humide du sol, déjàugée sous la nappe phréatique ;
- $N_c$ ,  $N_\gamma$  et  $N_q$  Facteurs de portance ;
- $S_c$ ,  $S_\gamma$  et  $S_q$  : coefficients de forme.

$$Q_{ad} = (q_u - \gamma D)/F + \gamma \cdot D' \quad \text{avec: } F = \begin{cases} 3 \text{ à l'ELS} \\ 2 \text{ à l'ELU} \end{cases}$$

- Pour une semelle isolée rectangulaire :  $S_c = 1 + 0.2B/L$ ;  $S_\gamma = 1 - 0.2B/L$  et  $S_q = 1$
- pour une semelle filante  $S_c = S_\gamma = S_q = 1$  ;

D'où tout calcul fait pour  $B = L = 1m$  on trouve :

Batiment ou partie de bâtiment sans sous sol											
Arguments	C'	$\phi'$	Nc	N $\gamma$	Nq	S $\gamma$	Sc	Sq	q <sub>u</sub> (bars)	Q <sub>adm</sub> (bars)	
										ELS	ELU
Semelle isolée	0,29	18	13,28	2,66	5,44	0,80	1,20	1,00	5,54	1,95	2,85
Semelle filante										1,70	2,48
Batiment ou partie de bâtiment avec sous sol											
Arguments	C'	$\phi'$	Nc	N $\gamma$	Nq	S $\gamma$	Sc	Sq	q <sub>u</sub> (bars)	Q <sub>adm</sub> (bars)	
										ELS	ELU
Semelle isolée	0,00	29	28,14	16,10	16,94	0,80	1,20	1,00	7,42	2,44	3,61
Semelle filante										2,49	3,69

**Contrainte admissible de dimensionnement**

Nous préconisons donc une contrainte admissible de dimensionnement de :

- **Variante 1**: Construction ou parties de construction *sans sous sol*, 1.70 bars à l'ELS et 2.50 bars à l'ELU ;
- **Variante 2**: Construction ou parties de construction *avec un sous sol*, 2.40 bars à l'ELS et 3.60 bars à l'ELU.



#### 4. Tassements éventuels pour la variante 1

Compte tenu de la plasticité de la couche de sol pour la variante 1, un essai de compressibilité à l'oedomètre a été réalisé sur un échantillon de sol en limon très plastique pour une évaluation des tassements.

Les caractéristiques géotechniques de déformation de cette formation de sol issues de la courbe de compressibilité à l'oedomètre (voir résultats d'essais en annexes) sont comme suit :

- Contrainte de pré-consolidation  $\sigma'_p = 178.40$  Kpa
- Indice de compression  $C_c = 0.374$
- Indice de gonflement  $C_s = 0.002$

Le calcul du tassement à l'oedomètre est donné par la formule suivante :

$$\Delta H = -H_0 \cdot \frac{C_s}{1 + e_0} \cdot \log \left( \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} \right) - H_0 \cdot \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot \log \left( \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma'}{\sigma'_p} \right)$$

La valeur de  $\Delta \sigma'$  est déduite de l'abaque de Steinbrenner (voir abaque en annexes du présent rapport de présentation). Selon cet abaque  $\Delta \sigma' = qI$ . La valeur de la charge  $q$  uniformément répartie sur une semelle carrée de  $1,40 \times 1,40$ m est évaluée comme suit :

Dans l'hypothèse d'un bâtiment en béton armé pesant  $1.0$  tonne/m<sup>2</sup> par niveau (dans notre cas RDC + 2étages), et pour une surface tributaire de  $25$ m<sup>2</sup> pour la colonne la plus chargée, en considérant des portées de  $5.0$ m maximum, une charge pour les trois niveaux, de l'ordre de  $75$  tonnes sera transmise au sol de fondation.

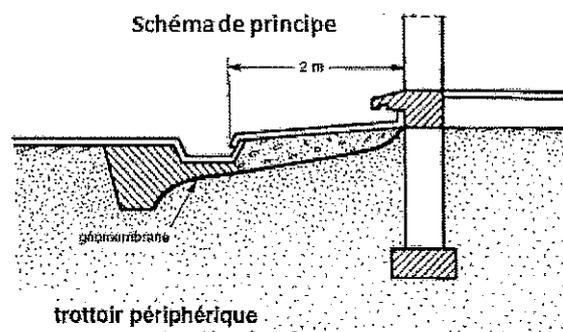
Cette charge sera supposée verticale et centrée sur la semelle. La charge  $q$  supposée uniformément répartie sur la semelle est de  $38$ t/m<sup>2</sup>. Cependant, si les charges effectivement rapportées au sol support devaient s'avérer différentes de celles estimées par nos soins, il



conviendrait d'en informer le Laboratoire AMICATRA afin de revoir en tout ou en partie les conclusions du présent rapport.

Le tassement total obtenu en utilisant la méthode des couches est de l'ordre de 6cm (voir note de calcul ci jointe en annexes).

Toutefois, les semelles isolées doivent être rigidifiées par des longrines et chainages de liaison pour absorber tout mouvement inévitable des tassements différentiels, le cas échéant. Aussi, il est conseillé de prévoir un dallage périphérique autour des bâtiments avec une contre pente pour protéger les fondations, des eaux de ruissellement de pluie favorables aux tassements différentielles.



## 5. Terrassements

Les travaux de terrassement se feront par des moyens classiques type pelles, pioches, pelles mécaniques et engins classiques de terrassement de moyenne puissance.

## 6. Possibilité de réutilisation des matériaux en remblai

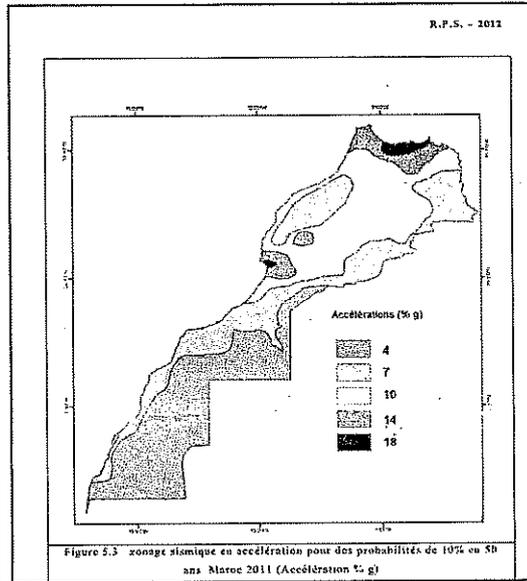
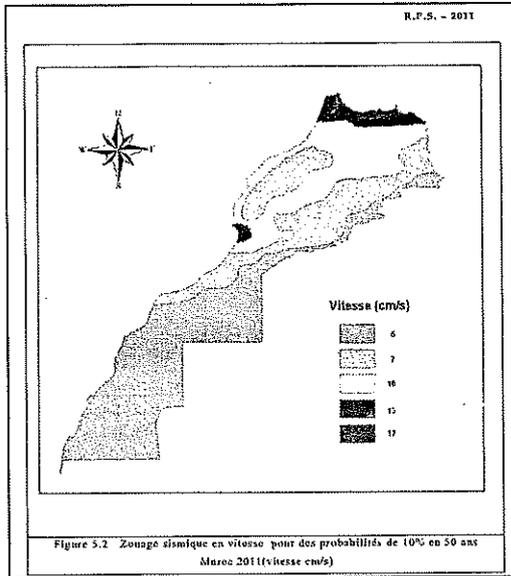
D'après les essais d'identification, il en ressort que les sols en surface (jusqu'à 5m de profondeur) prédominants sur le site du projet sont des limons-argileux très plastiques classés A<sub>3</sub> selon la classification GMTR. Ces conditions d'utilisation en remblai sont consignées en annexe V du présent rapport de présentation.

## 7. Données parasismiques

Depuis le séisme d'Agadir en 1960 (Md: 5,7 sur l'échelle de Richter), les chocs principaux d'Al Hoceima qui ont eu lieu le 26 mai 1994 (Md: 5,4 sur l'échelle de Richter) et le 24 février 2004 (Md=6.5 sur l'échelle de Richter) constituent les événements majeurs qu'a connu le Maroc durant le XXe siècle.



D'après le nouveau règlement parasismique « Marocain RPS 2000 » : Version 2011, le site du projet admet les paramètres parasismiques suivants :



**Micro zonage sismique au Maroc**

Paramètres de vitesse $v/l$ (m/s)	Numéro de zone de vitesse $Z_v$
0.00	0
0.07	1
0.10	2
0.13	3
0.17	4

Tableau 5.1 – Coefficient de vitesse (Probabilité 10% en 50 ans)

Numéro de zone sismique en vitesse	<b>4</b>
Coefficient de vitesse $v/l$	<b>V = 0,17 m/s</b> pour probabilité de 10 % en 50 ans
Numéro de zone sismique en d'accélération	<b>3</b>
Coefficient d'accélération	<b>A = 0,14 g</b> pour une probabilité d'apparition de 10 % en 50 ans
Classe de priorité parasismique	<b>II</b>



Coefficient de priorité I	1,20
Type de site	S3
Coefficient de site	1,4
Niveau de ductilité	ND2
Facteur de comportement	K = 1,4
Coefficient d'amortissement	$\zeta = 5\%$

Les dispositions parasismiques constructives réglementaires doivent être prises en considération pour l'élaboration du projet de structure en BA.

## VI- SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS

### 1. Synthèse de l'étude

L'étude géotechnique du sol de fondation relative à la construction d'un institut spécialisé de technologie appliquée à Martil, fait ressortir les conclusions suivantes :

Lithologie du terrain	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Couche de tout venant de 1,40m d'épaisseur en moyenne;</li><li>▪ Couche de limon-argileux verdâtre « Lt » en surface de 2,40 m d'épaisseur en moyenne;</li><li>▪ Et en fin des sondages carottés à partir de 4m environ on rencontre une couche de sable limoneux « SL ».</li></ul>
Nappe phréatique	A partir de 5m de profondeur par rapport au terrain naturel
Type de fondation	Semelles filantes et/ou isolées rigidifiées par des longrines et chainages de liaison
Niveau d'ancrage	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Blocs de bâtiment sans sous sol : 1,50m/TN au minimum</li><li>▪ Blocs de bâtiment avec sous sol : 4,00m/TN au minimum</li></ul>
Sol d'assise	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Limon-argileux pour la variante sans sous sol et Sable limoneux pour la variante avec sous sol.</li></ul>
Contrainte admissible	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Blocs de bâtiment sans sous-sol : 1,70 bars ELS et 2,50 bars ELU</li><li>▪ Blocs de bâtiment avec sous-sol : 2,40 bars ELS et 3,60 bars ELU</li></ul>

### 2. Précautions et recommandations constructives

Il est vivement recommandé de :



- ⇒ Prévoir un dallage périphérique autour du bâtiment avec une contre pente pour protéger les fondations aux eaux de ruissellement de pluie favorables aux tassements différentiels ;
- ⇒ La plate forme de dallage doit être réalisée sur une couche en tout venant de carrière 0/31,5mm compacté à 95% de l'OPM ou par hérissonnage ;
- ⇒ Couler le béton des fondations immédiatement après l'ouverture du fond de fouilles, afin d'éviter les effets des intempéries.
- ⇒ Des moyens de protection contre l'éboulement de terre et effondrement des parois sont à prévoir lors de l'exécution des travaux de type blindages ;
- ⇒ Prendre en compte les différentes dispositions de sécurité lors de l'exécution des travaux de terrassement sur site ;
- ⇒ Veiller à la bonne qualité des matériaux de construction : Ciment, sable, agrégats, aciers et éléments pour la maçonnerie, et vérifier leur conformité aux spécifications normatives en Vigueur.
- ⇒ Prendre en considération, les dispositions parasismiques constructives réglementaires pour l'élaboration du projet de structure en BA.

Au terme de cette étude, nous vous recommandons vivement de faire appel au laboratoire AMICATRA pour la réception des fonds de fouilles avant tout coulage du béton.

Le laboratoire AMICATRA reste à votre disposition pour tout complément d'information dans le cadre de sa mission.

L'Ingénieur d'État Expert en Génie Civil

M. R. BELLAMINE

Le Directeur du laboratoire AMICATRA

A. AAZZOUZ

Laboratoire AMICATRA  
Etudes, Contrôles, Expertises et Essais en BTP  
Lot. Zerdal, Tranche II, N° 459 Bouknadel - Sale  
Téléphone : 05 27 27 27 27  
Email : amicatrat@amicatrat.com

**IMPORTANT :**

- Les résultats d'essai de ce rapport concernent seulement les échantillons soumis à l'essai ;
- Seul le rapport original fait foi, toute reproduction sans l'approbation écrite du laboratoire AMICATRA est strictement interdite et n'engage en aucun cas la responsabilité de celui-ci.



# ANNEXES

- ♣ **ANNEXE I : PV D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DES SOLS**
- ♣ **ANNEXE II : ESSAIS DE CISAILLEMENT A LA BOITE**
- ♣ **ANNEXE III : ESSAIS DE COMPRESSIBILITE**
- ♣ **ANNEXE IV : ILLUSTRATION PHOTOGRAPHIQUE**
- ♣ **ANNEXE V : CONDITION D'UTILISATION EN REMBLAI DU  
LIMON ARGILEUX SELON GMTR**
- ♣ **OBSERVATIONS IMPORTANTES**



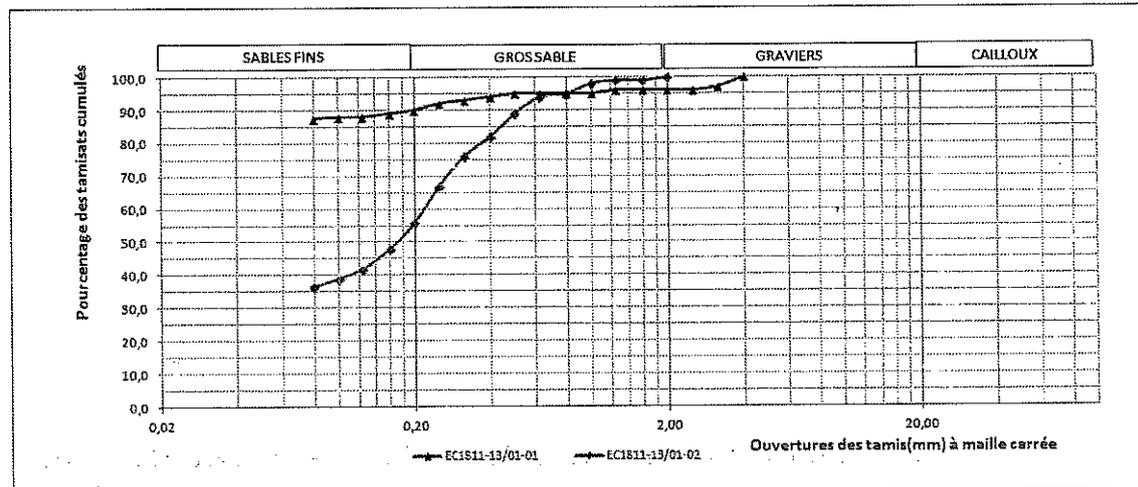
**ANNEXE I : PV D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DES SOLS**



**ESSAIS D'IDENTIFICATION**

Laboratoire AMICATRA

Client :	OFPPT			
Chantier :	CONSTRUCTION D'UN INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE MARTIL			
Référence Laboratoire	Nature échantillon	Date de prélèvement	Date d'essai	Lieu de prélèvement
EC1811-13/01-01	Limon argileux verdâtre	12/11/2018	19/04/2018	S1 (-2,50 m/TN)
EC1811-13/01-02	Sable limoneux noirâtre	12/11/2018	20/04/2018	S1 (-5,00 m/TN)



Granulométrie % [NM 13.1.008]					Limites d'Atterberg [NM 13.1.007]		Teneur en eau (%)	Classification	
Dmax (mm)	< 0,08 mm	< 2 mm	< 5 mm	< 20 mm	WL	IP		LCPC	GMTR
3,15	88	96	100	100	68	29	29,5	Lt	A3
2	37	100	100	100	20	NM	44,6	SL	A1

Technicien/Opérateur	Responsable du laboratoire	Observations
Mr M.AHABRI	Mr. B. MHAOUACH	RAS



## ANNEXE II : ESSAIS MECANQUES DE CISAILLEMENT A LA BOITE

		<b>PROCES-VERBAL D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE_ CISAILLEMENT DIRECT</b>							
Laboratoire AMICATRA		NM 13.1.021							
Client :		OFPPT							
Projet :		CONSTRUCTION D'UN INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE MARTIL							
Référence laboratoire : EC1811-13/01-01		Caractéristiques de l'éprouvette							
Date d'essai : 19/11/2018		Diamètre: 60 mm		Hauteur: 20 mm					
N°Sondage : S1		Profondeur: (-2,50 m/TN)		Date du prélèvement :12/11/2018					
				Nature de soi : Marne verdâtre					
Identification des éprouvettes de sol				$\delta_s$ Mesuré = — g/cm3 Estimé = 2,65 g/cm3					
N°	Avant essai					Après Cisaillement	$\sigma$ Bars	Paramètres de résistance au cisaillement	
	$\delta$	$\delta_d$	W %	e	Sr	W %		$\tau$ Bars	$\delta_l$ 1/100 mm
1	1,94	1,52	27,53	0,74	99	31,02	1	0,630	500
2	1,94	1,52	27,85	0,74	99	30,00	2	0,920	500
3	1,94	1,53	27,42	0,74	99	31,58	3	1,260	500
Contrainte Tangentielle [Bars] 		Résistance au cisaillement [Bars] 							
Résultats		Cohésion effective			Angle de frottement effectif				
		C'p = 0,29 Bars			$\phi'$ p = 18 Degrés				



**ÉTUDE GEOTECHNIQUE DU SOL DE FONDATION  
POUR LA CONSTRUCTION D'UN INSTITUT  
SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE A MARTIL**

Dossier N° : AM067/18

Rapport N° : RT 1811-12/02

Page 20 sur 25



Laboratoire AMICATRA

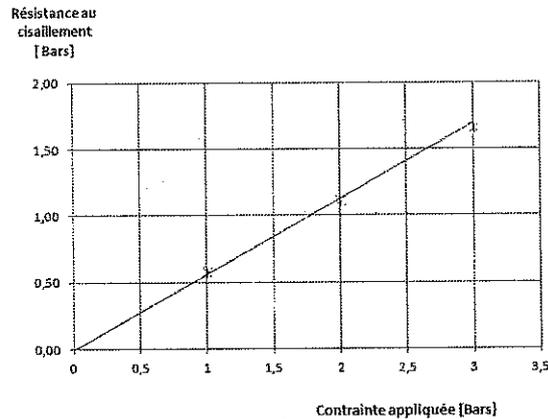
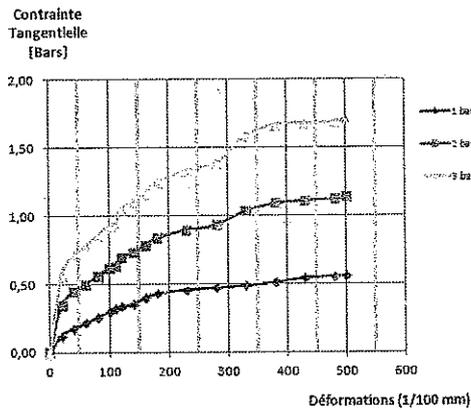
**PROCES-VERBAL D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE\_ CISAILLEMENT DIRECT  
NM 13.1.021**

Client : OFPPT	
Projet : CONSTRUCTION D'UN INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE MARTIL	
Référence laboratoire : EC1811-13/01-02	Caractéristiques de l'éprouvette
Date d'essai : 19/11/2018	Diamètre: 60 mm Hauteur: 20 mm
N°Sondage : S1	Profondeur: S1 (-5,00 m/TN)
Date du prélèvement : 12/11/2018	
Nature de sol : Sabie limoneux noirâtre	

Identification des éprouvettes de sol

$\delta_s$   
Mesuré = ----- g/cm<sup>3</sup>  
Estimé = 2,65 g/cm<sup>3</sup>

N°	Avant essai					Après Cisaillement	$\sigma$ Bars	Paramètres de résistance au cisaillement	
	$\delta$	$\delta_d$	W %	e	Sr	W %		$\tau$ Bars	$\delta_l$ 1/100 mm
1	1,42	0,98	43,87	1,69	69	53,13	1	0,580	500
2	1,42	0,99	43,33	1,68	68	52,08	2	1,120	500
3	1,42	0,99	43,47	1,68	68	52,08	3	1,660	500



Résultats	Cohésion effective		Angle de frottement effectif	
	C'p =	0,00 Bars	$\phi'$ p =	29 Degrés



## ANNEXE III : ESSAIS DE COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE ET EVALUATION DU TASSEMENT



**AMICATRA**

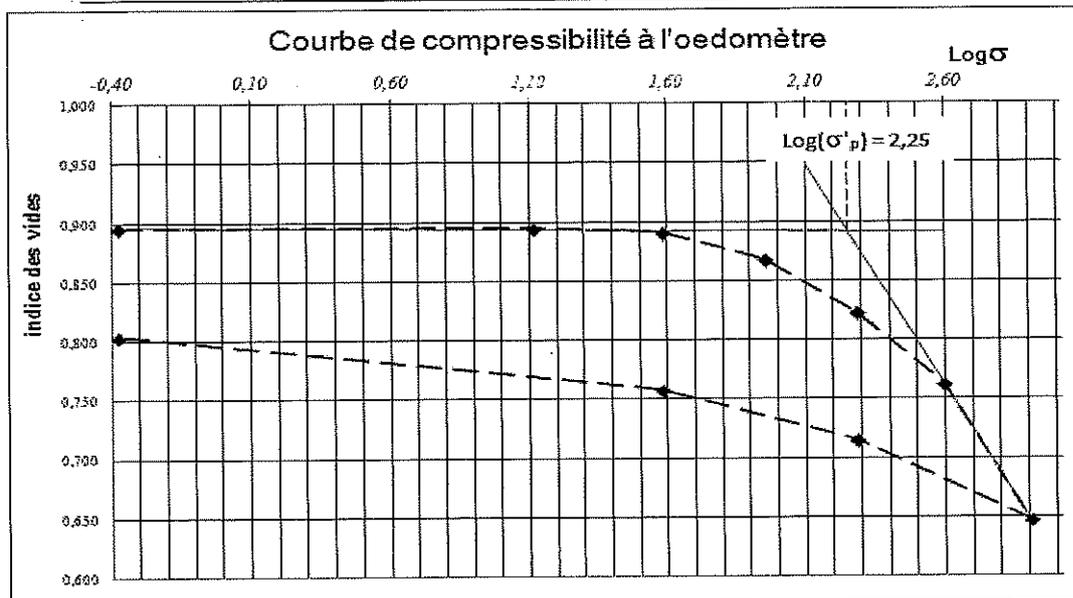
Date d'essai	13/11/2018
N° Dossier	AM067/18
N° Rapport	AM-RT1811-12-02
Annexe	III/1

Laboratoire des études, Contrôles de la qualité et Essais en BTP Qualifiée par le METL sous N° LAB/14

CLIENT : OFPPT

AFFAIRE : CONSTRUCTION D'UN INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE A MARTIL

### NOTE D'ESTIMATION DU TASSEMENT SOUS UNE SEMELLE DE 1,40x1,40m



1 - Caractéristiques de compressibilité du sol de fondation

$\gamma_{sat} = 1,68 \text{ t/m}^3$     $C_c = -0,374$     $C_s = -0,002$     $\sigma'_p = 178,4 \text{ Kpa}$     $e_o = 0,812$

2 - Dimensions et ancrage de la semelle rectangulaire

$B = 1,40 \text{ m}$     $L = 1,40 \text{ m}$     $D = 1,50 \text{ m}$

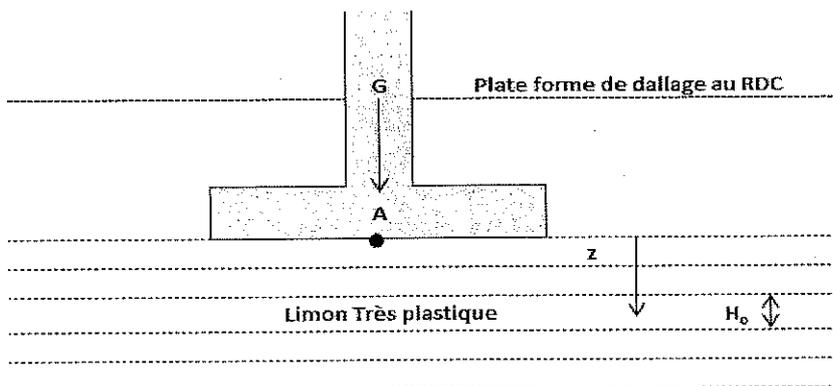
3 - Charge totale estimée transmise au sous sol par l'intermédiaire de la semelle

$G = 75 \text{ t}$     $q = 383 \text{ Kpa}$

4 - Epaisseur d'une couche élémentaire

$H_o = 0,25 \text{ m}$

5 - Calcul du tassement au centre de la semelle (méthode des coucl





**AMICATRA**

Date d'essai	13/11/2018
N° Dossier	AM067/18
N° Rapport	AM-RT1811-12-02
Annexe	III/2

Laboratoire des études, Contrôles de la qualité et Essais en BTP Qualifiée par le METL sous N° LAB/14

**CLIENT :** OFPPT

**AFFAIRE :** CONSTRUCTION D'UN INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE A MARTIL

**Construction en RDC+2**

Prof/TN (m)	Epaisseur couche (m)	$\sigma'_{vo}$ (kpa)	m	n	$I_1 + I_2$	$\Delta\sigma'_z$ (kpa) $2q(I_1 + I_2)$	$\sigma'_z$ (kpa)	Tassement partiel (cm)	Tassement cumulé (cm)
1,63	0,25	27,30	5,60	5,60	0,4979	381,08	408,4	1,87	1,87
1,88	0,50	31,50	1,87	1,87	0,4585	350,89	382,4	1,72	3,60
2,13	0,75	35,70	1,12	1,12	0,3769	288,47	324,2	1,35	4,95
2,38	1,00	39,90	0,80	0,80	0,2921	223,58	263,5	0,89	5,84
2,63	1,25	44,10	0,62	0,62	0,2234	170,99	215,1	0,43	6,27
2,88	1,50	48,30	0,51	0,51	0,1723	131,88	180,2	0,03	6,30
3,13	1,75	52,50	0,43	0,43	0,1351	103,41	155,9	0,01	6,31
3,38	2,00	56,70	0,37	0,37	0,1079	82,58	139,3	0,01	6,32
3,63	2,25	60,90	0,33	0,33	0,0877	67,12	128,0	0,01	6,33
3,88	2,50	65,10	0,29	0,29	0,0724	55,43	120,5	0,01	6,34
4,13	2,75	69,30	0,27	0,27	0,0607	46,45	115,7	0,01	6,34

Tassement final **6,34 cm**

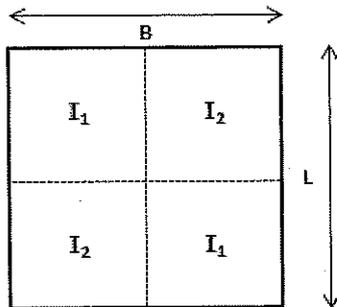
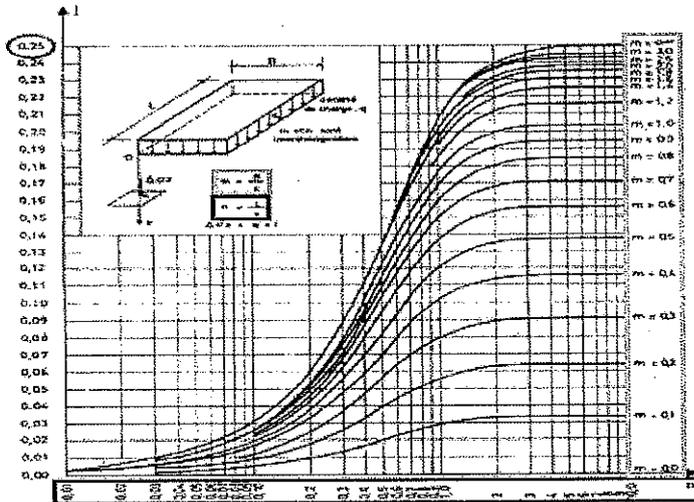
**2.3.3 Charge uniforme rectangulaire**

Abaque de Steinbrenner

- calcul sous un angle de l'aire chargée

- I en fonction de L/z et B/z

- L et B interchangeable

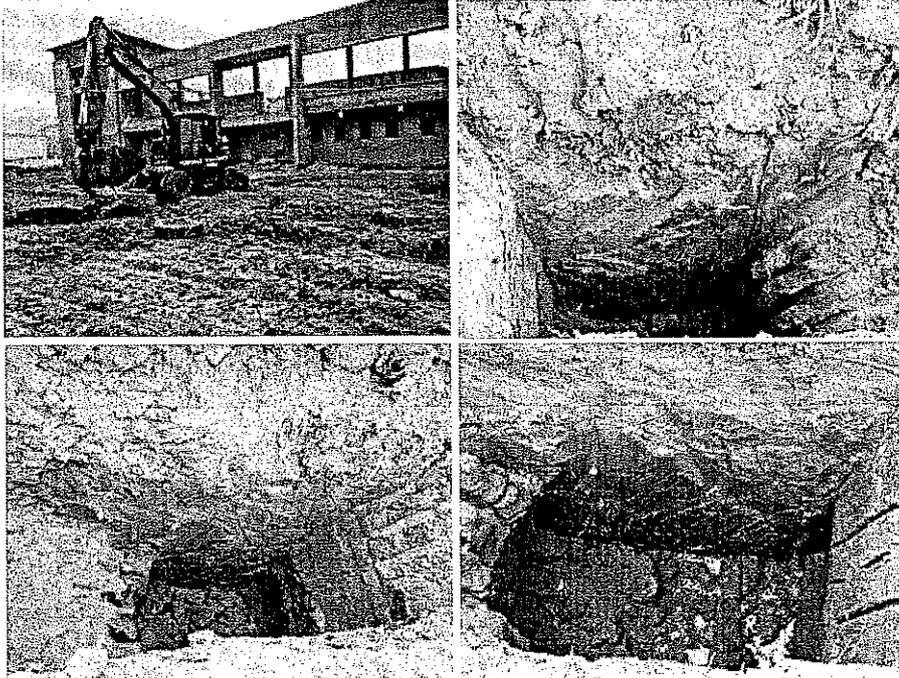


d'où  $\Delta\sigma'_z = 2q(I_1 + I_2)$   
I est déterminé sur l'abaque pour  $m = 0,5B/z$  et  $n = 0,5L/z$

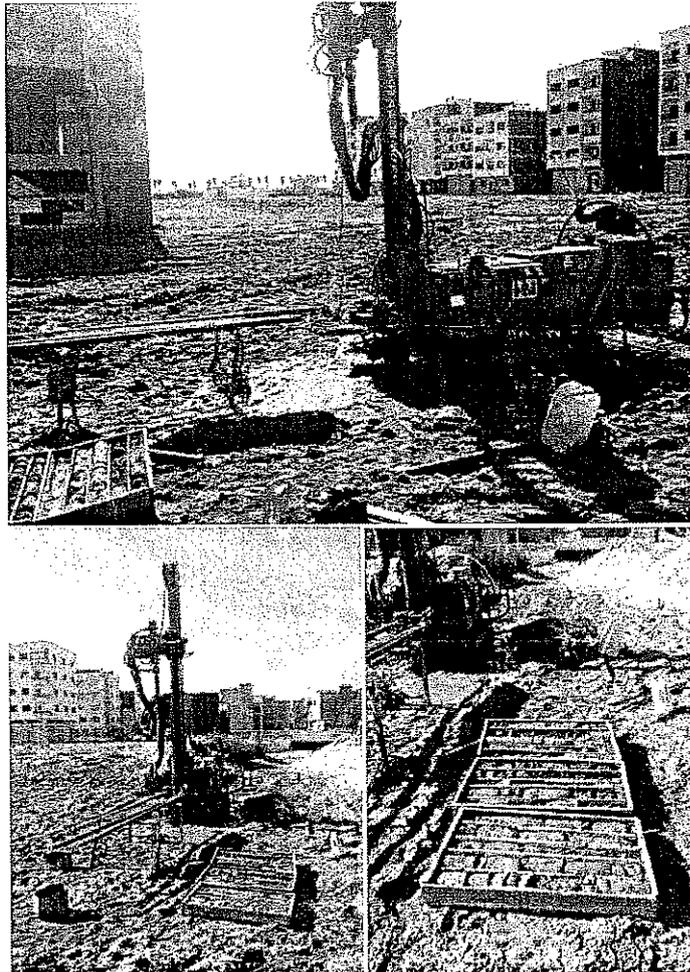


## ANNEXE IV : ILLUSTRATION PHOTOGRAPHIQUE DU SITE

Sondages mécaniques



Sondages carottés





## ANNEXE V : CONDITIONS D'UTILISATION EN REMBLAI DU LIMON ARGILEUX SELON GMTR

A<sub>3h</sub> : humide, A<sub>3m</sub> : moyennement humide, A<sub>3s</sub> : sec, A<sub>3ts</sub> : très sec

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai
<b>A<sub>3th</sub></b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>		
<b>A<sub>3h</sub></b>	<p>Sols difficiles à mettre en œuvre en raison :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de leur caractère collant ou glissant dû à leur grande plasticité et à leur faible perméabilité</li> <li>- de leur portance faible</li> </ul> <p>La mise en dépôt provisoire n'est pas une solution dans le climat français moyen. Le drainage prévisible ne permet pas de réduire utilement la teneur en eau W.</p>	++	pluie forte Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante <b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen <b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)
		-	évaporation importante <b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen <b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
<b>A<sub>3m</sub></b>	<p>La plasticité de ces sols entraîne pour les remblais des risques de glissement d'autant plus grande que les remblais sont élevés, même dans les meilleures conditions (w, météo) de mise en œuvre</p>	++	pluie forte Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		-	évaporation importante <b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) <b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)
<b>A<sub>3s</sub></b>	<p>Comme ci-dessus, la plasticité de ces sols, entraîne pour les remblais des risques de glissement d'autant plus grands que les remblais sont élevés. La forte cohésion de ces sols exige un fractionnement et un compactage énergique en couches minces. La portance élevée ne doit pas faire illusion vis-à-vis des tassements ultérieurs possibles. Le changement d'état pour humidification dans la masse ne constitue pas une modalité réaliste</p>	++	pluie forte Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante W : arrosage superficiel pour maintien de l'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)
		-	évaporation importante E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)
<b>A<sub>3ts</sub></b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>		



## OBSERVATIONS IMPORTANTES

⇒ Le présent Rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit d'AMICATRA ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.

⇒ Des changements dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions par rapport aux données de la présente étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent, par conséquent, être portés à la connaissance d'AMICATRA.

⇒ De mêmes, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des opérations de substitutions et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : hétérogénéité localisée, venue d'eau, etc.) peuvent rendre caduque tout ou partie des conclusions du rapport.

⇒ Le Laboratoire AMICATRA ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit préalable son accord sur lesdites modifications.

**Laboratoire AMICATRA**