المختبر المتوسطي للبناء والطرق
Laboratoire Méditerranéen du Bâtiment et des Routes
L.M.B.R
Laboratoire qualifié et classé par le Ministère de l'équipement et des transports N° :

DOCUMENT : RAPPORT

CLIENT : ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES DE FES.

PROJET : TRAVAUX DE CONSTRUCTION D'UN BLOC DE BUREAUX A L'ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES DE FES SIS A LA ROUTE D'IMOUZZER-FES

REF. : LM/ETU/043/2018

DATE : FES, LE

PRESTATION :

ETUDE GEOTECHNIQUE

S.A.R.L. au Capital de 2 000 000,00 DH
Patente : 55913091 – RC : 28149
CNSS : 759 95 27 – IF : 4503303
RIB : 127 270 21211 9039122 000 0 17

L.M.B.R

Km 7, Route d'Aéroport, Ouled Tayeb BP : 10 - Fès
Tél. : 06 60 15 10 19 - Fax : 05 35 72 76 17
GSM :06 65 20 02 70 & 06 74 58 33 38
E-mail : labolmbr@gmail.com
www.lmbr.ma

INTRODUCTION :

Dans le cadre du projet de construction d'un bloc de bureaux à l'ENSA à la ville de Fès ; **l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès** a confié au **L**aboratoire **M**éditerranéen du **B**âtiment et des **R**outes **LMBR - Fès**, l'étude géotechnique de fondation de dit projet.

Le présent rapport présente les résultats des reconnaissances et les essais de Laboratoire réalisés lors de cette étude géotechnique de fondation, il définit en outre :

- Les résultats des reconnaissances géotechniques par réalisation des sondages mécaniques.
- La détermination d'une éventuelle nappe phréatique.
- Les résultats des essais au laboratoire.
- Le niveau d'assise préconisé pour la fondation de construction.
- Le type de fondation à adopter.
- La contrainte admissible du terrain.
- Le mode de terrassement à envisager.
- Les recommandations et les mesures constructives nécessaires à prévoir.
- Les dispositions parasismiques qui doivent être pris en considération afin de permettre aux bâtiments de résister convenablement aux secousses sismiques.

I. SITUATION ET DESCRIPTION DU PROJET :

I-1/Situation et accès au projet :

Le site, réservé au projet, est situé au sein de l'école nationale des sciences appliquées de Fès .

L'accès au projet est directement à partir de la route nationale RN8.

Figure N° 1 :
Vue aérienne du site objet de la présente étude (Extrait de Google Earth).

I-2/Description du projet :

Le projet de la présente étude sera composé d'un bloc de bureaux pour enseignants à l'ENSAF en RDJ + RDC + 1 Etage.

II. GEOMORPHOLOGIE ET GEOLOGIE :

II-1- APERÇU GEOMORPHOLOGIQUE :

Le site, réservé au projet, est situé sur un terrain présentant une topographie plate. Il est limité par des courbes de niveau **451/NGM** et **453/NGM.**

Photo n° 1 :
Montrant une vue du site réservé à la construction du projet.

Photo n° 1

⇨ **Etude de stabilité de terrain :**

* Le terrain du projet est situé dans un terrain en topographie plate et aucun signe de glissement de terrain n'a été remarqué.

* Au voisinage immédiat du projet, aucun signe d'instabilité (poussée des terres, accidents de terrain …) n'a été révélé.

II-2- APERÇU GEOLOGIQUE ET TECTONIQUE :

Cadre géologique général :

La zone d'étude est située à cheval sur deux grandes unités structurales du Maroc : Le domaine rifain au Nord représenté dans notre secteur par les rides sud rifaines de Fès (Jbels Tghat et Zalagh) et le sillon sud rifain au Sud représenté par la plaine de Fès. Les grands traits de la géodynamique de ces deux zones structurales seront rappelés ci-après.

A. Le domaine rifain :

La chaîne rifaine appartient au système des chaînes alpines de la Méditerranée occidentale, elle se prolonge vers l'Est dans le tell algérien avec lequel elle forme les maghrébines (Auboiun et Debelmas, 1980 ; Durant et Delga, 1980 ; In Frizon et al. 1991). Dans cette orogenèse, on distingue du Nord au Sud trois grands domaines: les zones internes ; les zones externes et les rides sud rifaines.

Les zones internes (Dorsale calcaire, Ghomarides paléozoïques, Sebtides métamorphiques), font partie d'un Terrain d'Alboran qui se prolonge au-delà du détroit de Gibraltar dans les Cordillères bétiques (Malaguides, Alpujarrides). Ces zones qui forment le socle de la mer d'Alboran sont communes aux deux chaînes (Frizon et al., 1991). Elles sont constituées d'un empilement de nappes où deux grands ensembles litholo-structuraux sont distingués ; le complexe Sebtide et le complexe Ghomaride auquel associé la dorsale calcaire (Didon et al., 1973).

L'articulation entre le domaine externe et interne montre un dispositif structural particulier : les Ghomarides et la dorsale calcaire sont verticalisés et reposent par troncature sur les unités externes (Favre, 1995).

Le domaine externe représente la marge téthysienne du continent africain. Ces séries sédimentaires d'âge Cénozoïque sont subdivisées en trois unités : l'unité intrarifaine de Kétama-Tanger ou Intrarif, les unités mésorifaines ou mésorif et les unités prérifaines ou prérif. Il est considéré depuis longtemps (Suter, 1967), comme un empilement de nappe de charriage à vergence Sud ; nappes des flyschs situées entre les zones internes au Nord et les unités intrarifaines de Tanger Kétama au Sud (Suter, 1980) ; nappe de Senhadja (Hottinger et Suter, 1961) ; nappe de Ouazzane (Suter, 1967) ; nappe de Temsamane et nappe d'Aknoul. Les structures développées au jurassique subirent une inversion tectonique dés le crétacé, où les failles normales jurassiques ont joué en chevauchement, ensuite elles sont reprises en décrochements NE-SW et NW-SE (Asebry et al., 1987). Des observations récentes, lithostratigraphiques et tectoniques, effectuées dans le rif central montrent que les affleurements jurassiques, situés dans le secteur méridional du domaine subrifain, comme le cœur d'anticlinaux qui sont parautochtones et dont la

structuration tortonienne s'est achevée par le jeu de chevauchement au cours du Messinien (Asebriy et al. ,1992).

Les rides sud rifaines qui occupent la partie la plus méridionale de la chaîne rifaine sont constituées par des reliefs d'âge jurassiques séparés par des dépressions occupées par des terrains néogènes. Leur direction générale Est-Ouest résulte d'un grand décollement vers le sud situé au niveau du Trias lors de la mise en place par compression des structures du prérif (Durand-Delga et al., 1960-1962) ; Ces structures en compression sont associées à un système de décrochements conjugués NE-SW dextres et WNW-ESE senestres, et amplifiées par des mouvements diapiriques (Vidal et Faugères, 1975 et Faugères, 1978). Elles résultent du décollement de la couverture méso-cénozoïque de la région vers le sud et de l'affrontement entre le prisme sédimentaire en déplacement et le bâti rigide des paléobordures du bassin jurassique. Ce dernier aurait joué un rôle de butoir. Le décollement de la couverture méso-cénozoique s'est effectué par translation progressive du NE vers le SW et par relais successifs d'anticlinaux de propagation (Haddaoui et al., 1997).

B. Le sillon sud rifain :

Le sillon sud rifain est un large synclinal dans sa partie septentrionale, la localisation de la ville de Fès. C'est un bassin à un substratum anté-Miocène qui est formé essentiellement par le Lias calcaire, sur ce dernier reposent en discordance, une puissante série monotone mio-plio-quaternaire qui débute par des faciès transgressifs de Miocène moyen-supérieur surmontés par les marnes du Tortono-Messinien (Faugères, 1978), sur une grande puissance. Au-dessus de ces derniers se déposent les formations fluvio-lacustres du pliocène supérieur-quaternaire moyen (Ahmamou, 1987).

Ce sillon, par sa position charnière entre deux domaines structuraux très différents tant par la nature et l'âge des terrains que le style tectonique et l'âge de déformation, montre une dissymétrie très influençant sur la nature et la répartition de son remplissage sédimentaire (Cirac, 1985). La transgression Miocène est d'origine tectonique qui résulte de l'affaissement du plancher de bassin, par des accidents du socle NE-SW et N-S, par le morcellement de la région (Morel, 1988), avec une accentuation de la subsidence par des failles synsédimentaires et des accidents bordières, contrôlant la sédimentation

(Rachid, 1997). L'extension de la transgression Miocène matérialisée par le débordement de la flexuration sur l'arrière pays, favorisant la flexuration générale vers le Nord. Cette flexuration est le résultat du jeu distensif du réseau d'accidents, jouant en failles normales, N40 et N120 dans la région de Séfrou (Charrière, 1990).

Les dépôts miocènes sont organisés en deux unités sédimentaires (Cirac, 1985) : les grès et les marno-calcaires à caractères transgressifs sont bien développés sur la bordure méridionales du sillon ; les marnes bleues du Tortono-Messinien, à mince intercalations marno-gréseuses qui sont plus épaisses et occupent le centre du bassin. Ces marnes sont recouvertes par les grès missiniens, correspondant au faciès sahélien (Taltasse, 1953) d'âge Pliocène moyen (Gourari, communication orale). L'installation du système lacustre au Pliocène supérieur (Ahmamaou, 1987).

L'analyse de la fracturation dans les séries sédimentaires de bassin de Saïss a permis à Aït Brahim et Chotin (1983) de déterminer deux phases compressives dont les directions ont varié au cours du temps selon un mode anti-horaire, depuis une direction NE-SW au Miocène supérieur à N-S au Quaternaire.

Encadrée à l'Est par l'Oued Sebou et à l'Ouest par la vallée d'Aîn Chkef, notre secteur d'étude constitue, par son positionnement à la jonction de la chaîne rifaine et le bassin de Saïss, une grande importance dans la compréhension de la nature et la géodynamique de cette limite.

- ***Cadre géographique et géomorphologique :***

La zone d'étude est caractérisée par des dépressions subéquatoriales encadrées par des reliefs antiformaux.

La dépression septentrionale correspond au Bled Tchat-Bled Doum Daoud, bordée au Nord par une axe antiformal de direction courbe depuis jbel Zalagh (E-W à ENE-WSW) aux écailles de Koudiate (NW-SE) et au sud par la surélévation E-W de jbel Tghat.

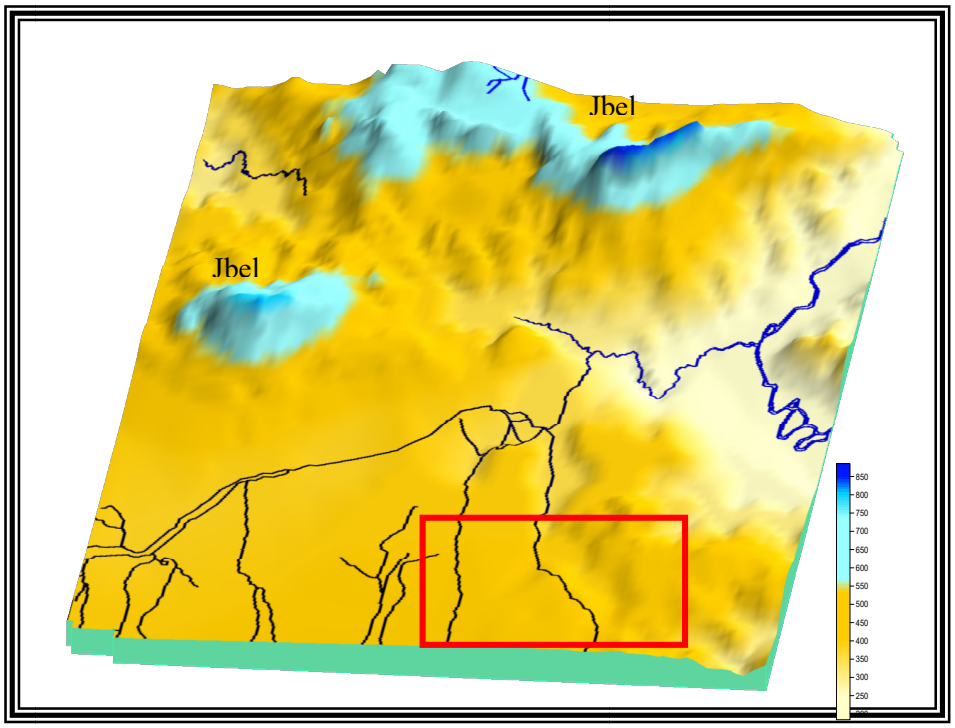


Figure N° 2 :
Morphologie de la zone d'étude (carré rouge) (Modèle numérique du terrain MNT).

Cette dépression, occupée principalement par des formations de Miocène, est caractérisée par un diamètre de courbure ne dépasse pas quelques kilomètres, débutant par des faciès molassiques du Miocène Moyen-supérieur (Faugères, 1978) qui sont localisés aux bordures Nord et Sud du bassin au niveau des abords des rides. Sans discordance les marnes blanches reposent sur les molasses et les marnes grises Tortono-Messiniennes affleurent sur la totalité du bassin. Cette dernière formation est intercalée vers le sommet par le sable du Miocène terminal.

Une vaste plaine, c'est la plaine de Fès qui se développe dans le bassin de Saïss, correspondant à la deuxième dépression, bordée au Nord par des reliefs où la localisation de jbel Tghat. Cette plaine est une vaste dépression dissymétrique de direction EW qui présente une altitude décroissante du Sud au Nord mais se relève au contact du front de Tghat au Nord. Les empreintes de L'architecture du réseau hydrographique sont bien marquées dans cette plaine, qui a été morcelée par oued Sebou et ses affluents, surtout à l'Est de la plaine où coule oued Boufekrane dans les collines marneuses, qui sont très découpées. Tandis à l'ouest, Oued Fès coule dans un axe EW dans une pente très faible, sans creusement observé dans cet axe. Les reliefs qui forment l'axe de reliefs général se poursuivent de l'Ouest (Douar Tlaha) à l'Est (Bled Msika). Au SE de la ville les reliefs sont plus modestes, collines molles et arrondies, la plus haute de ces reliefs c'est Koudiat

Ben Jelik. Géologiquement cette plaine remplie par des formations du Néogène, les marnes du Tortono-Messinien qui affleurent sur la bordure Nord et au NE et SE de la zone d'étude. Le sable du Miocène terminal affleure sur la bordure Nord dans un axe EW depuis Bled Msika à l'ouest jusqu'au la confluence de Oued Sebou avec Oued Fès à l'est. Les formations fluvio-lacustres du Plio-quaternaire sont très largement affleurées dans le secteur d'étude où les marnes Tortono-Missinènnes constituent leur substratum, elles sont représentées par des conglomérats à l'est du secteur et au bordure nord du bassin, tandis que les calcaires lacustres occupent la parie centrale du bassin de Saïss.

- ***Etats des données géologiques***

Dans le but de donner un aperçu sur l'évolution Néogène de secteur d'étude, on va évoquer les principaux travaux réalisés dans cette zone. Cette dernière est considérée comme clé, par sa situation sur deux grands domaines structuraux précités. Peu de travaux ont concernés la région depuis la monographie de Faugères (1978).

1. Les rides, Zalagh et Tghat :

Ce sont des lignes de reliefs ou des anticlinaux à ossature jurassique surplombent les dépôts néogènes du bassin de Saïss. Elles ont été érigées depuis la fin du Miocène moyen-supérieur jusqu'au Pliocène inférieur (Faugères, 1978).

Ces rides ont été interprétées comme des écailles de matériel mésozoïque de l'avant rifain, résultent d'une phase de compression contemporaine de la mise en place de la nappe prérifaine (Suter, 1975). Dans leur l'évolution structurale de ces édifices, Faugères (1978) distingue trois étapes : l'une distensive d'âge triasico-jurassique, étape jurassique-miocène moyen caractérisée par une stabilité et émersion du domaine et une autre d'âge miocène supérieur-pliocène où la compression est dominante.

Au niveau de Zalagh et Tghat, une étude microtectonique (Aït Brahim et Chotin, 1983) qui a été réalisée dans le but de déterminer la contrainte responsable de cette structuration. Les résultats obtenus définissent deux directions de la compression ; la première N025 àN030 affecte les terrains jusqu'au Miocène supérieur, et la seconde N000 affecte les calcaires lacustres du Pliocène supérieur-Quaternaire.

2. La plaine de Fès

Constitue la partie orientale de bassin lacustre de Saïss. A la suite de la phase compressive N025-030 qui est à l'origine de la surrection des rides sud rifaines, la mer a été chassée de la plaine de Saïss qui se rattache au continent avec installation d'un système lacustre (Faugères, 1978). Au Nord de Fès à Bab el Guissa, ces dépôts lacustres reposent en discordance sur les marnes et les grès du miocène terminal (Aït Brahim et Chotin, 1983).

L'analyse de la déformation des calcaires lacustres sur la bordure nord du bassin du Saïss, note la présence d'un épisode distensif qui est d'âge Pliocène supérieur (Ahmamou, 1989). Cet épisode a contribué à l'approfondissement du bassin, suivi de mouvements compressifs Plio-Quaternaires qui sont responsables de l'exhaussement du prérif et de son avancement par chevauchement sur la plaine de Saïss (Ahmamou, 1989).

Cadre tectonique :

Notre secteur d'étude, qui ceinture le périmètre urbain de Fès, se situe à cheval sur le front de la chaîne rifaine et la bordure septentrionale du sillon Sud rifain. Cette position lui confère une géométrie des structures particulière dominées au Nord, au contact du front de la chaîne rifaine ou rides prérifaines, par une importante tectonique tangentielle à vergence sud à l'origine de la surrection des reliefs de Zalagh et de Tghat à ossature jurassique. Au Sud, la plaine de Fès qui fait partie du bassin de Saïss où les terrains néogènes et plio-quaternaires, relativement moins déformés, sont subtabulaires sauf à sa marge nord au contact des résurgences jurassiques des rides prérifaines où ils sont fortement redressés voir inversés.

Dans l'ensemble, la structure est dominée par des accidents chevauchants qui émergent plus particulièrement dans la moitié du secteur cartographié. La composante sud dominante dans la vergence de cette tectonique tangentielle s'amortit dans des grandes structures anticlinoriales et synclinoriales de longueur d'onde kilométrique, orientées globalement E-W. Ce plissement flexural et la tectonique de chevauchement ont fonctionné conjointement comme deux manifestations de la même déformation de raccourcissement horizontal N-S.

La corrélation, à l'échelle cartographique, de ces grandes structures permettra de distinguer du Nord vers le Sud les structures anticlinoriales et synclinoriales suivantes:

- La zone anticlinoriale septentrionale (ou zones des écailles des Koudiats-Jbel Zalagh),
- La zone synclinoriale de Bled Tchat-Bled Doum Daoud,
- La zone anticlinoriale méridionale (zone anticlinoriale de Jbel Tghat-Oued Sebou),
- La zone synclinoriale de la plaine de Fès.

D'une façon générale les structures synclinoriales kilométriques correspondent aux gouttières synclinales ou dépocentres dont le remplissage sédimentaire a été décrit précédemment. Elles sont séparées par les structures anticlinoriales à déversement Sud affectées au niveau de leur charnière ou de leur flancs par des chevauchements. Leurs flancs sud (ou flancs courts) sont recouvert (en particulier à Jbel Tghat) en discordances progressives par les dépôts généralement catastrophiques du dépocentre du côté Sud.

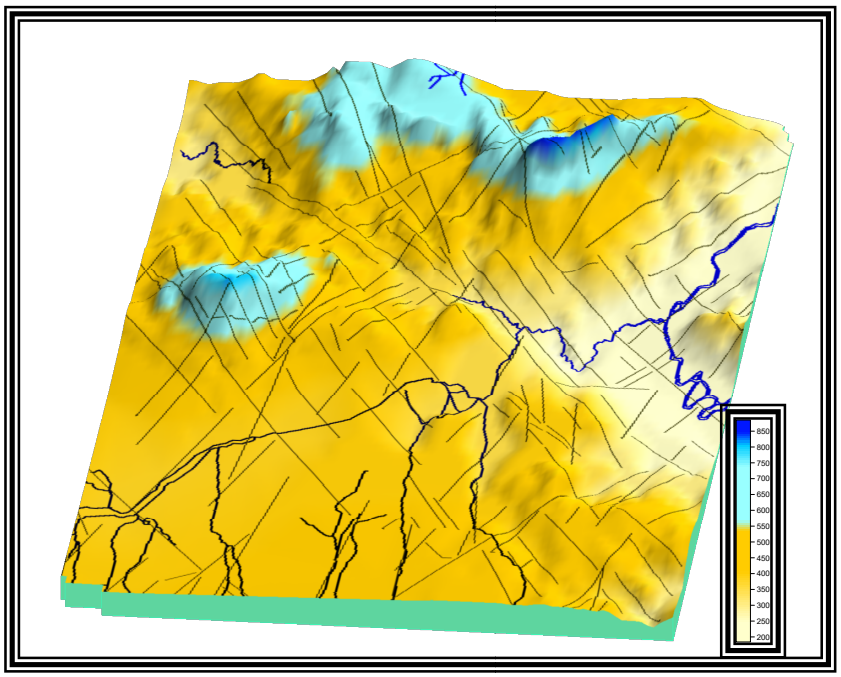


Figure N° 3 :
Linéaments assimilables à des failles superposées à la morphologie du secteur d'étude; Photo-interprétation des images satellites et aériennes.

☙ *Lithologie :*

D'après la carte géotechnique de Fès Echelle (**1/20 000**) du Ministère d'Industrie et des Mines, les formations géologiques susceptibles d'être rencontrées sur le site du projet sont :

- Dépôts récents de quaternaire (tufs, limon, sable, etc.…),
- Les conglomérats de Pliocène à galets cimentés qui sont tantôt compacts, tantôt

meubles, et leurs caractères mécaniques varient en fonction de leur degré de consolidation,

- Les marnes de Miocène (substratums).

1- ***Dépôts récents de quaternaire :***

Les formations rencontrées dites '**tufs**' surmontant des bancs de conglomérats parfois cimentés, plus souvent meuble, se rencontrant à la base d'une mince couverture végétale, argilo-limoneuse.

Les tufs se présentent sous forme d'un sol fin, de couleur beige ou rosée, contenant parfois en proportion variable des galets isolés.

Le passage des tufs à l'assise inférieure s'effectue de manière progressive, s'enrichissant peu à peu en galet rejoignant les conglomérats.

2- ***Les conglomérats :***

Les conglomérats d'âge pliocène sont constitués de natures diverses : Carbonatés pour la plupart de forme Trapézoïde et leur proportion augmente progressivement vers la profondeur. La matrice se compose en argile dans la partie supérieure (galets remaniés dans la matrice argileuse) et calco-siliceuse au fond (conglomérats très compacts).

3- ***Les marnes de miocène (substratums) :***

Les marnes altérées présentent des épaisseurs souvent très importantes dépassant 15m dans le secteur de la gare de la ville nouvelle, 8m près de l'ancien champs des courses, ainsi, de nombreux immeubles sont assis sur cette formation, car on ne peut généralement pas atteindre les marnes saines sous-jacentes. La reconnaissance des terrains montre que le toit des marnes altérées se situe à des profondeurs variables, en des points très voisins. Le toit dessine donc une série de reliefs et de creux.

II-3-APERÇU HYDROGEOLOGIQUE:

Lors de notre reconnaissance, nous n'avons relevé aucune venue d'eau au niveau des sondages et des profondeurs réalisés.

III. RECONNAISSANCE DU SITE :

La reconnaissance géotechnique au niveau du site actuel du projet, a été effectuée au moyen de **deux (02)** sondages mécaniques : « **S_1** et **S_2** » allant à **4.40m** de profondeur.

L'implantation de ces sondages est indiquée en **annexe II**.

Les coupes lithologiques de tous les sondages réalisés sont présentées en **annexe III** et les photos ci-après illustrent ces sondages.

Sondage S_1 :

- **0.00m – 1.50m** : Remblai et Terre végétale.
- **1.50m – 1.80m** : Passage calcaire.
- **1.80m – 3.30m** : Limon tuffacé jaunâtre à galets.
- **3.30m – 3.60m** : Calcaire tuffacé beigeâtre a jaunâtre.
- **3.60m – 3.80 m** : Calcaire tuffacé rougeâtre à jaunâtre consistant.

Niveau piézométrique : Néant (Février 2018).

Photo n° 2 : Montrant les travaux de la réalisation du sondage mécanique S_1.

Sondage S_2 :

- **0.00m –0.70m :** Remblai sauvage.
- **0.7m – 1.70m** : Remblai compacte.
- **1.70m – 2.30m :** Terre végétale.
- **2.30m – 3.90m :** Limon tuffacé beigeâtre à jaunâtre.
- **3.90m – 4.40m :** Limon tuffacé beigeâtre à galets.
- **>4.40m** : Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets.

Niveau piézométrique : Néant (Février 2018).

Photo n° 4

Photo n° 5

Photo n° 3 : Montrant les travaux de la réalisation du sondage mécanique S_2.

❖ DE POINT DE VUE HYDROGEOLOGIQUE :

Lors de notre reconnaissance, nous n'avons relevé aucune venue d'eau au niveau des sondages et des profondeurs réalisés.

IV. ESSAIS DE LABORATOIRE :

IV-1-Essais réalisés :

Dans le but de déterminer les caractéristiques physiques, mécaniques, et de compressibilité des formations mises en évidence, le laboratoire **LMBR/Fès** a réalisé des essais en laboratoire dont les détails sont donnés par le tableau ci-après.

IV-2-Résultats et interprétation :

☞ ***ESSAIS PHYSIQUES :***

Réf. Ech	Nature lithologique	Lieu du prélèvement	Analyse granulométrique par tamisage NM 13.1.008			Limites d'Atterberg NM 13.1.012 NM 13.1.007			Classification	
			<0.08 mm	<2 mm	<50 mm	WL %	WP %	IP %	LCPC	GMTR
2552/1	Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre	S_1 (3.30 – 3.60 m)	69.9	94.3	100	32	17	15	**AP**	**A_2**
2552/2	Calcaire tuffacé rougeâtre à jaunâtre consistant.	S_1 (3.60 – 3.80 m)	Ne se prête pas aux essais usuels.							**R_2**
2552/3	Limon tuffacé beigeâtre à jaunâtre.	S_2 (3.50 – 3.90 m)	53.9	78.9	100	36	16	10	**AP**	**A_1**
2552/4	Limon tuffacé beigeâtre à galets	S_2 (3.90 - 4.40)	58.6	75.3	100	30	14	16	**AP**	**A_2**
2525/5	Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets.	S_2 (>4.40)	29.5	43.9	100	29	16	13	**GA**	**B_6**

☞ ***ESSAIS MECANIQUES ET RHEOLOGIQUES :***

La nature graveleuse et rocheuse du sol d'assise mis en évidence (Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets et calcaire tuffacé rougeâtre à beigeâtre consistant) ne se prête pas aux essais rhéologiques usuels (essai oedométrique et du cisaillement au laboratoire).

V. FONDATIONS DES CONSTRUCTIONS :

Ainsi, d'après la reconnaissance géotechnique et le relevé visuel détaillé in situ, nous avons constaté ce qui suit :

Et après un décapage intégral de **2.00m** du remblai et de la terre végétale, nous recommandons ce qui suit :

- **Type de fondation** : - Semelles isolées assises sur un massif du gros béton rigidifiées au niveau du dallage moyennant des longrines et des chaînages.
- **Sols d'assises** : - Calcaire tufface rougeâtre à beigeâtre consistant.
  - Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets.
- **Fiche d'ancrage** : **1.50m à 2.50** par rapport à la nouvelle plate forme issue du terrassement.
- **Contrainte admissible :** Sera de **20T/m²** soit **2.0bars**.

Sous cette contrainte, les tassements seront admissibles.

VI. MODE DU TERRASSEMENT :

Les terrassements nécessaires intéresseront principalement les formations suivantes :

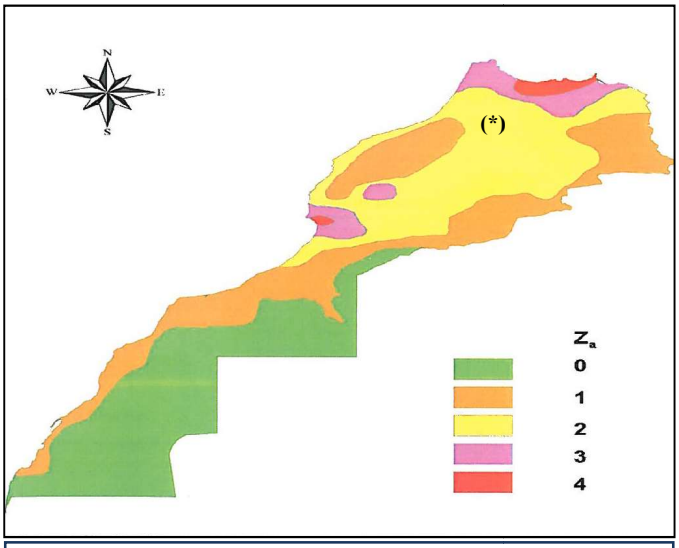
- Terre végétale
- Remblai sauvage et compacté
- Limon tuffacé beigeâtre a jaunâtre
- Limon tuffacé beigeâtre a jaunâtre à galets
- Calcaire tuffacé beigeâtre a jaunâtre.

Facilement terrassables par des engins à godets et des moyens traditionnels (pelle et pioche).

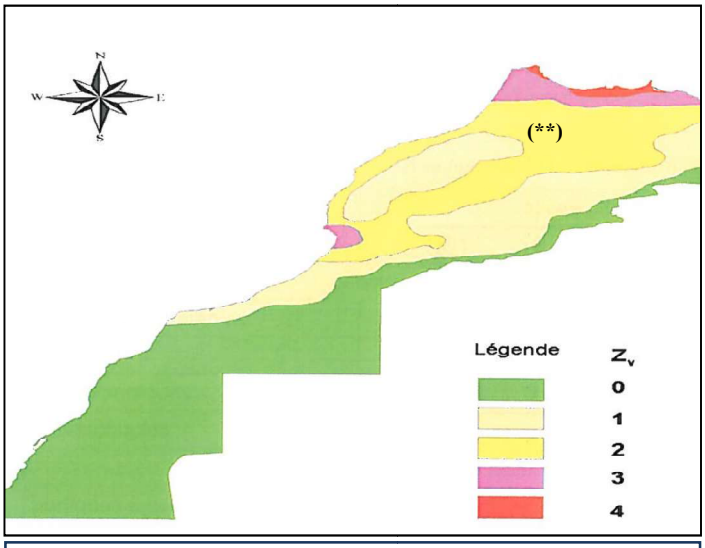
VII. DISPOSITION PARASISMIQUE :

Selon le règlement de construction parasismique RPS **2011** applicable aux bâtiments (publié au Bulletin Officiel le 21/11/2013), les paramètres qui doivent être pris en considération afin de permettre aux bâtiments de résister convenablement aux secousses sismiques sont récapitulés dans le tableau suivant :

Paramètres parasismiques	Coefficients
Zone sismique (Za)*	2
Zone sismique (Zv)**	2
Vitesse maximale au sol (m/s)	0.10
Classe	II
Facteur de priorité parasismique	1.2
Type du site	S2
Coefficient du site	1.2
Système de contreventement	Portique
Coefficient d'accélération du sol (A)	0.08
Niveau de ductilité (ND)	ND1
Coefficient de ductilité (K)	1.4
Période fondamentale (T)	$T = 0.075\ H^{3/4}$ (H : Hauteur totale du bâtiment)
Facteur d'amplification dynamique (D)	1.94
Facteur d'amortissement (ζ en %)	5



Carte des zones d'accélérations maximales au sol



Carte des zones de vitesses maximales au sol

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS :

Dans le cadre de l'étude géotechnique du terrain réservé à la construction d'un bloc de bureaux à L'ENSAF à la ville de Fès, on a abouti aux conclusions et aux recommandations suivantes :

CONCLUSION :

VIII–1-LITHOLOGIE DU TERRAIN :

Les coupes lithologiques sont données au **chapitre III**.

VIII –2-CARACTERISTIQUES DES FORMATIONS RENCONTREES :

Les résultats des essais en Laboratoire sont présentés en **annexe IV** et ont été commentés dans le texte du présent rapport.

VIII –3-TYPE DE FONDATION ET NIVEAU D'ASSISE :

Ainsi, d'après la reconnaissance géotechnique et le relevé visuel détaillé in situ, nous avons constaté ce qui suit :

Et après un décapage intégral de **2.00m** du remblai et de la terre végétale, nous recommandons ce qui suit :

- **Type de fondation** : - Semelles isolées assises sur un massif du gros béton rigidifiées au niveau du dallage moyennant des longrines et des chaînages.
- **Sols d'assises** : - Calcaire tuffacé rougeâtre à beigeâtre consistant.
  - Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets.
- **Fiche d'ancrage** : **1.50m à 2.50** par rapport à la nouvelle plate forme issue du terrassement.
- **Contrainte admissible :** Sera de **20T/m²** soit **2.0bars**.

Sous cette contrainte, les tassements seront admissibles.

RECOMMANDATION :

- ✓ Le terrassement nécessitera l'étaiement des parois vis-à-vis des risques d'éboulement des formations superficielles lâches (Remblai et Terre végétale).
- ✓ La réalisation des fouilles doit être échelonnée, et sera nécessaire de procéder au 1er

lieu à la réalisation des voiles périphériques.

- ✓ Le bâtiment doit être protégé par un trottoir périphérique en béton de 1.50 à 2.00m de largeur évacuant les eaux loin de son emprise et assis sur un blocage en pierres rocheuses ou sur un tout – venant, insensible à l'eau, de bonnes caractéristiques de compactage (indice de compactage supérieur à 95% de l'OPN).
- ✓ Les niveaux de fondation successifs vis-à-vis des fondations mitoyennes et au sein de même construction doivent être tels qu'une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.
- ✓ Le rattrapage éventuel des niveaux de fondation pourra être fait par du gros béton.
- ✓ Il est vivement recommandé au client de faire procéder au moment de l'ouverture des fouilles de semelles, à une visite de chantier par un spécialiste du laboratoire. Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude.
- ✓ Enfin, tout incident important survenant en cours des travaux doit être immédiatement signalé au laboratoire pour lui permettre de reconsolider et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées.

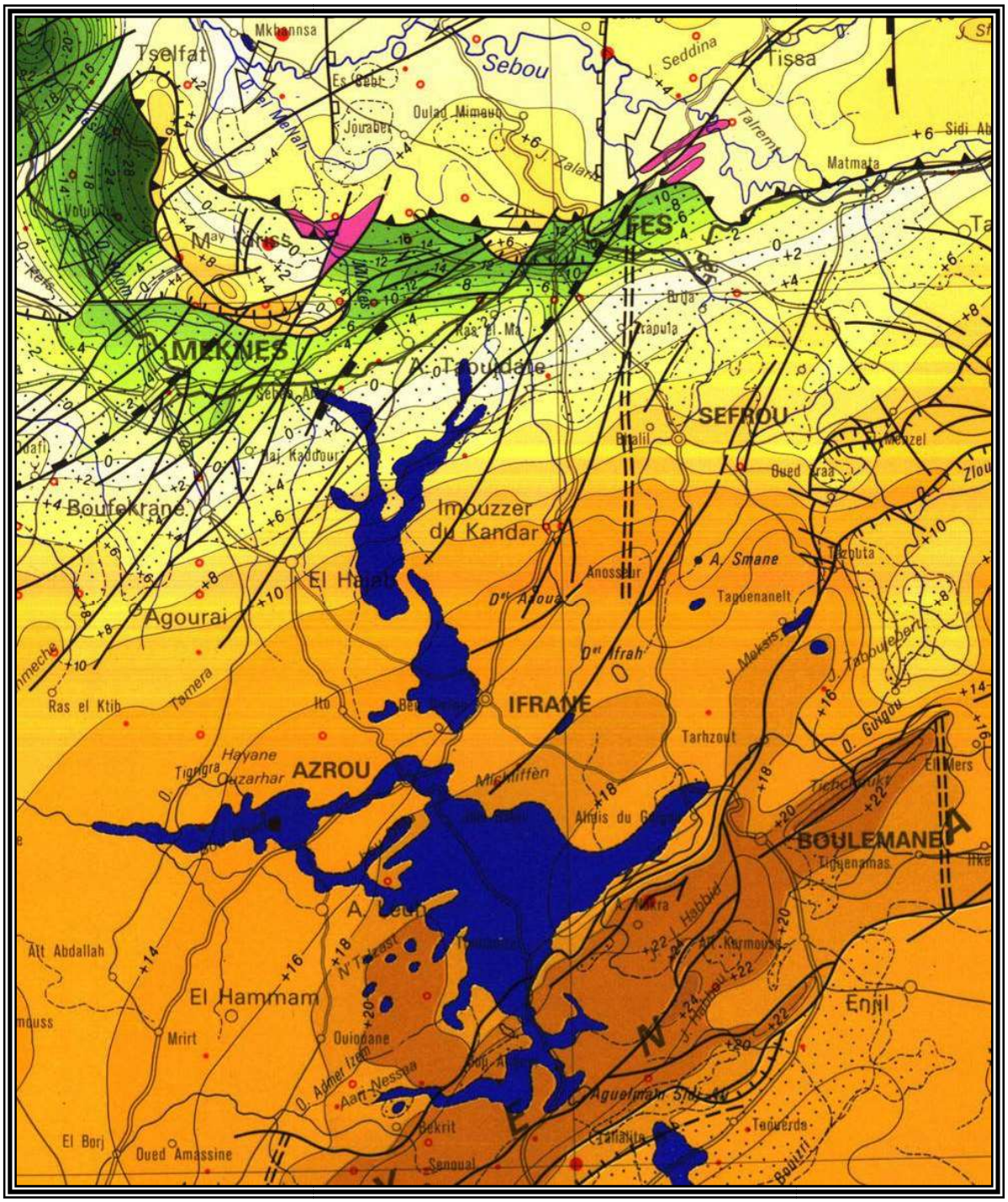
Le Directeur Technique	***Le Directeur de LMBR/Fès***
ABDEL FATTAH TERRASS	*DAFIR RHELLAB*

ANNEXES

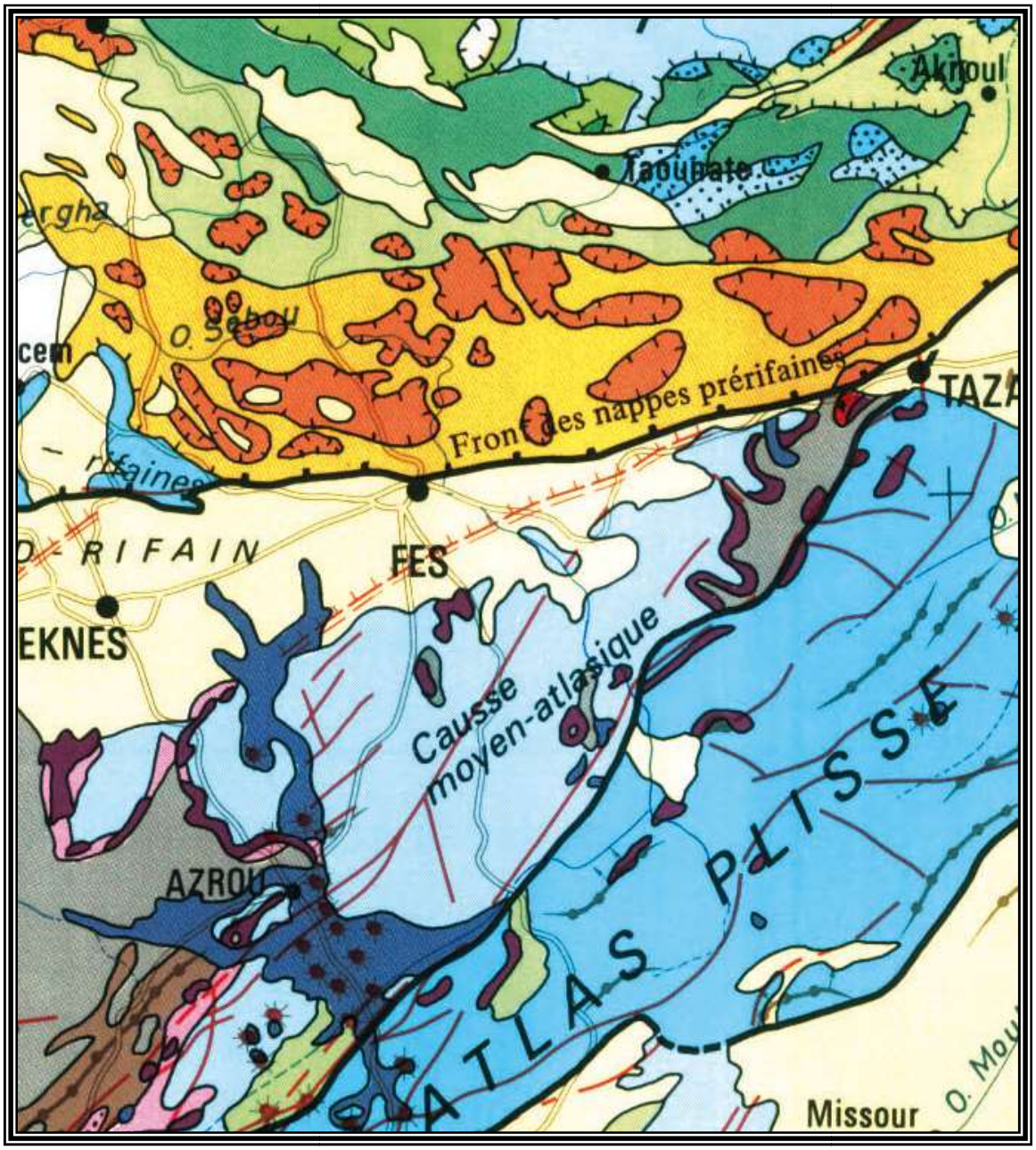
ANNEXE I

- Carte néotectonique
- Carte structurale
- Carte géologique

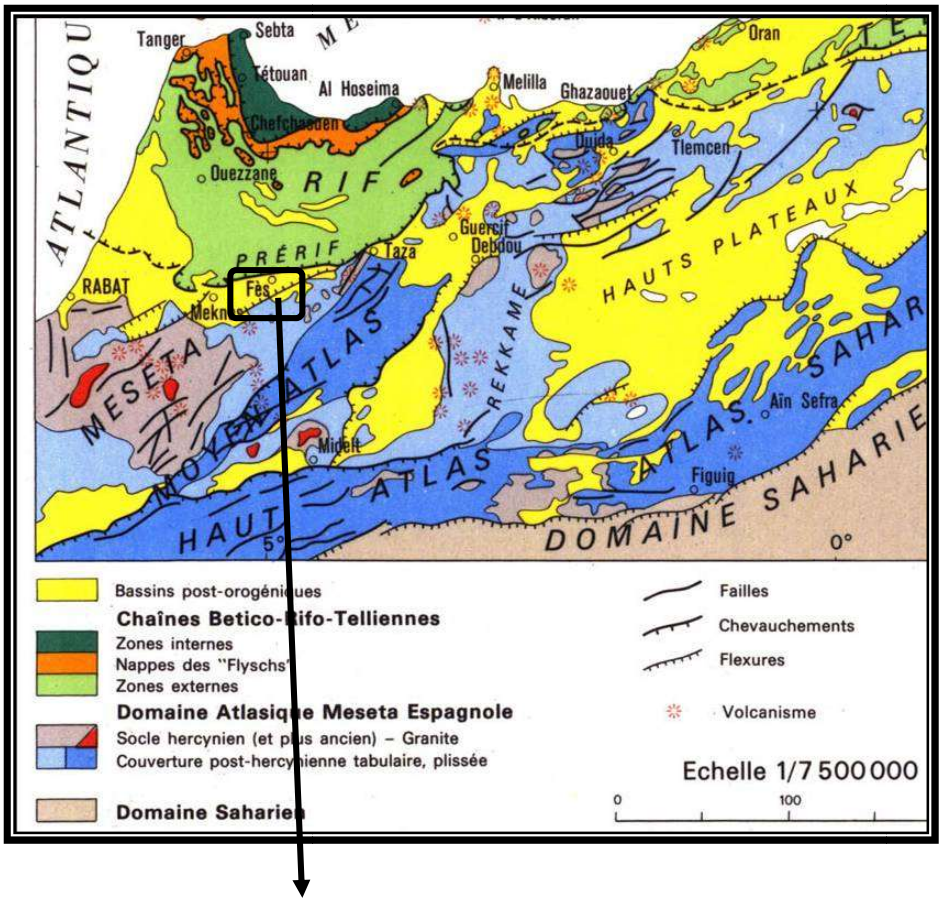
Carte néotectonique



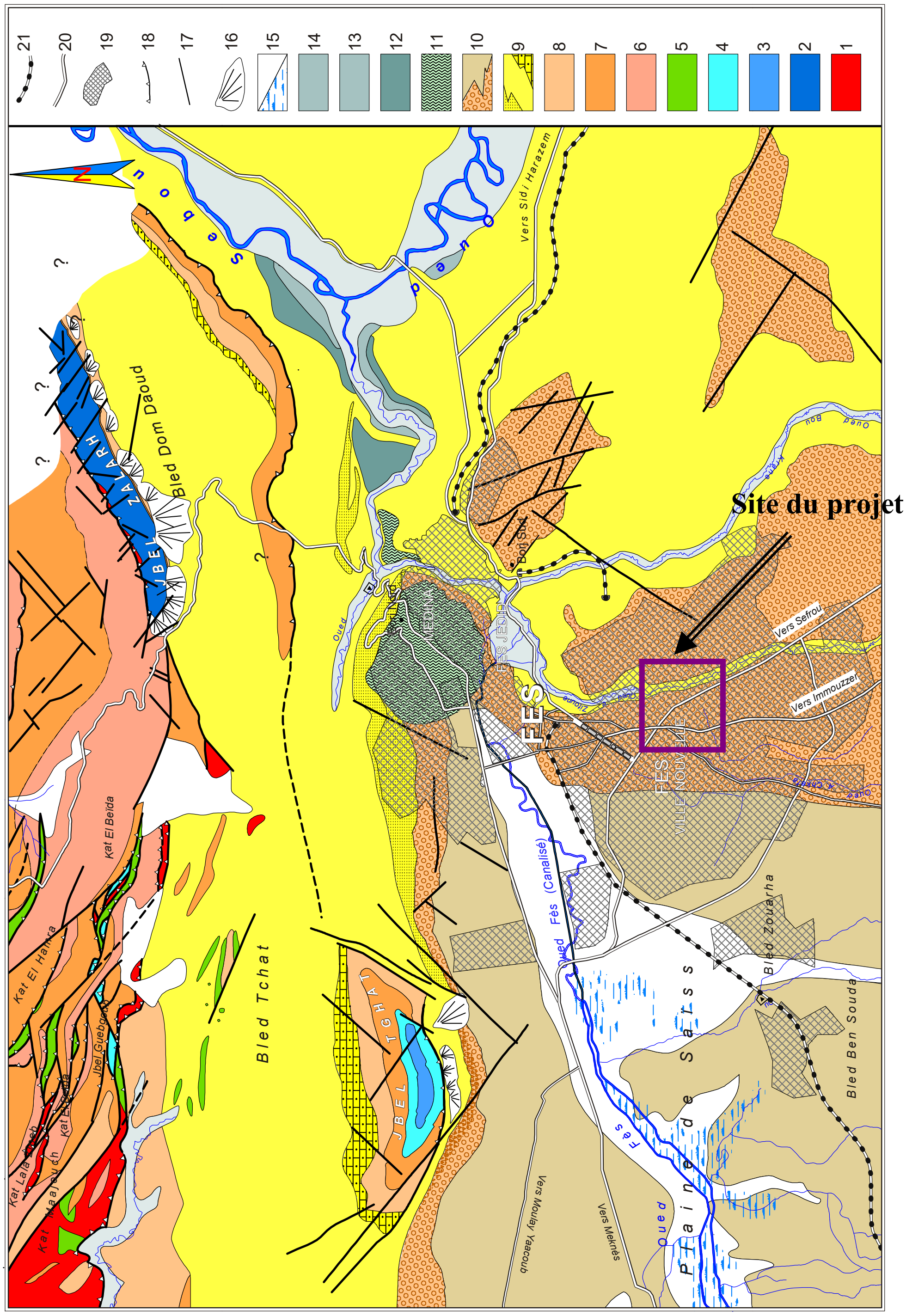
Carte structurale



Extrait de la carte géologique du Maroc



Extrait de la carte géologique de Fès

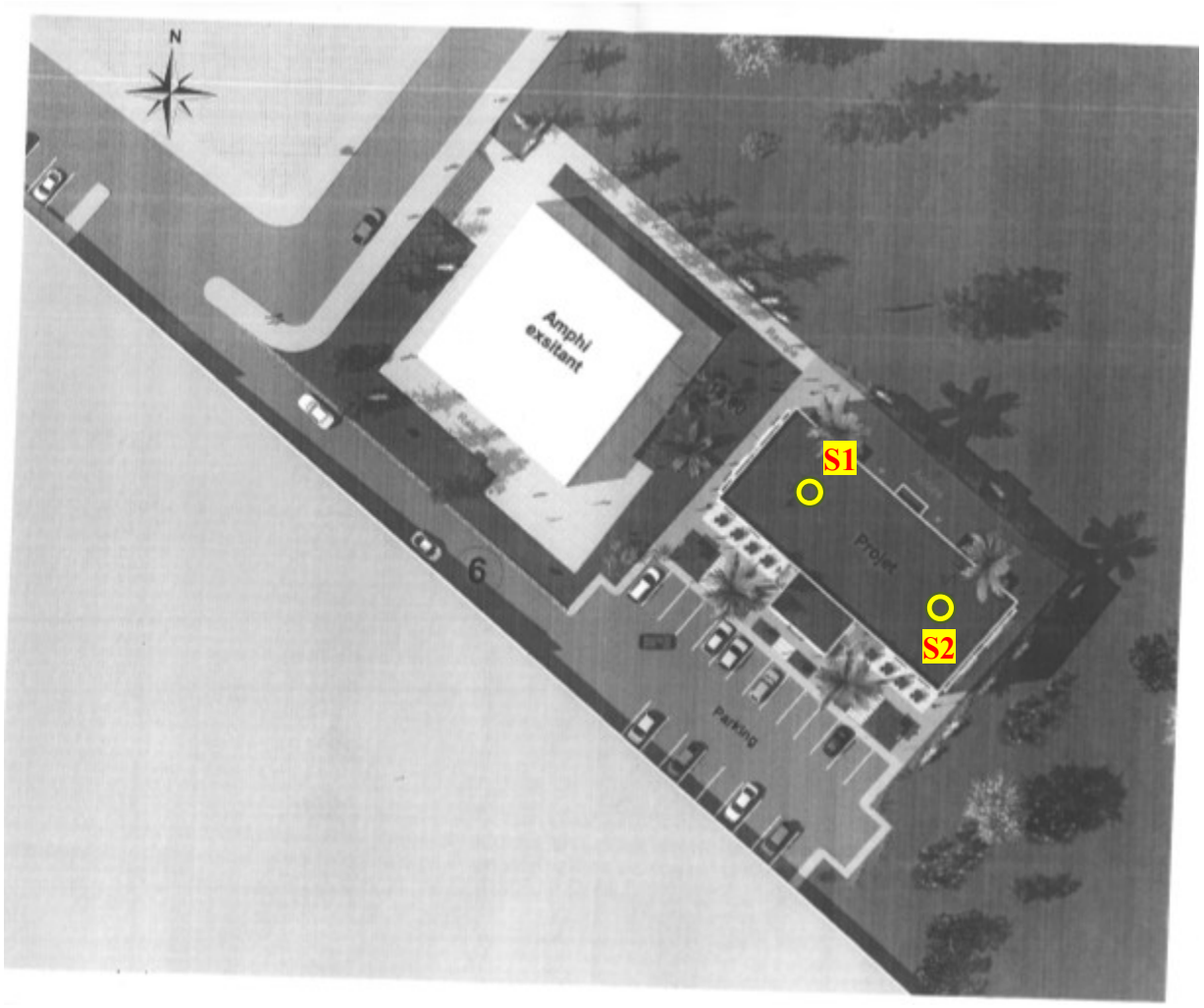


1- Trias, **2-** Lias inférieur et Dogger indifférenciés, **3-** Aalénien, **4-** Bajocien, **5-** Crétacé supérieur, **6-**Oligocène supérieur, **7-** Miocène moy. Sup., **8-** Miocène supérieur-terminal, **9-** Tortonien-Plicène moyen (calcaires sableux de base, marnes bleues, sables fauves), **10-** Plio-Quaternaire (conglomérats et calcaires lacustres, **11-** travertins quaternaires, **12, 13, 14-** terrasses fluviatiles de l'oued Fès et Sebou (plus ancienne à plus récente), **15-** dépôts marécageux de la plaine de Saïss et sols, **16-** dépôts de piémont, **17-** failles essentiellement décrochantes, **18-** Chevauchement, décollement **19-** Ville de Fès, **20-** Route, **21-** voie ferrée.

ANNEXE II

Implantation des sondages

IMPLANTATION DES SONDAGES



Légende :

◎ : Sondage mécanique.

ANNEXE III

Coupes des sondages mécaniques

Sondage N°: S1	**Sondage** : mécanique « Poclain »	Date : 03/02/2018
Projet : Etudes géotechniques et travaux de construction d'un bloc de bureaux à l'ENSAF.		**Eau à : Néant.**

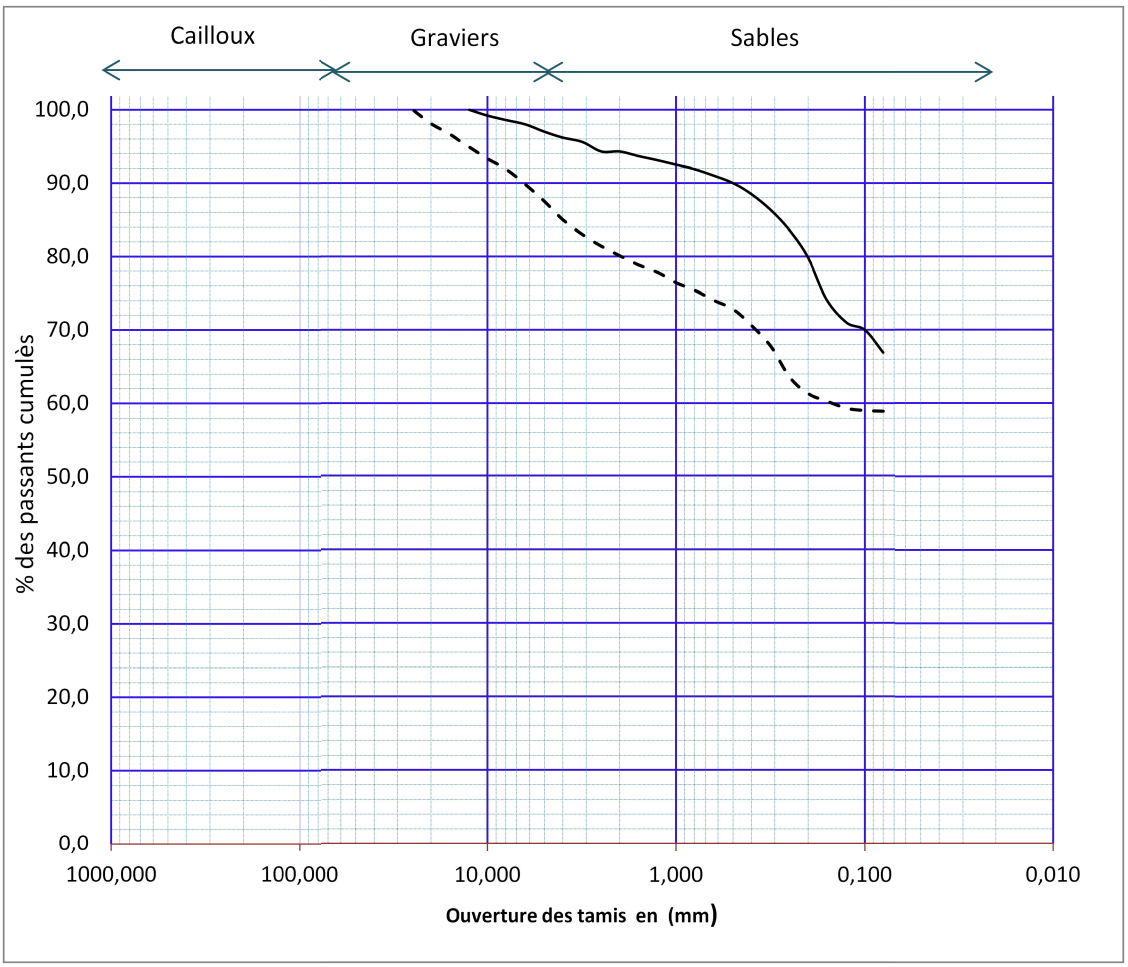
Pr. (en m)	Coupe Litho	Description des formations	Ech.	Identification							Classification LCPC
				%W	γd	%Wl	%Ip	% <0.08	% < 2	% <50	
0.00											
		Remblai									
1.00											
		Terre végétale									
1.50											
		Passage calcaire									
1.80											
2.00											
		Limon tuffacé jaunâtre a galets									
3.00											
3.30											
		Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre	**2552/1**	9.7	-	32	15	96.9	94.3	100	**AP**
3.60											
		Calcaire tufface rougeâtre à jaunâtre consistant.	**2552/2**								
3.80											
4.00											
5.00											

Sondage N°: S1	**Sondage** : mécanique « Poclain »	Date : 03/02/2018
Projet : Etudes géotechniques et travaux de construction d'un bloc de bureaux à l'ENSAF.		**Eau à : Néant.**

Pr. (en m)	Coupe Litho	Description des formations	Ech.	Identification							Classification LCPC
				%W	γd	%Wl	%Ip	% <0.08	% < 2	% <50	
0.00		Remblai sauvage									
1.00		Remblai compacté									
1.70		Terre végétale.									
2.00											
3.00		Limon tuffacé beigeâtres à jaunâtre	**2552/3**	13.4	-	36	10	58.9	78.9	100	**AP**
4.00		Calcaire tuffacé beigeâtre à galets.	**2552/4**	9.6	-	30	16	58.6	75.3	100	**AP**
4.40		Calcaire tuffacé beigeâtre à jaunâtre à microgalets	**2552/5**	5.3	-	29	13	29.5	43.9	100	**GA**
5.00											

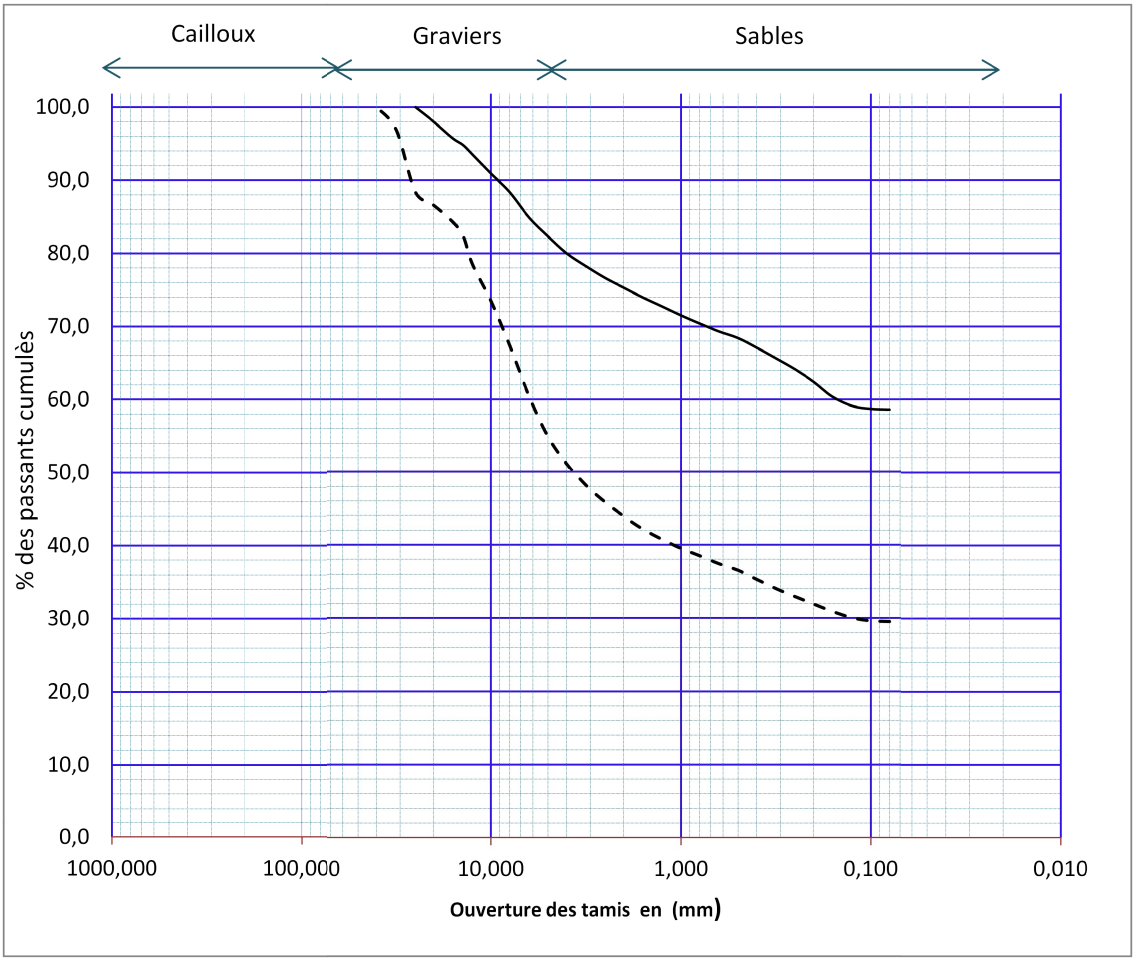
ANNEXE IV
Résultats des essais

Analyse granulométrique par tamisage NM.13.1.008



Légende	Réf. ECH.	Provenance	Nature lithologique
———	**2552/1**	**S_1 (3.30 – 3.60 m)**	Calcaire tuffacée beigeâtre à jaunâtre.
- - - - - - - -	2552/3	**S_2 (2.30 – 3.90 m)**	Limon tuffacé beigeâtre à jaunâtres.

Analyse granulométrique par tamisage NM.13.1.008



Légende	Réf. ECH.	Provenance	Nature lithologique
_____	2552/4	S_2 (3.90 – 4.40 m)	Limon tuffacé beigeâtre à galets.
- - - - - - - - -	2552/5	S_2 (> 4.40 m)	Calcaire tuffacé à microgalets.