

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE



RAPPORT DE STAGE PRATIQUE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence en GENIE CIVIL

Option : Infrastructure urbaine

Thème

Les Essais Géotechniques de Control des Travaux Routiers

Soutenu le :31/05/2015

Présenté par :

SAOUS Malika

SUILLM Latifa

Membres de jury :

Président :

Mme BLAIDI

Univ.d'ADRAR

Encadré par :

Univ.d'ADRAR

Examineurs

Mme BLAIDI

Mme BKRAOUI

Univ.d'ADRAR

Promotion 2014/2015



DIDICACE

Je remercie d'abord ALLAH

Le tout puissant qui nous à guide et nous à donné la force et la volonté de réaliser ce travail

Je dédis ce modeste travail

A ma source de mon bonheur ma cher mère "YAMINA" qui ma beaucoup aide le long de mes études.

A mon père

A mon frère "ALI" et ma sœur "DOUNIA".

A toute ma famille : SAOUS et ABED.

A mes très chères amis surtout "HADJER".

A tout mes collègues de la promotion Génie Civil 2014-2015.

Remerciement

*Nous remercions ALLAH Clément et Miséricordieux de nos avoir
donne la force et la patience pour bien mener à terminé ce travail.*

*Nous tenons à présenter notre sincère remerciement à M R:"ABD
ELDHALIL" Pour ses conseils, ses orientations judicieuses.*

*Notre vif remerciement aux membres de laboratoire L.T.P.S et
L.E.C.T*

Aux étudiants de 3^{ème} année Génie Civil.2014-2015.



Résumé

La stabilité et la durabilité des chaussées routières en enrobe bitumineux dépendent principalement de sa résistance aux sollicitations, dans le temps et sur le site pour des régions. Ces types de sollicitation entraînent des dégradations dangereuses dans les couches des chaussées.

Le sujet que nous exposons se résume sur l'étude des matériaux utilisés dans le cadre de la réalisation savant les normes et le contrôle dûment visé en vigueur pour le bon fonctionnement de la route.

ملخص

إن إستقرار و صلابة الطرقات تتعلق مبدئيا بمقاومتها للحمولات خلال الزمان والمكان من أجل شروط معينة مثل التغيرات المناخية و هذا حسب المناطق , إن هذا النوع من الحمولات يسبب اتلافات خطيرة على الطرقات.

الموضوع الذي نحن بصدد إلقاءه و الذي نهتم من خلاله بدراسة المواد المستعملة لانجاز الطريق وفق معايير محددة ومعرفة و هذا بتحديد الخصائص الفيزيائية للمواد و معرفة سلوكياتها.



TABLE DE MATIERE

- ***Historique Général***

- ***Partie théorique.***

- ***Partie pratique.***

- **Conclusion**



LA SOMMAIRE

I-Historique de la route	1
II-Partir théorique	2
1-Introduction.....	2
2-Les objets.....	2
3-La fonction.....	2
4-Description de projet.....	2
A- Couche de base.....	3
1-Présentation de laboratoire	3
2- Les essais identification de couche de base.....	3
3- Les essais de contrôle la mise en œuvre	3
B- Couche en Bitume.....	4
1-Présentation de laboratoire.....	4
2-Les Essai identification de couche en bitume.....	4
3- Les essais de contrôle en mise en œuvre.....	5
III-Partir pratique	6
A-Essai de couche de base	6
1-Essai identification.....	6
1-1-Essai Analyse Granulométrique.....	6
1-2-Essai Les Limites d'Atterberg.....	7
1-3-Essai de Proctor.....	10
2-Essai de contrôle (la compacité).....	12
B-Essais d'un revêtement en enrobé à froid	13
1-Essai identification.....	13
1-1-Essai physique.....	13
1-1-1Essai d'Analyse Granulométrique.....	13
1-1-2-Essai coefficient d'Aplatissement.....	15



1-1-3-Essai de Propreté.....	16
1-1-4Essai équivalent de sable à 10% de fines.....	16
1-2-Essai mécanique	18
1-2-1-Essai Los Anglos	18
1-2-3-Essai MECRO- DEVAL.....	18
1-3-Essai de la Masse Volumique.....	20
IV-Conclusion.....	21



I-Historique Générale

Les premières routes construites sont celles qui constituaient les rues pavées, il y a quelques 6000 ans, de la ville de Ur, capitale de Chaldée, en Irak du sud actuel. Cependant, ceux sont les romains qui ont été les précurseurs, en tant que professionnels de la construction routière.

En générale, la route est le lieu géométrique pour aller d'un point A à un point B. Ses caractéristiques ont évolué avec l'évolution de la civilisation humaine. On peut définir la route comme étant le support directeur d'un véhicule en mouvement. Elle sert aux déplacements, des biens et des personnes, d'un point à un autre, en toute sécurité et avec confort. Autrement, La route est une infrastructure structurante qui joue un rôle important dans l'organisation de l'espace et de l'aménagement du territoire.

La définition citée le préalable concerne la route d'une façon générale. On va s'enchaîner dans la phase suivante, vers la route dans le domaine du génie civil.

La route est un ouvrage de génie civil dont le coût de réalisation, la tenue et la durée de vie dépendent de nombreux facteurs. Sans que la liste soit exhaustive, on peut citer :

- (i) les différents itinéraires possibles pour desservir de façon optimale le territoire et la longueur de la liaison pour faciliter le choix d'une variante finale,
- (ii) l'utilisation actuelle des terrains pour faire le compromis entre la production existante et les bénéfices attendus de la route, et éventuellement apprécier les coûts d'indemnisation et l'opportunité d'utiliser ou non un tel terrain,
- (iii) la nature du sol d'assiette et sa capacité portante pour estimer les matériaux à rapporter en cas de besoin pour consolider l'ouvrage,
- (iv) la topographie des terrains traversés qui permet d'évaluer les volumes de terrassements à exécuter et éventuellement les emplacements et la nature des ouvrages d'art nécessaires,
- (v) la nature géologique du terrain qui donne une idée sur les moyens à mettre en œuvre pour l'exécution des terrassements et les coûts de ceux-ci,
- (vi) les conditions climatiques et les températures enregistrées qui ont une grande influence sur le comportement des matériaux hydrocarbonés,
- (vii) les volumes et la composition du trafic attendu et son évolution dans le temps pour estimer le profil en travers et la structure de la chaussée et les coûts qui en découlent.

I-Partir Théorique

1-Introduction:

Le premier rôle d'une route est de permettre la circulation tout en assurant la sécurité et le confort des usagers. Dans le but de réduire les coûts, pour réaliser cet objet dans un projet routier il faut avoir une connaissance des terrains traversés. Pour cela, la reconnaissance géotechnique constitue une source d'information indispensable.

2-Les objectifs principaux:

Pour la réalisation d'un ouvrage routier sont :

- Génération et croissance du trafic et des échanges économiques.
- Projet qui créera diverses activités potentielles avec des emplois permanents pour la région.

3-La fonction :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure de base est par conséquent crucial et désenclavement des ksour.

4- Description du projet:

Le projet consiste la réalisation d'une route reliant "Kasar ghozi" au "Kasar tatart", qui se compte avec une distance de 3.4 Km.

Ce projet contient deux couches, la première est la couche de base et la deuxième est celle revêtement, et il y'a un liant utilisé pour la couche d'imprégnation sera un bitume fluidifié courant (cut- back) 0/1 entre les deux couches, chaque couche demande des essais de laboratoire suivant les normes adaptés par les spécialistes universels de ce domaine.

Ces travaux réalisés ont pour objet l'obtention de la bonne qualité de route qui va nous permettre d'évaluer les performances à long terme de cette route.

-Comme on a cité déjà que chacune des couches qu'on va élaborer soumet aux essais faisant au niveau de laboratoire LECT, pour la première couche : qui est " Tuf";

Et La deuxième couche de revêtement que na réalisée au sein LTPS:

A-Couche blanche (tuf).

1-Présentation du LECT:

-LECT: c'est abréviation de Laboratoire Etudes et Contrôles Techniques.

2-Les activités :

L'activité principale de laboratoire concerne la recherche fondamentale :

1- Etudes géotechniques pour bâtiment, les ouvrages routiers.

2-Assistance technique.

3-Travaux de béton.

4-Contrôle et suivi des travaux de réalisation de route.

Pour mener à bien toutes les études, LECT mettre en œuvre tous les moyens techniques pour la réalisation des essais.



2-Les fonctionnements de LECT :

-**Domaine Géotechnique, mécanique des sols et matériaux.**

- géotechniques pour bâtiment, les ouvrages routiers.
- Etudes et Contrôles des routes.
- Etudes, formulations des bétons.
- Elaboration des essais sur granulats et divers matériaux de construction.
- Ecrasements des éprouvettes de béton.
- Expertises sclérométriques et l'ultrasoniques.

- **Domaine De Contrôle Routier:**

- Agrément des matériaux.
- Exécution des planches d'essais.
- Vérification de l'application des spécifications exigées par le C.P.S.
- Expertises ou contre expertises.

3-Essai identification de couche de base(tuf):

3-1- Les essais physiques :

- Essai d'analyse granulométrique.
- Essai de la limite d'Atterberg.
- Essai Proctor modifié.

4-Les essais de contrôle la mise en œuvre (in situ):

- Essai gamma densimètre.

B-Couche en bitume

1-Présentation du L T P S:

Né de la restructuration du laboratoire national des travaux publics et du bâtiment (L.N.T.P.B), le laboratoire des travaux publics du sud (L.T.P.S) a été créé le 12 mars 1983.

En octobre 1989, il devient une entreprise autonome, dont le propriétaire est le holding publics "réalisations et grands travaux" .En 1998, il se transforme en filiale du groupe LCTP.

2-CTIVITES DU LABORATOIRE:

2-1-RECONNAISSANCE DES SOLS ET ENGINEEINS DES FONDATIOIS

- Géologie de l'ingénieur
- Fondations superficielles et profondes

2-2-ETUDES GEOTECHNIQUES DES PISTES, ROUTES ET PISTES D'AERODROME

- Recherche de matériaux
- Etudes de renforcement

2-3-ANALYSE DES MATERIAUX

- Sol
- Béton

2-4-ETUDES GEOPHSIQUES

- Sismique réfraction
- Résistivité électrique

2-5-EXPERTISE, SUPERVISION ET CONTROLE

- Ouvrages d'art
- Routes

2-5-ETUDES TECHNIQUES

- Levés topographiques
- Pistes

3-LES CATEGORIES DES EMPLOYEURS:

- 1- CADRES PRODUCTIFS.
- 2- MAITRISES PROUCTIFS.
- 3- MAITRISES SOUTIEN ADMINISTRATIF.
- 4- EXECUTIONS SOUTIEN ADMINISTRATIF.

4-LES ETABLISSEMENTS CONCURENTS:

- LTPO: le laboratoire des travaux publics de l'ouest.
- LNHC : laboratoire national habital contrôle.

5- Les essais identification pour couche en bitume:

5-1- Essai physique:

- Essai analyse granulométrique.
- Essai l'aplatissement.



- Essai équivalent de sable.
- Essai de propreté.

5-2- Essai mécanique:

Essai micro deval.

- Essai los Angeles.

4-2-Les essai de contrôle la mise en œuvre (in situ):

- Essai masse volumique.



III-Partie pratique

Cette partie porte les essais effectués au niveau de laboratoire sur des matériaux utilisés dans les travaux routier tel que:

A-Couche de base en tuf.

Le matériau utilisé pour le chargement la couche de fondation et base provenant est tuf à carrière de l'aéroport.

1-Essai d'identification:

1-1 Essai d'analyse granulométrique de tuf (NF P94-056):

L'analyse granulométrique sert à déterminer la distribution en poids des particules d'un matériau suivant leurs dimensions.

-But de l'essai:

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles des grains constituant l'échantillon, le tamisage pour la distribution pondéral des particules de dimension supérieure ou égale à 80 microns.

-Principe de l'essai:

L'essai consiste à fractionner, au moyen d'une série de tamis, un matériau en plusieurs Catégories de grains décroissantes.

-Mode opératoire:

1-peser l'échantillon "tuf" 1400g.

2-monter la colonne des tamis dans l'ordre croissant le l'ouverture des mailles de bat vers haut.

3-on verse l'échantillon dans la colonne de tamis et agite mécaniquement cette colonne.

4-on prend le refus de tamis de 10mm.

5-on lave et tamisa l'échantillon par un tamis de 0.08mm au même temps.

6-on sèche l'échantillon qui reste à l'aide d'étuve.

7-on prend 500g de la masse sèche et verse la quantité dans les tamis qui reste.

8-on fait vibrer la série des tamis.

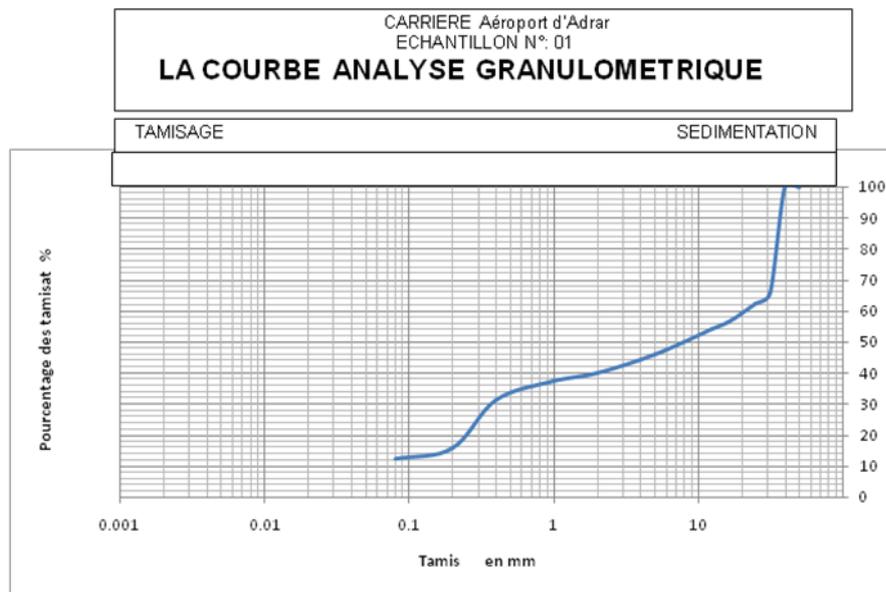
-Les résultats:

La masse avant lave : 1400g.

La masse après lave : 385g.

TAMIS (mm)	POIDS	POIDS CUMULEE	% DE REFUS	% DE TAMISAT
40	0	0	0.00	100
31.5	476	476	34.00	66
25	48	524	37.43	63
20	45.5	569.5	40.68	59
16	40	609.5	43.54	56
12.5	32	641.5	45.82	54
5	75	75	15.00	46
2	55	130	26.00	40
1	25	155	31.00	37
0.4	55	210	42.00	31
0.2	145	355	71.00	16
0.08	30	385	77.00	12

Tableau 01: analyse granulométrique de tuf.



Commentaire: pourcentage des éléments inférieur 0.080mm égale 12%, donc le tuf est manque de fines.

1-2 Essai de la limite d'Atterberge(NF P94-51):

La consistance d'un sol peut varier dans de larges limites avec la quantité d'eau interstitielle que contiennent ses pores, et l'épaisseur des couches d'eau absorbée qui enrobent ses grains.

Les Limites d'Atterberg sont des constantes physique conventionnelles qui marquent les seuils entre :

- le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique (limite de liquidité:wl).pour
- le passage d'un sol de l'état plastique à l'état solide (limite de plasticité:wp).

-But de l'essai de limite d'Atterberg:

Ces limites ont pour valeur la teneur en eau du sol à état de transition considère, exprimée en pourcentage du poids du matériau sec.

La différence $I_p = W_l - W_p$ qui définit l'entendue du domaine plastique, est particulièrement important, c'est l'indice de plasticité.

-Principe de la méthode:

L'essai s'effectue en deux phases :

a-Recherche de la limite de liquidité à l'aide de l'appareil de casagrande.

b-Recherche de la limite de plasticité par formation de rouleaux de 3mm de diamètre.

-Exécutions des essais:

a-) limite de liquidité(WL) :

On s'efforcera de recueillir le mortier à une teneur en eau et malaxe vigoureusement la totalité du mortier, on place la pate avec la spatule et l'épaisseur du matériau au centre de la coupelle doit être de l'ordre de 15 à20 mm.

A l'aide de l'outil à rainure, tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle et partage la pate en deux, on fixe la coupelle sur l'appareil est ensuite soumise à l'aide de la manivelle, à série de chocs réguliers et note le nombre de chocs nécessaires pour les lèvres de la rainure de 1cm.



Photos:01



Photos:02

-Les relations:

$$WL = W (N/25)^{0.121}$$

$$WL = (WL_1 + WL_2 + WL_3) / 3$$

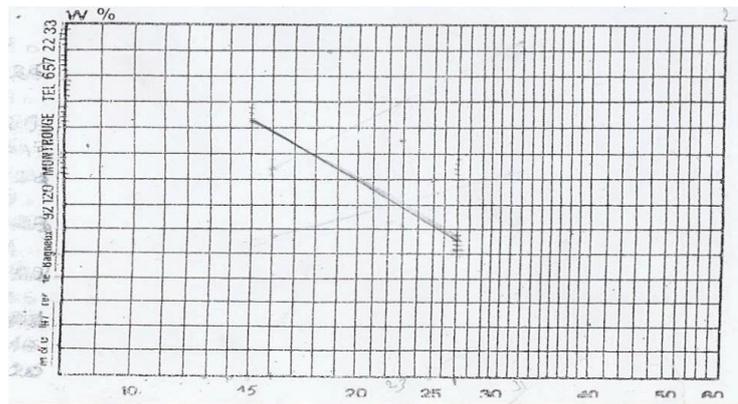
-Les résultats:

	1 ^{er} essai		2 ^{ème} essais		3 ^{ème} essais	
Nombre de coups	15		22		27	
N° de tare	T9	D2	321	F3	Mz	B10
Poids total humide	19	20	20	20	19	17
Poids totale sec	17	18	18	18	17	16
Poids d la tare	10	10	10	10	10	10
Poids de l'eau	2	2	2	2	2	1
Poids du sol sec	7	8	8	8	7	6
Teneur en eau (%)	28.57	25	25	25	28.57	16.66
Moyenne(%)	26.78		25		22.61	

Tableau 02:la limite de liquidité.

$$WL_1(\%)=25.17 \quad WL_2(\%)=24.62 \quad WL_3(\%)=22.82$$

$$WL(\%)= 24.20$$



Courbe02: la limite liquidité.

b) limite de plasticité



Photos:03



Photos:04

-Mode opératoire:

On forme une boulette de l'échantillon et à l'aide d'une plaque ou la main on roule l'échantillon sur le marbre de façon à former un rouleau qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'il ait atteint 3mm de diamètre. Cette opération doit être menée avec la précaution suivant:

- l'amincissement du rouleau doit se faire en une seule fois
- la limite de plasticité est atteinte lorsqu'en soulevant de 1 à 2cm le rouleau de 3mm en son milieu, il se fissure.
- on prend alors le rouleau qu'on place dans un verre de montre.
- on pèse les verres.

-Les résultats:

N° de tare	1 ^{er} essai		2 ^{eme} essai		3 ^{eme} essai	
	1a	B9	T3	E8	I12	85
Poids total	11.1	11.1	11.5	11.8	11.5	11.8
Poids total sec	10.1	10.1	10.3	10.7	10.5	10.8
Poids de tare	4.1	4.8	3.9	4.7	3.9	4.7
Poids d'eau	1	1	1.2	1.1	1	1
Poids du sol sec	6	5.3	6.4	6	6.6	6.1
Teneur en eau	16.66	18.86	18.75	18.3	15.15	16.39
Moyen	17.76		18.52		15.77	

Tableau 03: limite de plasticité.

WP=17.35

L'indice de plasticité(Ip): c'est la différence entre les valeurs des limites de liquidité et limite de plasticité.

On a $W_L=24.2$ et $W_P=17.35$

Donc $I_p=W_L-W_p=6.85$

Indice de plasticité	Etat du sol
0-5	Non plastique
5-15	Peu plastique
15-40	Plastique
>40	Très plastique

Tableau04:classification d'un sol selon l'indice de plasticité.

-Commentaire: on remarque que $5 < I_p < 15$ selon le tableau de comportement plastique, le tuf est peu plastique et suivant les normes donc le tuf acceptable.

1-3 Essai de Proctor modifié (NF P94-093):

Les caractéristiques de compactage Proctor sont des paramètres très utilisés pour identifier les matériaux et pour définir les spécifications de compactage qui leur sont applicable lorsqu'ils sont utilisés dans la construction des remblais, des couches de chaussées.

-But de l'essai:

Lorsqu'on compacte de façon identique des échantillons d'un même sol à des teneurs en eau différentes, on constate que les densités sèches obtenues varient avec les teneurs en eau des échantillons au moment du compactage.

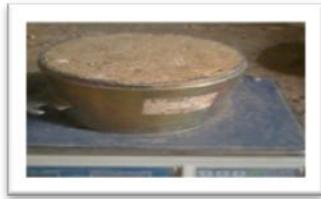
L'essai a pour but de déterminer, pour un compactage d'intensité donnée, la teneur en eau à laquelle doit être compacté un sol pour obtenir la densité sèche maximum; la teneur en eau ainsi déterminée est appelée teneur en eau optimum Proctor.

-Principe de l'essai:

L'essai consiste à compacter dans un moule, et suivant un processus bien défini, une série d'échantillons identiques et représentatifs du sol, préalablement imbibés à des teneurs en eau croissantes. L'eau joue un rôle de lubrifiant, favorise la mise en place et le serrage des grains.

-Mode opératoire:

- Humidifier le sol à la teneur en eau voulue, bien homogénéiser
- Monter la base du moule sur son socle et peser cet ensemble.
- Monter la hausse sur le moule
- Effectuer l'essai Proctor suivant la norme (nombre de couches, nombre de coups de dame par couche et disposition de ces coups) Retirer la hausse et agrafer.



Photos06



Photos07

N° D'ESSAI	1	2	3
% D'EAU	4%	6%	8%
POIDS TOTAL HUMIDE (gr)	8210	8385	8262
POIDS DU MOULE (gr)	3849	3849	3849
POIDS DU MATERIAU	4361	4536	4413
DENSITE HUMIDE (t/m3)	2.12	2.20	2.14
N° DE LA TARE	1	2	3
POIDS TOTAL HUMIDE (gr)	300	300	300
POIDS DE LA TARE (gr)	1	1	1
POIDS TOTAL SEC (gr)	268	263	259
POIDS DU MATERIAU SEC	268	263	259
TENEUR EN EAU (%)	8.10	10.00	12.30
DENSITE SECHE (t/m3)	2.030	2.080	1.980

Tableau05:Essai Proctor.

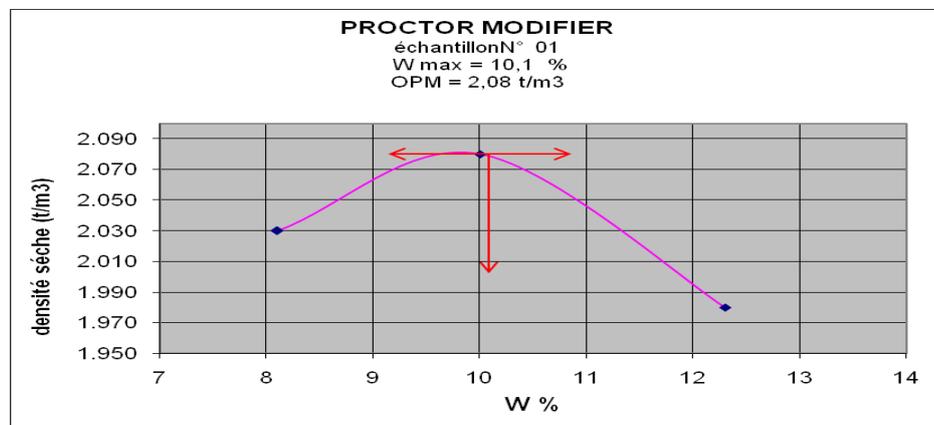


Figure03: courbe essai Proctor

-Commentaire : Cette courbe présente des valeurs dénommée masse volumique sèche optimum correspondant à une teneur en eau optimum

Le tracé de la courbe $\gamma_d = f(\omega)$ permet de déterminer la valeur maximale de la masse volumique sèche (γ_d/γ_w) c'est à dire l'optimum Proctor modifié.

$$\gamma_{d_{opm}} = 2.08 \quad w_{opm} = 10$$

.Après les résultats d'essai Proctor permettent l'utilisation de ce tuf pour une couche de base.

2-ESSAI SUR CHANTIER (couche de base):

Le contrôle local de compacité consiste à mesurer la masse volumique apparente du sol en place et à la comparer à une valeur de référence, généralement celle trouvée lors de l'essai Proctor $\gamma_{d_{opt}}$. Cette mesure est réalisée en utilisant l'instrument suivant:

Le gamma densimètre: Cet instrument est basé sur le principe de la diffusion d'un rayonnement γ à travers la matière, cette diffusion étant en relation direct avec la teneur en vides du sol.

-Le principe de la méthode:

L'essai consiste à creuser une cavité dans la couche, à recueillir et peser la totalité du matériau extrait, puis à mesurer la masse volumique moyenne des matériaux situés entre la partie supérieure libre d'une couche et une cote donnée (Z).

Les résultats:

N°des points	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Teneur en eau W	5.8	4.7	3.3	4.2	6.8	7.2	8.6
Densité humide γ_h (kg/cm ³)	2.116	2.157	2.138	2.136	2.192	2.219	2.237
Densité sèche	2.000	2.060	2.070	0.250	2.052	2.070	2.060
OPM (optimum Proctor modifier)	2.08						
Compacités	96.2	99.0	99.5	98.6	98.7	99.5	99.0
Moyennes	98.6						

Tableau06:la compacité de couche de base.

-Commentaire: on remarque d'après le contrôle que la compacité dans toute la couche de base à été dans l'intervalle [98-99].

NB:D'après les résultats obtenus sur des analyses géotechnique du tuf, Nous avons conclus que le matériau (Tuf) présente des paramètres géotechniques acceptables pour utiliser comme une couche de base.

B- Un revêtement en enrobé à froid:

L'enrobé bitumineux à froid est une technique concerne les émulsions de bitume dans de l'eau, solution peu onéreuse sur le plan énergétique, cette méthode de fabrication consiste sur les granulats sont mélange à une émulsion de bitume sans chauffage et ensuite mis en place à température ambiante.

-Le bitume utilisé dans la fabrication d'enrobé (béton bitumineux 0/14*) est bitume pur de classe 400/600.

L'essai qu'est on 'a fait dans cette partie:

1-Essai d'identification sur les granulats:

1-1Essai physique:

1-1-1Essai d'analyse granulométrique :



Photos08



Photos09

-Pour le sable (0/3):M=800g

-Les résultats:

Tamis (mm)	Refus partiel	Refus cumulé	refus	tamisa cumulé%
4	000	000	000	100
3.15	29.9	29.9	2.99	97
2.5	50.1	80.0	8.0	92
2	61.4	141.4	14.14	86
1	164.9	306.3	30.63	69
0.400	128.6	434.9	43.49	57
0.080	341.6	776.5	77.65	22

Tableau07:analyse granulométrique de sable (0/3).

-Pour le gravier (3/8): M=3000kg

Tamis (mm)	Refus partiel	Refus cumulés	Refus	Tamisa
12.5	10.2	10.2	0.34	99.66
10	1.4	11.6	0.38	99.62
8	98.2	109.8	3.66	96.34
6.3	692	801.8	26.72	73.28
5	1230.6	2032.4	67.74	32.26
4	643.4	2675.8	89.19	10.81
3.15	249.1	2924.9	97.49	2.51
2.5	39.4	2964.3	98.81	1.19

Tableau08:analyse granulométrique de gravier (3/8).

-Gravier (8/15): M=4000kg

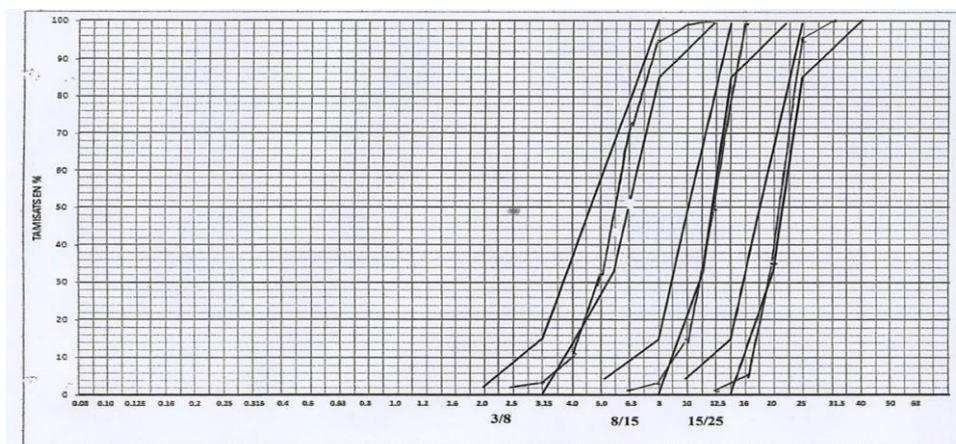
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus	Refus cumulé	Tamisa
16	30.1	30.1	0.75	99.25
12.5	2019.9	2050	51.25	48.75
10	1348.6	3398.6	84.96	15.04
8	484.2	3882.8	97.07	2.93
6.3	98	3980.8	99.52	0.48
5	6.8	3987.6	99.4169	0.31

Tableau09:analyse granulométrique (8/15).

-Gravier (15/25): M=5000kg

Tamis (mm)	Refus partiel	Refus cumulé	Refus cumulé	Tamisa
31.5	00	00	00	100
25	260.5	260.5	5.21	94.79
20	2919.2	3179.7	63.59	36.41
16	1022.7	4202.4	84.04	15.96
12.5	791.7	4994.1	99.88	0.12

Tableau10: analyse granulométrique.



Courbe04: Analyse Granulométrique (gravier).

-Commentaire: Le mélange granulaire obtenu s'insère dans le fuseau.

1-1-2Essai coefficient d'aplatissement NF P-18 561:

La forme des granulats (gravillons) est déterminée par l'essai d'aplatissement (A). Elle est définie par trois grandeurs géométriques: la longueur L; l'épaisseur E et la grosseur G.

Le coefficient d'aplatissement caractérise la forme du granulat à partir de ses dimensions; s'est le pourcentage pondéral des éléments qui vérifient la relation suivante:

$$A = (Me/Mg) * 100$$

Me: tamisage sur tamis.

Mg: tamisage sur grilles.

-But d'essai:

Détermination du coefficient d'aplatissement d'un échantillon de granulats (gravillons).

-Principe de l'essai:

L'essai consiste à effectuer un double tamisage:

1-Tamisage sur tamis à mailles carrées, pour classer l'échantillon étudié en différentes classes granulaires d/D.

2-Puis tamisage des différentes classes granulaires d/D, sur des grilles à fentes



Photos10

-Les résultats sur tableau:

-Classe (3/8)

Classe granulaire	Mg (g)	Ecartement des grilles	Me (g)
12.5	10.2	8	00
10	1.4	6.3	6.1
8	98.2	5	1.3
6.3	692	4	33
5	1230.6	3.5	263.2
4	643.4	2.5	522.4
M=∑Mg	2675.8	∑Me	826
A=30.86%			

Tableau11: coefficient d'aplatissement

-Classe 8/15:

Classe granulaire (mm)	Mg(g)	Ecartement des grilles (mm)	Mg(g)
16	30.1	10	00
12.5	2019.9	8	243.3
10	1348.6	6.3	246.2
8	484.2	5	85.2
6.3	98	4	15.1
5	6.8	3.15	2.2
$\sum Mg$	3987.6	$\sum Me$	592
A=14.84%			

Tableau12:coefficient d'aplatissement.

-Commentaire: après les résultats de l'aplatissement de tout le classement, elle est acceptable et suit les normes. Donc le gravillon est utilisable.

1-1-3Essai de propreté NF P 18-591:

La propreté est définie comme étant le pourcentage pondérale de particules inférieures à 1.6mm mélange ou adhérence à la surface des granulats supérieurs 2mm.

-Le principe de la méthode:

Est consiste à séparer par lavage sur le tamis de 0.5mm les particules inférieure à cette dimension.

1-peser l'échantillon P1.

2-tamiser sous eau l'échantillon sur tamis de 1.6mm jusqu'a ce que l'eau s'écoule soit clair.

3-Récupérer le refus et sécher à l'étuve

4-peser la masse P2.



Photos11

Les résultats de l'essai:

P1	Classe 3/8	Classe 8/15
P2	500	500
Formule de la propreté	495	489.9
	1	2.02

Tableau13: Propreté pour granulat.

1 -1-4 L'essais d'équivalent de sable à 10% de fines (NFP18-597):

Cet essai a pour but de mesurer la propreté d'un sable. Dans l'état standard de 10% de fines maximum. La présente norme a pour objet de définir d'une caractéristique des sables, et elle s'applique aux sables d'origine naturelle ou artificielle destinés aux usages routiers autres que les bétons hydrauliques.



Photos12



photos13



photos14



photos15



photos16

-Mode opératoire:

-pèse 1500g d'échantillon (sable), ensuite on divisé la quantité sur trois masse.

1^{er} partir pour détermination de la teneur en eau naturelle.

Masse de l'échantillon humide Mh(g)	145.3	133
Masse de l'échantillon sec Ms(g)	141.7	130.2
Teneur en eau	2.35	

+

2^{ème} détermination de la teneur en fines(F):on tamisa sous eau le 2^{ème} échantillon sur le tamis de 1.6 mm.

-Sécher et peser les éléments retenus sur ce tamis.

Masse de l'échantillon humide Mh(g)	500
Masse de refus au tamis 1.6mm Ms(g)	405.2
Pourcentage de fines F=100-	17.06

*3^{ème} échantillon pour essai: remarque que $F > 11\%$ on ajoute à la masse du 3^{ème} échantillon une quantité de sable sec (échantillon 2)

$M_{sh} = (1200/F)(1+W/100)$	72.00
$M_{sc} = 120 - (1200/F)$	49.66

Hauteur totale H1	Hauteur de sable H2	$ES = (H2/H1) * 100$	ES moyen%
20.9	8.5	44.67	41.06
20.5	8.5	41.46	

-**Commentaire:** on remarque d'après le résultat obtenu le sable est propre.

1-2-Essais mécaniques: résistance à l'usure des gravillons

1-2-1- Essai los Angeles NF P18-573 :

La mesure de la résistance à la fragmentation par chocs est destinée à évaluer l'aptitude des granulats à se fragmenter sous l'action du trafic. Elle est le seul qui pris en compte pour la définition des catégories de résistance mécanique normalisées.

-But l'essai :

Permet de mesurer les résistances à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des granulats.

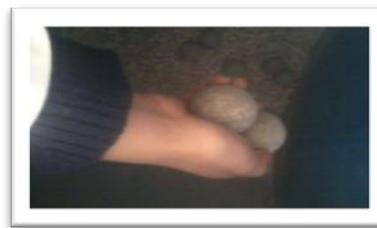
-Principe de l'essai: consiste à mesurer la masse m d'éléments inférieurs à 1.6 mm, produits par la fragmentation du matériau testé (diamètres compris entre 4 et 47 mm) et que l'on soumet aux chocs de boulets normalisés, dans le cylindre de machine los Angeles en 500 rotations.

La formulation pour déterminer le coefficient los Angeles (LA) :

$$LA\% = (m/M) \cdot 100$$



Photos17



photos18

$M=5000g$

Classe granulaire	Nombre de boulets	Poids d'éléments >1.6mm	Poids d'éléments <1.6mm $m=M-m'$	LA(%)
3/8 4-6.3	7	3733.8	1266.2	25
8/15 6.3-10	9	3850.5	1149.5	23
15/25 10-14	11	3804.8	1195.2	23

Tableau14: coefficient LA

1-2-2 Essai MICRO-DEVAL NF P-18-572:

-Définition: l'essai consiste à mesurer l'usure dans un broyeur, par frottements entre les granulats et une charge abrasive.

Le micro-deval en présence d'eau (MDE) permet de quantifier à la fois l'usure par frottement réciproque des granulats dans une assise, et l'usure par frottement des pneumatiques sur les gravillons à la surface des revêtements.

La présence de l'eau de façon quasi permanente dans les assises de chaussée, a généralement une grande influence sur l'usure d'où la pratique de l'essai en présence d'eau.

-But de l'essai:

L'essai permet de mesurer la résistance à l'usure des granulats les plus usuels en technique routière.



Photos19



Photos20

-Mode opératoire:

- tamiser à sec sur les tamis de la classe granulaire choisie (gravier).
- Introduire dans le cylindre d'essai, la charge abrasive puis les 500g de l'échantillon et on ajoute 2.5litres d'eau.
- Mettre les cylindres en rotation pendant 2h, après recueillir l'échantillon et la charge abrasive dans un bac.
- laver et tamiser le matériau contenu dans le bac sur le tamis de 1.6mm.
- Sèche le refus à 1.6mm à l'étuve.

Peser ce refus au gramme m'.

-Les résultats:

Le coefficient micro-deval est par définition le rapport:

$$MED=100*(500-m')/100.$$

Classe	La masse de matériau(g)	m'	m=M-m'	MED=100(m/M)
Gravier 3/8	500	379.7	120.3	24
Gravier 8/15	500	411.7	88.3	18
Gravier 15/25	500	411.9	88.1	18

Tableau15: coefficient de MDE.

-Commentaire : d'après les résultats obtenues dans MDE et LA sur les trois (03) fractions sont correctes vis à vis des spécifications, donc le gravillon a une bonne résistance est acceptable pour utilisée dans la couche de revêtement.

-NB: Les essais effectués sur les trois (03) fractions de granulats ont mis en évidence des Caractéristiques physiques et mécaniques acceptables dans l'ensemble.

1-2-3:Essai de mesure la masse volumique NF P 98-250-6:

La masse volumique est la masse de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre les grains.les masse volumique s'expriment en kg/dm^3 ou en g/cm^3 .

-But d'essai:

Cet essai a pour de permettre de connaitre la masse d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une composition de béton.ces paramètre permet de déterminer la masse volume des différentes classe granulaire malaxées pour d'un béton.

-Les résultats:



Photos21



photos22



photos23



photos24

N° Eprouvette	1	2	3	4	5	6	7
Epaisseur (cm)	4.5	6	5.2	6.5	6	5.5	5.5
Masse l'éprouvette (g)	397.3	549.8	497.1	636.9	599.5	518.4	529.8
Masse l'éprouvette paraffinée (g)	408.8	556.6	508.1	644.8	610.3	526.6	537
Masse la paraffine (g)	11.5	6.8	11	7.9	10.8	8.2	7.2
Masse volumique la paraffine (g/cm^3)	0.9						
Volume paraffiné (cm^3)	12.78	7.56	12.22	8.78	12	9.11	8
Masse l'éprouvette paraffine et immergée dans l'eau (g)	217.1	300.8	285	359.4	337.6	281.9	288.7
Volume brut (g)	191.7	255.8	223.1	285.4	272.7	244.7	248.3
Volume net	178.92	248.24	210.88	276.62	260.7	235.5	240.3
Masse volumique l'éprouvette (g/cm^3)	2.22	2.21	2.35	2.30	2.30	2.20	

Tableau16:la masse volumique.



Iv-Conclusion

Le projet routier effectué satisfait à multiples conditions, chacune se réalise à partir d'une étude expérimentale ; car la construction d'une route demande des étapes des essais suivant les normes.

Pour arriver une bonne qualité de route, puisque chaque essai donne un résultat qui nous assure la vie de cette route.

-Les difficultés rencontrées dans le moment de stage

Comme tout un stage effectué il nous a rencontré énormément de difficultés durant l'amélioration de ce projet on cite par exemple; le premier major problème qu'est le non organisation entre les études de la faculté et les travaux pratique qui se fait sur terrain, qui nous a causé un trou d'incompréhension des certains essais en site. Le deuxième problème est le manque de certain matériels chez le laboratoire qui on a choisi pour effectuer notre stage ce qui nous a poussé a chercher ces matérielles dans d'autres entreprise pour terminer les essais qu'on besoin.



Référence bibliographique

- [1] Kalli Fatima-Zohra "Manuel d'Essai routiers-office des publications universitaires-Alger-2012.
- [2] Mémoire " Etude du recyclage des chaussées bitumineuses à chaud et a froid"-10-6-2013.
- [3] Ruban (M) –contrôles de qualité en construction routier. 1991 Presses de l'ENPC.
- [4] les référence les normes est : fiche: MPL-FL (indice A) du 26.01.11 [ARVOR GEOTECHNIQUE]





- Tableau01:Analyse Granulométrique du "tuf".
- Tableau02:La limite liquidité.
- Tableau03:La limite plasticité.
- Tableau04:Classification d'un tuf selon l'Indice de plasticité
- Tableau05:Essai Proctor.
- Tableau06:compacité de couche de base.
- Tableau07:Analyse Granulométrique de sable (0/3)
- Tableau08:Analyse Granulométrique de gravier (3/8)
- Tableau09: Analyse Granulométrique de gravier (8/15)
- Tableau10: Analyse Granulométrique de gravier (15/25).
- Tableau11:coefficient d'aplatissement gravier (3/8).
- Tableau12: coefficient d'aplatissement gravier (8/15).
- Tableau 13: de propreté de granulat (gravier).
- Tableau14: coefficient los Anglos.
- Tableau 15:coefficient MDE.
- Tableau 16:La masse volumique des graviers.
- Courbe01:Analyse Granulométrique (tuf).
- Courbe02:Analyse Granulométrique (gravier).
- Courbe03:La limite liquidité.
- Courbe04:Essai Proctor.