

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil etHydraulique
Référence :/2024



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع/2024

Mémoire de Master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies Et Ouvrage D'art

Thème

**CHOIX DES ESSAIS D'IDENTIFICATIONS
POUR LA CLASSIFICATION DES MATERIAUX
ROUTIERS, APPLICATION SUR 20 KMS RN03**

Etudiants :

HEROUCHE ALAEDDINE

GUEMIDA MADANI

Encadreur :

Dr. KHELIFA TAREK

Année universitaire : 2023 - 2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous remercions, en premier lieu, notre Dieu le plus Puissant qui a bien voulu nous donner la force et le courage Pour effectuer le présent travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur MRS. TAREK KHELIFA. Pour son sérieux, sa compétence Et ses orientations.

Nous adressons également notre profonde gratitude au personnel pédagogique d'UNIVERSITE MOHAMED KHIDER -BISKRA

Nos reconnaissances vont aussi aux bibliothécaires, aux personnels du centre de calcul, et au personnel de l'administration d'UNIVERSITE.

Enfin nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

*Nous remercions les membres de jury qui nous ont
Fait l'honneur de présider et d'examiner
Ce modeste Travail.*

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم
والصلاة والسلام على رسول الله محمد ﷺ

اهدي هذا العمل المتواضع بمناسبة نهاية مشوار الدراسة الجامعية إلى:

من ربتي وانارت دربي واعاننتي بالصلوات والدعوات، الى أغلى انسان في
هذا الكون أمي الحبيبة.

إلى من عمل بكد في سبيلي وعلمني معنى الكفاح وأوصلني الى ما أنا عليه أبي
الكريم أدامه وحفظه الله لي

إلى جميع الأهل والأقارب

إلى جميع أصدقائي وأحبائي من عرفتهم في حياتي ومشواري الدراسي

إلى جميع الأساتذة قسم الهندسة المدنية والري

INTRODUCTION

GENERALE :

INTRODUCTION GENERALE :

Dans le cadre du programme de développement des régions du sud, la direction des travaux publics de la wilaya de Biskra, a confié l'étude et le suivi du **Projet du Dédoublément de la RN03 sur 20 kms au CTTP contrôle technique des Travaux publics**, le dédoublément de cette voie devient une urgence à concrétiser très rapidement.

Notre travail consiste à faire une évaluation sur les essais courants de contrôle routier sur la PST (partie supérieure terrassements) et le corps de chaussée et les normes appliquées. Puis voir la qualité des travaux réalisés par rapport aux exigences demandées.

Concernant la présentation de la situation géographique de la wilaya de Biskra. Cette dernière se situe au sud de l'Algérie, regroupant 27 communes et 15 daïras elle est limitée par :

- Au Nord: les wilayas de Batna et de M'sila.
- Au Sud: la wilaya d'El-Oued
- A L'Est: la wilaya de Khenchela.
- A L'Ouest: la wilaya d'Ouled djellal.

La wilaya de Biskra se caractérise par un climat saharien aride :

Pluviométrie réduite, température élevée, très forte évaporation et des vents de sables.

La circulation routière sur ce tronçon RN03 de la ville de Biskra est lente et difficile telle qu'elle est actuellement, la simple voie de 7 m de large ne peut plus répondre à ce trafic sur cet axe avec prédominance de poids Lourds

Le nouveau tracé du dédoublément de la RN 03 sera implanté parallèlement et à proximité de l'actuelle RN 03. Le tracé d'origine de Biskra se termine à ELMGHAIRE, il se trouve sur un relief quasi plat avec seulement quelques virages à grand rayon de courbure.

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une démarche globale de mise à niveau de l'un des axes les plus importants sur les plans socioéconomique et stratégique reliant le Nord et le Sud du pays.

L'itinéraire du projet se situe dans un relief pratiquement plat et se caractérise par des sinuosités faibles et des déclivités faibles à moyennes c'est-à-dire il peut être classé environnement **2**.

Donc notre projet est de :

Catégorie : **C2**.

Environnement : **E1**.



Figure 1 : Plan Synoptique de la RN 03

CHAPITRE I:
CARACTERISTIQUES
DES MATERIAUX
ROUTIERS

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX ROUTIERS

Suivant le catalogue dimensionnement des chaussées neuves les caractéristique des matériaux utilisés la GNT ; GB ; BB ; sont les suivants.

I-GRAVES NON TRAITES [GNT] :

I-1- Définition :

Les Gravés non traités [GNT] sont définis comme étant des gravés O/D, ne comportant pas de liant. On distingue deux types de GNT suivant leur mode d'élaboration: Les GNT de type «A» sont obtenus en une seule fraction (ce type de GNT ne permet pas une optimisation de la granulométrie et n'offre pas de garantie d'homogénéité),

Les GNT de type «B» sont des matériaux provenant du mélange d'au moins deux fractions granulométriques, malaxées et humidifiées en centrale.

I-2-Domains D'utilisation :

Couches d'assises de chaussées (couche de base et de fondation) pour le réseau RP2 Couche de fondation pour le réseau de niveau 1 (RPI),

NB: il est recommandé de faire appel à l'utilisation des GNT de type «B» pour le réseau principal de niveau 1.

I-3-Specifications :

Caractéristiques Physico-Mécanique

Granulométrie: les courbes granulométriques doivent s'inscrire dans les fuseaux de spécification 0/20 et 0/31,5 définis ci-dessous et en annexes 1 et 2.

Fuseau 0/20

TAMIS (mm)		31,5	20	10	6,3	4	2	0,5	0,2	0,08
TAMISAT(%)	Min	100	85	85	42	32	22	10	7	4
	Max	100	99	82	70	60	49	30	20	10

Fuseau 0/31.5

TAMIS (mm)		40	31,5	20	10	6,3	4	2	0,5	0,2	0,08
TAMISAT(%)	Min	100	85	62	40	31	25	18	10	6	4
	Max	100	99	90	70	60	52	43	27	18	10

Indice de concassage: $I_c = 100\%$

Dureté: $LA \leq 30\%$, $MDE \leq 25\%$ en couche de base.

$LA \leq 40\%$, $MDE \leq 35\%$ en couche de fondation.

Angularité: Les coefficients d'aplatissement: $A \leq 30\%$.

Propreté : $ES \text{ à } 10\% \text{ fines} \geq 40\%$. Et $VB \leq 2$

I-4-Fabrication :

Les GNT sont produits à partir de roches massives concassées et criblées en carrières. Suivant le mode d'élaboration, on distingue deux niveaux de qualité:

- Les GNT de production directe (type «A») qui proviennent des niveaux de concassage primaire ou secondaire et qui sont simplement criblés à une maille déterminée.
- Les GNT de type «B» proviennent du mélange d'au moins deux fractions granulométriques distinctes dans des proportions définies et qui sont malaxées et humidifiées, soit dans une chaîne de reconstitution de la carrière, soit dans une centrale de malaxage distincte de la carrière.

I-5-Compactage :

Le compactage doit être réalisé de façon énergique, pour cela, utiliser:

- Les compacteurs vibrants ayant une masse par centimètre de génératrice vibrante ($M1/L \geq 30 \text{ kg/cm}$).
- Les compacteurs à pneumatiques de 3 tonnes par roue au moins.

NB: La fiche technique des performances des engins de compactage doit être exigée pour chaque dossier d'appel d'offre.

- Prévoir le calage préalable des bords de la couche par des granulats de bonne qualité.
- Pour remédier au sous compactage systématique des bords, prévoir une sur largeur coté rive, égale à 1,5 fois l'épaisseur de la couche.
- Un plan de balayage transversal de la couche à compacter doit être défini en tenant compte de la largeur de l'engin de compactage et de celle de la bande à compacter.
- Les modalités d'exécution devront être définies par la réalisation de planches d'essais.

La densité de la planche d'essai (gde) est considérée comme satisfaisante lorsque: **$yde \geq 97\% ydOPM$** .

- Dès que le chantier a atteint une cadence normale, il est procédé à la réalisation d'une planche de référence portant sur une demi-journée de travail, à l'issue de laquelle, on fixe les densités et les dispersions de référence, ces valeurs seront utilisées lors des contrôles ultérieurs. La densité de référence (**ydref**) est considérée comme satisfaisante lorsque: **$ydref \geq 98\% yde$** avec une dispersion caractérisée par un écart type $\text{Sigma} \leq 0,03$.

NB: Cette planche de référence doit être systématique pour le réseau principal de niveau 1 (RP1).

I-6-Contrôle :

Contrôle De Fabrication :

1- Avant fabrication :

Contrôler le matériel de la chaîne de fabrication,

Contrôler l'installation et les réglages initiaux de la centrale pour la GNT de type «B».

2- En cours de fabrication :

Contrôler l'alimentation des concasseurs, la charge des cribles, la qualité de la production (Granularité, LA, MDE, ES, VB, teneur en eau) et le chargement et stockage des matériaux.

Contrôle de mise en œuvre

Il s'agit de vérifier que:

-Les modalités définies lors des planches d'essai sont bien appliquées

-La qualité du compactage est considérée satisfaisante lorsque:

- Pour 95% des valeurs contrôlées, $y_d \geq y_{dref} - 3 \text{ Sigma}$

(dans le cas où la planche de référence a été réalisée).

- Pour 95% des valeurs contrôlées, $y_d \geq 96\% y_{de}$

(dans le cas où la planche de référence n'a pas été réalisée).

II-ENROBÉS BITUMINEUX À CHAUD :

II-1-Matériaux :

Les spécifications relatives aux caractéristiques intrinsèques des granulats, aux caractéristiques de fabrication et à celles liées au comportement des enrobés bitumineux en présence d'eau sont données Ci-après.

Ces spécifications concernent les techniques des bétons bitumineux 0/14 destinés aux couches de roulement et des gravés bitumes 0/20 destinées aux couches de base.

II-2-Granulats : Les granulats doivent répondre aux exigences du tableau 1 ci-dessous: Caractéristiques	Spécifications		Analyse granulométrique			
	PL-MJA < 150	PL-MJA > 150	Tamis	3/8	8/15	15/25
Coefficient Los Angeles	≤ 30	≤ 25	40	-		100
			25	-	100	85-99
Coefficient Micro Deval	≤ 25	≤ 20	15	-	85-99	1-15
			12,5	100	-	-
Coefficient d'aplatissement	≤ 30	≤ 25	10	-	-	≤ 3
			8	85-99	1-15	-
Propreté superficielle	≤ 3	≤ 2	5	-	≤ 3	-
Rapport de concassage	≥ 4	≥ 2				
Mottes d'argile et particules friables fraction 0/5 (%)	≤ 2	≤ 2	3	1-15	-	-
			2	≤ 3	-	-

Tableau n°8 : caractéristiques des granulats

II-2-Sable :

Le sable sera un sable de concassage, soit de pierres naturelles. Le sable devra être de préférence de même nature minéralogique que les granulats entrant dans la composition des enrobés.

Caractéristiques	Spécifications		Analyse granulométrique	
	PL-MJA	PL-MJA	Tamis	Spécifications
Equivalent de Sable à 10% de fines (%)	>60	>60	5	100
friabilité de sable FS	≤40	≤35	3	85-99
Valeur au bleu de méthylène VB (g/Kg)	≤1	≤1	0.08	10-22

Tableau n°9: caractéristiques du sable

Si la valeur de l'équivalent de sable PS est 75 (sable considéré propre), il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai au bleu de méthylène (VB)

II-3-Fillers D'apport :

Quand la teneur en fines (élément inférieur à 80 microns du sable de concassage ou du sable broyé) nécessaire au béton bitumineux est insuffisante, compte tenu du pourcentage avec lequel ce sable intervient dans la formule, il faut prévoir l'addition d'un filler. Les spécifications liées aux caractéristiques des fines sont données dans le tableau 10 ci-dessous:

Caractéristiques	Spécifications
granularité	Tamisats à 0,2 =100% Tamisats à 0,08 > 80%
Indice des vides Rigden IVR (NA 5009-1995)	≤40
Valeur au bleu de méthylène VBF (quantité de bleu adsorbée, en grammes, pour 1000 g de fines) (NA 1948-1991)	≤10

Tableau n°10 : caractéristiques du filler d'apport

II-4-Liants Hydrocarbonés

A) Liants Pour Couche D'accrochage :

Les couches d'accrochage sont réalisées avec de l'émulsion cationique de bitume de pénétrabilité 80/100 ou 180/220 caractérisée par une rupture rapide et une viscosité faible (2 à 6° Angle) conforme à la norme NFT 65-011.

B) Liants Pour Enrobés À Chaud :

Le bitume pour gravé bitume et béton bitumineux est de la classe 40/50. En cas d'impossibilité d'approvisionnement en 40/50, l'Entrepreneur pourra utiliser un bitume de classe 60/70 après accord du Maître de l'Ouvrage. Le bitume utilisé devra répondre aux spécifications du tableau 11

QUALITE	UNITE	40/50	60/70
Point de ramollissement (NA 2617-1992)	°C	52 à 57	47 à 52
Pénétrabilité à 25 ^{°C} (NA 5192-1993)	1/10mm	40 à 50	60 à 70
Densité relative à 25 ^{°C} (NA 5224-1993)	Gr/ml	1.0 à 1.10	1.0 à 1.10
Perte de masse à la chaleur (NA 5193-2004)	%	<1%	<1%
Point d'éclair (NA 5325-2000)	°C	<250°C	<230°C
Ductilité à 25°C (NA 5223-1993)	Cm	<60	<80
Différence de TBA après RTFOT (NA 5313-2001)	D TBA °C	≤6	≤9

Tableau n°11 : caractéristiques des bitumes

C.3) Contrôle Des Liants :

L'entrepreneur devra à ses frais s'assurer en permanence que les liants fournis sont conformes aux spécifications. Pour chaque livraison de bitume ou d'émulsion de bitume, l'entrepreneur doit fournir une attestation de conformité contenant toutes les informations sur le produit.

C.4) Approvisionnement :

L'entrepreneur assurera le transport du bitume depuis les usines agréées. Il aura à sa charge la fourniture et l'exploitation du matériel de pompage nécessaire pour transvaser le liant des camions citernes dans les cuves de stockage.

L'entrepreneur passera lui-même les commandes, prendra la livraison, fera les réceptions, assurera le transport à pied d'œuvre, le stockage et le réchauffage. Il devra s'entendre avec les services de l'usine qui fournit le liant pour fixer la cadence d'approvisionnement correspondant à son délai d'exécution.

III-GRANULOMÉTRIE DU MÉLANGE :

Les bétons bitumineux 0/14 semi-grenus destinés aux couches de roulement (dont l'épaisseur minimale de mise en œuvre en tout point est de 5.5 cm) et les graves-bitume 0/20 destinés aux couches de base (dont l'épaisseur minimale de mise en œuvre en tout point est de 10 cm) sont reconstitués à partir des fractions granulométriques suivantes:

0/3-3/8-8/14 pour BB 0/14:

0/3-3/8-8/14-14/20 pour GB 0/20.

La composition granulométrique du mélange devra être, selon le type d'enrobé, à l'intérieur des fourchettes données dans le tableau 12:

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX ROUTIERS

TAMISAT	BB 0/14 (%) Semi-grenu	GB 0/20 (%)
20	-	85-100
14	94-100	-
10	72-80	65-75
6.3	50-66	45-60
2	28-40	25-40
0.08	7-10	6-9

Tableau n°12 : composition granulométrique du mélange

IV-TENEUR EN LIANT :

Les teneurs en liant sont indiquées au tableau 13 qui suit en fonction du type d'enrobés, de leur teneur en filler, de la nature des granulats (matériaux absorbants, p.ex. calcaires, ou matériaux compacts, p.ex. quartzites). Elles sont exprimées en pour-cent poids par rapport au poids total de l'enrobé

Type d'enrobé	BB 0/14	GB 0/20
Teneur en filler %	6-10	6-9
Teneur en liant%		
a) agrégats absorbants	6.4-6.8	5.0-5.4
b) agrégats compacts	5.6-6.0	4.5-5.0

Tableau n°13 : Teneur en liant

Les valeurs usuelles du module de richesse sont données, selon le type d'enrobé, dans le tableau 14:

Types d'enrobé	Module de richesse			
BB 0/14	3.45	3.60	3.75	3.90
GB 0/20	2.45	2.60	2.75	2.90

Tableau n°14: module de richesse

V-TENEUR EN FILLER D'APPORT :

La teneur en filler à retenir pour le chantier sera choisie telle que la teneur en fines du mélange soit comprise entre six (7%) et dix (10%) pour cent pour le béton bitumineux et entre six (6%) et neuf (9%) pour cent pour la grave bitume.

VI-CARACTÉRISTIQUES DES ENROBÉS :

Les enrobés bitumineux devront satisfaire aux conditions suivantes:

Désignation	BB 0/14		GB 0/20	
	Min	Max	Min	Max
% Vides	3	5	4	6
Stabilité MARSHALL (Sm) (KN)	10,5	-	10,5	-
Fluage MARSHALL (mm)		4	-	4
Tenue à l'eau s/Sm	PL-MJA < 150	>0,70	> 0.6	
	PL-MJA 150	>0,75	>0,65	
Compacité (%)	92 à 98		88 à 96	

Tableau n°15 : performances des enrobés

VII-COUCHE D'ACCROCHAGE :

Une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume, à raison de [300](#) à [600](#) grammes par mètre carré ([300](#) à [600](#) g/m²) de bitume résiduel, sera systématiquement réalisée. Le dosage est en fonction de la nature et de la texture des couches à coller, il faut éviter les surdosages qui, créant des zones de possibilité de glissement, qui iraient à l'encontre du but recherché.

Le liant d'accrochage est appliqué au moment de l'exécution du tapis de béton bitumineux uniformément à l'aide d'une rampe ou à la lance. Le répandage de l'émulsion s'effectue en avant du finisseur, mais une distance maximale n'excédant pas [100](#) mètres.

VIII-CONCLUSION :

Lors du suivi des routes, nous réalisons les essais de laboratoire nécessaires afin de garantir que la construction de la route est correcte et de haute qualité, assurant sa durabilité à long terme. Nous nous appuyons sur les références réglementaires et les lois approuvées par le Ministère des Travaux Publics pour évaluer ces tests.

CHAPITRE II:

LES ESSAIS COURANTS DE CONTROLE ROUTIER

I-ESSAI DE LOS ANGELES :

I-1-Le but de l'expérience :

La résistance à l'usure des matériaux en gravier est déterminée exclusivement, tandis que les matériaux céramiques, les carreaux et les pierres font l'objet d'autres tests.

I-2-Appareils utilisés :

- 1 Série de tamis réguliers selon le système ASTM
- 2 Boules de fer
- 3 Etuve de séchage, température de séchage 105 C°.
- 4 L'appareil Los Angeles avec ses accessoires est constitué d'un tambour cylindrique rotatif d'un diamètre de 70 cm et d'une largeur de 50 cm. Le tambour tourne à la vitesse de 33 tours par minute avec des billes d'acier d'un diamètre de 47 mm et le poids de chacun est d'environ 420 gr et un compteur numérique qui compte le nombre de tours que l'appareil tourne, en plus d'un bol à vide qui tourne grâce au moteur monté sur le côté.

I-3-les étapes de l'expérience :

- 1 - Une expérience de granulométrie est réalisée pour le gravier sec sur lequel l'expérience doit être menée, et après avoir déterminé les poids des graviers restant sur les tamis, ces poids sont comparés au tableau ci-joint relatif à cette expérience, à travers lequel le type de granulométrie de l'échantillon est déterminé.
- 2 Après avoir déterminé la composition granulaire du gravier correspondant au tableau, on détermine le poids de l'échantillon nécessaire pour réaliser l'expérience de Los Angeles et le nombre de billes d'acier qui doivent être placées avec l'échantillon à l'intérieur du tambour. Nécessaire pour mener l'expérience est également déterminée.
- 3- L'échantillon est placé dans le tambour et l'appareil effectue un nombre de cycles selon ce qui a été précédemment spécifié dans le tableau, soit 500 ou 1000 selon la composition des grains de l'échantillon.
- 4- Après avoir effectué le nombre de cycles prescrit, l'échantillon est vidé puis tamisé à l'aide d'un tamis de 1,68 MM.
- 5 Le facteur Los Angeles ou taux d'usure est calculé par la relation $A = (m/n) * 100$ où :



Photo n°1: Boules de fer



photo n°2: L'appareil Los Angeles

II- ESSAI D'EQUIVALENTE AU SABLE :

II-1-Définition du test équivalent sable :

- Il s'agit d'une expérience réalisée sur des matériaux passant au tamis, afin de déterminer le pourcentage de matières plastiques dans les matières solides classées pour juger de la propreté des matériaux issus de l'argile.

- L'avantage des tests d'équivalent sable :

- Connaître le rapport sable/impuretés dans les matériaux fins passant au tamis n°4, car l'argile est le principal ennemi des matériaux utilisés dans les travaux routiers.

II-2-Valeur équivalente sable :

La valeur de l'équivalent sable pour les matériaux, qu'il s'agisse de la couche de base en gravier ou de la couche de base bitumineuse, ne doit pas être inférieure à 45 %. L'essai complémentaire pour l'équivalent en sable est l'essai de l'hydromètre, et il peut être appliqué une fois que l'on obtient la valeur équivalente du sable dans la plage de (25:45) %, et la valeur la plus élevée autorisée pour les matériaux mous. Dans l'expérience de l'hydromètre, 5 %.

II-3-Définition de l'hydromètre :

Il s'agit d'une expérience visant à déterminer le pourcentage de matériaux argileux dans le sol. Le pourcentage d'argile ne dépasse pas 5 %. L'expérience est utilisée lorsque les résultats de l'expérience équivalente au sable échouent.



Photo n°3: Des tubes à essai



photo n°4: Dispositif d'agitation

III-ESSAI ANALYSE GRANULOMETRIQUE :

III-1-Introduction : L'analyse granulométrique est un essai important pour l'étude du sol :

Afin de déterminer certaines caractéristiques. Cet essai est seuls qui permet actuellement de contrôler la consistance De certaines qualités des matériaux mis en œuvres sur chantier à la cadence

Rapide imposée par les moyens mécaniques modernes. C'est un essai empirique, Simple et rapide, ne nécessite qu'un appareillage très élémentaire permettant Son utilisation sur le chantier même ou dans un petit local sommaire très

III-2-But de l'essai :

L'objectif de l'analyse granulométrique est de séparer le sol en

Fractions granulaires et de déterminer la distribution en poids des particules

Suivant leurs dimensions.

III-3-Matériels utilisés :

Appareillage

1-batterie de tamis avec un couvercle et un bac.

2-vibro-tamis électrique.

3-balance de portée maximum 5kg, précision 1g.

4-balance de portée maximum 500g, précision 0.1g

5-pinceau à poils doux en Nylon (pour dégager les grains coincés dans Les mailles des tamis).

III-4-Principe de la méthode :

Le but de cette analyse est de séparer un sol en plusieurs catégories de grains de diamètres décroissants en utilisant une série de tamis superposés

Classés suivant le diamètre de leur maille qui est supérieur ou égale à 80μ . L

Distribution en poids suivant la dimension des particules est traduite par une

Courbe granulométrique

La quantité de sol retenu dans un tamis est appelée refus partiel du tamis.

La quantité de sol qui passe au travers d'un tamis est appelée le tamisât partiel du tamis.



Photo n° 5: tamis

IV- ESSAI MICRO DEVAL

IV-1-Le but de l'essai :

L'essai micro dévale permet de mesurer la résistance à l'usure des gravillons.

IV-2-Appareillage Appareil de micro dévale :

C'est un cylindre de 20 cm de diamètre et de 34 cm de longueur. Le cylindre effectue 10 000 révolutions à 30 tr/min autour d'un axe faisant un angle de 320° avec l'axe du cylindre.

Charge abrasive est constitué par des billes sphériques

Un tamis de 1,6 mm

2 tamis de la classe granulaire choisis

Balance

Etuve

Gravier

IV-3-Mode opératoire et exécution de l'essai :

Lavage et le séchage d'une masse de gravier (500g) et puisque le temps ne permet pas d'effectuer cette étape on utilise l'échantillon qui déjà préparé par le prof

2- nous pesons 500g de gravier qu'est déjà préparé à l'avance

3- on introduit dans le cylindre les 500g de gravier et la charge abrasive (la

Charge abrasive = 5000g puisque la classe de granulaire est entre 10 et 14 mm)

4- mettre les cylindres en rotation pendant 2 heures soit 100 000 /mn

Le coefficient MD = $[(M - P) / M] * 100$

Avec M = 500g ; P = 343g

MD = $[(500 - 343) / 500] * 100 = 31.4 \%$

MD = 31.4%



Photo n° 6: L'appareil micro dévale

V- ESSAI DE PROCTOR NORMALE ET MODIFIEE NF P 94-093 :

V-1-But de l'essai :

L'essai de Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximale.

Matériel utilisé : Moule Proctor.

2 - Dame Proctor normal.

3- Règle à araser.

4- Tamis 5 et 20mm.

5- Étuve.

V-2-Principe de l'essai :

L'essai consiste à compacter dans un moule normalisé, à l'aide d'une dame normalisée, 2.5 kg de sol à étudier on lui ajoute 2% d'eau et on mesure sa teneur en eau et son poids spécifique sec après compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à différentes teneurs en eau. On définit ainsi plusieurs points d'une courbe ($\gamma d ; w$) ; on trace cette courbe qui représente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau optimale et l'ordonnée la densité sèche optimale.

Note : Le Proctor modifié les compactages sont effectués à raison de 56 coups pour Le moule CBR et 25 coups pour l'essai Proctor normale. En revanche, dans le cas de l'essai Proctor normal, l'essai est répété sur 3 couches tandis que pour l'essai Proctor modifié il est répété sur 5 couches.



Photo n°7: le moule

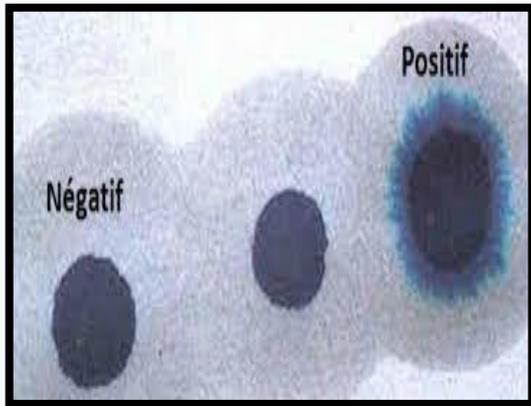


Photo n°8: la dame

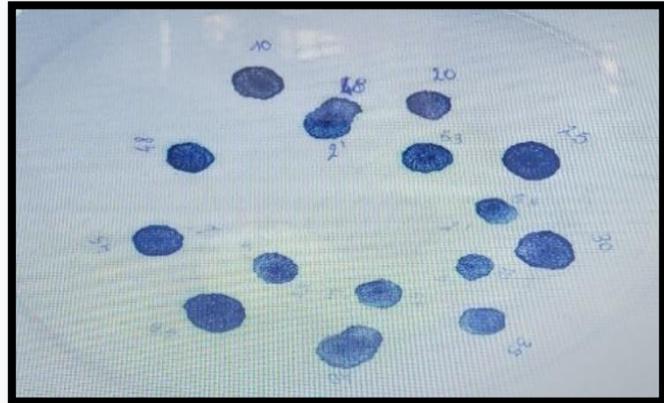
VI- ESSAI DE LA VALEUR DU BLUE DE METHYLENE:

VI-1- But d'essai :

Évaluer la richesse en argile d'un sol en mesurant sa capacité d'absorption de molécules de bleu de méthylène.



(A)



(B)

Photo n° 9: test du bleu sur le sol (négatif ou positif)

Objectifs Spécifiques :

Déterminer la quantité de colorant (bleu de méthylène) fixée par 30 g de la fraction granulaire analysée et calculer la valeur de bleu D'un sable « V.B.S ».

VI-2- Matériels utilisés :

- 1- Une balance de précision (résolution en milligrammes).
- 2- Un agitateur à ailettes de diamètre 70 à 80 mm et de vitesse de rotation 400 à 500.
- 3- Un bécher en matière plastique ou verre.
- 4- Une fiole d'une capacité de 1l.
- 5- Une burette de 500 ml gradué en 1/100 ml.
- 6- Un chronomètre.
- 7- Papier filtre sans cendre (<0.010)
- 8- Une baguette normalisée en verre de 8 mm de diamètre.
- 9- Échantillon (30g granulats sableux).
- 10- Une solution de bleu de méthylène qualité médicinale à 10 g/l.
- 11- Eau déminéralisée (500ml).
- 12- Kaolinite (30g).
- 13- Une étuve ventilée ou autre moyen de séchage



Photo n° 10: matériels de l'essai bleu méthylène

VI-3- Mode opératoire :

À la prise d'essai agitée dans de l'eau, on injecte successivement des doses de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène. Après chaque injection, une goutte est prélevée et déposée sur un papier-filtre. Le test devient positif lorsque l'auréole, d'abord incolore, demeure bleu clair pendant 5 minutes. La valeur de bleu est la quantité de solution injectée rapportée par proportionnalité directe à la fraction 0/50 mm du sol.

Valeur de bleu méthylène :

$$VBs = (\text{masse de bleu/masse de l'échantillon sec}) * 100$$

VII ESSAI KUMAGAWA

VII-1-But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la teneur en liant et la teneur en eau d'un matériau bitumineux par une méthode indirecte, c'est-à-dire par différence entre le poids de matériau avant des enrobages et le poids des granulats après des enrobages.

VII-2-Matériels utilisées :



Photo n°11: Cartouches de l'échantillon (BB ou GB)



Photo n°12: Appareil KUMMAGAWA+ Le toluène

VII-3-Mode opératoire :

- On prépare un échantillon de GB ou BB puis on le met au four toute une journée dans un plateau d'acier. Mélanger l'échantillon GB ou BB
- Ensuite, nous le divisons en quatre parties et retirons de deux parties opposées une quantité d'échantillons GB ou BB et les mettons dans le filtre
- Après cela, nous mettons l'échantillon dans l'appareil KIMAGAWA, puis versons une quantité importante de toluène.
- On laisse l'expérience d'une heure à une heure et demie jusqu'à ce que l'on remarque la clarté de l'eau qui sort de filtre.

VIII-ESSAI A LA PLAQUE :

VIII-1-Définition :

L'essai à la plaque est un essai permettant de contrôler les raideurs d'une plateforme. Il est décrit dans la partie « essai à la plaque » du L.C.P.C. (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) selon la norme NF P 94-117-1 à travers le chargement d'une plaque circulaire rigide. Il permet de déterminer les « modules sous chargement statique à la plaque », EV1 et EV2 (NF P 94-117).

VIII-2-But de l'essai :

L'essai consiste à mesurer à l'aide d'un appareillage défini. Le déplacement vertical du point de la surface du sol situé à l'aplomb du centre de gravité d'une plaque rigide chargée. Ce déplacement est appelé déflexion (W).

Domaine d'application :

Cet essai est destiné à la mesure de la déformabilité des plates-formes.

De terrassement constitué par des matériaux dont les plus gros éléments ne dépassent pas 200 mm

Conditions d'exécution :

Plateforme de type PF2 avec EV2 de l'ordre de 80MPa

Beau temps ; État hydrique des matériaux sec (Visuel)

Nature des matériaux : déblai rocheux calcaire concassé

Plateforme réalisée depuis environ 2 mois

Nous appliquons cet essai à chaque mètre de terrassement.



(A)



(B)

Photo n°13 : Matériels utilisées pour l'essai de plaque

VIII-3-Mode opératoire:

Égalisation par mise en place d'une couche de sable la plus mince possible (à ajuster à chaque essai si Nécessaire)

- Camion : stabilisation module par réalisation d'essais successifs
- Mesures par camion avec pré chargement, EV1 et EV2

- Mesures plaques avec pré chargement, EV1 et EV2
- Positionnement du camion sur 1er point et réalisation des mesures,
- Déplacement sur points suivants,
- Remesurer l'enfoncement de la plaque après avoir fait avancer le camion (Influence de la distance centre de plaque-point d'appui),
- Mesures Dyn plaque
- Mesures Plaque Dynamique Légère
- Mesures par camion

$k = E V 2 / E V 1$ est ensuite calculé pour estimer la qualité de compactage de la plateforme. Pour confirmer que celle-ci est bien compactée, la valeur de k ne doit pas dépasser 2,2 en général. Pour un module $k > 2,2$, la plateforme n'est donc pas acceptée suivant la norme NF P 93-117-1 malgré le fait que la valeur de EV2 soit très importante. Le DTU 13.3 demande un tassement maximum de $S = 2,05 \text{ m m}$ et la plateforme respecte bien ce critère.

IX-ESSAI DE GAMMA DENSIMETRE :

IX-1- But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la masse volumique moyenne des matériaux situés entre la partie supérieure libre d'une couche et une cote donnée (Z) à l'aide d'un gamma densimètre

IX-2- Matériels utilisée :



Photo n°14 : gamma densimètre

IX-3- Mode répertoire :

La mesure est fondée sur l'absorption par le matériau des photons gamma d'énergie donnée, émis par une source enfoncée à la profondeur Z dans la couche soumise à l'essai. Le nombre C de photons gamma traverse le matériau par unité de temps et il est directement lié à la compacité et la teneur en eau du matériau.

Le gamma densimètre est calibré avant chaque utilisation sur un bloc de référence de travail dont la masse volumique est connue.

Cet appareil est soumis à une réglementation stricte en matière de protection radionucléaire et seuls les opérateurs autorisés portant un dosimètre sont habilités à l'utiliser. Il peut être utilisé sur les matériaux hydrauliques (terrassements, grave ciment, grave non traitée) ou hydrocarbonés (enrobés si épaisseur supérieure à 5 cm).

IX -4-Conclusion :

Les laboratoires de contrôle technique des travaux publics jouent un rôle important dans la facilitation et la réalisation des projets, par exemple les projets de construction de routes, ces derniers s'appuyant sur un ensemble d'expérimentations techniques qui nécessitent des ingénieurs qualifiés et des dispositifs fiables répondant aux normes applicables. La responsabilité d'intégrité se manifeste par une objectivité et une rigueur scientifique et technique qui ne se soucient que de la qualité. Objectivité et une rigueur scientifique et technique qui ne se soucient que de la qualité.

X-ESSAI LIMITES D'ATTERBERG :

X-1-limites d'Atterberg :

Un sol constitué de particules ou de grains fins peut avoir une consistance qui varie dans de larges limites avec la quantité d'eau qu'il renferme. Quand on ajoute de l'eau à un sol sec, chaque particule se recouvre d'une couche d'eau absorbée ; si on continue de l'humidifier, l'épaisseur des couches augmente ; cette augmentation de l'épaisseur des couches permet aux particules de glisser les unes sur les autres plus facilement. C'est pourquoi on peut caractériser les consistances de sols fins (non pulvérulents), en termes limites.

X-2-But général de l'essai :

Le but de TP est la détermination expérimentale de la limite de liquidité (W_L) et de la limite de plasticité (W_P).

La détermination de W_L et W_P nous donne une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de CASA GRANDE que grâce à des indices ne nous donne la classification du sol étudié.

X-3-Première manipulation :

* Calcul de la limite de liquidité :

X-3-1- But de l'essai :

Détermination de la limite de liquidité.

X-3-2- Matériel utilisé

- Un appareil de Casa grande
- Outil à rainuré.
- Une patte
- Une coupelle de précision
- Une étuve

X-3-3- Mode opératoire :

Après avoir malaxé la pâte, on la fait étalée dans la coupelle sphérique normalisée de l'appareil de Casa grande avec une spatule, puis on sépare en deux parties, par une rainure faite au moyen de l'outil à rainurer, dans le sens longitudinal. À l'aide d'une spatule placée horizontalement pour que la patte soit bien symétrique par rapport à son axe dans la coupelle. On fait ensuite subir à la coupelle, une série de chocs égaux et réguliers en faisant tourner la manivelle jusqu'à ce que la rainure se soit refermée sur une longueur de 1 cm. On note le nombre N de coups appliqués, puis on effectue un prélèvement de la pâte et on détermine sa teneur en eau. Par séchage on réduit un peu la teneur en eau de la pâte et on répète l'opération décrite.

X-4-DEUXIEME MANIPULATION :

* calcul la limite de plasticité (WP) :

X-4-1 Buts de l'essai :

Détermination de limite de plasticité.

X-4-2 Matérielle utilisé :

- eau distillée.
- une balance de pression.
- une étuve.
- une plaque pour confectionner les rouleaux.
- une spatule pour malaxer la pâte.
- Des boites à tare.



Photo n°15 : Un appareil de Casa grande

CHAPITRE III :

CLASSIFICATION DES MATERIAUX

Nous présentons dans ce qui suit la norme NFP 300 -11 Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières

I-ABREVIATIONS :

DMAX : dimension maximale des plus gros éléments contenus dans un sol

Pd : masse volumique d'un échantillon de sol ou de roche déshydraté

IP : indice de plasticité

VBS : valeur de bleu de méthylène d'un sol

IC : indice de consistance

Wn : teneur en eau naturelle

Wopn : teneur en eau l'optimum Proctor normal

Ipi : indice portant immédiat

LA: coefficient los Angeles

MDE : coefficient micro -dévale en présence d'eau

FS : coefficient de friabilité des sables

FR : coefficient de fragmentable

DG : coefficient de dégradable

Th : état très humide

H : état humide

M : état moyen

S : état sec

St : état très sec

2/ Terminologie

Sols

Matériaux rocheux

Sols organiques :

Sous-produits industriels

II - CLASSIFICATION DES MATERIAUX

Les tableaux 1, 2, 3, 4 ci-après définissent la classification des sols répartis entre quatre classes :

-Tableau 1 : Classe A - Sols fins,

-Tableau 2 : Classe B -Sols sableux et graveleux avec fines,

-Tableau 3 : Classe C- Sols comportant des fines et des gros éléments,

-Tableau 4 : Classe D -Sols insensibles à l'eau.

<p>Classe</p> <p align="center">A</p>

Tableau 1 : classification des sols fins

Classement selon la nature			
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature
<p>$D_{max} \leq 50 \text{ mm}$ et Tamisat à $80 \mu\text{m} > 35 \%$</p>	<p align="center">A</p> <p align="center">sols fins</p>	<p>$VBS \leq 2,5^{(*)}$ ou $I_p \leq 12$</p>	<p align="center">A₁</p> <p>Limons peu plastiques, loess, silt alluvionnaires, sables fins peu pol- lués, arènes peu plastiques...</p>
		<p>$12 < I_p \leq 25^{(*)}$ ou $2,5 < VBS \leq 6$</p>	<p align="center">A₂</p> <p>Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plas- tiques, arènes...</p>
		<p>$25 < I_p \leq 40^{(*)}$ ou $6 < VBS \leq 8$</p>	<p align="center">A₃</p> <p>Argiles et argiles marnées, limons très plastiques...</p>
		<p>$I_p > 40^{(*)}$ ou $VBS > 8$</p>	<p align="center">A₄</p> <p>Argiles et argiles marnées, très plastiques...</p>

Classe
B

Tableau 2 : classification des sols sableux ou graveleux, avec fines

← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES REMBLAIS →					
← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES COUCHES DE FORME →					
Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Paramètres d'état	sous classe fonction de l'état
D _{max} ≤ 50 mm et Tamisat à 80 µm ≤ 35 %	B Sols sableux et graveleux avec fines	- tamisat à 80 µm ≤ 12 % - tamisat à 2 mm > 70 % - 0,1 ≤ VBS ≤ 0,2	B ₁ Sables silteux ...	Matériaux généralement insensibles à l'eau	
		- tamisat à 80 µm ≤ 12 % - tamisat à 2 mm > 70 % - VBS > 0,2	B ₂ Sables argileux (peu argileux)...	$IP_1 \leq (^*) 4$ OU $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	B ₂ th
				$4 < IP_1 (^*) \leq 8$ OU $1,10 w_{OPN} \leq w_n < 1,25 w_{OPN}$	B ₂ h
				$0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,10 w_{OPN}$	B ₂ m
				$0,5 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	B ₂ s
		$w_n < 0,5 w_{OPN}$	B ₂ ls		
- tamisat à 80 µm ≤ 12 % - tamisat à 2 mm ≤ 70 % - 0,1 ≤ VBS ≤ 0,2	B ₃ Graves silteuses ...	Matériaux généralement insensibles à l'eau			

Classe
B
(suite)

Tableau 2 (fin)

← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES REMBLAIS →

← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES COUCHES DE FORME →

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Paramètres d'état	sous classe fonction de l'état
D _{max} ≤ 50 mm et Tamisat à 80 μm ≤ 35 %	B	- tamisat à 80 μm ≤ 12 % - tamisat à 2 mm ≤ 70 % - VBS > 0,2	B ₄ Graves argileuses (peu argileuses)...	$IPI^{(1)} \leq 7$ ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	B ₄ th
				$7 < IPI^{(1)} \leq 15$ ou $1,10 w_{OPN} \leq w_n < 1,25 w_{OPN}$	B ₄ h
				$0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,10 w_{OPN}$	B ₄ m
				$0,6 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	B ₄ s
				$w_n < 0,6 w_{OPN}$	B ₄ ts
		- tamisat à 80 μm compris entre 12 et 35 % - VBS ≤ 1,5 (*) ou $I_p \leq 12$	B ₅ Sables et graves très silteux...	$IPI^{(1)} \leq 5$ ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	B ₅ th
				$5 < IPI^{(1)} \leq 12$ ou $1,10 w_{OPN} \leq w_n < 1,25 w_{OPN}$	B ₅ h
				$12 < IPI \leq 30$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,10 w_{OPN}$	B ₅ m
				$0,6 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	B ₅ s
				$w_n < 0,6 w_{OPN}$	B ₅ ts
		- tamisat à 80 μm compris entre 12 et 35 % - VBS > 1,5 (*) ou $I_p > 12$	B ₆ Sables et graves, argileux à très argileux	$IPI^{(1)} \leq 4$ ou $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$ ou $I_c \leq 0,8$	B ₆ th
				$4 < IPI^{(1)} \leq 10$ ou $0,8 < I_c \leq 1$ ou $1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN}$	B ₆ h
				$10 < IPI \leq 25$ ou $1 < I_c \leq 1,2$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n^{(1)} < 1,1 w_{OPN}$	B ₆ m
				$0,7 w_{OPN} \leq w_n^{(1)} < 0,9 w_{OPN}$ ou $1,2 < I_c \leq 1,3$	B ₆ s
				$w_n^{(1)} < 0,7 w_{OPN}$ ou $I_c > 1,3$	B ₆ ts

<p>Classe</p> <p align="center">C</p>

Tableau 3 : classification des sols comportant des fines et des gros éléments

Classement selon la nature			
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature
<p>$D_{max} > 50 \text{ mm}$ et tamisat à $80 \mu\text{m} > 12\%$</p> <p align="center">ou</p> <p>si le tamisat à $80 \mu\text{m}$ est $\leq 12\%$, la VBS est $> 0,1$</p>	<p align="center">C</p> <p align="center">sols comportant des fines et des gros éléments</p>	<p>Matériaux anguleux comportant une fraction $0/50 \text{ mm} > 60 \text{ à } 80 \%$ et matériaux roulés. La fraction $0/50$ est un sol de la classe A.</p>	<p align="center">C_1A_1</p> <p>Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...</p>
		<p>Matériaux anguleux comportant une fraction $0/50 \text{ mm} > 60 \text{ à } 80 \%$ et matériaux roulés. La fraction $0/50$ est un sol de la classe B.</p>	<p align="center">C_1B_1</p> <p>Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...</p>
		<p>Matériaux anguleux comportant une fraction $0/50 \text{ mm} \leq 60 \text{ à } 80 \%$ La fraction $0/50$ est un sol de la classe A</p>	<p align="center">C_2A_1</p> <p>Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex</p>
		<p>Matériaux anguleux comportant une fraction $0/50 \text{ mm} \leq 60 \text{ à } 80 \%$. La fraction $0/50$ est un sol de la classe B.</p>	<p align="center">C_2B_1</p> <p>Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...</p>

Classe
D

Tableau 4 : classification des sols insensibles à l'eau

← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES REMBLAIS →			
← CLASSIFICATION À UTILISER POUR LES COUCHES DE FORME →			
Classement selon la nature			
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature
VBS ≤ 0,1 et tamisat à 80 µm ≤ 12 %	D sols insensibles à l'eau	D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 2 mm > 70 %	D ₁ Sables alluvionnaires propres, sables de dune...
		D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 2 mm ≤ 70 %	D ₂ Graves alluvionnaires propres, sables...
		D _{max} > 50 mm	D ₃ Graves alluvionnaires grossières propres, dépôts glaciaires, ...

III- CLASSIFICATION DES MATERIAUX ROCHEUX} CLASSE R

Pour caractériser un massif rocheux en vue de son emploi en remblai ou en couche de forme, on procède successivement en deux étapes :

- 1) identification de la nature pétrographique de la roche ;
- 2) détermination des paramètres d'état et des caractéristiques mécaniques du matériau

V-TABLEAU GENERAL DE LA CLASSIFICATION DES MATERIAUX ROCHEUX

Classe
R

Tableau 5 : classification des matériaux rocheux (évolutifs et non évolutifs)

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement	
Nature pétrographique de la roche			Paramètres et Valeurs seuils retenus	
Roches Sédimentaires	Roches Carbonatées	R ₁ Craie	pd > 1,7	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et w _n ≥ 27	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et 22 ≤ w _n < 27	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et 18 ≤ w _n < 22	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et w _n < 18	
			pd ≤ 1,5 et w _n ≥ 31	
			pd ≤ 1,5 et 26 ≤ w _n < 31	
			pd ≤ 1,5 et 21 ≤ w _n < 26	
			pd ≤ 1,5 et 16 ≤ w _n < 21	
			pd ≤ 1,5 et w _n < 16	
	Roches Sédimentaires	R ₂ Calcaires rocheux divers Ex : - calcaires grossiers - travertins - tufs et encroûtements, etc...	MDE ≤ 45	
			MDE > 45 et pd > 1,8	
			pd ≤ 1,8	

Classe
R
(suite)

Tableau 5 (suite)

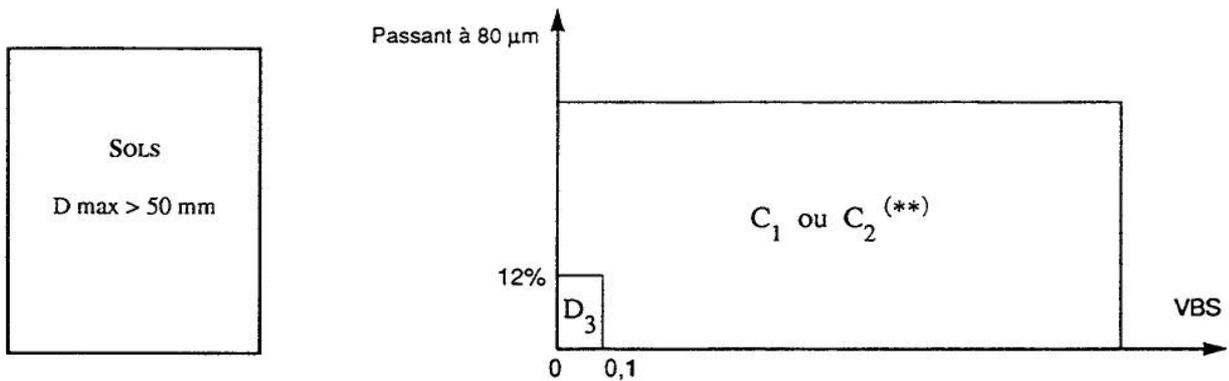
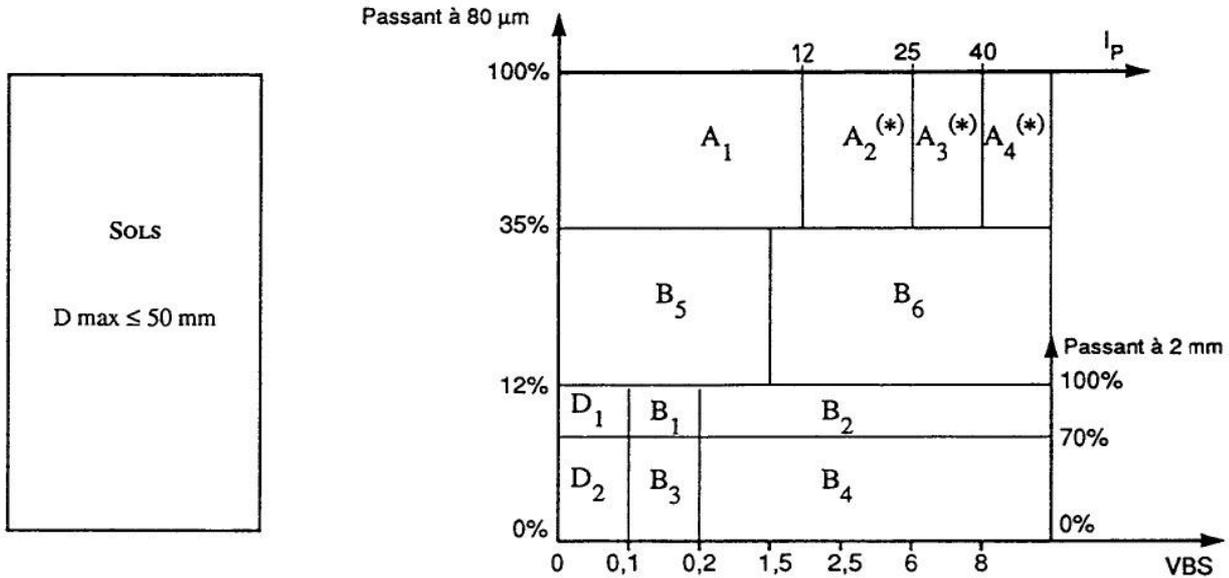
Classement selon la nature		Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Nature pétrographique de la roche		Paramètres et Valeurs seuils retenus		
Roches Sédimentaires	Roches Argileuses	R ₃ Marnes Schistes sédimentaires Argilites Pelites ...	FR ≤ 7 et DG > 20	
			FR ≤ 7 et 5 < DG ≤ 20	
			FR ≤ 7 et DG ≤ 5	
			FR > 7 et $\begin{cases} w_n \geq 1,3 w_{OPN} \\ \text{OU} PI^{(1)} < 2 \end{cases}$	
			FR > 7 et $\begin{cases} 1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN} \\ \text{OU} 2 \leq PI^{(1)} < 5 \end{cases}$	
			FR > 7 et $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,1 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $w_n < 0,7 w_{OPN}$	
	Roches Siliceuses	Roches Grès Poudingues Brèches ...	R ₄	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45
				LA > 45 OU MDE > 45 et FR ≤ 7
			FR > 7	
Roches Salines	Roches Gypse Sel gemme Anhydrite ...	R ₅	teneur en sel soluble $\begin{cases} \leq 5 \text{ à } 10 \% \text{ dans le cas du sel gemme}^{**} \\ \leq 30 \text{ à } 50 \% \text{ dans le cas du gypse}^{**} \end{cases}$	
			teneur en sel soluble $\begin{cases} > 5 \text{ à } 10 \% \text{ dans le cas du sel gemme}^{**} \\ > 30 \text{ à } 50 \% \text{ dans le cas du gypse}^{**} \end{cases}$	
** suivant que la fragmentabilité est plus ou moins grande				

Classe
R (suite)

Tableau 5 (fin)

Classement selon la nature		Classement selon le comportement	
Nature pétrographique de la roche		Paramètres et Valeurs seuils retenus	
Roches Magmatiques et Métamorphiques	R_6	$LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$	
	Granite, basalte, trachyte, andésite,...	$LA > 45$ OU $MDE > 45$ et $FR \leq 7$	
	Gneiss schistes métamor- phiques, schistes ardoi- siers,...	$FR > 7$	

Tableau synoptique de classification des matériaux selon leur nature



MATÉRIAUX ROCHEUX	Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	R ₁	
			Calcaires	R ₂	
		Roches argileuses	Marnes, argilites, pélites...		R ₃
		Roches siliceuses	Grès, poudingues, brèches...		R ₄
		Roches salines	Sel gemme, gypse		R ₅
	Roches magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésites..., gneiss..., schistes métamorphiques et ardoisiers...		R ₆	

CHAPITRE IV :

CONTROLE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN 03

I - INTRODUCTION :

La RN 03 traverse la WILAYA DE BISKRA sur 127. 300 kms (du PK 255+700 au PK 383+000).

Le projet dédoublement concerne le tronçon de la RN 03 du PK 327+500 (accès à l'aéroport de Biskra) au PK 383+500 (Limite de wilaya avec El -M'ghair). Notre projet de 20 kms. Se situe en la globalité entre PK 342+460 au PK 363+000.

Le Projet s'inscrit dans le cadre d'une démarche globale de mise à niveau de l'un des axes les plus importants sur les plans socioéconomique et stratégique reliant le Nord et le Sud du pays.

Le projet comprend entre autre le dédoublement du viaduc sur oued Djedi sur 330 m de longueur. Dans le cadre du contrôle de projet contrôle des travaux de réalisation du dédoublement RN03 (1ière tranche sur 20km). Que l'entreprise commencer a réalisé les travaux .le laboratoire de contrôle a effectué une visite du chantier et à procédé au prélèvement d'échantillon de TVO, GNT et REMBLAIS .pour analyses et vérifications de conformités.



Photo n°16: Zone de fin du projet PK 363+000

II-ACTIVITE DE LABORATOIRE :

Le Laboratoire MITIDJA a réalisé les essais de contrôle concernant toutes les phases des travaux, résumés dans le paragraphe suivants :

1-Contrôle de la qualité des matériaux en stock :

- Matériau pour couche de fondation (GNT 0/31.5).
- Matériau pour couche de forme (TVO Oued Djeddi).
- Sol pour le corps de remblais.

2-Inspection et vérification de l'atelier de mise en œuvre.

3-Contrôle de la mise en œuvre de corps de remblais.

4-Contrôle de compactage de fond de forme.

5-Controle de la couche de noir (GB et BB)

III-RESULTATS DU CONTROLE :

iii-1- Contrôle de la qualité des matériaux en stock.

iii-1-1- Matériau pour les remblais :

pour les remblais approximativement de chantier, ces sols sont destinés pour la confection des remblais de ce projet.



(A)



(B)

Photo n°17 : Gites pour les remblais zone RN03 (OUMECHÉ)

Prélèvements d'échantillons sur les stocks constitués au niveau gites d'empreintes, pour l'analyse et contrôle des conformités.

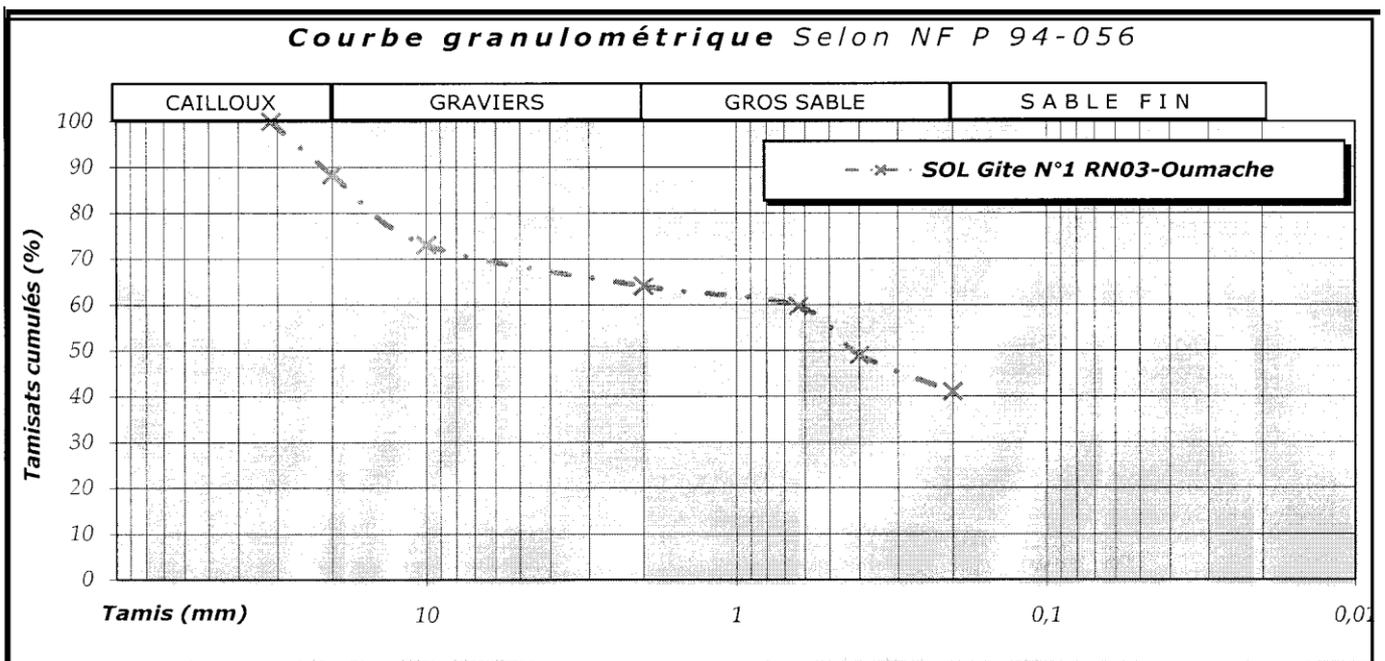


Figure n°1 : Courbe granulométriques sol gite N°1

CHAPITRE IV : CONTROLE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN 03

Désignation	Granulométrie			ES	V, B, S (g/100)	Limite		Proctor modifié		RC (kg/cm ³)
	D (mm)	Tamisa à 2mm	Tamisa à 0,08mm			WL	IP	Wopm	γ ...opm	
Sols gite RN03 OUMECHÉ	10	73	41	18	0,174	NON MESURABLE		17,1	1,61	21

❖ **Classification selon la norme NF P 11-300 :**

Désignation	Granulométrie			V, B, S	Classe	Sous Classe
	D max (mm)	Tamisa à 2mm	Tamisa à 0,08mm			
Sols gite RN03 OUMECHÉ	10	73	41	0,174	A1	A1ts

Tableau n°1 : Classification selon la norme NF P 11-300

III-1-2- Matériau Pour Couche De Forme :

Les gites de TVO su OUED DJEDDI OUMECHÉ, destine pour la couche de forme de ce projet.

Prélèvements d'échantillons sur les stocks constitués au niveau d'oued djeddi pour l'analyses et contrôle des conformités.



(A)



(B)

Photo n°18 : Gites pour les TVO zone OUED DJEDDI (OUMECHÉ)

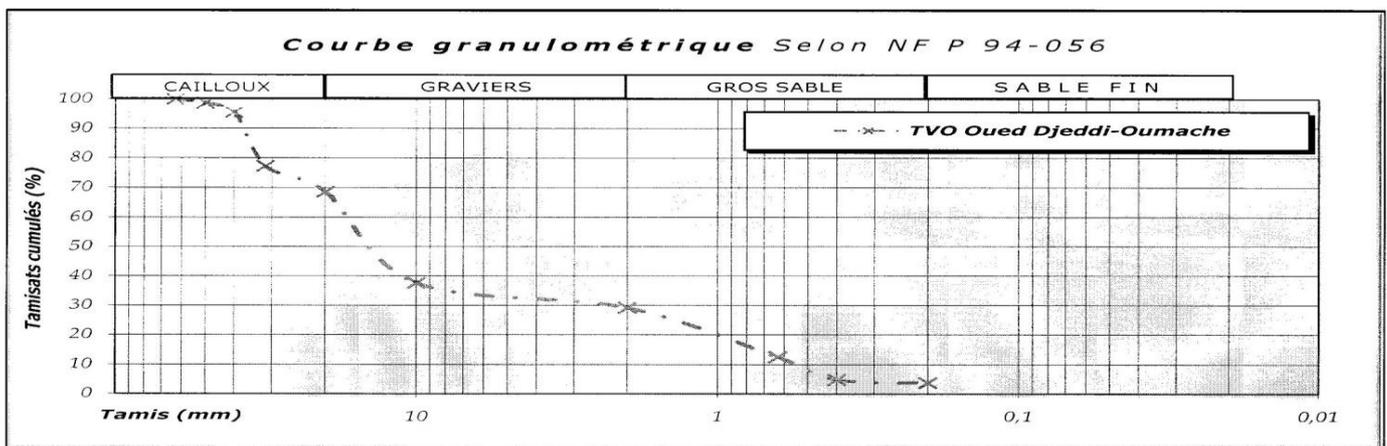


Figure n°2 : Courbe granulométriques TVO OUED DJEDDI-OUMECHÉ

❖ **Paramètre d'état et intrinsèque de matériau :**

Désignation	Granulométrie			ES	V, B, S (g/100)	Limite		Proctor modifié	
	D (mm)	Tamisât à 2mm	Tamisa à 0,08mm			WL	IP	W opm	γ opm
TVO OUED DJEDDI- OUMECHÉ	50	38	4	56	0,109	NON MESURABLE		3,1	2,3

❖ **Classification selon la norme NF P 11-300 :**

Désignation	Granulométrie			V, B, S	Classe	Sous Classe
	D max (mm)	Tamisa à 2mm	Tamisa à 0,08mm			
TVO OUED DJEDDI- OUMECHÉ	50	38	4	0,109	D2	D21

Tableau n° 2 : Classification selon la norme NF P 11-300

- LE TVO d'oued djeddi à OUMECHÉ est un grave alluvionnaire propre de classe granulat 0/50 mm
- C'est un matériau utilisable en couche de forme dans toutes les situations météorologiques, avec un compactage moyen et sans autre condition.
- Les résultats d'analyse de la propreté équivalents de sable (E.S) à la valeur bleue de méthylène (VBS) montrent que ce TVO est propre.
- Du point de vue dureté, la résistante à la fragmentation dynamique (LA) est conforme.
- En conclusion, le TVO analysée, est utilisable en couche de forme du projet cité ci-dessus.

III-1-3- Matériau Pour la Couche De Fondation :

Provisionner le chantier en GNT 0/31.5 destiné pour la couche de fondation de ce projet :

Prélèvements d'échantillons sur les stocks constitués au chantier. Pour analyses et contrôle des conformités.

Provenance : Carrier Hanka El Hajeb



(A)



(B)

Photo n°19 : Stock de GNT 0/31.5 sur chantier zone OUED DJEDDI (OUMECHÉ)

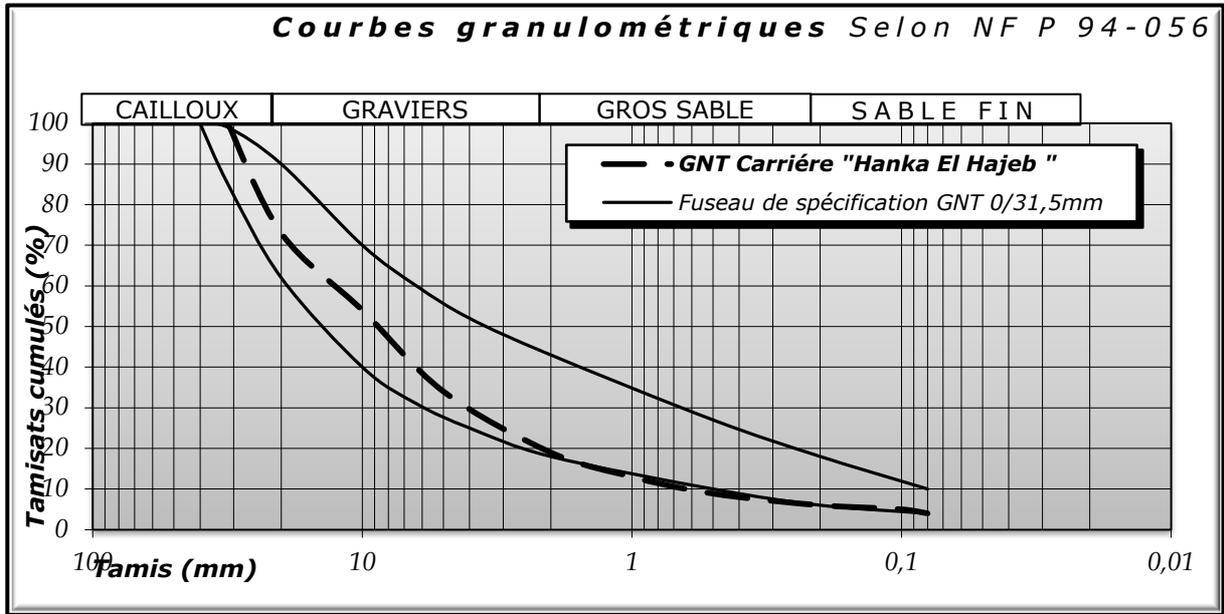


Figure n°3 : Courbe granulométriques GNT Carrière « HANKA EL HAJEB

Analyse granulométrique selon NF P 94 - 056														
Tamis (mm)	63	50	40	31,5	20	10	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,1	0,08
Tamisât (%)	-	-		100	73	54	34	19	13	10	8	6	5	4

Caractéristique	Granulométrie		Propreté		Limites d'Atterberg			Dureté	
	D (mm)	<80µ	E.S. à 10%	V.B.0/D	WL	WP	IP	L.A.	M.D.E.
Résultat	31,5	4	70	0,28	non mesurable			25	17
Spécification	≤ 40	2 à 10	> 35	≤ 1	IP Non mesurable			≤ 25	< 20
Normes essais	P 94-056		NA 455	NA 1948	P 94- 051			NA 5130	NA 5129

Tableau n°3 : Analyse granulométrique selon NF P 94 - 056

- Le GNT carrière HANKA EL HADJEB analysée est un gravé concassé de classe granulaire 0/31.5 mm dans la couche granulométrique s'insère dans le fuseau de spécification des GNT 031.5 avec une teneur en fine appropriée
- Les résultats d'analyse de propreté (équivalent de sable, valeur au bleu de méthylène), montrent que cette GNT est propre.
- Les résultats des analyses à la fragmentation dynamique (LA) et à l'usure (MDE) sont conformes aux spécifications en vigueur.
- En conclusion, l'analyse de la GNT montre qu'elle est utilisable pour la confection de la couche de fondation du projet actuel.

III-2- Contrôle de la Fond de Forme :

❖ Inspection Et Vérification De L'atelier De Mise En M'ouvre :

Charger du contrôle des travaux, a procédé à des vérifications sur états du matériel de l'entreprise et a dressé le constat suivant :

L'atelier de mise en œuvre se compose du matériel suivant :

Deux bulldozers – seize camions – deux chargeurs – deux nivelles –deux compacteurs pneumatiques – un compacteur mixte – deux pilles hydrauliques – deux camion-citerne.

Après les travaux de terrassement (décaissement et nettoyage), la mise à la cote de la Plateforme avec le compactage de ce dernier on a procédé la réception géotechnique de la plateforme à l'aide de l'essai à la plaque.

- **Effectué le contrôle de la portance de sol de fonde de forme par essai a la plaque selon NFP 94-117-1, sur la section gauche allant du PK 348+800 au PK 349+300.**



(A)



(B)

Photo n°20: Essai a la plaque

- **Les résultats obtenus sont :**

SECTION		FOND DE FORME ALLANT DU PK 349+800au PK 349+300				
ESSIA N°	PK	Pression moyenne (MPA)		Module de déformation (MPA)		Coef de compactage: K
1	PK349+000	P1	0,13	EV1	27,2	
		P2	0,1	EV2	52	
2	PK349+300	P1	0,13	EV1	37,6	1,73
		P2	0,1	EV2	65	

Tableau n°4 : Le résultat obtenu à la plaque

- Les résultats des essais de portance de sol obtenus sur la section contrôle sont **BONS**.

III-3- Contrôle La Couche de Forme :

La couche de forme en TVO est réalisée sur le projet, sur une épaisseur de 30 cm

- Contrôle du compactage de la couche de forme (TVO) :

Effectué les essais de compacité au GAMMA-DENSIMETRE à pointe selon NF P 94 -061 sur la couche de forme en TVO.



(A)



(B)

Photo n°21 : essai de compacité

Les résultats obtenus sont :

SECTION	COUCHE DE FORME PF 931 AU PF 969 (COTE DROITE)							
Essai N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PK/PROFIL	PF931	PF936	PF941	PF946	PF951	PF956	PF964	PF969
Densité Sèche (kg/m ³)	2109	2057	2118	2025	2230	2226	2159	2238
Compacité (%)	92,5	90,2	92,2	88,8	97,8	97,6	94,7	98,2

Tableau n°5: Le résultat des essais de compacité

Remarque : les résultats des essais de compacité obtenus entre les profils 5 à 8 sont BONS. Pour les restants des profils.il est demandé à l'entreprise de reprendre le compactage sur ces profils.

III-4- Contrôle La Couche de Fondation En GNT 0/31.5 :

La Couche de Fondation en sable gypseux est réalisé sur le projet, sur une épaisseur de 30 cm

➤ Contrôle du Compactage de la Couche de Fondation :



(A)



(B)

Photo n°22 : essai de compacité

Effectué les essais de compacité au GAMMA-DENSIMETRE à pointe selon NF P 94 -061-1 sur la couche de fondation.

Les résultats obtenus sont :

SECTION	COUCHHE DE FORME PF 1041 AU PF 1104 (COTE DROITE)							
Essai N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PK/PROFIL	1048	1053	1058	1063	1068	1073	1078	1085
Densité Sèche (kg/m3)	2177	2210	2214	2210	2105	2086	2209	2260
Compacité (%)	97,6	99,1	99,3	99,1	94,4	93,5	99	101,4

Tableau n°6 : Le résultat des essais de compacité

Remarque : les résultats des essais de compacité obtenus entre les profils sont BONS. A l'exception des profils N° 05 et N°06 .IL est demande à l'entreprise de reprendre le compactage sur ces deux profils.

III-5- Contrôle La Couche De Noir (GB et BBSG) :

➤ Couche De Base En Grave Bitume (GB) :

Vérifications des rapports de formulation et d'étalonnage :

1) **Le rapport d'étalonnage de la centrale:** L'entreprise n'a pas présenté de rapport d'étalonnage de la centrale de fabrication des enrobés bitumineux.

2) Vérification du rapport de Formulation (GB) :

A. Référence de l'étude :

L'étude de formulation est établie par le laboratoire SARL LMTPB, Sous le Nom de Dossier LMTPB/2021/DE/FE/06, datée l'Octobre 2021

Analyse de l'étude de formulation:

Validité de l'étude : L'étude est datée d'Octobre 2021. Encours de validité.

Formule concernée: La formule concernée est la formule GB 0/20: qui sera utilisée dans le projet en cours.

Provenance des granulats: D'après l'étude de formulation, les gravillons 0/3, 3/8, 8/15 et 15/25 proviennent de la carrière SCIMAT Ain Touta.

C'est la même carrière des granulats stockés à la centrale, où nous avons procédé à des prélèvements et aux vérifications des bons de livraison. Des caractéristiques des granulats et du bitume : d'après les résultats des analyses, fournis dans le rapport de formulation celles-ci sont conformes aux spécifications en vigueur.

Vérification du mélange à blanc reconstitué :

Le mélange reconstitué au laboratoire, selon les pourcentages de l'étude de formulation, est soumis aux analyses suivantes :

- Analyses granulométriques par tamisage [Gr)..... NA 2607
- Equivalent de sable à 10% de fines [ES)..... NA 455.

Vérification du mélange 0 /20

L'équipe de laboratoire a procédé un prélèvement au niveau de la poste d'enrobage avant le démarrage des travaux pour vérifier la conformité de l'étude :

Fraction 15/25 Carrière SCIMAT AIN TOUTA:23%

Fraction 8/15 Carrière SCIMAT AIN TOUTA.....21%

Fraction 3/8 Carrière SCIMAT AIN TOUTA:19%

Fraction 0/3 Carrière SCIMAT AIN TOUTA.....37 %

Les résultats obtenus sont :

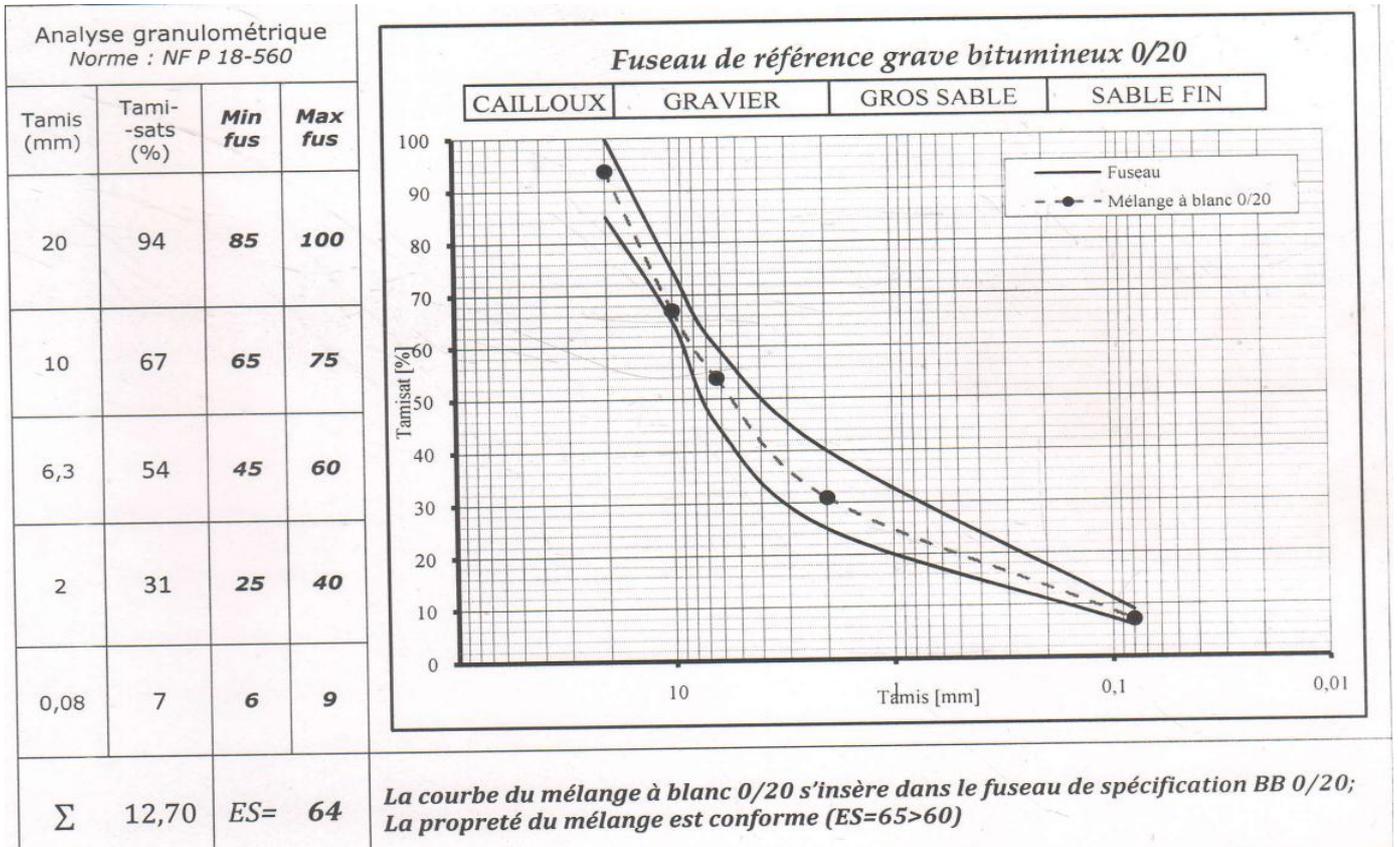


Figure n°4 : Fuseau de référence grave bitumineux 0/20

Après analyse et vérification de la formulation théorique par l'entreprise on peut dire qu'elle est acceptable.

Les matériaux proposés par l'entreprise présentent des caractéristiques acceptables pour la production des enrobés bitumineux.

Le dosage de bitume (teneur en liant) est élevé par ce que dans la formulation de GB (essai de Marshall) la valeur de teneur en liant est 4.04.

La densité moyenne est 2,305 est acceptable par rapport la densité de référence 2.46 (extrait de l'essai de Marshall).

La compacité moyenne est 95,30 % : la compacité est bonne par rapport la compacité de formulation est 95.89 et aussi par rapport de CPS est bonne valeur 88 à 96.

❖ Pour le contrôle des travaux de noir (couche de base en GB) a procédé à des vérifications sur états du matériel de l'entreprise et a dressé le constat suivant :

- Un finisseur de marque VÔGELE type AG 1,68-228/D-681,46 Mannheim, année 2001,
- Un compacteur pneumatique de 08 roues, capacité 24T, de marque AMMANN type AP240;
- Un compacteur vibrant à cylindres de marque BoMAG Type BW 161. AD-2

- Un compresseur pour le soufflage du support;
- Une flotte de camions de transport de l'enrobé, composée de 6 camions de 15 T

III-5- 1-Planche D'essai De Grave Bitume (GB):

La planche d'essai a été réalisée, sur une distance de 100 ml, section allant du profil 901 au profil 908 côté gauche.



(A)



(B)

Photo n°23 : la planche d'essai (GB)

Durant la réalisation de la planche d'essai, le laboratoire a procédé aux contrôles suivants :

- Contrôle de l'atelier de mise en œuvre.
- Contrôle du transport de l'enrobé.
- Contrôle de la mise en œuvre.
- Analyses du Grave bitume.
- Carottage sur la Planche d'essai.

❖ **Contrôle du transport de l'enrobé:**

Il y a lieu de souligner que: L'entreprise dispose d'une flotte de camions en mesure d'assurer une continuité de mise en œuvre ;

Leurs bâches sont fixées et non déchirées; La distance de transport est importante: le poste de fabrication d'enrobés est situé à Barika (Wilaya de Batna). Le laboratoire a relevé les températures de l'enrobé à l'arrivée sur chantier. Celles-ci varient entre [130](#) et [150](#)°C

❖ **Couche de liaison:**

La couche d'accrochage est, dans la majorité des cas, conforme avec des dosages et des répartitions acceptables. Parfois, le temps de rupture n'est pas respecté et le dosage est faible. Le laboratoire intervient à chaque fois pour demander de reprendre l'arrosage de ces sections.

❖ Joints de reprise :

L'exécution des joints transversaux se fait convenablement, en procédant par leur découpe à la scie, le badigeonnage à l'émulsion et la fermeture au cylindre.

En ce qui concerne les joints longitudinaux, leur fermeture est exécutée le même jour.

❖ Répandage et compactage de l'enrobé:

Le répandage de l'enrobé est effectué à l'aide du finisseur, suivi de l'équipe qui exécute les tâches manuelles de finition aux moyens de pelles et râpeaux.

Le compactage est réalisé par le compacteur à pneus, suivi du compacteur à cylindres pour les finitions et les joints.

❖ Contrôle et analyses des enrobés fabriqués:

Le contrôle de la fabrication concerné:

Le respect des températures de fabrication;

La conformité de la composition minérale;

Le respect des teneurs en bitume;

Dosage En Bitume

Teneur en bitume préconisée dans les études de formulation.....3.67-3.44-3.71

Teneur en bitume préconisée dans l'étude de formulation 3.95

Fourchette de tolérance.....3.75-4.15

• Résultats de compacité

N° Carotte	localisation	emplacement	densité apprenante (kg/m3)	Densité référence (kg/m3)	compacité(%)	Epaisseur en mm
1	901	A	2327	2510	92,7	114
2	905	D	2328		92,8	122
3	908	G	2326		94,1	123

Tableau n°7 : Résultats de compacité

OBSERVATIONS:

- ✓ Les densités, mesurées sur les carottes prélevées, s'insèrent dans la fourchette de tolérance
- ✓ La couche d'accrochage est acceptable sur tous les prélèvements
- ✓ Les épaisseurs sont irrégulières : ceci est dû au réglage non conforme de la table du finisseur.

IV- CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous présentons un exemple réel de réalisation d'une route nationale RN 03, le suivi technique de l'avancement du projet contribue à sa réussite et à sa bonne réalisation, il faut contrôler les couches par les essais de laboratoires et les essais sur le site et Contrôler (Température, épaisseur, transport, Matériel).

CONCLUSION
GENERALE :

Dans ce mémoire sur le contrôle de qualité des matériaux routiers, entre les exigences du cahier des prescriptions spéciales (CPS) que nous avons présentées dans le premier chapitre, nous abordons les essais en laboratoire et sur site, et montrons comment chaque essai est réalisé. Les essais de contrôle comprennent :

- Essai d'analyse granulométrique,
- Essai du module de finesse,
- Essai Proctor normal et modifié,
- Essai de la valeur Blue Méthylène (VBS),
- Essai Los Angeles (LA),
- Essai de micro-Deval (MDE),
- Essai équivalent de sable,
- Détermination de la teneur en bitume des mélanges hydrocarbonés : Méthode KUMAGAWA,
- Essai du coefficient d'aplatissement,
- Essai de pénétrabilité à l'aiguille,
- Essai Marshall,
- Essai de propriété superficielle.

Nous prenons comme exemple concret la route nationale RN 03, et montrons comment contrôler un projet réel de construction d'une chaussée neuve en comparant les résultats obtenus avec ceux requis dans le CPS et le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, ainsi qu'en comparant les résultats obtenus avec ceux requis dans l'étude de formulation GB (0/20) et BB (0/14)."

REFERENCES

- Site Internet WWW.WIKPEDEA.COM.

WWW.COURSGENIECIVIL.COM

- En Construction Routière Contrôle Qualité
- Contrôle Technique Travaux Publics CTTT
- Laboratoire LMTPB MITIDJA
- Laboratoire LCTP
- Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves
- Cahier des Prescriptions Spéciales
- La Norme NP 300-11
- Les Normes des essais