

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie Civil

Option : Génie de la Construction

Présenté par :

MECHKOUR MOHAMMED

Sujet du mémoire

ETUDE DE L'AJOUT DE VERRE RECUPERE DANS LES COUCHES DRAINANTES
DES CHAUSSEES EN VUE D'AMELIORER LEUR PERMEABILITE

Soutenu publiquement, le 22/06/2017 devant le jury composé de :

M. SERBAH B.	Président
M. BEKKI H.	Rapporteur
M. KERROUM N.	Examineur
M ^{elle} RENAK Z.	Examineur
M ^{me} DRAOUI A.	Examineur

PROMOTION : 2016/2017

RESUME

Les déchets constituent un réel problème, inhérent à toute vie biologique et à toute activité industrielle, auquel il est nécessaire de trouver des solutions.

Le présent travail s'inscrit dans cette optique dans lequel on a étudié l'influence de l'ajout de verre usagé sur l'amélioration de la perméabilité des couches et sous-couches drainantes.

Il a été trouvé que l'ajout de grains de verre de dimensions inférieures à 5 mm améliore considérablement la perméabilité des couches drainantes et contribue ainsi à la pérennité de la structure de chaussée.

ABSTRACT

Waste is a real problem, inherent in all biological life and industrial activity, that's why it is necessary to find out solutions to this enormous quantity of discarded waste into nature.

The present work is a contribution in the same approach in which we study the influence of the addition of used glass on the improvement of the permeability of the draining layers and under layers.

It has been found that the addition of glass grains smaller than 5 mm greatly improves the permeability of the drainage layers and thus contributes to the durability of the pavement structure.

ملخص

تمثل النفايات مشكلة حقيقية لارتباطها بكل أشكال الحياة البيولوجية و أي من الأنشطة الصناعية وعليه يجب إيجاد حلول المناسبة

هذا البحث يلقي رؤية على دراسة تأثير استخدام زجاج النفايات لتحسين نفاذية الطبقات و الطبقات الفرعية للطرق

و لقد استخلصنا أن إضافة زخات الزجاج بمعايير اقل من 5 مم تساعد و بشكل فعال في تحسين النفاذية و بتالي تساهم في متانة هيكل الطريق.

Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement Mr BEKKI H, en tant qu'encadreur du mémoire, qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de travail, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il m'a bien voulu me consacrer et sans cela ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également les membres du jury qui ont pris la peine de juger ce modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect et mes vifs remerciements.

Je remercie vivement le Chef du département de Génie Civil de l'université Ibn Khaldoun Tiaret M. BOUAKKAZ.

Tout mes remerciement a tous les membres de laboratoire Travaux publics et Construction ATLAS KSEL , de leurs soutient de tout ordre.

Je remercie également mes amis qui m'ont permis de garder un équilibre de vie en alliant études et loisir, pour leur soutien durant la période de rédaction de ce mémoire.

Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de mon travail.

A tous ceux que j'aime, et à tous ceux qui m'aiment...

Pour tout, merci infiniment.

Résumé.....	I
Abstract.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
Liste des tableaux.....	I X
Liste des figures.....	XIII

Introduction Générale	1
------------------------------------	----------

1ère Partie : Etude bibliographique

Chapitre I : RECYCLAGE DE VERRE	3
I.1. – Introduction Générale.....	3
I.2. – Disponibilité Et Quantification De Verre à Recycler.....	4
I.3. – Recyclage Des Déchets.....	4
I.4. – Le Tri Sélectif	5
I.5. – Recyclage de verre.....	7
I.6. – Les Avantages de Recyclage du verre.....	8
I.7. - Conclusion.....	8
Chapitre II – Structures de chaussée	9
II.1. - Généralités.....	9
II.2. - Les différents types de chaussée	9
II.3 - Comportement des structures de chaussées.....	12
II.4 – Rentabilité d’une Chaussée.....	15
II.5 – Résistance Mécanique des Chaussées.....	16

II.6 – Comportement à la fatigue des matériaux.....	16
II.7 – Conclusion.....	19

Chapitre III. Les Matériaux utilisés pour les couches drainantes et les sous-couches drainantes et leurs caractéristiques géotechniques20

III.1. - les matériaux routiers	20
III.2. - Drainage routière	24
III.3- Sous Couche et leurs caractéristiques géotechniques	26
III.4 -Conclusion.	28

2ème Partie : Etude Expérimentale

Chapitre I. – l'identification des matériaux utilisés.29

I.1- Essais sur le GNT.....	29
I.2- Essais sur le Sable 0/3 mm.....	37
I.3- Essais sur le verre Utilisé.....	42
I.4-Etude Microscopique des particules de verre	46

Chapitre II. –Présentation Des Essais Réalisés51

II-1- Couche drainante GNT 0/20 mm et verres 0/5 mm.....	51
II.1.1- Les Conditions générales pour Couche drainante GNT 0/20 mm.....	51
II.1.2- Les Mélanges GNT 0/20 mm et verres 0/5 mm (Forme angulaire , Forme Arrondie).....	52
II.1.3 - Récapitulatif des résultats Obtenus.....	67
II-2- Couche drainante Sable 0/3 mm et verres 0/5 mm.....	68
II.2.1- Les Conditions générales pour Couche drainante Sable 0/3 mm.....	68
II.2.2- Les Mélanges Sable 0/3 mm et verres 0/5 mm (Forme angulaire , Forme Arrondie) .	69
II.2.3 - Récapitulatif des résultats Obtenus.....	83

Chapitre III. – Analyse Et L'interprétation Des Résultats Trouvé.....	84
III.1- Propriétés hydriques de la GNT.....	84
III.1.1-Forme angulaire des particules de verre.....	84
III.1.2: Forme arrondie des particules de verre.....	86
III.2. Propriétés hydriques du sable 0/3 mm.....	89
III.2.1. Forme angulaire des particules de verre.....	89
III.2.2. Forme arrondie des particules de verre	91
III-4-Conclusion.....	93
-Conclusion Générale	94
- BIBLIOGRAPHIE	95
- ANNEXES	96

ANNEXES

Annexes	Les Annexes : Partie 1 et Partie 2	PAGE
Annexe1	GRANULOMETRIE GNT 0/20mm DE REFERENCE	96
Annexe2	GRANULOMETRIE SABLE 0/3mm DE REFERENCE	96
Annexe3	Courbe Proctor Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug	97
Annexe4	Courbe CBR Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug	98
Annexe5	Courbe Proctor Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug	99
Annexe6	Courbe CBR Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug	100
Annexe7	Courbe Proctor Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug	101
Annexe8	Courbe CBR Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug	102
Annexe9	Courbe Proctor Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug	103
Annexe10	Courbe CBR Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug	104
Annexe11	Courbe Proctor Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F.aug	105
Annexe12	Courbe CBR Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F.aug	106
Annexe13	Courbe Proctor Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F.aug	107
Annexe14	Courbe CBR Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F.aug	108
Annexe15	Courbe Proctor Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50)+10% verre(2,50-5.00)F.aug	109
Annexe16	Courbe CBR Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50)+10% verre(2,50-5.00)F.aug	110
Annexe17	Courbe Proctor Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F. arr	111
Annexe18	Courbe CBR Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F. arr	112
Annexe19	Courbe Proctor Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F. arr	113
Annexe20	Courbe CBR Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F. arr	114
Annexe21	Courbe Proctor Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F. arr	115

Annexe22	Courbe CBR Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F. arr	116
Annexe23	Courbe Proctor Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F. arr	117
Annexe24	Courbe CBR Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F. arr	118
Annexe25	Courbe Proctor Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F. arr	119
Annexe26	Courbe CBR Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F. arr	120
Annexe27	Courbe Proctor Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F. arr	121
Annexe28	Courbe CBR Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F. arr	122
Annexe29	Courbe Proctor Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50)+10% verre(2,50-5.00)F. arr	123
Annexe30	Courbe CBR Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50)+10% verre(2,50-5.00)F. arr	124
Annexe31	Courbe Proctor Mélange N°81 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug	125
Annexe32	Courbe CBR Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug	126
Annexe33	Courbe Proctor Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug	127
Annexe34	Courbe CBR Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug	128
Annexe35	Courbe Proctor Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug	129
Annexe36	Courbe CBR Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug	130
Annexe37	Courbe Proctor Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug	131
Annexe38	Courbe CBR Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug	132
Annexe39	Courbe Proctor Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F.aug	133
Annexe40	Courbe CBR Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F.aug	134
Annexe41	Courbe Proctor Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F.aug	135
Annexe42	Courbe CBR Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (0.125-2.50) F.aug	136
Annexe43	Courbe Proctor Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50)+10% verre(2,50-5.00)F.aug	137
Annexe44	Courbe CBR Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% verre(0.315-0.125 +10% v.aug	138

Annexe45	Courbe Proctor Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.arr	139
Annexe46	Courbe CBR Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.arr	140
Annexe47	Courbe Proctor Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125) F.arr	141
Annexe48	Courbe CBR Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125) F.arr	142
Annexe49	Courbe Proctor Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.arr	143
Annexe50	Courbe CBR Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.arr	144
Annexe51	Courbe Proctor Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.arr	145
Annexe52	Courbe CBR Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.arr	146
Annexe53	Courbe Proctor Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125) F.arr	147
Annexe54	Courbe CBR Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125) F.arr	148
Annexe55	Courbe Proctor Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.arr	149
Annexe56	Courbe CBR Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.arr	150
Annexe57	Courbe Proctor Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00) F.arr	151
Annexe58	Courbe CBR Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00) F.arr	152

LISTE DES TABLEAUX

Tab	Partie 1	PAGE
CHAPITRE : I		
Tab.I.1	Granulats : Origines et caractéristiques	22
Tab	Partie 2	PAGE
CHAPITRE : I		
Tab.I.1	Fractions granulaires de la GNT 0/20	31
Tab.I.2	Récapitulation des résultats d'identification de la GNT	32
Tab.I.3	la valeur de bleu de méthylène classification (6 seuils)	33
Tab.I.4	Récapitulation des résultats de l'Essai de perméabilité	36
Tab.I.5	Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique	36
Tab.I.6	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	38
Tab.I.7	Récapitulation des résultats d'essai de perméabilité	41
Tab.I.8	Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique	41
Tab.I.9	Récapitulation des résultats d'identification	43
Tab.I.10	Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique	43
Tab.I.11	Récapitulation des résultats d'identification	45
Tab.I.12	Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique	45
Tab.I.13	Récapitulation des résultats obtenus L'identification des matériaux utilisés	46
CHAPITRE : II		
Tab.II.1	les melanges GNT +pourcentage de verre	50
Tab.II.2	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	52
Tab.II.3	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	53
Tab.II.4	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	53

Tab.II.5	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	54
Tab.II.6	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	54
Tab.II.7	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	55
Tab.II.8	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	55
Tab.II.9	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	56
Tab.II.10	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	56
Tab.II.11	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	57
Tab.II.12	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	57
Tab.II.13	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	58
Tab.II.14	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	58
Tab.II.15	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	59
Tab.II.16	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	59
Tab.II.17	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	60
Tab.II.18	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	60
Tab.II.19	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	61
Tab.II.20	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	61
Tab.II.21	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	62
Tab.II.22	Récapitulatif des résultats obtenus GNT +verre forme arrondie (MICRO DEVAL A SEC)	62
Tab.II.23	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	63
Tab.II.24	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	63
Tab.II.25	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	64
Tab.II.26	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	64
Tab.II.27	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	65
Tab.II.28	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	65
Tab.II.29	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	66
Tab.II.30	Récapitulatif des résultats obtenus GNT +verre forme angulaire (LOS ANGLES)	67
Tab.II.31	Récapitulatif des résultats obtenus GNT +verre forme arrondie (MICRO DEVAL A SEC)	67

Tab.II.32	les mélanges et les pourcentages de verre	68
Tab.II.33	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	69
Tab.II.34	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	69
Tab.II.35	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	70
Tab.II.36	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	70
Tab.II.37	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	71
Tab.II.38	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	71
Tab.II.39	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	72
Tab.II.40	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	72
Tab.II.41	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	73
Tab.II.42	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	73
Tab.II.43	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	74
Tab.II.44	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	74
Tab.II.45	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	75
Tab.II.46	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	75
Tab.II.47	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	76
Tab.II.48	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	76
Tab.II.49	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	77
Tab.II.50	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	77
Tab.II.51	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	78
Tab.II.52	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	78
Tab.II.53	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	79
Tab.II.54	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	79
Tab.II.55	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	80
Tab.II.56	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	80
Tab.II.57	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	81
Tab.II.58	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	81

Tab.II.59	Récapitulation des résultats d'identification et mécanique	82
Tab.II.60	Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité	82
Tab.II.61	Récapitulatif des résultats obtenus Sable+verre forme angulaire (LOS ANGLES)	83
Tab.II.62	Récapitulatif des résultats obtenus Sable +verre forme arrondie (MICRO DEVAL A SEC)	83

LISTE DES FIGURES

FIGURES	Partie 1	PAGE
CHAPITRE : I		
FIG.I.1	Photo Tri sélectif	6
FIG.I.2	Processus de recyclage	7
CHAPITRE : II		
FIG.II.1	Coupe type d'une chaussée souple	10
FIG.II.2	Schéma chaussée récapitulatif	11
FIG.II.3	Schéma comparatif du comportement des chaussées	15
CHAPITRE : III		
FIG.III.1	comment l'eau pénètre t'elle une chaussée	24
FIG.III.2	Origine des infiltrations d'eau dans une structure de chaussée	25
FIG.III.3	exemple de diminution du module d'un sol sensible à l'eau	26
FIG.III.4	exemple de désordre sur une chaussée non drainée	26
FIG.III.5	fonctions à assurer et emplacements possibles des dispositifs	28

FIGURES	Partie 2	PAGE
CHAPITRE : I		
FIG.I.1	courbe granulométrique GNT 0/20 de référence.	30
FIG.I.2	La bague d'essai d'équivalent sable	33
FIG.I.3	Courbe Proctor GNT 0/20 de référence.	34
FIG.I.4	Courbe CBR GNT 0/20 de référence.	35
FIG.I.5	Courbe granulométrique sable 0/3 de référence.	37
FIG.I.6	Courbe Proctor sable 0/3 de référence.	39
FIG.I.7	Courbe CBR sable 0/3 de référence.	40
FIG.I.8	Courbe Granulométrique verre 0/5mm de forme angulaire	42
FIG.I.9	Courbe granulométrique verre 0/5mm de forme arrondie	44

FIG.I.10	Photo FORME ANGULAIRE CLASSE 0.1.25-02.50MM	47
FIG.I.11	Photo FORME ANGULAIRE CLASSE 02.50-05.00MM	47
FIG.I.12	Photo FORME ANGULAIRE CLASSE 0.315-01.25MM	48
FIG.I.13	Photo FORME ANGULAIRE CLASSE 0.08-0.315MM	48
FIG.I.14	Photo FORME ARRONDIE CLASSE 0.08-0.315MM	49
FIG.I.15	Photo FORME ARRONDIE CLASSE 0.315-01.25MM	49
FIG.I.16	Photo FORME ARRONDIE CLASSE 01.25-02.50MM	50
FIG.I.17	Photo FORME ARRONDIE CLASSE 02.50-05.00MM	50

FIGURES	Partie 2	PAGE
CHAPITRE : III		
FIG.III.1	Coefficients de perméabilités des différents mélanges (GNT + verre de forme angulaire)	84
FIG.III.2	Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme angulaire des particules de verre)	86
FIG.III.3	Coefficients de perméabilités des différents mélanges (GNT + verre de forme arrondie)	87

FIG.III.4	Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme arrondie des particules de verre)	88
FIG.III.5	Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme arrondie et angulaire des particules de verre)	89
FIG.III.6	Coefficients de perméabilités des différents mélanges (sable + verre de forme angulaire)	90
FIG.III.7	Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme angulaire des particules de verre).	91
FIG.III.8	Coefficients de perméabilités des différents mélanges (sable + verre de forme arrondie)	92

FIG.III.9	Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme arrondie des particules de verre).	92
FIG.III.10	Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme arrondie et angulaire des particules de verre)	93

INTRODUCTION GENERALE

Une route est composée de plusieurs couches, chacune ayant un rôle distinct permettant d'assurer la performance de la chaussée. Le revêtement est constitué d'enrobés bitumineux, de Béton de ciment ou, plus rarement, de pavés de béton. La fondation est habituellement Construite avec du gravier concassé et la sous-fondation avec du sable et/ou du gravier. Le principal objectif d'une structure de chaussée est de permettre la circulation efficace et sécuritaire des véhicules. La chaussée doit résister aux contraintes appliquées sans Qu'il y ait de déformation ou de fissuration excessive. L'épaisseur du revêtement joue Un rôle majeur dans la dissipation des contraintes et, plus la couche de fondation est Épaisse et rigide, mieux les contraintes sont réparties (Tessier, 1990). Chacune des Couches structurales de la route subit des contraintes à des intensités différentes selon Leur module de rigidité.

La capacité portante d'une chaussée décroît avec l'augmentation de la teneur en eau au Sein de sa structure. L'utilisation de matériaux drainants est essentielle pour prévenir L'accumulation d'eau et éviter que la structure et le revêtement de la route ne soient endommagés. D'autre part, l'action du gel et les périodes de dégel ont des effets très néfastes sur le comportement des routes. L'apport d'eau externe à l'intérieur de la fondation peut entraîner la formation de cristaux de glace qui provoque le soulèvement du sol gelé (Tessier, 1990). Influencée par le taux de gel, par la quantité d'eau disponible et par la granulométrie des matériaux de fondation. Les matériaux de fondation usuels sont des sols à grains Grossiers; leur grande perméabilité leur confère une grande capacité de drainage et, Conséquemment, une bonne résistance au gel.

Plusieurs matériaux recyclés (verre, ferraille, mâchefer, laitier, caoutchouc et plastique) ont été utilisés comme granulats pour la construction de fondations de chaussées (Huang et al., 2007; Vegas, 2008; Birgisdottir, 2007). Dans le cadre de cette recherche nous Limiterons cependant notre étude aux granulats recyclés issus de déchets de verre. Ce matériau récupéré possède toujours de bonnes propriétés mécaniques et il peut être réutilisé pour la construction de la nouvelle chaussée et de sa fondation.

Les nombreux avantages associés au recyclage de matériaux dans la conception d'une chaussée ont poussé les chercheurs à travers le monde à valoriser cette Utilisation et plusieurs travaux de recherche ont été consacrés à ce sujet.

Ce mémoire présente une contribution à l'utilisation du verre usagé comme matériaux granulaires dans les couches de fondation en vue d'améliorer leur perméabilité.

Le mémoire comporte deux parties: la première constitue une recherche bibliographique sur le sujet et les travaux réalisés auparavant, la deuxième partie présente les travaux expérimentaux réalisés dans le cadre de notre étude.

La première partie comporte 3 chapitres:

Dans le premier chapitre, on présente les techniques de recyclage du verre dans les différents domaines de son réutilisation.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du fonctionnement des chaussées routières et aux fonctions des différentes couches qui les composent.

Dans le Troisième chapitre, on présente les matériaux utilisés dans les couches drainantes.

La Deuxième partie est composée de trois chapitres:

Le premier est consacré à l'identification des matériaux utilisés.

Le deuxième est réservé à la présentation des essais réalisés, quant au troisième, il est consacré à l'analyse et l'interprétation des résultats trouvés.

On termine notre mémoire avec des conclusions générales des principaux résultats aux quels on est arrivés et on donne à la fin des perspectives quant à la continuité de ce travail de recherche.

Chapitre I. – RECYCLAGE DU VERRE

I.1. – Introduction Générale

La récupération et le recyclage des déchets sont une activité importante de l'économie et une véritable source d'énergie pour beaucoup de pays. Or, en Algérie, ce domaine reste très peu exploité. L'activité de la récupération est actuellement limitée aux seules sources facilement accessibles, à savoir les industriels, les fabricants d'emballage, les imprimeries, les grandes surfaces, etc. Et, souvent, les méthodes utilisées pour la récupération sont archaïques.

Quant à la récupération auprès des ménages, elle demeure inexistante et ce, pour de multiples raisons, (coûts, organisation et culture...). Il faut savoir qu'en réduisant les déchets mis en décharge ou incinérés, le compostage et le recyclage limitent la pollution de l'air, des sols et de l'eau, et contribuent à la protection de l'environnement.

Quant au recyclage des emballages ménagers en acier, en aluminium, en papier, en carton, en plastique et en verre, il permet d'éviter le gaspillage des matières premières et des ressources naturelles utilisées pour leur fabrication.

Ainsi, en plus de l'indéniable intérêt pour l'avenir écologique des générations futures, le recyclage a une incidence particulièrement positive sur l'économie.

La collecte sélective, le tri et la valorisation en matière d'emballage créent des emplois et limitent les importations de matières premières.

De récentes études ont prouvé que ces activités génèrent plus d'emplois que la mise en décharge et l'incinération. Le processus de récupération et de recyclage des déchets nécessite l'implication des collectivités locales, ce qui n'est pas le cas actuellement en Algérie.

Notre pays accuse un retard énorme en matière de gestion et de récupération des déchets. Les statistiques révèlent que cette activité est prospère de par le monde sauf chez nous.

Le taux de récupération tourne autour des 35% au Portugal et en Grèce, il dépasse les 70% en Allemagne, dans les Pays-Bas, ou encore en Norvège, en Finlande, en Suisse et en Suède.

I.2. – Disponibilité Et Quantification De Verre à Recycler

Longue de quelque 1200 km, la côte algérienne forme une véritable mosaïque naturelle : plages sablonneuses bordées de végétation, criques rocheuses, estuaires, fleuves côtiers, vallées, îlots... Mais le paysage est beaucoup moins harmonieux lorsqu'on prête attention aux grandes quantités d'ordures et de déchets solides qui assaillent nos plages, forêts, oueds, rivières ou encore les abords des routes.

Que contiennent ces déchets qui «pourrissent» le cadre de vie du citoyen ? La liste est longue : un cocktail «détonant» de mégots, tessons de bouteilles, sachets et bouteilles en plastique ou en verre, canettes vides... laissées sur place ou jetées dans la nature, tout au long de l'année.

Outre les incendies de forêt, les graves atteintes à la santé humaine et à l'environnement dans son ensemble, la saturation des oueds et des cours d'eau, ainsi que des canaux d'évacuation des eaux usées, ces déchets entraînent de lourdes pertes économiques.

En termes relatifs, l'exemple des déchets en verre est des plus éloquents. Que l'on en juge rien que pour la filière de la bière, un travail de recherche exhaustif, fruit d'enquêtes de terrain menées à travers les grandes villes algériennes où sont enregistrés les plus forts taux de consommation, un groupe de scientifiques de l'Association nationale pour la protection de l'environnement et la lutte contre la pollution (ANPEP) avancent des chiffres qui donnent le tournis au minimum, **25 à 30 millions de bouteilles** de verre vides sont larguées dans la nature annuellement, l'équivalent de 72 000 tonnes/an, sont chaque jour larguées en pleine nature qui viennent agresser les sites de nos villes et villages.

Outre les désagréments créés pour la nature et la santé humaine, le vrai gâchis est aussi d'ordre économique. En effet, en l'absence d'une véritable industrie de récupération et de recyclage des déchets en verre, c'est tout un marché juteux qui file ainsi entre les mains des entrepreneurs locaux, l'économie nationale subit, par conséquent, un préjudice financier de plus de 8,64 milliards de dinars/an.

I.3. –Recyclage De Déchet

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets qui proviennent des industries et des ménages et qui permet de réintroduire, dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui le composent.

L'un des exemples qui illustrent bel et bien ce procédé est celui de la fabrication de bouteilles neuves avec le verre de bouteilles usagées.

Il faut savoir que le recyclage a deux conséquences écologiques principales :

- la réduction du volume de déchets
- la préservation des ressources naturelles

C'est une des activités économiques de la société de consommation. Certains procédés sont simples et bon marché mais, à l'inverse, d'autres sont complexes, coûteux et peu rentables. Depuis les années 1970, le recyclage est source d'énergie et une activité incontournable de l'économie de beaucoup de pays.

1.4- Le Tri Sélectif

L'Algérie a mis en place une stratégie de préservation de l'environnement au début des années 2000, soutenue par une batterie de lois et de mesures coercitives. Mais, sur le terrain, ces mesures tardent à prendre forme. Des outils ont été mis en place pour la concrétisation du Progdem (Programme national de gestion des déchets ménagers), à l'exemple de l'Agence nationale des déchets implantée au niveau de la maison Dounya, à Bab El Oued. Le tri sélectif et la récupération des déchets en sont au stade des balbutiements. Des projets ne sont pas encore efficacement concrétisés en dépit des différentes études confiées à l'Agence nationale des déchets. Créée par décret exécutif n° 02-175 du 20 mai 2002, l'Agence nationale des déchets est un Epic (établissement public à caractère industriel et commercial) doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Placée sous la tutelle du ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Environnement et du Tourisme, cette structure, indiquent ses responsables, a pour mission de promouvoir les activités de tri, de collecte, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets. Elle se charge, entre autres, de mettre en place le système public de reprise et de valorisation des déchets d'emballage Ecojem, qui est destiné à recevoir des contributions des industriels pour les redistribuer aux acteurs de la collecte, du tri et du recyclage des déchets d'emballage.

L'AND a lancé le système Ecojem dans cinq villes pilotes, à savoir Staouéli, Djelfa, Tlemcen, Annaba et Ghardaïa. Cette agence a également initié une étude d'optimisation de la collecte ordinaire en vue de la mise en place de la collecte sélective à travers un tri sélectif à deux bacs, un bac pour les matériaux humides (organiques) et un deuxième pour les matériaux secs, avec le verre en apport volontaire.

Un centre de tri est aussi prévu pour permettre celui des matériaux secs afin de les revendre aux recycleurs. Les matériaux humides seront acheminés vers le centre d'enfouissement technique (CET). Près de 80 plans environnemental, économique et social. Or, la concrétisation de ce processus tarde à prendre forme en Algérie. Le processus de ramassage des ordures ménagères n'a pas encore atteint sa vitesse de croisière et le tri sélectif des déchets n'est pas pour demain.

L'opération de ramassage des ordures est toujours en butte à l'incivisme du citoyen. Ce dernier n'arrive

même pas à respecter les horaires de collecte. Lui inculquer le réflexe de tri demande encore des efforts de longue haleine. Le rôle des collectivités locales est déterminant mais celles-ci sont défailtantes en matière de gestion des déchets ménagers.

Des campagnes de sensibilisation sont lancées pour faire participer le citoyen, élément clé pour la réussite des opérations de tri sélectif. De nombreux pays, dont l'Allemagne et la France, ont proposé à l'Algérie une assistance technique dans le domaine de la récupération et du recyclage des déchets en vue d'atteindre une gestion efficiente de ces derniers, tout en développant une véritable «économie des déchets», apprend-on, mais, actuellement, l'Algérie est en train d'étudier les différentes propositions. Pour l'heure, CET ont été lancés mais très peu sont réellement fonctionnels, Investir dans des infrastructures et des équipements modernes

Le tri sélectif est assurément un créneau porteur en Algérie vu le gisement des déchets valorisables qui est de l'ordre de 760 000 tonnes par an, ainsi que ses répercussions positives sur les plans environnemental, économique et social. L'Algérie ne peut adopter une démarche active de récupération et de recyclage des déchets avant de stimuler les individus vers un changement des comportements en les plaçant au cœur d'un processus de tri sélectif des déchets. Il est, par ailleurs, important de multiplier les investissements dans les techniques de collecte, de tri, de traitement ou de recyclage des déchets. L'Algérie est appelée à mettre en place une politique de tri et de collecte efficace, associant le secteur public et privé pour assurer la viabilité économique de la filière déchets à travers leur recyclage et leur valorisation.



FIG.I.1.Photo tri Sélectif

1.5-Recyclage du verre

Le taux de recyclage du verre est de 58,7 % en France fin 2010, un peu en dessous de la norme européenne (60 %) et très loin derrière le taux de recyclage allemand, qui s'élève à 70 %. Des progrès ont été réalisés – ainsi 67 % des européens recycleraient leur verre en 2009 selon la FEVE (Fédération Européenne du verre emballage) – mais il demeure encore une importante marche à franchir afin de ne plus voir de déperdition énergétique.

Lorsque le verre est recyclé, il est trié une première fois par le consommateur. Mais attention, malgré toutes les bonnes intentions du citoyen, il faut de nouveau trier le verre collecté. En effet, tous les déchets de type « verre » ne sont pas recyclables.

- Le processus de recyclage du verre pour la fabrication d'un nouveau produit

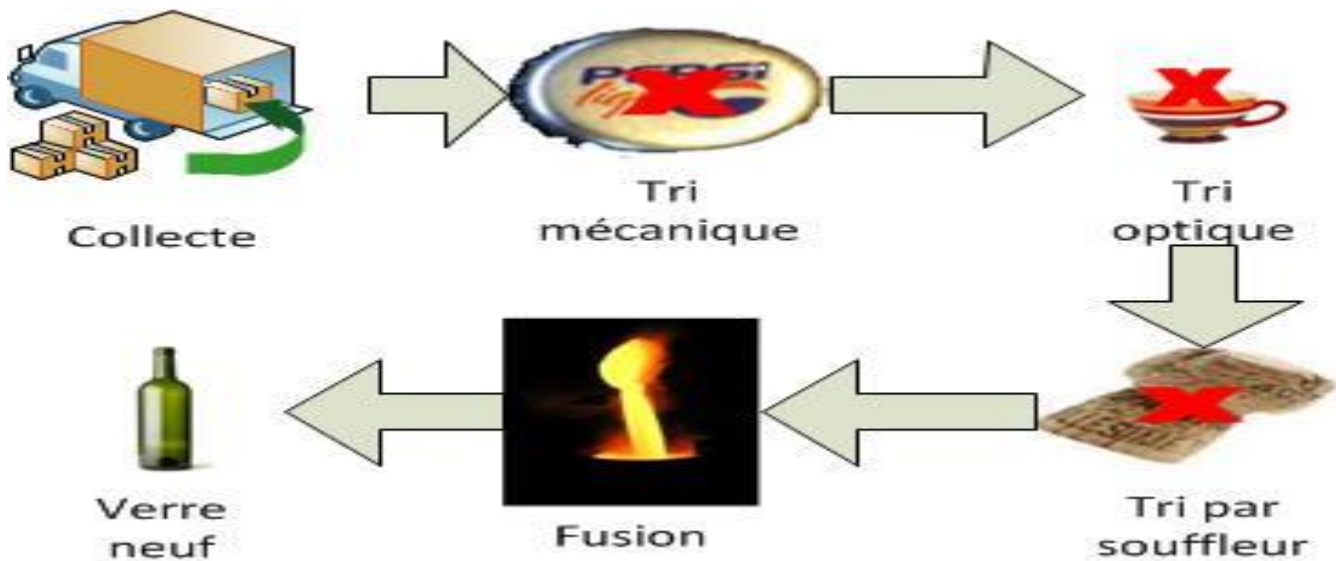


Fig. I.2. Processus de recyclage du verre pour la fabrication d'un nouveau produit

-Par un tri mécanique, on retire les éléments métalliques

-Un tri optique (grâce à un rayon infrarouge) retire les éléments non transparents comme la céramique, qui n'est pas recyclable.

-Un souffleur retire les éléments trop légers : bouchons et étiquettes

-Le verre est ensuite broyé, la collecte se fait sans distinction de couleur, de sorte qu'avec le verre recyclé, on ne peut faire que du verre coloré.

I.6 – Les Avantages de Recyclage Du Verre

Généralement, le verre neuf est obtenu par un mélange de sable, de carbonate de sodium et de chaux porté à des températures allant de 1 500 à 1 600°C. En utilisant du verre usagé, on épargne les matières premières naturelles. En outre, de cette manière, la fabrique de verre peut diminuer son utilisation d'énergie de plus de 25 % et son usage de soude de plus de 2/3 (la soude sert à baisser le point de fusion). L'intérêt principal du recyclage du verre est qu'il est recyclable indéfiniment sans perte de qualité

- La fonte des tessons de verre usagé nécessite jusqu'à 25 pour cent d'énergie en moins que celle des matières premières primaires.
- La fabrication du verre requiert moins de matières premières.
- Le verre usagé est une matière première précieuse pour la fabrication de matériaux de haute valeur pour l'industrie du bâtiment.
- Les centrales d'incinération des déchets sont soulagées et il y a moins de scories à mettre en décharge.

De plus, le recyclage de verre usagé est nettement moins cher que l'élimination dans les déchets ménagers. Le seul inconvénient de la réutilisation du verre usagé pour la fabrication d'un nouveau produit est le tri sélectif qui reste coûteux.

I.7 - Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la problématique de recyclage du verre ainsi que le procédé technique utilisé. Réutiliser le verre usagé pour la fabrication de nouveaux produits de verre nécessite un tri sélectif par couleur et par type, ce qui rend cette méthode limitée. D'où la nécessité de penser à d'autres méthodes de recyclage du verre usagé.

Chapitre II – Structures de chaussée

II.1. - Généralités

Une route est une structure complexe composée de plusieurs couches qui reposent sur l'infrastructure, soit la sous-fondation, la fondation et le revêtement. Les caractéristiques et les interactions entre ces couches influencent le comportement et la durée de l'ouvrage. La chaussée est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Il est d'usage de distinguer les chaussées souples et les chaussées rigides (Yoder et Witczak, 1975). Les chaussées souples sont constituées d'un empilage de matériaux pierreux ou graveleux recouverts d'un revêtement en béton bitumineux. Les chaussées rigides sont constituées d'un ensemble de dalles de béton ou d'une dalle continue. La différence essentielle entre les deux types de chaussées réside dans la distribution des charges appliquées sur le sol support.

Les chaussées dites composites ou mixtes combinent à la fois des composantes rigides et flexibles, telle une surface de roulement en béton bitumineux appliquée sur une dalle en béton.

II.2. - Les différents types de chaussée

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide.

II.2.1. Chaussée souple

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 04 couches suivantes :

a)- Couche de roulement (surface)

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

b)- Couche de base

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

c)- Couche de fondation

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

d)- Couche de forme

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

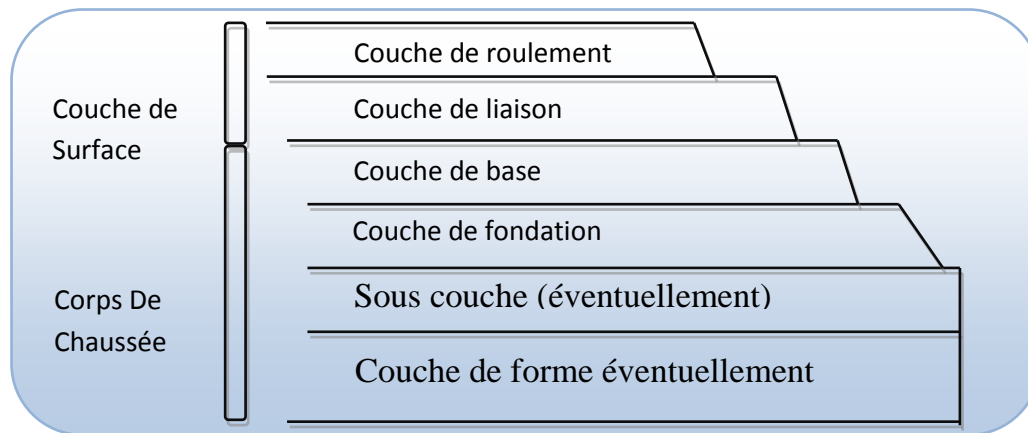


Figure II.1 : Coupe type d'une chaussée souple

II.2.2. Chaussée semi-rigide

On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, chaux,...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm.

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

II.2.3. Chaussée rigide

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

On présente sur la figure I.2 un schéma récapitulatif des différents types de chaussées.

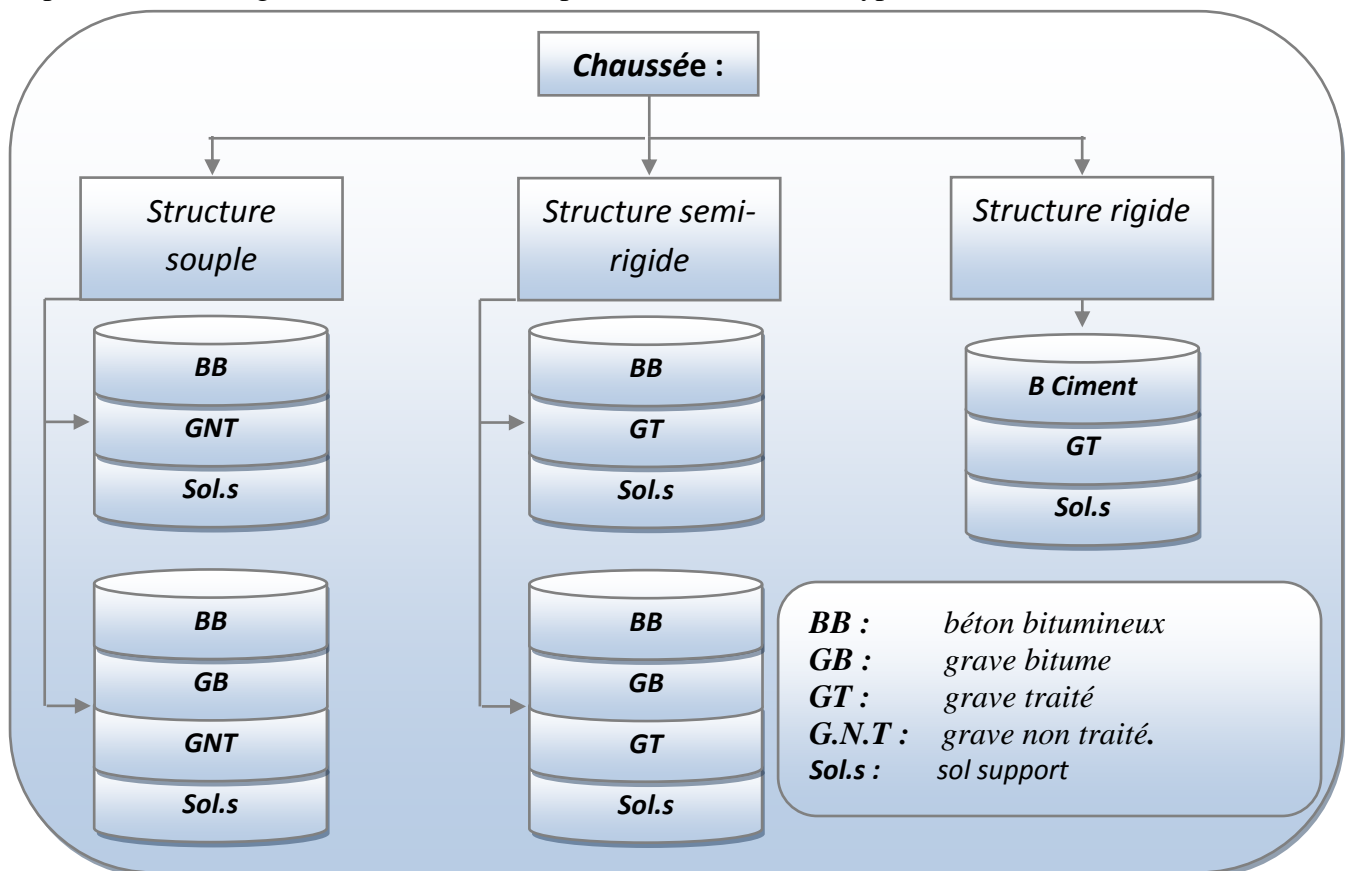


Figure II.2: Schéma.... récapitulatif

II.3. -Comportement des structures de chaussée

II.3.1 Rôles des différentes couches de chaussées

Les structures des chaussées constituent des ensembles très complexes, ceci est dû essentiellement à l'ensemble de variables qui interagissent et influencent aussi bien la conception que les performances des chaussées.

Chaque couche composant la structure de chaussée joue un rôle déterminant sur les performances ultérieures. Les matériaux constitutifs des différentes couches doivent présenter des propriétés leur permettant d'être aptes à assurer le rôle respectif de chaque couche. La structure de chaussée sera établie selon ces propriétés. Bien que le sol support, qui constitue l'infrastructure d'une chaussée, ne soit pas souvent considéré comme une couche, ses caractéristiques influencent la conception d'une chaussée.

Les fonctions des couches composant la structure des chaussées souples et rigides sont résumées dans les sections suivantes.

a-Chaussées souples

Rôle du revêtement

- Imperméabilise le corps de la chaussée pour éviter la pénétration des eaux de pluie.
- Contribue à la répartition des charges appliquées.
- Assure l'adhérence des pneus à la chaussée et présente une surface confortable et sécuritaire.
- Élimine la perte des granulats et la poussière.

Rôle de la fondation

- Constitue l'élément porteur essentiel.
- Supporte le revêtement.
- Contribue à la répartition des charges appliquées.
- Sert de protection contre le gel du sol support.
- Offre une surface stable, pour l'exécution des travaux de pose du revêtement.

Rôle de la sous-fondation

- Contribue à la répartition des charges appliquées sur l'infrastructure.
- Sert de protection contre le gel du sol support.
- Assure un bon drainage de la fondation et prévient la contamination du corps de la chaussée par le sol support.

b-Chaussées rigides

Rôle du revêtement

Imperméabilise le corps de la chaussée pour éviter la pénétration des eaux de pluie;
Contribue à la répartition des charges appliquées sur une surface très étendue de l'infrastructure, au moyen d'une dalle de béton fléchissant élastiquement;
Assure l'adhérence des pneus à la chaussée et présente une surface lisse, confortable et sécuritaire.

Rôle de la fondation

- Assure la continuité des dalles au droit des joints.
- Contribue à la répartition des charges appliquées.
- Sert de protection contre le gel du sol support.
- S'oppose à la remontée des fines par pompage au droit des joints.
- Offre une surface stable pour l'exécution des travaux de pose du revêtement.

Rôle de la sous-fondation

La couche de sous-fondation n'est pas nécessaire au point de vue structural dans le cas des chaussées rigides toutefois une sous-couche drainante ou anti contaminant peut être souhaitable, dans certains cas, entre l'infrastructure et la fondation.

II.3.2 Comportement Mécanique

La mécanique des chaussées est une branche particulière de la mécanique des milieux continus, c'est un domaine qui est limité à la compréhension du fonctionnement des divers types de structures de chaussées. Ce domaine consiste à évaluer le niveau de sollicitation que subissent les matériaux de chaussées et le sol support sous l'effet du trafic; cela se fait à l'aide de modèles mathématiques. Le modèle mathématique a pour but de déterminer les contraintes, les déformations dans les matériaux de chaussées et le sol support résultant du passage en surface d'une charge roulante. Il doit reproduire le plus près possible le fonctionnement mécanique de la structure.

Les modèles de la mécanique des chaussées ont évolué dans le temps; cette évolution était rendue nécessaire par suite aux différentes évolutions des structures des chaussées et la généralisation de l'emploi des calculateurs numériques.

Plusieurs modèles de type analytique ont été développés. Ceux qui ont été couramment utilisés pour l'analyse du fonctionnement et le dimensionnement des chaussées souples et rigides sont : le modèle monocouche de Boussinesq (1885), les modèles bicouche de Westergaard (1926) et de Hogg (1938) et le modèle multicouche de Burmister (1943).

Comportement des chaussées

a) Chaussée souples

Au passage d'une charge lourde elle se déforme beaucoup (1 à 3 mm). Le sol support se déforme également.

Après le passage de la charge, sol et chaussée retrouvent leur position initiale.

C'est le comportement d'une plaque de caoutchouc sur un matelas souple

Mais si la charge est trop lourde ou trop souvent répétée, le sol va se déformer sans reprendre sa position initiale entraînant une dégradation rapide de la chaussée.

Ce type d'assise est utilisé pour des routes peu circulées par des poids lourds.

b) Chaussée semi rigides

Au passage d'une charge lourde elles se déforment peu (0 à 0,5 mm). Elles répartissent bien les charges sur le sol support ainsi se déforme peu.

C'est le comportement d'une plaque de verre posée sur un matelas souple

Mais si la charge est trop lourde et si l'on n'a pas l'épaisseur suffisante la déformation devient trop grande et la plaque de verre casse.

Ce type d'assise est utilisé pour des routes très circulées par des poids lourds.

Sur la figure II.3 on représente schématiquement le comportement des chaussées souples et semi-rigides.

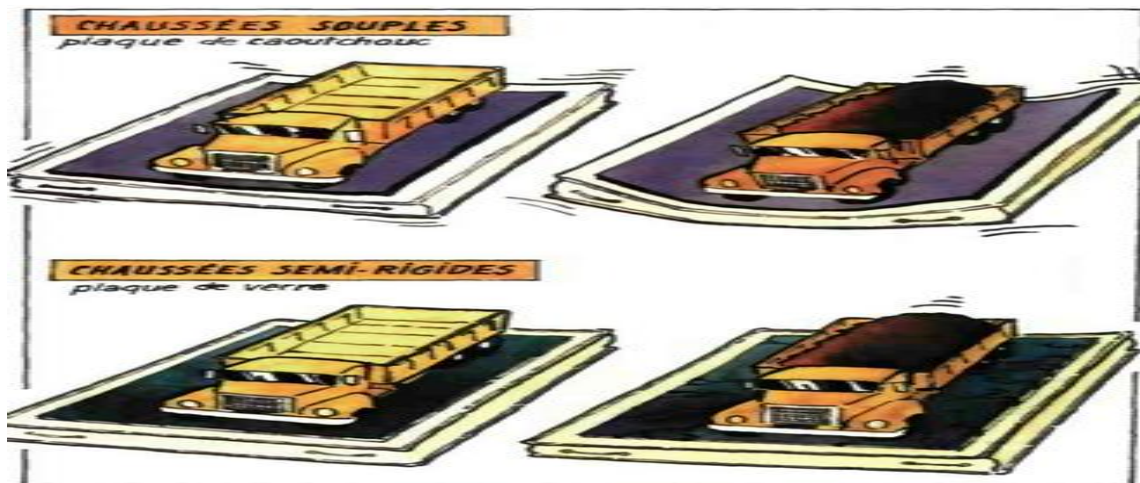


Figure II.3: Schéma comparatif du comportement des chaussées souples et semi-rigides

II.4. Rentabilité d'une chaussée

La rentabilité des chaussées est liée à 2 points importantes :

- Il faut qu'il soit économique en maintenant le plus longtemps possible ses qualités sans qu'il soit nécessaire au procédé de l'entretien.

Il faut qu'il assure la sécurité et le confort de l'utilisateur en mobilisant le maximum d'adhérence au contact des pneumatiques ce qui permet au véhicule de conserver à tout moment la trajectoire désignée par le conducteur adhérence transversale Assurer en cas de freinage une distance d'arrêt aussi courte que possible (adhérence longitudinale).

II.5. Résistance mécanique des chaussées

La chaussée a essentiellement pour rôle de transmettre et de diffuser les actions verticales du trafic au sol support qui en règle générale n'est pas capable de les supporter directement.

• Actions verticales :

Le poids des véhicules est transmis à la chaussée sous forme de pression.

• Actions horizontales

Les chaussées exercent sur la chaussée des actions tangentielles :

lors du freinage ou de l'accélération.

dans les tournants pour la résistance aux efforts transversaux ou de freinage.

• Action dynamiques

Sous l'action d'un choc, le véhicule oscille, on a donc une augmentation des actions verticales et horizontales, il en résulte une usure plus rapide de la chaussée.

• Action thermiques

La variation des températures peuvent engendrer dans les solides classiques des champs de contraintes. Ce phénomène a des conséquences qui intéressent surtout les chaussées en béton. La partie supérieure de la chaussée (couche de roulement) doit pouvoir supporter des efforts verticaux très importants et les transmettre au corps de chaussée, elle doit aussi supporter des efforts horizontaux très importants qui détériorent et abîment le plus cette couche.

II.6. Comportement à la fatigue des matériaux

II.6-1. Phénomène de fatigue

La fatigue d'un matériau est le dommage généré par la répétition d'un grand nombre de chargement dont l'amplitude est inférieure à la résistance à la rupture instantanée du matériau (Peyronne et al, 1991). Les matériaux routiers doivent résister à des sollicitations répétées dues au passage répété des véhicules.

Chaque véhicule, sur une chaussée, produit un micro-dommage. Après un très grand nombre de cycles, le dommage apparaît et le matériau fatigue. La durée de vie en fatigue est le nombre de cycles obtenu avant

la fatigue du matériau. La résistance en fatigue est classiquement représentée par une courbe de fatigue appelée aussi courbe de Wöhler. Cette courbe fait correspondre une durée de vie à la sollicitation exercée, qui peut être une contrainte ou une déformation imposée. La courbe de Wöhler peut être représentée souvent par une droite en échelle logarithmique. L'équation de cette droite est de la forme :

$\text{LOG}(S) = A - B \text{LOG}(N)$ Avec: S = sollicitation imposée qui peut être la contrainte pour les tests en force contrôlée, ou déformation pour les tests en déplacement contrôlé.

N = durée de vie correspondante.

A et B = constantes qui dépendent des conditions de chargement.

Certains matériaux peuvent présenter une amplitude de sollicitation caractéristique au-dessous de laquelle on peut appliquer un nombre infini de répétitions sans qu'il y ait rupture. Cette sollicitation est la limite de fatigue ou limite d'endurance de matériau. Les enrobés bitumineux, contrairement au béton de ciment, ne présentent pas de limite d'endurance (Peyronne et al, 1991), il peut y avoir donc rupture par fatigue quelle que soit la sollicitation.

II.6-2-Cumul des dommages (la loi de Miner)

La loi de Miner est une base valable qui est adoptée pour la prise en compte de charges mixtes lors de l'analyse du comportement à la fatigue des matériaux de chaussées. Elle introduit la notion de dommage à long terme (Haas et al, 1994). Cette loi permet de caractériser la perte graduelle du potentiel de résistance à la fatigue des matériaux de chaussée soumis à des sollicitations d'amplitudes variables.

L'endommagement partiel d_i causé à une structure par n_i sollicitations d'amplitude σ_i est le rapport de n_i par la durée de vie pour l'application de sollicitation d'amplitude σ_i (N_i). d_i présente la portion du capital de fatigue qui a été consommé sous la contrainte σ_i . La rupture par fatigue d'un matériau survient lorsque la somme des dommages partiels atteint ou dépasse l'unité. La condition de rupture par fatigue qui en résulte selon la loi de Miner s'exprime par :

Bien que des essais expérimentaux montrent que la loi d'additivité de dommage de Miner n'est pas parfaitement exacte, elle peut être néanmoins utilisée pour le dimensionnement des chaussées étant donné que les écarts constatés ne conduisent qu'à de faibles variations des épaisseurs de chaussées (Peyronne et al, 1991).

II.6-3-Mécanisme de dégradation à long terme et paramètres critiques

La méthode mécaniste de dimensionnement de chaussée, impose la connaissance du mécanisme de dégradation de la structure routière. Cette démarche implique l'analyse de l'ensemble des facteurs de dégradations afin de minimiser les désordres dus aux sollicitations répétées provoquées par la circulation des véhicules. Le but étant d'assurer des conditions de sécurité satisfaisantes durant toute la durée de service des structures routières. Chacune des couches de la chaussée doit être dimensionnée de façon à limiter le phénomène de dégradation due aux sollicitations répétées provoquées par la circulation des véhicules. Les mécanismes de dégradation des structures routières sont spécifiques pour chaque type de chaussées. On distingue pour cela ceux propres aux chaussées souples et rigides, les autres types de chaussées auront des mécanismes voisins à ces deux types.

II.6-4-Les chaussées souples

L'observation de l'évolution des chaussées souples soumises au trafic amène à considérer que la répétition des efforts verticaux est à l'origine de la flexion alternée des couches supérieures des chaussées et des compressions répétées des couches inférieures et du sol. Ces deux modes d'évolution sont les causes de l'apparition des fissures de fatigue et de déformations permanentes du type orniérage à grand rayon; ces fissures et affaissements détériorent la qualité de l'uni de la chaussée

(Haas et al, 1994).

Les deux phénomènes qui conditionnent donc la tenue d'une chaussée sont la compression sur le sol support et la flexion dans les couches de surface. Les niveaux les plus critiques se situent à l'interface du revêtement et de la fondation ainsi qu'au contact du sol support avec la structure de chaussée (Haas et al, 1994). La figure 6 schématise la réaction en déformation d'une chaussée souple sollicitée.

II.6-5-Les chaussées rigides

L'observation de l'évolution des chaussées rigides soumises au trafic et les ESSMS AASHO amènent à considérer que la fissuration par fatigue causée par la flexion alternée des dalles en béton et le pompage, sont les deux manifestations principales de la détérioration des chaussées rigides (Huang, 1993). Ces deux modes d'évolution sont les critères déterminants pour le calcul de l'épaisseur de la dalle.

II. 6-5-1-La fissuration par fatigue

Comme le béton est un matériau très rigide, les contraintes verticales transmises au support sont très faibles. Par contre, la dalle subit des contraintes répétées de traction-flexion sous l'effet de passage de véhicules. Ces sollicitations sont critiques dans la dalle en béton et peuvent entraîner la fissuration par fatigue de la dalle (Haas et al, 1994).

L'expérience montre que le béton peut subir des répétitions de contraintes indéfinies si cette contrainte n'excède pas près de 50% de la contrainte de rupture. C'est la limite d'endurance du béton. Un nombre infini de répétitions correspond dans le domaine routier à un nombre de répétitions de charges de l'ordre de 10^7 (Jeuffroy, 1983).

L'essai en flexion sur des poutres de 150mm par 150mm par 760mm est utilisé dans la pratique pour déterminer la résistance en flexion du béton. Le comportement en fatigue du béton est habituellement représenté par une courbe de Wöhler. Une analyse bibliographique des études sur la fatigue des bétons, réalisées par plusieurs auteurs, est présentée dans la figure 7. La courbe moyenne, c'est-à-dire celle qui correspond à une probabilité de rupture de 50%, s'exprime comme suit:

II.7-Conclusion

Ce chapitre a été consacré aux structures de chaussées souples et rigides ainsi qu'à leurs comportements. Il a été constaté qu'il y a une différence très nette entre les deux types de structures et leur comportement sous l'effet de charges roulantes provenant du trafic routier.

Chapitre III. – Les Matériaux utilisés pour les couches drainantes et les sous-couches drainantes et leurs caractéristiques géotechniques

III.1-les matériaux routiers

III.1.1 - Généralités

La norme française définit le granulat comme un ensemble de grains minéraux, de dimensions comprises entre 0 et 80 mm, destiné notamment à la confection des mortiers et des bétons ainsi qu'à celle des couches de roulement, de base et de fondation des chaussées et aux voies ferrées (Jeuffroy, G. ; Sauterey, R., 1991).

Ils sont appelés fillers, sablons, sables, gravillons, graves ou ballasts suivant leurs dimensions. Les granulats peuvent être d'origines diverses :

- Naturelles comme les alluvions ou les formations résiduelles,
- Provenir du concassage des roches massives comme (basalte, calcaire, grès, etc.) ; - Artificiels ou provenant de sous-produits industriels.

III.1.2-Nomenclature et Classification

La norme française définit la classification des granulats d'après les dimensions de leurs grains exprimées en ouvertures de tamis à mailles carrées en millimètres (Jeuffroy, G. ; Sauterey, R., 1991).

Un granulat est dit :

· d/D s'il satisfait aux conditions suivantes :

Refus sur le tamis de maille D et tamisât au tamis de maille d , compris :

- entre 1 et 15 % si $D > 1,58d$,
- entre 1 et 20 % si $D = 1,58d$.

Refus nul sur le tamis de maille $1,58D$, tamisât au tamis de maille $0,63d < 3\%$, d étant = 0,5mm.

· $0/D$ s'il satisfait aux conditions suivantes :

Refus sur le tamis de maille D compris entre 1 et 15 %,

Refus nul sur le tamis de maille $1,58D$. Il existe six classes granulaires principales caractérisées par les dimensions extrêmes d et D des granulats rencontrés (Dupain ; Lanchon ; Arroman, St., 2004) :

- les fillers 0/D avec $D < 2$ mm et au moins 70 % de passant à 0,063 mm,
- les sablons 0/D avec $D = 1$ mm, et moins de 70 % de passant à 0,063 mm ; - les sables 0/D avec $1 < D = 6,3$ mm .
- les graves 0/D avec $D > 6,3$ mm .
- les gravillons d/D avec $d = 1$ mm et $D = 125$ mm .
- les ballasts d/D avec $d = 25$ mm et $D = 50$ mm.

La norme française distingue deux types de Graves Non Traitées (GNT), selon leur mode d'élaboration (Jeuffroy, G. ; Sauterey, R., 1991) :

- GNT type A obtenue en une seule fraction (tout-venant) directement sur une installation de criblage et de concassage, permettant d'obtenir une compacité minimale à l'OPM de 80 % ,
- GNT type B obtenue par mélange de deux (ou plusieurs) fractions granulométriques différentes. Elles sont malaxées et humidifiées en centrale, permettant d'obtenir une compacité minimale à l'OPM de 80 % pour la catégorie B1 et 82 % pour la catégorie B2. Ce type de GNT permet d'obtenir une meilleure qualité de mise en oeuvre.

III.1.3- Identification et caractéristiques des matériaux

On appelle granulats un ensemble de grains d'origine minérale, de dimensions comprises entre 0 et 80 mm, provenant de roches meubles, massives, de minerais ou de leurs transformations thermiques et de sous-produits de l'industrie.

donne une idée plus précise de cette définition. Le domaine d'application des granulats peut aider à leur définition :

utilisés liés avec du ciment ou du bitume, ils représentent 80 à 90 % des mortiers et bétons hydrauliques destinés au bâtiment et ouvrages d'art, mais aussi des enrobés et graves traitées destinés aux assises de chaussées et des voies ferroviaires

— utilisés non liés, ils représentent 100 % des drains, des filtres et de certaines assises.

Pour certains auteurs il faut y ajouter les matériaux extraits de roches massives ou meubles et mis en œuvre tels quels (tout-venant) pour faire des remblais, par exemple. En fait, ces matériaux représentent le domaine distinct des terrassements avec ses aspects particuliers : extractions, traitements en général en place, compactage, stabilité, méthodes d'études particulières, etc.

Ce qui va distinguer le granulats du tout-venant, c'est l'aspect préparation après extraction qui en fait un produit industriel répondant à des critères dimensionnels, physico-mécaniques et chimiques très stricts :

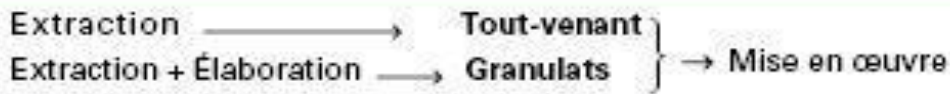


Tableau A – Origine des principaux granulats utilisés

Roches d'origine	Transformations			Usages
	aucune	concassage criblage	thermiques	
Argiles			Argiles expansées	Mortiers Bétons hydrauliques Graves traitées ou non Enrobés Enduits. Clous Ballasts Filtres Drains
Limons	Tout-venant	Fines Sables Gravillons Cailloux Ballasts	Verres expansés	
Sables				
Graviers				
Pouzzolanes				
Roches massives			Schistes expansés	
Minerais		Barytine	Laitiers	
Autres origines : démolition de bâtiments et de chaussées		Fines, sables, gravillons, etc.		

(1) Ces granulats représentent plus de 90 % de la production.

Tableau B – Définition des différents types de granulats

Fines	0/D	avec $D \leq 0,080$ mm
Sables	0/D	avec $D \leq 6,3$ mm
Gravillons	d/D	avec $d \geq 1$ mm et $D \leq 31,5$ mm
Cailloux	d/D	avec $d \geq 20$ mm et $D \leq 80$ mm
Graves	0/D	avec $6,3 < D \leq 80$ mm
Ballasts	d/D concassé	avec $d \geq 25$ mm et $D \leq 50$ mm

Tableau I.1 Granulats : Origines et caractéristiques

Les granulats sont classés suivant leur granularité, qui est la distribution dimensionnelle de leurs grains, ce qui conduit aux appellations normalisées du tableau B où D et d représentent respectivement la plus grande et la plus petite dimension du granulat avec des conditions de refus à D et de tamisât à d comprises entre 1 et 15 %. Les granulats sont dits naturels lorsqu'ils sont extraits de leur site géologique d'origine et artificiels dans les autres cas ; ils sont dits légers lorsque leur masse volumique réelle ρ_r est inférieure à 2 g/cm^3 , courants si ρ_r est comprise entre 2 et 3 g/cm^3 et lourds au-delà de 3 g/cm^3 . Il s'agit là d'un chiffre moyen et assez stable couvrant les quinze dernières années. Cela représente 6 t/an par habitant, ce qui est caractéristique des pays industrialisés dans le monde. Après l'extraction des sables et graviers alluvionnaires (sablères, gravières, ballastières) et l'abattage à l'explosif des roches massives comme les granites, les calcaires, etc. (carrières), le tout-venant est criblé, ou criblé et concassé pour constituer les granulats. Les granulats les plus couramment utilisés dans le bâtiment et le génie civil ont une masse volumique réelle comprise entre 2 et 3 Mg/m^3 . Les normes européennes ont remplacé les normes françaises

en juin 2004, concrétisant ainsi quinze ans de normalisation des granulats en Europe. Plusieurs nouveautés ont sensiblement modifié les habitudes mais se sont avérées sans incidence notable sur les bétons hydrauliques et les produits routiers : le remplacement des tamis à toile tissée par des tamis à tôle perforée à trous carrés pour les dimensions supérieures ou égales à 4 mm, la détermination des fines au tamis de 0,063 mm au lieu du tamis de 0,080 mm, etc.

III-1.4-Les fuseaux granulométriques Bien qu'elles soient appliquées dans ce paragraphe à la granulométrie, elles doivent être étendues à l'ensemble des propriétés des granulats (Equivalent de sables, etc.). Le fuseau granulométrique est la zone délimitée par deux courbes granulométriques enveloppes (Jeuffroy, G. ; Sauterey, R., 1991). On distingue :

- Le fuseau de spécification propre à la technique considérée, qui définit la zone dans laquelle doivent se situer les fuseaux de tolérance,
- Le fuseau de fabrication, qui contient 95 % des courbes granulométriques du matériau fabriqué. Un fuseau de fabrication est entièrement inclus dans le fuseau de régularité. Sa définition requière au moins 15 valeurs afin d'être suffisamment représentatif et est établi par le producteur de granulats ;
- le fuseau de régularité, ou de tolérance, qui définit l'étendue de la zone dans laquelle doivent se situer 95 % des courbes obtenues au cours du contrôle.

III.1.5- Les différentes approches pour l'étude des matériaux non liés

En fonction de l'échelle d'observation, il y a différentes approches qui peuvent être adoptées pour la détermination et l'étude des caractéristiques des matériaux de chaussées (Gidel, 2001 ; Habiballah, 2005).

III.2. - Drainage routière

Comment L'eau pénètre t'elle une chaussée

L'eau pénètre une chaussée dans toutes les directions.

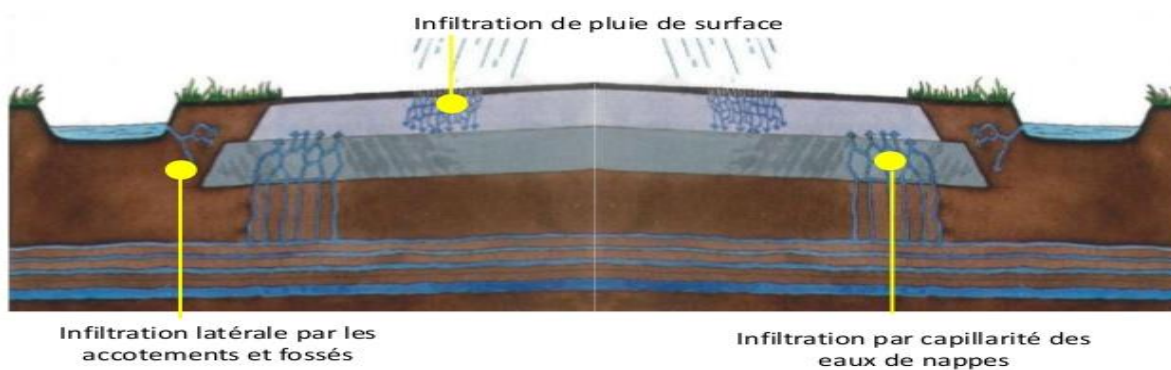


FIG.III.1.comment l'eau pénètre t'elle une chaussée

Tous les sols sont sensibles au gel et les l'eau gelée

L'excès d'eau dans le sol fait chuter la portance ; la chaussée est donc fragilisée

3 règles d'Or

- Vérifier l'étanchéité de la couche de roulement pour éviter la pénétration de l'eau par-dessus.
- Entretenir accotements et fossés pour permettre l'évacuation rapide des eaux de ruissellement et éviter la pénétration bilatérale.
- Abaisser le niveau d'eau dans le sol par
 - la vérification des pentes de fossé et
 - la mise en place de drains.

III.2.1- Le drainage

Le drainage est une action qui vise à évacuer les eaux situées à l'intérieur de la structure de chaussée et de la plate-forme ainsi que dans son environnement immédiat (figure II.3).

L'eau est un des facteurs majeurs de dégradation des ouvrages linéaires. Elle provoque usure et fatigue anormale des constituants, chute de l'action d'évacuer l'eau libre par drainage portance des sols et dégradation d'une façon très large des caractéristiques mécaniques des matériaux.

Ou de maintenir les états hydriques des matériaux contribue donc à garantir la pérennité de l'ouvrage.

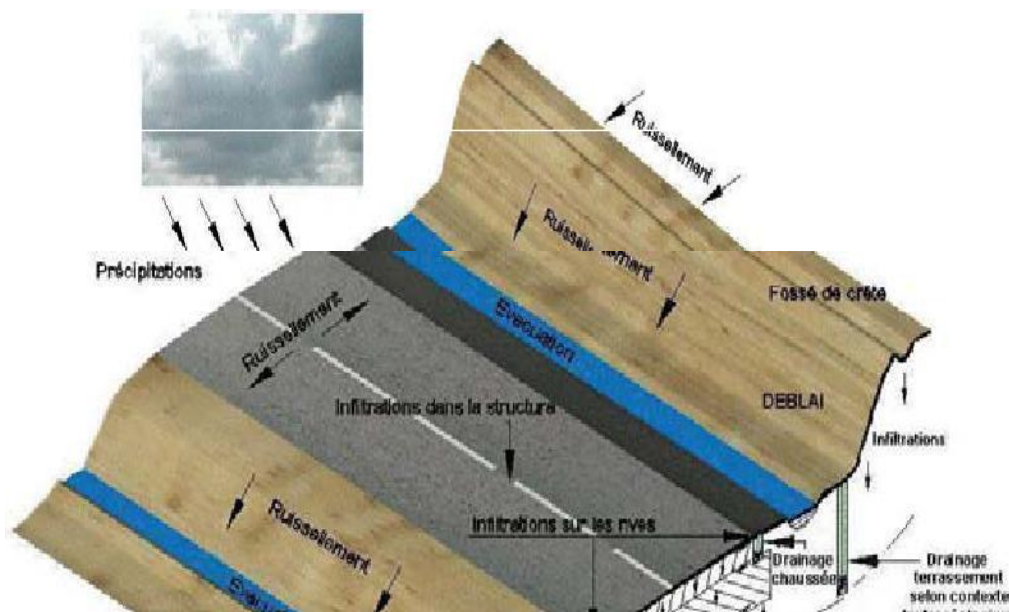


Figure III.2 : Origine des infiltrations d'eau dans une structure de chaussée

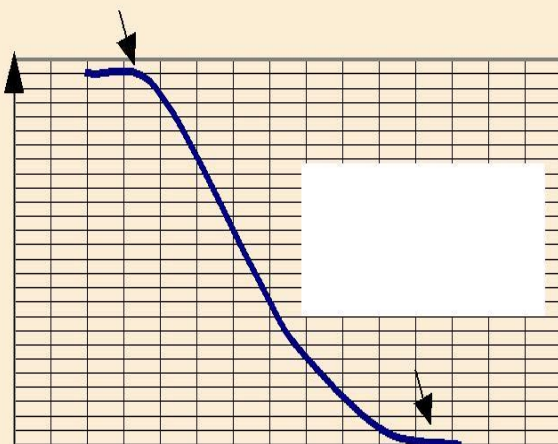
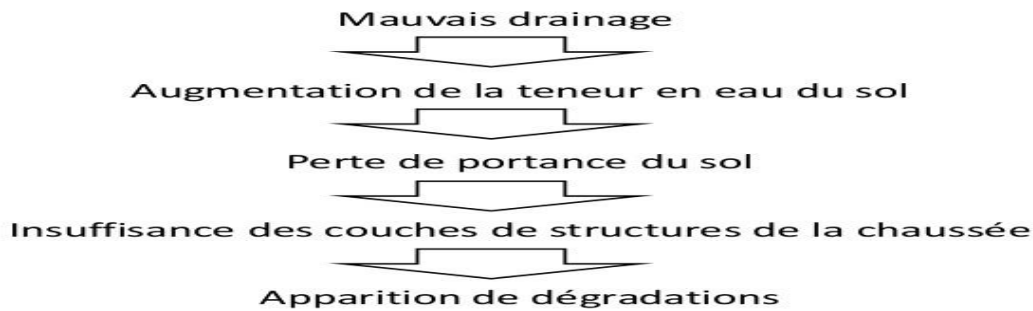


Figure III.3 : exemple de diminution du module d'un sol sensible à l'eau lorsque la teneur en eau augmente



Figure III.4 : exemple de désordre sur une chaussée non drainée (photo : SETRA).

III.3-SOUS COUCHE et leurs caractéristiques géotechniques

a) Définition

La sous couche est la première partie de la chaussée, elle se trouve entre le terrain de fondation et le corps de chaussée. Elle n'existe pas toujours on l'a construit que si l'on craint des remontées d'eau ou d'argile car son rôle est précisément d'arrêter ces remontées.

b) Remontée d'eau

L'eau modifie très sensiblement l'état d'un sol qui se déforme alors sous les charges qu'il aura à supporter ainsi que leur portance diminue. Quand les sols contiennent des éléments fins l'eau des nappes phréatiques remonte à travers eux par un phénomène capillaire et imbibe ainsi les couches de corps de chaussée et la teneur en eau de ces couches augmente. On construit donc une sous couche composée d'un sol à gros grains (Sable et graviers) susceptibles de drainer l'eau apportée et empêche la remontée capillaires.

L'évacuation des eaux collectées par la sous couche se fait en donnant à la plate forme une pente transversale et en aménagement des drains longitudinaux servant en même temps d'épaulement et transversaux en arrêtes de poissons.

c) Remontée d'argile

Quand un sol est très argileux (I.P est très élevé) , l'argile peut pénétrer dans le corps de chaussée et la déforme sous l'effet des pressions ce qui provoque des tassements, on construit alors une sous-couche composée d'élément assez fins à vide très réduits pour qu'ils puissent s'opposer à cette remontée.En générale un sable d'oued convient parfaitement pour lutter à la fois contre les remontées d'eau et contre les remontés d'argile.

d) Divers type de sous couche

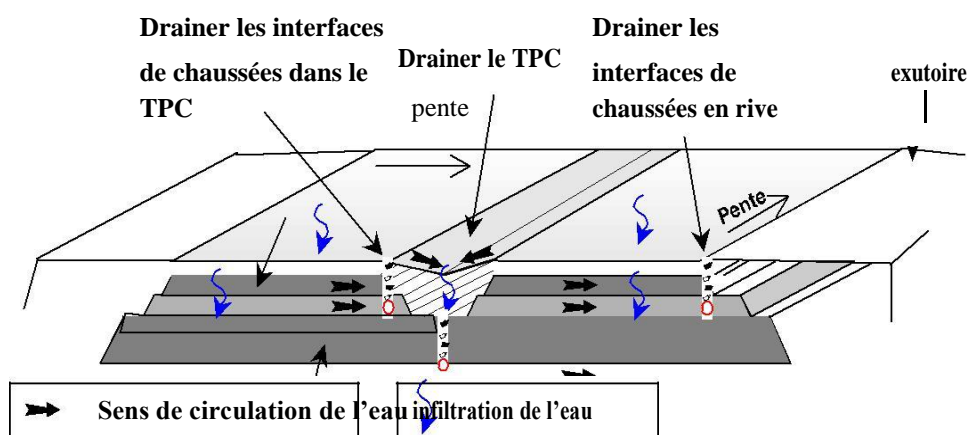
Sous couche à élément suffisamment gros pour laisser entre eux des vides capables de couper les remontés capillaires c.-à-d. pas d'eau.

e) Rôle de la sous couche

Le rôle de la sous couche sera donc comme suit

- D'empêcher la remontée d'éléments argileux ou limoneux dans la chaussée (Sous couche anti-contaminante).

- D'assurer le drainage d'une fondation (Sous couche drainante).
- De couper les remontées d'eau dans le corps de chaussée, sous l'action des forces capillaires (Sous couche anticapillaire).
- De lutter contre le gel (Sous couche antigel).



Drainer sous la chaussée

Figure III.5: fonctions à assurer et emplacements possibles des dispositifs de drainage (chaussée en dévers unique)

III.4-Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté le rôle de couche drainante et sous-couches drainantes objet de notre étude ainsi que les caractéristiques des matériaux utilisés.

Ainsi, les caractéristiques des matériaux pour qu'ils soient utilisés en sous-couche et couche drainante, ils doivent avoir des caractéristiques bien spécifiques.

Chapitre I. – Identification des matériaux utilisés

Les matériaux utilisés dans cette partie expérimentale sont :

- GNT de classe granulaires 0/20mm provenant de la carrière KHERBA -TIARET
- Sable Concassé 0/3mm provenant de la carrière KBOUBA W.TIARET
- Verre broyée de classe 0/5mm
 - * Forme angulaire (broyage au LOS ANGLES)
 - * Forme arrondie (broyage au MICRO DEVAL à SEC)

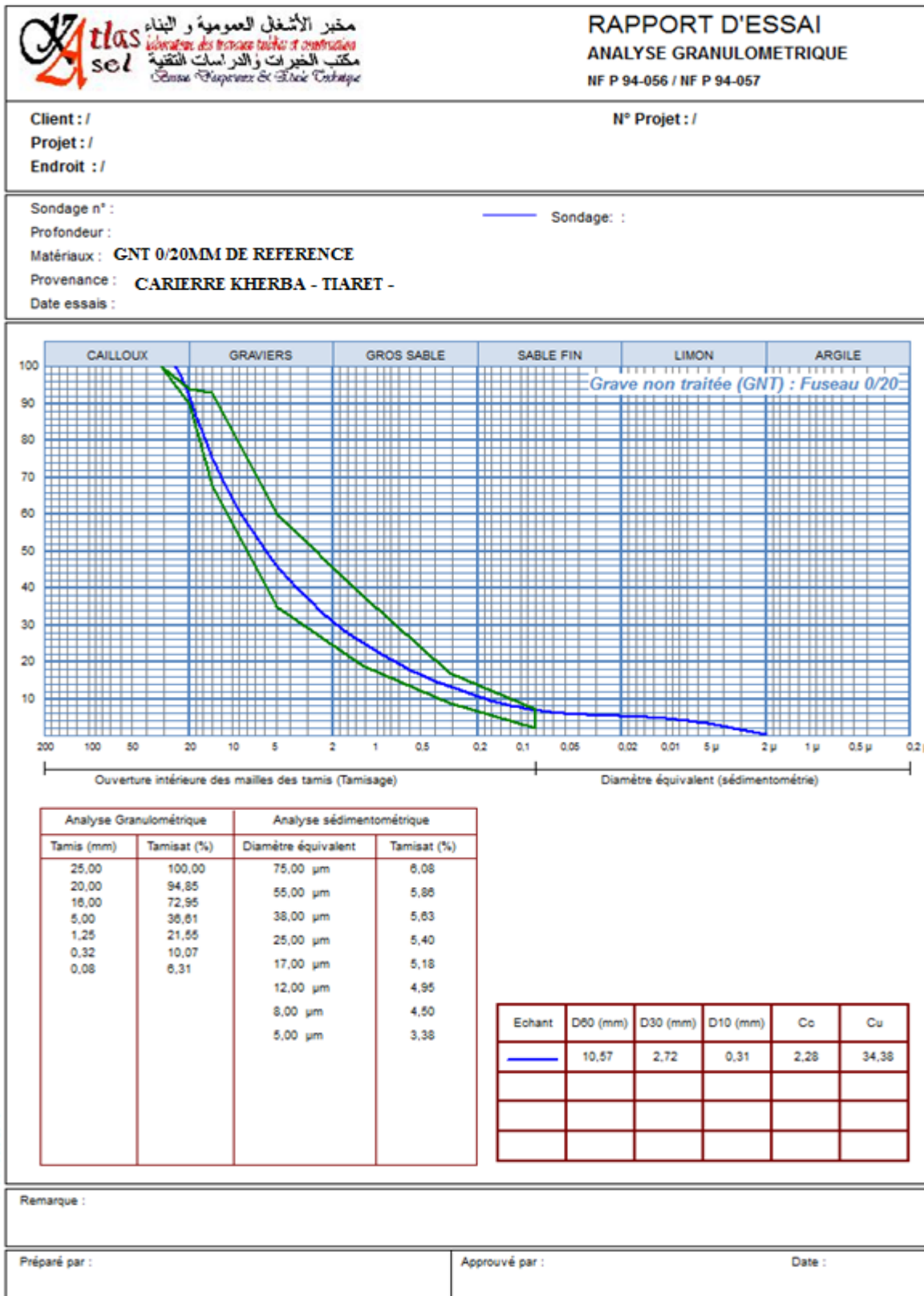
I- 1– Essais sur GNT

I.2.1 – Essai d'identification

a)- Analyse granulométrique (NFP 18-560)

Cet essai a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leurs dimensions ou grosseurs pour les granulats supérieurs au diamètre 0,08 mm.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous forme d'une courbe dite courbe granulométrique.



© SofTratis 2013

Figure I.1. Courbe granulométrique GNT 0/20 de référence.

**b)- Les composants des fractions granulaires GNT 0/20mm suivant le fuseau recommandé
(Tableau I.01): Fractions granulaires de la GNT 0/20**

Tamis	% PASSANT MINIMUM	% PASSANT MAXIMUM	% GNT AU LABO
31,5	100	100	100
20	90	100	94.9
14	68	93	72.90
5	35	60	36.60
1,25	19	38	21.50
0,315	9	17	10.10
0,08	2	7	6.30

c)- Commentaires :

Suite à la courbe obtenue nous concluons ce qui suit :

- La classe granulaire est 0/20mm de nature **SABLEUX-GRAVELEUX-PEU LIMONEUX**
- La courbe est parfaitement étalée
- $D_{60}=10.57$ et $D_{10}=0.31$, $D_{60}/D_{10}=34.09$, à cet effet pas correction pour le fuseau granulaires pour la fraction 0/20mm
- $D_{15}= 0.30$.
- Teneur en fines = 6.30%.

I.2.2- Récapitulation des résultats

Tableau I.02 : Récapitulation des résultats d'identification de la GNT

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
01	2.945	50.50	1.36	2.76	2.28	5.53	42.06

* Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX voir tableau N°03
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le GNT est dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le GNT à des valeurs (densité et teneur en eau) importante voir figure2.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante voir figure3.

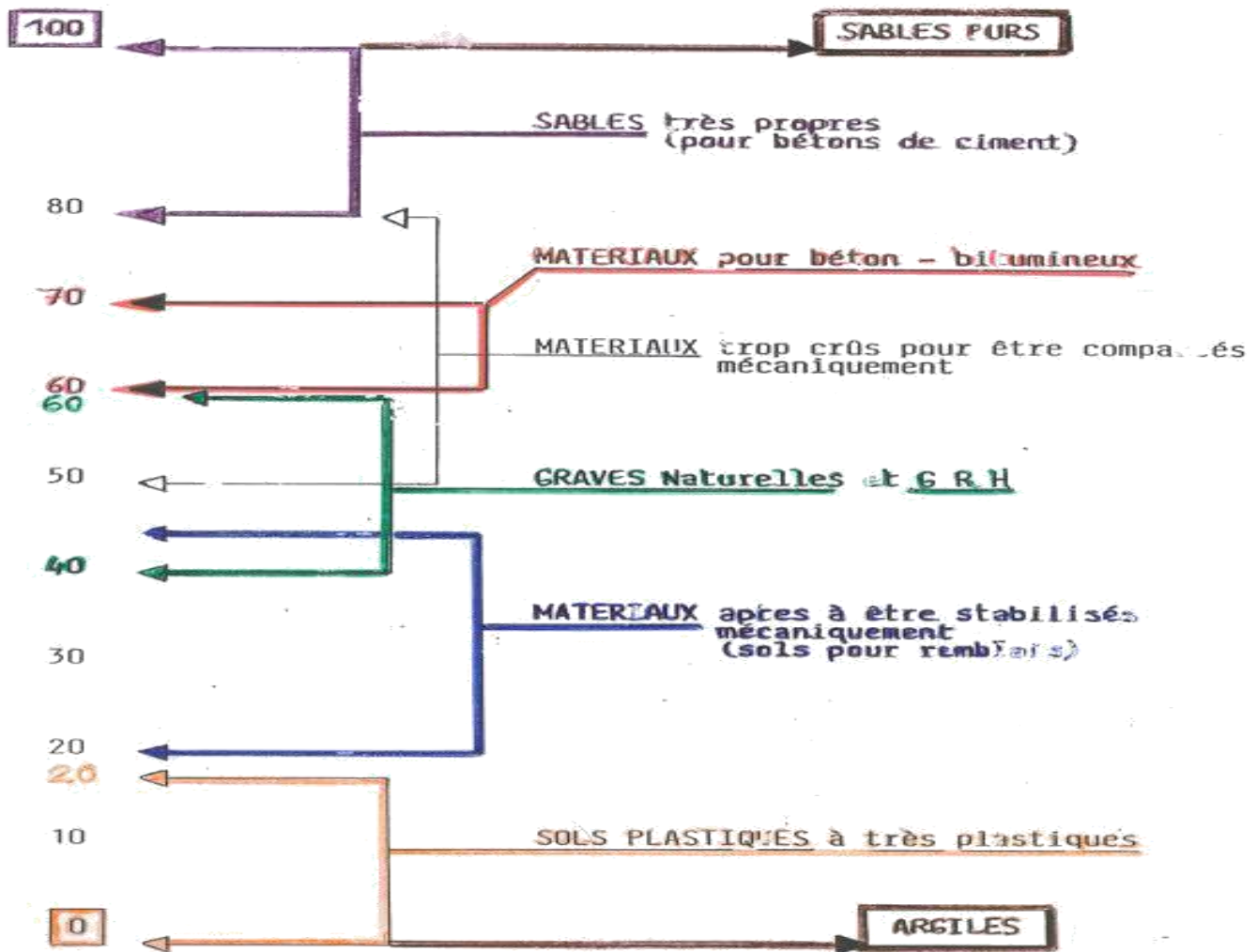
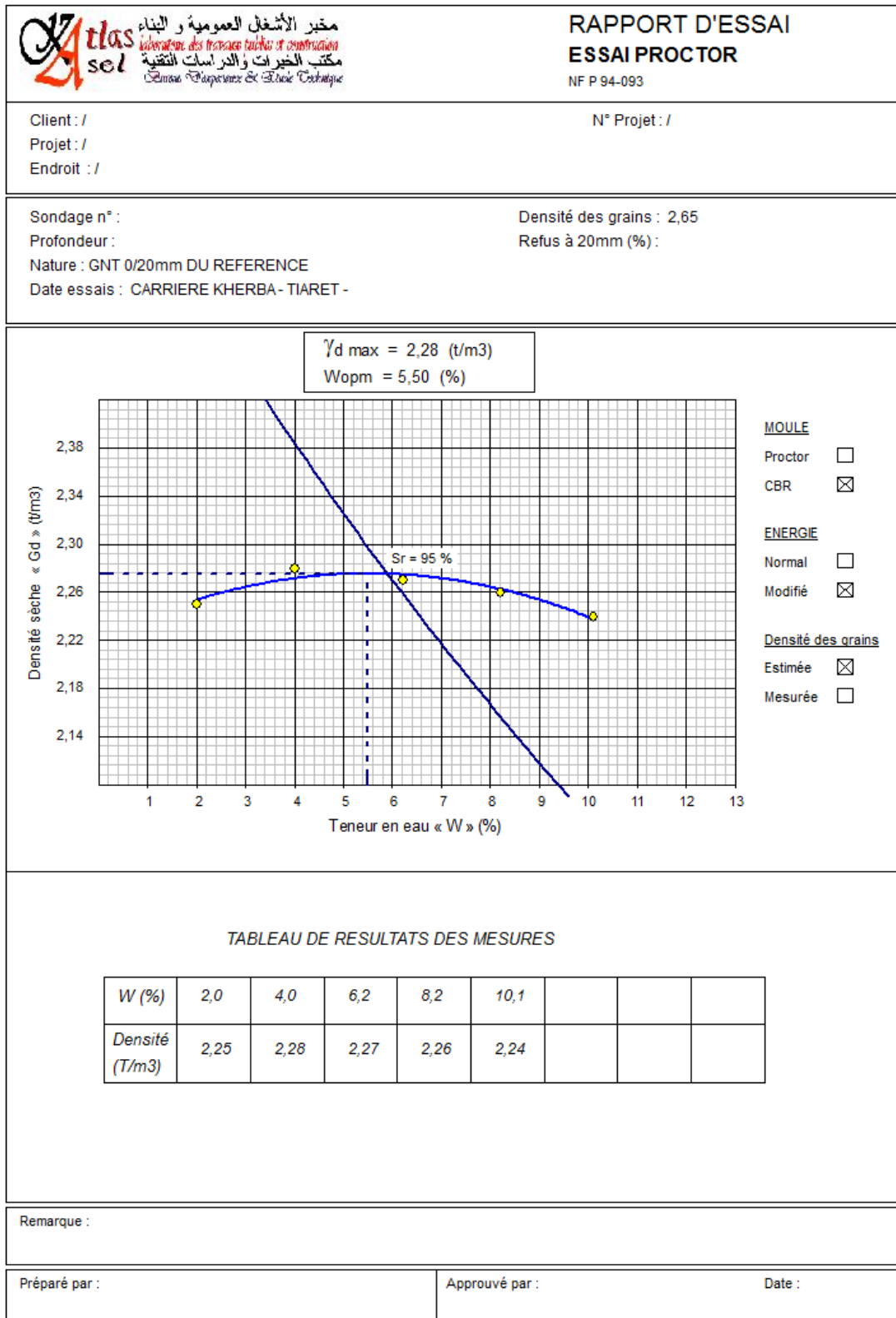


Figure I.2. La bague d'essai d'équivalent sable

Tableau I.03: la valeur de bleu de méthylène classification (6 seuils)

Valeur de bleu de méthylène (V_{BS})	Catégorie de sol
$V_{BS} < 0,1$	sol insensible à l'eau
$0,2 \leq V_{BS} < 1,5$	sol sablo limoneux, sensible à l'eau
$1,5 \leq V_{BS} < 2,5$	sol sablo argileux, peu plastiques
$2,5 \leq V_{BS} < 6$	sol limoneux de plasticité moyenne.
$6 \leq V_{BS} < 8$	sol argileux.
$V_{BS} > 8$	sol très argileux.



© SolTreats 2013

Figure I.3 Courbe Proctor GNT 0/20 de référence.

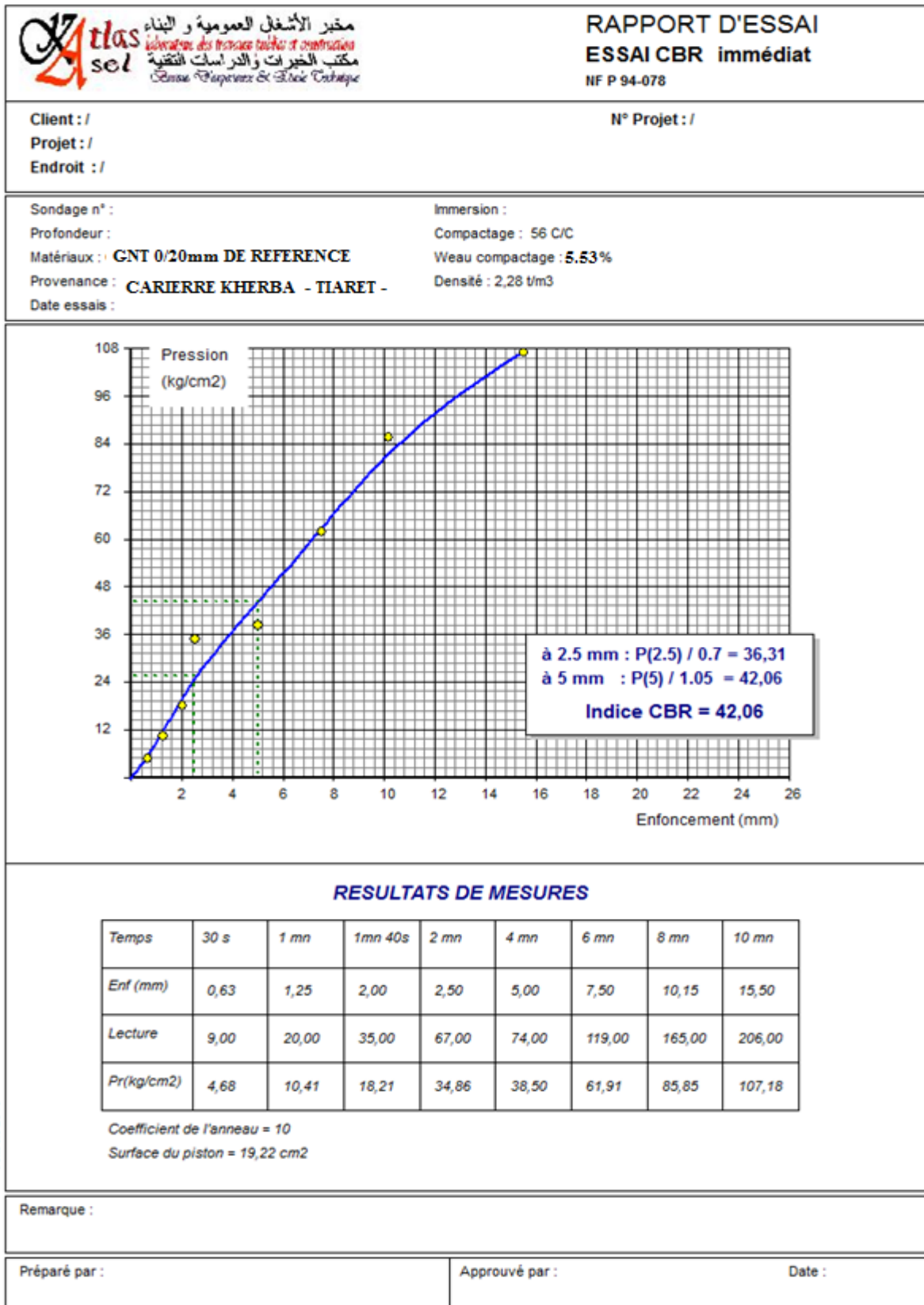


Figure I.4 Courbe CBR GNT 0/20 de référence.

I.2.3 - Essai de perméabilité (NORME NF X30-424 Juin 2013)

Les résultats de cet essai sont donnés sur le tableau I.04 :

Tableau I.04: Récapitulation des résultats de l'Essai de perméabilité

ECH,	H1 cm	H2 cm	S cm ²	T S	Q CM ³ /S	K cm/s
GNT 0/20mm de ref.	95	6	188	1386	15	5,00E-03

*Commentaire : D'après les résultats de $K=5 \times 10^{-3}$ cm/s , nous concluons que la GNT 0/20mm est peu Perméable.

I.2.4 – Analyse Chimique : GNT 0/20

Tableau I.05: Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O
18,5	0,8	0,57	0,01	80,02	0,07	0,02	0,01

*Commentaire : Le matériau analysé est de nature calcaireuse peu siliceux.

I.2- ESSAIS SUR LE SABLE 0/3 mm

I.2.1 – Essai d'identification

a)- **Analyse granulométrique (NFP 18-560)** Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous forme d'une courbe dite courbe granulométrique,

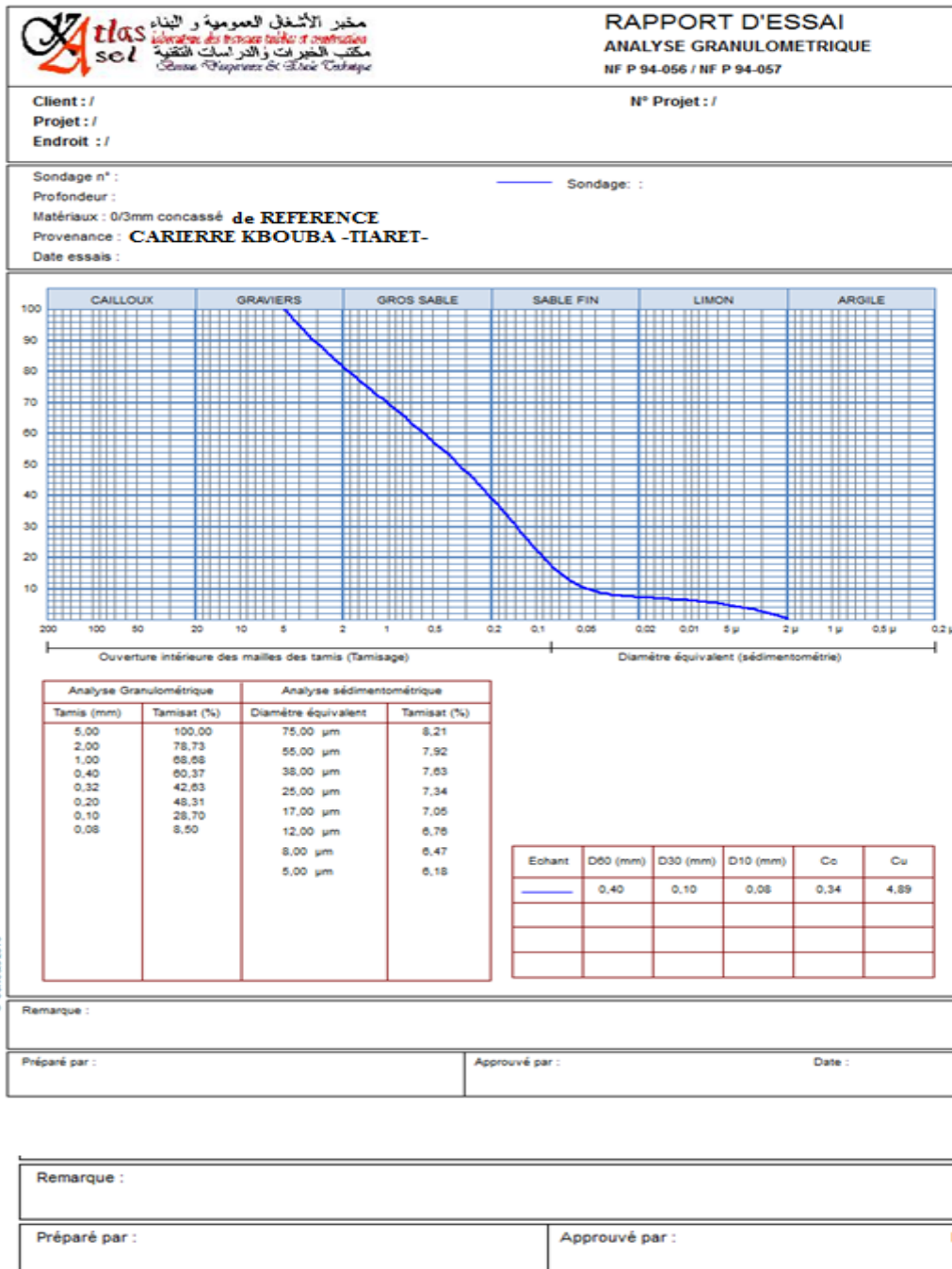


Figure I.5. Courbe granulométrique sable 0/3 de référence.

Commentaire : Suite aux résultats obtenus nous concluons que le matériau est de nature sableuse- peu graveleuse- peu limoneuse

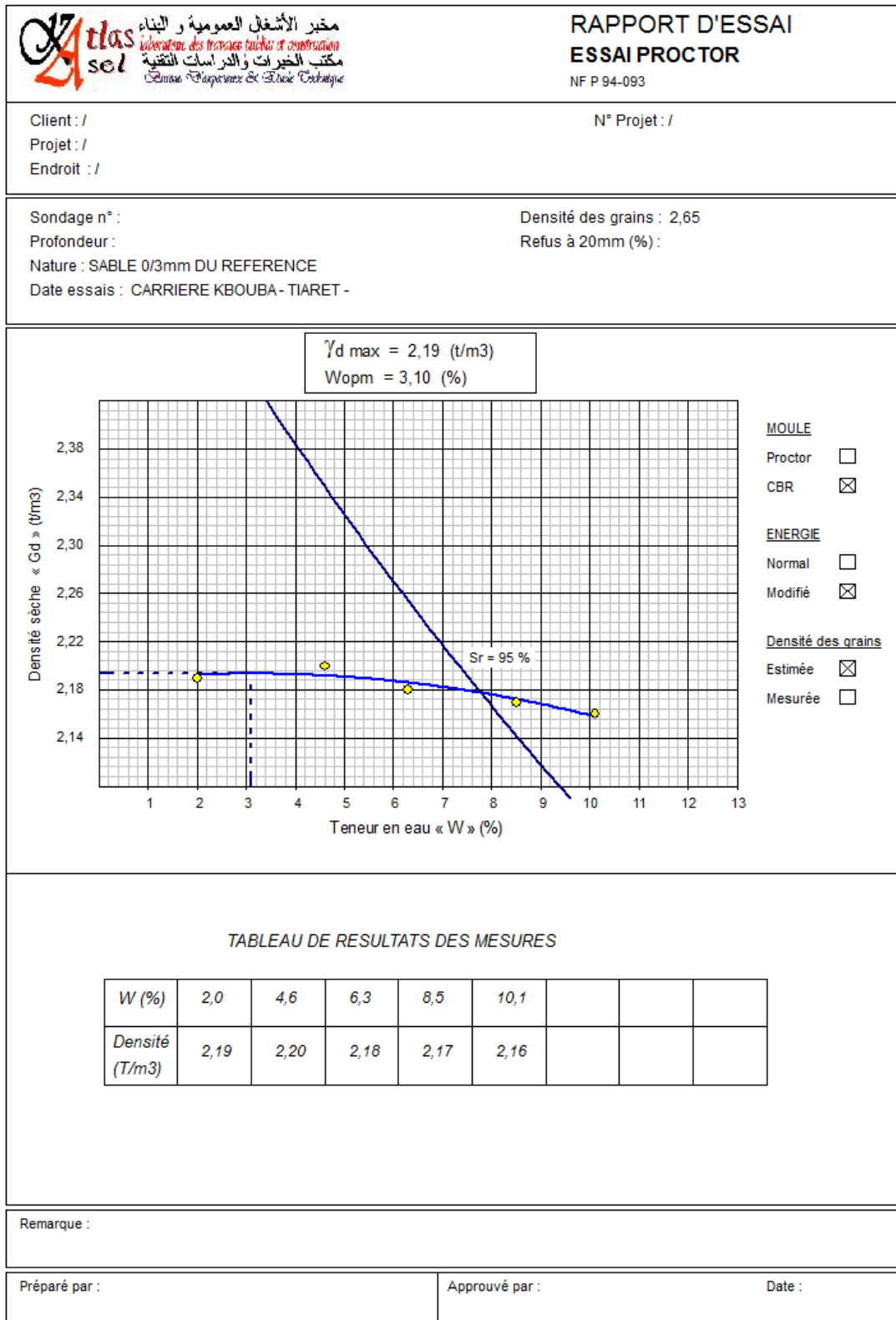
b)- Récapitulation des résultats

Tableau I.06: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
01	1.94	60.93	1.55	2.61	2.19	3.08	29.71

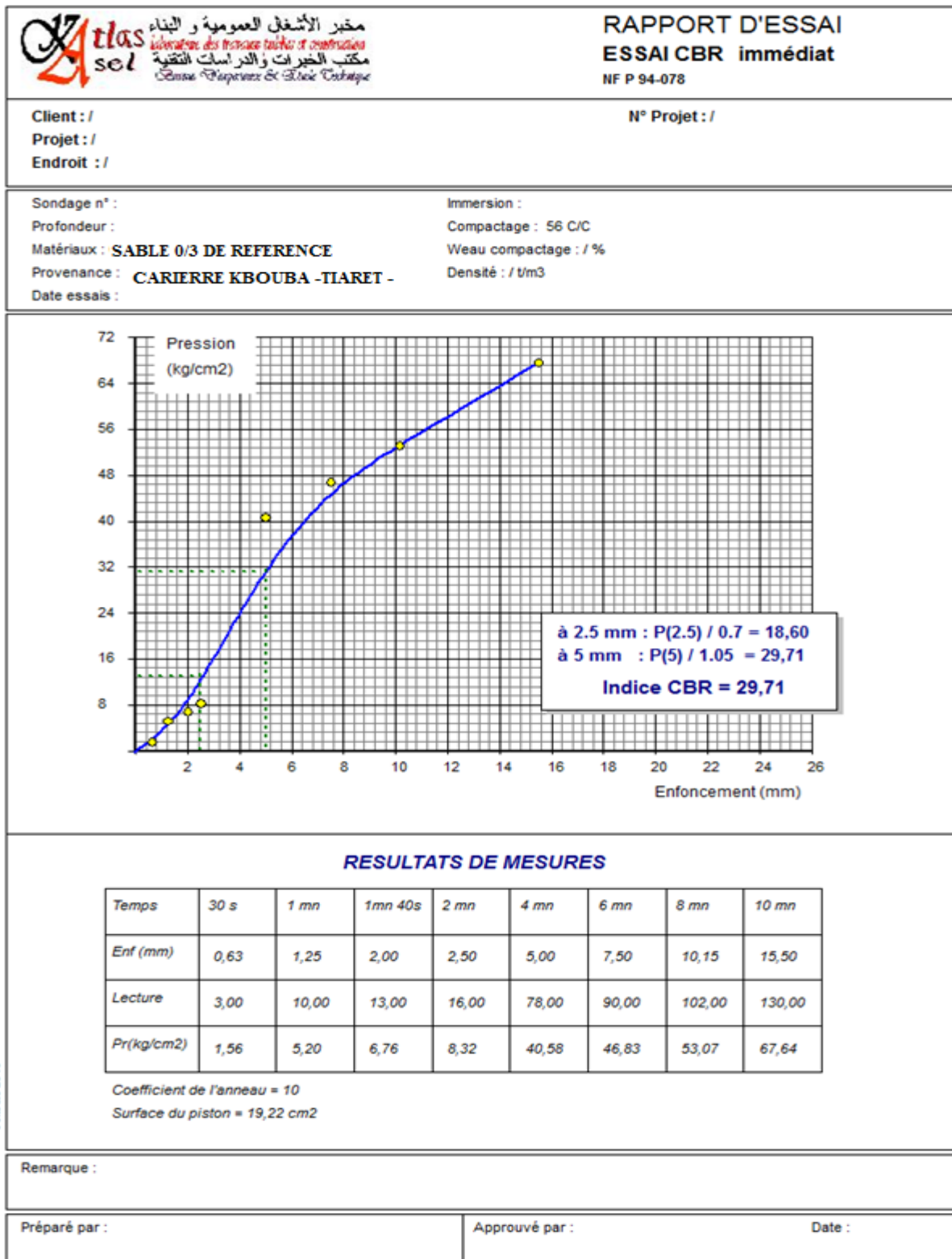
* Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le sable est dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le GNT à des valeurs (densité et teneur en eau) peu importante voir figure I.6.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen voir figure I.7.



© SolTreats 2013

Figure I.6. Courbe Proctor du sable 0/3 de référence.



S000145 20113

Figure I.7. Courbe CBR sable 0/3 de référence.

I.2.2- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau I.07: Récapitulation des résultats d'essai de perméabilité

Ech.	H1 cm	H2 cm	S cm²	T S	Q CM³/S	K cm/s
0/3	93	9	177	0,18	1.5336	8,40E-04

Commentaire : le matériau analysé est peu perméable, ce qui montre qu'il est de nature sableux limoneux.

I.1.3 – Analyse Chimique

Tableau I.08: Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique

SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	TiO₂	CaO	MgO	P₂O₅	K₂O
14,279	2.01	0.12	0,04	85,6	0.04	0,06	0,03

*Commentaire : Le matériau analysé est de nature calcaireuse peu siliceux.

I.3 – Essais sur LE VERRE utilisé

I.3.1 Forme angulaire (broyage à l'appareil LOS ANGLES)

I.3.1.1– Essai d'identification

a)- Analyse granulométrique (NFP 18-560)

Les résultats de cette essai est comme suit

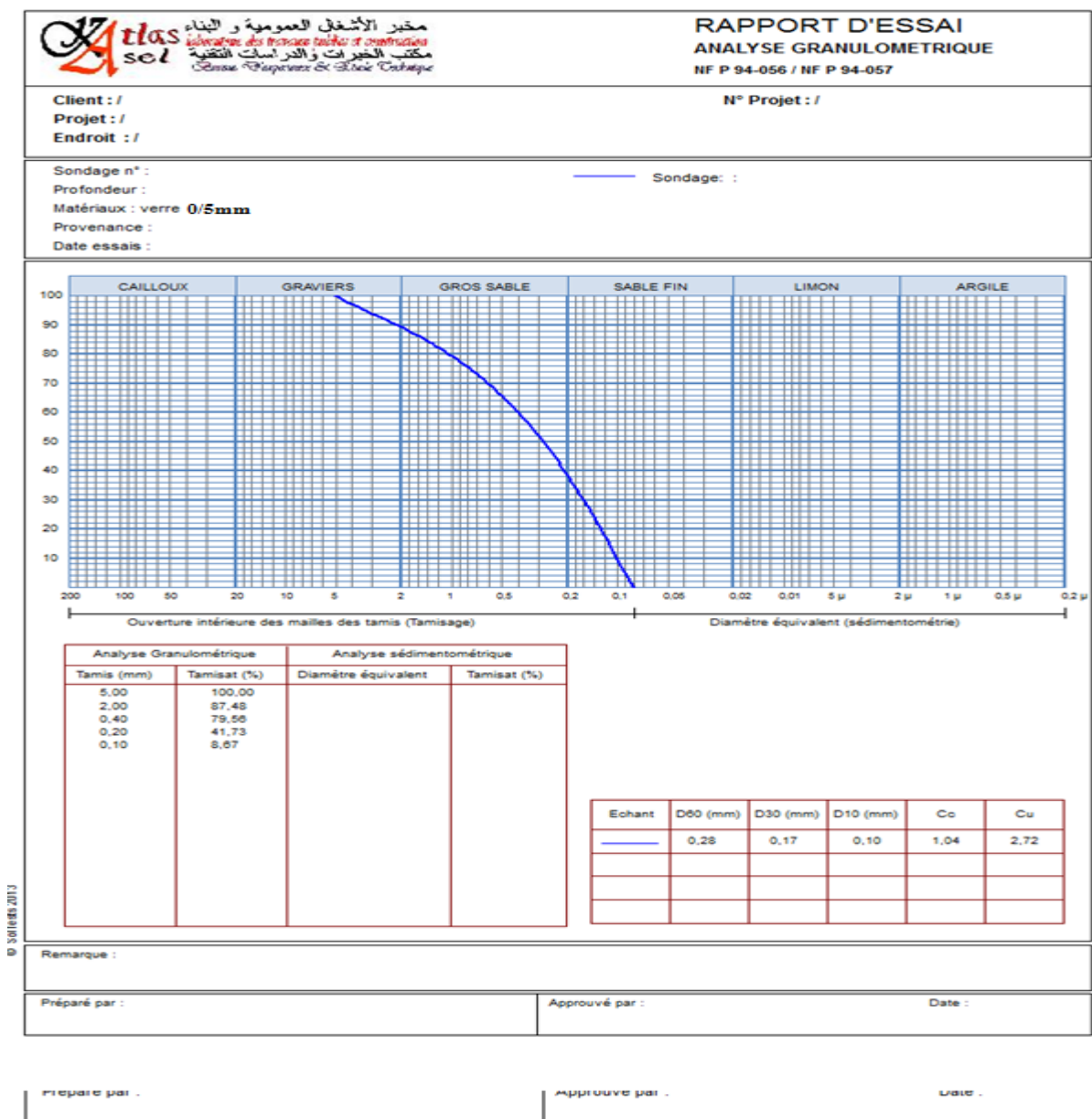


Figure I.8. Courbe granulométrique verre 0/5mm de forme angulaire.

***Commentaire :** La courbe obtenue de la granulométrie montre un matériau de classe 0/5mm de nature sableuse peu graveleuse.

b)- Récapitulation des résultats

Tableau I.09 : Récapitulation des résultats d'identification

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE			
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE			
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)		
01	0.03	97.43	1.53	2.80		

* Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est très propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le verre de forme angulaire est très dense.

c) Analyse Chimique : Verre broyé

Tableau I.10: Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O
99,52	0,34	0,07	0	0	0,01	0,06	0

Commentaire : Le matériau analysé est de nature purement siliceuse.

I.3.2- Forme arrondie (broyage à l'appareil Micro deval à sec)

I.3.2. 1– Essai d'identification

a)- Analyse granulométrique (NFP 18-560) Les résultats de cette essai est comme suit

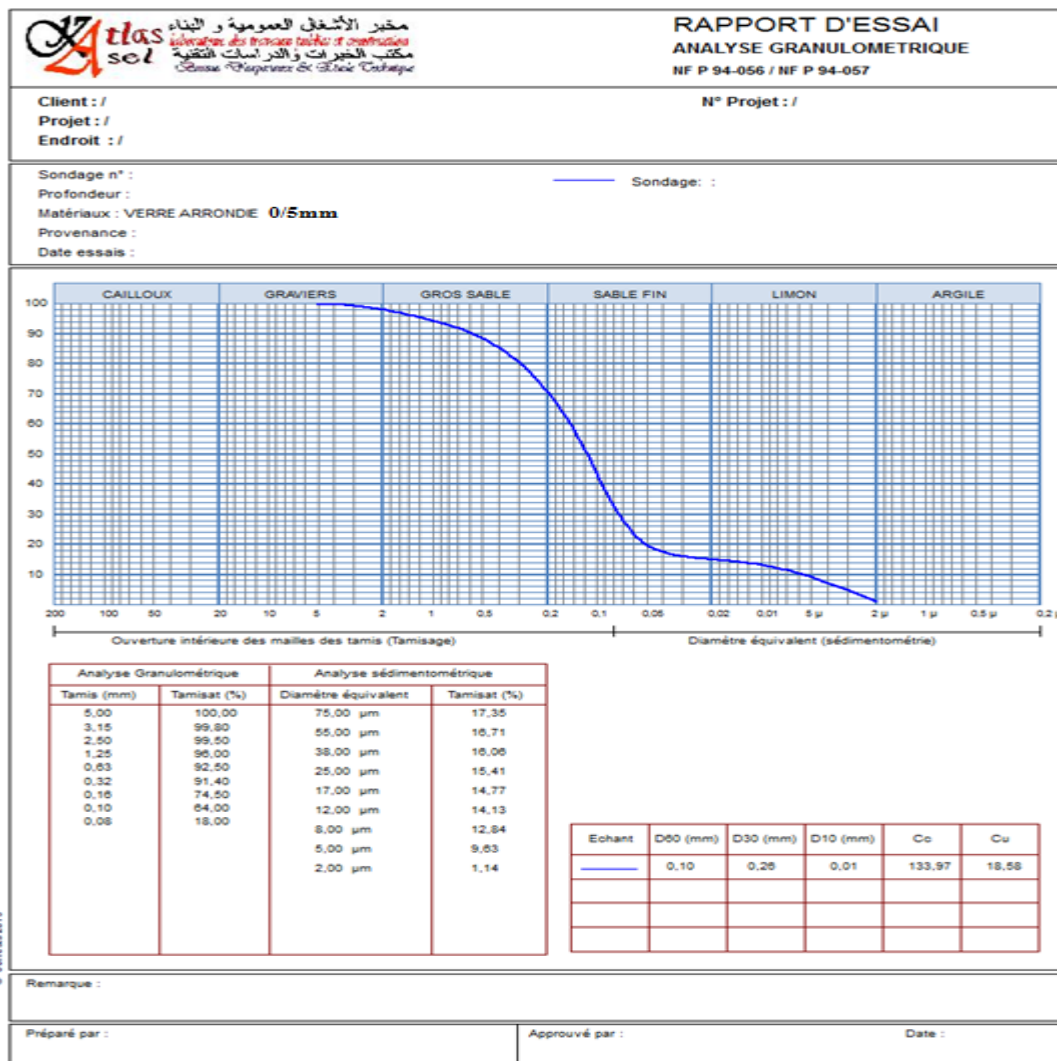


Figure. I.9. Courbe granulométrique verre 0/5mm de forme arrondie.

Commentaire : La courbe obtenue de la granulométrie montre un matériau de classe 0/5mm de nature sableuse peu graveleuse.

b)- Récapitulation des résultats

Tableau I.11: Récapitulation des résultats d'identification

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE				
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)			
Verre de forme arrondie	0.09	94.54	1.33	2.35			

* Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est très propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le verre de forme angulaire est très dense.

c)- Analyse Chimique : VERRES broyé

Tableau I.12: Récapitulation des résultats d'Analyse Chimique

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O
98.50	1.38	0,09	0	0	0,01	0,02	0

Commentaire : Le matériau analysé est de nature purement siliceuse.

Récapitulatif des résultats obtenus L'identification des matériaux utilisés

Gnt ,Sable Verre Forme Angulaire ,Verre Forme Arrondis

Tableau I.13: Récapitulation des résultats obtenus L'identification des matériaux utilisés

Mélange	Teneur en fillers %	D60/D10	VBS	ES %	Y _D _{MAX} T/M ³	W _{OMP} %	IPI %	D15	s (t/m ³)	a (t/m ³)	K CM/S
GNT0/20 KHERBA	6.30	34.09	2.94	50.50	2.28	5.53	42.06	0.30	1.36	2.76	5.00x10⁻³
SABLE 0/3KBOUBA	8.50	/	1.94	60.93	2.19	3.08	29.71	/	1.55	2.61	8.40x10⁻⁴
VERRE 0/5 ANG	8.67	/	0.03	97.43	/	/	/	/	1.33	2.35	1.14x10
VERRE 0/5 ARR	18.00	/	0.09	94.54	/	/	/	/	1.30	2.39	1.67x10

I.4-étude microscopique des particules de verre:

Après le broyage du verre, on a obtenu des aspects géométriques observés au microscope électronique comme suit:



Figure I.10: FORME ANGULAIRE CLASSE 0.1.25-02.50MM

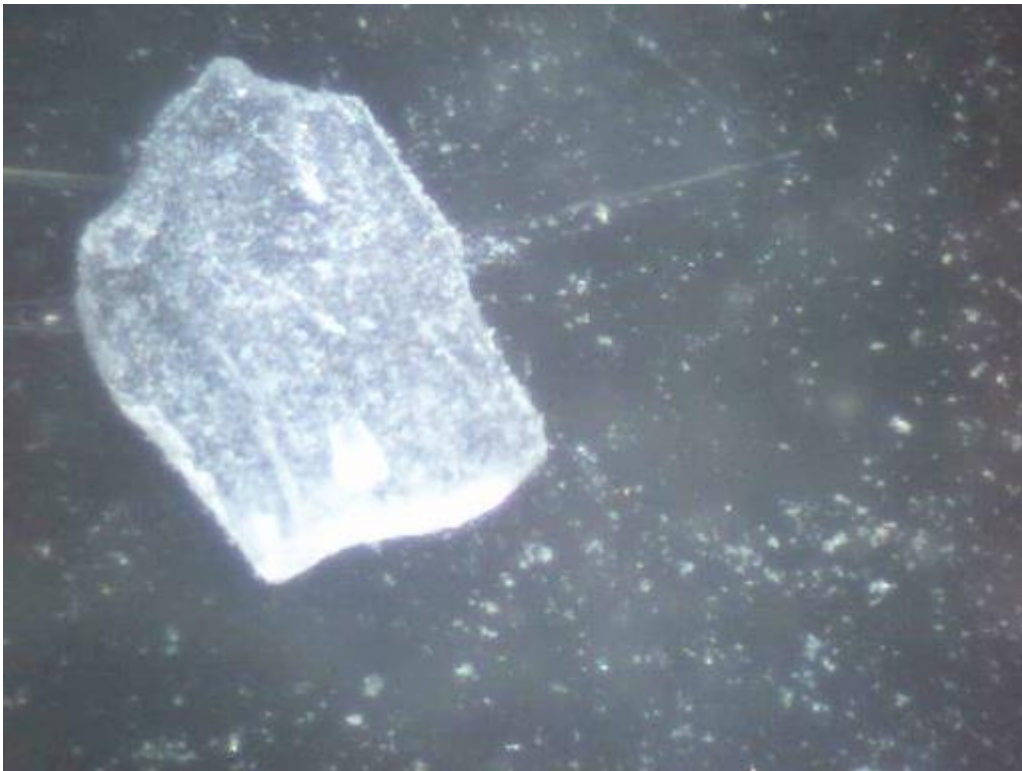


Figure I.11: FORME ANGULAIRE CLASSE 02.50-05.00MM



Figure I.12. FORME ANGULAIRE CLASSE 0.315-01.25MM

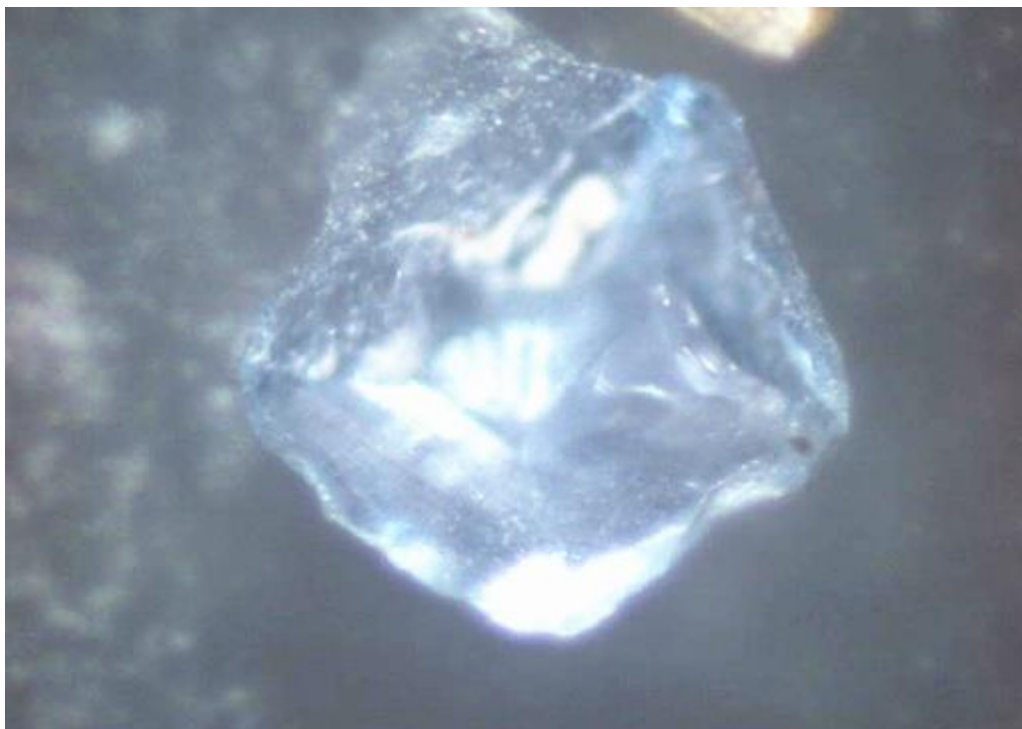


Figure I.13 : FORME ANGULAIRE CLASSE 0.08-0.315MM



Figure I.14.: FORME ARRONDIE CLASSE 0.08-0.315MM



Figure I.15: FORME ARRONDIE CLASSE 0.315-01.25MM



Figure I.16: FORME ARRONDIE CLASSE 01.25-02.50MM

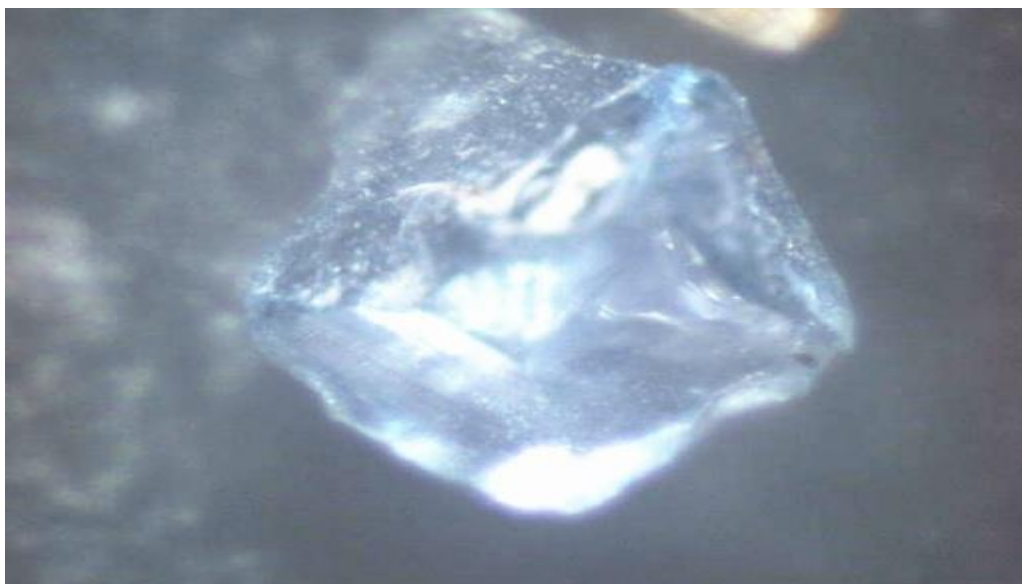


Figure I.17: FORME ARRONDIE CLASSE 02.50-05.00MM

COMMENTAIRES : D'après les images obtenues au microscope, on déduit ce qui suit :

- L'aspect géométrique des verres broyés à l'aide du LOS ANGLES est de forme angulaire.
- L'aspect géométrique des verres broyés à l'aide du MICRO DEVAL A SEC est de forme arrondie.

Chapitre II : Présentation Des Essais Réalisés

II.1- COUCHE DRAINANTE GNT 0/20mm + VERRE 0/5 mm

II.1.1.Les Conditions Générales

a- Les Conditions générales pour Couche drainante GNT 0/20 mm

1.1- Forme des grains de verre utilisés sont angulaires (LOS ANGLES) ou arrondies (MICRO DEVAL A SEC)

1.2 - D15 du matériau drainant \geq à d15 du sol.

Ou une grave avec passant à 0.08 mm < 5% et passant à 2 mm < 10%

1.3 - D60/D10 > 10 si non correction granulométrie

1.4- les mélangés GNT et verre **angulaires ou arrondies**

Tableau II.1: les mélanges GNT +pourcentage de verre

MELANGE N°	CLASSE MELANGE VERRES (angulaires ou arrondies) + GNT 0/20
MELANGE N°01	GNT +10% VERRE,(0.08-0,315)
MELANGE N°02	GNT +10% verre (0.315-0.125)
MELANGE N°03	GNT +10% verre (01.25-2.50mm) ;
MELANGE N°04	GNT +10% verre (2.50-5,00mm) ;
MELANGE N°05	GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-01.25)
MELANGE N°06	GNT +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
MELANGE N°07	GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)

II-1.2- LES MELANGES GNT 0/20 MM ET VERRES 0/5 MM

II.1.2.1 - Les Mélanges GNT 0/20 mm et verres 0/5 mm (forme angulaire) :

MELANGE N°01	GNT +10% VERRE,(0.08-0,315)
-------------------------	------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.2: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
1	2.04	60.14	1.35	2.74	2.25	2.51	39.79

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

-Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.3: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
1	95	6	188	1004	29	9,60E-03

Commentaire : D'après les résultats de $K=9.60 \times 10^{-3}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°02	GNT +10% verre (0.315-0.125)
-------------------------	-------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.4: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
2	1.89	62.36	1.36	2.75	2.26	2.78	41.11

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.5: Récapitulation des résultats d' Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm ²)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
2	95	6	188	5546	5	1,70E-03

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.70 \times 10^{-3}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°03	GNT +10% verre (01.25-2.50mm) ;
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.6: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y_D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
3	1.76	63.53	1.36	2.75	2.25	3.40	42.06

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.7: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
3	95	6	188	155	206	6,94E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=6.94 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°04	GNT +10% verre (2.50-5,00mm) ;
-------------------------	---------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.8: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
4	1.69	65.76	1.36	2.76	2.24	3.25	43.08

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.9: Récapitulation des résultats d' Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
4	95	6	188	200	146	4,89E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=4.89 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu

Perméable.

MELANGE N°05	GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-01.25)
-------------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.10: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
5	1.54	66.00	1.37	2.76	2.23	2.60	44.17

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.11: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
5	95	6	188	485	62	2,07E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=2.07 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°06	GNT +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.12: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
6	1.46	69.26	1.37	2.76	2.26	4.00	47.67

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.13: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
6	95	6	88	702	43	1,43E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.43 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°07	GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.14: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
7	1.06	71.30	1.37	2.76	2.27	3.75	49.95

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.15: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
7	95	6	188	900	33	1,10E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.10 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

II.1.2.2- Les Mélanges GNT 0/20 mm et verres 0/5 mm (forme Arrondie)

MELANGE N°01	GNT +10% VERRE,(0.08-0,315)
-------------------------	------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.16: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	
01	1.74	65.30	1.36	2.77	2.27	3.73	35.11

Commentaires :(1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX

- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.17: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (m)	L (m)	S (m ²)	T (s)	Q (m/s)	K (m ³ /s)
1	0,95	0,06	0,0188	572,4	0,0042	1,41E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.41 \times 10^{-2}$ m/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°02	GNT +10% verre (0.315-0.125)
---------------------	-------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.18: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max γ_D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
02	1.64	65.98	1.37	2.78	2.26	3.45	37.76

Commentaires : (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX

- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.19: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
2	95	6	188	750	32	1,08E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.08 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°03	GNT +10% verre (01.25-2.50mm) ;
-------------------------	--

Récapitulation des résultats

Tableau II.20: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI %(5)
3	1.34	67.89	1.38	2.79	2.25	4.25	39.16

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.21: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
3	95	6	188	600	4	1,35E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.35 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°04	GNT +10% verre (2.50-5,00mm) ;
---------------------	---------------------------------------

-Récapitulation des résultats

Tableau II.22: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
4	1.34	68.48	1.38	2.78	2.25	4.13	41.31

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.23: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm/s)	K (cm/s)
4	95	6	188	150	161	5,40E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=5.40 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°05	GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-01.25)
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.24: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
5	0.94	69.24	1.38	2.80	2.25	4.10	43.06

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.25: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
5	95	6	188	130	223	7,49E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=7.49 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°06	GNT +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.26: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
6	0.84	71.42	1.39	2.79	2.26	4.00	47.67

Commentaires : (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX

- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.27: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
6	95	6	188	105	276	9,28E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=9.28 \times 10^{-2}$ cm/s, nous concluons que le mélange est PEU perméable.

MELANGE N°07	GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.28: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
7	0.64	73.48	1.40	2.80	2.27	3.75	49.95

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dance.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) importante
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI importante.

- **Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013**

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.29: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (cm)	L (cm)	S (cm ²)	T (s)	Q (cm ³ /s)	K (cm/s)
7	95	6	188	95	305	1,03E-01

Tableau II.29: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.03 \times 10^{-1}$ cm/s, nous concluons que le mélange est peu Perméable.

II.1.3 - Récapitulatif des résultats Obtenus

Tableau II.30: Récapitulatif des résultats obtenus GNT +verre forme angulaire (LOS ANGLES)

Mélange	Teneur en fillers %	D60/D10	VBS	ES %	Y _D MAX T/M ³	W _{OMP} %	IPI %	D ₁₅ %	s (t/m ³)	a (t/m ³)	K CM/S	CLASS. GTR92
1	6.32	42.35	2.04	60.14	2.25	2.51	39.79	0.35	1.35	2.74	9.6x10 ⁻³	B3
2	6.52	42.58	1.89	62.36	2.26	2.78	41.11	0.36	1.36	2.75	7.18x10 ⁻³	B3
3	6.61	42.47	1.76	63.53	2.25	3.40	42.06	0.40	1.36	2.75	6.84x10 ⁻²	B3
4	6.39	40.55	1.69	65.76	2.24	2.25	43.08	0.36	1.36	2.76	4.83x10 ⁻²	B3
5	6.37	40.38	1.54	66.00	2.23	2.60	44.17	0.40	1.37	2.76	2.07x10 ⁻²	B3
6	6.39	38.63	1.46	69.26	2.26	4.00	47.67	0.40	1.37	2.76	1.43x10 ⁻²	B3
7	6.41	39.05	1.06	71.30	2.27	3.75	49.95	0.39	1.37	2.76	1.10x10 ⁻²	B3

Tableau II.31: Récapitulatif des résultats obtenus GNT+verre forme arrondie (MICRO DEVAL A SEC)

Mélange	Teneur en fillers %	D60/D10	VBS	ES %	Y _D MAX T/M ³	W _{OMP} %	IPI %	D ₁₅ %	s (t/m ³)	a (t/m ³)	K CM/S	CLASS. GTR92
1	6.40	48.63	1.74	65.30	2.27	3.73	35.11	0.20	1.36	2.77	1.41x10 ⁻²	B3
2	6.40	48.27	1.64	65.98	2.26	3.45	35.76	0.20	1.37	2.78	1.08x10 ⁻²	B3
3	6.61	48.00	1.34	67.89	2.25	4.25	39.16	0.18	1.38	2.79	1.35x10 ⁻²	B3
4	6.51	48.09	1.34	68.48	2.25	4.13	41.31	0.20	1.38	2.78	5.40x10 ⁻²	B3
5	6.45	56.36	0.94	69.24	2.25	4.10	43.06	0.19	1.38	2.80	7.49x10 ⁻²	B3
6	6.44	55.00	0.84	71.42	2.26	4.00	47.67	0.20	1.39	2.79	9.28x10 ⁻²	B3
7	6.29	52.53	0.64	73.48	2.27	3.75	49.95	0.25	1.40	2.80	1.03x10 ⁻¹	B3

II-2- Sous-couche drainante : Les Mélanges Sable 0/3 mm et verres 0/5 mm

II.2.1- Les Conditions générales pour Sous-couche drainante sable 0/3mm

a- Forme des grains de verre utilisés sont angulaires (LOS ANGLES) ou arrondies (MICRO DEVAL A SEC)

b- Les pourcentages et leurs classes granulaires des mélanges 0/3 + verres (**forme angulaire**) ou verres (**forme angulaire**)

Tableau II.32: les mélanges et les pourcentages de verre

MELANGE N°	CLASSE MELANGE VERRES(angulaires ou arrondies) + SABLE 0/3
MELANGE N°01	SABLE0/3 +10% VERRE,(0.08-0,315)
MELANGE N°02	SABLE0/3 +10% verre (0.315-0.125)
MELANGE N°03	SABLE0/3 +10% verre (01.25-2.50mm) ;
MELANGE N°04	SABLE0/3 +10% verre (2.50-5,00mm) ;
MELANGE N°05	SABLE0/3 +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-01.25)
MELANGE N°06	SABLE0/3 +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
MELANGE N°07	SABLE0/3 +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)

II.2.2-Les Mélanges Sable 0/3 mm et verres 0/5 mm (Forme angulaire, Forme Arrondie)

II.2.2.1 - Les Mélanges sable 0/3 mm et verres 0/5 mm (forme angulaire)

MELANGE N°01	SABLE0/3 +10% VERRE,(0.08-0,315)
-------------------------	---

b)-Récapitulation des résultats

Tableau II.33: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
01	3.44	59.86	1.30	2.68	2.19	3.65	23.00

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.34: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm3/s)	K (Cm/s)
1	95	6	188	8775	1	4,59E-04

Commentaire : D'après les résultats de $K=4.59 \times 10^{-4}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu Perméable.

MELANGE N°02	SABLE0/3 +10% verre (0.315-0.125)
-------------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.35: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
02	3.24	61.33	1.31	2.69	2.18	5.25	24.89

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.36: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm ²)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
2	95	6	188	6922	14	4,80E-03

Commentaire : D'après les résultats de $K=4.80 \times 10^{-3}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

MELANGE N°03	SABLE0/3 +10% verre (01.25-2.50mm) ;
---------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.37: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
3	2.94	64.52	1.33	2.71	2.17	4.30	26.50

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.38: Récapitulation des résultats d' Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm ²)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
3	95	6	188	768	12	4,02E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=4.02 \times 10^{-2}$ m/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°04	SABLE0/3 +10% verre (2.50-5,00mm) ;
-------------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.39: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y _p (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
4	2.64	65.75	1.34	2.71	2.16	3.80	27.36

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.40: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
4	95	6	188	350	83	2,79E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=2.79 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°05	SABLE0/3 +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-01.25)
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.41: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max γ_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
5	2.44	67.84	1.35	2.76	2.15	4.18	30.64

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.42: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
5	95	6	188	455	66	2,21E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=2.21 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°06	SABLE0/3 +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.43: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
6	1.54	69.54	1.35	2.77	2.14	4.00	30.80

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.44: Récapitulation des résultats d' Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
6	95	6	188	750	39.87	1,34E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.34 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

MELANGE N°07	SABLE0/3 +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.45: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
7	0.94	70.78	1.36	2.78	2.13	3.85	31.53

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.46: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
7	95	6	188	810	37	1,23E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.23 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

II.2.2.2 - Les Mélanges sable 0/3 mm et verres 0/5 mm (forme Arrondie)

MELANGE N°01	SABLE0/3 +10% VERRE,(0.08-0,315)
-------------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.47: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y _p (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
01	3.14	61.33	1.31	2.70	2.17	5.13	23.63

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.48: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
1	95	6	188	1552	16	5,22E-03

Commentaire : D'après les résultats de $K=5.22 \times 10^{-3}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

MELANGE N°02	SABLE0/3 +10% verre (0.315-0.125)
-------------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.49: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
02	2.84	63.98	1.31	2.71	2.16	4.58	24.29

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.50: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm ²)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
2	95	6	188	1004	24	8,06E-03

Commentaire : D'après les résultats de $K=8.06 \times 10^{-3}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°03	SABLE0/3 +10% verre (01.25-2.50mm) ;
-------------------------	---

-Récapitulation des résultats

Tableau II.51: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
03	2.54	66.00	1.34	2.72	2.15	4.30	25.30

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.52: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
3	95	6	188	575	42	1,41E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.41 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est perméable.

Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

MELANGE N°04	SABLE0/3 +10% verre (2.50-5,00mm) ;
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.53: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max γ_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
04	2.14	68.16	1.34	2.72	2.13	3.20	26.28

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dance.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.54: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
4	95	6	188	690	35	1,17E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.17 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°05	SABLE0/3 +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-01.25)
-------------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.55: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max Y_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
05	1.74	70.95	1.36	2.73	2.12	2.20	27.28

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.56: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
5	95	6	188	900	31	1,05E-02

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.05 \times 10^{-2}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

MELANGE N°06	SABLE0/3 +30% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(01.25-2.50) ;
---------------------	--

-Récapitulation des résultats

Tableau II.57: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m ³)	Absolue (3) (t/m ³)	Densité sèche(4) max Y _D (t/m ³)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
06	1.44	74.04	1.36	2.74	2.11	2.92	28.29

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.58: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm ²)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
6	95	6	188	120	494	1,66E-01

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.66 \times 10^{-1}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

MELANGE N°07	SABLE0/3 +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-01.25 +10%verre(01.25-2.50)+10%verre(2,50-5.00)
---------------------	--

2-Récapitulation des résultats

Tableau II.59: Récapitulation des résultats d'identification et mécanique

N° MELANGE	ESSAI D'IDENTIFICATION		ESSAI MECANIQUE				
	VBS (1)	ES % (2)	MASSE VOLUMIQUE		ESSAI DE PROCTOR MODIFIEE		CBR
			Apparente (3) (t/m3)	Absolue (3) (t/m3)	Densité sèche(4) max γ_D (t/m3)	teneur en eau optimum (4) w (%)	IPI % (5)
07	0.84	75.78	1.36	2.75	2.10	2.83	46.61

Commentaires :

- (1)-Le résultat obtenu de cet essai montre que le matériau est de nature SABLEUX-LIMONEUX
- (2)-Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur recommandée c'est-à-dire que ce matériau est propre.
- (3) -Ce résultat prouve que le MELANGE est moyennement dense.
- (4)-La courbe du Proctor montre que le mélange a des valeurs (densité et teneur en eau) moyen.
- (5)-La courbe du CBR montre que le mélange IPI moyen.

- Essai de perméabilité NORME NF X30-424 Juin 2013

Les résultats de cet essai sont comme suit :

Tableau II.60: Récapitulation des résultats d'Essai de perméabilité

N° MELANGE	H (Cm)	L (Cm)	S (Cm2)	T (s)	Q (Cm ³ /s)	K (Cm/s)
7	95	6	188	93	312	1,05E-01

Commentaire : D'après les résultats de $K=1.05 \times 10^{-1}$ Cm/s, nous concluons que le mélange est peu perméable.

II.2.3 - Récapitulatif des résultats Obtenus

Tableau II.61: Récapitulatif des résultats obtenus SABLE +verre forme angulaire (LOS ANGLES)

Mélange	Teneur en fillers %	VBS	ES %	Y _D MAX T/M ³	W _{OMP} %	IPI %	s (t/m ³)	a (t/m ³)	K CM/S	CLASS. GTR92
1	7.97	3.44	59.86	2.19	3.65	23.00	1.30	2.68	4.59x10 ⁻⁴	B3
2	8.21	3.24	61.33	2.18	5.25	24.89	1.31	2.69	4.80x10 ⁻³	B3
3	7.38	2.94	64.52	2.17	4.30	26.50	1.33	2.71	4.02x10 ⁻²	B3
4	8.17	2.64	65.75	2.16	3.80	27.36	1.34	2.71	2.79x10 ⁻²	B3
5	8.24	2.44	67.84	2.15	4.00	30.64	1.35	2.76	2.21x10 ⁻²	B3
6	8.07	1.54	69.54	2.14	4.00	30.80	1.35	2.77	1.34x10 ⁻²	B3
7	8.07	0.94	70.78	2.13	3.85	31.53	1.36	2.78	1.32x10 ⁻²	B3

Tableau II.62: Récapitulatif des résultats obtenus SABLE +verre forme arrondie (MICRO DEVAL A SEC)

Mélange	Teneur en fillers %	VBS	ES %	Y _D MAX T/M ³	W _{OMP} %	IPI %	s (t/m ³)	a (t/m ³)	K CM/S	CLASS. GTR92
1	7.57	3.14	61.33	2.17	5.13	23.63	1.31	2.70	5.22x10 ⁻³	B3
2	7.64	2.84	63.98	2.16	4.58	24.29	1.31	2.71	8.06x10 ⁻³	B3
3	7.83	2.54	66.00	2.15	4.30	25.30	1.34	2.72	1.41x10 ⁻²	B3
4	8.16	2.14	68.16	2.13	3.20	26.28	1.34	2.72	1.17x10 ⁻²	B3
5	8.43	1.74	70.95	2.12	2.20	27.28	1.36	2.73	1.05x10 ⁻²	B3
6	7.57	1.44	74.04	2.11	2.92	28.29	1.36	2.74	1.66x10 ⁻¹	B3
7	8.21	0.84	75.78	2.10	2.83	46.61	1.36	2.75	1.05x10 ⁻¹	B3

Chapitre III: Analyse et Interprétation des résultats

III.1. Propriétés hydriques de la GNT:

L'objectif de notre travail est d'étudier l'influence de l'ajout de particules de verre, de forme angulaire et arrondie, à la GNT sur la variation des propriétés hydriques de cette dernière.

III.1.1: Forme angulaire des particules de verre:

On représente sur la figure III.1 les coefficients de perméabilité pour les différents mélanges de GNT obtenus en substituant une fraction granulaire (à raison de 10% de la masse totale) par une autre de même classe de verre obtenu par fragmentation à l'appareil Los Angeles.

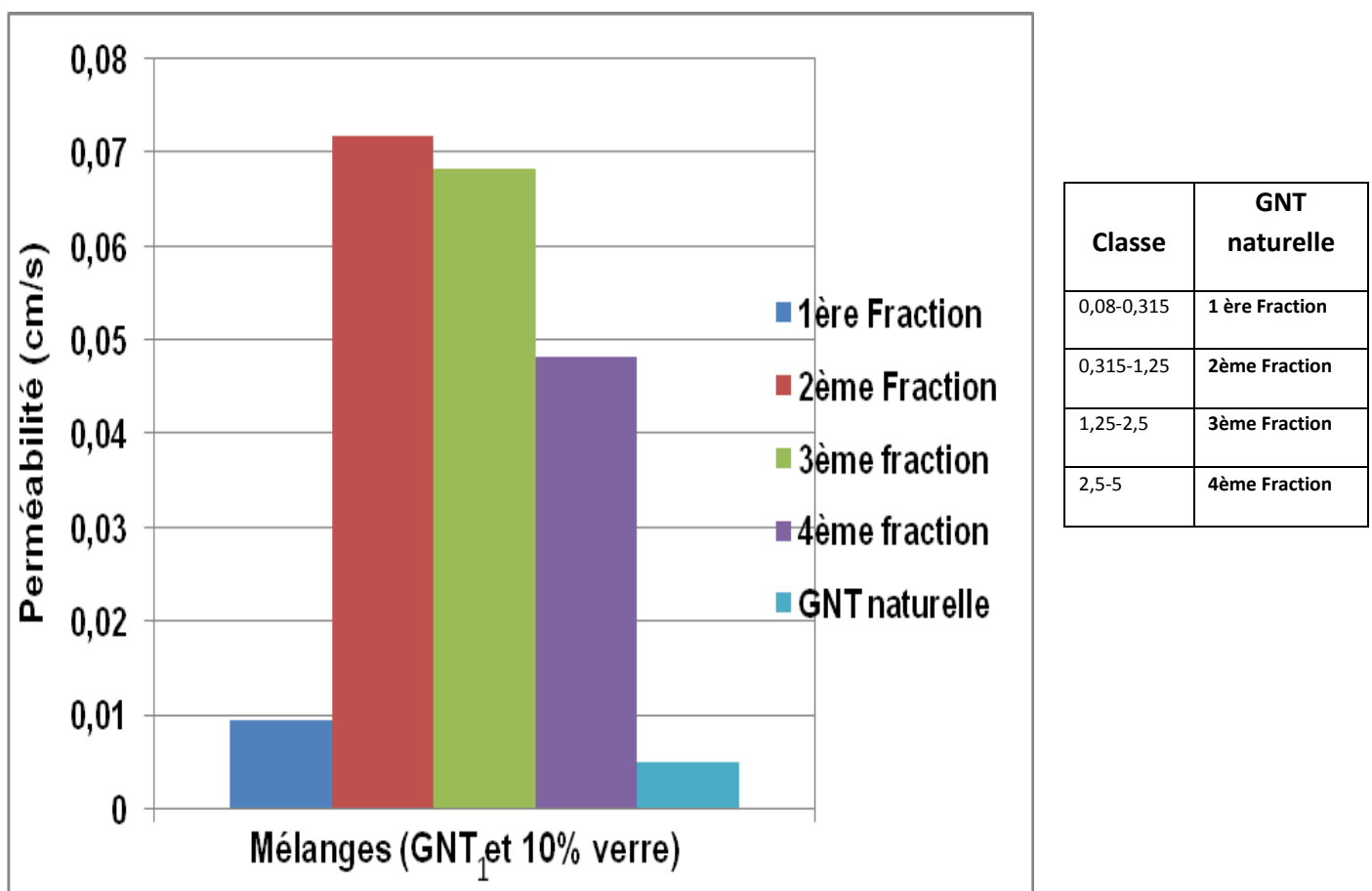


Figure III.1: Coefficients de perméabilités des différents mélanges (GNT + verre de forme angulaire)

On remarque qu'en ajoutant du verre à la GNT, la perméabilité augmente d'une façon remarquable, en particulier, pour les deux fractions (0.315-1.25 mm) et (1.25-2.5mm).

Ceci s'explique par le fait que les grains de verre sont très lisses et n'absorbent pas d'eau et par conséquent l'eau coule plus facilement.

La première classe des particules du verre n'améliore que faiblement la perméabilité du fait de leur taille qui gêne l'écoulement de l'eau.

Pour la quatrième fraction, la perméabilité diminue par rapport aux mélanges contenant les fractions intermédiaires, cela est dû au fait que la classe (2.5-5mm) va subir une fragmentation au cours de la préparation du mélange (du moule) et va engendrer la formation de nouvelles particules plus fines gênant l'écoulement de l'eau.

La perméabilité la plus élevée est obtenue pour la deuxième classe, car cette fraction est très dure pour être fragmentée ce qui augmente le caractère drainant de la couche ainsi formée.

En ce qui concerne l'effet de dosage en verre ajoutée à la GNT, on peut voir sur la figure III.2 que jusqu'à 40% de proportion de verre, la perméabilité est toujours supérieure à celle de la GNT naturelle (sans ajout de verre), mais on remarque sur la même courbe que la perméabilité diminue après avoir atteint un pic à 20% de proportion de verre. Ce résultat conforte l'analyse précédente, car la 2ème fraction est plus dure par rapport aux autres (3ème et 4ème classes) et va subir moins de fragmentation ce qui renforce son caractère drainant.

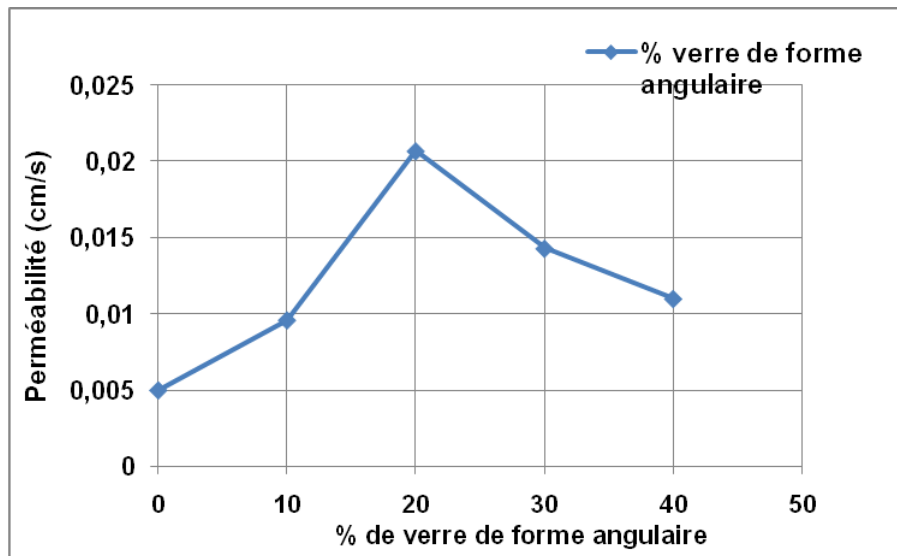


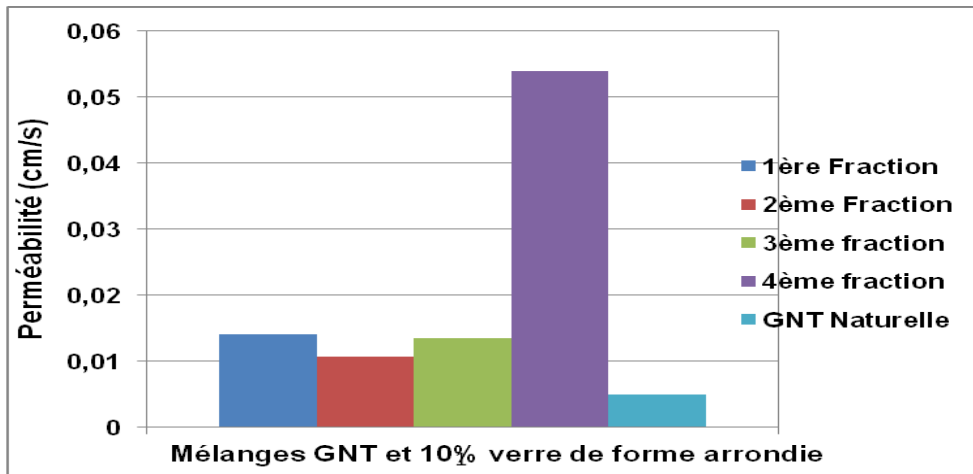
Fig. III.2: Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme angulaire des particules de verre)

III.1.2: Forme arrondie des particules de verre:

Pour l'ajout de particules de forme arrondie à la GNT, on remarque que la perméabilité est augmentée avec un rapport de cinq (5). C'est à dire que la perméabilité des mélanges obtenus avec les particules de verre de forme arrondie est 5 fois plus que celle des mélanges obtenus avec les particules de verre de forme angulaire, ceci est à la forme ronde des grains qui facilite l'écoulement de l'eau.

Les valeurs de la perméabilité sont pratiquement les mêmes pour les trois premières classes. Alors que pour la 4ème classe, la perméabilité augmente considérablement malgré la grosseur des grains de verre (2.5-5 mm). C'est à dire contrairement à ce qu'a été obtenue pour la forme angulaire des particules de verre. Cela est peut être dû au fait que pour cette grosseur et cette forme, les particules sont plus dures et produisent moins de fins après compactage, mais cela devra être confirmé par une analyse granulométrique du verre de classe (2.5-5mm) après un essai de fragmentation dynamique. Mais en se référant aux tableaux récapitulatifs des résultats en utilisant de verre de forme arrondi et de forme

angulaire, on peut déjà, justifier notre explication par la diminution de la teneur en fines (moins de dommage) et une diminution également de la valeur au bleu de méthylène.



Classe	GNT naturelle
0,08-0,315	1 ère Fraction
0,315-1,25	2ème Fraction
1,25-2,5	3ème Fraction
2,5-5	4ème Fraction

Figure III.3: Coefficients de perméabilités des différents mélanges (GNT + verre de forme arrondie)

Pour ce qui est de l'effet de dosage de verre de forme arrondie sur l'évolution de la perméabilité de la GNT, on peut remarquer sur la figure III.4 que le drainage de vient de plus en plus important en augmentant la proportion du verre ajouté, cela renforce l'hypothèse citée auparavant qui estime que les particules de forme arrondies sont plus dures que celles de forme angulaire qui subissent plus de dommage lors de la préparation des mélanges.

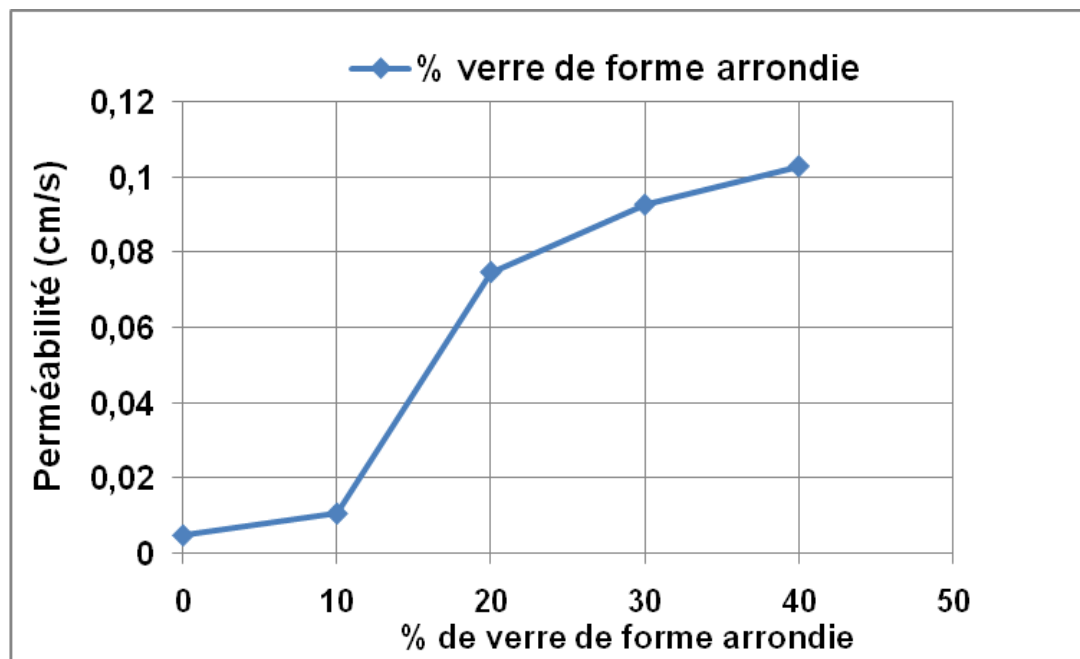


Figure III.4: Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme arrondie des particules de verre)

La figure III.5 représente la superposition des courbes représentant la perméabilité en fonction du dosage de verre de formes arrondie et angulaire.

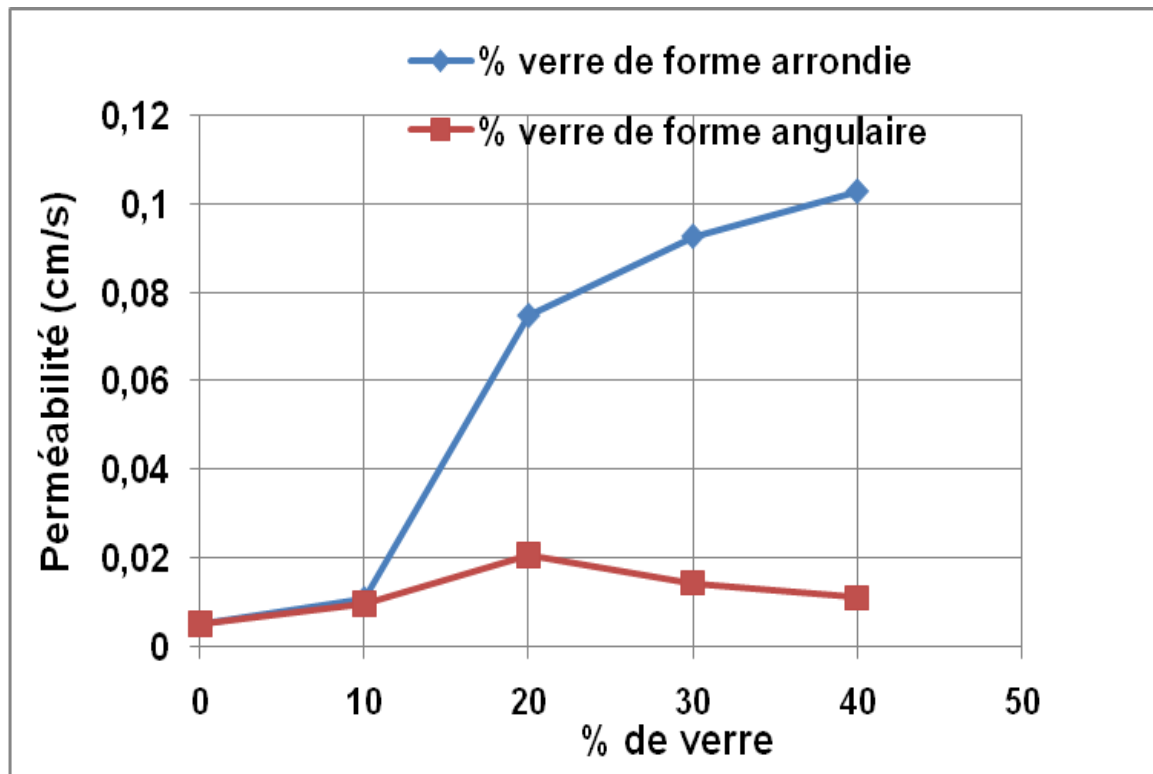


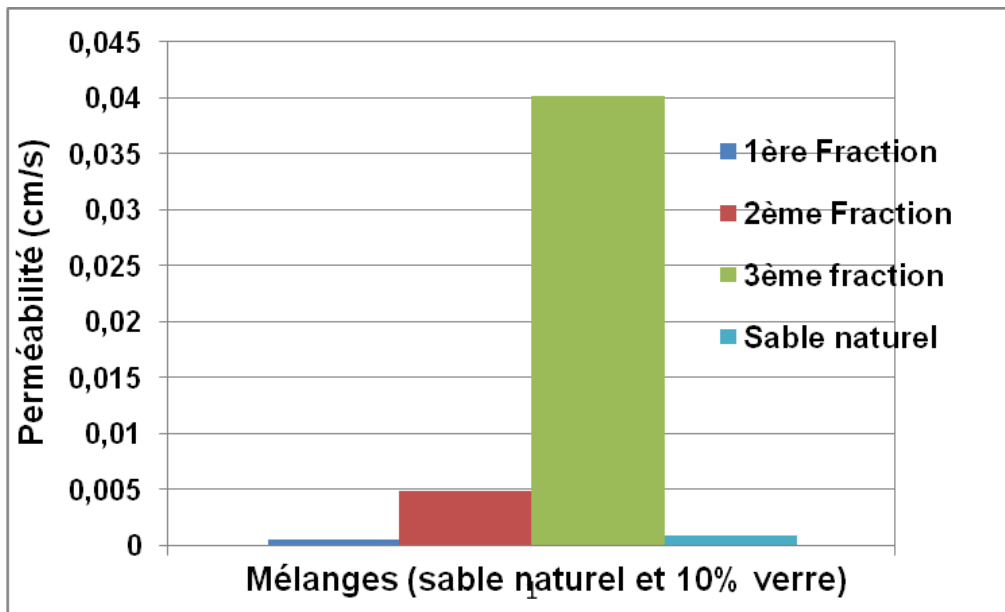
Figure III.5: Effet de pourcentage de verre ajouté à la GNT sur les perméabilités (forme arrondie et angulaire des particules de verre)

III.2. Propriétés hydriques du sable 0/3 mm:

III.2.1. Forme angulaire des particules de verre:

L'objectif du travail est, également, d'étudier l'influence de l'ajout de particules de verre sur la perméabilité des sous-couches drainantes constituées de sable. Normalement un sable de drainage ne doit pas comporter d'éléments fins, mais nous on ne les a pas éliminées car en ajoutant du verre cela va donner des particules de taille plus petite (après compactage). Pour le matériau de référence, on a pris un sable de carrière de classe 0/3.

On présente sur la figure III.6 les histogrammes des valeurs de perméabilité pour les différents mélanges de sable avec les quatre fractions granulaires du verre de forme angulaire ajouté.



Classe	Sable 0/3 naturelle
0,08-0,315	1 ère Fraction
0,315-1,25	2ème Fraction
1,25-2,5	3ème Fraction
2,5-5	4ème Fraction

Figure III.6: Coefficients de perméabilités des différents mélanges (sable + verre de forme angulaire)

D'après la figure III.6, on remarque que le premier mélange de sable avec du verre de classe 0.08-0.315 mm la perméabilité n'est pas améliorée, mais, au contraire, elle diminue par rapport au sable de référence, cela est principalement à la propreté de la fraction du verre.

En effet, la valeur au bleu de sable naturel est de 1,94, alors que pour le mélange sable +verre première fraction, on a trouvé une valeur de 3,44.

Pour les autres fractions du verre, la perméabilité augmente considérablement, en particulier, pour la troisième classe (1.25-2.5 mm) et cela compte tenu qu'il y a moins de fines et un VB faible (voir tableau récapitulatif des résultats sur le sable avec du verre de forme angulaire), car cette classe est plus dure que les autres et subit, relativement, moins de fragmentation.

En ce qui concerne l'effet de dosage de verre ajouté au sable, on constate que pour 20% de verre ajoutée, soit un cumul de la première et la deuxième classe, on obtient la perméabilité la plus élevée malgré que pour les autres pourcentages (30 et 40%) on a des valeurs faibles de teneur en fines et de VB. Pour expliquer ce résultat, il faudra faire une analyse

granulométrique du mélange après compactage pour voir les répartitions des différents fractions granulaires.

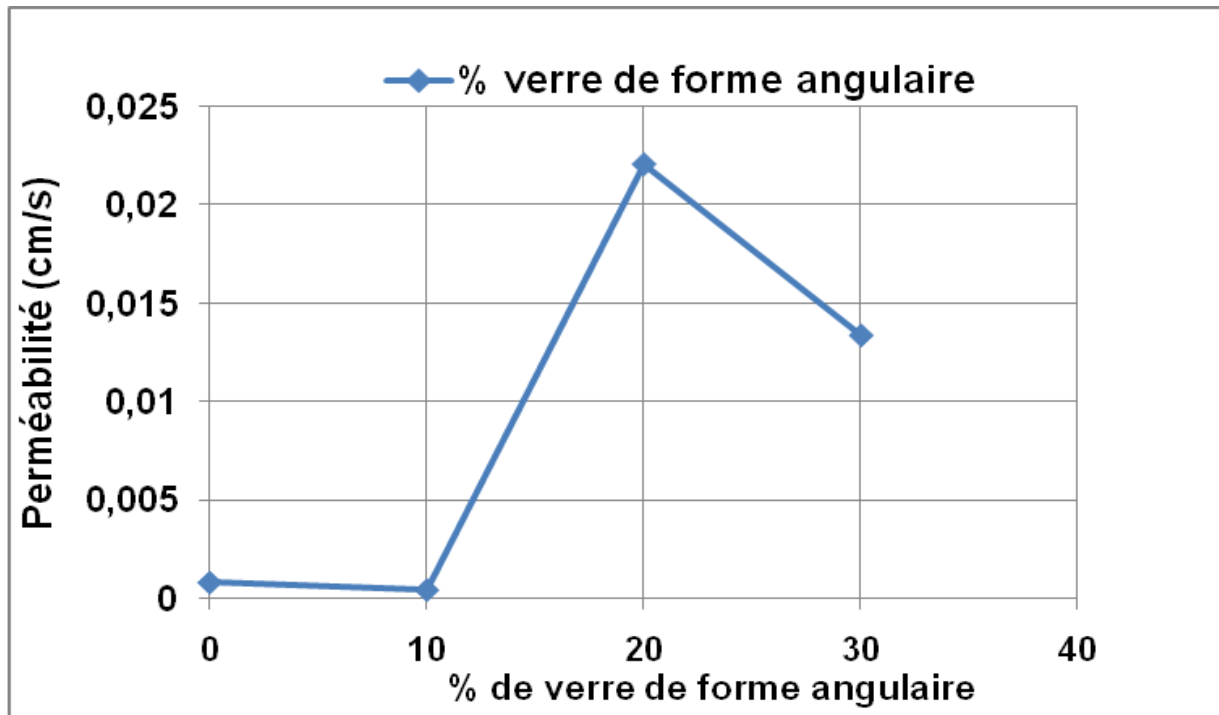


Figure III.7: Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme angulaire des particules de verre).

III.2.2. Forme arrondie des particules de verre:

Pour l'ajout de particules de forme arrondie au sable, on remarque que la perméabilité est augmentée d'une façon considérable, en particulier, pour le mélange contenant des particules de verre de dimensions 1.25-2.5 mm. Ceci est probablement dû au fait que cette classe de verre de forme arrondie subit moins de dommage et engendre des pores dans la structure du mélange pour faciliter le drainage, mais pour confirmer cela, il faudra faire une analyse granulométrique du mélange après compactage (figure III.8).

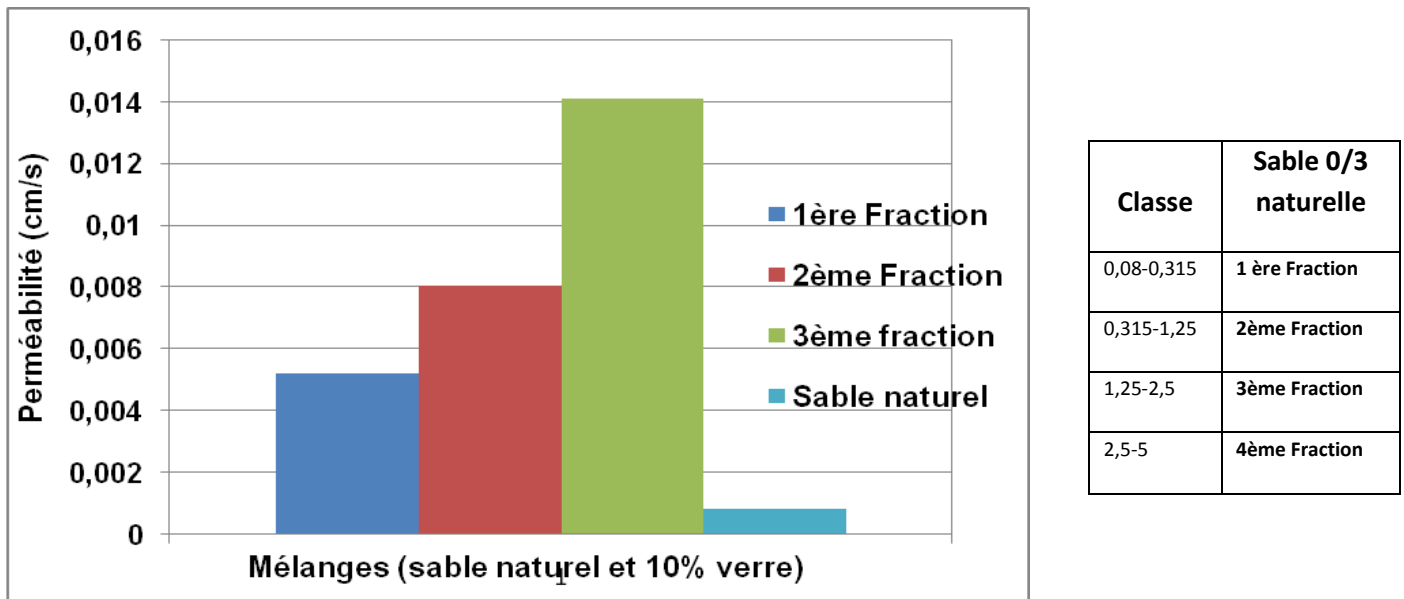


Figure III.8: Coefficients de perméabilités des différents mélanges (sable + verre de forme arrondie)

En ce qui concerne l'effet du pourcentage du verre ajouté, les résultats sont en adéquation avec ceux pour les différents pourcentages pris séparément. En effet, pour le pourcentage de 30% (cumul de fraction jusqu'à la classe 1.25-2.5 mm) on obtient la perméabilité la plus élevée (figure III.9).

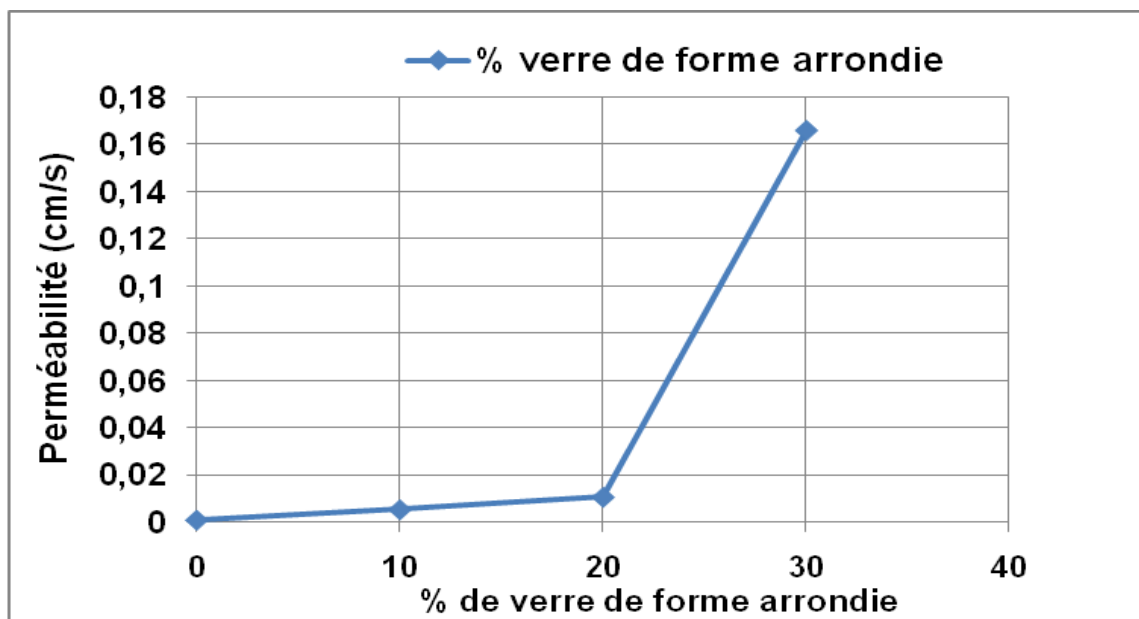


Figure III.9: Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme arrondie des particules de verre).

En comparant l'effet de la forme des particules de verre, il est bien évident que la forme arrondie donne plus de perméabilité que la forme angulaire (Figure III.10).

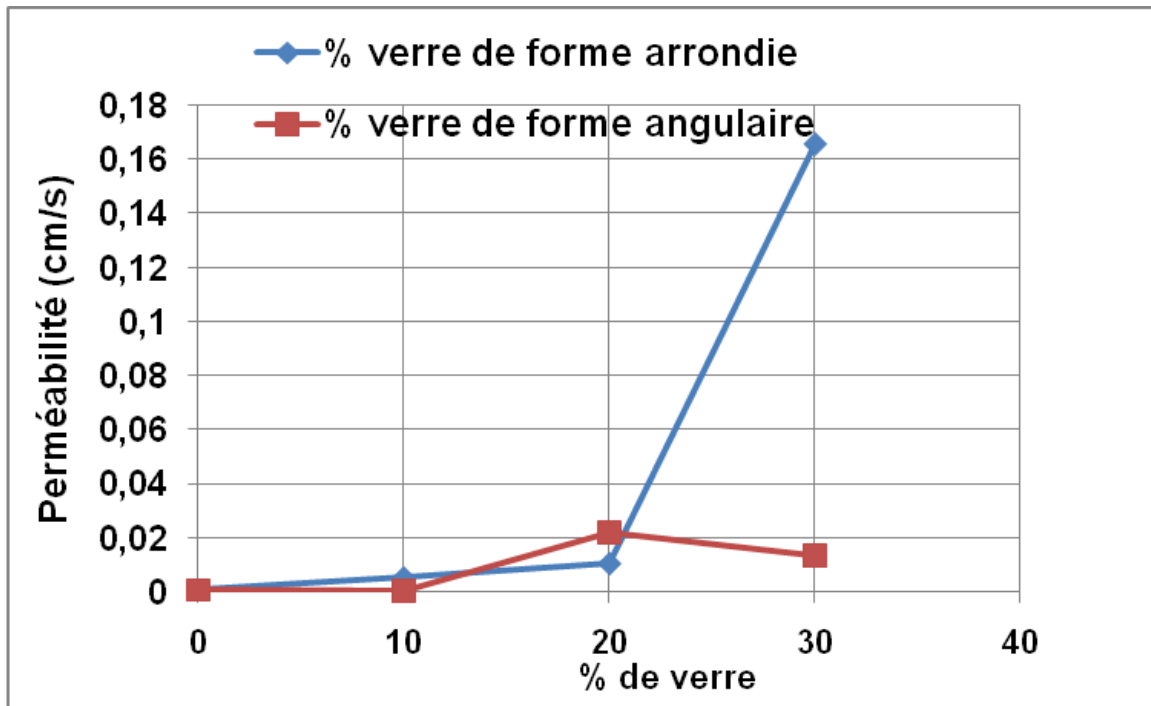


Figure III.10: Effet de pourcentage de verre ajouté au sable sur les perméabilités (forme arrondie et angulaire des particules de verre)

III-4.Conclusion :

Les résultats obtenus ont bien montré l'intérêt de l'ajout de particules de verre aux couches et sous couches drainantes, en particulier, les particules de forme arrondie. En effet, pour la GNT, il a été trouvé que la perméabilité augmente d'une façon continue avec les pourcentages du verre de forme arrondie ajouté.

Pour le sable destiné aux sous-couches drainantes, il a été trouvé que le dosage de 30% de verre de forme arrondie donne la perméabilité la plus élevée.

Conclusions Générales et Perspectives

L'objectif du travail est d'étudier l'influence de l'ajout des particules de verre, récupérées à partir des déchets, sur l'évolution des propriétés hydriques des matériaux granulaires des chaussées routières ainsi que les sables utilisés en drainage routier.

Il était question, également, d'étudier l'influence de la forme des grains sur les propriétés hydriques des matériaux contenant des particules de verre.

Les fractions granulaires du verre ajouté sont en nombre de 4:

0.08-0.315 mm; 0.315-1.25 mm ; 1.25-2.5 mm et 2.5-5 mm. Le choix est justifié par le fait qu'à partir de 5 mm de grosseur les particules de verre, ces dernières sont plus fragiles et seront fortement fragmentées lors du compactage. Les essais menés sur les mélanges de GNT (Grave Non traitée) et des particules de verre ont donné des résultats satisfaisants. En effet, l'ajout de verre augmente considérablement la perméabilité, en particulier, pour la deuxième fraction granulaire. Le pourcentage optimal trouvé est de l'ordre de 20% comportant la première et la deuxième fraction. La forme arrondie des grains de verre permet d'améliorer davantage le drainage de la GNT par rapport à la forme angulaire.

En ce qui concerne les sous-couches drainantes en sable, il a été trouvé que le dosage optimal est de l'ordre de 20 à 30% pour les deux formes des grains de verre, angulaire et arrondie, mais le dernier cas donne plus de perméabilité que le premier.

Pour mieux analyser l'évolution des propriétés hydriques dans les mélanges, il faudra compléter les essais par des analyses granulométriques des mélanges après compactage et utiliser l'analyse par imagerie de la structure granulaire des différents mélanges.

Pour la poursuite de ce travail de recherche, nous proposons d'étudier les aspects suivants:

- Variation de dosage de verre jusqu'à 100% pour les sous-couches drainantes;
- Effet du Mélange des fractions de verre non consécutives, par exemple, mélanger le matériau de référence avec des particules de verre de 1^{ère} et 4^{ème} classes granulaires.

- Examiner l'absorption et l'effet de gel pour les mélanges constitués par les matériaux naturels (GNT ou sable) avec des particules de verre.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) - Guide technique - Fascicule I : Principes généraux -
Fascicule II : Annexes techniques - Sétra, LCPC, septembre 1992 - Réfer. D9233.
- [2] Drainage routier - Guide technique - Sétra, mars 2006 - Réfer. 0605.
- [3] Conception et réalisation des terrassements - Guide technique - Fascicule 1 : études et exécution des travaux -
Fascicule 2 : organisation des contrôles - Fascicule 3 : méthodes d'essais- Sétra, mars 2007- Réfer. 0702.
- [4] Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - application à la réalisation des remblais et des couches de forme (GTS) - guide technique - janvier 2000 - Sétra LCPC – Réfer. D 9924.
- [5] FAER 1.05.11.9 fondations superficielles dallages sur terre-pleins - méthode d'étude et de contrôle, mai 1985 (bulbe des contraintes de boussinesq), rapport LRPC Angers.


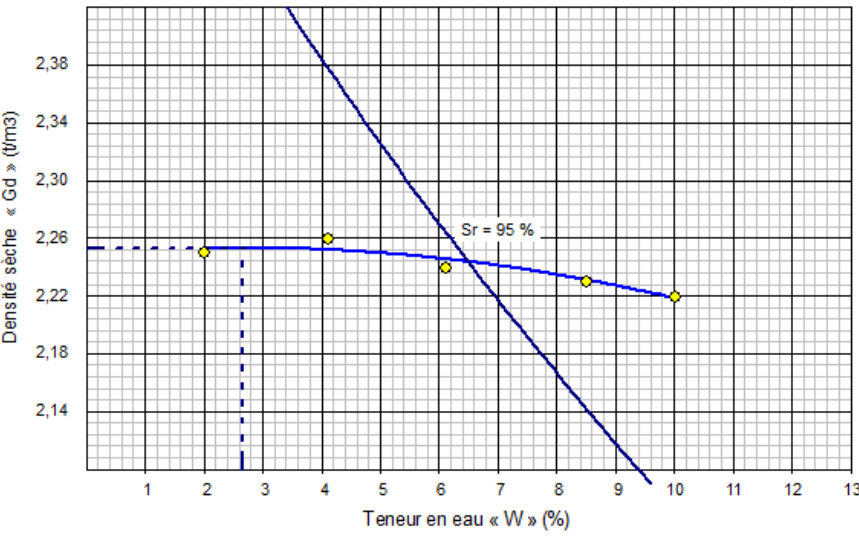
ANNEXE01 –GRANULOMETRIE GNT 0/20mm DE REFERENCE

POIDS TOTAL 7500 gramme	FRACTIONS		POIDS PAR FRACTION en gramme
	F1:	0,08-0,315	825
	F2:	0,315-01,25	965
	F3:	0,125-02,50	1350
	F4:	02,50-05,00	655
	F5:	05,00-14,00	1950
	F6:	14-20,00	900
	F6:	20,00-25	380
	filler	<0,08mm	475
		total	7500

ANNEXE 02–GRANULOMETRIE SABLE 0/3mm DE REFERENCE


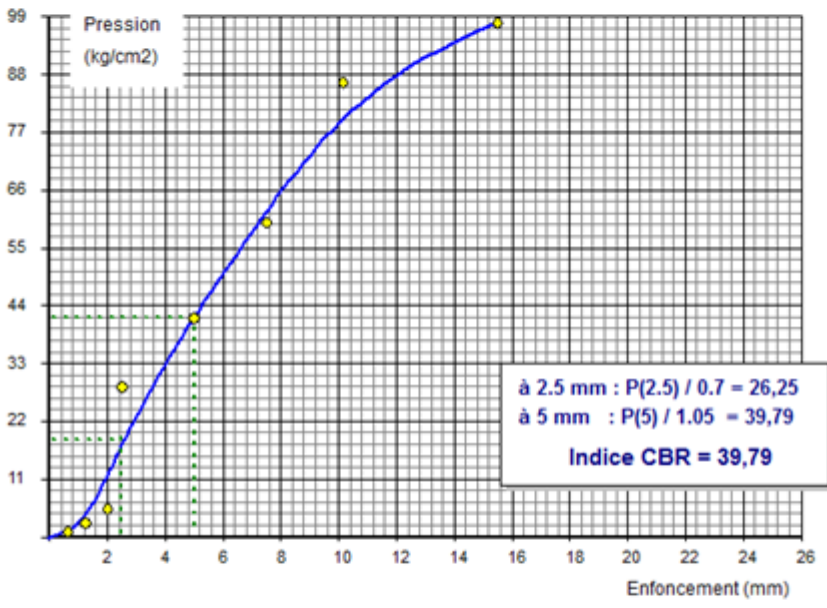
POIDS TOTAL 700 gramme	FRACTIONS		POIDS PAR FRACTION en gramme
	F1:	0,08-0,315	325
	F2:	0,315-01,25	236
	F3:	0,125-02,50	135
	F4:	02,50-05,00	/
	filler	<0,08mm	4

ANNEXE.3.Courbe Proctor Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0.315) F.aug

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Bureau d'Expertise Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange N°01 gnt +10% verre (0.08-0.315) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,25 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 2,65 \text{ (\%)}$ </div>																			
																			
<p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">4,1</td> <td style="text-align: center;">6,1</td> <td style="text-align: center;">8,5</td> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,24</td> <td style="text-align: center;">2,23</td> <td style="text-align: center;">2,22</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,0	4,1	6,1	8,5	10,0				Densité (T/m3)	2,25	2,26	2,24	2,23	2,22			
W (%)	2,0	4,1	6,1	8,5	10,0														
Densité (T/m3)	2,25	2,26	2,24	2,23	2,22														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


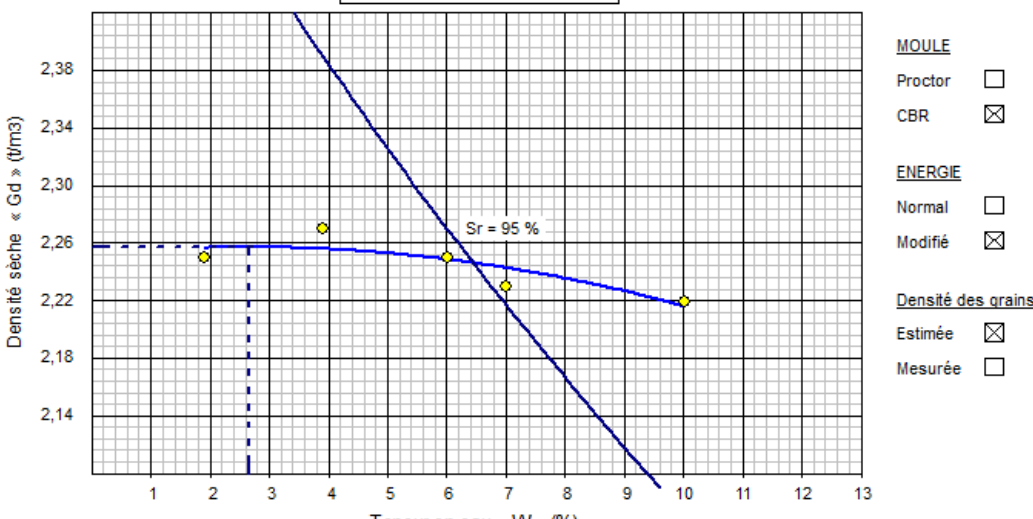
© SofTests 2013

ANNEXE.4.Courbe CBR Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des travaux publics et constructions مكتب الخيرات والدراسات التقنية Cesma - Nazareth - Côte d'Ivoire</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°01 GNT +10% Provenance : VERRE,(0.08-0,315) Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 4 % Densité : 2,26 t/m3																																				
																																					
RESULTATS DE MESURES																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>1,50</td> <td>5,00</td> <td>10,00</td> <td>55,00</td> <td>80,00</td> <td>115,00</td> <td>166,00</td> <td>188,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>0,78</td> <td>2,60</td> <td>5,20</td> <td>28,62</td> <td>41,62</td> <td>59,83</td> <td>86,37</td> <td>97,81</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	1,50	5,00	10,00	55,00	80,00	115,00	166,00	188,00	Pr(kg/cm2)	0,78	2,60	5,20	28,62	41,62	59,83	86,37	97,81
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	1,50	5,00	10,00	55,00	80,00	115,00	166,00	188,00																													
Pr(kg/cm2)	0,78	2,60	5,20	28,62	41,62	59,83	86,37	97,81																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


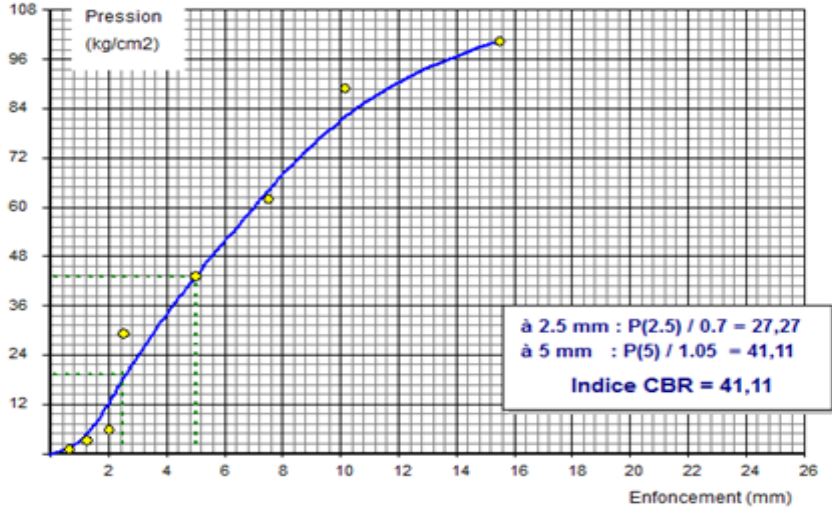
3 oct 2013

ANNEXE.5. Courbe Proctor Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الصيريات والدراسات التقنية Séminaire d'Expériences et Étude Technologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange N°02 gnt +10% verre (0.315-01.25) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,26 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 2,65 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,9</td> <td style="text-align: center;">3,9</td> <td style="text-align: center;">6,0</td> <td style="text-align: center;">7,0</td> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,27</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,23</td> <td style="text-align: center;">2,22</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,9	3,9	6,0	7,0	10,0				Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,25	2,23	2,22			
W (%)	1,9	3,9	6,0	7,0	10,0														
Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,25	2,23	2,22														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


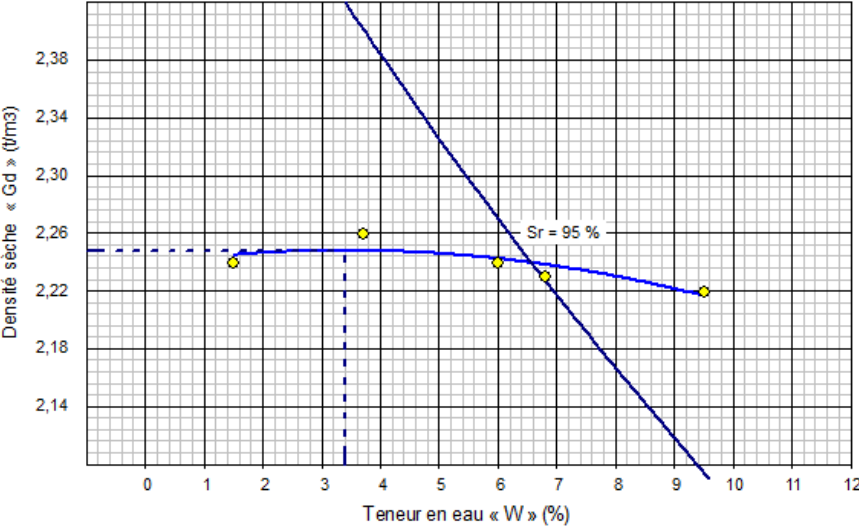
© SofTeas 2013

ANNEXE.6. Courbe CBR Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخرسانة والتدراسات التقنية Essai - Expérience et Étude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°02 GNT +10% verre Provenance : (0.315-0.125) Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 4 % Densité : 2,26 t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,00</td> <td>6,00</td> <td>11,00</td> <td>56,00</td> <td>83,00</td> <td>119,00</td> <td>171,00</td> <td>193,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,04</td> <td>3,12</td> <td>5,72</td> <td>29,14</td> <td>43,18</td> <td>61,91</td> <td>88,97</td> <td>100,42</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,00	6,00	11,00	56,00	83,00	119,00	171,00	193,00	Pr(kg/cm2)	1,04	3,12	5,72	29,14	43,18	61,91	88,97	100,42
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,00	6,00	11,00	56,00	83,00	119,00	171,00	193,00																													
Pr(kg/cm2)	1,04	3,12	5,72	29,14	43,18	61,91	88,97	100,42																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par :																																				
Date :																																					


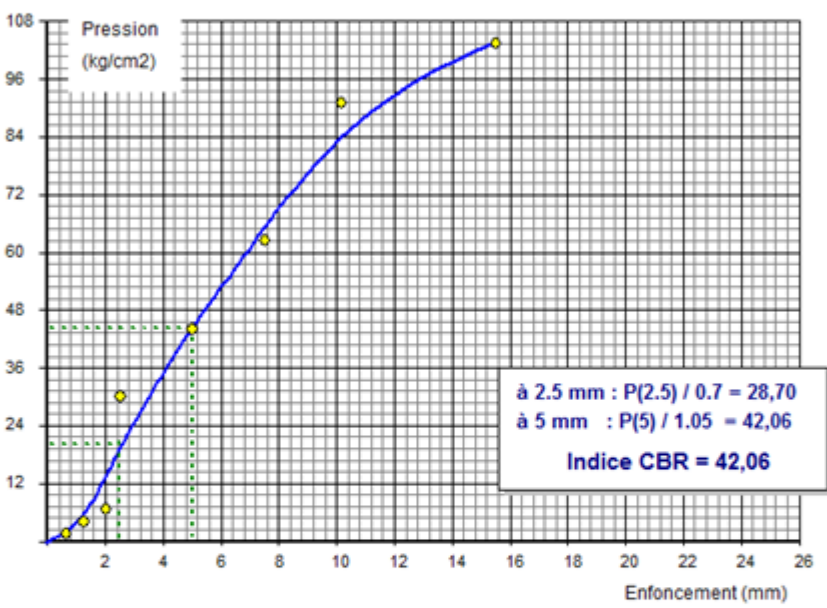
S08/046/2013

ANNEXE.7. Courbe Proctor Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Bureau Travaux et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI</p> <p>ESSAI PROCTOR</p> <p>NF P 94-093</p>																		
Client : /	N° Projet : /																		
Projet : /																			
Endroit : /																			
Sondage n° :	Densité des grains : 2,65																		
Profondeur :	Refus à 20mm (%) :																		
Nature : melange N°03 gnt +10% verre (01.25-02.50mm)																			
Date essais :																			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,25 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 3,40 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,5</td> <td>3,7</td> <td>6,0</td> <td>6,8</td> <td>9,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,24</td> <td>2,26</td> <td>2,24</td> <td>2,23</td> <td>2,22</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,5	3,7	6,0	6,8	9,5				Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,24	2,23	2,22			
W (%)	1,5	3,7	6,0	6,8	9,5														
Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,24	2,23	2,22														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


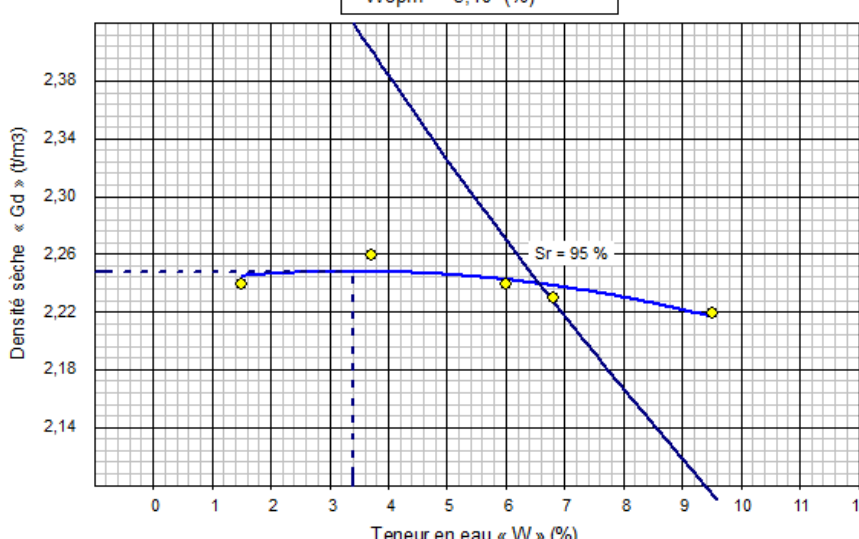
© SolTeats 2013

ANNEXE.8. Courbe CBR Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et constructions مكتب الجيوتقنية والدراسات التقنية Séisme, Réparation et Étude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°3 GNT +10% verre Provenance (01.25-2.50mm) Date essais :</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 4 % Densité : 2,26 t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>3,00</td> <td>8,00</td> <td>13,00</td> <td>58,00</td> <td>85,00</td> <td>120,00</td> <td>175,00</td> <td>199,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,56</td> <td>4,16</td> <td>6,76</td> <td>30,18</td> <td>44,22</td> <td>62,43</td> <td>91,05</td> <td>103,54</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	3,00	8,00	13,00	58,00	85,00	120,00	175,00	199,00	Pr(kg/cm2)	1,56	4,16	6,76	30,18	44,22	62,43	91,05	103,54
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	3,00	8,00	13,00	58,00	85,00	120,00	175,00	199,00																													
Pr(kg/cm2)	1,56	4,16	6,76	30,18	44,22	62,43	91,05	103,54																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				


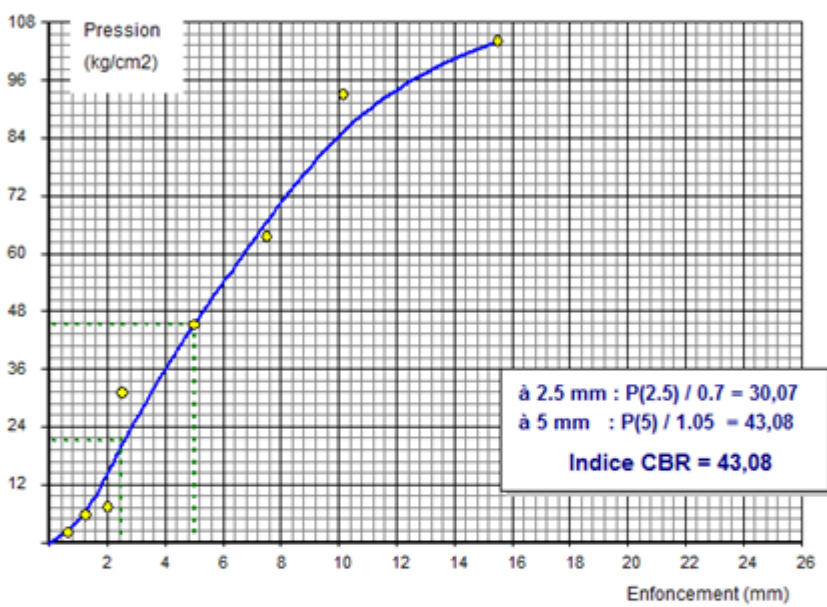
Scelle n°s 20 13

ANNEXE.9. Courbe Proctor Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service Travaux Publics Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange N°03 gnt +10% verre (01.25-02.50mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,25 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,40 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,5</td> <td>3,7</td> <td>6,0</td> <td>6,8</td> <td>9,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,24</td> <td>2,26</td> <td>2,24</td> <td>2,23</td> <td>2,22</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,5	3,7	6,0	6,8	9,5				Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,24	2,23	2,22			
W (%)	1,5	3,7	6,0	6,8	9,5														
Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,24	2,23	2,22														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


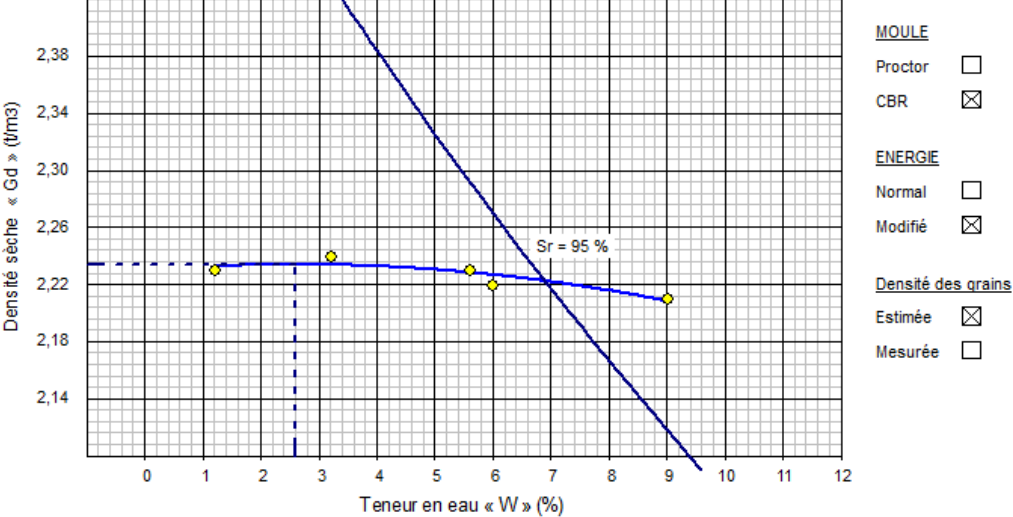
© SolTests 2013

ANNEXE.10. Courbe CBR Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug

 <p style="font-size: small;">مخبر الأشغال العمومية و البناء إحداثيات الدراسات والتقنية مكتب الخيرات والدراسات التقنية Cesma - Elaprevez & Elie Tchakouge</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°04 GNT +10% verre Provenance : (2.50-5,00mm) ANGULAIRE Date essais :</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>4,00</td> <td>11,00</td> <td>14,00</td> <td>60,00</td> <td>87,00</td> <td>122,00</td> <td>179,00</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>2,08</td> <td>5,72</td> <td>7,28</td> <td>31,22</td> <td>45,27</td> <td>63,48</td> <td>93,13</td> <td>104,06</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	4,00	11,00	14,00	60,00	87,00	122,00	179,00	200,00	Pr(kg/cm2)	2,08	5,72	7,28	31,22	45,27	63,48	93,13	104,06
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	4,00	11,00	14,00	60,00	87,00	122,00	179,00	200,00																													
Pr(kg/cm2)	2,08	5,72	7,28	31,22	45,27	63,48	93,13	104,06																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				


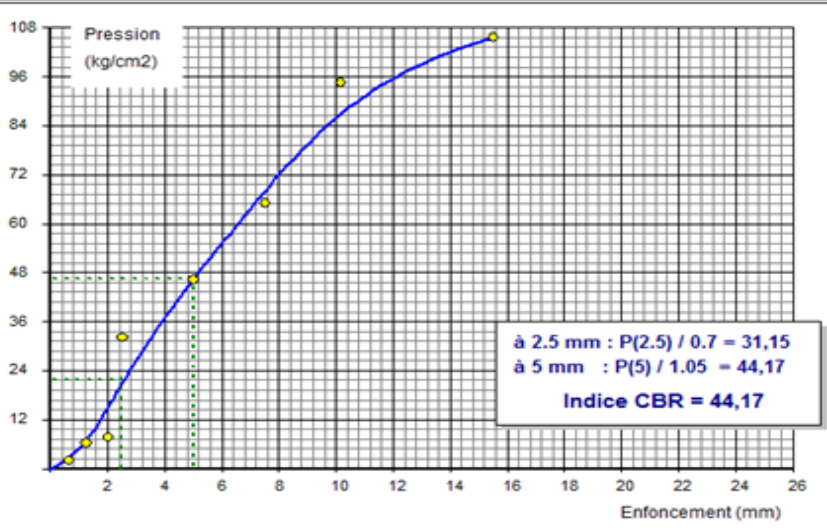
Soles 2013

ANNEXE.11. Courbe Proctor Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية شركة الخبرة و التوثيق</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°05gnt +10% verre (0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)20%(verre 10% 0.08-0.315) + 10% (0.315-0.125) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,23 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 2,60 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,2</td> <td>3,2</td> <td>5,6</td> <td>6,0</td> <td>9,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,23</td> <td>2,24</td> <td>2,23</td> <td>2,22</td> <td>2,21</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,2	3,2	5,6	6,0	9,0				Densité (T/m3)	2,23	2,24	2,23	2,22	2,21			
W (%)	1,2	3,2	5,6	6,0	9,0														
Densité (T/m3)	2,23	2,24	2,23	2,22	2,21														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


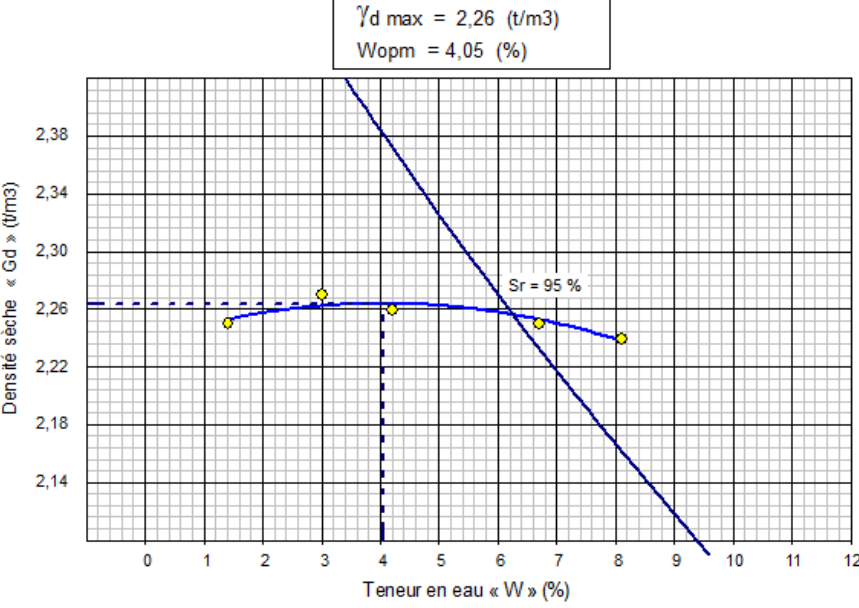
© SolTreats 2013

ANNEXE.12.Courbe CBR Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مخبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Bureau d'Expériences & Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°05 GNT +20% verre Provenance : (10% 0.08-0.315) + 10%verre Date essais : (0.315-01.25) ANGULAIRE</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>4,00</td> <td>12,00</td> <td>15,00</td> <td>62,00</td> <td>89,00</td> <td>125,00</td> <td>182,00</td> <td>203,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>2,08</td> <td>6,24</td> <td>7,80</td> <td>32,26</td> <td>46,31</td> <td>65,04</td> <td>94,69</td> <td>105,62</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	4,00	12,00	15,00	62,00	89,00	125,00	182,00	203,00	Pr(kg/cm2)	2,08	6,24	7,80	32,26	46,31	65,04	94,69	105,62
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	4,00	12,00	15,00	62,00	89,00	125,00	182,00	203,00																													
Pr(kg/cm2)	2,08	6,24	7,80	32,26	46,31	65,04	94,69	105,62																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				

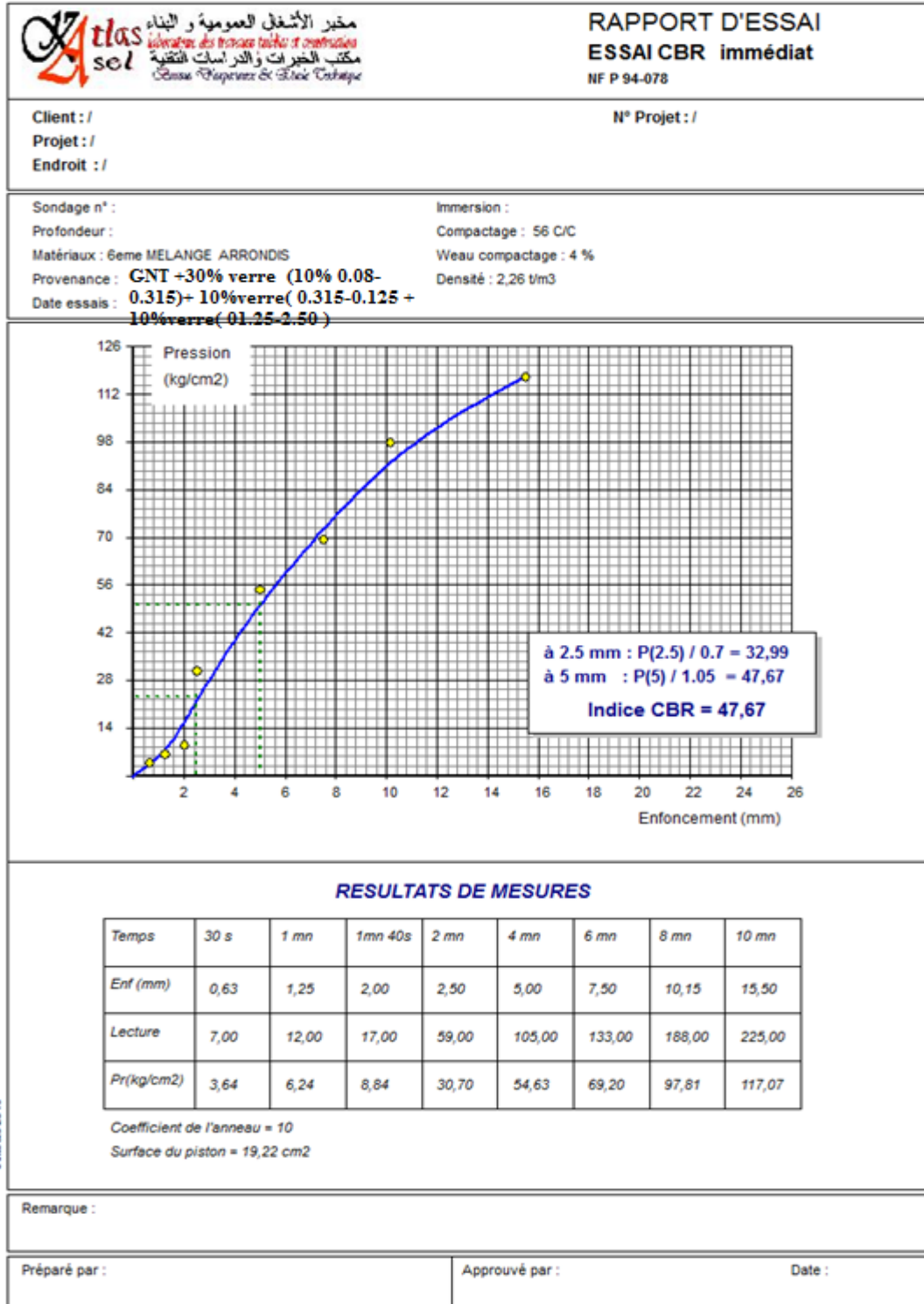
Sofiane 2013

ANNEXE.13. Courbe Proctor Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.aug

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Bureau d'Expertise et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange angulaire N°06gnt +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)10%(verre 0.125-0.250) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,26 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 4,05 \text{ (\%)}$ </div>																			
																			
<p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,4</td> <td style="text-align: center;">3,0</td> <td style="text-align: center;">4,2</td> <td style="text-align: center;">6,7</td> <td style="text-align: center;">8,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,27</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,4	3,0	4,2	6,7	8,1				Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,26	2,25	2,24			
W (%)	1,4	3,0	4,2	6,7	8,1														
Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,26	2,25	2,24														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


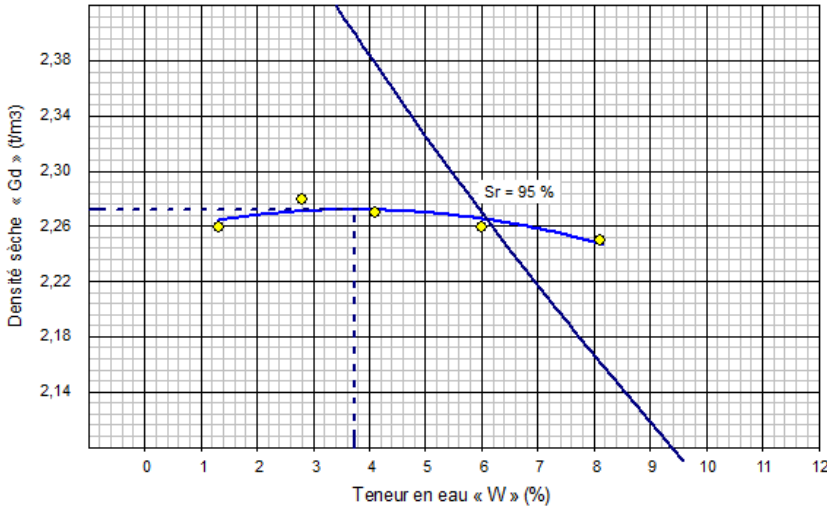
© SolTeats 2013

ANNEXE.14. Courbe CBR Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.aug




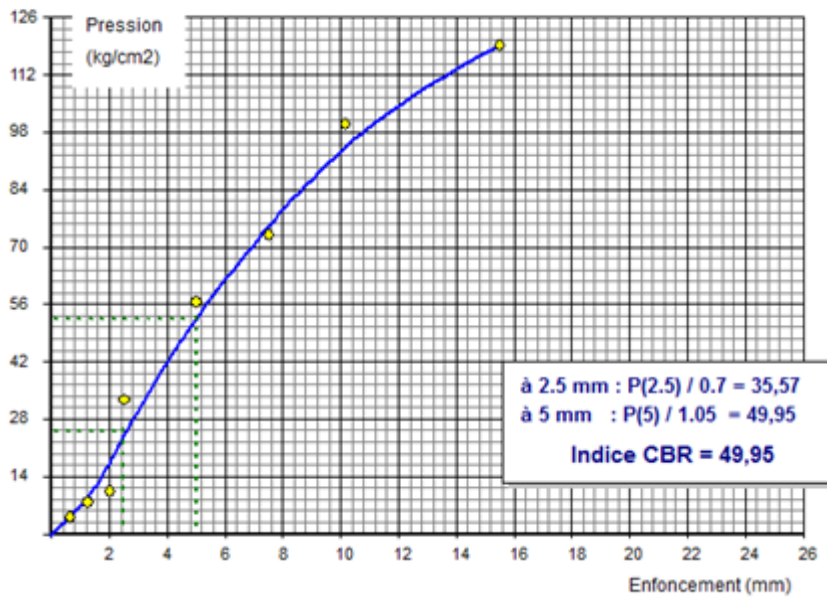
Sols 2013

ANNEXE.15. Courbe Proctor Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F.aug

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des travaux publics et construction مكتب البحوث والدراسات التقنية شماره تجاري: 123456789</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°07gnt+40% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)10%(verre 0.125-0.250) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,27 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,75 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> <td style="text-align: center;">4,1</td> <td style="text-align: center;">6,0</td> <td style="text-align: center;">8,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,28</td> <td style="text-align: center;">2,27</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,3	2,8	4,1	6,0	8,1				Densité (T/m3)	2,26	2,28	2,27	2,26	2,25			
W (%)	1,3	2,8	4,1	6,0	8,1														
Densité (T/m3)	2,26	2,28	2,27	2,26	2,25														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


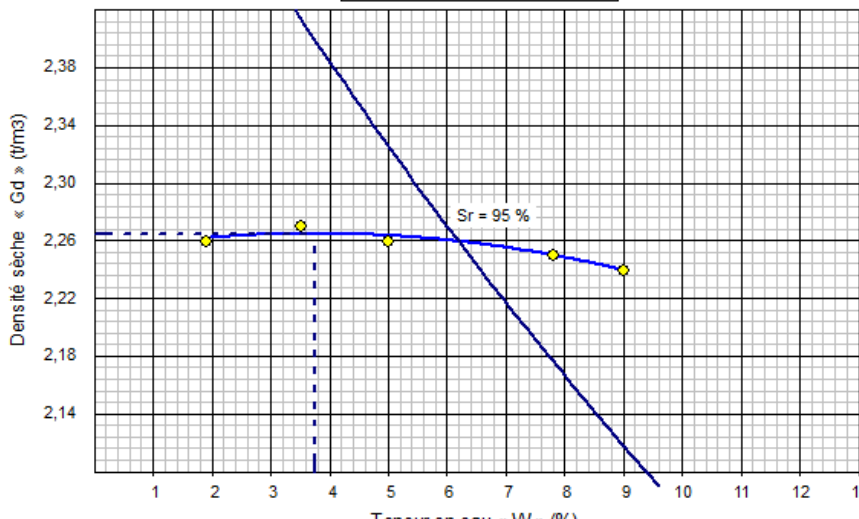
© SolTreatis 2013

ANNEXE.16. Courbe CBR Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F.aug

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Service Expertise et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>							
Client : /	N° Projet : /							
Projet : /								
Endroit : /								
Sondage n° :	Immersion :							
Profondeur :	Compactage : 56 C/C							
Matériaux : 7eme MELANGE ARRONDIS	Weau compactage : 4 %							
Provenance : +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)								
Date essais : (2,50-5.00)								
								
RESULTATS DE MESURES								
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50
Lecture	8,00	15,00	20,00	63,00	109,00	140,00	192,00	229,00
Pr(kg/cm2)	4,16	7,80	10,41	32,78	56,71	72,84	99,90	119,15
Coefficient de l'anneau = 10								
Surface du piston = 19,22 cm2								
Remarque :								
Préparé par :					Approuvé par :		Date :	


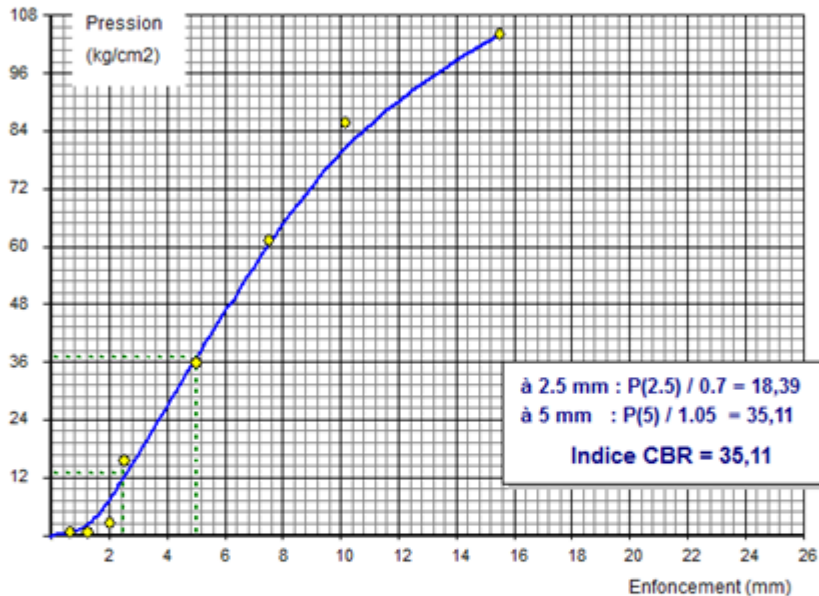
Soleils 2013

ANNEXE.17. Courbe Proctor Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F. arr

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service Expérimental Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange ARRONDIE N°01gnt +10% verre (0.08-0.315) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,27 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,75 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,9</td> <td style="text-align: center;">3,5</td> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td style="text-align: center;">7,8</td> <td style="text-align: center;">9,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,27</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0				Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24			
W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0														
Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


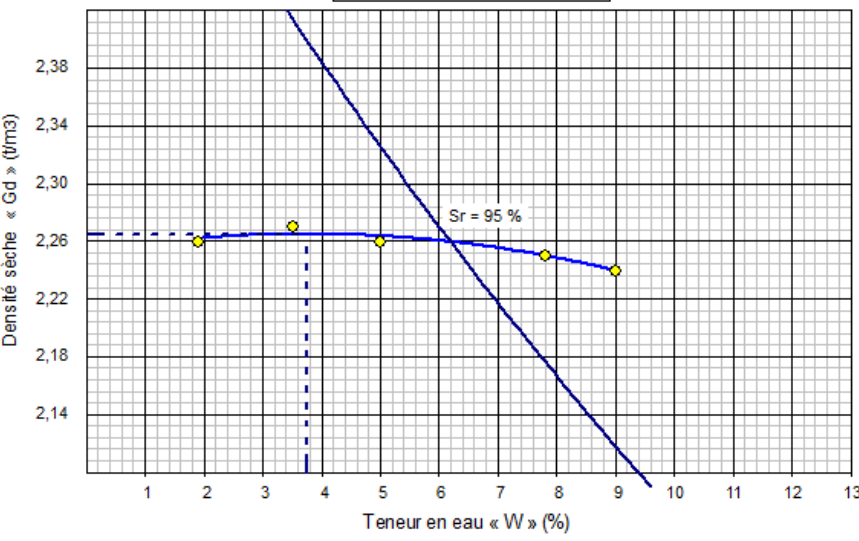
© SolTecs 2013

ANNEXE.18. Courbe CBR Mélange N°1 GNT +10% VERRE (0.08-0,315) F. arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب البحوث والدراسات التقنية Société d'Expérimentation et d'Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 1ERE MELANGE 10% VERRE Provenance : (0.08-0,315) ARRONDIE Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 5,50 % Densité : 2,28 t/m ³																																				
																																					
RESULTATS DE MESURES																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>1,00</td> <td>1,30</td> <td>5,00</td> <td>30,00</td> <td>69,00</td> <td>118,00</td> <td>165,00</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm²)</td> <td>0,52</td> <td>0,68</td> <td>2,60</td> <td>15,61</td> <td>35,90</td> <td>61,39</td> <td>85,85</td> <td>104,06</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	1,00	1,30	5,00	30,00	69,00	118,00	165,00	200,00	Pr(kg/cm ²)	0,52	0,68	2,60	15,61	35,90	61,39	85,85	104,06
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	1,00	1,30	5,00	30,00	69,00	118,00	165,00	200,00																													
Pr(kg/cm ²)	0,52	0,68	2,60	15,61	35,90	61,39	85,85	104,06																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


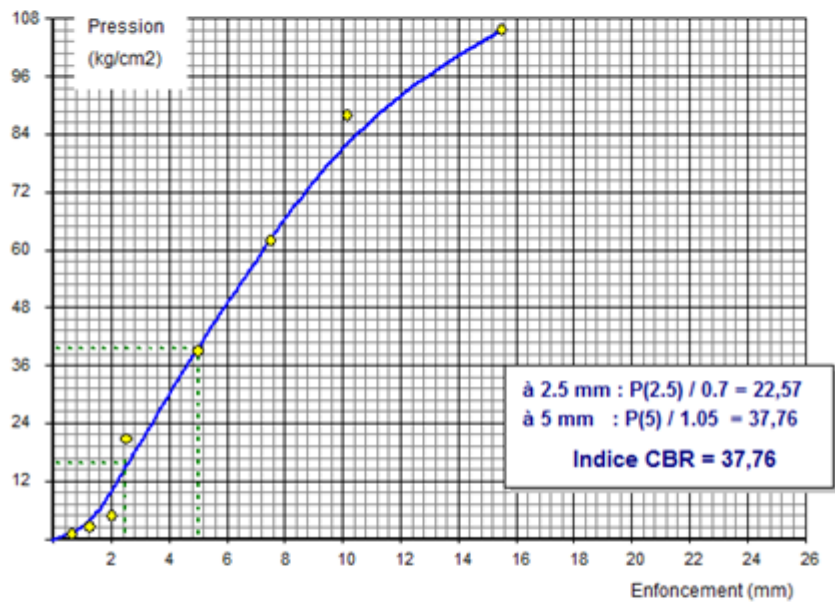
Solbata 2013

ANNEXE.19. Courbe Proctor Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F. arr

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service Expériences Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange ARRONDIE N°02gnt +10% verre (0.08-0.315)10% VERRE (0.315-01.250) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,27 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 3,75 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,9</td> <td>3,5</td> <td>5,0</td> <td>7,8</td> <td>9,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,26</td> <td>2,27</td> <td>2,26</td> <td>2,25</td> <td>2,24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0				Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24			
W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0														
Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


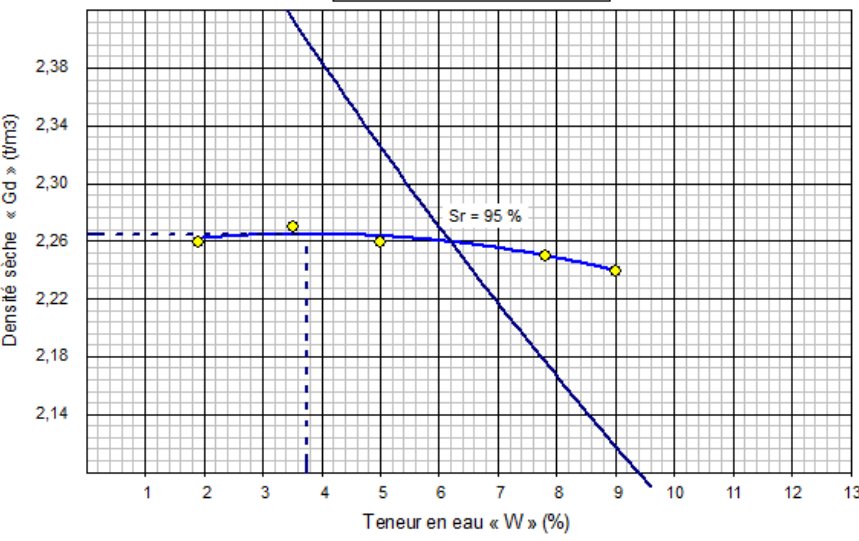
© SolTests 2013

ANNEXE.20 Courbe CBR Mélange N°2 GNT +10% VERRE (0.315-0.125)F. arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأبحاث العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب البحوث والدراسات التقنية C.B.S.A. Rabat - Maroc</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 2eme MELANGE 10% verre (0.315-0.125) ARRONDIE Provenance : Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 5,50 % Densité : 2,28 t/m3																																				
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>à 2.5 mm : $P(2.5) / 0.7 = 22,57$ à 5 mm : $P(5) / 1.05 = 37,76$ Indice CBR = 37,76</p> </div>																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,00</td> <td>5,00</td> <td>9,00</td> <td>40,00</td> <td>75,00</td> <td>119,00</td> <td>169,00</td> <td>203,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,04</td> <td>2,60</td> <td>4,68</td> <td>20,81</td> <td>39,02</td> <td>61,91</td> <td>87,93</td> <td>105,62</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,00	5,00	9,00	40,00	75,00	119,00	169,00	203,00	Pr(kg/cm2)	1,04	2,60	4,68	20,81	39,02	61,91	87,93	105,62
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,00	5,00	9,00	40,00	75,00	119,00	169,00	203,00																													
Pr(kg/cm2)	1,04	2,60	4,68	20,81	39,02	61,91	87,93	105,62																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par :																																				
Date :																																					


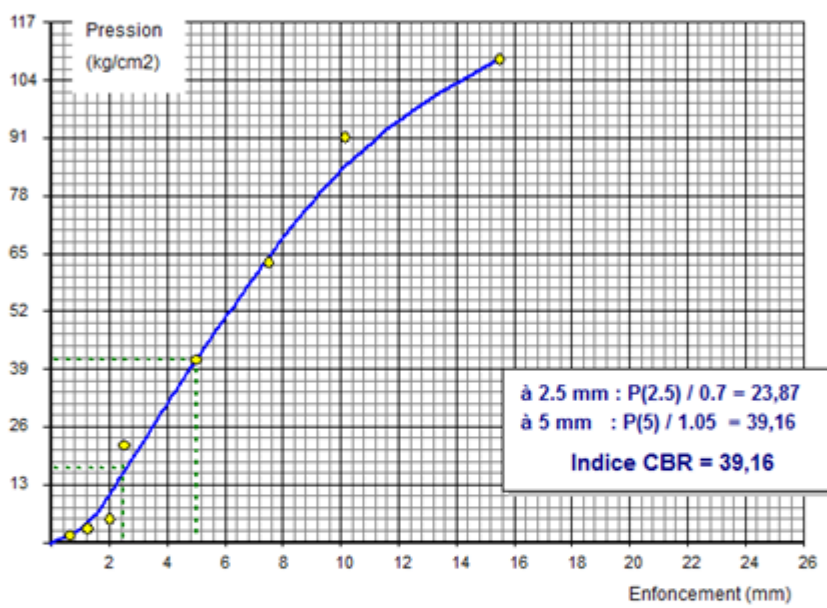
Solde n° 2013

ANNEXE.21. Courbe Proctor Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F. arr


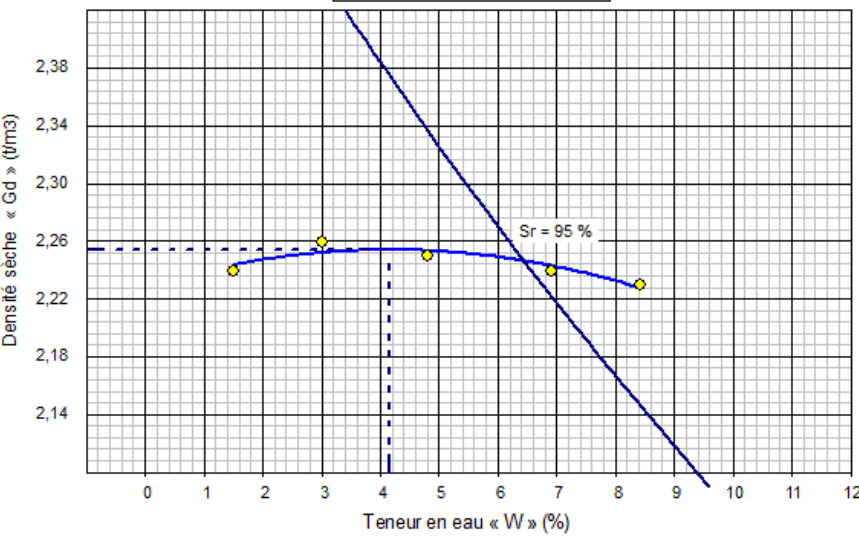
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Séminaire d'Expériences et Étude Technologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange ARRONDIE N°03gnt +10% verre (01.25-02.50) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,27 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,75 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,9</td> <td>3,5</td> <td>5,0</td> <td>7,8</td> <td>9,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,26</td> <td>2,27</td> <td>2,26</td> <td>2,25</td> <td>2,24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0				Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24			
W (%)	1,9	3,5	5,0	7,8	9,0														
Densité (T/m3)	2,26	2,27	2,26	2,25	2,24														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

© SolTests 2013


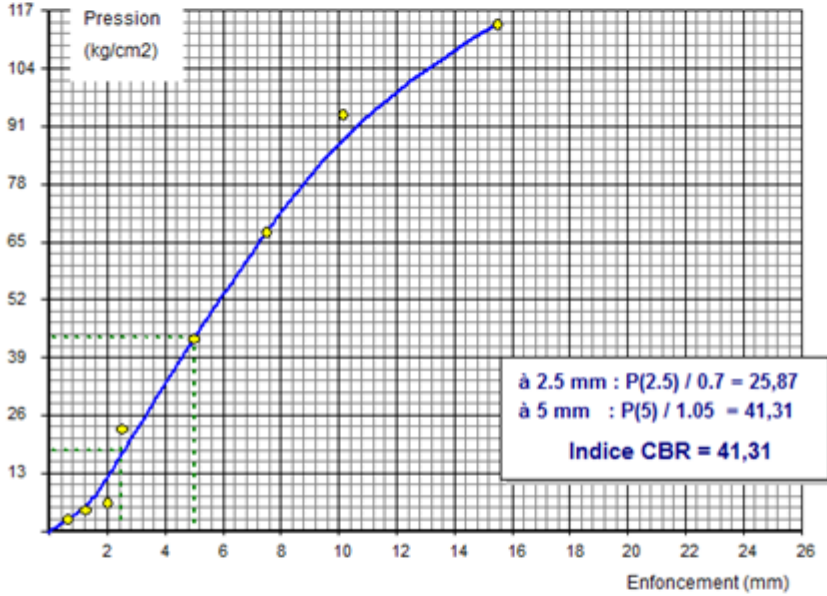
ANNEXE. 22. Courbe CBR Mélange N°3 GNT +10% VERRE (0.125-2.50mm) F. arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الدراسات والتقنية Boulevard Papenoot et Elie Tchakap</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 3eme MELANGE ARRONDIS Provenance : +10% verre (01.25-2.50mm) + Date essais : 10% verre (01.25-2.50mm)	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 5,50 % Densité : 2,28 t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>3,00</td> <td>6,00</td> <td>10,00</td> <td>42,00</td> <td>79,00</td> <td>121,00</td> <td>175,00</td> <td>209,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,56</td> <td>3,12</td> <td>5,20</td> <td>21,85</td> <td>41,10</td> <td>62,96</td> <td>91,05</td> <td>108,74</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	3,00	6,00	10,00	42,00	79,00	121,00	175,00	209,00	Pr(kg/cm2)	1,56	3,12	5,20	21,85	41,10	62,96	91,05	108,74
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	3,00	6,00	10,00	42,00	79,00	121,00	175,00	209,00																													
Pr(kg/cm2)	1,56	3,12	5,20	21,85	41,10	62,96	91,05	108,74																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par :																																				
Date :																																					


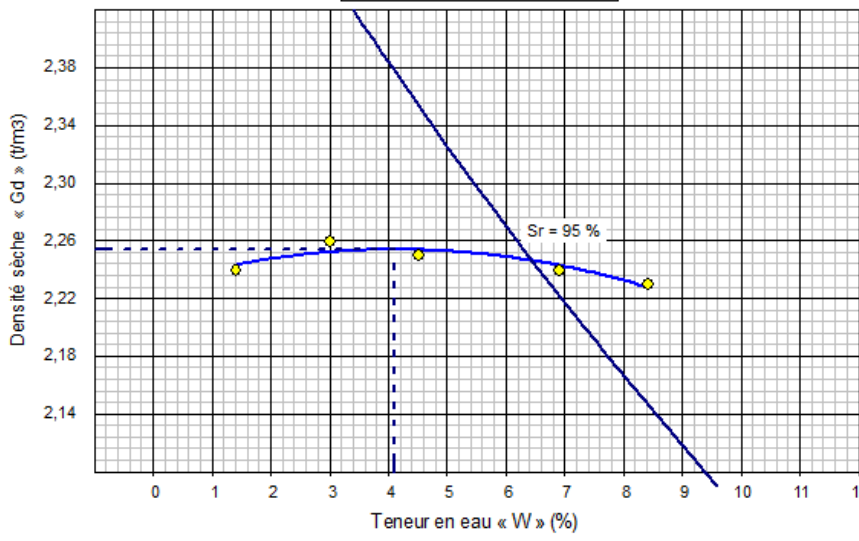
ANNEXE.23. Courbe Proctor Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F. arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Séminaire d'Expériences et Étude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange ARRONDIE N°04gnt +20% verre (10% 0.08-0.315)(10%0.315-01.25) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,25 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,15 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,5</td> <td>3,0</td> <td>4,8</td> <td>6,9</td> <td>8,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,24</td> <td>2,26</td> <td>2,25</td> <td>2,24</td> <td>2,23</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,5	3,0	4,8	6,9	8,4				Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,25	2,24	2,23			
W (%)	1,5	3,0	4,8	6,9	8,4														
Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,25	2,24	2,23														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

ANNEXE.24. Courbe CBR Mélange N°4 GNT +10% VERRE (2.50-5,00mm) F. arr


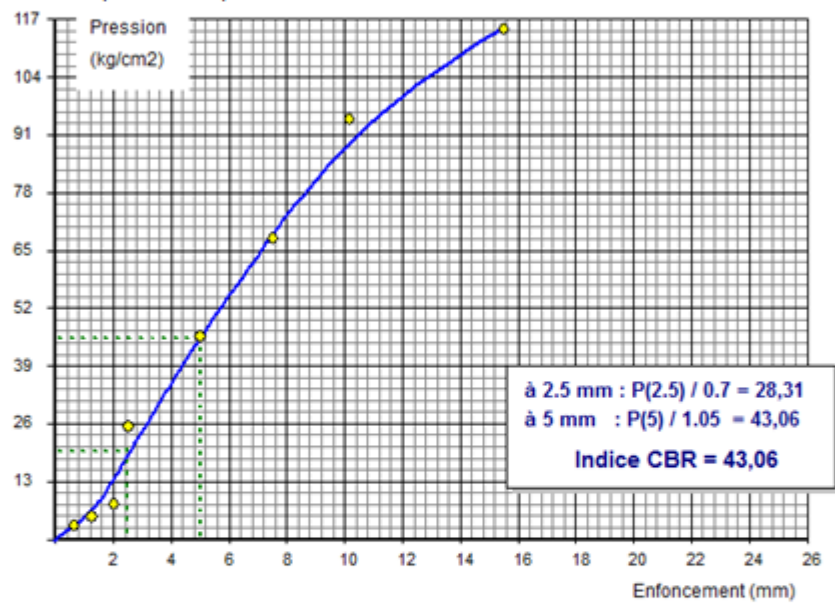
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والتقنية بمساحة الخبرات والتقنية</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 4eme MELANGE ARRONDIS Provenance : GNT +20% verre (10% 0.08- Date essais : 0.315) + 10%verre (0.315-01.25)	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 5,50 % Densité : 2,28 t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>5,00</td> <td>9,00</td> <td>12,00</td> <td>44,00</td> <td>83,00</td> <td>129,00</td> <td>180,00</td> <td>219,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>2,60</td> <td>4,68</td> <td>6,24</td> <td>22,89</td> <td>43,18</td> <td>67,12</td> <td>93,65</td> <td>113,94</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	5,00	9,00	12,00	44,00	83,00	129,00	180,00	219,00	Pr(kg/cm2)	2,60	4,68	6,24	22,89	43,18	67,12	93,65	113,94
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	5,00	9,00	12,00	44,00	83,00	129,00	180,00	219,00																													
Pr(kg/cm2)	2,60	4,68	6,24	22,89	43,18	67,12	93,65	113,94																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				

ANNEXE.25. Courbe Proctor Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125)F. arr

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service Expérimental Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange ARRONDIE N°05gnt +30% verre (10% 0.08-0.315)(10%0.315-01.25)(10%01.25-02.50) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,25 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,10 \text{ (\%)}$ </div>  <p style="font-size: x-small;"> MOULE Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> ENERGIE Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> Densité des grains Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,4</td> <td>3,0</td> <td>4,5</td> <td>6,9</td> <td>8,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,24</td> <td>2,26</td> <td>2,25</td> <td>2,24</td> <td>2,23</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,4	3,0	4,5	6,9	8,4				Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,25	2,24	2,23			
W (%)	1,4	3,0	4,5	6,9	8,4														
Densité (T/m3)	2,24	2,26	2,25	2,24	2,23														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


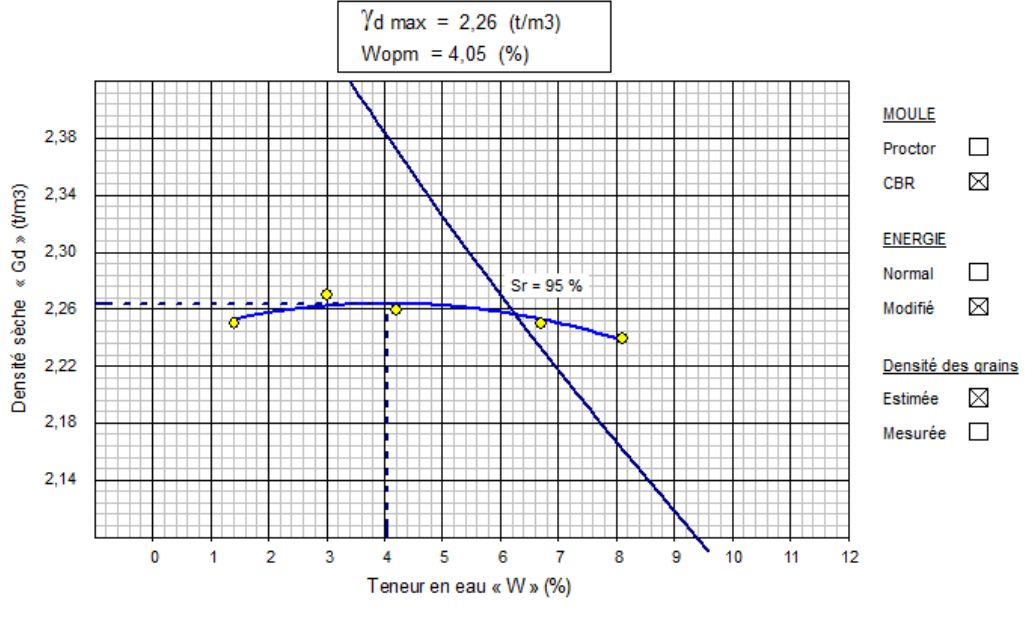
© SolTests 2013

ANNEXE.26. Courbe CBR Mélange N°5 GNT +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% verre (0.315-0.125)F. arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Boulevard de l'Industrie - Algérie</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : Seme MELANGE ARRONDIS Provenance : GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) Date essais : + 10% verre (0.315-0.125 +10% verre (01:25-2:50))</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : 5,50 % Densité : 2,28 t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>6,00</td> <td>10,00</td> <td>15,00</td> <td>49,00</td> <td>88,00</td> <td>130,00</td> <td>182,00</td> <td>221,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>3,12</td> <td>5,20</td> <td>7,80</td> <td>25,49</td> <td>45,79</td> <td>67,64</td> <td>94,69</td> <td>114,98</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	6,00	10,00	15,00	49,00	88,00	130,00	182,00	221,00	Pr(kg/cm2)	3,12	5,20	7,80	25,49	45,79	67,64	94,69	114,98
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	6,00	10,00	15,00	49,00	88,00	130,00	182,00	221,00																													
Pr(kg/cm2)	3,12	5,20	7,80	25,49	45,79	67,64	94,69	114,98																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				

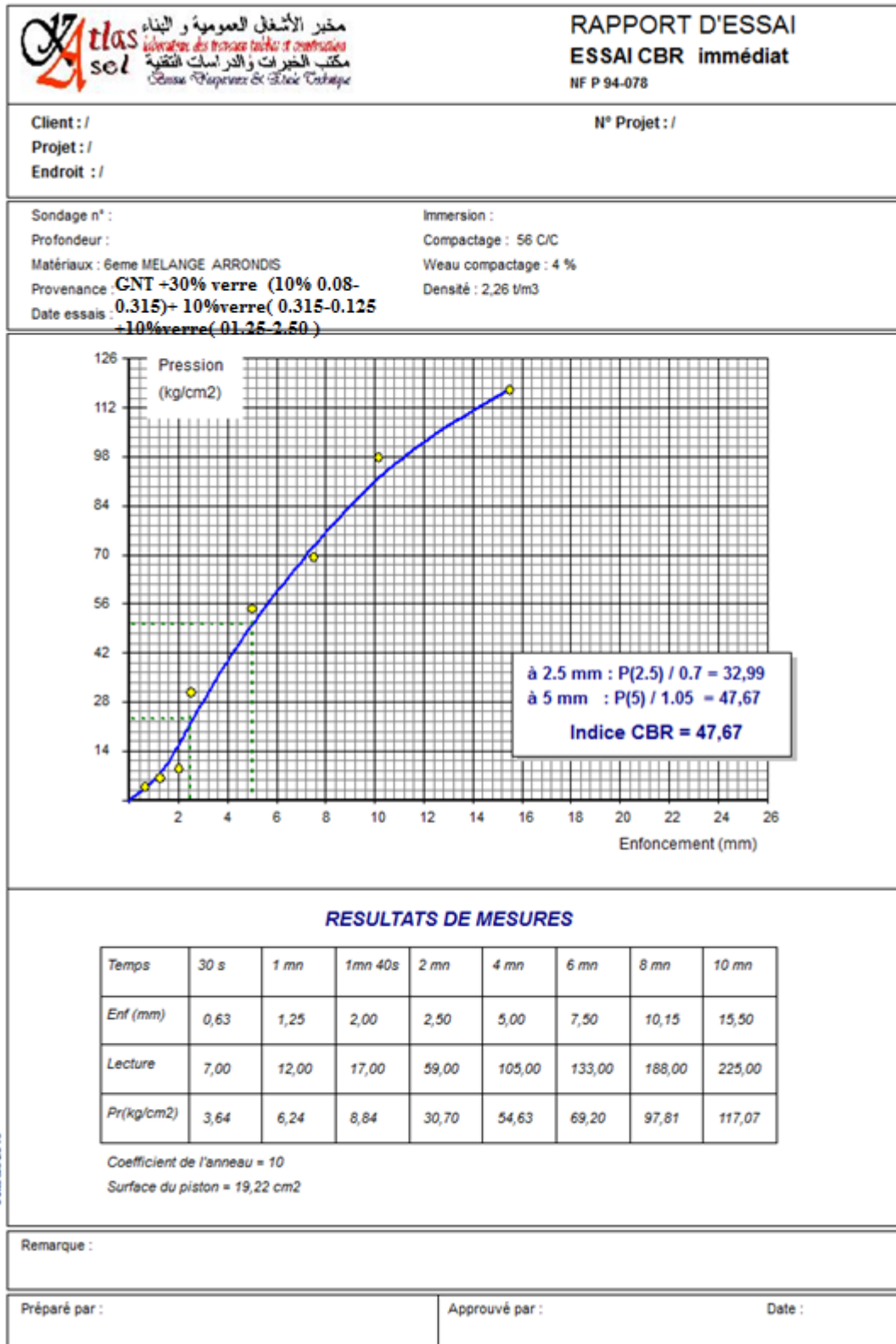
Solbe 4/15 2013

ANNEXE.27. Courbe Proctor Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الدراسات والتقنية Sécheresse, Pâques et Béton Technologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange ARRONDIE N°06gnt +40% verre (10% 0.08-0.315)(10%0.315-01.25)(10%01.25-02.50)(10% 02.50-05.00) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,26 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,05 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <p><u>MOULE</u></p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>ENERGIE</u></p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>Densité des grains</u></p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,4</td> <td style="text-align: center;">3,0</td> <td style="text-align: center;">4,2</td> <td style="text-align: center;">6,7</td> <td style="text-align: center;">8,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,27</td> <td style="text-align: center;">2,26</td> <td style="text-align: center;">2,25</td> <td style="text-align: center;">2,24</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,4	3,0	4,2	6,7	8,1				Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,26	2,25	2,24			
W (%)	1,4	3,0	4,2	6,7	8,1														
Densité (T/m3)	2,25	2,27	2,26	2,25	2,24														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

© SolTests 2013


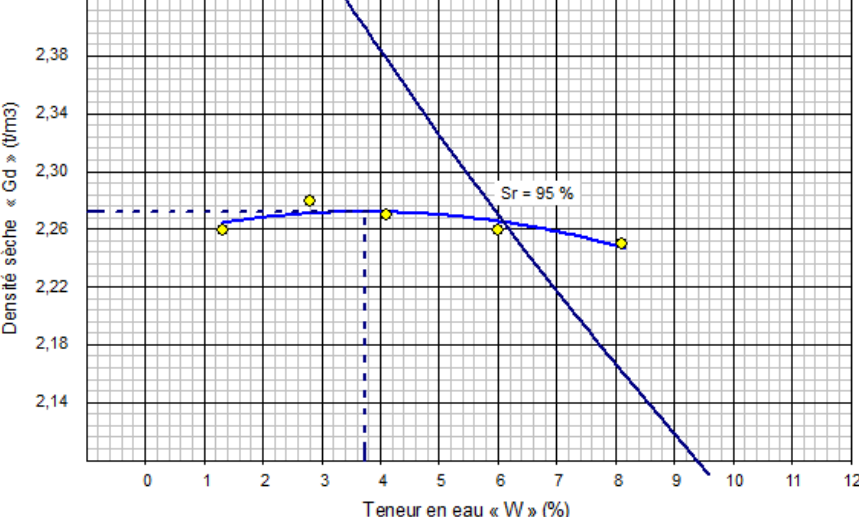
ANNEXE.28. Courbe CBR Mélange N°6 GNT +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F. arr



Selle-les 2013


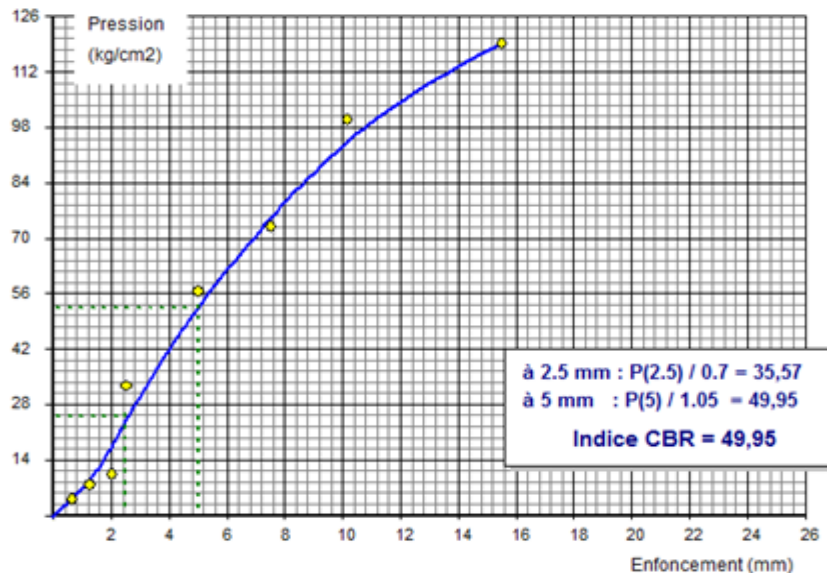
Ajout de verre récupéré dans les couches drainantes des chaussées en vue d'améliorer leur perméabilité

ANNEXE29. Courbe Proctor Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F. arr

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Bureau d'expertise et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange ARRONDIE N°07gnt +40% verre (10% 0.08-0.315)(10%0.315-01.25)(10%01.25-02.50)(10% 02.50-05.00) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,27 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,75 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p><u>MOULE</u></p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p><u>ENERGIE</u></p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p><u>Densité des grains</u></p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width:10%;">W (%)</td> <td>1,3</td> <td>2,8</td> <td>4,1</td> <td>6,0</td> <td>8,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,26</td> <td>2,28</td> <td>2,27</td> <td>2,26</td> <td>2,25</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,3	2,8	4,1	6,0	8,1				Densité (T/m3)	2,26	2,28	2,27	2,26	2,25			
W (%)	1,3	2,8	4,1	6,0	8,1														
Densité (T/m3)	2,26	2,28	2,27	2,26	2,25														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


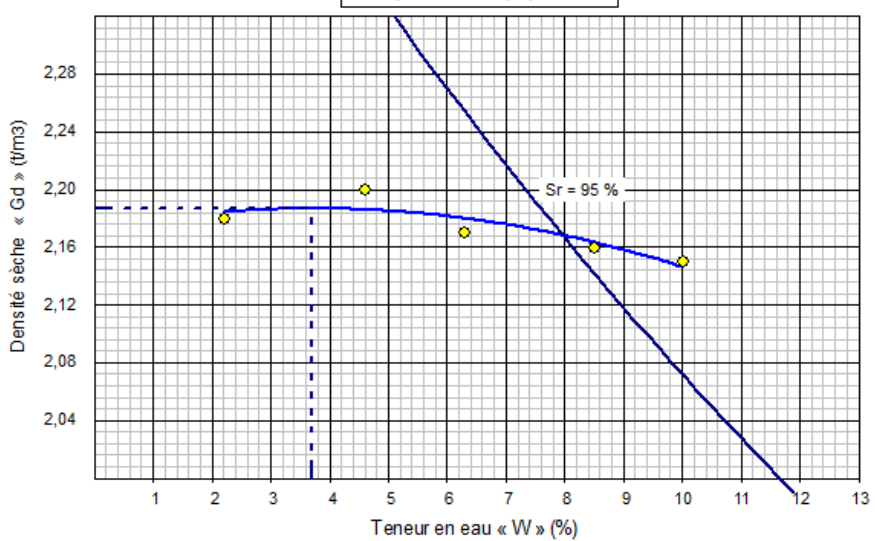
© SolTreats 2013

ANNEXE.30.Courbe CBR Mélange N°7 GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F. arr

 <p>مخبر الأبحاث العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Infrastructures مكتب الأبحاث والدراسات التقنية Service Recherches Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>							
Client : /	N° Projet : /							
Projet : /								
Endroit : /								
Sondage n° :	Immersion :	GNT +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +						
Profondeur :	Compactage : 56 C/C	10%verre(0.125-2.50)+10%verre						
Matériaux : 7eme MELANGE ARRONDIS	Weau compactage : 4 %	(2,50-5.00)GNT +40% verre						
Provenance :	Densité : 2,26 t/m3	(10% 0.08-0.315)+ 10%verre(
Date essais :		0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)=10%verre(2,50-5.00)						
								
RESULTATS DE MESURES								
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50
Lecture	8,00	15,00	20,00	63,00	109,00	140,00	192,00	229,00
Pr(kg/cm2)	4,16	7,80	10,41	32,78	56,71	72,84	99,90	119,15
Coefficient de l'anneau = 10								
Surface du piston = 19,22 cm2								
Remarque :								
Préparé par :				Approuvé par :			Date :	


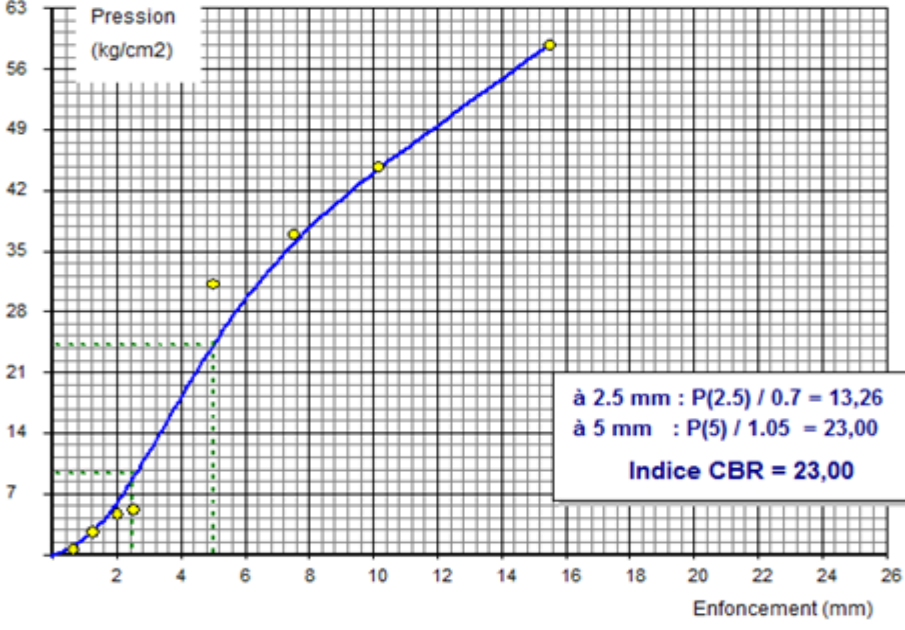
30/04/2013

ANNEXE.31.Courbe Proctor Mélange N°8 0/3mm 10%verre(0,08-0.315)F. arr

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service Expériences & Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange angulaire N°01 sable 0/3 +10% verre (0.08-0.315) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,19 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 3,70 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>2,2</td> <td>4,6</td> <td>6,3</td> <td>8,5</td> <td>10,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,18</td> <td>2,20</td> <td>2,17</td> <td>2,16</td> <td>2,15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,2	4,6	6,3	8,5	10,0				Densité (T/m3)	2,18	2,20	2,17	2,16	2,15			
W (%)	2,2	4,6	6,3	8,5	10,0														
Densité (T/m3)	2,18	2,20	2,17	2,16	2,15														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


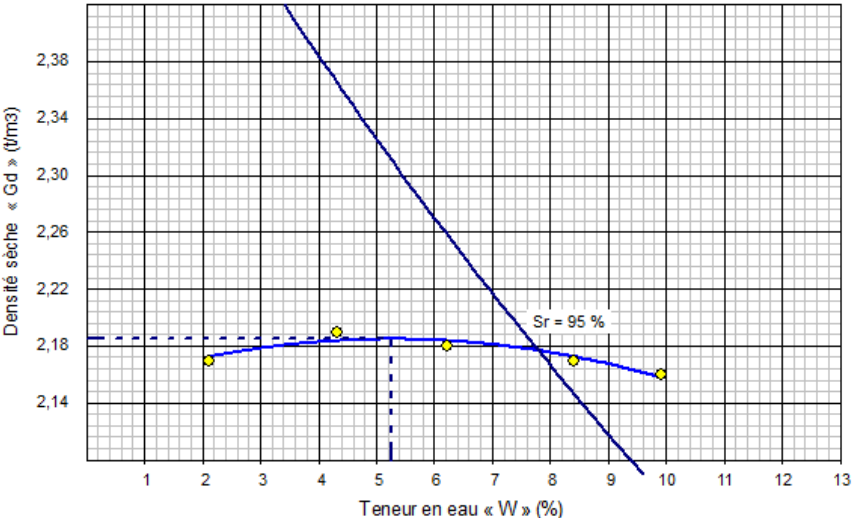
© SolTerts 2013

ANNEXE.32.Courbe CBR Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والتدراسات التقنية Bureau Travaux Publics Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>							
Client : /	N° Projet : /							
Projet : /								
Endroit : /								
Sondage n° :	Immersion :							
Profondeur :	Compactage : 56 C/C							
Matériaux : MELANGE N°01 SABLE0/3 +10%	Weau compactage : / %							
Provenance : VERRE,(0.08-0,315)	Densité : / t/m3							
Date essais :								
								
RESULTATS DE MESURES								
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50
Lecture	1,00	5,00	9,00	10,00	60,00	71,00	86,00	113,00
Pr(kg/cm2)	0,52	2,60	4,68	5,20	31,22	36,94	44,75	58,79
<p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>								
Remarque :								
Préparé par :				Approuvé par :			Date :	


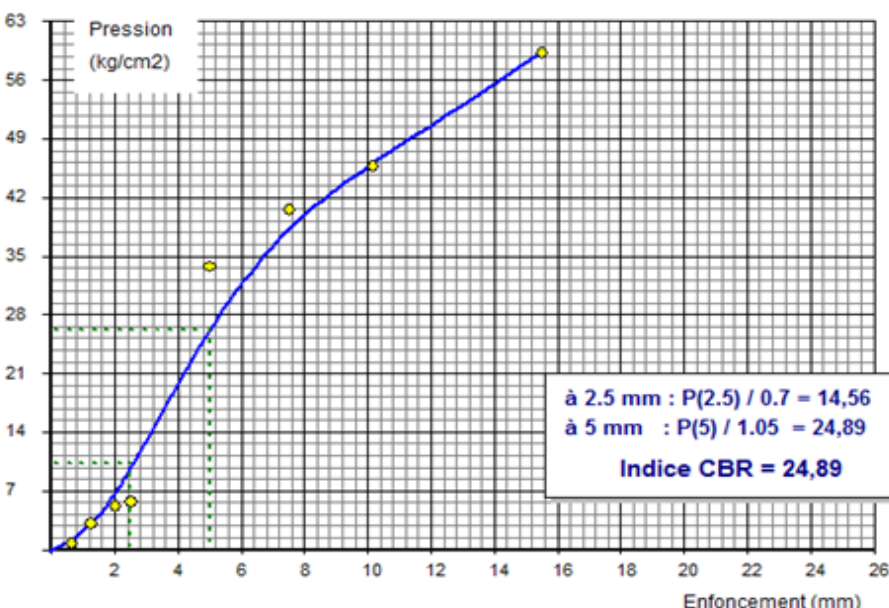
30/08/09 20:13

ANNEXE.33.Courbe Proctor Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الدراسات والتقنية Service Supervision Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : melange angulaire N°02 sable 0/3 +10% verre (0.31501.25) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,18 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 5,25 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; font-size: small; margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>2,1</td> <td>4,3</td> <td>6,2</td> <td>8,4</td> <td>9,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,17</td> <td>2,19</td> <td>2,18</td> <td>2,17</td> <td>2,16</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,1	4,3	6,2	8,4	9,9				Densité (T/m3)	2,17	2,19	2,18	2,17	2,16			
W (%)	2,1	4,3	6,2	8,4	9,9														
Densité (T/m3)	2,17	2,19	2,18	2,17	2,16														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


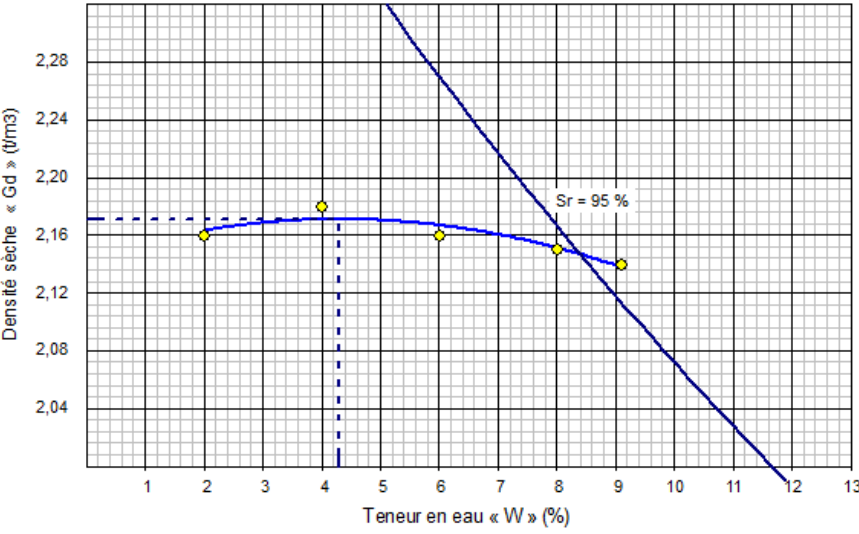
© SolTests 2013

ANNEXE.34.Courbe CBR Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;"> مخبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Centre Recherche Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°02 SABLE0/3 +10% Provenance : verre (0.315-0.125) ANGULAIRE Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>1,50</td> <td>6,00</td> <td>10,00</td> <td>11,00</td> <td>65,00</td> <td>78,00</td> <td>88,00</td> <td>114,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>0,78</td> <td>3,12</td> <td>5,20</td> <td>5,72</td> <td>33,82</td> <td>40,58</td> <td>45,79</td> <td>59,31</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2 </p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	1,50	6,00	10,00	11,00	65,00	78,00	88,00	114,00	Pr(kg/cm2)	0,78	3,12	5,20	5,72	33,82	40,58	45,79	59,31
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	1,50	6,00	10,00	11,00	65,00	78,00	88,00	114,00																													
Pr(kg/cm2)	0,78	3,12	5,20	5,72	33,82	40,58	45,79	59,31																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


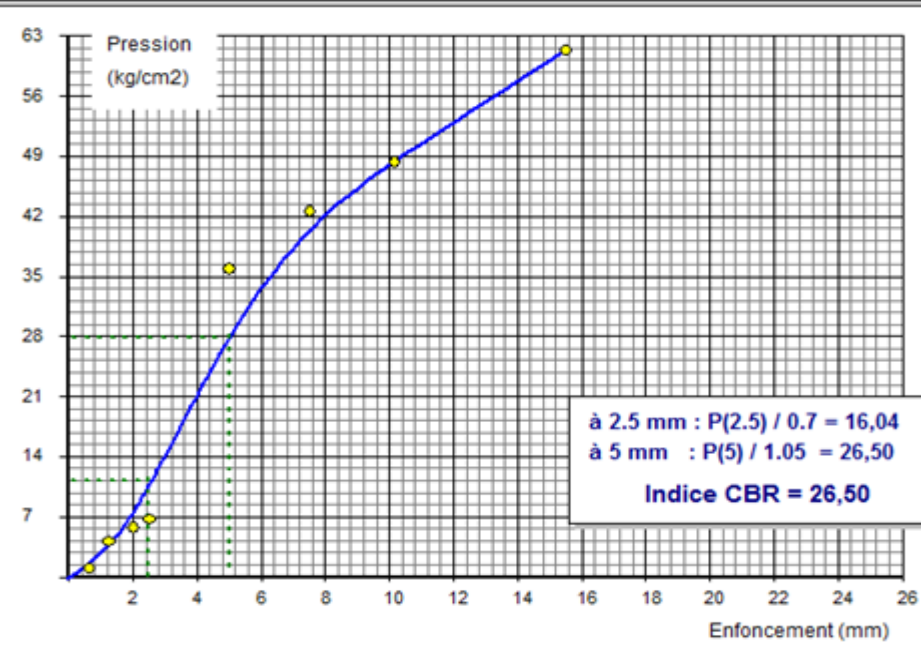
30/08/2013

ANNEXE.35.Courbe Proctor Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug


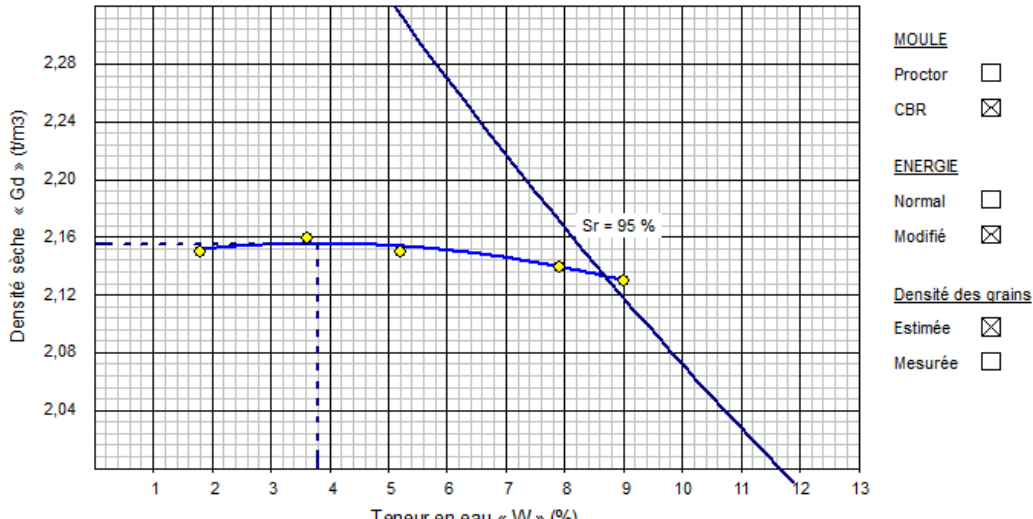
 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Service d'Expériences et d'Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°3 sable 0/3 +10% verre (0.125-0.250mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,17 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,30 \text{ (\%)}$ </div>																			
 <div style="float: right; font-size: x-small;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>8,0</td> <td>9,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,16</td> <td>2,18</td> <td>2,16</td> <td>2,15</td> <td>2,14</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,0	4,0	6,0	8,0	9,1				Densité (T/m3)	2,16	2,18	2,16	2,15	2,14			
W (%)	2,0	4,0	6,0	8,0	9,1														
Densité (T/m3)	2,16	2,18	2,16	2,15	2,14														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par :																		
Date :																			

© SolTreats 2013

ANNEXE.36.Courbe CBR Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.aug


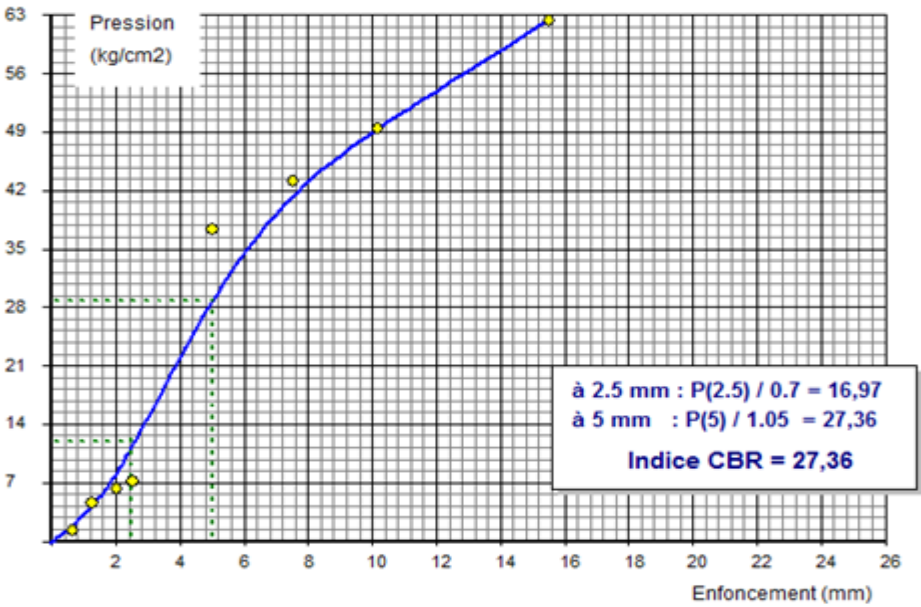
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Séisme, Qualité et Sécurité Technologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°03 SABLE0/3 +10% Provenance : verre (01.25-2.50mm) ANGULAIRE Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,00</td> <td>8,00</td> <td>11,00</td> <td>13,00</td> <td>69,00</td> <td>82,00</td> <td>93,00</td> <td>118,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,04</td> <td>4,16</td> <td>5,72</td> <td>6,76</td> <td>35,90</td> <td>42,66</td> <td>48,39</td> <td>61,39</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,00	8,00	11,00	13,00	69,00	82,00	93,00	118,00	Pr(kg/cm2)	1,04	4,16	5,72	6,76	35,90	42,66	48,39	61,39
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,00	8,00	11,00	13,00	69,00	82,00	93,00	118,00																													
Pr(kg/cm2)	1,04	4,16	5,72	6,76	35,90	42,66	48,39	61,39																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				

ANNEXE.37. Courbe Proctor Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug


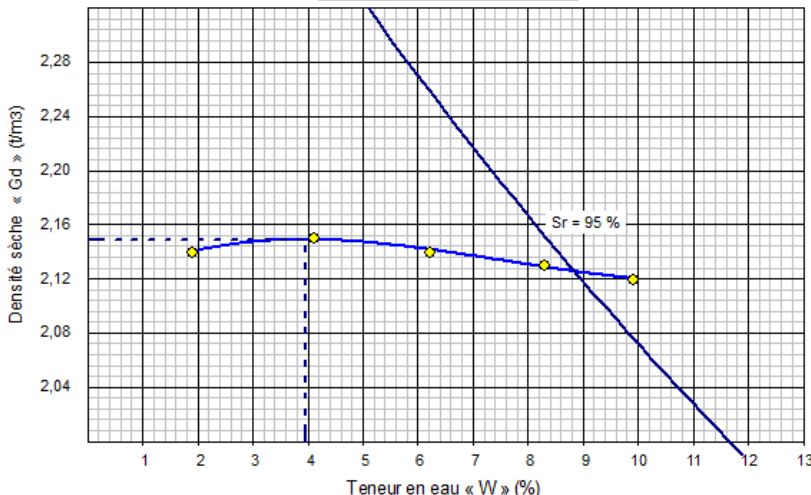
 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Bureau Travaux et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : /	N° Projet : /																		
Projet : /																			
Endroit : /																			
Sondage n° :	Densité des grains : 2,65																		
Profondeur :	Refus à 20mm (%) :																		
Nature : melange angulaire N°04 sable 0/3 +10% verre (02.50-05.00mm)																			
Date essais :																			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,16 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 3,80 \text{ (\%)}$ </div>																			
 <p>The graph shows the relationship between dry density (γ_d) and water content (W) for a Proctor test. The y-axis is 'Densité sèche « Gd » (t/m3)' ranging from 2,04 to 2,28. The x-axis is 'Teneur en eau « W » (%)' ranging from 1 to 13. A blue curve represents the test results, with a peak at W = 3,80% and γ_d = 2,16 t/m³. A dashed vertical line marks the optimal water content. A horizontal dashed line at γ_d = 2,16 t/m³ is labeled 'Sr = 95 %'. The legend indicates: MOULE (Proctor <input type="checkbox"/>, CBR <input checked="" type="checkbox"/>) and ENERGIE (Normal <input type="checkbox"/>, Modifié <input checked="" type="checkbox"/>) and Densité des grains (Estimée <input checked="" type="checkbox"/>, Mesurée <input type="checkbox"/>).</p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,8</td> <td style="text-align: center;">3,6</td> <td style="text-align: center;">5,2</td> <td style="text-align: center;">7,9</td> <td style="text-align: center;">9,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,15</td> <td style="text-align: center;">2,16</td> <td style="text-align: center;">2,15</td> <td style="text-align: center;">2,14</td> <td style="text-align: center;">2,13</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,8	3,6	5,2	7,9	9,0				Densité (T/m3)	2,15	2,16	2,15	2,14	2,13			
W (%)	1,8	3,6	5,2	7,9	9,0														
Densité (T/m3)	2,15	2,16	2,15	2,14	2,13														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

© SolTeats 2013

ANNEXE.38. Courbe CBR Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.aug


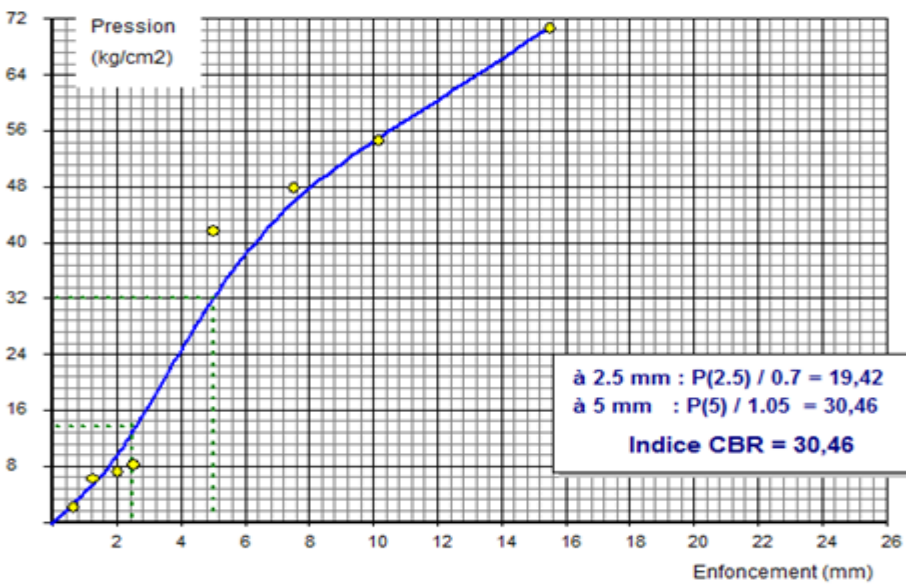
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخزانات والدراسات التقنية Service Réseaux Et Étude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : MELANGE N°04 SABLE0/3 +10% Provenance : verre (2.50-5,00mm) ANGULAIRE Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
RESULTATS DE MESURES																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,50</td> <td>9,00</td> <td>12,00</td> <td>14,00</td> <td>72,00</td> <td>83,00</td> <td>95,00</td> <td>120,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,30</td> <td>4,68</td> <td>6,24</td> <td>7,28</td> <td>37,46</td> <td>43,18</td> <td>49,43</td> <td>62,43</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,50	9,00	12,00	14,00	72,00	83,00	95,00	120,00	Pr(kg/cm2)	1,30	4,68	6,24	7,28	37,46	43,18	49,43	62,43
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,50	9,00	12,00	14,00	72,00	83,00	95,00	120,00																													
Pr(kg/cm2)	1,30	4,68	6,24	7,28	37,46	43,18	49,43	62,43																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				

ANNEXE.39. Courbe CBR Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الحيرات والدراسات التقنية شركة الخبرة و التحليل</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°05 sable 0/3 +20% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% VERRE (0.315-0.125) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,15 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 3,95 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width:10%;">W (%)</td> <td>1,9</td> <td>4,1</td> <td>6,2</td> <td>8,3</td> <td>9,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,14</td> <td>2,15</td> <td>2,14</td> <td>2,13</td> <td>2,12</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,9	4,1	6,2	8,3	9,9				Densité (T/m3)	2,14	2,15	2,14	2,13	2,12			
W (%)	1,9	4,1	6,2	8,3	9,9														
Densité (T/m3)	2,14	2,15	2,14	2,13	2,12														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


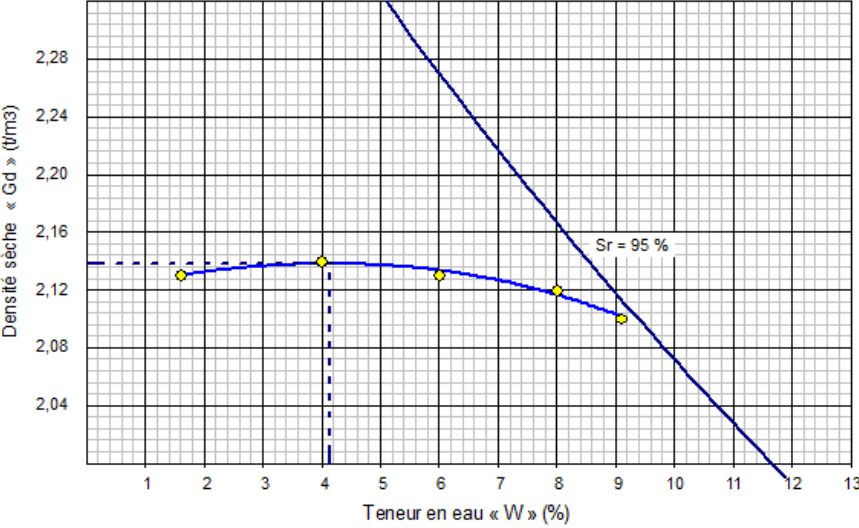
© SolTests 2013

ANNEXE.40.Courbe CBR Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125)F.aug

 <p style="font-size: small;">مخبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des travaux publics et construction مكتب البحوث والدراسات التقنية Séisme, Béton, et Solé et Co. S.A.</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : Seme melang 0/3 +verre angulaire Provenance : 20% verre (10% 0.08-0.315) + Date essais : 10%verre (0.315-01.25)</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>4,00</td> <td>12,00</td> <td>14,00</td> <td>16,00</td> <td>80,00</td> <td>92,00</td> <td>105,00</td> <td>136,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>2,08</td> <td>6,24</td> <td>7,28</td> <td>8,32</td> <td>41,62</td> <td>47,87</td> <td>54,63</td> <td>70,76</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	4,00	12,00	14,00	16,00	80,00	92,00	105,00	136,00	Pr(kg/cm2)	2,08	6,24	7,28	8,32	41,62	47,87	54,63	70,76
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	4,00	12,00	14,00	16,00	80,00	92,00	105,00	136,00																													
Pr(kg/cm2)	2,08	6,24	7,28	8,32	41,62	47,87	54,63	70,76																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : _____ Date : _____</p>																																				


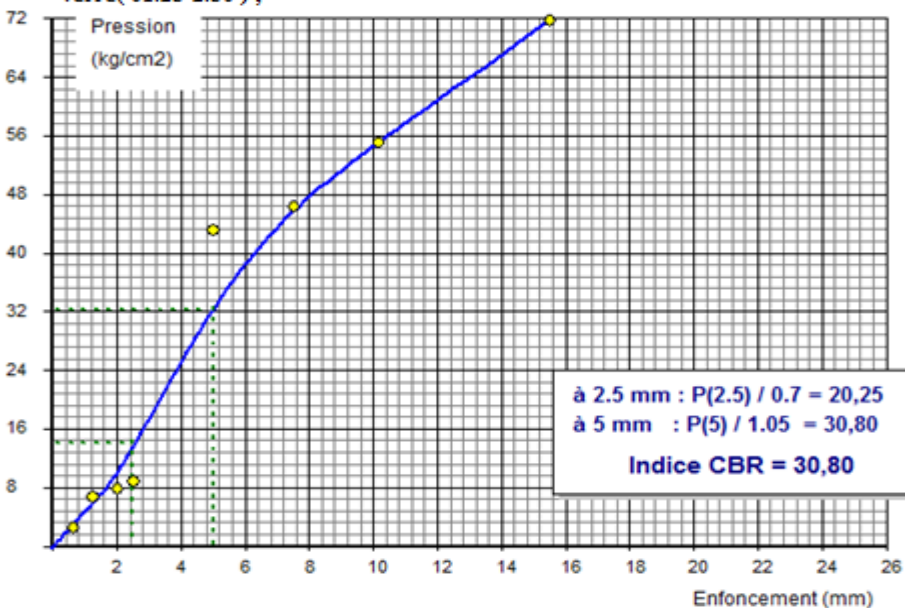
Soliers 2013

ANNEXE . 41. Courbe Proctor Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.aug


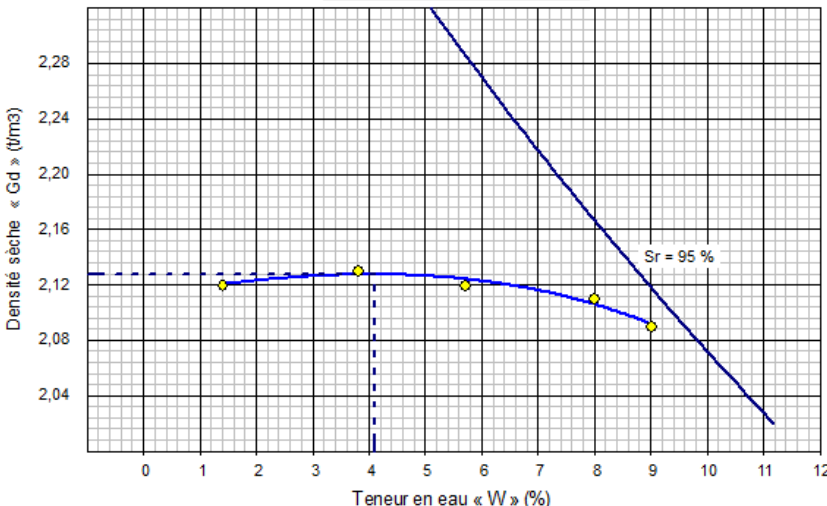
 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Bureau d'Expertise Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°06 sable 0/3 +30% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% VERRE (0.315-0.125)(10% 0.125-0.250) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,14 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,15 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; margin-top: 10px;"> <p><u>MOULE</u></p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>ENERGIE</u></p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>Densité des grains</u></p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>1,6</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>8,0</td> <td>9,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,13</td> <td>2,14</td> <td>2,13</td> <td>2,12</td> <td>2,10</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,6	4,0	6,0	8,0	9,1				Densité (T/m3)	2,13	2,14	2,13	2,12	2,10			
W (%)	1,6	4,0	6,0	8,0	9,1														
Densité (T/m3)	2,13	2,14	2,13	2,12	2,10														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

© SolTeats 2013

ANNEXE.42. Courbe CBR Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50)


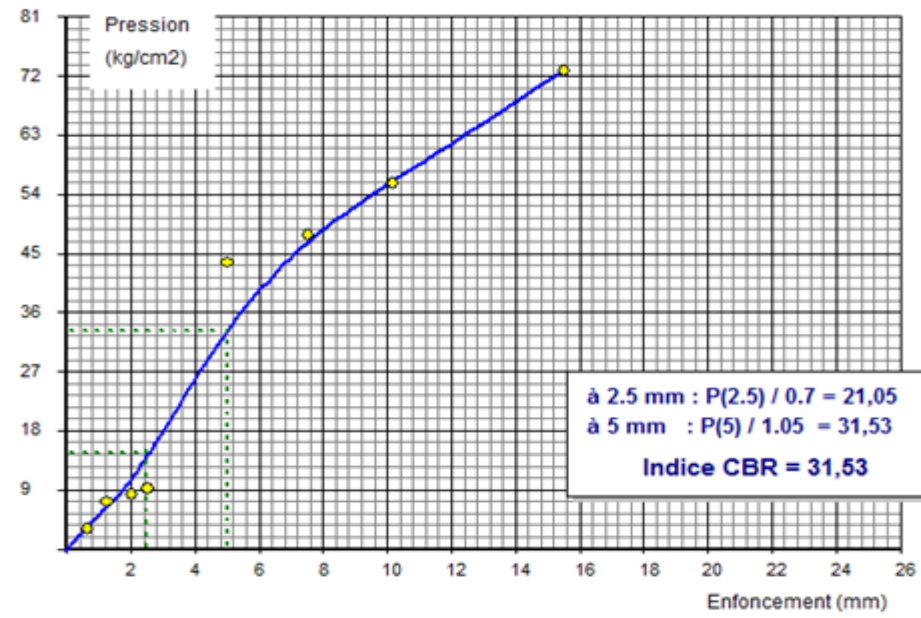
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et de Construction مكتب الخيرات والتدراسات التقنية Centre de Recherches Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 6eme melang 0/3 +verre angulaire Provenance : 30% verre (10% 0.08-0.315)+ Date essais : 10%verre(0.315-0.125 +10% verre(0.125-2.50) ;	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
RESULTATS DE MESURES																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>5,00</td> <td>13,00</td> <td>15,00</td> <td>17,00</td> <td>83,00</td> <td>89,00</td> <td>106,00</td> <td>138,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>2,60</td> <td>6,76</td> <td>7,80</td> <td>8,84</td> <td>43,18</td> <td>46,31</td> <td>55,15</td> <td>71,80</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	5,00	13,00	15,00	17,00	83,00	89,00	106,00	138,00	Pr(kg/cm2)	2,60	6,76	7,80	8,84	43,18	46,31	55,15	71,80
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	5,00	13,00	15,00	17,00	83,00	89,00	106,00	138,00																													
Pr(kg/cm2)	2,60	6,76	7,80	8,84	43,18	46,31	55,15	71,80																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				

ANNEXE.43.Courbe Proctor Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخرسانة والدراسات التقنية Bureau Bétonnage Et Etude Technologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange angulaire N°7 sable 0/3 +40% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% VERRE (0.315-0.125)(10% 0.125-0.250)(10% 0.250-0.500) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<p>$\gamma_d \text{ max} = 2,13 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,10 \text{ (\%)}$</p>																			
																			
<p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/>																			
<p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/>																			
<p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">W (%)</td> <td style="padding: 5px;">1,4</td> <td style="padding: 5px;">3,8</td> <td style="padding: 5px;">5,7</td> <td style="padding: 5px;">8,0</td> <td style="padding: 5px;">9,0</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Densité (T/m3)</td> <td style="padding: 5px;">2,12</td> <td style="padding: 5px;">2,13</td> <td style="padding: 5px;">2,12</td> <td style="padding: 5px;">2,11</td> <td style="padding: 5px;">2,09</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>		W (%)	1,4	3,8	5,7	8,0	9,0				Densité (T/m3)	2,12	2,13	2,12	2,11	2,09			
W (%)	1,4	3,8	5,7	8,0	9,0														
Densité (T/m3)	2,12	2,13	2,12	2,11	2,09														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par :																		
Date :																			


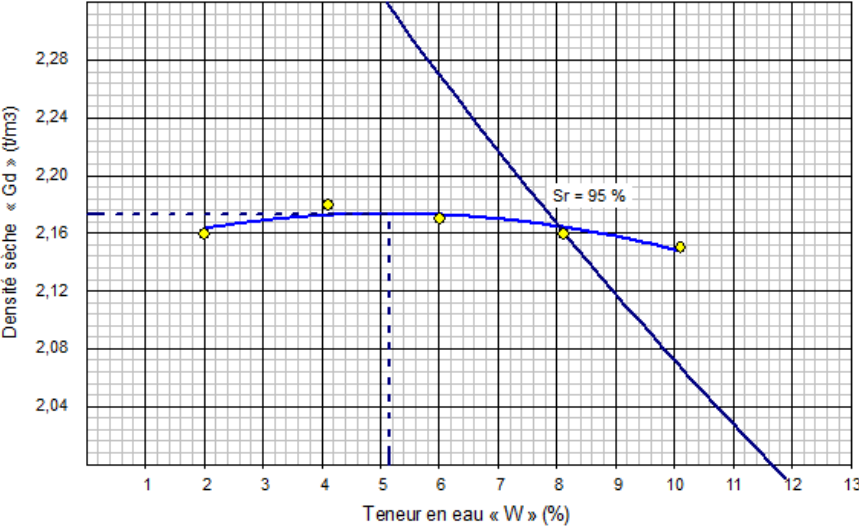
© Solitesta 2013

ANNEXE.44.Courbe CBR Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00)F.aug

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الصيريات والدراسات التقنية Séisme, Réparation et Réseaux Techniques</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 7eme melang 0/3 +verre angulaire Provenance : 40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10% Date essais : verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2.50-5.00)</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>6,00</td> <td>14,00</td> <td>16,00</td> <td>18,00</td> <td>84,00</td> <td>92,00</td> <td>107,00</td> <td>140,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>3,12</td> <td>7,28</td> <td>8,32</td> <td>9,37</td> <td>43,70</td> <td>47,87</td> <td>55,67</td> <td>72,84</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	6,00	14,00	16,00	18,00	84,00	92,00	107,00	140,00	Pr(kg/cm2)	3,12	7,28	8,32	9,37	43,70	47,87	55,67	72,84
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	6,00	14,00	16,00	18,00	84,00	92,00	107,00	140,00																													
Pr(kg/cm2)	3,12	7,28	8,32	9,37	43,70	47,87	55,67	72,84																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				


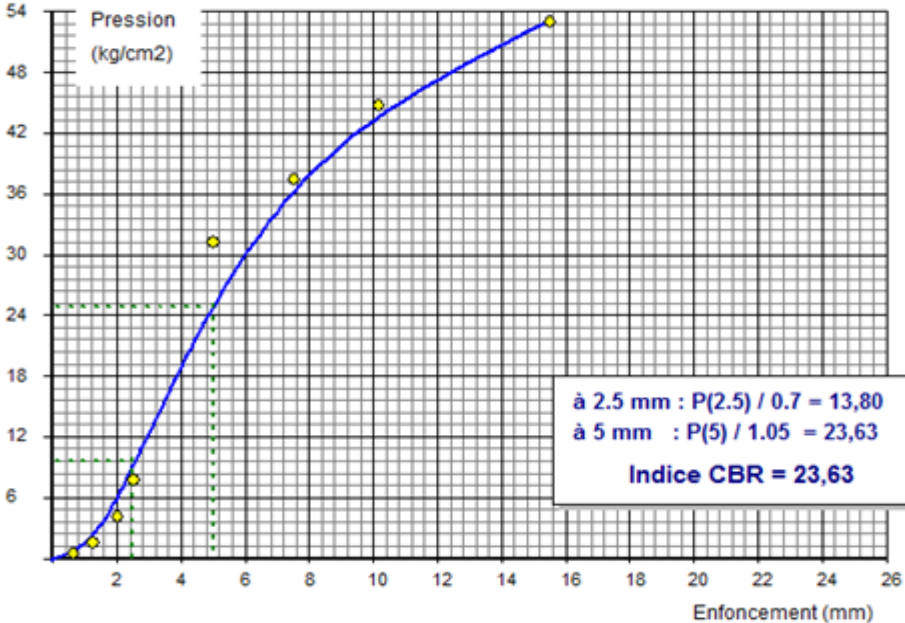
Solides 2013

ANNEXE.45. Courbe Proctor Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.arr


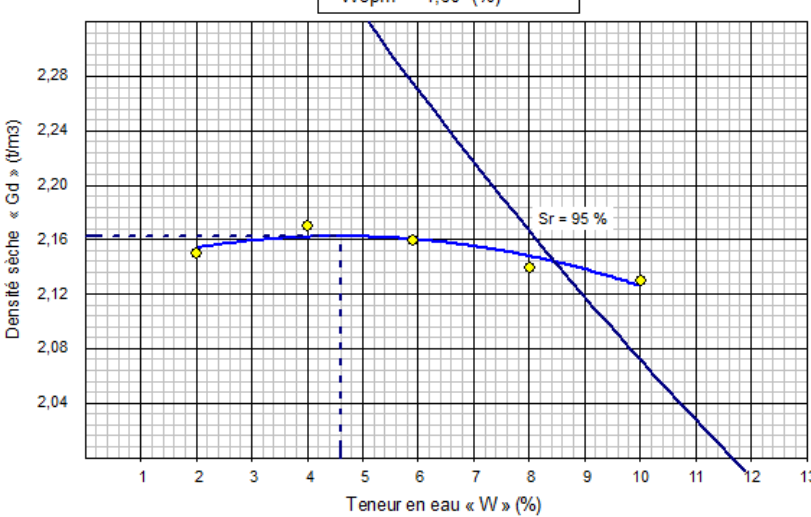
 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Bureau Travaux et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondie N°01 sable 0/3 +10% verre (10%0.08-0.315mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,17 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 5,15 \text{ (\%)}$ </div>																			
 <div style="float: right; font-size: small;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>2,0</td> <td>4,1</td> <td>6,0</td> <td>8,1</td> <td>10,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,16</td> <td>2,18</td> <td>2,17</td> <td>2,16</td> <td>2,15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,0	4,1	6,0	8,1	10,1				Densité (T/m3)	2,16	2,18	2,17	2,16	2,15			
W (%)	2,0	4,1	6,0	8,1	10,1														
Densité (T/m3)	2,16	2,18	2,17	2,16	2,15														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		

© SolTeats 2013

ANNEXE.46 . Courbe CBR Mélange N°1 Sable +10% VERRE (0.08-0,315) F.arr


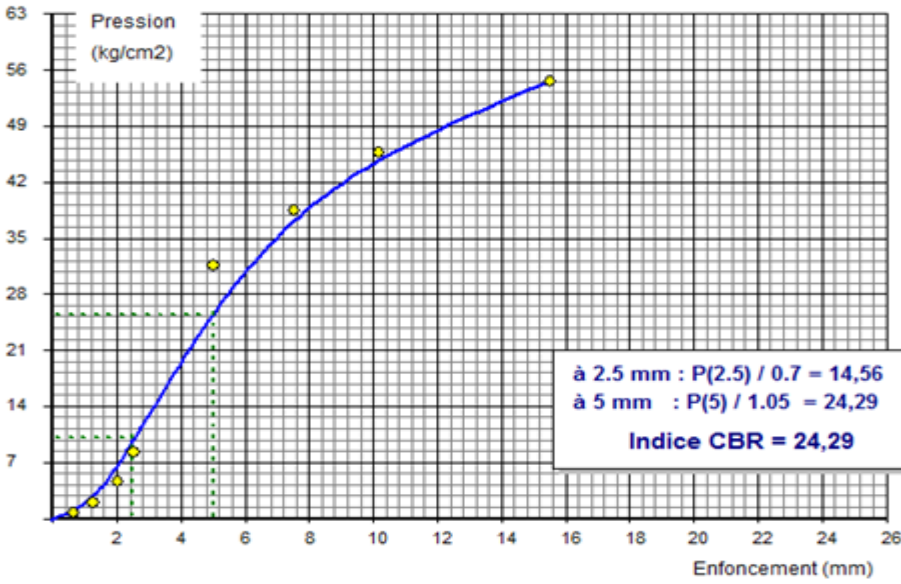
 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Centre d'Expertise Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 1ER MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : SABLE0/3 +10% VERRE,(0.08- Date essais : 0,315)</p>	<p>Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3</p>																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>1,00</td> <td>3,00</td> <td>8,00</td> <td>15,00</td> <td>60,00</td> <td>72,00</td> <td>86,00</td> <td>102,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>0,52</td> <td>1,56</td> <td>4,16</td> <td>7,80</td> <td>31,22</td> <td>37,46</td> <td>44,75</td> <td>53,07</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	1,00	3,00	8,00	15,00	60,00	72,00	86,00	102,00	Pr(kg/cm2)	0,52	1,56	4,16	7,80	31,22	37,46	44,75	53,07
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	1,00	3,00	8,00	15,00	60,00	72,00	86,00	102,00																													
Pr(kg/cm2)	0,52	1,56	4,16	7,80	31,22	37,46	44,75	53,07																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : Date :</p>																																				

ANNEXE.47.Courbe Proctor Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125) F.arr

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الجيوتقنية والدراسات التقنية Bureau Géotechnique Et Etude Géologique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondie N°02 sable 0/3 +10% verre (10% 0.315-0.125mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,16 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,60 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="float: right; margin-top: 10px;"> <p><u>MOULE</u></p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>ENERGIE</u></p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>Densité des grains</u></p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p> </div>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">W (%)</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>5,9</td> <td>8,0</td> <td>10,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,15</td> <td>2,17</td> <td>2,16</td> <td>2,14</td> <td>2,13</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	2,0	4,0	5,9	8,0	10,0				Densité (T/m3)	2,15	2,17	2,16	2,14	2,13			
W (%)	2,0	4,0	5,9	8,0	10,0														
Densité (T/m3)	2,15	2,17	2,16	2,14	2,13														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


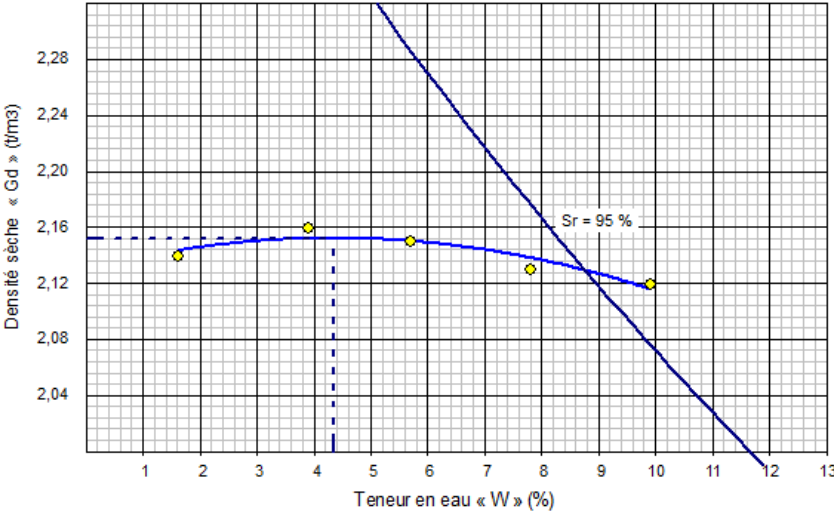
© SofTeas 2013

ANNEXE .48. Courbe CBR Mélange N°2 Sable +10% VERRE (0.315-0.125) F.arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخيرات والدراسات التقنية Sensou, Rapports et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 2EME MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : 10% verre (0.315-0.125) Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>1,50</td> <td>4,00</td> <td>9,00</td> <td>16,00</td> <td>61,00</td> <td>74,00</td> <td>88,00</td> <td>105,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>0,78</td> <td>2,08</td> <td>4,68</td> <td>8,32</td> <td>31,74</td> <td>38,50</td> <td>45,79</td> <td>54,63</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	1,50	4,00	9,00	16,00	61,00	74,00	88,00	105,00	Pr(kg/cm2)	0,78	2,08	4,68	8,32	31,74	38,50	45,79	54,63
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	1,50	4,00	9,00	16,00	61,00	74,00	88,00	105,00																													
Pr(kg/cm2)	0,78	2,08	4,68	8,32	31,74	38,50	45,79	54,63																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


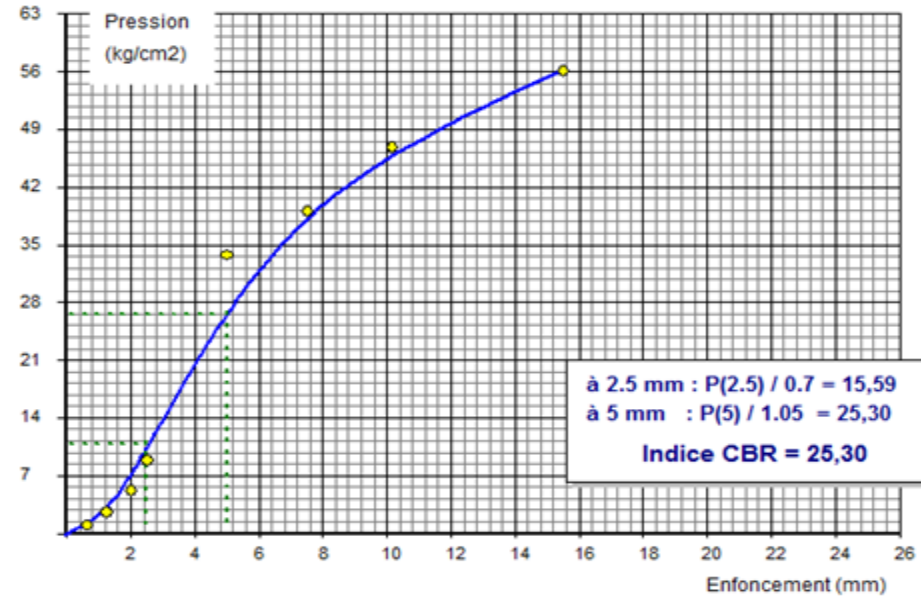
Solhrats 2013

ANNEXE.49. Courbe Proctor Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.arr

 <p style="font-size: small;">مخبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الصريات والدراسات التقنية Sémas, Papeteries & Ecole Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondi N°03 sable 0/3 +10% verre (10% 01.25-02.50mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,15 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 4,35 \text{ (\%)}$ </div>  <div style="margin-top: 10px;"> <p>MOULE</p> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> <p>ENERGIE</p> Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> <p>Densité des grains</p> Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/> </div>																	
<p><i>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</i></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><i>W (%)</i></td> <td style="padding: 5px;">1,6</td> <td style="padding: 5px;">3,9</td> <td style="padding: 5px;">5,7</td> <td style="padding: 5px;">7,8</td> <td style="padding: 5px;">9,9</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><i>Densité (T/m3)</i></td> <td style="padding: 5px;">2,14</td> <td style="padding: 5px;">2,16</td> <td style="padding: 5px;">2,15</td> <td style="padding: 5px;">2,13</td> <td style="padding: 5px;">2,12</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>		<i>W (%)</i>	1,6	3,9	5,7	7,8	9,9			<i>Densité (T/m3)</i>	2,14	2,16	2,15	2,13	2,12		
<i>W (%)</i>	1,6	3,9	5,7	7,8	9,9												
<i>Densité (T/m3)</i>	2,14	2,16	2,15	2,13	2,12												
Remarque :																	
Préparé par :	Approuvé par :																
Date :																	


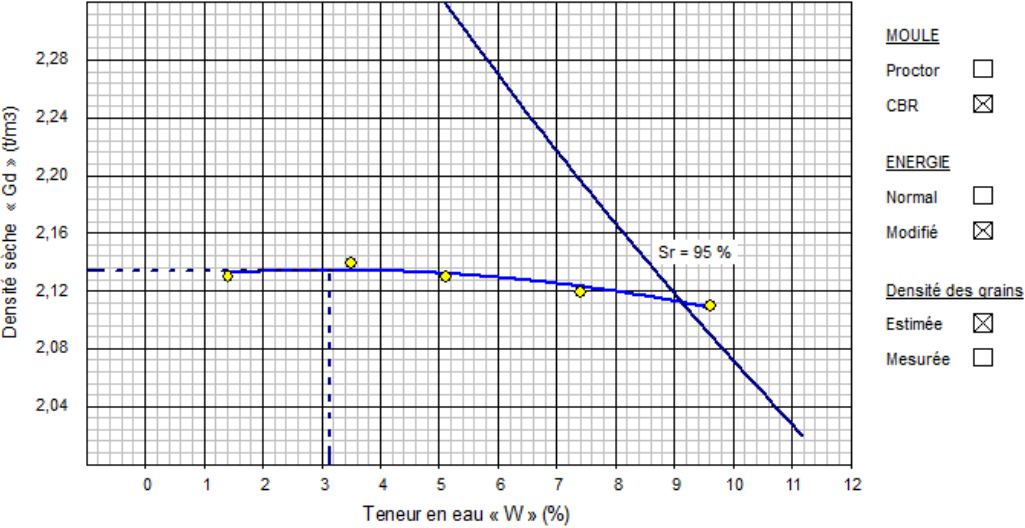
© SolTests 2013

ANNEXE. 50. Courbe CBR Mélange N°3 Sable +10% VERRE (0.125-2.50mm) F.arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الصير والدراسات التقنية Centre d'Expérimentation et d'Étude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 3EME MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : SABLE0/3 +10% verre (01.25-2.50mm) Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,00</td> <td>5,00</td> <td>10,00</td> <td>17,00</td> <td>65,00</td> <td>75,00</td> <td>90,00</td> <td>108,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,04</td> <td>2,60</td> <td>5,20</td> <td>8,84</td> <td>33,82</td> <td>39,02</td> <td>46,83</td> <td>56,19</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,00	5,00	10,00	17,00	65,00	75,00	90,00	108,00	Pr(kg/cm2)	1,04	2,60	5,20	8,84	33,82	39,02	46,83	56,19
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,00	5,00	10,00	17,00	65,00	75,00	90,00	108,00																													
Pr(kg/cm2)	1,04	2,60	5,20	8,84	33,82	39,02	46,83	56,19																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


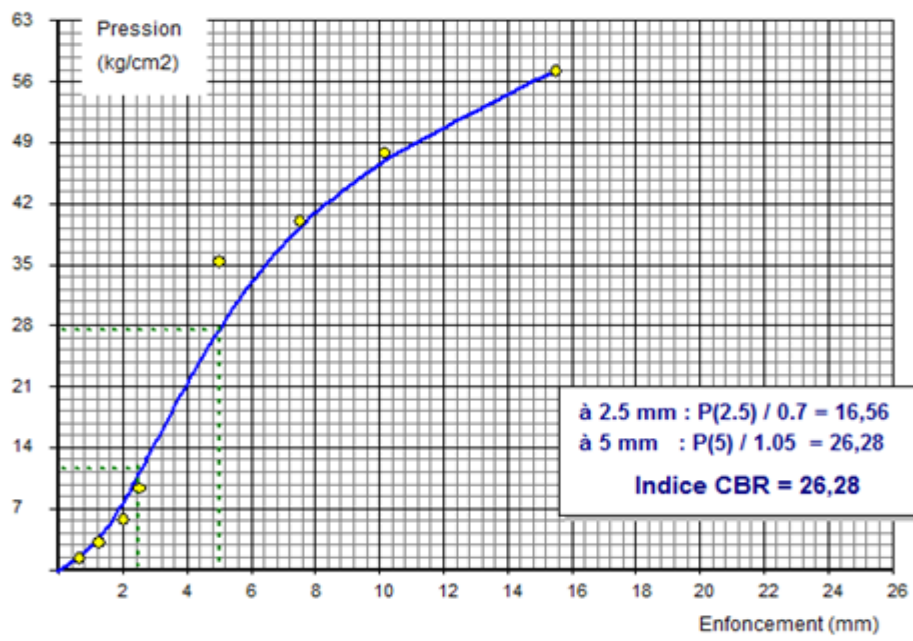
Solbats 2013

ANNEXE.51. Courbe Proctor Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.arr

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Bureau d'Expertise Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : /	N° Projet : /																		
Projet : /																			
Endroit : /																			
Sondage n° :	Densité des grains : 2,65																		
Profondeur :	Refus à 20mm (%) :																		
Nature : melange arrondie N°04 sable 0/3 +10% verre (10% 02.50-05.00mm)																			
Date essais :																			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,13 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 3,15 \text{ (\%)}$ </div>																			
 <p>The graph plots 'Densité sèche « Gd » (t/m3)' on the y-axis (ranging from 2,04 to 2,28) against 'Teneur en eau « W » (%)' on the x-axis (ranging from 0 to 12). A blue curve shows the relationship between water content and dry density. A vertical dashed line marks the optimal water content at 3,15%, corresponding to a maximum dry density of 2,13 t/m3. Five data points are plotted at water contents of 1,4%, 3,5%, 5,1%, 7,4%, and 9,6%. The graph also indicates a standard deviation of Sr = 95%.</p>																			
<p>MOULE</p> <p>Proctor <input type="checkbox"/></p> <p>CBR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ENERGIE</p> <p>Normal <input type="checkbox"/></p> <p>Modifié <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Densité des grains</p> <p>Estimée <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mesurée <input type="checkbox"/></p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width:10%;">W (%)</td> <td>1,4</td> <td>3,5</td> <td>5,1</td> <td>7,4</td> <td>9,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,13</td> <td>2,14</td> <td>2,13</td> <td>2,12</td> <td>2,11</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,4	3,5	5,1	7,4	9,6				Densité (T/m3)	2,13	2,14	2,13	2,12	2,11			
W (%)	1,4	3,5	5,1	7,4	9,6														
Densité (T/m3)	2,13	2,14	2,13	2,12	2,11														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


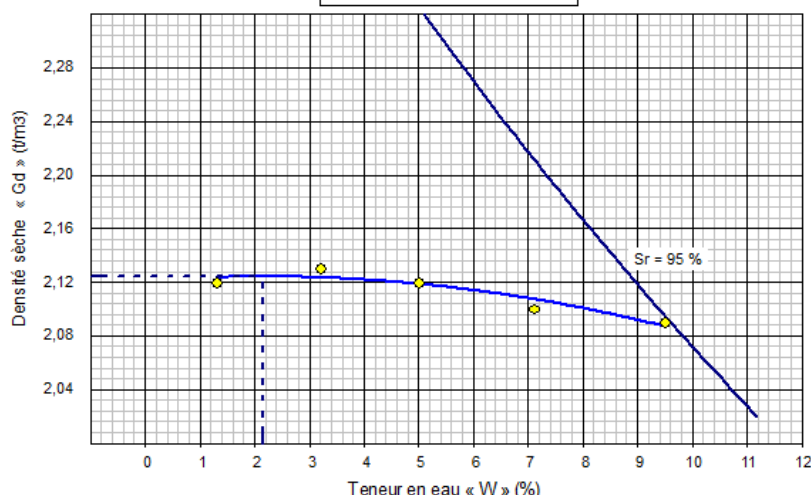
© SolTeats 2013

ANNEXE.52. Courbe CBR Mélange N°4 Sable +10% VERRE (2.50-5,00mm) F.arr

 <p style="font-size: small;">مخبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des travaux publics et construction مكتب البحوث والدراسات التقنية Sonus, Rapports et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 4EME MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : SABLE0/3 +10% verre (2.50-5,00mm) Date essais :	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>2,50</td> <td>6,00</td> <td>11,00</td> <td>18,00</td> <td>68,00</td> <td>77,00</td> <td>92,00</td> <td>110,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,30</td> <td>3,12</td> <td>5,72</td> <td>9,37</td> <td>35,38</td> <td>40,06</td> <td>47,87</td> <td>57,23</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	2,50	6,00	11,00	18,00	68,00	77,00	92,00	110,00	Pr(kg/cm2)	1,30	3,12	5,72	9,37	35,38	40,06	47,87	57,23
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	2,50	6,00	11,00	18,00	68,00	77,00	92,00	110,00																													
Pr(kg/cm2)	1,30	3,12	5,72	9,37	35,38	40,06	47,87	57,23																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


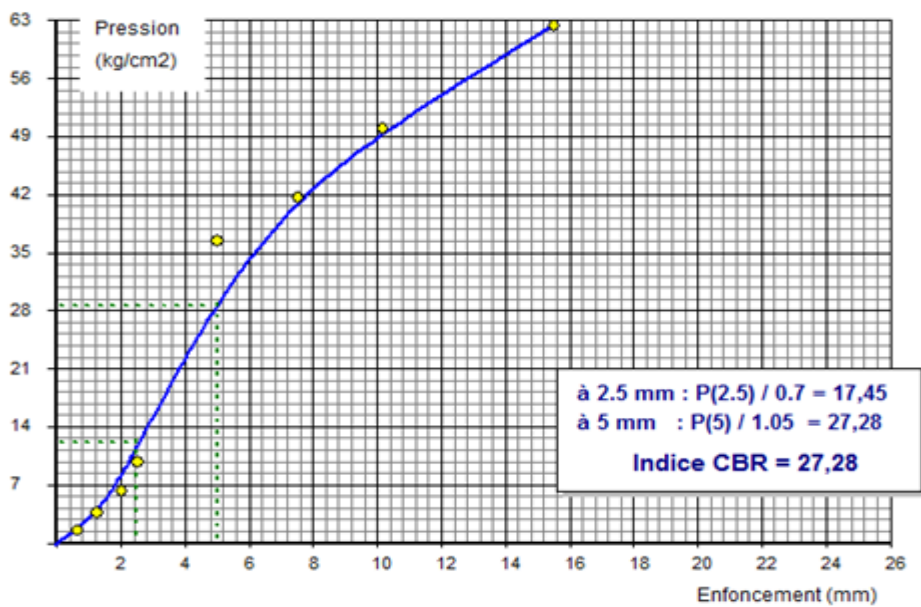
Solbats 2013

ANNEXE.53.Courbe Proctor Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125) F.arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Savoirs Expériences et Études Coélectrique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondi N°05 sable 0/3 +20% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% 0.315-0.125mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,12 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 2,15 \text{ (\%)}$ </div>																			
 <p style="font-size: x-small;">MOULE Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input checked="" type="checkbox"/> ENERGIE Normal <input type="checkbox"/> Modifié <input checked="" type="checkbox"/> Densité des grains Estimée <input checked="" type="checkbox"/> Mesurée <input type="checkbox"/></p>																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width:10%;">W (%)</td> <td>1,3</td> <td>3,2</td> <td>5,0</td> <td>7,1</td> <td>9,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densité (T/m3)</td> <td>2,12</td> <td>2,13</td> <td>2,12</td> <td>2,10</td> <td>2,09</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,3	3,2	5,0	7,1	9,5				Densité (T/m3)	2,12	2,13	2,12	2,10	2,09			
W (%)	1,3	3,2	5,0	7,1	9,5														
Densité (T/m3)	2,12	2,13	2,12	2,10	2,09														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


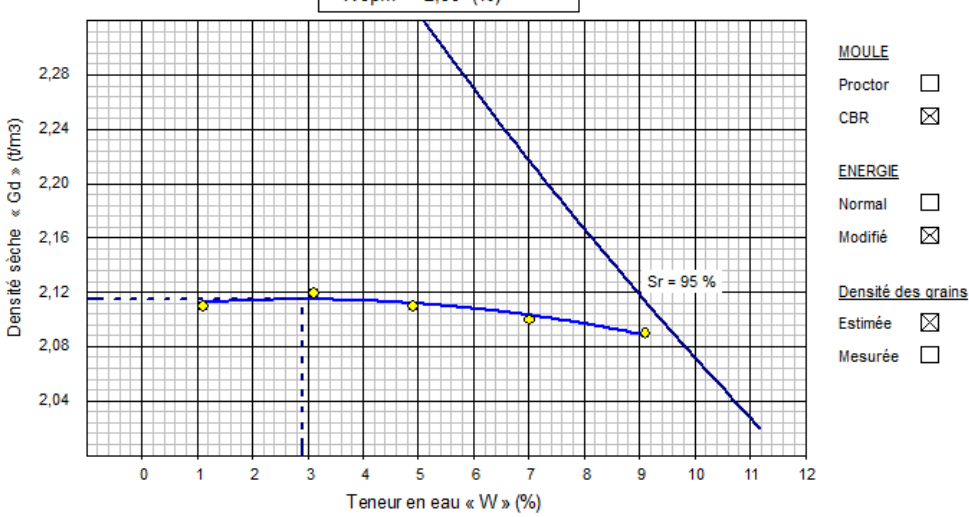
© SolTèsts 2013

ANNEXE.54.Courbe CBR Mélange N°5 Sable +20% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125) F.arr

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الدراسات والتقنية Sensée, Pépèrevez & Génie Civil</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : SEME MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : 20% verre (10% 0.08-0.315) + 10% Date essais : verre (0.315-01.25)	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>3,00</td> <td>7,00</td> <td>12,00</td> <td>19,00</td> <td>70,00</td> <td>80,00</td> <td>96,00</td> <td>120,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,56</td> <td>3,64</td> <td>6,24</td> <td>9,89</td> <td>36,42</td> <td>41,62</td> <td>49,95</td> <td>62,43</td> </tr> </tbody> </table> <p>Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm²</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	3,00	7,00	12,00	19,00	70,00	80,00	96,00	120,00	Pr(kg/cm2)	1,56	3,64	6,24	9,89	36,42	41,62	49,95	62,43
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	3,00	7,00	12,00	19,00	70,00	80,00	96,00	120,00																													
Pr(kg/cm2)	1,56	3,64	6,24	9,89	36,42	41,62	49,95	62,43																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par :																																				
Date :																																					


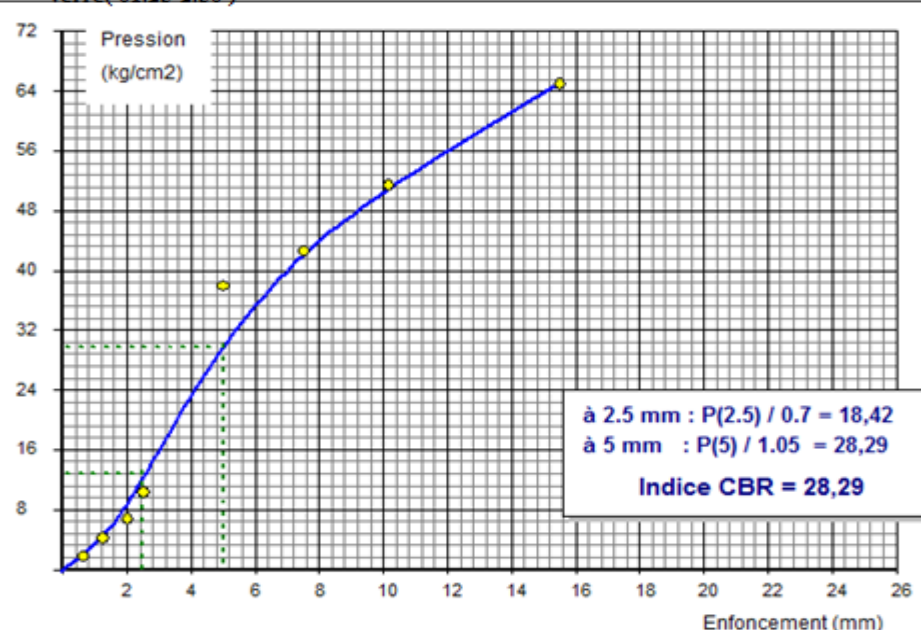
Sothebis 2013

ANNEXE.55.Courbe Proctor Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315) + 10%verre (0.315-0.125 +10%verre (0.125-2.50) F.arr

 <p>مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخرسانة والدراسات التقنية Essais, Recherches Et Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondie N°06 sable 0/3 +30% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% 0.315-0.125mm)(10% 0.125-0.075mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,11 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opm} = 2,90 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">W (%)</td> <td style="text-align: center;">1,1</td> <td style="text-align: center;">3,1</td> <td style="text-align: center;">4,9</td> <td style="text-align: center;">7,0</td> <td style="text-align: center;">9,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densité (T/m3)</td> <td style="text-align: center;">2,11</td> <td style="text-align: center;">2,12</td> <td style="text-align: center;">2,11</td> <td style="text-align: center;">2,10</td> <td style="text-align: center;">2,09</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		W (%)	1,1	3,1	4,9	7,0	9,1				Densité (T/m3)	2,11	2,12	2,11	2,10	2,09			
W (%)	1,1	3,1	4,9	7,0	9,1														
Densité (T/m3)	2,11	2,12	2,11	2,10	2,09														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par : Date :																		


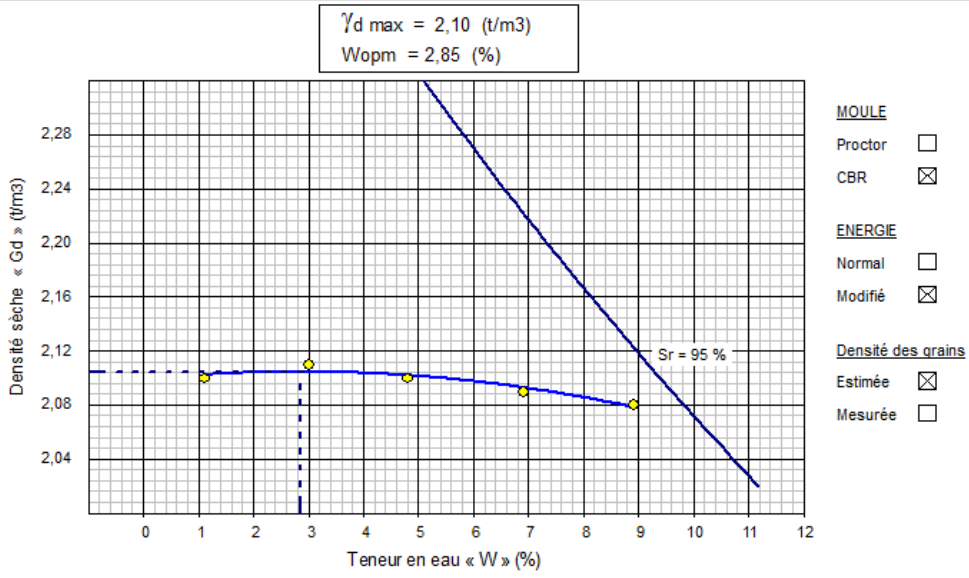
© SofTests 2013

ANNEXE.56.Courbe CBR Mélange N°6 Sable +30% verre (10% 0.08-0.315)

 <p style="font-size: small;"> مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et constructions مكتب الصيريات والدراسات التقنية Service Réparation Et Etude Technique </p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																																				
Sondage n° : Profondeur : Matériaux : 6EME MELANGE 0/3 ARRONDIE Provenance : 30% verre (10% 0.08-0.315)+ Date essais : 10%verre(0.315-0.125 +10% verre(01.25-2.50)	Immersion : Compactage : 56 C/C Weau compactage : / % Densité : / t/m3																																				
 <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> à 2.5 mm : $P(2.5) / 0.7 = 18,42$ à 5 mm : $P(5) / 1.05 = 28,29$ Indice CBR = 28,29 </p>																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>3,50</td> <td>8,00</td> <td>13,00</td> <td>20,00</td> <td>73,00</td> <td>82,00</td> <td>99,00</td> <td>125,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>1,82</td> <td>4,16</td> <td>6,76</td> <td>10,41</td> <td>37,98</td> <td>42,66</td> <td>51,51</td> <td>65,04</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm² </p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	3,50	8,00	13,00	20,00	73,00	82,00	99,00	125,00	Pr(kg/cm2)	1,82	4,16	6,76	10,41	37,98	42,66	51,51	65,04
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	3,50	8,00	13,00	20,00	73,00	82,00	99,00	125,00																													
Pr(kg/cm2)	1,82	4,16	6,76	10,41	37,98	42,66	51,51	65,04																													
Remarque :																																					
Préparé par :	Approuvé par : Date :																																				


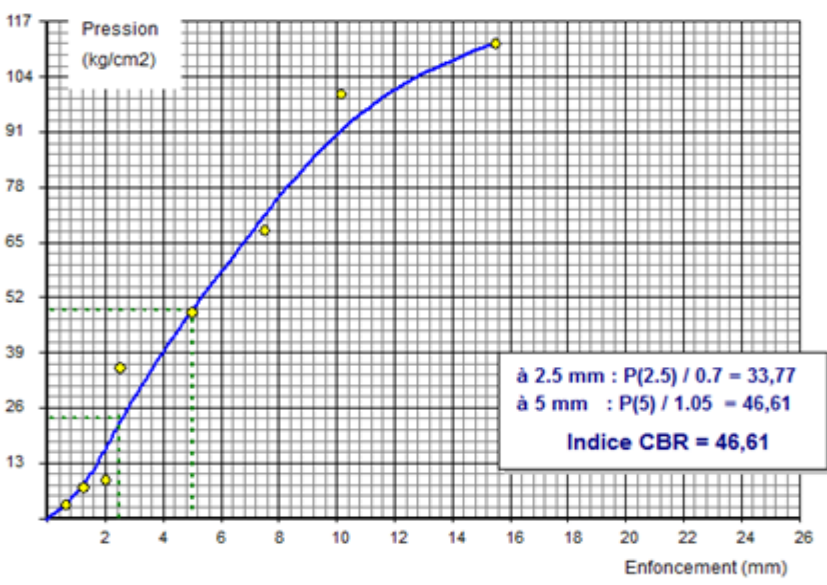
Solbe dts 2013

ANNEXE.57. Courbe Proctor Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00) F.arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الحريات والدراسات التقنية Société d'Expertise et Études Civiles</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI PROCTOR NF P 94-093</p>																		
Client : / Projet : / Endroit : /	N° Projet : /																		
Sondage n° : Profondeur : Nature : mélange arrondie N°07 sable 0/3 +40% verre (10% 0.08-0.315mm)(10% 0.315-0.125mm)(10% 0.125-0.075mm)(10% 0.075-0.048mm) Date essais :	Densité des grains : 2,65 Refus à 20mm (%) :																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\gamma_d \text{ max} = 2,10 \text{ (t/m}^3\text{)}$ $W_{opt} = 2,85 \text{ (\%)}$ </div> 																			
<p>TABLEAU DE RESULTATS DES MESURES</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><i>W (%)</i></td> <td style="padding: 5px;">1,1</td> <td style="padding: 5px;">3,0</td> <td style="padding: 5px;">4,8</td> <td style="padding: 5px;">6,9</td> <td style="padding: 5px;">8,9</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><i>Densité (T/m3)</i></td> <td style="padding: 5px;">2,10</td> <td style="padding: 5px;">2,11</td> <td style="padding: 5px;">2,10</td> <td style="padding: 5px;">2,09</td> <td style="padding: 5px;">2,08</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>		<i>W (%)</i>	1,1	3,0	4,8	6,9	8,9				<i>Densité (T/m3)</i>	2,10	2,11	2,10	2,09	2,08			
<i>W (%)</i>	1,1	3,0	4,8	6,9	8,9														
<i>Densité (T/m3)</i>	2,10	2,11	2,10	2,09	2,08														
Remarque :																			
Préparé par :	Approuvé par :																		
Date :																			

© SolTests 2013

ANNEXE.58. Courbe CBR Mélange N°7 Sable +40% verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00) F.arr

 <p style="font-size: small;">مختبر الأشغال العمومية و البناء Laboratoire des Travaux Publics et Construction مكتب الخبرات والدراسات التقنية Service Réparation & Etude Technique</p>	<p>RAPPORT D'ESSAI ESSAI CBR immédiat NF P 94-078</p>																																				
<p>Client : / Projet : / Endroit : /</p>	<p>N° Projet : /</p>																																				
<p>Sondage n° : / Immersion : / Profondeur : MELANGE N°07 SABLE 0/3 40% Compactage : 56 C/C Matériaux : verre (10% 0.08-0.315)+ 10%verre(0.315-0.125 +10%verre(0.125-2.50)+10%verre(2,50-5.00) Weau compactage : / % Provenance : / Densité : / t/m3 Date essais : ARRONDIE</p>																																					
																																					
<p>RESULTATS DE MESURES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Temps</th> <th>30 s</th> <th>1 mn</th> <th>1mn 40s</th> <th>2 mn</th> <th>4 mn</th> <th>6 mn</th> <th>8 mn</th> <th>10 mn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enf (mm)</td> <td>0,63</td> <td>1,25</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>5,00</td> <td>7,50</td> <td>10,15</td> <td>15,50</td> </tr> <tr> <td>Lecture</td> <td>6,00</td> <td>14,00</td> <td>17,00</td> <td>68,00</td> <td>93,00</td> <td>130,00</td> <td>192,00</td> <td>215,00</td> </tr> <tr> <td>Pr(kg/cm2)</td> <td>3,12</td> <td>7,28</td> <td>8,84</td> <td>35,38</td> <td>48,39</td> <td>67,64</td> <td>99,90</td> <td>111,86</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Coefficient de l'anneau = 10 Surface du piston = 19,22 cm2</p>		Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn	Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50	Lecture	6,00	14,00	17,00	68,00	93,00	130,00	192,00	215,00	Pr(kg/cm2)	3,12	7,28	8,84	35,38	48,39	67,64	99,90	111,86
Temps	30 s	1 mn	1mn 40s	2 mn	4 mn	6 mn	8 mn	10 mn																													
Enf (mm)	0,63	1,25	2,00	2,50	5,00	7,50	10,15	15,50																													
Lecture	6,00	14,00	17,00	68,00	93,00	130,00	192,00	215,00																													
Pr(kg/cm2)	3,12	7,28	8,84	35,38	48,39	67,64	99,90	111,86																													
<p>Remarque :</p>																																					
<p>Préparé par :</p>	<p>Approuvé par : / Date :</p>																																				

Solbeats 2013