

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

Université de RELIZANE  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département : Génie civil et travaux publics



**MEMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en :  
**Voies et ouvrages d'art**

**Intitulé**

Étude du Dédoublément de la RN06 sur 07 KM selon la Méthode CBR et le Catalogue Algérien : Analyse Critique et Vérification par Alizé LCPC.

**Présenté le : 23/06/2025 par :**

Mlle : BOUGUEDRA KHOULOU D CHAMES EL HOUDA

Mr : BENDAHMANE Soufiane.

**Devant les membres de jury :**

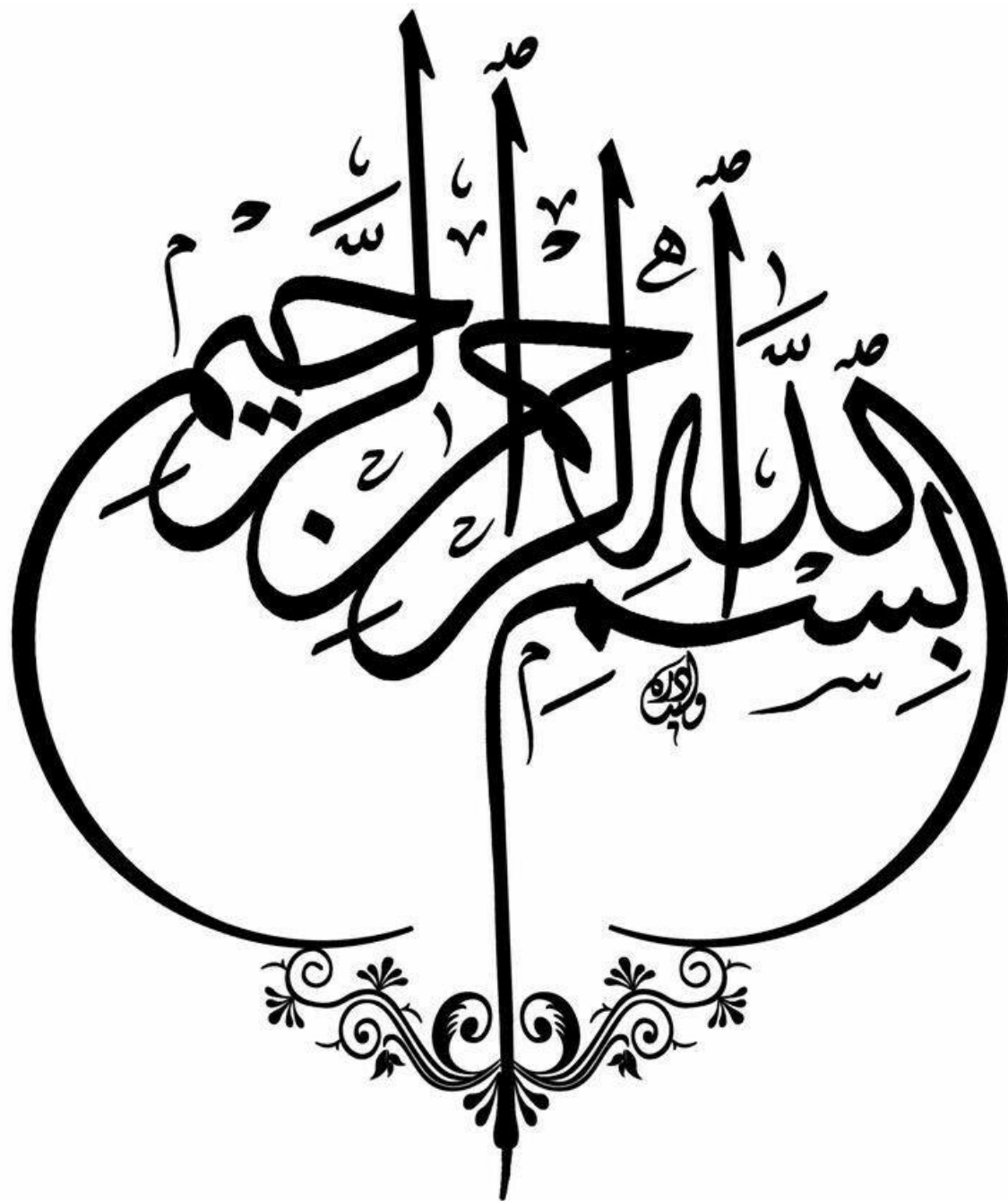
**Président :** Mr AOUFI Imane Maître de conférence (A)A (U. Relizane)

**Encadreur :** Mlle ABDELHAK Zahra Maître de conférence (A) A (U. Relizane)

**Co-Encadreur :** Mr HADJ DOULA Moustafa Docteur A (U. Relizane)

**Examineur :** Mme BENSELAMA Khadidja Maître de conférence (B) A (U. Relizane)

**Année universitaire :2024/2025**



# Dédicace

À celui qui a quitté ce monde, mais jamais mon cœur...

À mon cher père Ben Dahmane Ben Dhiba,  
parti le 2 septembre 2019, laissant derrière lui un vide immense et une  
empreinte indélébile...

Je te dédie ce modeste travail, en témoignage de fidélité et de gratitude, en  
prient Dieu de t'accueillir en Sa vaste miséricorde, et de faire de ce savoir  
un acte pieux en ton nom.

Et à celle qui a toujours été mon pilier, ma force douce dans toutes les  
étapes de ma vie...

À ma chère mère Barached Naïma,

Je t'offre cette mémoire en reconnaissance de ta patience, de tes prières  
sincères et de ton amour inconditionnel.

Tu es la lumière qui a éclairé mon chemin, et le soutien silencieux derrière  
chaque réussite

# DÉDICACE

Louange à Dieu, par la grâce duquel les bonnes œuvres s'accomplissent.  
À mes parents, qui ont planté dans mon cœur les racines de la foi et m'ont enveloppée de prières incessantes.

À ces mains qui ont choisi de me soutenir tout au long de ce parcours.  
À chaque personne qui m'a enseigné une lettre, éclairant ainsi mon chemin.

À mon père, pilier inébranlable,  
qui a supporté en silence les épreuves des jours,  
portant à ma place les fardeaux d'une vie tumultueuse.  
Premier et plus fidèle soutien dans mon parcours,  
ton labeur a porté ses fruits dans ma réussite,  
et tu mérites toute reconnaissance après Dieu.

À ma mère, qui voyait la lumière dans mes yeux,  
qui a dissipé les ténèbres du doute en moi,  
dont les prières étaient mon arme et la patience mon chemin.  
Par Dieu, je n'oublierai jamais ta bienveillance envers moi.  
Merci infiniment.

Et à mon professeur éminent, Monsieur le Docteur Moustafa Hadj Doula,  
qui n'a jamais ménagé ses efforts pour m'enseigner,  
je vous adresse toute ma gratitude et mon estime.

*Khouloud Chamas et  
houla*





*Merci et  
reconnaissance*

*"Je tiens à exprimer ma  
profonde reconnaissance à  
Monsieur Mostefa Hadj  
Douala pour son  
encadrement bienveillant et  
son soutien tout au long de  
mon parcours universitaire."*

## Listes des figures :

<b>FIGURE 1 : IMAGE SATELLITAIRE DU PROJET.</b> .....	20
FIGURE 2 : STRUCTURE D'UNE CHAUSSEE RIGIDE [6].....	27
FIGURE 3: CLASSIFICATION DES ENROBES BITUMINEUX [13].....	32
FIGURE 4: CARTE CLIMATIQUE DE L'ALGERIE [5].....	44
FIGURE 5 : AJOUT DES PERFORMANCES MECANIQUES DES MATERIAUX BITUMINEUX DANS LA BIBLIOTHEQUE DU LOGICIEL ALIZE III (LCPC).....	59
FIGURE 6: LES VALEURS ADMISSIBLES EN FONCTION DES PARAMETRES SPECIFIQUES AU PROJET .....	60
FIGURE 7 : STRUCTURE DE CHAUSSEE MODELISEE.....	60
FIGURE 8 : DEFORMATIONS ADMISSIBLES (ET, ADM) (EZ, ADM).....	61
FIGURE 9 : DEFORMATIONS (ET, EZ) ASSOCIEES A LA STRUCTURE 4BB+10GB+10GB.....	62
FIGURE 10 : DEFORMATIONS (ET, EZ) ASSOCIEES A LA STRUCTURE 4BB+11GB+11GB.....	62
FIGURE 11: DEFLEXION ET RAYON DE COURBURE DE LA DEFORMEE SOUS UNE CHARGE ROULANTE. ....	64

## Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES.....	29
TABLEAU 2 : COEFFICIENT D'EQUIVALENCE POUR CHAQUE SUBSTANCE [29].....	39
TABLEAU 3 : STRUCTURES DISPONIBLES DU CATALOGUE [15].....	41
TABLEAU 4 : CONSTITUTION DES STRUCTURES DE CHAUSSEES.....	42
TABLEAU 5 : TYPE D'UNE CHAUSSEE [3].....	42
TABLEAU 6 : RISQUE ADOPTES POUR LE RESEAU RP1 [15].....	44
TABLEAU 7 : CHOIX DES ZONAGES CLIMATIQUE (CTTP2001) [5].....	45
TABLEAU 8 : CHOIX DES TEMPERATURES EQUIVALENTES (CTTP2001) [15].....	45
TABLEAU 9 : CLASSES DE TRAFIC TPLI ADOPTEES [15].....	46
TABLEAU 10 : CLASSES DE PORTANCE A LONG TERME DU SOL SUPPORT [15].....	47
TABLEAU 11 : CLASSE DE PORTANCE DE LA PLATE-FORME SUPPORT DE CHAUSSEE [29].....	48
TABLEAU 12 : VALEURS DE $T = f(R\%)$ [15].....	49
TABLEAU 13 : EPAISSEURS DE CHAUSSEE EN FONCTION DE L'INDICE DE CBR -METHODES DE CBR.....	55
TABLEAU 14 : EPAISSEURS DE CHAUSSEE EN FONCTION DE L'INDICE DE CBR - METHODES DE CATALOGUE.....	57
TABLEAU 15 : PERFORMANCES MECANIQUE DES MATERIAUX BITUMINEUX [30].....	58
TABLEAU 16 : DES DEFORMATIONS ADMISSIBLES, DES DEFORMATIONS ASSOCIEES, DES RAYONS DE COURBURE ET DES DEFLEXIONS POUR LES STRUCTURES PROPOSEES.....	66
TABLEAU 17 : CLASSES DE DEFLEXION CARACTERISTIQUE POUR LES CHAUSSEES SOUPLES.....	70

Liste des notations :

Code	Description
$e$	Épaisseur totale du corps de chaussée
$e_1, e_2, e_3$	Épaisseurs des couches : surface, base, fondation
$a_1, a_2, a_3$	Coefficients d'équivalence physique des matériaux
<b><i>CBR</i></b>	California Baring Ratio
<b><i>ICBR</i></b>	Indice CBR du sol support
<b><i>N</i></b>	Nombre moyen de poids lourds par jour
<b><i>P</i></b>	Charge par roue (souvent 6.5 tonnes)
<b><i>EV<sub>2</sub></i></b>	Module d'élasticité deuxième charge (essai plaque)
<b><i>S</i></b>	Déflexion caractéristique (en mm)
<b><i>TCE<sub>i</sub></i></b>	Trafic Cumulé Équivalent
<b><i>EME</i></b>	Enrobé à Module Élevé
<b><i>BBME</i></b>	Béton Bitumineux à Module Élevé
<b><i>BB, GB, SB</i></b>	Types d'enrobés bitumineux
<b><i>MTB</i></b>	Matériaux Traités au Bitume
<b><i>MTLH</i></b>	Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques
<b><i>MNT</i></b>	Matériaux Non Traités
<b><i>PFSC</i></b>	Plate-forme support de chaussée
<b><i>RP1, RP2</i></b>	Réseau Principal niveau 1 et 2
<b><i>TP Li</i></b>	Classe de trafic Poids Lourds
$\mu$ ( <b><i>mu</i></b> )	Coefficient de Poisson
<b><i>R</i></b>	Rayon de courbure
<b><math>\sigma</math> (<i>sigma</i>)</b>	Contrainte (tension ou compression)
<b><math>\varepsilon</math> (<i>epsilon</i>)</b>	Déformation
<b><i>k</i></b>	Coefficient de transfert thermique / réaction
<b><i>F</i></b>	Force appliquée
<b><i>d</i></b>	Profondeur de pénétration (dans CBR)

# SOMMAIRE (Table de matière)

Introduction générale : .....	14
-------------------------------	----

## Chapitre I : Présentation du projet

I.1. Introduction : .....	17
I.2. Présentation du projet : .....	18
2.1 Généralités : .....	18
2.1.1. Présentation de la wilaya de Saida : .....	18
2.1.2. Caractéristiques naturelles et géographiques : .....	18
2.1.3. Réseau routier actuel : .....	19
2.1.4. Présentation de La route nationale (RN°06) et du projet : .....	19
I.3. But de projet : .....	21
I.4. Conclusion : .....	22

## Chapitre II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique.

II.1. Introduction : .....	24
II.2. Définition de la chaussée : .....	24
2.1. Différents types de chaussée : .....	24
2.1.1. Chaussées souples ou flexibles : .....	25
2.1.2. Structures bitumineuses épaisses : .....	25
2.1.3. Les chaussées à structure mixte : .....	26
2.1.4. Les chaussées semi-rigides : .....	26
2.1.5. Les chaussées rigides : .....	27
2.1.6. Les chaussées à structure inversée : .....	27
2.1.7. Les chaussées en béton de ciment : .....	27
2.2. Différentes couches de construction de la surface de la route : .....	28
2.2.1. La couche de fondation : .....	28
2.2.2. La couche de base : .....	28
2.2.3. La couche de roulement : .....	28
2.2.4. La couche de régénération ou de traitement (facultative) : .....	28
2.2.5. La couche de surface (ou de finition) (facultative) : .....	28
II.3. Généralités sur les enrobés bitumineux : .....	29
3.1. Définition de l'enrobé bitumineux .....	29
3.2. Composition des enrobés bitumineux .....	29
3.3. Liants hydrocarbonés : .....	29
3.4. Granulats : .....	30

3.5. Classification des enrobés bitumineux :	31
3.5.1. Béton bitumineux (BB) :	32
3.5.2. Grave-Bitume (GB) :	32
3.5.3. Sable bitume (SB) :	33
3.5.4. Bétons bitumineux à module élevé (BBME) :	33
3.5.5. Enrobé à module élevé (EME) :	33
3.6. Recherche bibliographique :	34

### *Chapitre III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.*

III.1. Introduction :	37
III.2. Principales méthodes de dimensionnement :	37
III.3. Méthode empirique CBR :	37
3.1. Définition et principe :	37
3.2. Interprétation des résultats :	38
3.3. Méthode de calcul CBR :	38
3.4. La portance des sols :	39
3.4.1. Avantages et limites de la méthode CBR :	39
3.5. Conclusion :	40
3.6. Méthode théorique (rationnelle) – Catalogue algérien de dimensionnement :	40
3.6.1. Définition :	40
3.6.2. Définir le type de réseau :	40
3.6.3. Choix des structures types par niveau de réseau principal :	41
3.6.4. Constitution des structures de chaussées :	42
3.6.5. La couche de surface :	42
3.6.6. La couche de liaison :	43
3.6.7 Les couches d'assise :	43
3.7. Détermination des épaisseurs nominales d'Assise au Bord droit :	43
3.7.1 Données d'entrée du dimensionnement :	43
3.7.1.1. La durée de service et calcul des risques :	43
3.7.2. Données climatiques :	44
3.7.2.1. Définition de la température équivalente [15] :	45
3.7.3. Trafic :	45
3.7.3.1 Classes de trafic (TPLi) :	46
3.7.3.2 .Trafic cumulé équivalent (TCEi=NE) :	46
3.7.3.3. Calcul de cumulé de poids lourds PL (TCi=NPL) :	46
3.7.4. Plate-forme support de chaussée :	47
3.7.4.1. Classes de sols supports retenues :	47
3.7.5. Calcul des sollicitations admissibles :	48

3.7.6. Calcul des déformations admissible sur le sol support ( $\varepsilon_{z, adm}$ ) :.....	49
3.7.7. Résumé du calcul – Vérification des contraintes et déformations :.....	50
3.7.7.1. Matériaux traités au bitume (MTB) : .....	50
3.7.7.2. Matériaux traités au liants hydrauliques (MTLH) :.....	50
3.7.7.3. Matériaux non traités (MNT) : .....	50
3.7.8. Principe de logiciel :.....	50
II.4. Conclusion : .....	51
<b>Chapitre IV : Etude comparative</b>	
IV.1. Introduction : .....	53
IV.2. Dimensionnement du corps de chaussée - Application au projet : .....	53
2.1. Méthode de CBR :.....	53
2.2. Méthode Catalogue algérienne :.....	55
2.3. Trafic cumulé équivalent (TCEi) [15] :.....	55
2.4. Risque de calcul (R%) [15] : .....	56
2.5. Trafic cumulé de Poids lourds PL (TCi) [15] :.....	56
2.6. Vérification numérique à l'aide du logiciel Alizé III (LCPC) : .....	59
2.6.1. Ajout des performances mécaniques des matériaux bitumineux dans la bibliothèque du logiciel Alizé III (LCPC). .....	59
2.6.2. Les valeurs admissibles en fonction des paramètres spécifiques au projet :.....	59
2.6.3. Structure de chaussée modélisée dans le logiciel Alizé III (LCPC) :.....	60
2.6.4. Les déformations admissibles en traction : .....	61
2.6.5. Déformations ( $\varepsilon_t$ , $\varepsilon_z$ ) associées à la structure de chaussée modélisée dans le logiciel Alizé III-(LCPC) : .....	62
2.6.6. Résultats de la déflexion et le rayon de courbure : .....	65
2.6.7. Commentaires sur le tableau récap. Et les deux graphes :.....	69
2.7. Le rayon de courbure Rdc :.....	69
2.8. Conclusion :.....	70
IV.3. Le déflexion d 1/100mm :.....	70
3.1. Pour les structures proposées selon la méthode CBR : .....	70
3.2. Pour les structures proposées selon le catalogue algérien :.....	71
3.3. Conclusion : .....	72
IV.4. Conclusion :.....	73
Conclusion générale.....	74
Recherches bibliographiques .....	76
Références Bibliographies : .....	77
ANNEXE.....	79

## ملخص :

تلعب البنى التحتية للطرق دورًا رئيسيًا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال تسهيل التنقل وتعزيز التنافسية المحلية. في الجزائر، يُعدُّ وجود شبكة طرق حديثة وصيانتها الجيدة أمرًا أساسيًا لدعم النمو والتكامل الإقليمي. تعتمد ديمومة الأرصفة على تصميمها والمواد المستخدمة فيها وكذلك صيانتها، مع توجه متزايد نحو استخدام الأسفلت عالي الأداء لتحسين الجودة. تقوم هذه الدراسة بتحليل مقارنة لتصميم هيكل الطريق باستخدام مناهج نظرية وتجريبية ورقمية، مطبقة على مشروع ازدواج الطريق الوطني رقم 06 على مسافة 7 كيلومترات بين سيدي عيسى (ولاية سعيدة) وحدود ولاية معسكر. يتكون العمل من أربعة فصول تغطي السياق الإقليمي، المواد الأسفلتية، طرق التصميم (طريقة CBR ومعيار (كتالوج) الطرق الجزائري)، بالإضافة إلى التطبيق العملي مع التحقق الرقمي باستخدام برنامج Alizé LCPC، اعتمادًا على المعايير النظرية للهبوط الإنضغاطي ونصف قطر الانحناء لمختلف هياكل الطريق المقترحة بالإعتماد على الطريقتين، مع دمج الأسفلت عالي المودول.

الكلمات المفتاحية: الرصيف، طريقة CBR، طريقة الكتلوج، الانحراف، نصف قطر الانحناء.

## Resumé :

Les infrastructures routières jouent un rôle clé dans le développement économique et social en facilitant la mobilité et en renforçant la compétitivité locale. En Algérie, un réseau routier moderne et bien entretenu est essentiel pour soutenir la croissance et l'intégration régionale. La durabilité des chaussées dépend de leur conception, des matériaux utilisés et de leur entretien, avec une tendance vers l'utilisation d'enrobés bitumineux à hautes performances pour améliorer la qualité. Cette étude analyse de manière comparative le dimensionnement du corps de chaussée selon des approches théoriques, empiriques et numériques, appliquées au projet de dédoublement de la Route Nationale N°06, sur 7 km entre Sidi Aïssa (Saïda) et la limite de la wilaya de Mascara. Le travail est structuré en quatre chapitres couvrant le contexte régional, les matériaux bitumineux, les méthodes de dimensionnement (CBR et catalogue algérien), ainsi que l'application pratique avec une vérification numérique via le logiciel Alizé LCPC, s'appuyant sur les paramètres théoriques de déflexion et de rayon de courbure des corps de chaussée proposés par ces deux méthodes, avec l'intégration des enrobés à modules élevés.

**Mots clés :** Chaussée, méthode CBR, méthode de catalogue, déflexion, rayon de courbure.

## Abstract:

Road infrastructures play a key role in economic and social development by facilitating mobility and strengthening local competitiveness. In Algeria, a modern and well-maintained road network is essential to support growth and regional integration. Pavement durability depends on design, materials used, and maintenance, with a trend toward using high-performance bituminous mixtures to improve quality. This study presents a comparative analysis of pavement design using theoretical, empirical, and numerical approaches, applied to the widening project of National Road No. 06 over a 7 km section between Sidi Aïssa (Saïda) and the border of Mascara province. The work is structured into four chapters covering the regional context, bituminous materials, design methods (CBR method and Algerian catalog), and practical application with numerical verification via Alizé LCPC software, based on theoretical parameters of deflection and radius of curvature of the pavement structures proposed by these two methods, including the integration of high-modulus bituminous mixtures.

**Keywords:** Pavement, CBR method, catalog method, deflection, radius of curvature.

# **Introduction**

## **Générale**

## **Introduction générale :**

---

### **Introduction générale :**

Les chaussées, ou infrastructures routières, constituent un pilier fondamental du développement économique et social d'un pays. Elles facilitent la mobilité des personnes et le transport des marchandises, en réduisant les distances et en assurant la connexion entre les différentes régions ainsi qu'avec le reste du monde. Elles jouent également un rôle déterminant dans la compétitivité locale en réduisant les coûts liés au transport et à la logistique.

En Algérie, les infrastructures routières occupent une place stratégique dans le processus de développement national, aussi bien sur le plan économique que social. Elles forment un maillage essentiel pour la circulation des biens et des personnes, favorisant ainsi les échanges à l'échelle nationale. Un réseau routier étendu, modernisé et bien entretenu représente dès lors un levier clé pour stimuler la croissance, renforcer l'intégration régionale et améliorer les conditions de vie des populations.

Les avantages offerts par les chaussées dépendent étroitement de leur conception, de la qualité de leur construction ainsi que de leur entretien régulier. Une planification rigoureuse, une ingénierie de haut niveau et une gestion efficace sont indispensables pour garantir la performance des infrastructures routières et assurer leur pérennité à long terme.

L'homogénéité des matériaux utilisés dans les différentes couches du corps de chaussée constitue un facteur déterminant pour la durabilité et le bon comportement de la structure. Il est essentiel de sélectionner des matériaux adaptés, présentant des propriétés mécaniques cohérentes et constantes dans chaque couche. Dans cette optique, on privilégie aujourd'hui l'utilisation d'enrobés modernes à hautes performances, tels que les enrobés à module élevé (EME), les Bétons Bitumineux à Module Élevé (BBME), ou les Bétons Bitumineux à Module Amélioré (BBMA), tout en réduisant progressivement le recours aux enrobés classiques comme le Grave Bitume (GB) ou les Bétons Bitumineux ordinaires (BB), afin de garantir des structures plus performantes et durables.

La présente étude vise à effectuer une analyse comparative du dimensionnement du corps de chaussée en appliquant trois approches distinctes : théorique, empirique et numérique. Cette analyse porte sur deux structures différentes dans le cadre du projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, reliant la commune de Sidi Aïssa (wilaya de Saïda) à la limite de la wilaya de Mascara, sur un linéaire de 7 kilomètres.

Pour atteindre cet objectif, ce travail est structuré en cinq chapitres principaux, organisés comme suit :

Dans le premier chapitre offre une vue d'ensemble de la région de Saïda, incluant une définition de la route, une présentation des réseaux routiers locaux, ainsi que les caractéristiques naturelles et géographiques de la région. Il présente également la Route Nationale n°06 (RN06) et le projet de son dédoublement. Ce dernier, reliant Sidi Aïssa à la limite wilaya de Mascara, constitue une initiative stratégique de grande envergure, marquant un tournant significatif dans le développement des infrastructures routières en Algérie.

## **Introduction générale :**

---

Le deuxième chapitre est dédié aux généralités sur la chaussée et les enrobés. Il comprend également une synthèse bibliographique portant sur la modélisation et le comportement des chaussées réalisées avec de nouveaux matériaux bitumineux.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation des méthodes de dimensionnement du corps de chaussée. Deux approches y sont détaillées : la première repose sur la méthode CBR (California Bearing Ratio), appliquée en considérant la route la plus sollicitée, tandis que la seconde s'appuie sur le catalogue algérien des chaussées neuves du CTTP, avec une approche basée sur le cumul des charges de poids lourds.

Le quatrième et dernier chapitre présente l'application des deux méthodes de dimensionnement sur un tronçon de 7 km du projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, reliant la commune de Sidi Aïssa (wilaya de Saïda) à la limite de la wilaya de Mascara. Il inclut également une vérification numérique à l'aide du logiciel Alizé LCPC, ainsi qu'une interprétation des résultats de calculs portant sur les paramètres théoriques de déflexion et le rayon de courbure, en lien avec les corps de chaussée proposés par la méthode CBR et le catalogue algérien.

# **Chapitre I :**

## **Présentation du projet**

# CHAPITRE I : Présentation de Projet

---

## I.1. Introduction :

L'Algérie enregistre chaque année un nombre très élevé d'accidents de la route, dus à divers facteurs. L'un des principaux est la croissance démographique, accompagnée par une augmentation significative du parc automobile national. Cette évolution exerce une pression croissante sur le réseau routier actuel, devenu insuffisant pour absorber ce flux. Face à cette situation, l'État algérien a entrepris des projets de modernisation des infrastructures routières afin de répondre aux nouveaux besoins de mobilité. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet que nous étudions les 7 kilomètres du projet principal : il s'agit du projet de dédoublement de la route nationale N°06 reliant les frontières de la ville de Mascara à la ville de Sidi Aïssa (Wilaya de Saïda), en passant par la commune de Meftah Sidi Boubaker.

Dans ce chapitre, nous présenterons en détail le projet, en commençant par une description générale de la wilaya de Saïda et de son contexte territorial. Nous aborderons ensuite l'emplacement du projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, reliant les limites wilaya de Mascara à la ville de Sidi Aïssa (wilaya de Saïda), en passant par la commune de Meftah Sidi Boubaker.

Cette présentation mettra en évidence les aspects techniques du projet, les principaux défis liés à sa réalisation, ainsi que les impacts environnementaux et sociaux potentiels. Enfin, les mesures envisagées pour atténuer ces effets négatifs seront également examinées.

## **CHAPITRE I : Présentation de Projet**

---

### **I.2. Présentation du projet :**

#### **2.1. Généralités :**

##### **2.1.1. Présentation de la wilaya de Saïda :**

Saïda est située à l'ouest du pays, à environ 470 km de la capitale de la république. Elle occupe une superficie de 6 613 km<sup>2</sup> avec (06) départements et (16) communes. Saïda rentre dans le cadre des états des hauts plateaux occidentaux. Selon le découpage, Saïda est située à l'ouest du pays, à Les frontières de l'État sont devenues les suivantes :

Du nord : l'état de Mascara.

Depuis le sud : Wilayat El Bayadh.

De l'est : Tiaret.

Depuis l'ouest : Sidi Bel Abbès.

La population de Saïda, selon les dernières statistiques, est d'environ plus de 330 000

Habitants, avec une densité de population de 46,97 H/km<sup>2</sup> [1].

La position de Saïda, de par ses caractéristiques géographiques et spatiales, lui confère un emplacement privilégié au cœur de la région des Hauts Plateaux Ouest. Cette position centrale la place à proximité immédiate des besoins en sous-traitance provenant des bassins industriels et artisanaux, existants et futurs, des wilayas de Tlemcen, Sidi Bel-Abbès, Tiaret, Aïn Sefra, El-Bayadh et Naâma.

De plus, la wilaya de Saïda dispose de deux grandes zones industrielles (situées dans les communes de Saïda et de Aïn El-Hadjar), capables d'accueillir un grand nombre de projets d'investissement économique et industriel.

Les eaux minérales représentent également un créneau très important pour la wilaya, en raison de leur qualité reconnue.

Par ailleurs, la prospection géologique a révélé une richesse minérale très diversifiée, susceptible d'être valorisée par une exploitation industrielle. On y trouve notamment : du calcaire pour agrégats, du calcaire pour ciment, de la dolomie pour agrégats, de l'argile pour la fabrication de briques et de tuiles, ainsi que des gisements de granite, des indices de barytine, d'or et de cuivre.

##### **2.1.2. Caractéristiques naturelles et géographiques :**

###### **Climat :**

La Wilayat de Saïda est caractérisée par son climat continental (semi-aride, chaud en été, froid en hiver) Elle est également caractérisée par deux régions distinctes : au nord les montagnes d'Al-Dhaya, et au sud les hauts plateaux.

## CHAPITRE I : Présentation de Projet

---

### Reliefs :

Une zone heureuse est un mélange géographique dans lequel des montagnes et des forêts d'une beauté à couper le souffle, des cascades qui coulent et des grottes qui racontent l'âge de la région, de sorte qu'elle apparaît comme une merveilleuse peinture dont les couleurs s'harmonisent et se fondent dans une forme naturelle, homogène et attrayante. Atrous, le mont El Labba, ainsi que des cascades dont la plus célèbre est la cascade de Tiferet, qui est une destination touristique importante pour son intimité naturelle et esthétique, ainsi qu'une petite cascade dans la vallée de Houent [1].

### 2.1.3. Réseau routier actuel :

La wilaya de Saida possède une ouverture importante en matière de réseaux routiers avec les Wilayates environnantes (la RN6, RN92 et la RN94), et un réseau ferroviaire allant de MOHAMMADIA vers BECHAR (en passant par SAIDA et NAAMA) [2].

La wilaya bénéficie d'une position centrale stratégique dans la partie Nord-Ouest du pays, son principal atout c'est d'être situé à des distances modestes des principales villes de cette partie du territoire [2].

- 175 Km d'Oran ;
- 75 Km Mascara ;
- 158 Km de Tiaret ;
- 550 Km de Bechar ;
- 92 Km Sidi -Bel Abbes ;
- 200 Km El Bayadh.

La wilaya de Saida dispose de **26** routes nationales qui s'étendent sur 402 Kms, **50** chemins de wilaya qui s'étendent sur 616 Kms et **119** chemins communaux qui s'étendent sur 1716 Kms dont 588 Kms revêtus.

### 2.1.4. Présentation de La route nationale (RN°06) et du projet :

La Route Nationale n°6 (RN6) est une route stratégique algérienne reliant Sig, dans la wilaya de Mascara, à Timiaouine, dans la wilaya de Bordj Badji Mokhtar, sur une longueur d'environ 2163 km.

Dans le cadre du programme 2025 du ministère des Travaux Publics et des Infrastructures de Base, la wilaya de Saïda, en collaboration avec la Direction des Travaux Publics de la wilaya (maître d'ouvrage), a bénéficié d'un projet de dédoublement de la RN6 sur une distance de 23 kilomètres. Ce tronçon s'étend de la limite avec la wilaya de Mascara jusqu'à la localité de Sidi Aïssa (wilaya de Saïda), en passant par la commune de Meftah Sidi Boubaker.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet, portant sur l'étude d'un segment de 7 kilomètres de ce tracé.

Ce projet spécifique vise le dédoublement de la chaussée, ce qui consiste à transformer la route existante en deux chaussées séparées, chacune comportant deux voies unidirectionnelles. L'objectif principal est d'améliorer la fluidité de la circulation et de renforcer la sécurité routière en séparant les flux de trafic dans les deux sens. Chaque sens de circulation bénéficiera ainsi de

# CHAPITRE I : Présentation de Projet

deux voies distinctes, ce qui est particulièrement important pour les sections connaissant un trafic dense.

Ce projet s'inscrit dans le cadre des efforts nationaux de modernisation et de sécurisation des infrastructures routières en Algérie.

Figure 1 : Image satellitaire du projet.



## CHAPITRE I : Présentation de Projet

---

### I.3. But de projet :

Le projet vise à sécuriser et moderniser l'infrastructure routière dans le but de favoriser le développement économique et social de la région.

Dans notre cas, l'objectif principal est d'améliorer le niveau de service de la route existante à travers son élargissement et son renforcement.

Pour atteindre cet objectif, les actions suivantes ont été définies :

- Assurer une meilleure fluidité de la circulation et renforcer la sécurité des usagers.
- Augmenter la capacité de la route pour répondre à la croissance du trafic.
- Améliorer le niveau de service de l'infrastructure existante.
- Renforcer la chaussée sur les sections existantes nécessitant une remise à niveau.
- Mettre en place une structure de chaussée adaptée, capable de supporter le trafic actuel et futur.

## **CHAPITRE I : Présentation de Projet**

---

### **I.4. Conclusion :**

En conclusion, le projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, reliant Sidi Aïssa à Mascara, représente une initiative stratégique majeure et un tournant important dans le domaine des infrastructures routières en Algérie. Ce projet s'inscrit pleinement dans les efforts de l'État visant à moderniser et à renforcer le réseau routier national.

Il devrait avoir un impact significatif sur la sécurité routière, améliorer la fluidité de la circulation et faciliter les déplacements des personnes ainsi que le transport des marchandises. Ces améliorations auront des retombées positives sur le développement économique et social de la région, en dynamisant son activité.

Il est donc essentiel d'assurer un suivi rigoureux de la mise en œuvre du projet, tout en respectant scrupuleusement les normes techniques et les exigences environnementales, afin d'atteindre les objectifs fixés et de garantir des résultats durables, sûrs et efficaces.

**Chapitre II :**

**Généralités sur la**

**chaussée, les enrobés et**

**synthèse bibliographie**

## **CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique**

---

### **II.1. Introduction :**

Le processus de détermination des dimensions des installations routières est considéré comme une étape importante dans l'achèvement du projet routier, car il est exposé à diverses restrictions qui conduisent à sa détérioration importante. Afin de limiter cela, plusieurs couches peuvent être prises pour contrôler ces routes. Cela comprend la sélection des matériaux requis avec les propriétés requises et la détermination simultanée de l'épaisseur des différentes couches de la structure routière. Afin de garantir de bonnes propriétés mécaniques lui permettant de supporter toutes les charges tout au long de sa durée de vie opérationnelle. Tout ceci est basé sur les critères de base suivants :

- Trafic
- Environnement routier
- Terrain d'appui

### **II.2. Définition de la chaussée :**

Une route désigne la partie d'une route ou d'une autoroute réservée à la circulation des véhicules. C'est la surface sur laquelle circulent les voitures, les camions, etc., et elle peut être constituée de différents matériaux, qui lui permettent de supporter des charges.

La fonction de la chaussée est de transférer les forces causées par le trafic au sol sous-jacent et de les répartir de manière appropriée. La structure de la chaussée doit être conçue de manière à ce que la pression verticale transmise au sol porteur soit suffisamment faible en tout point, afin que le sol puisse la supporter sans dommage.

Les structures de chaussée sont constituées d'une couche de base et d'une couche de surface, qui fournissent une résistance mécanique au sol.

Les couches de base offrent une résistance mécanique aux charges verticales causées par le trafic [3].

### **2.1. Différents types de chaussée :**

Il existe plusieurs types de chaussées, qui varient en fonction de leur composition et de leur utilisation. Voici les principaux types :

1. Chaussées souples.
2. Chaussées bitumineuses épaisses.
3. Chaussées à assise semi-rigide traitée aux liants hydrauliques.
4. Chaussées à structure mixte.
5. Chaussées à structure inverse.
6. Chaussées en béton de ciment.

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

### 2.1.1. Chaussées souples ou flexibles :

Les chaussées souples, couramment utilisées pour les routes et autoroutes, ont une épaisseur totale comprise entre 30 et 60 cm. Elles sont constituées d'une couche superficielle de matériau bitumineux ( $\leq 12$  cm), reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités. Ce type de chaussée, utilisant principalement de l'asphalte ou du béton bitumineux, est apprécié pour sa capacité à se déformer sans se fissurer, offrant ainsi un bon compromis entre coût, performance et durabilité [3].

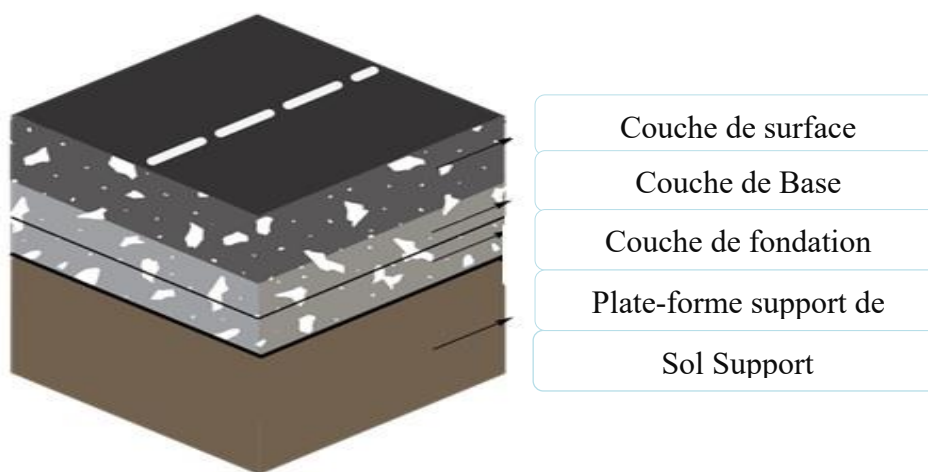


Figure 1 : Structure d'une chaussée souple [4].

### 2.1.2. Structures bitumineuses épaisses :

Ce type de structure se caractérise par une épaisseur de matériau bitumineux supérieure à 12 cm, avec un matériau de base à liant hydrocarboné d'une épaisseur comprise entre 15 et 40 cm et des couches de surface et de base en matériaux bitumineux. Ces matériaux de base presque rigides permettent de répartir les contraintes verticales tout en minimisant les efforts au niveau du plan d'appui.

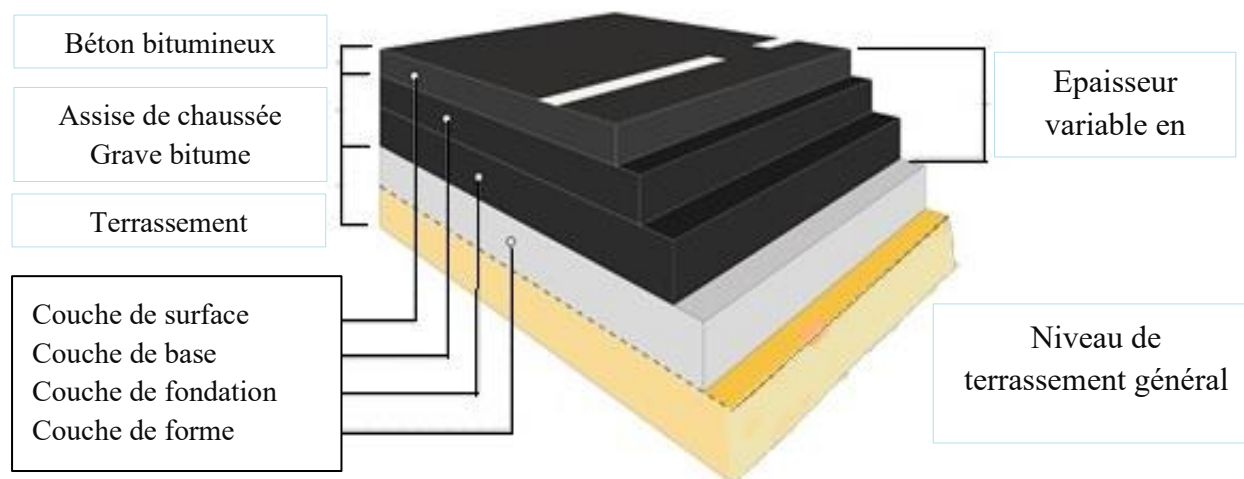


Figure 2 : chaussée bitumineuse [5].

# CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

## 2.1.3. Les chaussées à structure mixte :

Routes à structure mixte dont les couches de base sont composées de deux matériaux différents : les couches supérieures sont constituées de matériaux bitumineux reposant sur une base de matériaux traités avec des liants hydrauliques (MTLH). Ce type de structure vise à répartir les charges afin de minimiser leur impact sur le sol support. L'épaisseur du matériau bitumineux est comprise entre 0,4 et 0,5 % de l'épaisseur totale de la route

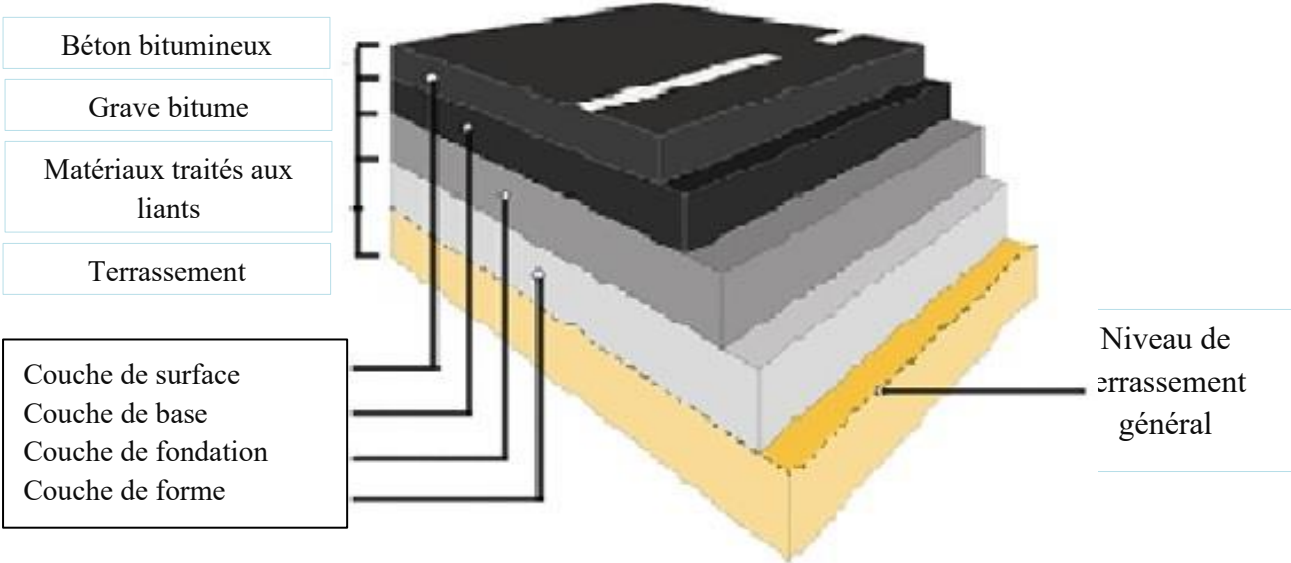
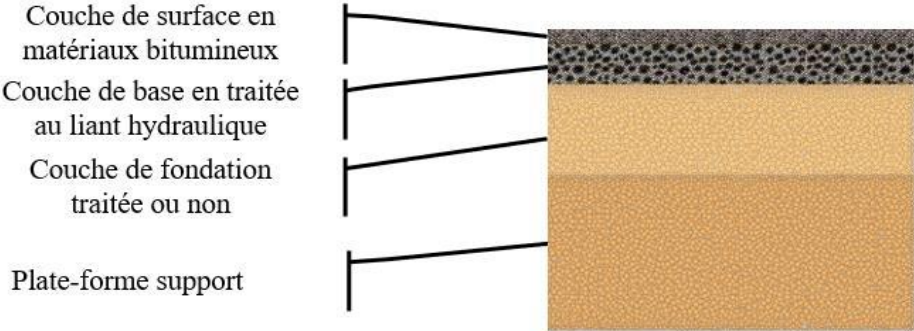


Figure 3 : Chaussée à structure mixte [5].

## 2.1.4. Les chaussées semi-rigides :

Ce type de chaussée à assise traitée aux liants hydrauliques comporte une couche de surface bitumineuse qui repose sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques d'une épaisseur de 20 à 50 cm. En raison du risque élevé de retraites thermiques, des fissures peuvent apparaître et remonter jusqu'à la couche de surface [6].



## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

Figure 4 : Structure d'une chaussée semi-rigide [6].

### 2.1.5. Les chaussées rigides :

Les chaussées rigides contrairement aux souples et semi-rigides, utilisent principalement du béton comme matériau de surface. Ce type de chaussées est très résistant aux déformations, aux charges lourdes et aux conditions climatiques extrêmes.

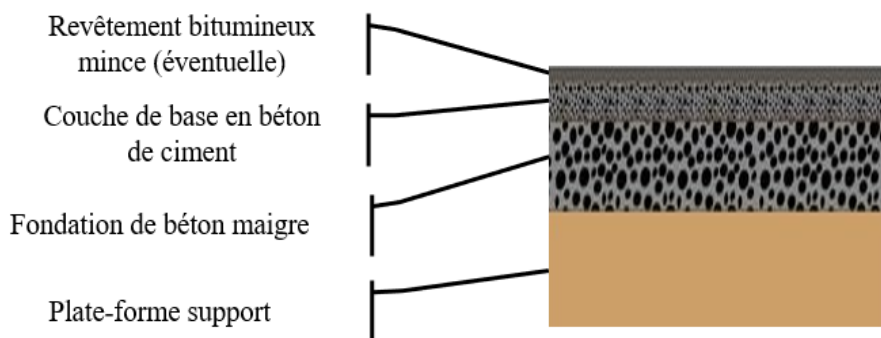


Figure 2 : Structure d'une chaussée rigide [6].

### 2.1.6. Les chaussées à structure inversée :

Sont des routes à trois couches : Une couche superficielle de matériaux bitumineux pour l'étanchéité, une couche granulaire destinée à absorber les fissures dans la couche de fondation, et une couche de fondation composée de matériaux traités hydrauliquement destinés à répartir les charges et les pressions dans la couche de fondation.

### 2.1.7. Les chaussées en béton de ciment :

Sont constituées d'une surface en béton liquide. Il s'agit de routes rigides composées de trois couches : La couche de fondation en béton liquide vibré, la couche de base et la couche de forme. La composition de ce type de chaussée assure l'absorption des efforts en **limitant** leur transmission au sol. Elles sont disponibles en quatre versions :

- **Les dalles sans couche de fondation :**

Ils sont constitués de dalles en béton de ciment de 20 à 28 cm sans armature, posées sur une sous-couche faible en béton non armé (12 à 18 cm) ou sur des matériaux traités aux liants hydrauliques (15 à 20 cm).

- **Dalles armées avec fondations :**

Dalles en béton de 17 à 23 cm d'épaisseur (avec armature continue entre les dalles), posées sur un socle en béton de faible pente (14 à 22 cm).

- **Dalles sans fondations :**

Dalles en béton de ciment de 28 à 39 cm d'épaisseur posées directement sur une couche drainante en matériau granulaire ou en tissu géotechnique.

Le béton armé continu est de deux types (avec des armatures sur toute la longueur de la route) :

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

- ✓ Type A : Epaisseur de la dalle (16 à 24 cm), reposant sur une faible fondation en béton avec une pente de 12 à 14 cm.
- ✓ Type B : Dalle en béton de ciment (18 à 24 cm d'épaisseur), posée sur une couche d'asphalte de 5 cm et une fondation en sable à liant hydraulique (50 à 60 cm).

### 2.2. Différentes couches de construction de la surface de la route :

Les chaussées sont généralement constituées de plusieurs couches superposées, chacune ayant un rôle spécifique dans la distribution des charges et l'amélioration de la durabilité de la route. Voici les principales couches qui composent une chaussée :

#### 2.2.1. La couche de fondation :

**Rôle :** Il s'agit de la couche la plus profonde, chargée de transmettre les charges vers le sol et d'assurer une bonne stabilité de la chaussée.

**Composition :** Elle peut être réalisée à partir de grave-bitume ou de granulats traités, afin d'améliorer leur résistance à l'humidité et aux charges liées au trafic intense.

#### 2.2.2. La couche de base :

**Rôle :** Elle sert à répartir les charges et à garantir la résistance mécanique de la chaussée. Elle soutient les couches supérieures et améliore la durabilité.

**Composition :** Cette couche est souvent composée de matériaux granulaires traités (gravier, sable stabilisé, béton bitumineux).

#### 2.2.3. La couche de roulement :

**Rôle :** C'est la couche supérieure, en contact direct avec les roues des véhicules. Elle doit assurer une bonne adhérence, une résistance à l'usure et à l'eau, tout en offrant un confort de conduite.

**Composition :** Selon le type de chaussée, elle peut être faite de béton bitumineux (asphalte), de béton, ou d'autres matériaux spécifiques comme les pavés.

#### 2.2.4. La couche de régénération ou de traitement (facultative) :

**Rôle :** Elle peut être ajoutée pour améliorer la résistance à l'usure ou à la pollution, et garantir une meilleure étanchéité de la chaussée.

**Composition :** Cette couche peut être constituée de matériaux spécifiques comme des liants ou des traitements à base de bitume.

#### 2.2.5. La couche de surface (ou de finition) (facultative) :

**Rôle :** C'est une couche optionnelle qui permet d'améliorer l'aspect esthétique, de prévenir l'usure ou de renforcer l'adhérence de la chaussée.

**Composition :** Elle est souvent réalisée avec des matériaux spécifiques comme des enrobés ou des revêtements spéciaux.

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

Chaque couche joue un rôle essentiel dans la structure globale de la chaussée, contribuant à sa stabilité, sa longévité et à la sécurité des usagers.

Le tableau récapitulatif illustre les différentes couches des divers types de chaussées :

**Tableau 1** : Les différents types de chaussées.

Les chaussées souples	Les chaussées semi-rigides	Les chaussées rigides
Couche de roulement	Couche de roulement	Couche de roulement Dalle en béton
Couche de base	Couche de base	Couche de fondation
Couche de fondation	Couche de fondation	Couche de forme
Sol support	Sol support	Sol support

### II.3. Généralités sur les enrobés bitumineux :

Dans cette section du chapitre, nous allons définir ce que sont les enrobés bitumineux. Nous commencerons par présenter brièvement quelques généralités à leur sujet, ainsi que sur leurs composants principaux — le bitume et les granulats — en mettant en avant les caractéristiques spécifiques de chacun."

#### 3.1. Définition de l'enrobé bitumineux

L'enrobé bitumineux est un matériau composite constitué d'un mélange de granulats (graviers, sables, fines) et d'un liant hydrocarboné (bitume, éventuellement des additifs) ; Les granulats assurent la structure rigide de l'enrobée et le bitume procure la cohésion de l'ensemble et il est responsable du caractère visqueux [7].

Chacun de ces deux constituants est défini par ses caractéristiques rhéologiques et mécaniques. La connaissance de ces caractéristiques permet d'obtenir l'abonne tenue du mélange bitumineux [7].

#### 3.2. Composition des enrobés bitumineux

Les enrobés bitumineux à deux composants principaux pour formuler, le liant hydrocarbonés et les granulats.

#### 3.3. Liants hydrocarbonés :

Les liants hydrocarbonés, jouent un rôle important dans la technique routière moderne, sont connus et utilisés depuis longtemps, les propriétés d'adhésivité et l'imperméabilité des bitumes naturels et les asphaltes ont été connus depuis l'apparition de la civilisation dans la vallée de l'Euphrate en Mésopotamie.

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

Le mot "liant" peut être défini comme substance qui sert à rassembler de façon durable, des particules généralement solides, l'adjectif "hydrocarboné" désigne l'assemblage d'atomes de carbone et d'hydrogène.

La substance additionnée aux particules solides développe au sein d'un mélange des forces d'adhésion et de cohésion, assurant une certaine rigidité et une résistance à la déformation en traction, une résistance à la compression et une résistance au cisaillement.

- a) Les liants naturels, qui se trouvent dans la nature le plus souvent associés à des matières minérales, et qui sont utilisés depuis très longtemps. C'est la roche asphaltique qui se présente dans le gisement et qui après broyage donne *asphalte* ou bitume naturel.
- b) Les goudrons, qui proviennent de la pyrogénéation, à l'abri de l'air, de matières d'origine végétal : houille, tourbe, bois, lignite...etc.
- c) Les bitumes, qui sont obtenus par raffinage des pétroles bruts et des résidus pétroliers

Le bitume présente des propriétés complexes, soit sur le plan de sa composition chimique ou soit sur sa réponse aux sollicitations mécaniques. Il possède un grand pouvoir adhésif pour agglomérer. Les variations importantes de sa viscosité en fonction de la température permettent un mélange adéquat avec les granulats lors dans les différentes étapes de fabrication et de mise en œuvre de l'enrobé et par conséquent une bonne stabilité lors de l'exploitation de la chaussée, sous sollicitation mécaniques, thermiques et climatiques [7].

### 3.4.Granulats :

Les granulats utilisés dans les enrobés peuvent être divisés en deux grandes catégories : les granulats naturels en provenance de carrières, sablières et gravières et les granulats d'autres origines tels que des granulats recyclés, des sous-produits d'origine industrielle ou des granulats fabriqués pour un usage spécifique [8].

#### 3.4.1. Rôles des granulats dans l'enrobé :

Les granulats utilisés dans les enrobés en couche de roulement jouent un rôle de première importance dans le phénomène d'adhérence pneus – chaussée. Sous l'effet de la circulation, les granulats en surface tendent à se polir plus ou moins rapidement selon leur nature et leur composition minéralogique.

À court ou à moyen terme, selon la densité du trafic, la chaussée peut devenir glissante. Cet aspect fait l'objet de recherches en laboratoire et sur la route dans le but de déterminer les textures de surface et les compositions minéralogiques des matériaux granulaires afin d'obtenir des mélanges bitumineux rugueux qui répondent aux conditions exigées.

Ainsi les caractéristiques de surface et de forme des granulats influençant le lien bitume-granat, la maniabilité et la performance des enrobés bitumineux ; Certains phénomènes d'orniérage ou de désenrobage peuvent s'expliquer par l'interaction entre le bitume et les granulats ou d'après la forme des granulats.

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

Les granulats utilisés dans la confection des enrobés bitumineux doivent donc répondre à des critères de qualité et à des caractéristiques propres à chaque usage [9].

### 3.4.2. Classification des granulats :

Les granulats sont classifiés en différentes classes granulaires selon la taille des éléments. Une classe granulaire (d/D) est répertoriée par la taille du plus petit grain « d » et du plus gros grain « D » ; la taille est exprimée en millimètre. Il est admis qu'une fraction granulaire peut comporter jusqu'à 15% de matériaux excédentaires supérieurs.

On peut distinguer les classes granulaires suivantes :

- ① Les fines 0/D avec  $D \leq 0,080$  mm ;
- ② Les sables 0/D avec  $D \leq 6,6$ mm ;
- ③ Les gravillons d/D avec  $d \geq 2$  mm et  $D \leq 31,5$  mm ;
- ④ Les cailloux d/D avec  $d \geq 20$  mm et  $D \leq 80$  mm ;
- ⑤ Les graves 0/D avec  $6,3\text{mm} < D \leq 80$  mm ;

Le filler est constitué des éléments très fins, de diamètre inférieur à 63 microns. Il provient du dépoussiérage de granulats ou de production industrielle par mouture de roche, ces fillers à une surface spécifique très élevée et il absorbe une part importante du liant [10].

Le mélange du filler avec le liant constitue le mastic qui confère sa stabilité à l'enrobé, et l'épaisseur du film de mastic est caractérisée par un critère s'appelle le module de richesse.

La propreté du filler, en particulier sa faible teneur en argile, est primordiale afin de garantir un bon comportement mécanique [10]. L'arrangement des différentes classes granulaires forme la courbe granulométrique d'un mélange bitumineux [11].

### 3.5. Classification des enrobés bitumineux :

Les "Enrobés bitumineux" sont des matériaux résultant d'un mélange des granulats et d'un liant hydrocarboné. Le mélange liant – granulats obtenu est constitué de trois phases [12] :

- La phase solide : Représentée par le squelette granulaire ;
- La phase visqueuse : Représentée par l'apport du liant qui assure la cohésion ;
- La phase gazeuse : Représentée par le pourcentage des vides contenu dans le mélange.

Dans le domaine routier on rencontre plusieurs et différent type des enrobés bitumineux, et le schéma suivant nous aide à connaître les principales différences entre ces plusieurs types :

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

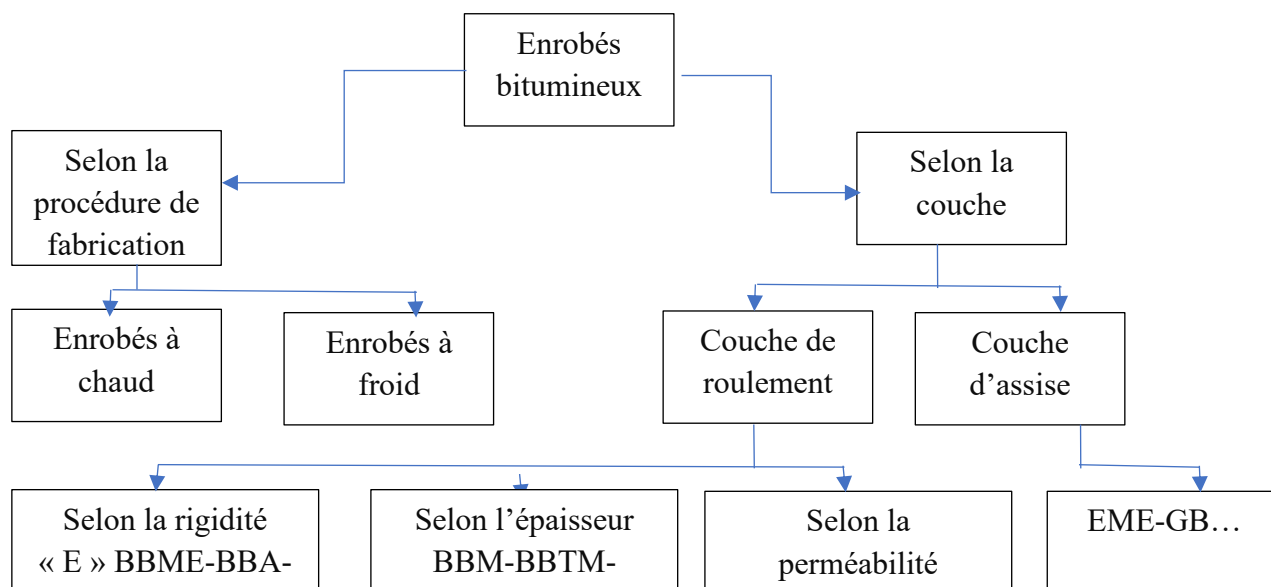


Figure 3: Classification des enrobés bitumineux [13]

Et d'après cette classification on sort avec plusieurs types des enrobés, ci-dessous on présente quelques types et leurs utilisations.

### 3.5.1. Béton bitumineux (BB) :

Le béton bitumineux (BB) est un mélange à granulométrie continue, composé de gravillons, de sable, de filler, de liant bitumineux et éventuellement d'additifs.

Les classes granulaires des bétons bitumineux spécifiées dans ce cahier des charges sont : BB 0/8, BB 0/12 et BB 0/14.

Leur domaine d'utilisation diriger vers :

- ✓ Ce type de matériau est bien adapté aux couches de surface des chaussées à forts trafics en raison des bonnes caractéristiques mécaniques. Il est aussi bien utilisé pour les chaussées neuves qu'en renforcement.
- ✓ Selon le type, il convient pour couche de roulement ou couche de liaison de routes, autoroutes et aérodromes. Il est fabriqué, mis en œuvre et compacté à chaud [14].

### 3.5.2. Grave-Bitume (GB) :

La grave-bitume (GB) est un mélange à granulométrie continue 0/20, constitué de granulats, de sable, de filler, de liant bitumineux et éventuellement d'additifs. Elle est adaptée pour la couche de base des routes, autoroutes et aérodromes. Fabriquée, mise en œuvre et compactée à chaud, elle assure la portance de la chaussée ainsi que la répartition des charges du trafic transmises par les couches de surface.

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

Elle permet également de créer le profil souhaité de la chaussée, notamment en tant que couche de reprofilage.

Leur domaine d'utilisation diriger vers :

- ✓ La technique des graves bitumes est destinée à la réalisation des assises de chaussée (couche de base et couche de fondation).
- ✓ Réseau RP1 : Classes de trafic TPL3 à TPL7 [14].

### 3.5.3. Sable bitume (SB) :

Le sable bitume est un mélange d'un ou plusieurs sables avec du bitume pur. Généralement, le mélange nécessite l'ajout de fines provenant soit des matériaux de concassage – broyage (sable fileries, fines calcaires), soit des pulvérulents industriels (chaux, ciment).

Le bitume utilisé doit être assez dur, de classe 40/50 ou 20/30 afin d'assurer une rigidité et une stabilité convenable [15].

Leur domaine d'utilisation c'est d'emploi en couche de base pour les chaussées du réseau principal de niveau 2, il aussi utilise comme couche anti remontée de fissures [14].

### 3.5.4. Bétons bitumineux à module élevé (BBME) :

Le cas de notre étude, les BBME sont obtenus à partir d'un mélange de bitume pur ou modifié, de granulats fabriqués dans une centrale d'enrobage. Ils se caractérisent par un module de rigidité « E » plus élevé que les enrobés classiques et par une bonne tenue à l'orniérage [14].

Cet enrobé est destiné aux couches de roulement des routes nationales et régionales empruntées par un trafic moyen et dense.

Les BBME permettent une meilleure résistance à l'orniérage. Ils s'appliquent sur des épaisseurs de 5 à 7 cm pour les BBME 0/10 et 6 à 9 cm pour les BBME 0/14 [14].

### 3.5.5. Enrobé à module élevé (EME) :

Ce mélange est destiné aux couches de liaison soumises à un trafic lourd (principalement pour diminuer l'orniérage) ; Ce sont des Enrobes préparés à partir d'un mélange de liant hydrocarboné, de granulats et/ou d'additifs minéraux ou organiques, dosés, chauffés et malaxés dans une installation appelée centrale d'enrobage. Ils sont destinés la réalisation des assises dans le cadre de travaux neuf sou de renforcement de chaussées.

Ils se caractérisent par un module de rigidité élevé atteignant 17000 MPa et une plus grande résistance à la fatigue que les enrobés classiques [16].

On distingue deux classes de performance classe 1 et classe 2. Les granularités utilisées sont 0/10,0/14 et 0/20 [17].

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

Chaque type d'EME comprend deux classes granulaires qui diffèrent entre elles notamment par leur teneur en liant et la dureté. On distingue [16] :

- ✓ EME Classe 1 : correspond à des graves bitumes à module élevé obtenues par l'emploi d'un bitume dur, aux dosages voisins de ceux des graves bitumes (GB).
- ✓ EME Classe 2 : correspond à un enrobé à module élevé comportant, de plus, un très bon comportement en fatigue, du fait du dosage élevé en bitume dur, généralement parlant de l'EME.

Les types des enrobes mentionnés au-dessus les plus connus et utilisés en Algérie, reste entre types des enrobes tels que drainant, aéronautique...etc.

### 3.6. Recherche bibliographique :

L'utilisation et la mise en œuvre de matériaux bitumineux denses et classiques, ainsi que de matériaux traités aux liants hydrauliques, constituent un facteur déterminant expliquant l'écart observé entre la théorie, la réalisation et le comportement réel des chaussées. De nombreuses recherches ont ainsi été menées sur la modélisation et le comportement des chaussées construites avec de nouveaux matériaux bitumineux. Parmi les contributeurs les plus notables à ces travaux figurent :

- S. Medelci Chiali, K. Ait Mokhtar [18], En Algérie, face à la croissance de la demande en transport, l'État développe le réseau routier. Le dimensionnement des chaussées est crucial pour des raisons fonctionnelles, économiques et environnementales. Depuis 2001, un catalogue national propose des structures types, mais il ne prend pas en compte les matériaux locaux aux propriétés variées. Il est donc nécessaire de créer des guides techniques régionaux, fondés sur une base de données nationale des matériaux locaux, pour compléter le catalogue existant.
- S. Khaled [19], Ce travail de recherche évalue les propriétés mécaniques de deux matériaux locaux pour les chaussées, développe un code de simulation numérique par éléments finis, et analyse le comportement non linéaire des structures routières. Il intègre des données d'essais pour évaluer la performance de différents modèles de dimensionnement.
- L. Philipe, S. Jean-Michel [20], L'essai de déformabilité de surface est essentiel pour évaluer l'état des structures de chaussée. En constante évolution depuis 50 ans, il nécessite aujourd'hui une méthode actualisée. Cet article présente une nouvelle approche comprenant six modes opératoires adaptés à différents contextes, définissant les procédures d'essai et d'analyse. Un essai de référence permet de fixer les performances minimales des déflectomètres. Cette méthode favorise une évaluation objective des équipements et l'élaboration de Plans d'Assurance Qualité pour les essais routiers.
- M. Morsli et A. Bali [21], qui souligne que, bien que calquée sur la modélisation des chaussées en Grave Non Traitée (GNT), la chaussée saharienne en tufs présente des

## CHAPITRE II : Généralités sur la chaussée, les enrobés et synthèse bibliographique

---

caractéristiques très différentes, tant par les matériaux utilisés que par les conditions du sol support.

- T. Mounir [22], Cette étude vise à modéliser le comportement des matériaux locaux non traités, à analyser la sensibilité des chaussées souples aux variations de leurs caractéristiques, et à évaluer l'effet des interfaces. Elle met en évidence l'intérêt d'un modèle linéaire équivalent et l'importance de mieux connaître les matériaux locaux pour optimiser le dimensionnement et réduire les coûts de construction.
- B. Lyes et K. Roufida [23] analysent les dégradations des chaussées souples et proposent des solutions de réparation et de renforcement, en s'appuyant sur le logiciel Alizé 1.5 et un cas d'étude réel, afin d'améliorer leur portance, même en conditions extrêmes.
- O. Salah Eddine [24] étudie les méthodes de dimensionnement des chaussées, en présentant leurs bases techniques, les matériaux utilisés, et en proposant la solution la plus économique à l'issue d'une évaluation comparative.
- D. Radia [25] souligne que les géosynthétiques, largement utilisés en génie civil pour renforcer des ouvrages sur des sols difficiles, offrent des solutions économiques et durables. Sa recherche se concentre sur la simulation numérique de l'amélioration de la portance d'une couche de forme renforcée par géogrille sur un sol faible, afin de réduire l'épaisseur des couches de chaussée.
- D. Mahmoud et S. Anes [26] valorisent les matériaux locaux, notamment la marne et le sable calcaire de Ghardaïa, comme solution économique pour réduire l'utilisation des matériaux nobles. Leur étude géotechnique et minéralogique analyse l'effet de l'ajout de sable calcaire sur les propriétés physiques et mécaniques de la marne. Les résultats montrent qu'un mélange composé de 80 % de marne et 20 % de sable calcaire offre les meilleures performances.
- M. Yasmine et F. Amel [27] travaillent sur l'étude et la conception du corps de chaussée d'un tronçon routier de 185 m, intégré dans une route de 2,5 km reliant le pôle urbain Saf-Saf à la RN29 (Wilaya de Blida), en utilisant les méthodes CTP et CBR. Par ailleurs, ils ont réalisé une étude de stabilité de talus basée sur la méthode d'équilibre limite de Bishop, afin de déterminer le comportement approprié pour assurer leur stabilité.
- B. Madani, H. Ahmed el hani [28], Ce mémoire a pour objectif de comparer une chaussée souple et une chaussée rigide sur la RN23, en s'appuyant sur les méthodes de dimensionnement algériennes. L'étude analyse les aspects techniques, économiques et environnementaux, en tenant compte des matériaux, de la mise en œuvre, de la durabilité, de l'entretien, du recyclage et des coûts de construction

**Chapitre III :**

**Méthodes de**

**dimensionnement du**

**corps de chaussée.**

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

---

### **III.1. Introduction :**

Pour mieux comprendre la conception des routes, ce chapitre expose les principales méthodes de dimensionnement utilisées afin de garantir une structure solide et pérenne. Il présente également la définition et le fonctionnement du logiciel Alizé LCPC.

### **III.2. Principales méthodes de dimensionnement :**

Toutes les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée reposent sur la portance du sol, le niveau de trafic, ainsi que sur les caractéristiques mécaniques des matériaux composant les différentes couches. Dans le cadre de cette étude, les structures seront dimensionnées selon les deux méthodes suivantes :

- Méthode empirique du CBR : La route la plus chargée.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTP : Le cumul du poids lourds

Ensuite, les dimensions de ces structures sont évaluées numériquement à l'aide de logiciel *Alizé III* LCPC.

### **III.3. Méthode empirique CBR :**

Le CBR (California Bearing Ratio) a été développé en Californie dans les années 1920 afin d'estimer la capacité portante des sols destinés aux chaussées. Cette méthode consiste à mesurer la force nécessaire pour enfoncer un piston de diamètre standard dans un échantillon de sol à une profondeur donnée. La résistance ainsi obtenue est comparée à celle d'un matériau de référence, généralement une pierre broyée. Le CBR est exprimé en pourcentage de la force requise pour pénétrer le sol par rapport à celle nécessaire pour pénétrer la pierre de référence.

Cette méthode empirique est principalement utilisée dans la construction routière pour évaluer la capacité portante des sols et dimensionner les couches de fondation.

#### **3.1. Définition et principe :**

Le CBR (California Bearing Ratio) est un test de pénétration réalisé sur des échantillons de sol généralement compactés. Il permet d'évaluer la capacité du sol à résister à la déformation sous l'effet des charges de trafic. Ce test mesure la force nécessaire pour enfoncer un piston standard dans le sol, comparée à celle requise pour pénétrer un matériau de référence, habituellement un calcaire compacté.

Le test CBR consiste à mesurer la résistance du sol en fonction de la profondeur de pénétration du piston. Après compactage du sol à une densité déterminée, un piston est enfoncé à vitesse constante. La force exercée pour atteindre différentes profondeurs est enregistrée, puis ces données sont utilisées pour calculer la valeur du CBR.

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

### 3.2. Interprétation des résultats :

Les résultats du test CBR sont exprimés en pourcentage. Plus le CBR est élevé, plus la résistance du sol est grande. Par exemple, un sol avec un CBR de 20% est plus résistant qu'un sol avec un CBR de 5%. Ce pourcentage peut être utilisé pour dimensionner les couches de sol et de matériaux nécessaires pour assurer la stabilité et la durabilité de la route.

Le CBR peut être utilisé pour classer les sols en fonction de leur capacité portante, ce qui aide à choisir les matériaux les plus appropriés pour la construction routière.

En fonction des valeurs du CBR, les ingénieurs déterminent l'épaisseur des différentes couches de fondation, telles que la couche de base, le sous-bas et la couche de surface.

### 3.3. Méthode de calcul CBR :

#### 1 - Test CBR en laboratoire :

Le test CBR est souvent réalisé en laboratoire sur des échantillons de sol. Voici les principales étapes du test :

#### 2- Préparation de l'échantillon :

Le sol est compacté dans un moule de manière à obtenir une densité correspondant aux conditions du terrain.

L'échantillon est généralement saturé d'eau pour simuler les conditions naturelles du sol.

#### 3- Insertion du piston :

Un piston de diamètre standard (généralement 50 mm) est utilisé pour pénétrer dans le sol avec une charge appliquée progressivement.

La pénétration du piston est mesurée à différentes charges. La charge est appliquée à des intervalles de 0,1 mm de pénétration.

#### 4- Calcul du CBR :

Le CBR est calculé en fonction de la force nécessaire pour provoquer une pénétration de 2,5 mm et de 5 mm dans l'échantillon de sol.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$\text{Avec :} \quad e = \frac{100 + \sqrt{p}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

e : épaisseur du corps de chaussée ; ICBR : indice CBR (sol support)

N : Nombre moyen de poids lourd passant par jour

P : charge par roue P = 6.5 T (essieu 13,5 T)

L'épaisseur de chacune des couches est donnée par la relation suivante :

$$e = \sum a_i \times e_i \quad \text{et} \quad e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

a1, a2, a3 : sont les coefficients d'équivalence physique relatifs au gravier concassé.

e1, e2, e3 : Il s'agit de l'épaisseur réelle des couches.

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

Tableau 2 : Coefficient d'équivalence pour chaque substance [29]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse et T.V. O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume GB	1.50

### 3.4. La portance des sols :

Il s'agit d'une étude géotechnique nécessaire dont l'importance réside dans l'identification et la classification des sols sensibles à l'eau.

○ **Cas des sols sensibles à l'eau :** Dans ce cas, des études géotechniques complémentaires sont nécessaires, basées sur l'essai CBR. Ces études prennent en compte la région climatique ainsi que les types de sols afin d'évaluer leur capacité à résister à l'essai. La durée de l'essai est de 4 jours et l'indice CBR est déterminé avec un taux de confiance de 95 %.

○ **Cas des sols insensibles à l'eau (graviers) et des sols grossiers :** Lorsque la proportion d'éléments de taille supérieure à 20 mm est importante, la capacité portante est déterminée par des essais spécifiques adaptés à ces matériaux.

Le module d'élasticité du sol  $EV_2$  et la déflexion caractéristique sont liés par une relation  $S$  exprimée comme suit : [14]

$$Ev_2 \geq 120MPa \text{ et } EV_2/EV_1 \leq 2, 2$$

#### 3.4.1. Avantages et limites de la méthode CBR :

##### 3.4.1.1. Avantage :

**Simplicité et coût :** La méthode CBR est relativement simple à mettre en œuvre et peu coûteuse par rapport à d'autres méthodes plus complexes de tests mécaniques de sols.

**Utilisation répandue :** Elle est largement utilisée et reconnue dans l'ingénierie routière et est intégrée dans de nombreuses normes de construction.

##### 3.4.1.2. Limite :

**Méthode empirique :** Étant fondée sur des observations pratiques, elle peut ne pas être applicable à des conditions de sol très particulières ou dans des régions avec des types de sols atypiques.

**Influence de l'humidité :** Les résultats du test CBR peuvent être fortement influencés par l'humidité du sol, ce qui nécessite une gestion soignée des conditions d'essai.

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

---

### **3.5. Conclusion :**

La méthode CBR est un outil fondamental dans le domaine de la géotechnique et de la construction de routes, permettant de mesurer la portance des sols et de dimensionner les chaussées en fonction de cette donnée. Bien qu'elle soit empirique, elle reste un standard en raison de sa simplicité et de son efficacité dans des conditions normales de sol.

### **3.6. Méthode théorique (rationnelle) – Catalogue algérien de dimensionnement :**

#### **3.6.1. Définition :**

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées [15].

Ces structures pré-calculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de documents d'accompagnement (normes, guides techniques, recommandations...) [15].

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

#### **3.6.2. Définir le type de réseau :**

Le dimensionnement des structures de chaussée fait appel au choix de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier. Concrètement, ceci se traduit par un classement en type de réseaux routiers regroupant des routes de mêmes catégories du point de vue trafic et considérations socio-économiques [15].

Les études initiées par les services du Ministère des Travaux Publics ont abouti en 1996 à la décomposition du réseau routier national comme suit [15] :

- Le réseau est divisé en deux parties, le réseau principal (RP1) et (RP2). La longueur totale du RP est d'environ 18 400 km.
- Le réseau secondaire (RS) constitue le reste des routes qui ne sont pas classées comme (RP) et sa longueur est de 7900 et la catégorie de niveau de réseau est déterminée sur la base de :
  - ✓ Données sur les mouvements des morose.
  - ✓ Intérêt social et économique.

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

Réseau principal de niveau 01 (RP1) :

- Trafic plus de 1500 véhicules en 24 heures.
- Liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya
- Liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique
- Des liens économiques et stratégiques importants, un réseau de routes nationales (Rn).

Réseau principal de niveau 02 (RP2) :

Il supporte un trafic d'au moins 1500 véhicules par 24 heures et est constitué de routes nationales RN, de routes nationales CW et de liaisons reliant l'Algérie aux pays voisins.

### **3.6.3. Choix des structures types par niveau de réseau principal :**

Ce choix est fait en relation avec le type de réseau retenu (RP 1 ou RP2). Le tableau 1 ci-dessous synthétise l'éventail des structures types disponibles dans les fiches techniques de dimensionnement du catalogue [15].

**Tableau 3 : Structures disponibles du catalogue [15]**

Niveau de réseau principal (RPi)	Matériaux types	Structures
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GB/GB,</li> <li>• GB/GNT,</li> <li>• GB/TUF</li> <li>• , GB/ SG,</li> <li>• GB/AG.</li> </ul>
	MTLH (matériaux traités aux liants hydrauliques)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GL/ GL</li> <li>• Bcg/ GC</li> </ul>
RP1	MNT (matériaux non traités)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GNT/GNT,</li> <li>• TUF/TUF,</li> <li>• AG/AG,</li> <li>• SG/SG</li> </ul>
	MTB (matériaux traités au bitume)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SB/ SG</li> </ul>

GB : grave bitume, GL : grave-laitier, Bcg : béton de ciment goujonné, GC : grave ciment, GNT : grave non traitée, SG : sable gypseux, TUF : encroûtement calcaire, AG : arène granitique, SB : sable bitume. Se référer à l'annexe 1 et 2 pour les ressources en granulats et matériaux locaux

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

### **3.6.4. Constitution des structures de chaussées :**

Les structures routières sont composées de plusieurs couches superposées, chacune jouant un rôle spécifique dans la répartition des charges et la durabilité de la chaussée. Ces différentes couches sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 4 :** Constitution des structures de chaussées.

Couche de surface (1)	Dalle de béton de ciment (5)
Couche de base (2)	Couche de fondation (3)
Couche de fondation (2)	Couche de forme éventuelle (4)
Couche de forme éventuelle (4)	

### **3.6.5. La couche de surface :**

Est constituée de deux couches : une couche de roulement + une couche de liaison éventuelle [29].

**Tableau 5 :** Type d'une chaussée [3]

2ème partie de la structure de chaussée : Corps de chaussée	Couche de roulement	Couche de surface (1)
	Couche de liaison (facultative) : éventuelle.	
	Couche de base	
	Couche de fondation	Couches d'assise : Certaines structures n'ont qu'une seule couche de base.
11 <sup>ème</sup> partie de la structure de chaussée,  Plate -forme support de la chaussée ou PFSC	Couche de fin réglage	Il est probable qu'il soit surmonté d'une couche de réglage des basses non traitées.  Couche de terrassement
	Couche de forme Arase de terrassement communément appelée « Fond de Forme »	
	La Partie Supérieure des terrassements (PST)	

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

---

### **3.6.6. La couche de liaison :**

La couche de liaison est une couche placée entre la couche d'assise et la couche de roulement, de sorte que les granules (les grains) sont placés entre les couches supérieure et inférieure. Son placement peut être nécessaire dans certains cas, en fonction de la nature du chemin d'usure, de la quantité de mouvement et de son rôle de base.

- ✓ Imperméabilisation
- ✓ Résistance à l'orniérage
- ✓ Amélioration de l'uni ..... [3]

### **3.6.7. Les couches d'assise :**

La couche d'assise est généralement constituée de deux couches. :

1. Couche de base
2. Couche de fondation

Elles assurent le rôle suivant :

Fournir une résistance mécanique aux charges verticales résultant du mouvement du trafic, de sorte que la charge soit répartie sur la plate-forme de manière à permettre la répartition de la pression appliquée à la route en raison du trafic, permettant ainsi à la déformation de rester dans les limites admissibles.

### **3.7. Détermination des épaisseurs nominales d'Assise au Bord droit :**

#### **3.7.1. Données d'entrée du dimensionnement :**

Cette partie des études concerne l'examen de l'adéquation de la route ainsi que l'étude générale du projet routier.

- Les concepts de durée initiale et de risque de calcul.
- Données climatiques.
- Le trafic et la classe du trafic TPLi adoptés.
- Plate-forme support de chaussée.
- Propriétés mécaniques des matériaux pris en compte.

#### **3.7.1.1. La durée de service et calcul des risques :**

Les risques de calcul et de conception initiale sont définis comme suit : Les considérations de sécurité et économiques sont censées être le processus de maintenance avant que la destruction de la structure routière ne se produise.

La probabilité qu'une détérioration se produise avant une certaine période d'années, qui est P, est appelée « période de calcul initiale ».

La valeur extraite est inférieure à une constante et est appelée « risque calculé » ; et sa définition est la suivante :

Un risque de x% sur une période de p années pris pour le dimensionnement de la chaussée, c'est la probabilité pour qu'apparaissent ou cour de ceps années des désordres qui impliqueraient des travaux de renforcement assimilables à une reconstruction de la chaussée, en l'absence de toute intervention d'entretien structurel dans l'intervalle [5]

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

Tableau 6 : Risque adoptés pour le réseau RP1 [15]

Classe de trafic		TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

### 3.7.2. Données climatiques :

Le dimensionnement des chaussées en Algérie repose sur deux données climatiques clés :

#### 1. L'état hydrique du sol-support :

- Évalué via l'essai CBR, ajusté selon la zone climatique locale (voir tableau 7 et Figure 4 de l'annexe 3 du fascicule 1 [5]).

#### 2. Les cycles saisonniers de température :

- Pris en compte via la **température équivalente ( $\theta_{eq}$ )**, qui reflète les variations annuelles de température et influence les matériaux bitumineux (GB, BB, SB).

Ces paramètres permettent d'adapter la conception des chaussées pour garantir leur **durabilité** et leur **performance** selon les conditions environnementales. Le site du projet est classé en Zone II selon le *Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves (2001 CTPP)* [5].

Les différentes zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau 7 et l'annexe 3 du fascicule [5].

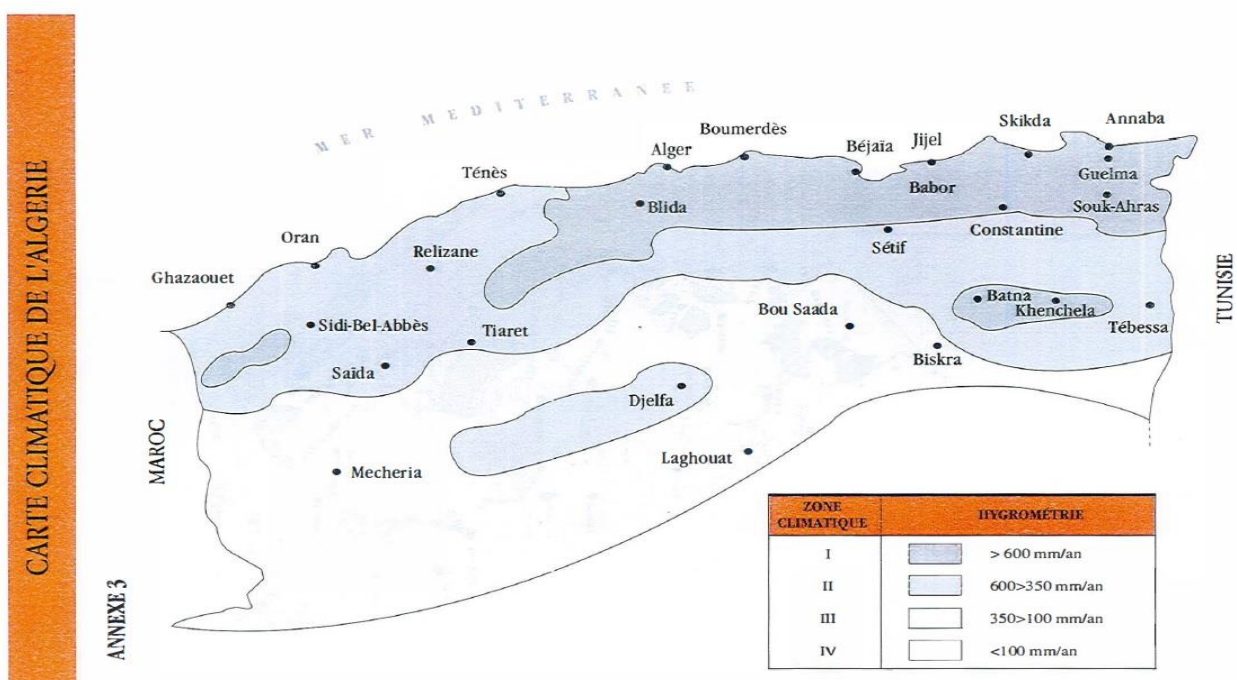


Figure 4: Carte climatique de l'Algérie [5]

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

Tableau 7 : Choix des zonages climatique (CTTP2001) [5].

Zone climatique	Pluviométrie (mm/ans)	Climat	Région
I	>600	Très humide	Nord
II	350-600	Humide	Nord, Hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	Hauts plateaux
IV	<100	Aride	Sud

### 3.7.2.1. La température équivalente [15] :

Le calcul de dimensionnement est fait pour une température constante dite température équivalente  $\theta_{eq}$ . Celle-ci est telle que la somme des dommages subis par la chaussée pendant une année, pour une distribution de température donnée, soit égale au dommage que subirait la chaussée soumise au même trafic mais pour une température constante  $\theta_{eq}$ . Cette dernière se détermine par application du cumul des dommages de la loi de Miner.

Les valeurs de température équivalentes ( $\theta_{eq}$ ) retenues pour le calcul du dimensionnement sont données dans le tableau 8 ci-dessous [15] :

Tableau 8 : Choix des températures équivalentes (CTTP2001) [15].

Zone climatique	I et II	III	IV
Température équivalente $\theta_{eq}$	20°C	25°C	30°C

### 3.7.3. Trafic :

Fin de déterminer les dimensions des routes, il est nécessaire de connaître et de déterminer la catégorie de trafic (TPLi) avec le nombre de véhicules lourds que la route devra transporter pendant sa durée de vie utile uniquement. Les routes sont conçues pour le passage des poids lourds, qui sont des véhicules avec un poids maximum autorisé par (PTAC). Son poids est supérieur à 35 kN. Si les données du projet de véhicule total correspondent à une charge d'un poids supérieur à 50 kN,

Pour le calcul du dimensionnement proprement dit, c'est le trafic cumulé sur la durée de vie choisie qui est à prendre en considération. Ceci fait intervenir les notions d'agressivité des poids lourds et de trafic cumulé équivalent (TCEi) [15].

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

### 3.7.3.1. Classes de trafic (TPLi) :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic PL/j/sens compté en moyenne journalière annuelle (MJA), sur la voie la plus chargée, à l'année de mise en service. Le tableau 10 ci-dessous donne par niveau de réseau (RP 1 ou RP2), les classes de trafic adoptées [5].

Tableau 9 : Classes de trafic TPLi adoptées [15].

(PL/jour/sens)	Classe de trafic (TPLi)	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
	RP1	-	-	-	150 à 300	300 à 600	300 à 1500	1500 à 3000	5000 à 6000
	RP2	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300	-	-	-	-

### 3.7.3.2. Trafic cumulé équivalent (TCEi=NE) :

Le TCEi est le trafic dont nous devons tenir compte lors du calcul des dimensions et qui correspond à un nombre cumulé équivalent à 13 tonnes sur la durée de vie.

**NB :** En Algérie l'essieu maximum légal est l'essieu de référence standard qui est l'essieu isolé à deux roues doubles avec une force de 130 kN (13 tonnes), Dans cette équation, nous calculons le TCEi, qui inclut l'agressivité des (A) PL, en utilisant la formule suivante :

$$TCEi = TPLi \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times A \quad [15]$$

Avec :

$$TCEi = TPLi \times C \times A \times 10^3 \quad \text{Avec :} \quad C = 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times 10^{-3} \quad [15].$$

i : taux de croissance du trafic

A : coefficient d'agressivité de poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes. En fonction de réseau principal RPi [15].

### 3.7.3.3. Calcul de cumulé de poids lourds PL (TCi=NPL) :

TCi est le trafic PL total dans la période pour laquelle les dimensions sont spécifiées (durée de vie) et est donné par la formule suivante :

$$TCi = TPLi \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad [15]$$

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

**NB :**

- Cette formule est calculée si les hypothèses de forte croissance du trafic sont réduites à un seul taux de croissance annuel par rapport à l'année d'entrée en service [15].
- Dans d'autres cas, pour déterminer les dimensions mécaniques de la chaussée, il est important de déterminer le nombre cumulé de véhicules lourds qui correspond au mouvement cumulé des marchandises lourdes. Les créances irrécouvrables sont calculées en appliquant la formule suivante :

$$NPL = 365 \times TMJA \times C \quad [3]$$

Avec :

TMJA Nous l'exprimons sous forme de nombre de PL/jour/sens pour la voie la plus chargée de l'année de mise en service.

$$\text{Croissance arithmétique : } C = n \left( 1 + t * \frac{(n-1)}{2} \right) \quad [3]$$

$$\text{Croissance géométrique : } C = \frac{((1+t)^n - 1)}{t} \quad [3]$$

Avec :

n : période de cumul en année

t : taux de croissance arithmétique ou géométrique du trafic poids lourds en pourcentage.

### 3.7.4. Plate-forme support de chaussée :

#### 3.7.4.1. Classes de sols supports retenues :

Le sol support de chaussées est assimilé à un massif semi-infini élastique, homogène et isotrope. Les caractéristiques mécaniques nécessaires pour la modélisation (*Alizé III*) sont le module de Young (E) et le coefficient de Poisson (u).

- Le coefficient de Poisson (u) pour les sols est en général pris égal à 0,35.
- Le module du sol support (E) appelé également module de Young

Les classes de portances sont données dans le tableau 12 ci-dessous [15] :

**Tableau 10 :** Classes de portance à l'1<sup>er</sup> terme du sol support [15].

Classes de portances (Si)	S4		S3		S2		S1	
Modules (MPa)	15	25	25	50	50	125	125	200

D'autres classes de structures sont également définies selon le **catalogue des structures types de chaussées neuves (LCPC)**. Elles sont regroupées en trois catégories ascendantes, classées en fonction de leur capacité portante, allant de **PF2 à PF4**.

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

Ces structures sont spécifiquement conçues pour assurer les fonctions requises lorsque le **PST (plate-forme supérieure de terrassement)** ne présente pas une portance suffisante pour répondre aux exigences du projet.

**Tableau 11** : Classe de portance de la plate-forme support de chaussée [29]

Classe de portance	Pf1	Pf2	Pf3	Pf4
Module (MPa)	20	50	120	200

### 3.7.5. Calcul des sollicitations admissibles :

La contrainte admissible pour chaque matériau est calculée selon la relation suivante :

#### 3.7.5.1. Matériaux traités au bitume :

Le calcul de la déformation admissible en traction ( $\varepsilon_{t,ad}$ ) à la base des couches bitumineuses peut être effectué selon la relation suivante :

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot Kne \cdot K\theta \cdot Kr \cdot Kc$$

Où :

$\varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})$  : C'est la déformation limite qui est maintenue en fin de  $10^6$  cycles avec une probabilité de défaillance du facteur. 50% à  $10^\circ\text{C}$  et  $25\text{Hz}$  (essai de fatigue).

$Kne$  : Il s'agit d'un facteur lié au nombre cumulé d'axes bonus supportés par la route.

$k\theta$  : facteur lié à la température

$Kr$  : Facteur associé au risque et à la distraction

$Kc$  : Facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées. Avec :

$$Kne = \left(\frac{10^6}{TVEi}\right)^b, k\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta eq)}}, Kr = 10^{-tb\delta}$$

D'où

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \cdot \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta eq)}} \cdot 10^{-tb\delta} \cdot Kc$$

Avec

TCE i : Trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée

b : pente du droit de fatigue ( $b < 0$ ) .

E ( $10^\circ\text{C}$ ) : Module complexe du matériau bitumineux à  $10^\circ\text{C}$ .

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

E ( $\theta_{eq}^{\circ}C$ ) : Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}Sh\right)^2}$$

Avec :

SN : C'est la dispersion sur la loi de la fatigue

Sb : C'est la dispersion sur épaisseurs et son unité est (en centimètres)

c : coefficient égal à 0,02

t : C'est une fonction du risque adopté ( $r\%$ ), une fraction de la loi normale.

**Tableau 12** : Valeurs de  $t = f(r\%)$  [15].

R %	2	3	5	7	10	12	15
T	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	1,036
R %	20	23	25	30	35	40	50
t	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

### 3.7.5.2. Matériaux traités aux liants hydrauliques :

La contrainte de traction admissible  $\sigma_{t,ad}$  est calculée à la base des couches traitées avec des liants hydrauliques en utilisant la relation suivante :

$$\sigma_{t,ad} = \sigma_6 \cdot K_{ne} \cdot K_r \cdot K_d \cdot k_c$$

$\sigma_6$  : contrainte de flexion limite à  $10^6$  cycles donnée par l'essai de fatigue.

$k_d$  : Il s'agit d'un facteur lié aux effets des fissures et du gradient thermique.

$K_{ne}, K_r, k_c$  : Il est également écrit comme suit

$$\sigma_{t,ad}(\text{bars}) = \sigma_6 \cdot \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \cdot 10^{-tb\delta} \cdot K_d \cdot K_c$$

### 3.7.6. Calcul des déformations admissible sur le sol support ( $\varepsilon_{z, adm}$ ) :

La déformation verticale  $\varepsilon_z$ , calculée à l'aide du modèle numérique (logiciel) *Alizé III*, devra être limitée à une valeur admissible.

$\varepsilon$  qui est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement.

Des chaussées algériennes. Cette formule est la suivante :

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$$

## CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.

### 3.7.7. Résumé du calcul – Vérification des contraintes et déformations :

La vérification des contraintes, des déformations verticales du sol support ( $\varepsilon_z$ ), ainsi que des déformations admissibles en traction ( $\varepsilon_t$ ), doit être réalisée en tenant compte des caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les couches de chaussée et le sol support."

Les déformations verticales ( $\varepsilon_z$ ,  $\varepsilon_t$ ), obtenues à l'aide du logiciel *Alizé III*, doivent rester inférieures à une valeur admissible déterminée à partir d'une **relation empirique**, issue d'une **étude statistique du comportement des chaussées algériennes**. Cette approche permet d'assurer la durabilité de la structure en limitant les déformations excessives et les risques de rupture en traction

#### 3.7.7.1. Matériaux traités au bitume (MTB) :

Il convient de vérifier que les déformations  $\varepsilon_t$  (traction) et  $\varepsilon_z$  (verticale), calculées à l'aide du logiciel *Alizé III*, sont inférieures aux valeurs admissibles correspondantes, à savoir  $\varepsilon_{t, adm}$  et  $\varepsilon_{z, adm}$  :

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t, adm} \quad et \quad \varepsilon_z < \varepsilon_{z, adm}$$

#### 3.7.7.2. Matériaux traités au liants hydrauliques (MTLH) :

Dans ce cas également, les contraintes et déformations obtenues par le calcul à l'aide d'*Alizé III* doivent être comparées aux valeurs admissibles, et vérifiées comme étant inférieures à ces dernières :

$$\sigma_t < \sigma_{t, adm} \quad et \quad \varepsilon_z < \varepsilon_{z, adm}$$

#### 3.7.7.3. Matériaux non traités (MNT) :

Dans le cas des MNT, la vérification doit être réalisée uniquement sur le sol support :

$$\varepsilon_z < \varepsilon_{z, adm}$$

### 3.7.8. Principe de logiciel :

Le logiciel *ALIZÉ III - LCPC* repose sur la méthode rationnelle de dimensionnement mécanique des structures de chaussée. Cette méthode est principalement destinée au dimensionnement des chaussées neuves, quelle que soit leur classe de trafic, allant des chaussées à faible trafic jusqu'aux chaussées à fort trafic.

Basé sur un modèle multicouche, élastique et linéaire, le logiciel permet de calculer les contraintes et les déformations aux différentes interfaces d'une structure pouvant comporter jusqu'à six couches, considérées comme infinies dans le plan.

## **CHAPITRE III : Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.**

---

### **II.4. Conclusion :**

Les autorités choisissent le type de chaussée en fonction de critères comme les conditions environnementales, le trafic prévu et les contraintes techniques.

La méthode du catalogue, simple à appliquer, est moins précise que la méthode CBR, qui offre une meilleure fiabilité mais nécessite des essais en laboratoire et une expertise géotechnique. Le choix dépend des ressources et des exigences du projet.

Le logiciel *Alizé III* est un outil performant pour le dimensionnement des chaussées. Il propose une approche mécanistique avancée, permettant d'optimiser la conception selon les contraintes du terrain et du trafic. Il garantit des infrastructures routières sûres, durables et adaptées aux besoins actuels et futurs.

En somme, Alizé est un pilier du génie civil moderne dans le domaine routier, facilitant à la fois la conception, l'analyse et le suivi des performances des chaussées.

# **Chapitre IV :**

## **Etude comparative**

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### IV.1. Introduction :

Après avoir étudié les différents paramètres influençant le dimensionnement des chaussées, nous proposons dans cette section un calcul de l'épaisseur d'une chaussée souple en utilisant les deux méthodes exposées dans le chapitre précédent.

Le trafic pris en compte correspond à un trafic moyen, représentatif de la classe RP1, permettant de comparer l'utilisation de matériaux bitumineux classiques (GB, BB) avec ceux à modules élevés (BBME, EME) dans les différentes couches de chaussée.

Une vérification numérique est ensuite réalisée à l'aide du logiciel *Alizé III-LCPC*, en s'appuyant sur les paramètres théoriques issus des deux méthodes, notamment la déflexion et le rayon de courbure de la structure de chaussée, tout en intégrant l'effet des enrobés à modules élevés.

### IV.2. Dimensionnement du corps de chaussée - Application au projet :

Dans cette application, nous avons traité une étude réelle portant sur un projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, sur un tronçon de 7 km situé entre Sidi Aïssa (wilaya de Saïda) et la limite de la wilaya de Mascara. L'étude concerne le dimensionnement d'une chaussée souple soumise à un trafic journalier moyen annuel donné, et réalisée selon des conditions spécifiques imposées dans le cahier des charges, en tenant compte de différentes valeurs de CBR du sol support.

- Année de l'étude (comptage) 2024
- Année de mise en service 2026
- Trafic total en MJA : 9396 v/j/2sens
- Pourcentage du PL : Z= 6,64%
- Taux d'accroissement géométrique :  $\tau = 4\%$
- Durée de vie : 20ans
- Zone Climatologie : Zone II
- Répartition transversale du trafic : Chaussée Unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite

#### 2.1.Méthode de CBR :

- ① Pour un indice de CBR=9,41%

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

P : la charge par Roue la roue maximum (P= 6,5t)

N : Nombre de poids lourds par Jours = 303PL/J/sens

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{303}{10})}{ICBR + 5} = 33,31 \text{ cm.}$$

On prend :  $e_{\text{eq}}=48\text{cm.}$

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

---

- **Détermination de l'épaisseur équivalente  $e_{eq}$  :**

**Pour une chaussée composée d'enrobés bitumineux classiques de type (BB, GB, GB) :**

- Couche de roulement en béton bitumineux (BB) :  $e_1 \times a_1 = 4 \times 2 = 8$
- Couche de base en grave bitume GB :  $e_2 \times a_2 = 10 \times 2 = 20$
- Couche de fondation en grave bitume GB :  $e_3 \times a_3 = 10 \times 2 = 20$

**Pour une chaussée composée d'enrobés bitumineux classiques de type (BB, GB, GNT) :**

- Couche de roulement en béton bitumineux (BB) :  $e_1 \times a_1 = 4 \times 2 = 8$
- Couche de base en grave bitume GB :  $e_2 \times a_2 = 10 \times 2 = 20$
- Couche de fondation en grave non traité GNT :  $e_3 \times a_3 = 15 \times 0,75 = 11,25$

**Pour une chaussée composée d'enrobés bitumineux classiques de type (BBME, EME, EME) :**

- Couche de roulement en béton bitumineux (BBME) :  $e_1 \times a_1 = 4 \times 2 = 8$
- Couche de base en grave bitume EME :  $e_2 \times a_2 = 10 \times 2 = 20$
- Couche de fondation en grave bitume EME :  $e_3 \times a_3 = 10 \times 2 = 20$

**Pour une chaussée composée d'enrobés bitumineux classiques de type (BBME, EME, GNT) :**

- Couche de roulement en béton bitumineux (BBME) :  $e_1 \times a_1 = 4 \times 2 = 8$
- Couche de base en grave bitume EME :  $e_2 \times a_2 = 10 \times 2 = 20$
- Couche de fondation en grave non traité GNT :  $e_3 \times a_3 = 15 \times 0,75 = 11,25$

**N.B. :** Conformément au catalogue algérien [15], l'épaisseur de mise en œuvre du grave-bitume (GB) doit être comprise entre 10 cm et 15 cm, sans jamais dépasser cette dernière valeur.

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des différentes épaisseurs de chaussée proposées en fonction des valeurs de l'indice CBR du sol support. Il distingue les structures composées d'enrobés classiques (BB, GB) de celles utilisant des enrobés à modules élevés (BBME, EME) :

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

Tableau 13 : Epaisseurs de chaussée en fonction de l'indice de CBR -Méthodes de CBR

CBR %	Classe sol support	E=5xCBR (Mpa)	Corps de chaussée proposée par le catalogue		Nécessité ou non de la couche de forme
9,41	S3	47,05	4BB+10GB+10GB	4BB+10GB+15GNT	La couche de Forme (Une ou Plusieurs couche) devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptables
			4BBME+10EME+10EME	4BBME+10EME+16GNT	
12,61	S2	63,05	4BB+10GB+10GB	4BB+10GB+14GNT	Non pas nécessité d'une couche de forme
			4BBME+10EME+10EME	4BBME+10EME+14GNT	
16,8	S2	84	4BB+10GB+10GB	4BB+10GB+12GNT	Non pas nécessité d'une couche de forme
			4BBME+10EME+10EME	4BBME+10EME+12GNT	
27,08	S1	135,4	4BB+10GB+10GB	4BB+10GB+10GNT	Non pas nécessité d'une couche de forme
			4BBME+10EME+10EME	4BBME+10EME+10GNT	

### 2.2.Méthode Catalogue algérienne :

L'année de comptage est : 2024

L'année de mise en service est 2026.

TJMA 2024 = 9396 v/j 1500 v/j => Donc : le réseau principal est **RPI**.

La durée de vie de projet est : 20 ans.

Zone Climatologie : Zone II (Saida)

Taux d'accroissement géométrique :  $\tau = 4\%$

TJMA 2026 = 10162 v/j (l'année de mise en service).

TJMA 2026 = 10162/2 = 5081 v/j/sens.

Pourcentage du PL : Z= 6,64%

Répartition transversale du trafic : Chaussée Unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite [5].

TPL2026 = Z X TJMA 2024 = 0,9x 0.0664 × 5081= 303 PL/j/sens.

Donc : La classe de trafic est **TPL4** [15].

### 2.3.Trafic cumulé équivalent (TCEi) [15] :

$$TCEi = TPLi \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times A = 303x \frac{(1+0,04)^{20} - 1}{0,04} \times 365 \times 0,6 = 1,976 \times 10^6$$

Le trafic cumulé équivalent est : **TCEi** = 1,976 x10<sup>6</sup> Essieux équivalents de 13T.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### 2.4. Risque de calcul (R%) [15] :

Selon le tableau de risque adopté pour le réseau RP1, le risque de calcul est :  $R\% = 15\%$ .

### 2.5. Trafic cumulé de Poids lourds PL (TCi) [15] :

Le TCi représente le trafic total cumulé de poids lourds sur la période de dimensionnement (ou durée de vie) considérée. Il est calculé selon la formule suivante :

$$TCi = TPLi \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad [15]$$
$$TCi = 303 \times 365 \times \frac{(1+0,04)^{20} - 1}{0,04} = 3,29 \times 10^6 \text{ PL/J}$$

Le trafic cumulé du PL est :  $TCi = 3,29 \times 10^6 \text{ PL/J}$

#### **N.B :**

- Dans le programme *Alizé III*, le cumul de poids lourds TCi est désigné par l'abréviation NPL, tandis que le trafic cumulé équivalent de poids lourds TCEi est désigné par NE.

#### 2.5.1. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

① Pour un indice du CBR = 12,61%

Classe du sol support **S2** :  $E = 5 \times \text{CBR} \% = 5 \times 12,61 = 63,05 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0,25$

#### 2.5.2. Choix de dimensionnement :

Le réseau principal est (**RP1**), la zone climatique (Saida) **II**, la durée de vie est de **20 ans**, Taux d'accroissement moyen égale à **4%**, la classe de portance du sol est la classe (**S2**) et une la classe de trafic (**TPL4**).

Selon les données citées en haut, le catalogue Algérien (fascicule N°3) propose la structure suivante :

- ① **6BB+10GB+10GB** ; ② **6BB+22GL+22GL** ; ③ **6BB+10GB+35GNT** ; ④ **20BCg+18GC**.

#### 1. Selon le catalogue algérien [15] :

Le tableau récapitulatif ci-dessous présente les différentes épaisseurs de structure de chaussée proposées en fonction des valeurs de l'indice CBR du sol support, pour un projet situé sur le réseau principal RP1, avec un taux d'accroissement géométrique de 4 %, une durée de vie de 20 ans et dans la zone climatique II.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

Ce tableau concerne uniquement les structures réalisées avec des enrobés bitumineux classiques (types **BB** et **GB**), conformément aux recommandations du Catalogue Algérien – Fascicule N°3..

**Tableau 14 :** Epaisseurs de chaussée en fonction de l'indice de CBR - Méthodes de catalogue

CBR %	Classe sol support	E=5xCBR (Mpa)	Corps de chaussée proposée par le catalogue		Nécessité ou non de la couche de forme
9,41	S3	47,05	Rien de proposition		La couche de Forme (Une ou Plusieurs couche) devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptables
12,61	S2	63,05	6BB+10GB+10GB	6BB+10GB+35GNT	Non pas nécessité d'une couche de forme
			6BB+22GL+22GL	20BCg+18GC	
16,8	S2	84	6BB+10GB+10GB	6BB+10GB+35GNT	Non pas nécessité d'une couche de forme
			6BB+22GL+22GL	20BCg+18GC	
27,08	S1	135,4	6BB+19GL+18GL	20BCg+18GC	Non pas nécessité d'une couche de forme

**N.B. :** Conformément au catalogue algérien [15], pour un indice CBR de 9,41 %, la portance du sol support est évaluée selon la relation  $E=5 \times \text{CBR}$ , soit :

$$E=5 \times 9,41\% = 47,05 \text{ MPa}$$

Ce qui correspond à une classe de portance **S3**.

Dans ce cas, la mise en œuvre d'une couche de forme (composée d'une ou plusieurs couches) devient nécessaire afin d'assurer la réalisation des couches de chaussée dans des conditions géotechniques et mécaniques acceptables.

### 2.5.3. Calcul des déformations admissible ( $\varepsilon_z, adm$ ) sur le sol support [5] :

La valeur admissible est déterminée à partir d'une relation empirique issue d'une étude statique du comportement des chaussées algériennes :

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z, adm} = 22 \times 10^{-3} \times (1,976 \times 10^6)^{-0.235} = 7,293 \times 10^{-4} = 729,3 \times 10^{-6} = 729,3 \mu def$$

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### 2.5.4. Calcul des déformations admissible de traction ( $\epsilon_t, adm$ ) à la base de la GB [5] :

La déformation admissible en traction est exprimée par la relation suivante

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \cdot K_{ne} \cdot K_\theta \cdot K_r \cdot K_c$$

Tableau 15 : Performances mécanique des matériaux bitumineux [30].

Type de matériaux	E(10°C, 10Hz) (Mpa)	E(20°C, 10Hz) (Mpa)	E(25°C, 10Hz) (Mpa)	E(30°C, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ C, 25Hz)$	b	SN	Sh (cm)	u	Kc
BB	-	4000	3500	2500	-	-	-	-	0,35	-
GB	12500	7000	5500	3500	$100 \times 10^{-6}$	-0,146	0,45	3	0,35	1,3
SB	3000	-	-	1500	$245 \times 10^{-6}$	-0,131	0,68	2,5	0,45	1,3
BBMA	7200	3600			$100 \times 10^{-6}$	-0,2	0,25		0,35	1,1
BBME	12000	6000			$110 \times 10^{-6}$	-0,2	0,25		0,35	1,1
EME2	17000	11000			$130 \times 10^{-6}$	-0,2	0,25		0,35	1

- **b** : pente de la droite de fatigue ( $b < 0$ ) = -0,146
- (**10°C**) : module complexe du matériau bitumineux à 10°C = 12 500 MPa.
- **E( $\theta_{\text{éq}}$ )** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée = 7 000 MPa.
- **SN** : dispersion sur la loi de fatigue = 0,45.
- **Sh** : dispersion sur les épaisseurs (en cm) = 0,03 cm.
- **kc** = facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées = 1,3.
- **c** : coefficient = 0,02
- **t** : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%). Voir le tableau ci-dessous = -1,036.

- **$\delta$** : f (dispersion) : 
$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}\right)^2} = 0,47.$$

- **$k_{ne}$**  : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée :

$$k_{ne} = \left(\frac{TCEI}{10^6}\right)^b = 0,84.$$

- **$k_\theta$**  : facteur lié à la température :  $k_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{\text{éq}})}} = 1,336.$

- **$k_r$**  : facteur lié au risque et aux dispersions :  $k_r = 10^{-tb\delta} = 0,849.$

$$\epsilon_{t,adm} = 1,239 \times 10^{-4} = 123,9 \times 10^{-6} def = 123,9 \mu def$$

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### 2.6. Vérification numérique à l'aide du logiciel *Alizé III* (LCPC) :

Les structures issues des tableaux précédents, établies selon les méthodes CBR et celle du catalogue algérien, feront l'objet d'une vérification ultérieure à l'aide du logiciel *Alizé III* (LCPC) :

La démarche de vérification à l'aide du logiciel *Alizé III* (LCPC) se déroule selon les étapes suivantes. La structure initiale considérée, définie selon la méthode CBR avec un indice de CBR=9,41% est la suivante :

4 cm de BB + 10 cm de GB + 10 cm de GB

#### 2.6.1. Ajout des performances mécaniques des matériaux bitumineux dans la bibliothèque du logiciel *Alizé III* (LCPC).

Les performances mécaniques des matériaux bitumineux utilisés dans les structures présentées précédemment ont été intégrées dans la bibliothèque du logiciel *Alizé III* (LCPC).

Alizé-Lcpc - Calcul mécanique, bibliothèque des matériaux

matériaux bitumineux

statut	nom	E (MPa)	nu	Epsi6 (10°C)	-1/b	SN	Sh (m)	Kc	T= -10	T= 0 °C	T= 10	T= 20	T= 30	T= 40
system	bb	3600	0,35	100	5	0,25	stdard	1,1	14800	12000	7200	3600	1300	1000
system	bbdr	2000	0,35	/	/	/	stdard	/	8220	6670	4000	2000	720	560
system	bbme	6000	0,35	/	/	/	stdard	/	24670	20000	12000	6000	2170	1670
system	gb1	5000	0,35	70	5	0,4	stdard	1,3	18000	14000	9000	5000	2000	800
system	gb2	6300	0,35	80	5	0,3	stdard	1,3	23000	18800	12300	6300	2700	1000
system	gb3	6300	0,35	90	5	0,3	stdard	1,3	23000	18800	12300	6300	2700	1000
system	gb4	7450	0,35	100	5	0,3	stdard	1,3	27200	22240	14550	7450	3190	1180
system	eme1	11000	0,35	100	5	0,3	stdard	1	30000	24000	17000	11000	6000	3000
system	eme2	11000	0,35	130	5	0,25	stdard	1	30000	24000	17000	11000	6000	3000
user	GB2	7000	0,350	100,0	6,84	0,45	0,030	1,300	21143	16657	12500	7000	3500	
user	BB2	4000	0,350	100,0	5,00	0,25	stdard	1,100				4000	2500	
user	BBME2	6000	0,350	100,0	5,00	0,25	stdard	1,100			12000	6000		
user	EME2	11000	0,350	130,0	5,00	0,25	stdard	1,000			17000	11000		

20 °C-10hz

Annuler OK

Figure 5 : Ajout des performances mécaniques des matériaux bitumineux dans la bibliothèque du logiciel *Alizé III* (LCPC).

#### 2.6.2. Les valeurs admissibles en fonction des paramètres spécifiques au projet :

Les valeurs admissibles calculées à l'aide du logiciel *Alizé III* (LCPC), en fonction des données du projet (trafic des poids lourds, taux d'accroissement géométrique, durée de vie, coefficient d'agressivité, coefficient de risque, la température équivalent  $\theta_{eq}$ , etc.), sont identiques à celles obtenues par la méthode du catalogue algérien [5].

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

Moyenne journalière annuelle (MJA) : 303  
 Taux accroissement géométrique (%) : 4  
 Taux accroissement arithmétique (%) : 5,15  
 Durée de service (années) : 20  
 Trafic cumulé PL : 3,2933E+6

Cocher au plus 3 cases

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : GB2n  
 coefficient CAM : 0,6  
 risque (%) : 5,0  
 trafic cumulé NE : 1,9760E+6  
 Epsilon6 (μdéf) : 100,0  
 -1/b : 6,85

Téta équiv. (°C) : 20 °C  
 E10°10Hz (MPa) : 12500  
 Etéq10Hz (MPa) : 7000  
 Hstructurel MB (m) : 0,12  
 écart type Sh (m) : 0,016  
 écart type SN : 0,450  
 Kr (risque) : 0,758  
 Kc (calage) : 1,3  
 Ks (couche liée/pf1) : 1/1,2

Calculer EpsiT admissible  
 Calcul inverse NE = f(EpsiT)  
 Calcul inverse Risk = f(EpsiT)  
 Bibliothèque des matériaux  
 Imprimer  
 Enregistrer

Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur "GB2n"

**Trafic cumulé de Poids lourds PL (TCi)**

Aide

CAM : Guide lcpc-sétra 94  
 CAM : Catalogue 1998  
 Risques : Guide lcpc-sétra 94  
 Risques : Catalogue 1998  
 Structures catalogue 98

EpsilonT

Annotation libre :

Mémo ...

**Trafic cumulé équivalent (TCEi)**

Fermer

Figure 6: Les valeurs admissibles en fonction des paramètres spécifiques au projet

### 2.6.3. Structure de chaussée modélisée dans le logiciel *Alizé III* (LCPC) : 4BB+10GB+10GB (toutes les couches son collées)

Alizé-Lcpc - Définition d'une Structure (Fichier/nouveau)

Fichier Calculer Valeurs admissibles Bibliothèques Configurer Alizé Fenêtre ?

Titre :

**Structure de base**

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,04	4000	0,350	BB2
collé	0,1	7000	0,350	GB2
collé	0,1	7000	0,350	GB2
collé	infini	50	0,350	pf2

**Modifier la structure**

nb de couches : 4

Ajouter 1 couche

Supprimer 1 couche

**Série de calculs**

nb de calculs : 25

Voir/gérer les variantes

Supprimer les variantes

**Niveaux de calcul**

Modifier les niveaux

Aide

Nature des interfaces

Epaisseurs mini-maxi

Calcul direct (charge réf.)

Quitter Alizé

Indiquer H(épaisseur), E(module Young), Nu(Poisson) pour chaque couche

Figure 7 : Structure de chaussée modélisée.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

2.6.4. Les déformations admissibles en traction ( $\epsilon_t$ , adm) à la base de la couche de GB, ainsi que de la déformation verticale admissible ( $\epsilon_z$ , adm) au niveau du sol support :

**Trafic PL cumulé : données**

<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne journalière annuelle (MJA) :	303
<input checked="" type="checkbox"/> Taux accroissement géométrique (%) :	4
<input type="checkbox"/> Taux accroissement arithmétique (%) :	5,15
<input checked="" type="checkbox"/> Durée de service (années) :	20
<input type="checkbox"/> Trafic cumulé PL :	3,2933E+6

**Valeurs admissibles : données**

matériau type :	GB2	Téta équiv. (°C) :	20 °C
coefficient CAM :	0,6	E10°10Hz (MPa) :	12500
risque (%) :	15,0	Etéq10Hz (MPa) :	7000
trafic cumulé NE :	1,9760E+6	Hstructurel MB (m) :	0,1
Epsilon6 (µdéf) :	100,0	écart type Sh (m) :	0,010
-1/b :	6,84	écart type SN :	0,450
		Kr (risque) :	0,849
		Kc (calage) :	1,3
		Ks (couche liée/pf2) :	1/1,1

**Aide**

- CAM : Guide lcpc-sétra 94
- CAM : Catalogue 1998
- Risques : Guide lcpc-sétra 94
- Risques : Catalogue 1998
- Structures catalogue 98

**EpsilonT**  
121,4 µdéf

**Annotation libre :**

**Mémo ...**

- 3 - Epsiz= 729,3 (gnt et sol)
- 4 - EpsiT= 121,4 (GB2)

effacer=dbl click

**Fermer**

Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur "GB2"

Figure 8 : Déformations admissibles ( $\epsilon_t$ , adm) ( $\epsilon_z$ , adm).

Les valeurs admissibles des déformations en traction ( $\epsilon_t$ , adm) à la base de la couche de GB, ainsi que celles de la déformation verticale admissible ( $\epsilon_z$ , adm) au niveau du sol support, calculées à l'aide du logiciel Alizé III (LCPC), sont identiques à celles obtenues par la méthode du catalogue algérien [15].

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### 2.6.5. Déformations ( $\epsilon_t$ , $\epsilon_z$ ) associées à la structure de chaussée modélisée dans le logiciel *Alizé III*-(LCPC) : 4BB+10GB+10GB

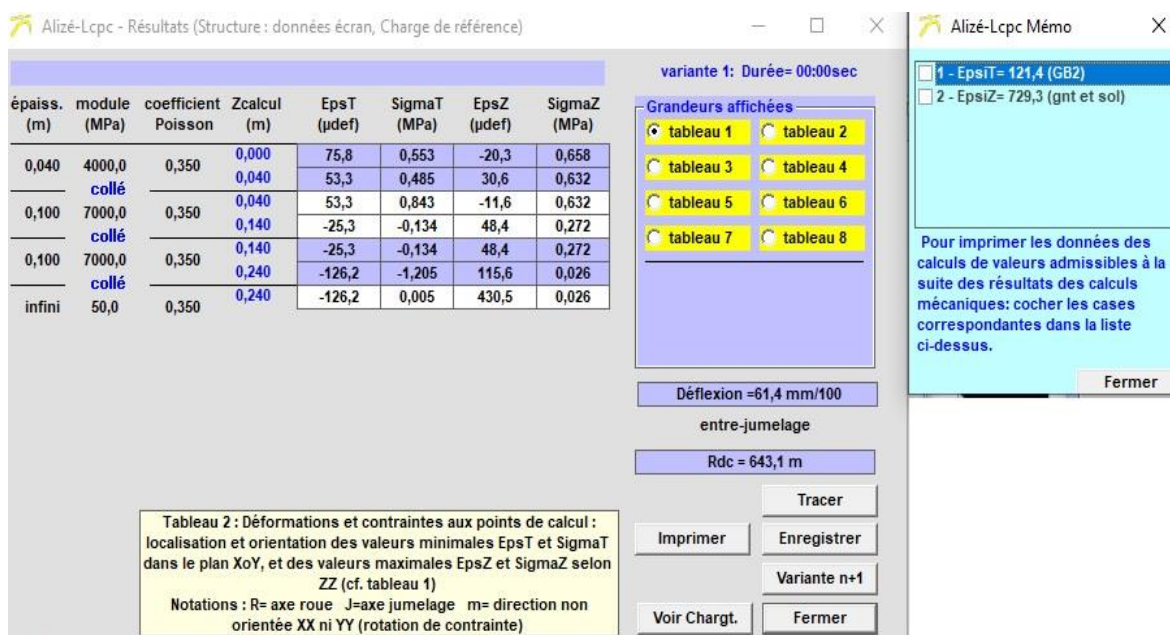


Figure 9 : Déformations ( $\epsilon_t$ ,  $\epsilon_z$ ) associées à la structure 4BB+10GB+10GB.

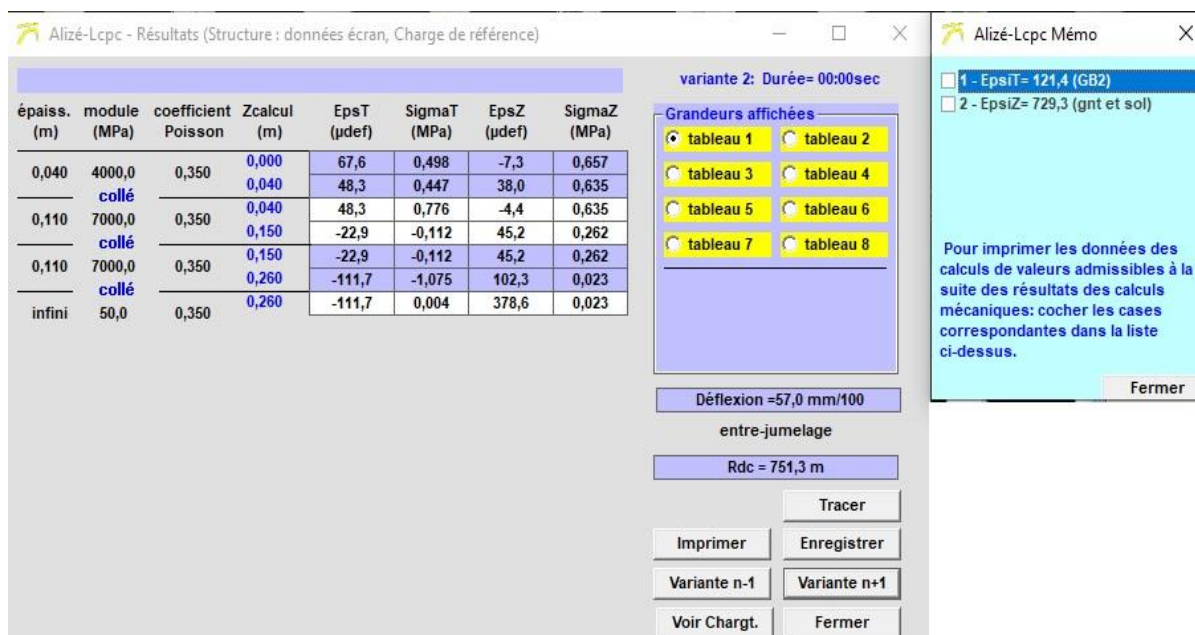


Figure 10 : Déformations ( $\epsilon_t$ ,  $\epsilon_z$ ) associées à la structure 4BB+11GB+11GB.

La structure de chaussée modélisée dans le logiciel Alizé III (LCPC), composée de 4 cm de BB, 10 cm de GB en couche de base et 10 cm de GB en couche de fondation, n'est pas vérifiée. En effet, la déformation en traction atteint  $\epsilon_t = 126,2 \mu\text{def}$ , alors que la valeur admissible est de  $\epsilon_{t, \text{adm}} = 121,4 \mu\text{def}$ . En revanche, une structure avec 11 cm de GB en couche de base et 11 cm en couche de fondation satisfait les critères de vérification, comme indiqué dans les figures ci-dessus.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

---

### 2.6.6. Rappels sur la capacité portante, la portance, la déflexion et le rayon de courbure de la structure de chaussée

#### 2.6.6.1. Méthodologie de mesure de la portance des chaussées :

La portance intervient dans le dimensionnement des structures, notamment celles de chaussée, et sa valeur à court terme est souvent le critère principal pour la réception des plates-formes supports. Son estimation est donc essentielle pour concevoir et dimensionner les structures (chaussées, voies ferrées, etc.) ainsi que pour réceptionner les plates-formes supports.

Différentes méthodes sont utilisées pour estimer la portance in situ (essai à la plaque, dynaplaque, portancemètre, mesure de déflexion...). Cependant, l'expérience de terrain, complétée par des essais croisés, montre que chaque méthode possède un domaine d'application propre.

Cette note d'information a un double objectif :

- Préciser certains termes employés sur les chantiers (portance à court et long terme, déformabilité, etc.) ;
- Proposer une méthodologie de mesure de la portance adaptée au couple plate-forme / méthode de mesure.

Elle s'adresse aux spécialistes du terrassement, qu'ils soient maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises ou contrôleurs extérieurs.

#### 2.6.6.2. Capacité portante et portance :

Les termes **capacité portante** et **portance**, bien que souvent confondus, ont des significations distinctes selon le contexte. En mécanique des sols, la capacité portante désigne la résistance du sol à la rupture sous charge verticale, et est parfois improprement appelée portance. En technique routière, la portance, définie par la norme NF P98-080-1 [32], correspond à l'aptitude du support de chaussée à résister aux contraintes et déformations induites par la circulation. Cette notion, historiquement liée à l'essai CBR (California Bearing Ratio) introduit en 1929, est aujourd'hui généralement exprimée en module de déformation, notamment sur les chantiers et dans les principaux guides techniques des terrassements ([33], [34], [35]). C'est cette définition qui sera retenue dans la suite de cette note.

#### 2.6.6.3. Plate-forme support de chaussée :

Tout projet de construction (route, voie ferrée, bâtiment, ouvrage industriel) nécessite un support adapté pour accueillir la structure. Dans le domaine routier, ce support est appelé **plate-forme support de chaussée (PF)**. Selon la norme NF P98-080-1 [32], il s'agit de la surface du sol en place, terrassée, nivelée et éventuellement traitée, située à l'interface entre les couches de chaussée (surface et assise) et les couches de terrassement. Ces principes sont développés dans le Guide des Terrassements Routiers (GTR). Lorsque les matériaux

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

constituant la partie supérieure des terrassements (PST) ne présentent pas une portance suffisante, la mise en œuvre d'une ou plusieurs couches de forme est nécessaire, sous la responsabilité du géotechnicien.

Dans notre projet, conformément au catalogue algérien [5], la plate-forme est classée **S2** pour des indices CBR de 12,61 % ( $E = 63,05$  MPa) et 16,8 % ( $E = 84$  MPa), correspondant à une portance comprise entre 50 MPa et 125 MPa. En revanche, un indice CBR de 9,41 % ( $E = 47,05$  MPa) appartient à la classe **S3** ( $< 50$  MPa), et nécessite donc une ou plusieurs couches de forme pour garantir des conditions géotechniques satisfaisantes.

Selon le catalogue européen des structures types de chaussées neuves (LCPC), cet indice de 9,41 % se classe dans la portance **PF1** ( $20 \text{ MPa} \leq \text{PF1} < 50 \text{ MPa}$ ), tandis que les indices de 12,61 % et 16,8 % relèvent de la classe **PF2** ( $50 \text{ MPa} \leq \text{PF2} < 120 \text{ MPa}$ ). Le LCPC définit également d'autres classes de portance, regroupées en catégories ascendantes de **PF2** à **PF4**, selon la capacité portante de la plate-forme.

### 2.6.6.4. Déflexion :

La déflexion est un paramètre essentiel dans l'auscultation des chaussées. Elle correspond au déplacement vertical d'un point de la chaussée sous l'effet d'une charge appliquée en surface. Sa valeur dépend de la distance entre la charge et le point de mesure : nulle hors de la zone d'influence, elle augmente jusqu'à un maximum lorsque la charge se trouve à la verticale du point mesuré, puis décroît avec l'éloignement. Cette variation est représentée par la ligne d'influence.

Exprimée en centièmes de millimètre, la déflexion permet d'évaluer la portance de la chaussée, même si la corrélation entre ces grandeurs nécessite une interprétation prudente.

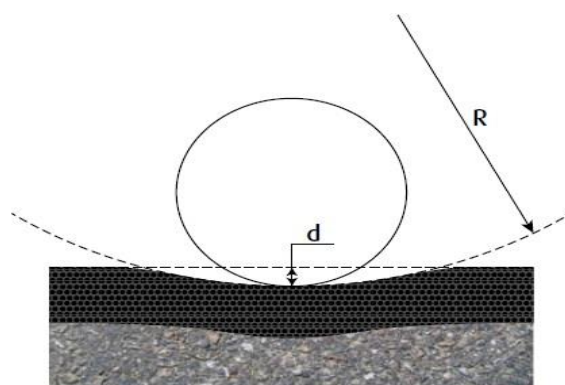


Figure 11: Déflexion et rayon de courbure de la déformée sous une charge roulante.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

---

### 2.6.6.5. Rayon de courbure :

Le rayon de courbure caractérise la courbure que prend la chaussée sous l'effet d'une charge roulante. Il se détermine à partir de la déflexion mesurée, c'est-à-dire de la déformée de la chaussée sous charge. Aux abords du point de déflexion maximale, la courbure peut être décrite par le rayon de courbure  $R$ , en complément de la déflexion  $d$ . Si la déflexion renseigne sur la rigidité globale de la chaussée, le produit  $R \times d$  permet d'évaluer la rigidité relative de la structure de chaussée par rapport au sol de fondation, ce qui est particulièrement utile pour juger de la qualité des chaussées à couche de base traitée. Cependant, la fiabilité de cette mesure dépend fortement des conditions de mesure, notamment la température des couches, la vitesse d'application de la charge et le comportement des matériaux bitumineux. Lorsque la température moyenne des matériaux bitumineux dépasse 25 °C (ou que la température de surface atteint ou dépasse 35 °C), l'interprétation des résultats devient plus complexe.

Dans notre projet, nous analyserons en détail les résultats obtenus à l'aide du logiciel *Alizé III* (LCPC), en nous fondant sur les critères du facteur de déflexion et du rayon de courbure des structures de chaussées proposés par deux méthodes : la méthode CBR et la méthode du catalogue algérien.

### 2.6.7. Résultats de la déflexion et le rayon de courbure par le logiciel *Alizé III* LCPC :

À partir de la **figure 9** ci-dessus, et pour la structure modélisée dans le logiciel *Alizé III* (LCPC) (4 cm de BB + 11 cm de GB + 11 cm de GB), la déflexion est de  $d = 57,00 \text{ mm}/100 \text{ mm}$ . Selon le DTR (CH 03, Diagnostic et Modélisation) [31], cette structure appartient à la classe de déflexion D4, caractérisée par une déflexion inférieure à la valeur admissible de 100 mm/100 mm, mais associé à une performance mécanique faible.

En ce qui concerne le rayon de courbure, le résultat obtenu avec le logiciel *Alizé III* (LCPC) est  $R_{dc} = 751,3 \text{ m}$ , ce qui correspond à la classe de rayon de courbure R3, associée à une performance mécanique et une classification usuelle moyenne.

Le tableau récapitulatif ci-dessous présente les résultats des déformations admissibles, des déformations associées, des rayons de courbure et des déflexions pour les structures proposées dans les tableaux précédents, selon les deux méthodes : la méthode CBR et celle du catalogue algérien :

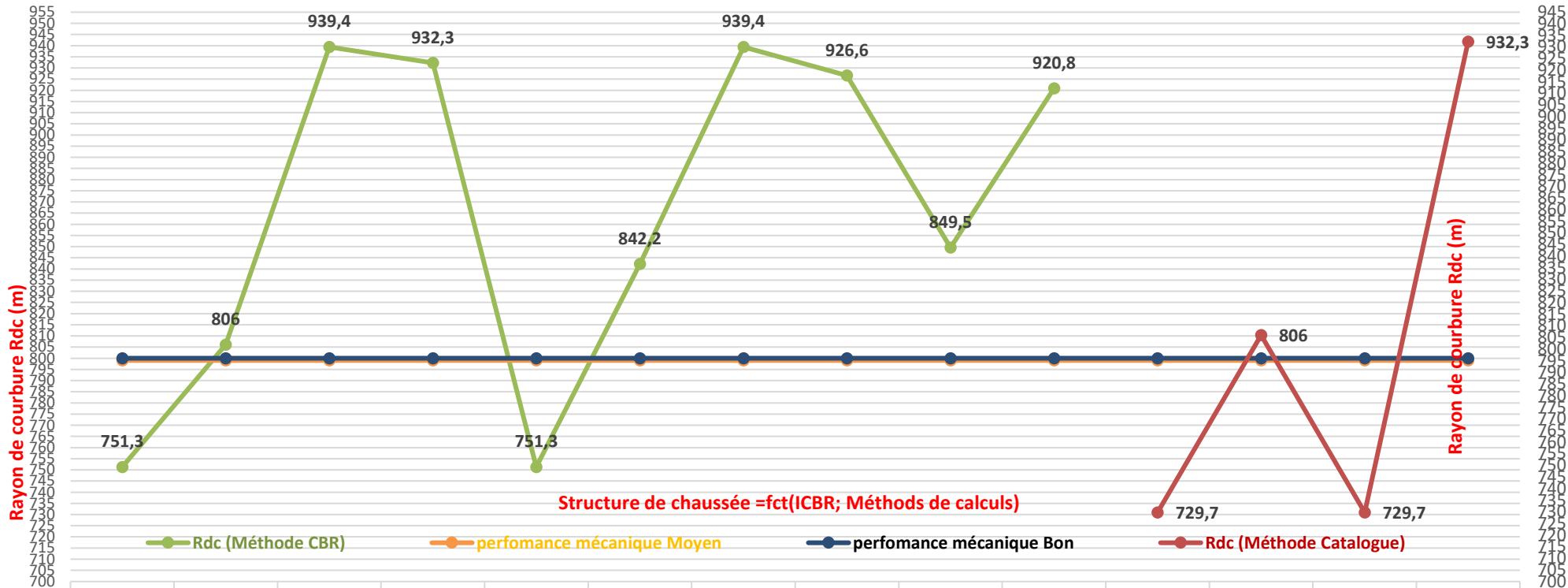
## CHAPITRE IV : Etude Comparative

Tableau 16 : des déformations admissibles, des déformations associées, des rayons de courbure et des déflexions pour les structures proposées

Méthode de calculs	Indice CBR %	N° de la structure	Structure de chaussée	Catalogue Algérien		Résultats obtenus par le logiciel Alizé III (LCPC)						DTR 3 (Diagnostic et conception des renforcements de chaussées)			
				$\epsilon_{t,adm}$ ( $\mu def$ )	$\epsilon_{z,adm}$ ( $\mu def$ )	$\epsilon_{t,adm}$ ( $\mu def$ )	$\epsilon_{z,adm}$ ( $\mu def$ )	$\epsilon_t$ ( $\mu def$ )	$\epsilon_z$ ( $\mu def$ )	Déflexion d (1/100mm)	Rayon de courbure Rdc (m)	Classe du déflexion	Performance physique mécanique	Classe dr Rdc	Performance physique mécanique
Méthode de CBR	9,41	1 Corrigée	4BB+11GB+11GB	123,9	729,3	121,7	729,3	111,17	378,6	57	751,3	D4	Moyen	R3	Moyen
		2 Corrigée	4BB+22GB+27GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	118,7	320,9	51	806	D4	Moyen	R4	Bon
		3	4BBME+10EME+10EME	123,9	729,3	121,7	792,3	88,4	325,5	53,7	939,4	D4	Moyen	R4	Bon
		4 Corrigée	4BBME+19EME+25GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	114,3	317,9	51	932,3	D4	Moyen	R4	Bon
	12,61	5 Corrigée	4BB+11GB+11GB	123,9	729,3	121,7	729,3	111,7	378,6	57	751,3	D4	Moyen	R3	Moyen
		6	4BB+20GB+30GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	99,5	335,6	53,1	842,2	D4	Moyen	R4	Bon
		7	4BBME+10EME+10EME	123,9	729,3	121,7	729,3	88,4	325,5	53,7	939,4	D4	Moyen	R4	Bon
		8 Corrigée	4BBME+19EME+23GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	116,2	324,8	51,4	926,6	D4	Moyen	R4	Bon
	16,8	9 Corrigée	4BB+23GB+25GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	114,1	310,3	49,9	849,5	D4	Moyen	R4	Bon
		10	4BBME+19EME+21GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	118	331,5	51,9	920,8	D4	Moyen	R4	Bon
Méthode de Catalogue	9,41	a	6BB+10GB+10GB	123,9	729,3	121,7	729,3	113,8	388,6	57,9	729,7	D4	Moyen	R3	Moyen
		b	6BB+17GB+42GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	121,4	319,4	51	806	D4	Moyen	R4	Bon
	12,61	c	6BB+10GB+10GB	123,9	729,3	121,7	792,3	113,8	388,6	57,9	729,7	D4	Moyen	R4	Bon
		d Corrigée	6BB+17GB+42GNT	123,9	729,3	121,7	729,3	121,4	319,4	51	932,3	D4	Moyen	R4	Bon

# CHAPITRE IV : Etude Comparative

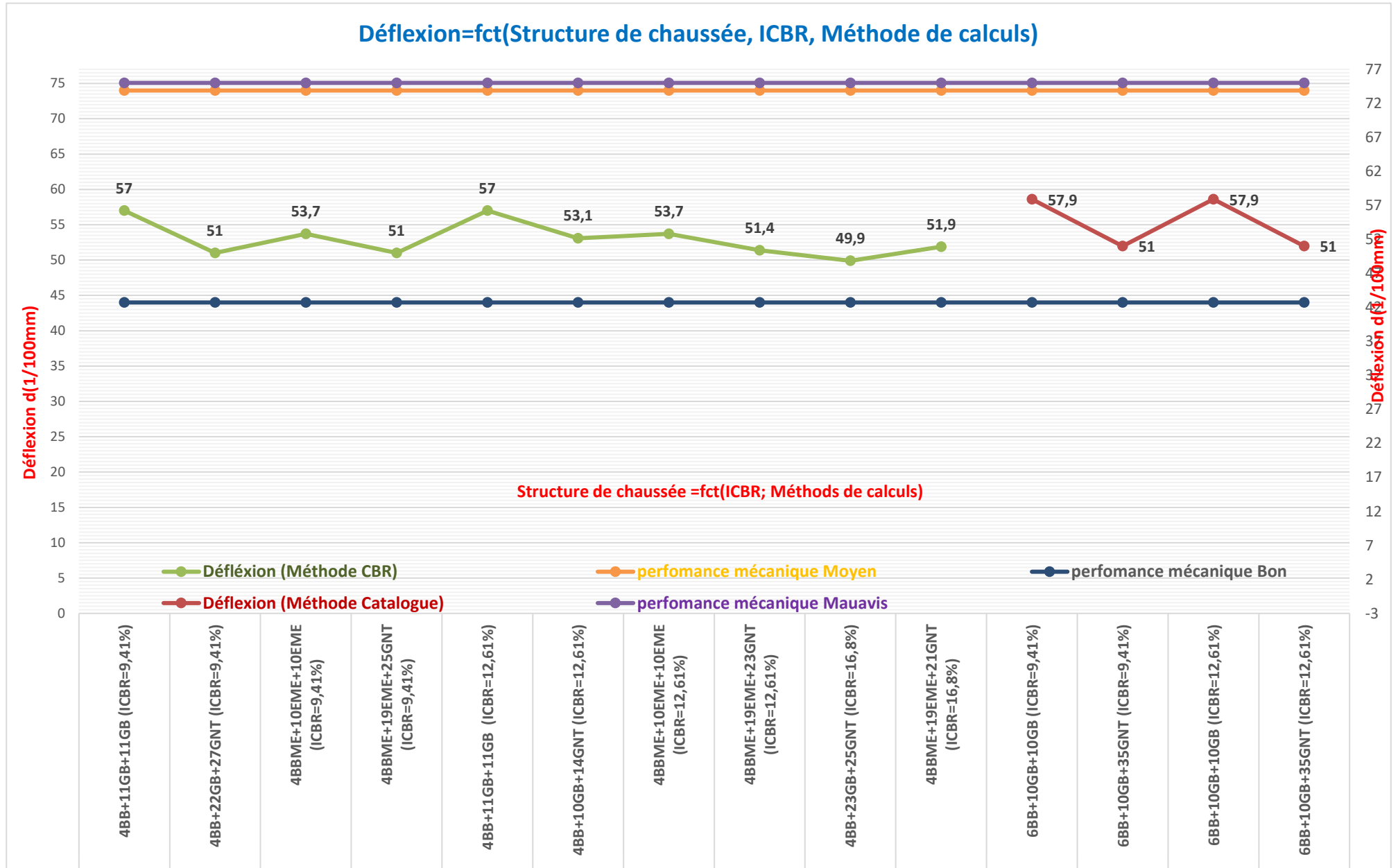
**Rdc=fct(Structure de chaussée, ICBR, Méthode de calculs)**



1 Corrigée	4BB+11GB+11GB (ICBR=9,41%) Méthode CBR
2 Corrigée	4BB+22GB+27GNT (ICBR=9,41%) Méthode CBR
3	4BBME+10EME+10EME (ICBR=9,41%) Méthode CBR
4 Corrigée	4BBME+19EME+25GNT (ICBR=9,41%) Méthode CBR
5 Corrigée	4BB+11GB+11GB (ICBR=12,61%) Méthode CBR
6	4BB+20GB+30GNT (ICBR=12,61%) Méthode CBR
7	4BBME+10EME+10EME (ICBR=12,61%) Méthode CBR
8 Corrigée	4BBME+19EME+23GNT (ICBR=12,61%) Méthode CBR
9 Corrigée	4BB+23GB+25GNT (ICBR=16,8%) Méthode CBR
10	4BBME+19EME+21GNT (ICBR=16,8%) Méthode CBR
a	6BB+10GB+10GB (ICBR=9,41%) Méthode Catalogue
b	6BB+10GB+35GNT (ICBR=9,41%) Méthode Catalogue
c	6BB+10GB+10GB (ICBR=12,61%) Méthode Catalogue
d Corrigée	6BB+10GB+35GNT (ICBR=12,61%) Méthode Catalogue

**Graphe N° 01 : Rayon de courbure (Rdc) en fonction de (Structure de chaussée, ICBR, Méthode de**

# CHAPITRE IV : Etude Comparative



**Graphe N°02 : Déflexion en fonction de (Structure de chaussée, ICBR, Méthode de calculs)**

### 2.6.8. Commentaires sur le tableau récap. Et les deux graphes :

D'après le tableau récapitulatif des déformations admissibles, des déformations associées, des rayons de courbure et des déflexions pour les structures proposées, ainsi que le graphique n°01 représentant le rayon de courbure (Rdc) en fonction des types de structures de chaussée, de l'ICBR et de la méthode de calcul, il ressort ce qui suit :

#### 2.7. Rayon de courbure (Rdc) :

##### 2.7.1. Pour les structures proposées selon la méthode CBR :

- Une structure bitumineuse classique composée de 4BB + 11GB + 11GB présente un rayon de courbure  $R_{dc} = 751,3$  m (classe R3), avec une performance physique et mécanique moyenne pour un indice de CBR de 9,41 %, résultat similaire pour un CBR de 12,61 %.
- Une structure bitumineuse à modules élevés composée de 4BBME + 10EME + 10EME affiche un rayon de courbure  $R_{dc} = 939,4$  m (classe R4), avec une bonne performance physique et mécanique pour un ICBR = 9,41 %, résultats également constants pour un ICBR = 12,61 %.
- Une structure bitumineuse aux liants hydrauliques de 4BB + 22GB + 27GNT montre un rayon de courbure  $R_{dc} = 806$  m (classe R4), avec de bonnes performances pour un ICBR = 9,41 %.
- Une structure similaire composée de 4BB + 20GB + 30GNT atteint un rayon de courbure  $R_{dc} = 842,2$  m (classe R4), également satisfaisante pour un ICBR = 12,61 %.
- Une autre structure à liants hydrauliques de 4BBME + 19EME + 25GNT présente un  $R_{dc} = 932,3$  m (classe R4), avec de bonnes performances pour un ICBR = 9,41 %.
- Enfin, une structure de 4BBME + 19EME + 23GNT donne un  $R_{dc} = 926,6$  m (classe R4), toujours avec de bonnes performances pour un ICBR = 9,41 %.

##### 2.7.2. Pour les structures proposées selon le catalogue algérien :

- Une structure bitumineuse classique de 6BB + 10GB + 10GB présente un rayon de courbure  $R_{dc} = 729,7$  m (classe R3), avec une performance physique et mécanique moyenne pour un ICBR = 9,41 %, résultats similaires pour un ICBR = 12,61 %.
- Une structure à liants hydrauliques de 6BB + 17GB + 42GNT donne un rayon de courbure  $R_{dc} = 806$  m (classe R4), avec une bonne performance pour un ICBR = 9,41 %.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

### 2.8. Conclusion :

Il ressort de ces résultats que les structures bitumineuses classiques offrent des performances inférieures à celles des structures en enrobés à modules élevés, en particulier dans le cadre de la méthode CBR. Par ailleurs, la méthode basée sur le catalogue algérien demeure limitée, car elle ne prend en compte que les enrobés classiques, ce qui restreint les possibilités d'optimisation structurelle par rapport à la méthode CBR.

### IV.3. La déflexion (d 1/100mm) :

D'après le tableau extrait du DTR "Diagnostic et conception des renforcements de chaussées" [31], la classe de déflexion à retenir est déterminée en fonction de la valeur caractéristique obtenue à partir des mesures effectuées tous les 200 mètres. Ce document fournit également un état qualitatif du comportement global de la chaussée (bon, moyen ou mauvais), en tenant compte du niveau de trafic.

Il distingue notamment :

- Les classes de déflexion caractéristique pour les chaussées souples,
- Les classes de déflexion caractéristique pour les chaussées bitumineuses,

Permettant ainsi d'évaluer la performance structurelle de la chaussée selon son type et les conditions de circulation.

**Tableau 17 :** Classes de déflexion caractéristique pour les chaussées souples.

Classes de déflexion	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Seuils de déflexion caractéristique en 1/100 <sup>e</sup> mm	de 0 à 19	De 20 à 29	de 30 à 44	de 45 à 74	de 75 à 99	de 100 à 149	de 150 à 199	de 200 à 299	≥ 300
Niveau global de comportement en fonction de la classe de trafic									
T1 - T0 <sup>(1)</sup>	Bon			Moyen	Mauvais				
T3 - T2	Bon				Moyen		Mauvais		
T5 - T4	Bon						Moyen		Mauvais

A noter que la classe du trafic pour notre projet TPL4 correspond au trafic T1-T0.

### 3.1. Pour les structures proposées selon la méthode CBR :

- Une structure bitumineuse classique composée de 4BB + 11GB + 11GB présente une déflexion de  $d = 57,3 / 100$  mm (classe D4), avec une performance physique et mécanique moyenne pour un indice de CBR de 9,41 %, résultat similaire pour un CBR de 12,61 %.
- Une structure bitumineuse à modules élevés, composée de 4BBME + 10EME + 10EME, présente une déflexion caractéristique  $d = 53,7 \times 10^{-2}$  mm (soit 53,7/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

---

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 09,41 % et de 12,61%.

- Une structure bitumineuse à liants hydrauliques, composée de 4BB + 22GB + 27GNT, présente une déflexion caractéristique  $d = 51 \times 10^{-2}$  mm (soit 51,0/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 9,41 %, indiquant une stabilité des performances indépendamment de la variation de l'ICBR.

- Une structure bitumineuse à liants hydrauliques, composée de 4BB + 20GB + 30GNT, présente une déflexion caractéristique  $d = 53,1 \times 10^{-2}$  mm (soit 53,1/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 12,61 %, indiquant une stabilité des performances indépendamment de la variation de l'ICBR.

- Une autre structure bitumineuse à module élevées et aux liants hydrauliques de 4BBME + 19EME + 25GNT présente une déflexion caractéristique  $d = 51 \times 10^{-2}$  mm (soit 51,0/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 9,41 %, indiquant une stabilité des performances indépendamment de la variation de l'ICBR.

- Enfin, une structure de 4BBME + 19EME + 23GNT donne une déflexion caractéristique  $d = 51,4 \times 10^{-2}$  mm (soit 51,4/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 12,61 %, indiquant une stabilité des performances indépendamment de la variation de l'ICBR.

### 3.2. Pour les structures proposées selon le catalogue algérien :

- Une structure bitumineuse classique composée de 6BB + 10GB + 10GB présente une déflexion de  $d = 57,9 / 100$  mm (classe D4), avec une performance physique et mécanique moyenne pour un indice de CBR de 9,41 %, résultat similaire pour un CBR de 12,61 %.

## CHAPITRE IV : Etude Comparative

---

- Une structure bitumineuse à liants hydrauliques, composée de 6BB + 17GB + 42GNT, présente une déflexion caractéristique  $d = 51,0 \times 10^{-2}$  mm (soit 51,0/100 mm), ce qui la classe en classe D4. Cette structure montre une moyenne performance physique et mécanique.

Ces résultats sont également constatés pour un indice de portance CBR (ICBR) de 09,41 % et de 12,61%.

### 3.3. Conclusion :

Il ressort de ces résultats que les structures bitumineuses classiques présentent des performances inférieures à celles des structures en enrobés à modules élevés. Toutefois, ces dernières tendent également à se rapprocher des classes de déflexion défavorables, notamment dans le cadre de la méthode CBR.

Par ailleurs, la méthode basée sur le catalogue algérien ne propose aucune variante intégrant des enrobés à modules élevés, ce qui limite considérablement les options de conception et d'optimisation structurelle.

### IV.4. Conclusion :

En conclusion, bien que les structures en enrobés à modules élevés présentent de meilleures performances globales que les structures bitumineuses classiques, elles ne sont pas exemptes de limites, notamment en ce qui concerne les déflexions élevées observées dans certaines conditions. La méthode CBR permet une évaluation plus fine et plus variée des structures, alors que la méthode fondée sur le catalogue algérien, en ne considérant que les enrobés classiques, limite les possibilités d'optimisation et d'adaptation aux exigences mécaniques et aux niveaux de trafic. Il apparaît donc nécessaire d'envisager une évolution du catalogue algérien pour y intégrer des solutions structurelles plus performantes, notamment les enrobés à modules élevés.

# **Conclusion générale**

## Conclusion

---

Le projet de dédoublement de la Route Nationale n°06, reliant Sidi Aïssa à Mascara, constitue une initiative stratégique majeure pour le développement des infrastructures routières en Algérie. Au-delà de son impact direct sur la sécurité, la fluidité de la circulation et le désenclavement régional, ce projet illustre les ambitions de modernisation du réseau routier national. Il s'inscrit dans une dynamique de croissance économique et sociale, en facilitant les échanges et les déplacements.

Cependant, la réussite de telles infrastructures dépend fortement du choix des structures de chaussée, des méthodes de dimensionnement utilisées et de la prise en compte des matériaux locaux. L'analyse comparative entre les méthodes classiques (fondées sur le catalogue algérien) et la méthode CBR met en évidence les limites des approches conventionnelles, notamment leur incapacité à intégrer des matériaux plus performants comme les enrobés à modules élevés. Ces derniers, bien que globalement plus efficaces, présentent eux aussi des contraintes, notamment en termes de comportement en service et de déflexion.

Les nombreuses recherches citées ont contribué à une meilleure compréhension du comportement mécanique des matériaux routiers, en particulier ceux d'origine locale. Elles mettent en avant la nécessité d'une approche scientifique et adaptée au contexte géotechnique algérien, en intégrant des outils comme le logiciel Alizé III, qui permet un dimensionnement mécanistique avancé, fiable et optimisé.

Il apparaît donc essentiel de :

- Actualiser le catalogue algérien de dimensionnement pour y inclure des solutions innovantes et variées adaptées aux matériaux disponibles localement ;
- Encourager l'utilisation d'outils numériques avancés pour un dimensionnement plus précis et durable ;
- Valoriser les matériaux locaux à travers des études expérimentales et des modèles adaptés, afin de réduire les coûts et l'impact environnemental tout en assurant la performance des chaussées.

En définitive, une approche intégrée combinant innovation technique, valorisation des ressources locales, et rigueur méthodologique est indispensable pour garantir des infrastructures routières fiables, économiques et durables, à la hauteur des enjeux actuels et futurs du pays.

À ce titre, il est vivement recommandé que les institutions supérieures du pays notamment les universités, les laboratoires de recherche et les bureaux d'ingénierie privés s'investissent davantage dans cette thématique. En particulier, les doctorants et jeunes chercheurs sont invités à approfondir l'étude et le développement de l'utilisation des enrobés à modules élevés en Algérie, dans le but de minimiser les dégradations et améliorer la durabilité des chaussées dans des contextes climatiques et géotechniques variés.

**Recherches  
bibliographiques**

## Références bibliographie

---

### Références Bibliographies :

- [1] Direction du Tourisme et de l'Artisanat Saida ; [dta.saida@mta.gov.dz](mailto:dta.saida@mta.gov.dz); Cité administrative bloc 4-1 étage Saida.
- [2] Carte des Monographie des wilayat ; [interieur.gov.dz](http://interieur.gov.dz) ; Cite administrative siège de wilaya Saida, Saida (20), Algérie
- [3] J. Baillot H. Cabanes Philippe Carrillo, *La route et sa chaussée manuelle de travaux publics* ; (p266).
- [4] <https://www.concretedispach.eu/blog/structure-chaussee-routiere/>
- [5] Guide Technique ; *conception et dimensionnement des structure de chaussée neuve guide technique* ; Ministère de l'Equipement de transports et de tourisme (p260).
- [6] B. Abdelkader, Y. Omar El-Farouk ; *Dimensionnement d'un corps de chaussée à base du sable rougeâtre par trois méthodes (théorique, empirique et numérique)* ; Université Kasdi Merbah Ouargla ; Algérie ; 2022-2023.
- [7] K. Safia : « *Valorisation du sable de dunes en couche de roulement sable – bitume* », Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 2013.
- [8] Bitume Québec, « *Guide de bonne pratique : la mise en œuvre des enrobés* », Bitume Québec, Canada, 2008.
- [9] R. KETTAB Bali, J.M. FLUREAU : « *Conception et Réalisation des Chaussées en Milieu Désertique (Design and Réalisation of Pavements in Désert Environnement)* », Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieure, Nancy. France, 2002.
- [10] CDC-ENR05 : « *Cahier Des Charges, Enrobes A Chaud* », Le Ministre des Travaux Publics, Algérie, 2005.
- [11] J. François CORTE, H. DI BENEDETTO : « *Matériaux routiers bitumineux 2 : constitution et propriétés thermomécaniques des mélanges bitumineux*, volume 2 »,
- [12] L. Said : « *Les Enrobés bitumineux* », ETS Cours, 2015.
- [13] Ibrahim HACHANI, Djihad DAAS : « *Etude d'un béton bitumineux modifié à la Poudrette de caoutchouc - Influence du mode de modification* », Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 2013.
- [14] CTPP ; « *Contrôle Technique des Travaux Publics* », Algérie, 2001.
- [15] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves ; organisme nationale de contrôle technique de Travaux publics Algérie ; novembre 2001 ; (p129).
- [16] A. DJABRI, A. HAMMANA : « *Caractérisation Des Enrobes Bitumineux Recycles* », Université de Tébessa, Algérie, 2016.
- [17] Hassan BAAJ : « *Comportement a la fatigue des matériaux granulaires traites aux liants hydrocarbonés* », Institut National des Sciences Appliquées INSA, Lyon, France, 2002.
- [18] S. Medelci Chiali, K. Ait Mokhtar ; *Analyse Critique des catalogues algérien de Dimensionnement des chaussées neuves : limites et perspectives* ; Algérie équipement, Oct-2014, USTHB Bâb-Ezzouar – Algérie.
- [19] S. Khaled ; *Caractérisation et modélisation du comportement non linéaire des matériaux granulaires pour l'analyse et la performance des chaussées souples* ; Ecole nationale polytechnique (ENP 2015), El-Harrach - Alger ; Algérie.

## Références bibliographie

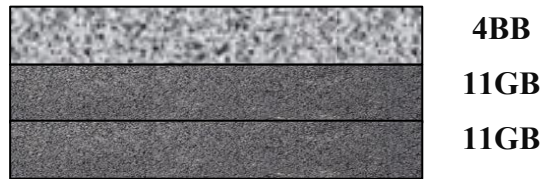
---

- [20] L. Philipe, S. Jean-Michel ; Méthode LPC ; *exécution et d'exploitation de la mesure de déformabilité de surface* ; Division Gestion de l'entretien routier ; Bulletin des Laboratoires des Ponts et chaussées ; Laboratoire central de Nantes ; Mars-Avril 1997 ; Réf 4084- PP. 31-37.
- [21] M. Morsli & AMP ; A. Bali ; *La Pratique du dimensionnement des chaussées sahariennes*, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Algérie. © (ENP 2009).
- [22] T. Mounir, *Comportement non-linéaire des chaussées souples et effets des conditions D'interface : Application à la construction routière en Algérie* ; Ecole Nationale Polytechnique 10, Avenue des Frères Oudek, Hassen Badi, BP, 182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie. (ENP 2012).
- [23] B. Lyes, K. Roufida ; *Techniques de Réparation des Chaussées Souples et l'Évaluation de leur Capacité Portante - Application pour cas d'Étude* ; Université Saad Dahl ab De Blida1 – Algérie 2023.
- [24] O. Salah Eddine ; *Etude comparative entre les méthodes de dimensionnement des chaussées utilisées en Algérie* ; Université Mohamed khi der – Biskra – Algérie 2019.
- [25] D. Radia ; *Géo synthétiques pour la construction de routes et chaussées « Amélioration de la couche de forme »* ; Université 08 Mai 1945 de Guelma – Algérie 2016.
- [26] D. Mahmoud, S. Anes ; *Comportement d'un mélange Marne-Sable calcaire de la région de Ghardaïa : Application en construction routière* ; Université de Ghardaïa – Algérie 2020.
- [27] M. Yasmine, F. Amel ; *Conception de chaussée et étude de glissement le long d'un Tronçon de 2500Km quota ; PK (1+400) au PK (1+585) & quota ; de projet reliant le pôle urbain de Saf- Saf et la RN29* ; Blida ,12/2021, Université Saad Dahl ab De Blida1 – Algérie 2021.
- [28] B. Madani, H. Ahmed el Hani ; *Contribution au remplacement de la chaussée souple Locale par une chaussée rigide - étude comparative –* ; Université Amar Thelidji- Laghouat – Algérie 2023.
- [29] Catalogue ; *catalogue de dimensionnement des chaussées neuves* ; Organisme nationale de contrôle technique de travaux publics Algérie ; novembre 2001 ; (p129).
- [30] Catalogue ; *catalogue des structures types de chaussées neuves* ; Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement Edition 1998 (p319).
- [31] Guide méthodologique ; *Diagnostic et conception des renforcements de chaussée* ; Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRIM) ; Cerema. P264 ; Mai 2016.
- [32] NF P98-080-1 ; *Chaussées - Terrassement - Terminologie - Partie 1 : terminologie relative au calcul de dimensionnement des chaussées* ; Nov.1992.
- [33] Sétra-LCPC (2000) - *Guide technique - Réalisation des remblais et des couches de forme Fascicule 1 : principes généraux et Fascicule 2 : annexes techniques (GTR)*.
- [34] Sétra-LCPC (2000) - *Guide technique – Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme (GTS)*.
- [35] Sétra (2007) – *Guide Technique – Conception et réalisation des terrassements ; Fascicule 1 : Étude et exécution des travaux ; Fascicule 2 : Organisation des contrôles ; Fascicule 3 : méthodes d'essais (GRT)*.

# **ANNEXE**

## Annexes

### Structure de chaussée N°01 : Méthode CBR, Indice CBR =9,41%



Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	4000,0	0,350	0,000	67,6	0,498	-7,3	0,657
	collé		0,040	48,3	0,447	38,0	0,635
0,110	7000,0	0,350	0,040	48,3	0,776	-4,4	0,635
	collé		0,150	-22,9	-0,112	45,2	0,262
0,110	7000,0	0,350	0,150	-22,9	-0,112	45,2	0,262
	collé		0,260	-111,7	-1,075	102,3	0,023
infini	50,0	0,350	0,260	-111,7	0,004	378,6	0,023

variante 2: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2

tableau 3  tableau 4

tableau 5  tableau 6

tableau 7  tableau 8

Déflexion =57,0 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 751,3 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lcpc Mémo

1 - EpsiT= 124,4 (GB2)

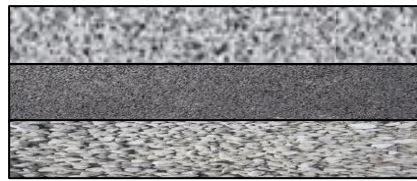
2 - Epsiz= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°02 : Méthode CBR, Indice CBR =9,41%



**4BB**  
**22GB**  
**27GNT**

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	4000,0	0,350	0,000	56,8	0,428	4,3	0,657
			0,040	42,1	0,400	45,6	0,636
0,220	7000,0	0,350	0,040	42,1	0,692	3,2	0,636
			0,260	-96,1	-0,908	88,9	0,036
0,270	200,0	0,350	0,260	-96,1	-0,008	197,0	0,036
			0,530	-118,7	-0,027	170,5	0,016
infini	50,0	0,350	0,530	-118,7	0,000	320,9	0,016

variante 13: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

- tableau 1
- tableau 2
- tableau 3
- tableau 4
- tableau 5
- tableau 6
- tableau 7
- tableau 8

Déflexion = 51,0 mm/100  
entre-jonctage

Rdc = 806,0 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lcpc Mémo

- 1 - EpsiT= 121,4 (GB2)
- 2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°03 : Méthode CBR, Indice CBR =9,41%



4BBME

10EME

10EME

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	57,4	0,613	-19,2	0,658
	collé		0,040	39,8	0,520	15,7	0,632
0,100	11000,0	0,350	0,040	39,8	0,947	-14,1	0,632
	collé		0,140	-16,8	-0,148	31,4	0,270
0,100	11000,0	0,350	0,140	-16,8	-0,148	31,4	0,270
	collé		0,240	-88,4	-1,343	81,4	0,020
infini	50,0	0,350	0,240	-88,4	0,004	325,5	0,020

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

- tableau 1
- tableau 2
- tableau 3
- tableau 4
- tableau 5
- tableau 6
- tableau 7
- tableau 8

Déflexion =53,7 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 939,4 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lcpc Mémo

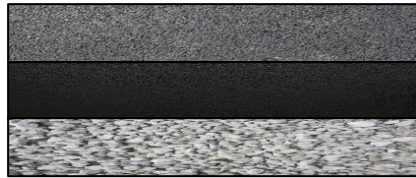
- 1 - EpsiT= 121,4 (GB2)
- 2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°04 : Méthode CBR, Indice CBR =9,41%



**4BBME**

**19EME**

**25GNT**

Alizé-Lcpc Mémo X

1 - EpsiT= 121,4 (GB2)  
 2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 10: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	54,7	0,596	-16,6	0,657
			0,040	37,6	0,496	18,0	0,631
0,190	11000,0	0,350	0,040	37,6	0,902	-11,8	0,631
			0,230	-83,7	-1,258	77,5	0,033
0,250	200,0	0,350	0,230	-83,7	-0,006	179,0	0,033
			0,480	-114,3	-0,025	166,2	0,016
infini	50,0	0,350	0,480	-114,3	0,000	317,9	0,016

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2  
 tableau 3  tableau 4  
 tableau 5  tableau 6  
 tableau 7  tableau 8

Déflexion =51,0 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 932,3 m

Tracer

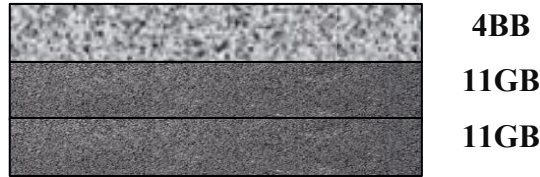
Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°05 : Méthode CBR, Indice CBR =12,61%



Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

Alizé-Lcpc Mémo

variante 2: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	4000,0	0,350	0,000	67,6	0,498	-7,3	0,657
			0,040	48,3	0,447	38,0	0,635
0,110	7000,0	0,350	0,040	48,3	0,776	-4,4	0,635
			0,150	-22,9	-0,112	45,2	0,262
0,110	7000,0	0,350	0,150	-22,9	-0,112	45,2	0,262
			0,260	-111,7	-1,075	102,3	0,023
infini	50,0	0,350	0,260	-111,7	0,004	378,6	0,023

Grandeurs affichées

tableau 1     tableau 2  
 tableau 3     tableau 4  
 tableau 5     tableau 6  
 tableau 7     tableau 8

Déflexion = 57,0 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 751,3 m

Tracer

Imprimer    Enregistrer

Variante n-1    Variante n+1

Voir Chargt.    Fermer

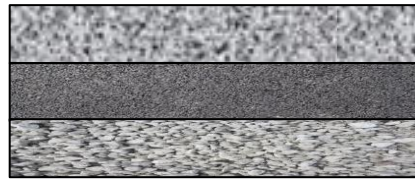
1 - EpsiT= 121,4 (GB2)  
 2 - Epsiz= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°06 : Méthode CBR, Indice CBR =12,61%



**4BB**  
**22GB**  
**27GNT**

Alizé-Lpcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 1: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	4000,0	0,350	0,000	57,7	0,425	3,6	0,658
	collé		0,040	43,9	0,407	44,3	0,637
0,100	7000,0	0,350	0,040	43,9	0,706	1,8	0,637
	collé		0,140	-11,7	0,032	39,8	0,319
0,140	7000,0	0,350	0,140	-11,7	0,032	39,8	0,319
	collé		0,280	-99,5	-0,965	91,2	0,020
infini	50,0	0,350	0,280	-99,5	0,004	335,6	0,020

Grandeurs affichées

- tableau 1
- tableau 2
- tableau 3
- tableau 4
- tableau 5
- tableau 6
- tableau 7
- tableau 8

Déflexion =53,1 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 842,2 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lpcpc Mémo

- 1 - EpsiT= 121,4 (GB2)
- 2 - Epsiz= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°07 : Méthode CBR, Indice CBR =12,61%



Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	57,4	0,613	-19,2	0,658
			0,040	39,8	0,520	15,7	0,632
0,100	11000,0	0,350	0,040	39,8	0,947	-14,1	0,632
			0,140	-16,8	-0,148	31,4	0,270
0,100	11000,0	0,350	0,140	-16,8	-0,148	31,4	0,270
			0,240	-88,4	-1,343	81,4	0,020
infini	50,0	0,350	0,240	-88,4	0,004	325,5	0,020

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2

tableau 3  tableau 4

tableau 5  tableau 6

tableau 7  tableau 8

Déflexion =53,7 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 939,4 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lcpc Mémo

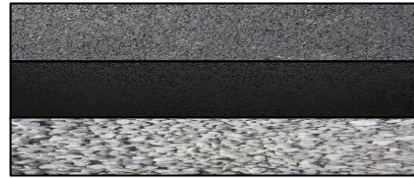
1 - EpsiT= 112,7 (EME2)

3 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Structure de chaussée N°08 : Méthode CBR, Indice CBR =12,61%



4BBME

19EME

23GNT

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	55,4	0,603	-17,3	0,657
			0,040	38,0	0,500	17,5	0,631
0,190	11000,0	0,350	0,040	38,0	0,910	-12,3	0,631
			0,230	-84,4	-1,270	78,1	0,032
0,230	200,0	0,350	0,230	-84,4	-0,006	177,3	0,032
			0,460	-116,2	-0,026	168,9	0,017
infini	50,0	0,350	0,460	-116,2	0,000	324,8	0,017

variante 10: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

- tableau 1
- tableau 2
- tableau 3
- tableau 4
- tableau 5
- tableau 6
- tableau 7
- tableau 8

Déflexion = 51,4 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 926,6 m

Alizé-Lcpc Mémo

- 1 - EpsiT= 121,4 (GB2)
- 2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats de calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

Tracer

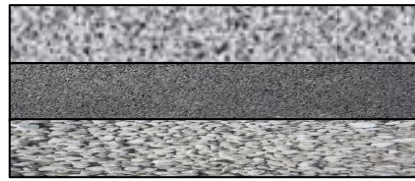
Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°09 : Méthode CBR, Indice CBR =16,8%



**4BB**  
**22GB**  
**25GNT**

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

Alizé-Lcpc Mémo

variante 14: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	4000,0	0,350	0,000	54,2	0,409	8,1	0,657
			0,040	40,8	0,386	47,8	0,637
0,230	7000,0	0,350	0,040	40,8	0,668	5,2	0,637
			0,270	-91,9	-0,874	85,0	0,033
0,250	200,0	0,350	0,270	-91,9	-0,008	183,5	0,033
			0,520	-114,1	-0,026	164,2	0,016
infini	50,0	0,350	0,520	-114,1	0,000	310,3	0,016

Grandeurs affichées

tableau 1 tableau 2  
tableau 3 tableau 4  
tableau 5 tableau 6  
tableau 7 tableau 8

Déflexion =49,9 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 849,5 m

Tracer  
Imprimer Enregistrer  
Variante n-1 Variante n+1  
Voir Chargt. Fermer

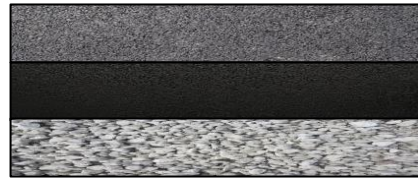
1 - EpsiT= 121,4 (GB2)  
2 - Epsiz= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°10 : Méthode CBR, Indice CBR =16,8%



4BBME

19EME

21GNT

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

Alizé-Lcpc Mémo

variante 10: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	56,0	0,609	-18,0	0,657
			0,040	38,4	0,504	17,1	0,631
0,190	11000,0	0,350	0,040	38,4	0,917	-12,7	0,631
			0,230	-85,1	-1,282	78,8	0,032
0,210	200,0	0,350	0,230	-85,1	-0,007	175,5	0,032
			0,440	-118,0	-0,026	171,4	0,017
infini	50,0	0,350	0,440	-118,0	0,000	331,5	0,017

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2

tableau 3  tableau 4

tableau 5  tableau 6

tableau 7  tableau 8

Déflexion = 51,9 mm/100  
entre-joncage

Rdc = 920,8 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

1 - EpsiT= 121,4 (GB2)

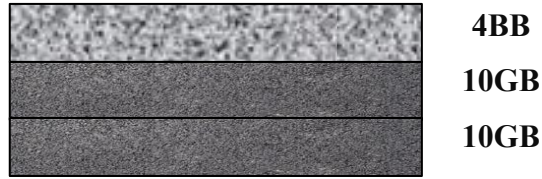
2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°11 : Méthode de catalogue, Indice CBR =12,61%



Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0 collé	0,350	0,000	71,4	0,527	-9,9	0,658
			0,060	35,0	0,388	48,5	0,600
0,100	7000,0 collé	0,350	0,060	35,0	0,663	8,5	0,600
			0,160	-27,5	-0,173	46,8	0,233
0,100	7000,0 collé	0,350	0,160	-27,5	-0,173	46,8	0,233
			0,260	-113,8	-1,094	104,2	0,023
infini	50,0	0,350	0,260	-113,8	0,004	388,6	0,023

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

tableau 1     tableau 2  
 tableau 3     tableau 4  
 tableau 5     tableau 6  
 tableau 7     tableau 8

Déflexion =57,9 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 729,7 m

Tracer  
 Imprimer    Enregistrer  
 Variante n+1  
 Voir Chargt.    Fermer

Alizé-Lcpc Mémo

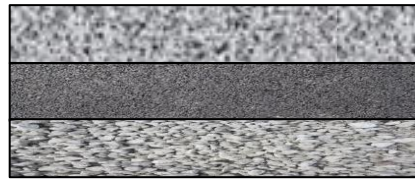
1 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)  
 2 - EpsiT= 121,4 (GB2)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

## Annexes

### Structure de chaussée N°12 : Méthode de catalogue, Indice CBR =12,61%



**6BB**  
**17GB**  
**42GNT**

Alizé-Lcpc Mémo

1 - EpsiT= 121,4 (GB2)  
 2 - EpsiZ= 729,3 (gnt et sol)

Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Fermer

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 10: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,040	6000,0	0,350	0,000	54,7	0,596	-16,6	0,657
			0,040	37,6	0,496	18,0	0,631
0,190	11000,0	0,350	0,040	37,6	0,902	-11,8	0,631
			0,230	-83,7	-1,258	77,5	0,033
0,250	200,0	0,350	0,230	-83,7	-0,006	179,0	0,033
			0,480	-114,3	-0,025	166,2	0,016
infini	50,0	0,350	0,480	-114,3	0,000	317,9	0,016

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2  
 tableau 3  tableau 4  
 tableau 5  tableau 6  
 tableau 7  tableau 8

Déflexion =51,0 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 932,3 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer