

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique
Référence :/2019



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع/2019

Mémoire de Master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et Ouvrages d'Arts

Thème :

**Etude du dédoublement de la RN 46 sur 08 Km
Entre PK 226 + 000 et PK 334 + 000**

Nom et Prénom de l'étudiant :

Remadna Hamza

Encadreur :

DR : Ben Khadda BEN AMMAR

Promotion : Juillet 2019

REFERANCE ET BIBLIOGRAPHIE

1.REGLEMENT

- ✚ B40 : B40 (normes technique d'aménagements des routes) / octobre 1977.
- ✚ ARP : Aménagement de routes principales.
- ✚ RPOA: Règle Par Sismique Ouvrage Algérienne

2. DOCUMENTS:

- ✚ Catalogue de dimensionnement du corps des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ✚ Les Cours de Routes (Dr.Remadena Mohamed Saddek et Dr. Khelifa Tarek).
- ✚ APD de RN 46sur 51 KM.
- ✚ Rapport géotechnique de RN 46.

3.OUTILS INFORMATIQUES:

- ✚ Logiciel Covadis(10.1).
- ✚ Microsoft EXCEL.
- ✚ Autocad2008.
- ✚ Microsoft Word.

4.AUTRES:

- ✚ MEMOIRE DE MASTER 2 ANNEE, OPTION: VOIES ET OUVRAGE D'ART.

Remerciements

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier, et nous avoir armé par la force, le courage et la patience afin d'accomplir cette mission de formation MASTER.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur DR : Ben KHADDA BEN AMMAR.

Son compétence et son orientation.

A celle qui m'a fait venir au monde, celle qui s'est sacrifiée pour me voir grandir, celle à qui

Je ne pourrai révéler mon amour avec de simples mots, à toi chère Maman.

Au guide de ma vie, celui qui a répondu de la lumière sur mon chemin, celui qui s'est donné

Tant de mal pour me voir en arriver là où je suis, à toi cher papa

À ma femme SOUAD.

A mes chers enfants Ahmed et Rimass.

A tous mes frères. Et A tous mes amis.

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Enfin, à tous ceux qui m'aiment.

Résumé

La construction d'une nouvelle infrastructure routière, la réhabilitation, la modernisation, le renforcement, l'élargissement et le dédoublement des routes sont des types de travaux routiers programmés par les services compétents, à savoir le ministère des travaux publics, les directions des travaux publics, les services techniques des communes, pour permettre le développement des réseaux routiers. Le présent travail objet du mémoire de master, porte sur le dédoublement d'un tronçon routier situé sur la route nationale RN46 dans la wilaya de Biskra. Le linéaire du tronçon étudié est de 08 km, du PK 226+000 au PK 234+000.

الملخص

بناء البنية التحتية للطرق الجديدة وإعادة تأهيل وتحديث وتعزيز، اتساع وازدواج الطرق هي أنواع من أعمال الطرق المبرمجة بواسطة الخدمات المختصة. وهي وزارة الأشغال العامة ومديريات الأشغال العامة والخدمات الفنية للبلديات. لتمكين تطوير شبكات الطرق. يتعلق العمل الحالي، وهو موضوع أطروحة الماستير، بتكرار قسم طريق يقع على الطريق الجنوبي ط. و46 في ولاية بسكرة. طول القسم المدروس هو 08 كم. من ن ك 226+000 الى ن. ك 234+000.

SOMMAIRE

Chapitre I : Présentation De Projet	
I-01 Introduction	01
I -02 Objectif De Projet	01
I-03 Objectif De L'étude	01
I-04 Présentation De Projet	02
Chapitre II : Etude De Trafic	
Ii-01 Introduction	07
II-02 L'analyse Des Trafic Existants	07
II-03 Différent Type De Trafics	09
II-04 Calcul De La Capacité	09
II-05 Application Au Projet	13
Chapitre III : Etude Géotechnique	
III-01 Introduction	19
III-02 Objectif De La Géotechnique	19
III-03 Les Moyennes De La Reconnaissance	19
III-04 Définition Des Essai D'identification	20
III-05 Définition Des Essai Mécanique	24
III-06 Résultats Géotechniques	27
III-07 Commentaire D'analyse	31
Chapitre IV : Dimensionnement De Corps Chaussée	
Iv-01 Introduction	33
IV-02 Définition La Chaussée	33
IV-03 Les Différents Type De Chaussée	33
IV-04 Les Principale Méthode Des Dimensionnement	35
IV-05 Application Au Projet	38
IV-06 Vérification De La Structure	41
IV-07 Vérification Avec ALIZE	42
Iv-08 Résumé	45
Iv-09 Conclusion	45
Chapitre V : Tracer En Plan	
V-01 Introduction	47
V-02 Les Règles A Respecter Pour Trace En Plan	47
V-03 Les Elément Géométrique Du Trace En Plan	47
V-04 Combinaison Des Elément De Trace En Plan	54
V-05 Paramètres fondamentaux	55
Chapitre VI : Profil En Long	
Vii-01 Définition	57
VII-02 LES Règles A Respecter Pour Trace Profil En Long	57
VII-03 Les Elément De Composition Du Profil En Long	58
VII-04 Coordination Du Trace En Plan Et Profil En Long	58
VII-05 Les Palier Et Les Déclivités	58
VII-06 Raccordement En Profil En Long	59
VII-07 Caractéristique Des Rayon En Long	61
Chapitre VII : Profil En travers	
VII-01 Définition	64

VII-02 Les éléments de composition du profil en travers	64
VII-03. Classification du profil en travers	66
VII-04. Application au projet	66
Chapitre VIII :Cubatures	
VIII-01 Introduction	69
VIII-02 Définition	69
VIII-03 Méthode De Calcule	69
VIII-04 Calcule Des Cubatures de terrassement	71
Chapitre Ix : Signalisation Et Éclairage	
Ix -01: Signalisation	
Ix-01*A Introduction	73
IX-01*B L'objectif De Signalisation	73
IX-01*C CATÉGORIES DE SIGNALISATION	73
IX-01*D Type De Signalisation	73
IX-01*E Application Au Projet	77
IX-01*E Les Type Des Panneaux Avec L'implantation Et Dimensionnement Signalisation	77
Ix -02: Eclairage	
Ix-02*A Introduction	79
IX-02*B Catégories D'éclairages	79
IX-2*C Paramètres De L'implantation Des Luminaires	79
IX-02*D Application Au Projet	79
Chapitre X : Devis Quantitatif Et Estimatif	
X -01 Devis Quantitatif Et Estimatif	82
Conclusion Générale	
Références Bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION

Le projet de dédoublement du tronçon de la RN 46 entre les PK 245+070 et le PK 194+000 (La wilaya de M'Sila) s'inscrit dans un schéma de développement global de cet axe socio-économique et stratégique à la fois.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier (*RN 46*) sur 8km (*PK226+000 - PK234+000*).

L'impact de cette opération est double ; il est à la fois régional pour la wilaya de Biskra et national compte tenu des wilayas desservies par la RN 46 qui est considérée comme la continuité de la RN 08, à partir de Bousaada. L'ensemble de la liaison relie le centre et l'Ouest du pays au Sud /Est.

Le trafic sur cet axe est très intense avec une forte présence de poids lourds, ainsi la réalisation de ce projet finalisera le dédoublement jusqu'à la ville de Biskra.

I. OBJECTIF DU PROJET

Parmi les principales wilayas du pays notamment du point de vue population et activité économique, Biskra connaît un développement socioéconomique remarquable. Sa demande croissante en matière de transport durant ces dernières années générée par le développement et l'extension des différents centres socioéconomiques de la wilaya, la croissance relevée dans les secteurs clés de l'économie de la wilaya tels que l'agriculture, l'agro-alimentaire, l'industrie légère et de transformation, ainsi que les services d'une part et d'autre part, l'amélioration sensible du niveau de vie global de la population accompagnée d'une mobilité accrue. Ce qui s'est traduite par des niveaux de trafic élevés.

Ainsi, dans le souci de faciliter le déplacement des personnes et des biens, les autorités de la wilaya de Biskra, par le biais de sa Direction des Travaux Publics a engagé une vaste opération de développement et modernisation du réseau routier, pour le maintenir en adéquation permanente avec le niveau de la demande de transport et assurer un meilleur niveau de service à l'utilisateur. Le projet de dédoublement de la RN 46 sur 51 kms à partir de la limite de wilaya Biskra avec wilaya M'Sila.

II. OBJECTIF DE L'ETUDE

La présente étude d'impact sur l'environnement se veut un regard sur les aspects d'environnement dans le milieu où s'intégrera le projet.

Elle passe en revue le cadre environnemental du couloir, identifie les interférences avec le projet et propose des solutions appropriées pour limiter ses effets sur l'environnement.

Elle a donc pour objectifs principaux :

- L'identification des contraintes qui risquent d'entraîner une majoration du coût du projet.
- L'identification des segments où il existe des contraintes pouvant compromettre la réalisation ou d'en allonger les délais.
- Proposer des solutions ou recommandations pour compenser ou éviter les effets négatifs sur l'environnement.

III. PRESENTATION DU PROJET

Le projet de dédoublement concerne le tronçon de la RN 46 entre les PK 245+070 et le PK 194+000 (Limite de wilaya avec M'Sila).

Ce tronçon de la RN 46 croise la route de Tolga (ancien tracé de la RN 46) au PK 244+700, la route qui dessert Laghrous et Foughala, au PK 234+720 et la RN 46A (M'doukal – Ouled Djellal), au PK 218+530.

Le projet comprend entre autre le dédoublement des ouvrages d'art sur oued Enaam et oued Sedouri.



Fin du projet



Début du projet

La description du milieu récepteur est essentielle à l'analyse environnementale, afin d'obtenir une connaissance adéquate des composantes qui risquent d'être touchées par le projet.

A cet effet, le premier élément de cette étape consiste à délimiter la zone d'influence du projet pour ensuite en décrire les composantes pertinentes (Relief, Sol, Eau, Espèces animales et végétales, Paysage et communautés humaines).¹

¹ APD de RN 46 sur 51 KM

III-3 Quaternaire actuel

Ce sont principalement des éboulis et les cailloutis aux pieds des montagnes et sur les pentes, des dunes constamment en mouvement et des alluvions sableuses et caillouteuses dans les lits actuels des oueds.

III-4 Quaternaire Moyen

Il se présente sous forme de Croûte dite « deb- deb » dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours. C'est une formation calcairo- gypseuse atteignant jusqu'à deux mètres d'épaisseur, Elle occupe les contours des montagnes qui présentent des flancs calcaires (Tolga).

III-5 Eocène inférieur

On le retrouve entre Bir Enaam et Chaiba. L'Eocène inférieur est formé de grès et d'argiles sableuses passant à des marnes verdâtres et à des calcaires à la base et des calcaires argileux et marnes blanches à nodules de silex et de calcédoine au sommet.

L'Eocène moyen (Lutétien) est formé par des calcaires argileux, de marnes et de calcaires à nummulites et operculines.

Sur la marge septentrionale de la plate forme saharienne, le Paléocène est probablement absent ou non identifié; le Maestrichtien est directement surmonté par l'Eocène inférieur. Ce dernier, d'une épaisseur de 120 à 160 m, est divisé en deux séries successives : une série basale à Algues et une série sommitale à Nummulites. La série à Algues, est constituée de dolomies, de calcaires dolomitiques et des calcaires oolithiques ou lumachelliques admettant des intercalations marneuses à la base, et sont à nummulites, operculées, milioles, gastéropodes, oursins, lamellibranches, bryozoaires, pectens et globigérines. La série à Nummulites, est formée de dolomies à silex intercalées de calcaires crayeux à tests d'oursins et d'huîtres et de calcaires dolomitiques grises à nummulites, operculaires et des débris phosphatés.

III-6 Crétacé supérieur

Il est représenté par des calcaires cristallins, marneux et dolomitiques en couches très épaisses, des intercalations lagunaires marneuses et gypseuses. Il affleure largement dans la région de Chaiba.

Chapitre II

Etude de trafic

II-1 INTRODUCTION

Les études de trafic constituent un élément fondamental qui intervient en amont de toute réflexion relative à l'aménagement des infrastructures de transport, depuis le simple traitement d'un carrefour jusqu'à la grande liaison autoroutière. Elles constituent une approche essentielle, tant de la conception que de l'entretien et l'exploitation des réseaux routiers.

La conception des routes repose sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, ou empruntant d'autres modes susceptibles de venir en concurrence avec la route.

Les prévisions de trafic sont nécessaires :

- Pour définir les caractéristiques techniques (caractéristiques géométriques et structures de chaussées) des différents tronçons de route qui doivent être adaptés au volume et à la nature des circulations attendues et déterminer ainsi le coût de l'investissement ;
- Pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier et les coûts d'exploitation des véhicules, et en particulier, effectuer les calculs économiques.

L'objectif de cette étude est de définir les volumes circulant sur la RN 46 ainsi que leurs projections aux horizons futurs.

II-2- L'ANALYSE DES TRAFIC EXISTANTS

L'analyse des résultats des comptages de trafic réalisés au niveau de la RN 46 a pu mettre en évidence des volumes trafics non négligeables variant entre 3 200 et 7 700 véhicules par jour en 2020.

Le taux de poids lourds variant entre 14 et 32 %.

La comparaison entre les résultats de la campagne de recensement de 2000 et celle de 2020 entrant dans le cadre du schéma directeur routier de la wilaya a mis en évidence le trafic a connu une évolution uniforme pour les deux sections avec un taux d'accroissement moyen de l'ordre de 4.5 à 5%.

Ce taux d'évolution supérieur au taux national dénote l'essor économique de la région à travers l'évolution des déplacements des personnes et biens.

II-2-A La mesure des trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

✚ **Les comptages** : permettent de quantifier le trafic.

✚ **Les enquêtes** : permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

A-1 Les comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Le trafic sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

Les comptages automatiques:

Il sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

Les comptages permanents : sont réalisés en certain point choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes (réseau autoroutier, réseau routier national et les chemins de Wilaya Les plus circulés).

Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les axes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.

L'inconvénient de cette méthode : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et poids lourds.

A-2 Les Enquêtes Origine Destination :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux. On peut recourir en fonction du besoin, à diverses méthodes lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

II-2-B Différents types de trafics :

B*1/ Trafic Normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

B*2/ Trafic Dévie:

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

B*3 / Trafic non Dévie:

C'est le trafic qui résulte :

- Des nouveaux déplacements qui, en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à la facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

B*4 /Trafic total :

C'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II -3 CALCUL DE LA CAPACITE :

II -3*A - Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée.

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'utilisateurs habitués ou non à l'itinéraire.

Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre)

- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

II-3*B - Projection future du trafic :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

$$TJMAh = TJMA0 (1+\tau)^n$$

TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

τ : taux d'accroissement du trafic (%).

II-3 *C Calcul De Trafic Effectif :

C'est le trafic traduit en **unité de véhicules particuliers (uvp)**, en fonction de type de route et de l'environnement. Le B40 normes techniques d'aménagement des routes donne les coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp), **tableau II.1**.

Le trafic effectif, en uvp, est donné par la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] TJMAh$$

Avec :

Teff : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

z : pourcentage de poids lourd.

p : coefficient d'équivalence pour le poids lourds.

Tableau II.1: Coefficient d'équivalence (E)

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

II -3*D - Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est le débit horaire moyen de pointe en fonction de l'historique annuel des trafics. Les études de trafic poussées montrent qu'en classant par ordre décroissant les débits horaires sur une année, la courbe présente la forme d'une fonction du type $1/x$. On considère que le débit correspondant au changement de pente correspond au débit de pointe normal, c'est-à-dire le débit maximum qui se reproduit périodiquement hors Circonstances particulières (départ en vacances par exemple). Le changement de pente de la courbe correspond généralement à une plage de données situées entre la 10e et la 50e heure, on choisit conventionnellement de prendre en compte la 30e heure pour caractériser le débit horaire de pointe, moyen et de le comparer à la capacité de la voie. Il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) par heure et donné par la formule:

$$Q = (1/n).T_{eff}$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire en uvp/h.

n = 8 d'après le B40.

T_{eff} : trafic effectif en uvp/jour.

II -4.E Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule:

$$Q_{adm} = K1.K2.C_{th}$$

Les coefficients K1, K2 et la capacité théorique C_{th} sont donnés par les tableaux II.2, II.3, et II.4 respectivement. Les tableaux sont extraits du B40.

Tableau II-2 : Valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II-3 : valeur de K2

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II-4 : valeur de la capacité théorique

Type de chaussée	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 pour les 2 voies
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 pour les 3 voies
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 par voie

II-4*F - Détermination du nombre des voies :

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :** on compare Q à Q_{adm} et on adopte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q

$$Q_{adm} \geq Q$$

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :** le nombre de voie à retenir par chaussée est l'ombre le plus proche du rapport.

$$n = S.Q/Q_{adm}$$

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie.

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.¹

¹ Cours des routes Université Mohamed Khider Biskra.

II -5- APPLICATION AU PROJET:

II -5*A- Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui ont été fournis par bureau d'étude **DELTA CONSULT**.

- Le trafic à l'année 2005 TJMA 2005=5571v/j.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$.
- La vitesse de base sur le tracé Vb= 80km/h.
- Le pourcentage de poids lourds Z =24%.
- L'année de mise en service sera en 2020.
- La durée de vie estimée de 20 ans.
- Catégorie C1.
- L'environnement E2.²

II -5*B - Projection future de trafic :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

$$TJMAh = TJMAo (1+\tau)^n$$

Avec :

- **TJMAh** : le trafic à l'année horizon.
- **TJMAo** : le trafic à l'année de référence (origine 2005).
- **n** : les nombres d'années.
- **τ** : le taux d'accroissement du trafic (%).

✓ Calcul de TJMA année de mise en service :

A.N

$$TJMA_{2020} = TJMA_{2005} (1+\tau)^{15}$$

$$TJMA_{2020} = 5571*(1+0.04)^{15} = \mathbf{10033 \text{ v/j}}$$

Donc

$$TJMA_{2020} = \mathbf{10033 \text{ v/j}}$$

² Les données de trafic fournis par bureau étude DELLTA CONSULT.

✓ Calcul de TJMA horizon :

A.N

$$TJMA_{2040} = TJMA_{2020} (1+\tau)^{20}$$

$$TJMA_{2040} = 10033*(1+0.04)^{20} = 21984 \text{ v/j.}$$

Donc

$$TJMA_{2040} = 21984 \text{ v/j}$$

II-5*C- Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

$$T_{eff} = [(1 - Z) + Z.P] TJMAh$$

Avec:

➤ **Z** : le pourcentage de poids lourds (24%).

➤ **P** : le coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route

Pour notre projet l'environnement est **E2, et route à 4 voies, d'après le tableau II.1** le coefficient d'équivalence **P = 4**.

$$T_{eff} = [(1 - 0.24) + 4* 0.24] \times 21984 = 37813 \text{ uvp / jour.}$$

Donc

$$T_{eff} = 37813 \text{ uvp/j}$$

II -5*D - Débit de pointe horaire normale :

$$Q = (1/n).T_{eff}$$

Avec:

- **Q** : le débit de pointe horaire.

- **n** : n = 8, donc : **(1/n) = 0,12**

- **Teff** : le trafic effectif.

D'où le débit de pointe horaire normale :

$$Q = 0,12 \times T_{eff}$$

Donc :

$$Q = 4538 \text{ uvp / h}$$

II -5*E - Débit admissible :

La formule qui donne le Débit Horaire Admissible est :

$$Q_{adm} = K1.K2. Cth$$

Tel que :

✓ : la capacité théorique .

✓ **K1, K2** : les coefficients correcteurs.

Le tableau II.2 donne K1 = 0.85 correspondant à un environnement E2. Le tableau II.2 donne K2 = 0.99 correspondant à une catégorie C1 et un environnement E2. Le tableau II.3 donne Cth = 1800 uvp/h/voie correspondant à une route à chaussées séparées.

A.N:

$$Q_{adm} = 0.85 * 0.99 * 1800 = 1515 \text{ uvp/voie/h.}$$

$Q_{adm} = 1515 \text{ uvp/voie/h.}$

Le tableau II.5 récapitule les calculs de débit de pointe et de débit admissible pour tous les types de chaussée plausibles.

Tableau II.5 : Tableau récapitulatif des résultats des calculs

Type de la route	TJMA service (v/j)	TJMA horizon (v/j)	T _{eff} (uvp/j)	Débit de point Q (uvp/h)	Débit admissible Q (uvp/h)	
Route 2voies	10033	21984	37813	4538	1515	

En comparant les débits admissibles au débit de pointe on constate qu'une route à 2 voies ou une route à 3 voies sont insuffisantes pour satisfaire le débit de pointe.

La chaussée à 2 voies : d = 1683 < Q = 5580.

La chaussée à 3voies : d = 2693 < Q = 4972.

Par conséquent le profil en travers de la route doit être du type chaussé séparées 2xn (n : nombre de voies par chaussée).

II -5.F – Détermination du nombre de voies :

Le nombre de voies par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

Tel que:

$$N = S \times (Q/Q_{adm})$$

➤ **S** : le coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

➤ **Q_{adm}** : le débit admissible par voie.

A.N

$$N = (2/3) * (4538/1515) = 1.99$$

Donc :

$$N = 2 \text{ voies /sens}$$

Conclusion :

La route devra avoir un profil en travers type de 2x2 voies.

II -5*G Calcul de l'année de saturation de 2x2voies :

$$T_{eff2020} = [(1 - Z) + Z.P] T_{JMA2020}$$

$$T_{eff} (2020) = [(1 - 0.24) + (4*0.24)] * 10033$$

$$T_{eff} (2020) = 17257 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2020} = 0,12 \times T_{eff2020}$$

$$Q = 0,12 * 17257 = 2071 \text{ uvp/h.}$$

Donc :

$$Q_{2020} = 2071 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 1515 = 6060 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = (1+t)^n * Q_{2020}$$

$$n = (\ln (Q_{saturation}/Q_{2020}))/ (\ln (1+ \tau))$$

A.N

$$n = (\text{Ln}(6060/2071)) / (\text{Ln}(1+0.04)) = 24$$

Donc :

$$n = 28 \text{ ans}$$

$$Q_{\text{saturation}} = (1+t)^n * Q_{2020}$$

$$Q_{\text{saturation}} = (1+0.04)^{28} * 2071 = 6210 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 6210 \text{ uvp/h.}$$

D'où notre route sera saturée 28 ans après la mise en service, donc l'année de saturation est l'année : 2048.

Tableau II-6 : les calculs sont représentés dans le tableau suivant

Type de la route	TJMA service (v/j)	TJMA horizon (v/j)	T _{eff} (uvp/j)	Débit de point Q (uvp/h)	Débit admissible Q (uvp/h)	Débit saturation Q (uvp/h)
Route 2*2voies	10033	21984	17257	2071	1515	6210

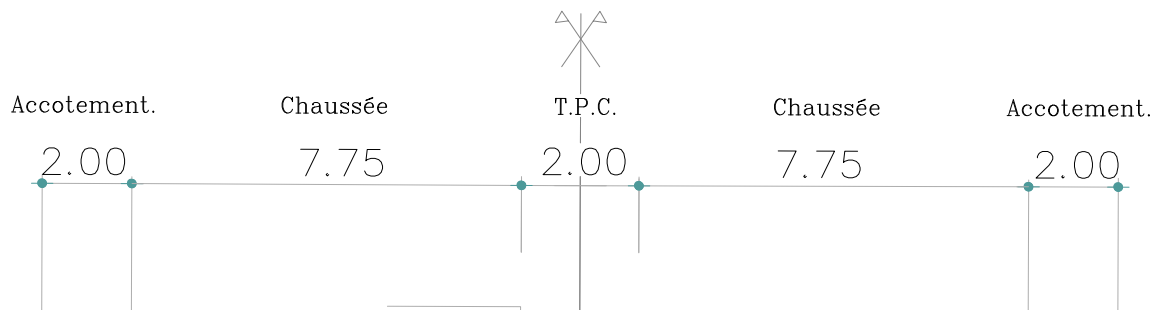


Figure II-1 : Profil en travers

Chapitre III

Etude géotechnique

III-1 INTRODUCTION

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer dès l'avant-projet sommaire, l'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de cout On peut dire aussi que La géotechnique est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. Pour cela on fait des essais en laboratoire qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.

III-2 OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUE

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

III-3 LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCE

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- Les visites sur site et les essais in-situ.
- Les Essais de laboratoire.

III-3*A RECONNAISSANCE DE SITE (IN-SITU) ET VISITES

SUR SITE :

A-1 RECONNAISSANCE DE SITE (IN-SITU) :

- *Pénétromètre dynamique.*
- *Sondage carotté.*
- *Essais pression métrique.*

A-2 RECONNAISSANCE DE VISITES SUR SITE :

- *Essais de plaque.*
- *Essais gamma densimètre.*

III-3*B RECONNAISSANCE DE LABORATOIRE :

Les essais réalisés en laboratoire pour les échantillons prélevés de notre projet sont :

- ***DES ESSAIS D'IDENTIFICATION.***
- ***DES ESSAIS MECANIQUES.***

B-1 DES ESSAIS D'IDENTIFICATION :

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterrer.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

B-2 DES ESSAIS MECANIQUES :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.

Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés à faire des *Essais CBR* en laboratoire.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau et énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'*Essai PROCTOR*.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

III-4 DEFINITIONS DES ESSAIS D'IDENTIFICATION**III-4*A TENEUR EN EAU ET MASSE VOLUMIQUE :**

*La teneur en eau (w%) : La teneur en eau d'un granulat ou d'un sol est le pourcentage d'eau (en masse) par rapport au matériau sec.

$$\omega \% = \frac{\text{masse de l'eau contenue (Ww)}}{\text{masse de matériau sec (Ws)}} \times 100$$

**Masse volumique : masse du sol par unité de volume du sol (t/m³).*

$$\gamma = P / V \quad (\text{t/m}^3)$$

**On calcule aussi la masse volumique sèche :*

$$\gamma_s = P_s / V \text{ (t/m}^3\text{)}$$

a. Principe de l'essai :

Leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides. On utilise le principe de la poussée d'Archimède. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec la connaissance du poids des grains.

b. But de l'essai :

Le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.

c. Domaine d'utilisation : cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

III-4*B ANALYSES GRANULOMETRIQUES :

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique, cette analyse se fait en général par un tamisage suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées

Tableaux III-1 calcification des granulats.

<i>Dimension (D) des grains (mm)</i>	<i>Dénomination</i>	<i>Type de Sols</i>
$D > 20$	Cailloux	Sols Grenus
$20 > D > 2$	Graves	Sols Grenus
$2 > D > 0,2$	Gros Sable	Sols Grenus
$0,2 > D > 0,02$	Sable fin	Sols Grenus
$0,02 > D > 2\mu$	Limons	Sols Fins
$D < 2\mu$	Argiles	Sols Fins

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80 μ m et par sédiment-métrée pour les « fines » de dimension inférieure à 80 μ m.

III-4*C Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg caractérisent le comportement des sols fins en présence d'eau en Pratique on détermine à l'aide de l'appareil de Casagrande.

Les propriétés du sol sont caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

La limite de plasticité W_p : caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique.

La limite de liquidité W_L : Lest caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide.

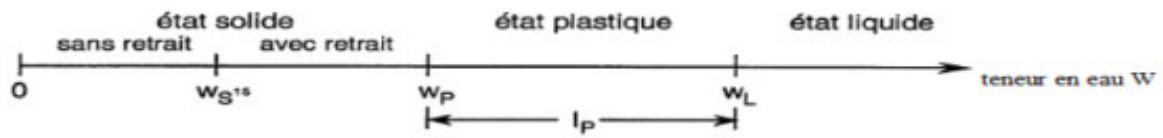


Figure. III-1 : les différents états de consistance.

On définit alors **l'indice de plasticité IP** :

$$IP = WL - WP$$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », au sens commun du terme comme du point de vue de son comportement au cours du terrassement.

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

$IP < 12$: Faiblement argileux.

$12 \leq IP < 25$: Moyennement argileux.

$25 \leq IP < 40$: argileux.

$IP \geq 40$: Très argileux.



Figure. III-2 l'appareil de casa-grande

III-4*D Équivalent de sable :

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5mm. On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution flocculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses. Après agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur **h2** du sable et la hauteur **h1** du sommet du flocculant. On calcule ensuite :



Figure. III-3 L'essai équivalente sable.

On calcule ensuite :

$$ES = (h2/h1) * 100$$

III-4*E Essai au bleu de méthylène (ou à la tache):

C'est un paramètre permettant de caractériser l'argilosité d'un sol mais dont l'application à l'identification des sols remonte seulement à quelques années. Ce paramètre représente la quantité de bleu de méthylène pouvant s'adsorber sur les surfaces externes et internes des particules du sol, ou autrement dit une grandeur directement liée à la surface spécifique du sol. on peut considérer que la valeur de bleu de méthylène VBS (valeur de bleu du sol) exprime globalement la quantité et la qualité (ou activité) de l'argile contenue dans ce sol. D'après le Guide des Terrassements Routiers, six catégories de sols sont définies selon la valeur de VBS.

Tableau. III-2. Catégorie de sols selon la valeur au bleu méthylène.

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

III-5 DEFINITIONS DES ESSAIS MECANIQUES:

III-5*A ESSAI PROCTOR :

L'essai s'effectue à l'aide d'un damage normalisé connu sous le nom de **l'essai Proctor**. C'est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale et une densité optimale. Les remblais posent à l'ingénieur routier un certain nombre de problèmes, d'où on peut citer :

- La stabilité des talus.
- La résistance des talus à l'érosion.
- Le tassement.
- Et le compactage.

Le « compactage » est le procédé le plus économique toujours utilisé dans la construction des remblais pour améliorer la densité sèche du sol (γ_d). Le « compactage » est une réduction pratiquement instantanée du volume du sol dû à la réduction des vides d'air. Il n'y a aucune expulsion d'eau ce qui différencie le compactage de la consolidation. L'étude du compactage afin une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ». L'essai Proctor s'effectue généralement pour deux compactages d'intensités différentes :

➤ **L'essai Proctor normal** : rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.

➤ **L'essai Proctor modifié** :, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

Tableau. III-3 : Caractéristique de Proctor

	<i>Proctor Normal</i>	<i>Proctor Modifie</i>
<i>Poids de la Dame (kg)</i>	2.495	4.54
<i>Hauteur de la chute (cm)</i>	30.50	45.70
<i>Nombre de Couches</i>	3	5
<i>Nombre coups de Dame / Couches</i>	55	55



Figure. III-4 : Essai PROCTOR.

III-5*B ESSAI C.B.R (CALIFORNIA BEARING RATIO)

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours. Il ne concerne que les sols cohérents.

Tableau. III-4 : Spécification CBR.

ICBR	Portance du sol
< 3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
>30	Très bonne



Figure. III-5 :l'essai C.B.R

III-5*C Essai Los Angeles :

L'essai los Angeles est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau

➤ **Principe de l'essai:** L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles.

➤ **But de l'essai:** L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

➤ **Domaine d'application:** L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).



Figure III-6 : l'essai los Angeles

$$LA = (m' / m) * 100$$

Avec :

m : masse initial des granulats avant l'essai

m' : masse des granulats après l'essai, lavage au tamis 1.6mm et séchage.¹

Tableau III-5 : spécification de los Angeles.

<i>LA</i>	<i>Appréciation</i>
<15	Très bon à bon
15 à 25	Bon à moyen
25 à 30	Moyen à faible
>30	Médiocre

III-6 RESULTATS GEOTECHNIQUES ET COMMENTAIRES

III-6*A Tableau VIII.6 Résultat Puits de reconnaissance de 4.00m

<i>Localisation</i>	<i>Profondeur</i>	<i>Lithologie</i>
PK 225+000	0,00 – 4,00m	Grave sablo-argileuse brunâtre avec cailloux et galets
PK 233+150	0,00 – 4,00m	Grave sableuse brunâtre renfermant des cailloux et galets
PK 238+200	0,00 – 4,00m	Grave sableuse brunâtre renfermant des cailloux et galets

III-6*B Tableau III.7 Résultat Puits de reconnaissance de 1.50 m

<i>Localisation</i>	<i>Profondeur</i>	<i>Lithologie</i>
PK 220+000	0.00 – 1.50	Tuf argilo-calcaire brunâtre avec cailloux et traces de gypse
PK 232+000	0.00 – 1.50	Sable limoneux brunâtre avec des cailloux et galets
PK 239+000	0.00 – 1.50	Sable limoneux brunâtre avec des cailloux et galets

¹ Cour laboratoire MDS Université Mohamed Khider BISKRA.

III-6*C Tableau III.8 Résultat Essais au pénétromètre dynamique lourd

	Pdl13	Pdl14	Pdl15
	PK 225+000	PK 233+150	PK 238+200
Prof. (m)	Rp (bar)	Rp (bar)	Rp (bar)
0,50	72	154	280
1.00	72	835 (refus à 0.87)	500
1,50	400 (refus à 1.48)		675 (refus à 1.67)
2.00			

III-6*D Contrainte admissible du sol

Le calcul de la contrainte sera effectué sur la base des résistances de pointe de l'essai au pénétromètre dynamique. La contrainte admissible Q_{adm} est évaluée à partir de la relation de "MEYERHOFF" suivante

$$Q_{adm} = R_d / F$$

Avec :

R_d : Résistance dynamique

F : facteur réducteur (F = 20)

D'où on obtient à un taux de travail admissible comme suit :

D*1 Tableau III.9 Résultat Essais au pénétromètre dynamique lourd

	Pdl13	Pdl14	Pdl15
	PK 225+000	PK 233+150	PK 238+200
Prof. (m)	Rp (bar)	Rp (bar)	Rp (bar)
0,50	3,6	7,7	14
1.00	3,6	41,75	25
1,50	20		33,75
2.00			

D*2 Tableau III.10 Résultat des essais au laboratoire

Localisation des puits		PK 225+000	PK 233+150	PK 238+200	
Profondeur (m)		0,00 – 4.00	0,00 – 4.00	0,00 – 4.00	
Nature		Grave sablo-limoneuse brunâtre avec cailloux et galets	Grave sableuse brunâtre renfermant des cailloux et galets	Grave sableuse brunâtre renfermant des cailloux et galets	
Essais d'identification	Teneur en eau (%)	2.86	3.18	2.04	
	Densité apparente (t/m ³)	1.80	1.76	1.82	
	Granulométrie (%)	< 5mm	62.09	46.62	41.83
		< 2mm	55.91	38.30	38.34
		< 80µm	3.98	15.53	22.97
	Limites d'Atterberg	Wl (%)	Nm	24.95	Nm
		Wp (%)	Nm	14.42	Nm
		Ip (%)	Nm	10.53	Nm
	Essais mécaniques	Essai Proctor modifié	Wopm	7.6	5.60
γopm			2.03	2.20	2.24
Essai CBR		CBR (%)	20.00	20.10	20.00
		Gonfl (mm)	1.80	5.30	1.10
Cisaillement		Cu (bar)			
		Φu (°)			

***D*3* Tableau III.11 *Résultat des essais au laboratoire*²**

Localisation des puits		PK 220+000	PK 232+000	PK 239+000	
Profondeur (m)		0,00 – 1.50	0,00 – 1.50	0,00 – 1.50	
Nature		Tuf argilo-calcaire brunâtre avec cailloux et traces de gypse	Sable limoneux brunâtre avec des cailloux et galets	Sable limoneux brunâtre avec des cailloux et galets	
Essais d'identification	Granulométrie (%)	< 5mm	55.56	53.24	47.27
		< 2mm	46.14	44.96	39.71
		< 80µm	21.28	24.07	21.60
	Limites d'Atterberg	Wl (%)	Nm	21.99	22.89
		Wp (%)	Nm	14.91	17.35
		Ip (%)	Nm	7.08	5.54
Essais mécaniques	Proctor modifié	Wopm	8.3	6.20	5.70
		γopm	2.02	2.02	2.16
	Essai CBR	CBR (%)	20.10	20.00	20.00
		Gonfl (mm)	1.50	1.60	4.90

² Les résultats dan les tableaux fournis par le bureau d'étude DELTTA CONSULT

III-7 COMMENTAIRES D'ANALYSE

Le sol de la zone du projet est constitué d'alluvions souvent grossières avec une forte présence de cailloux et galets. Il s'agit de sols résistants, frottant très peu plastiques à non plastiques.

III-7*A Déblais

La granulométrie des matériaux, leur densité et leur angle de frottement font qu'on n'est pas en présence de risque avéré quant à la stabilité des talus de déblais, d'autant plus que ces derniers sont de hauteur modeste.

III-7*B Remblais

Les matériaux déblayés dans la zone du projet peuvent être largement réutilisés en remblais notamment en mélange avec des matériaux plus fin et cohérents.

Par ailleurs, les sols en place sont assez résistants pour supporter les quelques passages en remblai.

En effet, les niveaux de contrainte de sol estimés à partir des résistances au pénétromètre dynamique dont 95% des valeurs de la contrainte dépasse 10 bars en surface (jusqu'à - 1.00m), Plus de 80% de valeurs supérieures à 20 bars, soit 10 à 20 fois la charge unitaire que pourrait apporter un remblai de 5m.

Par ailleurs, il n'y a pas lieu de craindre les tassements et poinçonnements des sols en place incompressibles et très résistants.

Ceci étant, les dalots seront fondés en surface (-0.5m) sur radier.

III-7*C Sol Support pour chaussée

Les sols en place constituent un excellent sol support pour la route. 85% des échantillons analysés ont donné un CBR égal à 20.

En se basant sur la relation $E(\text{MPa}) = 5 \cdot \text{CBR} = 100 \text{ MPa}$, selon le catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves de novembre 2001, on est en présence de sols globalement de la classe S2.

Chapitre IV

Dimensionnement de corps chaussée

IV-1 INTRODUCTION

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité de ce projet ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisé, la chaussée devra résister aux agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc.¹

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie. Les différentes méthodes de dimensionnements seront exposées avec une application au projet.

IV-2 DEFINITION LA CHAUSSEE

D'après l'exécution des terrassements, y compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet à la suite, la chaussée est appelée « comme nous avons vu », à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- En reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable. La chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

IV-3 LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

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

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

¹ Mémoire de fin d'étude M2 VOA (2017-2018) Université Mohamed Khaider Biskra.

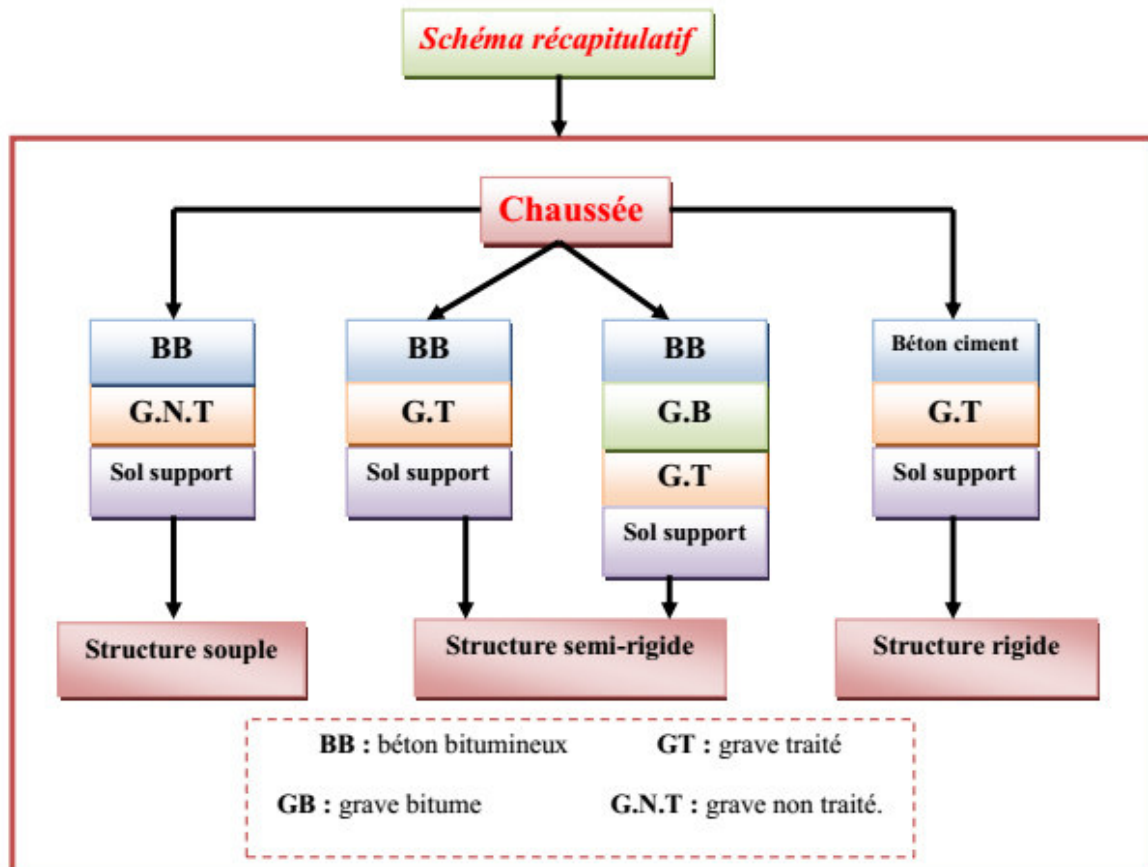


Figure IV-1 les différents types de chaussée

IV- 3*A les différentes couches du chaussée

A-1) Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

A-2) Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

A-3) Couche de fondation :

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

A-4) Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur est en général entre 40 et 70 cm.

IV-4 LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles de méthodes :

- * Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- * Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio) :
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont: la méthode dite CBR et la méthode de catalogue algérienne.

IV-4 A La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90 à 100%) de l'optimum. Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins 15 cm. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci après :

$$E = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \text{LOG} \frac{N}{10})}{I + 5}$$

Avec :

E_{éq}: épaisseur équivalente en cm.

I: indice CBR (sol support)

N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide à l'année horizon

P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e_{eq} = \sum a_i \times e_i$$

a₁ × e₁ : couche de roulement

a₂ × e₂ : couche de base

a₃ × e₃ : couche de fondation

Où :

a₁, a₂, a₃ : sont des coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

IV-4.A*1-Coefficient d'équivalence :

Le tableau suivant indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau IV -1 : les coefficients équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

IV -3*B Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

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

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.

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

IV -3.B*1. La démarche du catalogue :

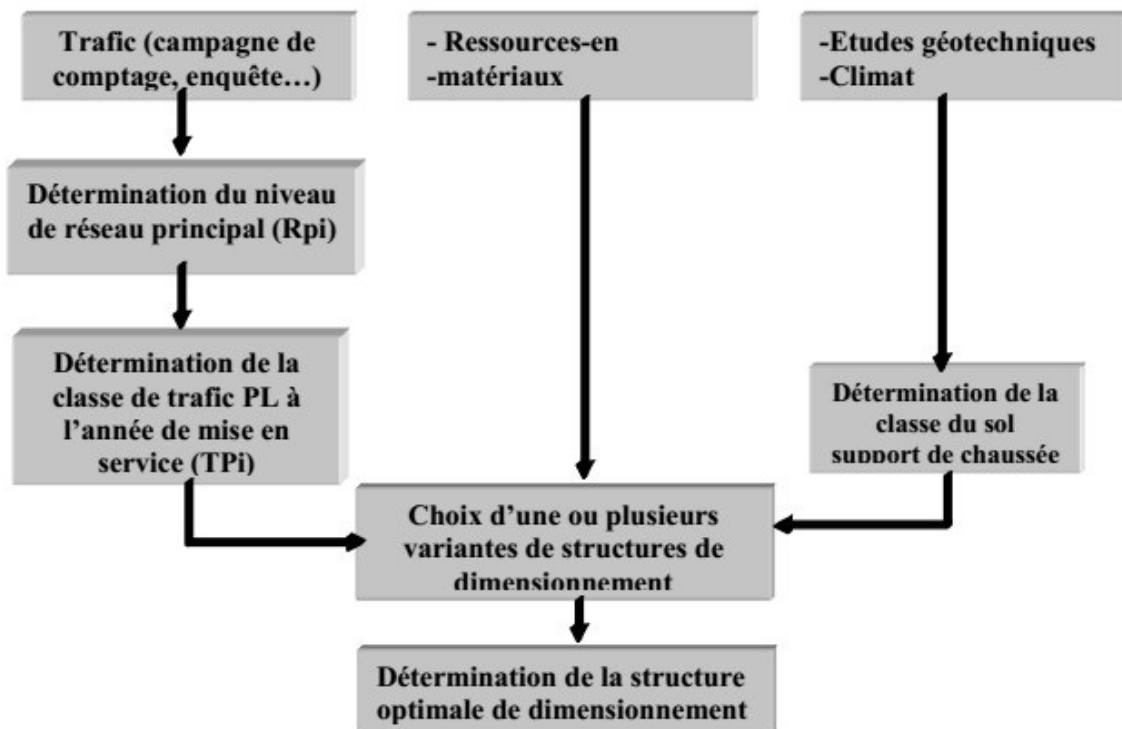
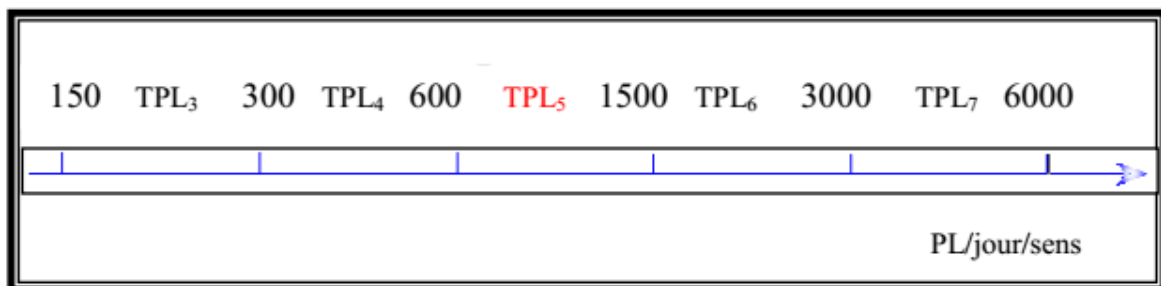


Figure IV- 2 : la démarche du catalogue.

IV-3.B*2.Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Pour le calcul du dimensionnement proprement dit, il faudra calculer le trafic cumulé en essieux équivalent de 13 tonnes (TCEi), ce qui fait intervenir la notion d'agressivité des poids lourds.

IV -3.B*3Classe TPLi pour RP1 :*Figure IV-3 : Classe TPLi pour RP1***IV-3.B*4Présentation des classes de portance des sols :**

Le tableau sous dessous regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant en termes de portance de S4 à S0.

Cette classification sera également utilisée pour les sols supports de chaussée.²

Tableau IV-2 : classe de portance de sol selon catalogue.

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	> 40
S1	25 - 40
S2	10 - 25
S3	05 - 10
S4	< 05

IV -4 APPLICATION AU PROJET :

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser deux méthodes qui sont: la méthode dite CBR et la méthode catalogue.

² Cours des routes Université Mohamed Khider Biskra

IV-4* A .Méthode CBR

Le calcul de l'épaisseur équivalente se fait moyennant la formule empirique suivante:

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \text{ LOG } \frac{N}{10})}{I + 5}$$

Avec:

CBR = 20

TJMA₂₀₄₀ = 21984 V/J

La chaussée étant unidirectionnelle 2*2 voies. La voie la plus chargée supporte 90% du trafic lourd.

$$N_{PL2040} = (TJMA_{2040} / 2) * Z * 0.90$$

N_{PL2040} = (21984/2)*0.24*0.9 = 2374 Pl/j

$$N_{PL2040} = 2374 \text{ PL/J.}$$

sens sur la voie la plus chargée à l'année horizon.

$$Eep = \frac{100 + (75 + 50 \log(\frac{N}{10})) \sqrt{p}}{I + 5}$$

$$Eep = \frac{100 + (75 + 50 \log(\frac{3166}{10})) \sqrt{6.5}}{20 + 5} = 24 \text{ cm}$$

On a:

$$E_{eq} = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3$$

Tableau IV-3 : Résultat de dimensionnement la chaussée par la Méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GNT	20	1	15
TOTAL	21	/	27

Notre structure comporte : 6BB + 15GNT



Couche de roulement (B.B = 6cm)

Couche de fondation (G.N.T = 15cm)

Figure IV-4 : dimensionnement de chaussée par la Méthode CBR

IV-4*B- La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

B-1 Détermination du type de réseau

Réseau principale	Trafic (véhicules/jour)
RP1	> 1500
RP2	< 1500

On a

$$TJMA_{2020} = 10033 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j.}$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique donc on a **réseau principale de niveau 1 (RP1)**.

B-2 Détermination du type de réseau

$$PL_{2020} = TJMA_{2020} * Z * 0.9 * 0.5$$

$$PL_{2020} = 10033 * 0.24 * 0.9 * 0.5 = 1084 \text{ Pl/j/sens}$$

$$PL_{2020} = 1084 \text{ Pl/j/sens}$$

Donc :

❖ **600 < 1084 < 1500 (Pl/j/sens)** d'après le catalogue → trafic du poids lourds est de **CLASSE TPL5**.

B-3 Détermination de la portance de sol support de chaussée

➤ $E_{\text{support de chaussée}}(\text{MPa}) = 5 * \text{CBR} = 5 * 20 = 100 \text{ (MPa)}$ → **CLASSE S2**

La structure finale par la méthode de dimensionnement de la chaussée neuve comme suite

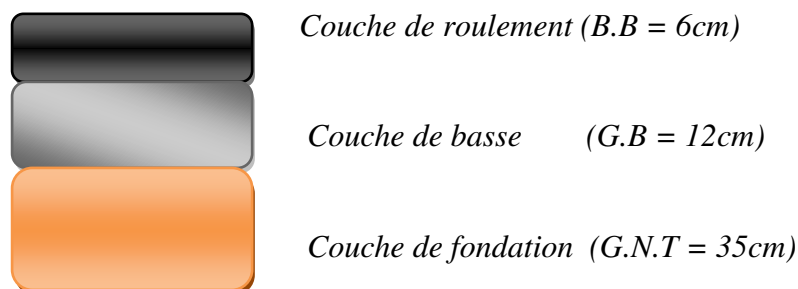


Figure IV- 5 : Dimensionnement par la méthode CTPP.

IV -5. VERIFICATION DE LA STRUCTURE :

IV-5* A-1 Calcul de la déformation admissible sur le sol support:

$$\epsilon Z_{adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (TCEI)^{-0.235}$$

$$TCE = TPLI \cdot 365 \cdot \frac{(1+\tau)^{20-1}}{\tau} \cdot A$$

A coefficient d'agressive de sol = 0.60

TPLi = 1084 Pl/j/sens.

I = taux d'accroissement (τ) pris égal a 4%.

n = durée de vie = 20ans.

$$TCE = 1084 \cdot 365 \cdot \frac{(1+0.04)^{20-1}}{0.04} \cdot 0.6 = 7.07 \cdot 10^6$$

$$TCE = 7.07 \cdot 10^6$$

$$\epsilon Z_{adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (7.07 \cdot 10^6)^{-0.235} = 540.52 \cdot 10^{-6}$$

$$\epsilon Z_{adm} = 540.52 \cdot 10^{-6}$$

Coefficient d'agressive GB = 0.60.

Zone climatique III.

Tableau IV-4 : Tableau des données

-1/b	Kc	SN	SH	R	T	ε6	C
6.84	1.30	0.45	3	10%	-1.282	100.10 ⁻⁶	0.02

$$Kne = (TCEI/10^6)^b$$

$$= (7.07 \cdot 10^6 / 10^6)^{-0.146} = 0.723$$

$$Kne = 0.752$$

$$\delta = \sqrt{(sN^2 + (c \cdot sh/b)^2)}$$

$$\delta = 0.61$$

$$K_r = 10^{-(t \cdot b \cdot \delta)}$$

$$K_r = 10^{-(-1.282 \cdot 0.146 \cdot 0.61)} = 0.77$$

$$K_r = 0.77$$

$$K_\theta = \sqrt{E(10^\circ C) / E(\theta \acute{e}q)}$$

$$K_\theta = \sqrt{12500 / 5500} = 1.50$$

$$K_\theta = 1.50$$

$$\epsilon_{tadm} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 0.752 \cdot 0.77 \cdot 1.30 \cdot 1.50 = 112.91 \cdot 10^{-6}$$

$$\epsilon_{tadm} = 112.91 \cdot 10^{-6}$$

Détermination de la structure du corps de chaussée :

On choisit la structure type en MTB (matériaux traités en bitume) suivante :

- e = 6cm en (BB) couche de roulement.
- e = 12cm en (GB) couche de base.
- e = 35cm en (GNT) couche de fondation.
- e = 40 cm en (TVO) couche de forme.

IV-5 *A-2 Vérifications avec ALIZE

Principe du programme ALIZE :

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée paris (1975).il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire fondé sur l'hypothèse de BURIMESTER, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan.

Le Calcule fait avec Alize donne :

GB = 12cm

$\epsilon_t (10^{-6})$	-116.10
$\epsilon_z (10^{-6})$	156.90

$\epsilon_t < \epsilon_{tadm} \implies 116.50 \cdot 10^{-6} < 112.92 \cdot 10^{-6}$

condition non vérifiée

$\epsilon_z < \epsilon_{zadm} \implies 156.90 \cdot 10^{-6} < 540.52 \cdot 10^{-6}$

condition vérifiée

La modélisation du calcul avec Alizé et le résultats sont présentés sur les figures IV-6 et IV-7 ci-dessous.

Donc en élévée l'épaisseur de GB= 14cm.

GB = 14cm.

$\epsilon_t (10^{-6})$	-105.10
$\epsilon_z (10^{-6})$	146.20

$\epsilon_t < \epsilon_{tadm}$ $105.50 \cdot 10^{-6} < 112.92 \cdot 10^{-6}$ **condition vérifiée**

$\epsilon_z < \epsilon_{zadm}$ $146.20 \cdot 10^{-6} < 540.52 \cdot 10^{-6}$ **condition vérifiée.**

La modélisation du calcul avec Alizé et le résultat sont présentés sur les figures IV-8 ci-dessous.³

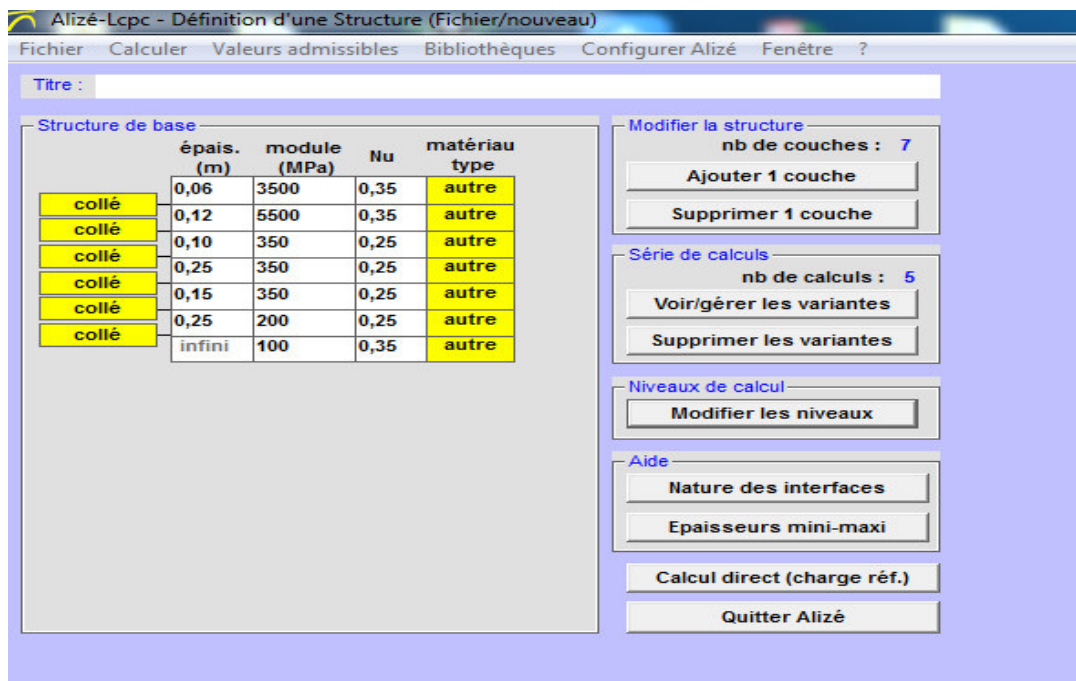


Figure IV- 6 : modélisation par alizé

³ PROGRAMME ALIZE

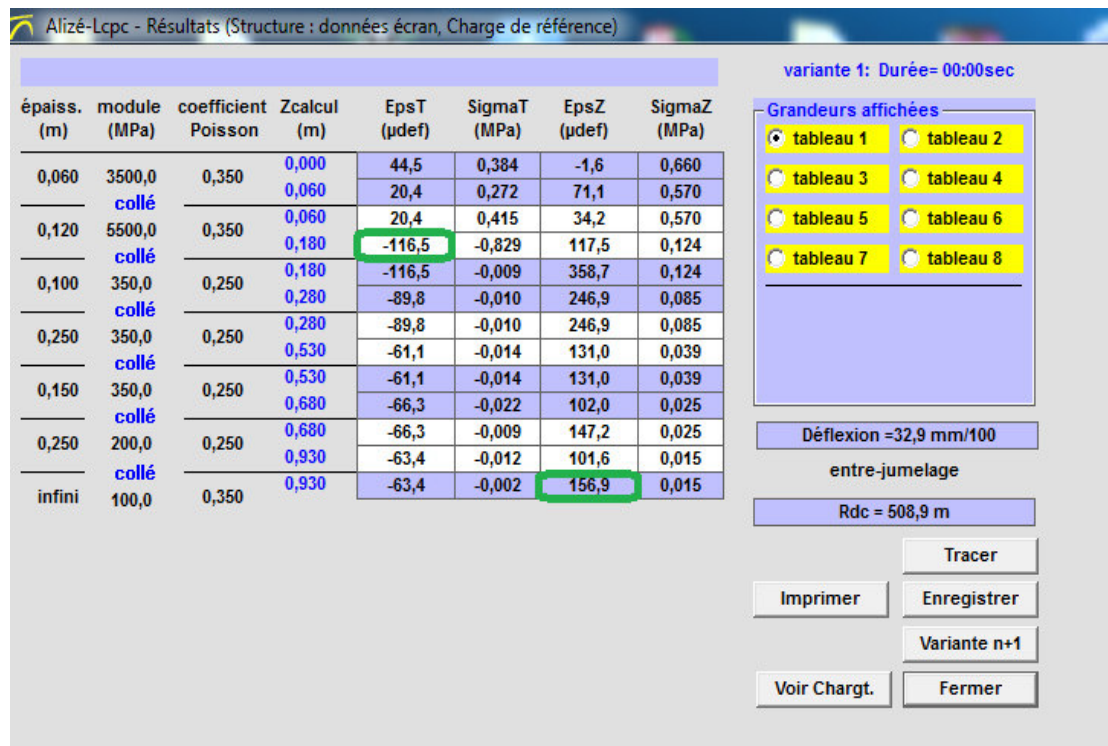


Figure IV-7 : résultats Alizé de la modélisation optimisée

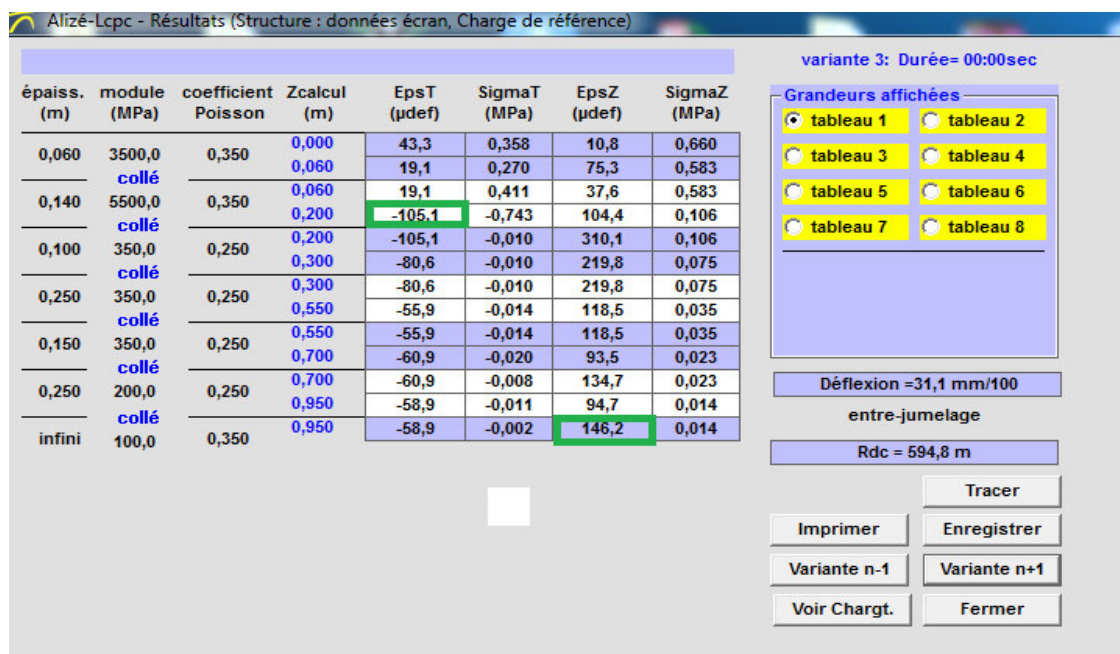


Figure IV-8 : résultats Alizé de la modélisation optimisée

IV-5*B-Résumé :

Tableau IV-5 : comparaison entre les deux méthodes

Indice de CBR	Méthode de calcul	
20	CBR	C.T.T.P
	6 BB+15GNT	1 ^{er} cas 6BB+12GB+35GNT+40TVO. 2 ^{em} cas 6BB+14GB+35GNT+40TVO.

IV-5*C -Conclusion :

Dans la suite de l'étude la chaussée sera dimensionnée avec la structure calculée par le catalogue Algérien.

méthode	Corps de chaussée du projet
Catalogue Algérien	6BB+14GB+35 GNT+40 TVO

Chapitre V

Tracer en plan

V-1 INTRODUCTION

Le tracé en plan est la projection verticale sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, c'est une succession de droite, d'arcs de cercle et de courbe de raccordement. La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, vise à garantir de bonnes Conditions de sécurité et de confort, et qui sont donnée directement par les règles de dimensionnement du tracé en plan.

V-2 LES REGLES A RESPECTER POUR LE TRACÉ EN PLAN

Lors de la conception d'un tracé en plan, il est recommandé de respecter les normes techniques d'aménagement des routes (ICTAAL).

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

V-3 LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU TRACÉ EN PLAN

Un tracé en plan moderne constitué d'une succession *d'alignements*, des *courbes de raccordements* et des *arcs de cercle* comme il est schématisé ci-dessous :

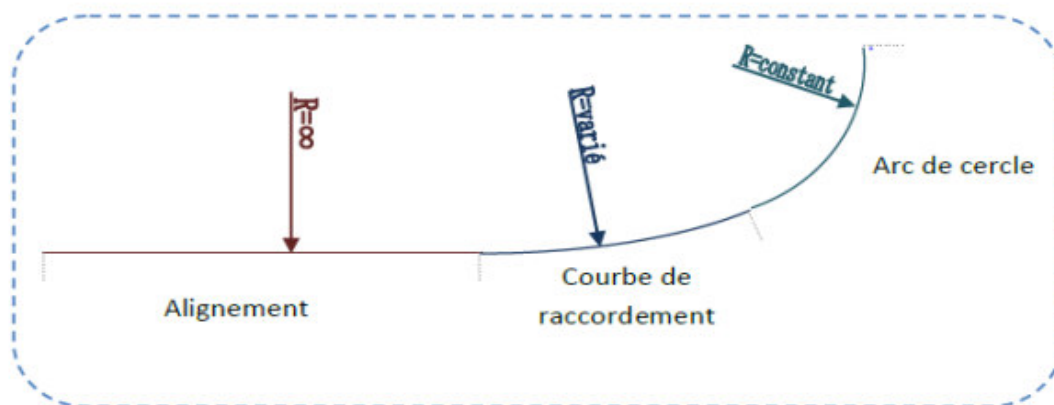


Figure V-1 Les éléments géométriques d'un tracé en plan

V-3*A Les alignements :

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de base à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes).

Ils serviront éventuellement de raccordement entre deux cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, Il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait, contraindre à des ratios différents.

Leur longueur doit être limitée, si possible à une distance inférieure à 1000 m.

$$\begin{array}{ll} L_{\min} = T.VB / 3.60 & T = 5 \text{ sec} \\ L_{\max} = T.VB / 3.60 & T = 60 \text{ sec} \end{array}$$

V-3*B Les arcs de cercle

Ils peuvent correspondre d'emblée à une certaine portion du tracé. Ils servent également éventuellement en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits. Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- ✓ La stabilité des véhicules.
- ✓ L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- ✓ La visibilité dans les tranchées en courbe.

B-1 Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules en temps plusieurs, en fait de fortes inclinaisons d'où are cours à augmenter le rayon. Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

B-2 Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

ft: coefficient de frottement transversal.

B-3 Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant VB de 20 km/h de rouler en toute sécurité.

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

B-4 Rayon au dévers minimal (RHd) :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel la chaussée est déversée vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse VB serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\max}}$$

B-5 Rayon minimal non déversé (RHnd) :

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse VB une courbe de devers égal à dmin vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035} \quad \text{catég 1-2}$$

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f' - d_{\min})} \quad \text{catég 3-4-5}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Avec } f = 0.07 & \text{cat 3} \\ \text{Et } f = 0.075 & \text{cat 4 et 5} \end{array}$$

B-6 Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à RHN.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près. C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

Si $RHm < R < RHN$

$$d = d_{max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}\right) \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

Si : $RHN < R < RHd$

$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right) \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$$

- ❖ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.
- ❖ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- ❖ Un rayon RHm doit être encadré par des RHN.

VI-3*C Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R = \infty$ jusqu'à $R = \text{constant}$), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule.
 - Le confort des passagers.
 - la transition de la chaussée
 - Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.
- Il y a beaucoup de courbes de raccordement pour assurer ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

Expression de la Clothoïde :

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur de la Clothoïde).

$$K = C * L \text{ avec } K = 1/R \Rightarrow L * R = 1/C \text{ On pose : } 1/C = A^2$$

$$A^2 = L * R$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

C-1. Les éléments de Clothoïde :

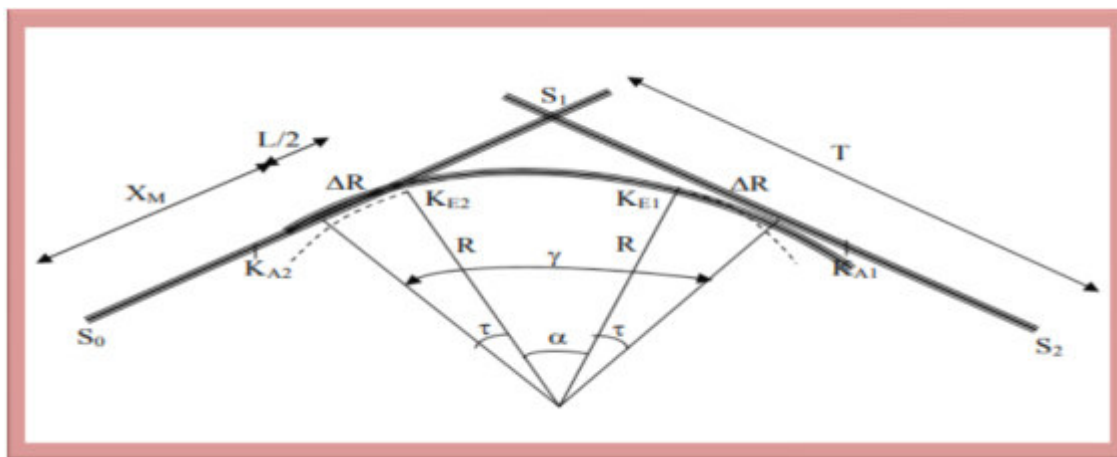


Figure V-2: Les éléments de la Clothoïde.

Les éléments de la clothoïde :

A : Paramètre de la clothoïde.

M : Centre de cercle.

R : Rayon de cercle.

KA : Origine de la Clothoïde .

KE : Extrémité de la Clothoïde.

L : longueur de la branche de la Clothoïde.

delta R: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).

Xm : Abscisse du centre du cercle.

tau: Angle des tangentes.

X : Abscisse de KE.

Y : Origine de KE.

TK : tangente courte.

TL : tangente longue.

SL : Corde (KA – KE).

σ : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

C-2 Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

❖ Condition optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \geq \pi/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

Pour : $R < 1500 \text{ m} \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = \sqrt{24.R.\Delta R}$

Pour : $1500 < R < 5000 \text{ m}$ $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$

Pour : $R < 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7.75 \sqrt{R}$

❖ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est :

$((V^2/R) - g*\Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2VB$.

Avec une gravitation $g = 9.8\text{m/s}$ on opte :

VB : vitesse de base (Km/h).

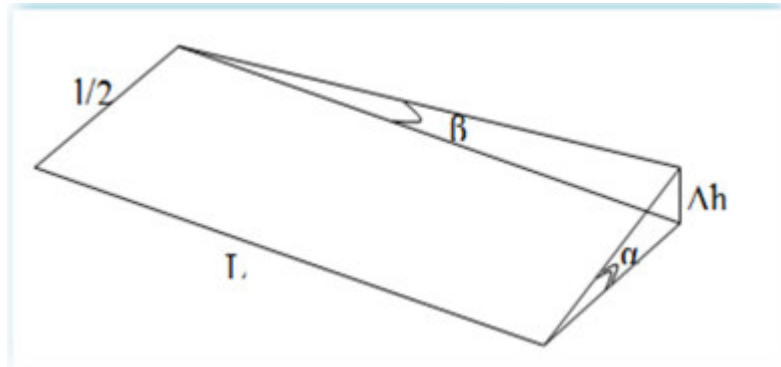
R : le rayon (m).

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$) (%).

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left(\frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d \right)$$

❖ *Condition de gauchissement :*

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers, elle s'applique par rapport à son axe.



$$L > l \cdot \Delta d \cdot V_r$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

V_r : vitesse de référence (km/h).

Note :

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique peut se faire l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie – chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2% par seconde

$$L \geq (5/36) \cdot \Delta d \cdot V_B$$

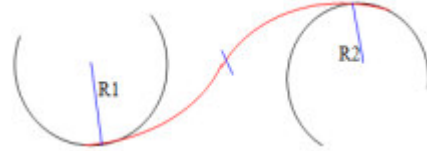
Δd: exprimé en valeur réelle.

V-4 COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

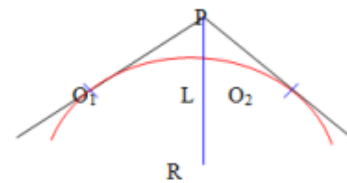
V-4*A. Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde ,de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



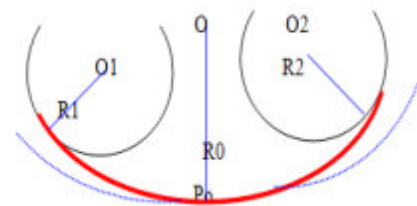
V-4*B. Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.



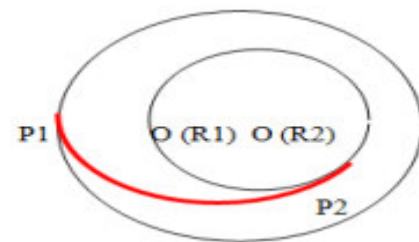
V-4*C. Courbe en C :

Une courbe constituée deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l 'un à l'autre.



V-4*D. Ove:

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.



V-5. Paramètres fondamentaux

D’après le règlement des normes algériennes B40, la route étudiée est classée dans un environnement E2 et une catégorie C1, avec une vitesse de 80km/ h sur le long du tronçon, les paramètres liés à ces caractéristique se présentent comme suivants ¹:

Tableau V - 1 : Paramètres fondamentaux

	Symbole	E1			E2			E3		
Catégorie 1-2	V _b (km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40
-mini absolu	RHm (7%)	650	450	250	450	250	125	250	125	50
-mini normal	RHn (5%)	1000	650	450	650	450	250	450	250	125
-non déversé	RHd (2.5%)	2200	1600	1000	1600	1000	550	1000	550	250
-non déversé	RHnd (-2.5%)	3200	2200	1400	2200	1400	800	1400	800	350
Catégorie 3	V _b (km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40
-mini absolu	RHm	600 (8%)	375 (8%)	220 (8%)	375 (8%)	220 (8%)	115 (8%)	230 (8%)	115 (8%)	40 (8%)
-mini normal	RHn	850 (6%)	600 (6%)	375 (6%)	600 (6%)	375 (6%)	220 (6%)	400 (6%)	230 (6%)	115 (6%)
-au d.min	RHd (3%)	1900 (3%)	1300 (3%)	800 (3%)	1300 (3%)	800 (3%)	450 (3%)	800 (3%)	450 (3%)	200 (3%)
-non déversé	RHnd (-3%)	2800 (-3%)	2000 (-3%)	1200 (-3%)	2000 (-3%)	1200 (-3%)	700 (-3%)	1200 (-3%)	700 (-3%)	300 (-3%)
Catégorie 4	V _b (km/h)	100	80	60	80	60	40	60	40	
-mini absolu	RHm	375 (8%)	220 (8%)	115 (8%)	220 (8%)	115 (8%)	40 (7%)	115 (8%)	40 (7%)	-
-mini normal	RHn	600 (6%)	375 (6%)	220 (6%)	375 (6%)	220 (6%)	115 (5%)	230 (6%)	115 (5%)	-
-au d.min	RHd (3%)	1300 (3%)	800 (3%)	450 (3%)	800 (3%)	450 (3%)	200 (3%)	450 (3%)	200 (3%)	-
-non déversé	RHnd (-3%)	1750 (-3%)	1100 (-3%)	650 (-3%)	1100 (-3%)	650 (-3%)	280 (-3%)	650 (-3%)	280 (-3%)	-
Catégorie 5	V _b (km/h)	80	60	40	60	40	-	40	-	-
-mini absolu	RHm	210	105	40	105	40	-	40	-	-
-mini normal	RHn	350	210	105	210	105	-	105	-	-
-au d.min	RHd (3%)	800	450	200	450	200	-	200	-	-
-non déversé	RHnd (-3%)	1100	650	280	650	280	-	280	-	-

¹ Le règlement des normes algériennes B40

Chapitre VI

Profil en long

VI-1 DEFINITION

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet.

VI-2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL

EN LONG

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nuls dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

VI-3 LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) Raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer

- ❖ L'altitude du terrain naturel.
- ❖ L'altitude du projet.
- ❖ La déclivité du projet, etc....

VI-4 COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :

La coordination ou la combinaison des deux éléments (trace en plan et le profil en long) il est très nécessaire qui conditionnent l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le paramètre déterminant vis-à-vis de son comportement.

Outre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vis également en termes de sécurité à assurer pour l'utilisateur

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale d'envisager de loin l'évolution du tracé.
 - De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination).
Tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut. lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et ceux du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

VI-5 LES PALIERS ET LES DECLIVITES :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

VI-5*A Déclivité minimale

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- ✓ Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.

- ✓ $I_{min} = 0,5 \%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profond.
 - ✓ $I_{min} = 0,5 \%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

VI-5*B Déclivité maximale

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m, à cause de :

la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

- ✓ l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- ✓ Condition d'adhérence.
- ✓ Vitesse minimum de **PL**.
- ✓ Condition économique.

TABLEAU VI-1 : La déclivité du projet maximum. Selon les B40

V_R Km/h	40	60	80	100	120	140
$I_{max} \%$	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse $V_R = 80$ Km/h donc la pente maximale $I_{max} = 6\%$.

VI-6 RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types raccords.

VI-6*A Raccords Convexes (Angle Saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part Leur conception doit répondre à conditions suivantes :

- a) Condition de confort dynamique.
- b) Condition de visibilité.
- c) Condition esthétique.

A*1) Condition de confort dynamique :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure du raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à : $g/40$ pour les catégories 1 et 2 et $g/30$ pour les catégories 3, 4 et 5

$$V_r^2/R_v < g/40$$

Pour $g=10\text{m/s}$

Dans notre cas

$$R_v \geq 0,30V^2 \text{ pour catégories 1,2}$$

$$R_v \geq 0,23V^2 \text{ pour catégories 3, 4 et 5}$$

$$R_v \text{ min} = 0.3 V_r^2$$

Avec :

R_v : rayon vertical (m)

V_r : vitesse référence (Km/h)

A*2) Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions Supplémentaires à celle de confort.

Il faut que deux véhicules qui circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

D_0 : Distance de d'arrêt (m)

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m).

✓ Dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

A*3). Condition esthétique

Pour toute conception d'un ouvrage le facteur esthétique est prise en compte, et pour une route il est important de la réaliser de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie et une sensation d'équilibre. Pour cela il faut éviter de concevoir un profil en long sinusoïde qui change d'allure et de sens de déclivité sur une distance réduite.

VI-6*B Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation La visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation suivante :

$$R_{v_{\min}} = 100 \times \frac{50}{\Delta d (\%)}$$

Avec :

Rv min : rayon vertical minimal.
d : changement des devers

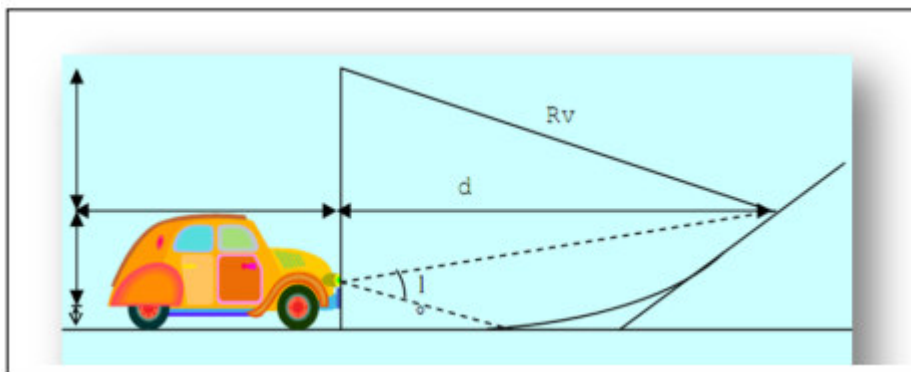


Figure VI-1 : visibilité en raccordement concaves.

VI-5 CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

D'après les règles ARP, pour une route unidirectionnelle (2x2voies), de catégorie **C1** et d'un environnement **E2** avec une vitesse de base 80 Km/h, les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivant :

Tableau VI-2 : Paramètres géométriques des rayons profil en long.

Catégorie		C1
Environnement		E2
Vitesses de base (km/h)		80
Rayon minimal en angle saillant RV (m)	Route unidirectionnelle (2x2 voies)	3000
Rayon minimal en angle rentrant RV (m)	Route unidirectionnelle (2x2 voies)	2200
Déclivité maximale	I max %	6

Chapitre VII

Profil en travers

VII-1. DEFINITION

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé profil en travers type contenant toutes.

les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

VII-2 LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:

L'emprise : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

L'assiette : surface du terrain réellement occupée par la route.

Plate-forme : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

Chaussée : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules elle est constitué d'une ou plusieurs voies de circulation.

Accotements : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

Les trottoirs : dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.

Banquettes : lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00 m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.

Descentes de l'eau : Elles permettent l'évacuation des eaux de. Ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

Bande d'arrêt d'urgence : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

La berme : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

Terre- plein central (T.P.C) : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

Couche de surface ou de roulement : La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.

Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux différents. Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison. Remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).

Couche de forme : La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier.

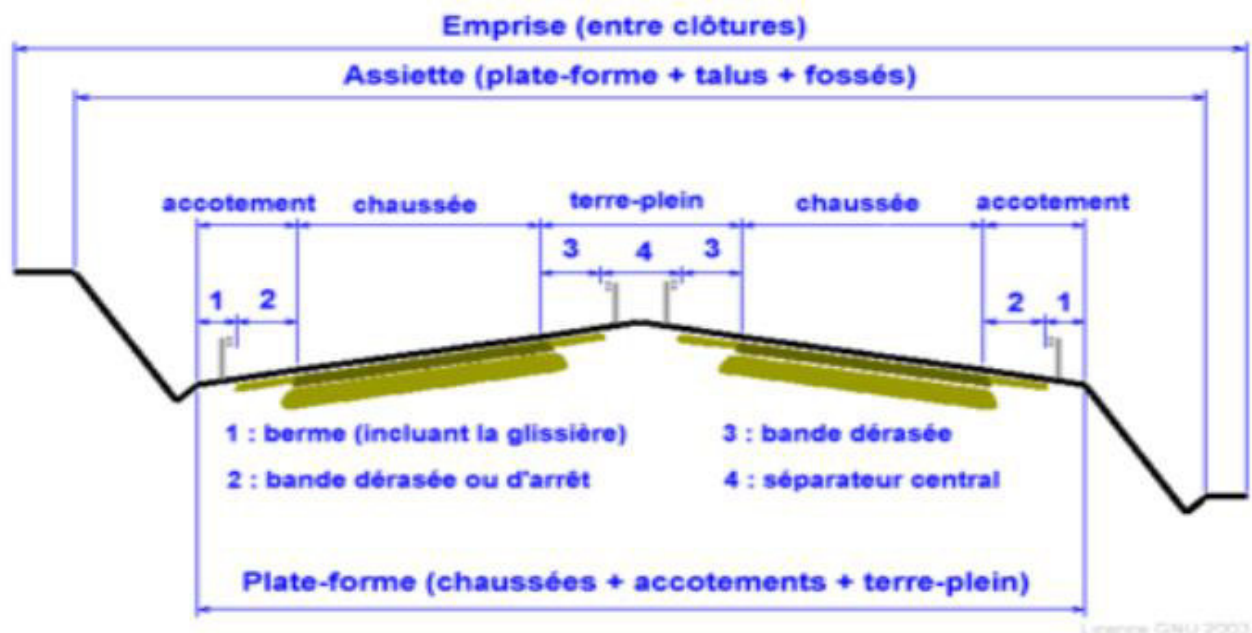


Figure VII-1 : éléments de profil en Travers

VII-3. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

VII-3*A. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

VII-3.B Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20 et 25m...).qui servent à calculer les cubatures.¹

VII -4. APPLICATION AU PROJET :

Notre route comportera le profil en travers type suivant :

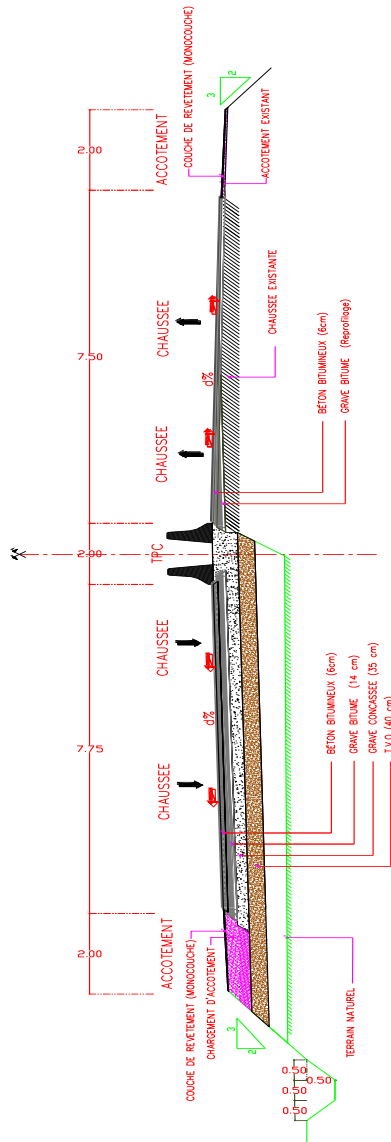
- Chaussée neuve : $7.75 \times 2 = 15.50$ m
- Accotement neuf : 2,00 m.
- Accotement existant à réaménager : 1,00 m.
- Terrain plein central : 2.00 m.
- Dévers minimum 2.5%.
- Pente de talus en remblai 3/2.
- Pente de talus en déblai 1/1.

¹ Cours des routes Université Mohamed Khider Biskra

NB :

VOIR EN ANNEXE LES PROFILS EN TRAVERS TYPES

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN 2x2 VOIES
 DEDOUBLEMENT DE LA CHAUSSEE A GAUCHE



Chapitre VIII

Cubatures

VIII-1 INTRODUCTION

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont pour objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

VIII-2 DEFINITION

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet. Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

Avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, il faut déterminer au préalable les surfaces des différents profils en travers. Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

Profils homogènes : ce sont des profils complètement en remblais ou complètement en déblai.

Profils mixtes : ce sont des profils partiellement en remblais et partiellement en déblai.

VIII-3 METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures représentent les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifient le calcul.

Le travail consiste à calculer les surfaces **SD** et **SR** pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section correspondant à notre projet.

On utilise **la méthode SARRAUS**, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

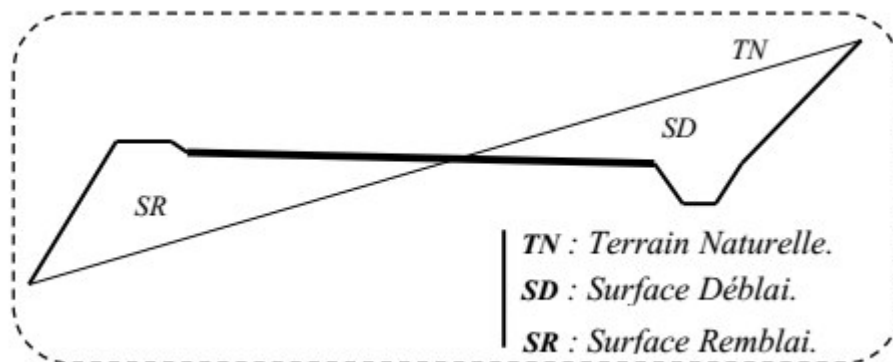


Figure VIII-1 : profil en travers

VII-3*A Formule de Mr SARRAUS :

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

$$VI = L1 /6(S1+S2+4S)$$

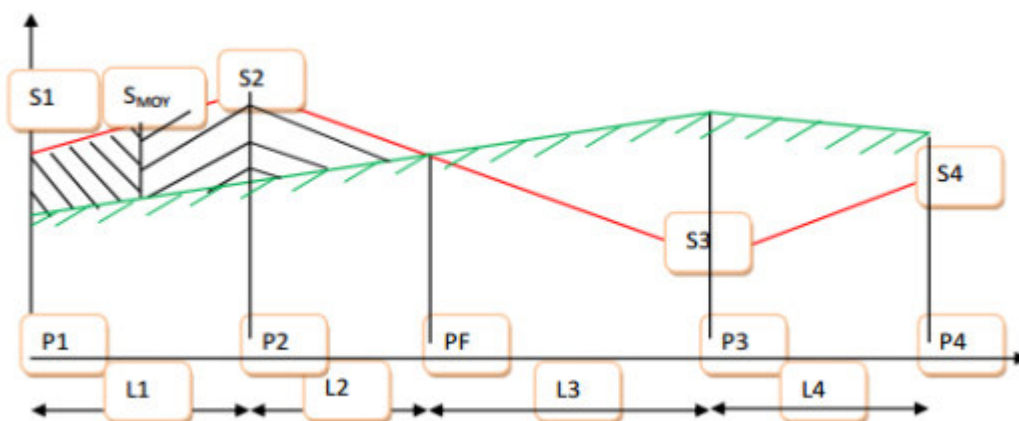


Figure VIII.2 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

- ✓ **PF** : profil fictive, surface nulle
- ✓ **Si** : surface de profil en travers Pi
- ✓ **Li** : distance entre ces deux profils

✓ **SMOY** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très Voisines les deux expressions S_{MOY} et $(S_1+S_2)/2$.

D'où :

$$V_1 = L_1 * (S_1 + S_2) / 2$$

Entre p1 et p2 : $V_1 = L_1 * 2 (S_1 + S_2)$

Entre p2 et pf : $V_2 = L_2 * 2 (S_2 + 0)$

Entre pf et p3 : $V_3 = L_3 * 2 (0 + S_3)$

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1+L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_2+L_3}{2}\right) \times 0 + \left(\frac{L_3+L_4}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

VIII-3*B Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

VIII-3*C Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée. Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné. Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

Si on utilise la méthode de gulden, la quantité « longueur d'application » n'a plus de sens.

VIII-4 CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT

La méthode choisie pour le calcul est celle de GULDEN.

Le calcul a été effectué à l'aide de logiciel **Covadis** (voir détails du calcul en annexe). Les volumes de déblais et remblais sont évalués à :

Volume de remblais : 57997.000 m³
Volume de déblais : 31819.000 m³

Chapitre IX

Signalisation

et Eclairage

IX-1 SIGNALISATION :

IX-1*A INTRODUCTION :

La signalisation routière joue un rôle important dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité). Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

IX-1*B L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION :

La signalisation routière a pour objet de :

- ❖ Assurer la sécurité de l'utilisateur de la route.
- ❖ De faciliter et de rendre plus sûr la circulation routière.
- ❖ D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions du code de la route.
- ❖ donner des informations relatives à l'usage de la route.
- ❖ Signaler un danger.

IX-1*C CATÉGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

IX-1*D TYPE DE SIGNALISATION

On distingue deux types de signalisation :

- ❖ Signalisation verticale.
- ❖ Signalisation horizontale

IX-1*D/1 Signalisation verticale

La signalisation verticale est désignée par des panneaux, elle sert à transmettre des renseignements sur le trajet empruntés par usagers grâce à son emplacement sa forme, sa couleur ou son type. Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a. Signaux de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être Placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (Signalisation avancée).

b. Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

c. Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

d. Signaux à simple indication :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

IX-1*D/2 Signalisation horizontale

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers.

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

D/2*a. Marque longitudinale :***✓ Lignes continues***

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante

***✓ lignes discontinues :***

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.



• **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant:

Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues :

Tableau IX-1 Les caractéristiques des lignes discontinues¹

Type de marquage	Type de modulation	Longueur de trait (m)	Intervalle entre 2 traits successif	Rapport Plein/vide	Couleur
Axial	T1	3	10	1/3	Blanc
Longitudinal	T'1	1.50	5	1/3	Blanc
	T3	3	1.33	3	Blanc
Rive	T2	3	3.50	1	Blanc
	T'3	20	6	3	Blanc
	T4	39	13	3	Blanc
Transversal	T'2	0.50	0.50	1	Blanc

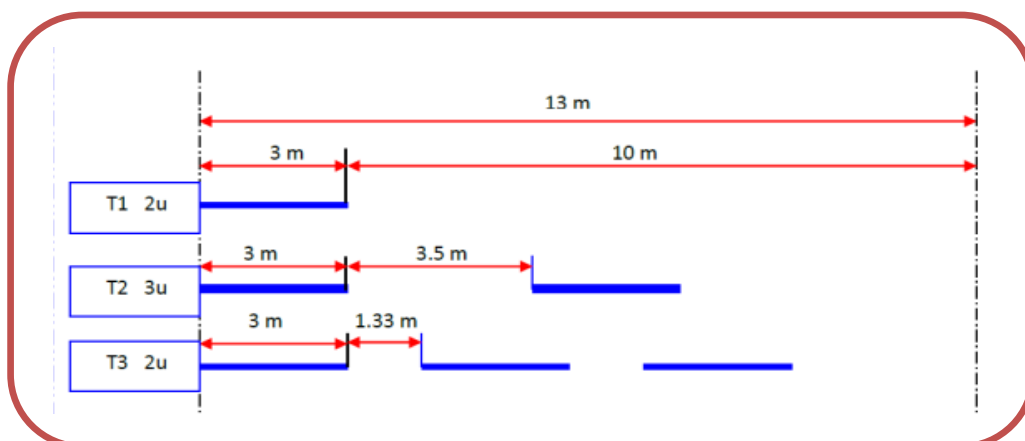


Figure IX-1 : Type de modulation référence signalisation routière (art 144)

¹ Les données DTP

✓ ***Les lignes mixtes***

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

b Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

✓ ***Ligne stop***

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

C Autres signalisation :

✓ ***Les flèches de rabattement***

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

✓ ***Les flèches de sélection***

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

● ***Largeur des lignes***

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité «U » différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm.

IX-1*D/3 Signalisations verticales

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

✓ ***Signalisation avancée :***

Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

✓ ***Signalisation de position***

Le signal de type B2 «arrêt obligatoire» est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

✓ **Signalisation de direction**

L’objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l’itinéraire qu’ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d’un rectangle terminé par une pointe de flèche d’angle au sommet égal à 75°.

IX-1*E APPLICATION AU PROJET :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- Panneaux de signalisation d’avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d’interdiction de priorité (type A B).
- Panneaux de signalisation de prescription d’obligation (type B).
- Panneaux de signalisation d’identification des routes (Type E).²

IX-1*F LES TYPES DES PANNEAUX AVEC L’IMPLANTATION ET DIMENSIONNEMENT SIGNALISATION



Figure IX-1*A types des panneaux signalisation

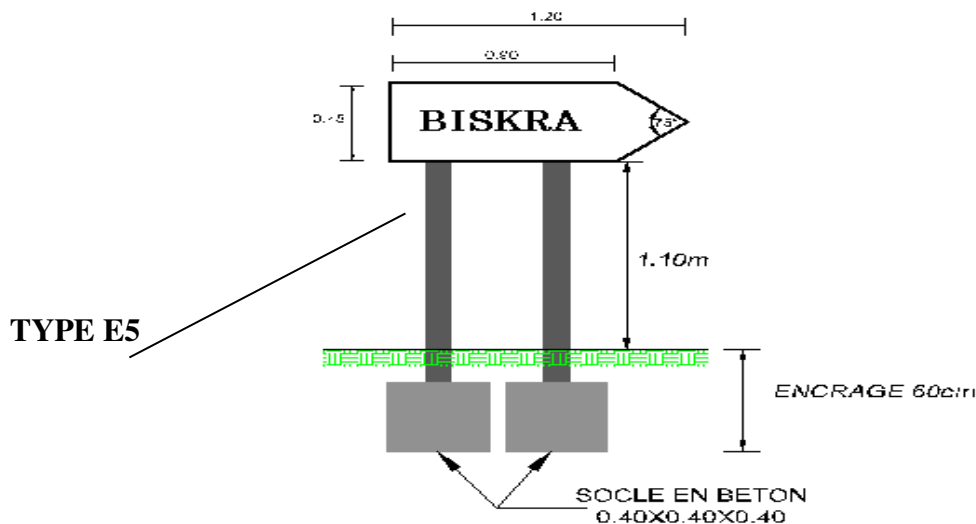


Figure IX-1*B exemple dimensionnement signalisation

² Mémoire master 2 VOA (2017-2018) Université Mohamed khider Biskra

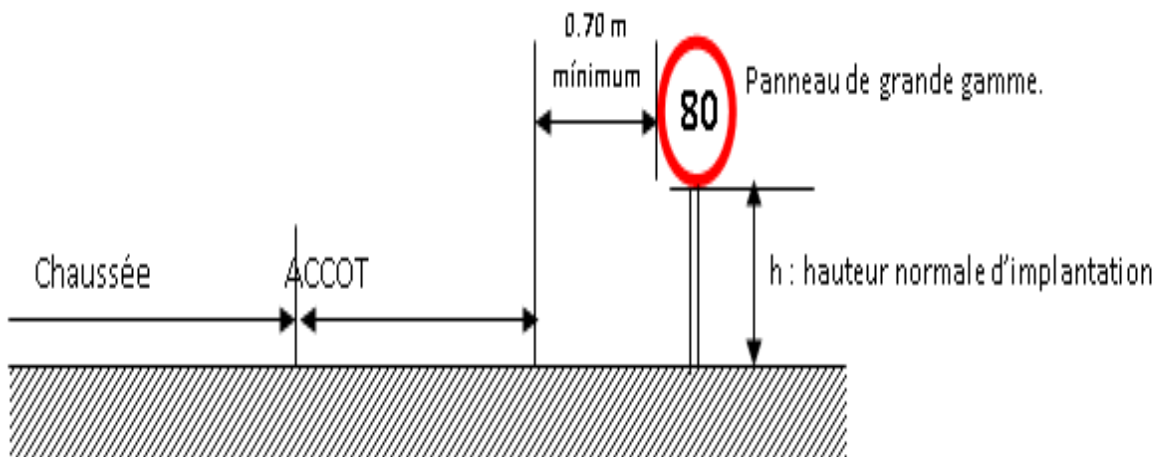


Figure IX-1*C exemple implantation des panneaux signalisation

Séparateur en béton type SGBA

Chaque chaussée sera délimité de part et d'autre par un séparateur en béton de type SGBA de dimensions réduite (hauteur : 50 cm, base : 40 cm).

La coupe type du séparateur en béton retenu est présentée ci-après.

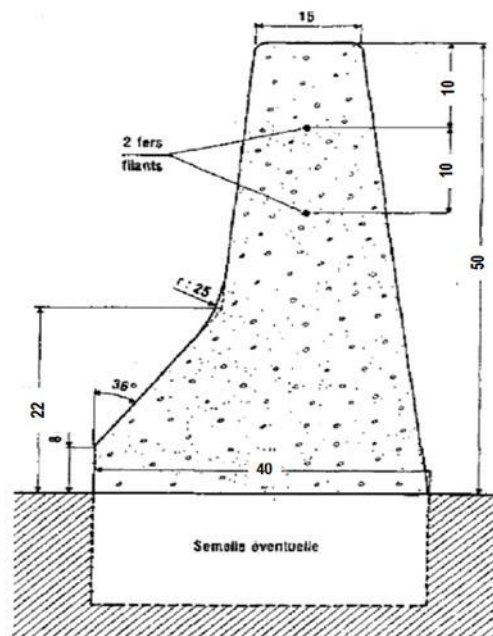


Figure IX-1*D Coupe type du séparateur en béton SGBA

IX-2 ECLAIRAGE :

IX-2*A INTRODUCTION :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler a la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

IX-2*B CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

IX-2*C PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte à faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la Chaussée

IX-2*D APPLICATION AU PROJET :

Eclairage de la voie (le long de la route) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux en place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairement se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express).

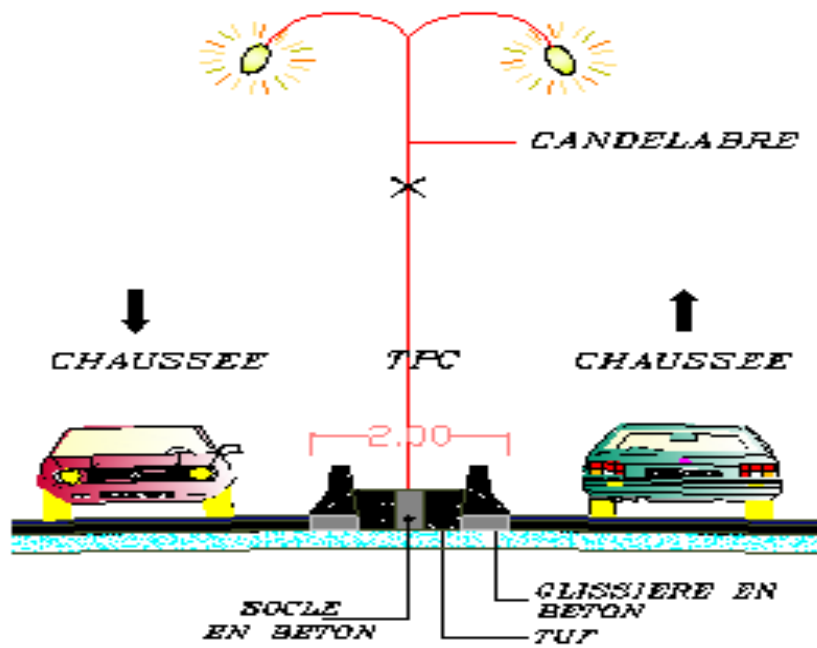


Figure IX -1 Coupe transversale et disposition de l'éclairage public

chapitre X

DEVIS QUANTITATIF

ET ESTIMATIF

X-1 Devis Quantitatif et Estimatif

X-1 TABLEAUX DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant HT (DA)
SECTION I: TERRASSEMENTS					
I-01	Déblais de la terre.	m ²	31819.00	250.00	7954750.00
I-02	Remblais de la terre.	m ³	57997.00	400.00	23198800.00
I-03	Terre végétale.	m ³	2561.00	800.00	2048800.00
Total I = 33202350.00 (DA)					
SECTION II : CHAUSSEE					
II-01	Couche de forme en TVO ep = 40cm.	m ³	57234.00	500.00	29955200.00
II-02	couche de fondation en GNT ep = 35cm.	m ³	41060.00	1300.00	67428000.00
II-03	imprégnation au cut - back 0/1, y/c sablage au gravier 3/8.	m ²	64000.00	250.00	160000000.00
II-04	couche de base en GB ep = 14cm (2.2 t/m ³).	t	37963.00	5000.00	158025000.00
II-05	Imprégnation au cut-back	m ²	64000.00	200.00	12800000.00
II-06	Revêtement en béton bitumineux ep = 6cm (2.4 t/m ³).	t	17887.00	6000.00	107322000.00
II-07	Couche accotement TVO	m ³	15427.00	500.00	7713500.00
Total II = 543243700.00 (DA)					
SECTION III: TERRES PLEIN CENTRALE					
III-01	Terres plein centrale en Béton SGBA	m ³	8000.00	20000.00	160000000.00
Total III = 160000000.00 (DA)					
SECTION IV : SIGNALISATION					
IV-01	Signalisation vertical	U	10	12000.00	120000.00
IV-02	Ligne continue	ml	16000	100.00	1600000.00
IV-03	Ligne discontinue	ml	10000	100.00	1000000.00
Total IV = 2720000.00 (DA)					
Total H.T (DA)			739166050.00		
TVA19 % (DA)			140441549.50		
TOTAL T.T.C (DA)			879607599.50		

Ce montant de devis a été arrêté à :

Huit cent soixante-dix-neuf millions six cent sept mille cinq cent quatre-vingt-dix-neuf Dinars Algérien et Cinquante Centimes.

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude est considéré pour nous comme une première expérience de projet réel à réaliser. Au cours de ce travail, nous avons apprécié l'importance des cours théoriques que nous avons étudiés lors de notre cursus université.

Dans notre démarrage d'étude nous avons essayé de respecter tous les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et environnement.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Notre projet s'inscrit dans ce cadre et le travail effectué dans ce mémoire porte sur l'étude de la route PK 226+000 au 234+000 N°46 sur un linéaire de 08 Km.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels d'AUTOPISTE, AUTOCAD et COVADIS.

De toute façon, il nous a immergé dans le milieu professionnelle dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

LISTES DES FIGURES

Figure I-1 : Carte De Zonage Sismique Du Territoire National.	03
Figure I-2 : Carte Géologique De La Zone Du Projet	05
Figure II-1: Profil En Travers	17
Figure. III-1 : les différents états de consistance.	22
Figure III-2: L'appareil De Casa-Grande	22
Figure III-3 : L'essai Equivalente Sable	23
Figure III -4:. Essai PROCTOR	25
Figure III -5: L'essai C.B.R	26
Figure III-6:. L'essai Los Angeles	26
Figure IV-1 Les Différents Types De Chaussée	34
Figure IV- 2 : La Démarche Du Catalogue	37
Figure IV-3 : Classe Tpli Pour RP1	38
Figure IV-4 : Dimensionnement De Chaussée Par La Méthode CBR	39
Figure IV- 5 : Dimensionnement Par La Méthode CTTP .	40
Figure IV- 6 : Modélisation Par Alizé	43
Figure IV-7 : Résultats Alizé De La Modélisation Optimisée	44
Figure IV-8 : Résultats Alizé De La Modélisation Optimisée	44
Figure V-1: Les Eléments Géométriques D'un Tracé En Plan	47
Figure V-2: Les Eléments De La Clothoïde.	51
Figure VI-1.Visibilité En Raccordement Concaves.	61
Figure VII-1 : Les Eléments De Profil En Travers	65
Figure VII-2 : Profil En Travers Type En 2*2voies	67
Figure VIII-1:Profil En Travers Pour Cubatures	70
Figureviii.2 : Les Positions Des Sections Dans Un Profil En Long D'un Tracé Donnée	70
Figure IX.1: Type De Modulation Référence Signalisation Routière (Art 144)	75
Figure IX-1*A: Types Des Panneaux Signalisation	77
Figure IX-1*B: Exemple Dimensionnement Signalisation	77
Figure IX-1*C: Exemple Implantation Des Panneaux Signalisation	78
Figure IX-1*D : Coupe Type Du Séparateur En Béton SGBA	78
Figure IX -1: Coupe transversale et disposition de l'éclairage public	80

LISTES DES TABLEAUX

Tableau II.1: Coefficient D'équivalence (E)	10
Tableau II-2 : Valeur De (K1)	11
Tableau II-3 : Valeur De (K2)	12
Tableau II-4 : Valeur De La Capacité Théorique	12
Tableau II.5 : Tableau Récapitulatif Des Résultats Des Calculs	15
Tableau II-6 : Les Calculs Sont Représentés Dans Le Tableau Suivant	17
Tableaux III-1:Calcification Des Granulats	21
Tableau. III-2: Catégorie De Sols Selon La Valeur Au Bleu Méthylène	24
Tableau. III-3: Caractéristique De Proctor	25
Tableau. III-4:Spécification CBR.	25
Tableau. III-5: Spécification De Los Angeles.	27
III-6*A :Tableau VIII.6 Résultat Puits De Reconnaissance De 4.00m	27
III-6*B :Tableau III.7 Résultat Puits De Reconnaissance De 1.50 M	27
III-6*C :Tableau III.8 Résultat Essais Au Pénétrömètre Dynamique Lourd	28
D*1: Tableau III.9 Résultat Essais Au Pénétrömètre Dynamique Lourd	28
D*2: Tableau III.10 Résultat Des Essais Au Laboratoire	29
D*3:Tableau III.11 Résultat Des Essais Au Laboratoire	30
Tableau IV .1 : Les Coefficients Equivalence.	36
Tableau . IV .2 : Classe De Portance De Sol Selon Catalogue.	38
Tableau IV-3 : Résultat De Dimensionnement La Chaussée Par La Méthode CBR	39
Tableau IV-4 :Tableau Des Donnée	41
Tableau IV-5 :Comparaison Entre Les Deux Méthodes	45
TABEAU VI-1 : La Déclivité Du Projet Maximum. Selon Les B40	59
Tableau VII-2 : Paramètres Géométriques Des Rayons Profil En Long .	62
Tableau IX-1 :Les Caractéristiques Des Lignes Discontinu	75
Tableau X-1: Tableaux Devis Quantitatif Et Estimatif	82