

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

Thème

ETUDE EN APS ET APD D'UN TRONÇON DE LA LIAISON
LIOUA-OUMACHE SUR 15KM (PK0+000_PK15+000) AVEC
CONCEPTION DE TROIS CARREFOURS

Proposé par Mr:

BENREJDAL REDA

Présenté par Mrs:

SAFRI DJALLEL

ZERARKA SALAH

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PRESENTATION DU PROJET.....	2
<i>Chapitre I : PARAMETRE DE BASE.....</i>	<i>4</i>
I.1.Niveau de service.....	4
I.1.a.Environnement de la route.....	4
I.1.b.Categorie de la route.....	5
I.2.Vitesse de base.....	5
I.3.Hauteur de l'œil.....	5
I.4.Temps de perception-reaction.....	6
I.5.Distance d'arrêt.....	6
<i>Chapitre II : ETUDE DE TRAFIC.....</i>	<i>9</i>
II.1.Introduction.....	9
II.2.Définition des trafics supportés par le réseau.....	9
II.3.Les différents types de trafics.....	10
II.3.a. Trafic normal.....	10
II.3.b.Trafic dévié.....	10
II.3.c. Trafic induit.....	10
II.3.d. Trafic total.....	10
II.4.Calcul de la capacité.....	10
II.5.Calcul de nombre de voies.....	13
II.6. Application au projet.....	13
II.7.Calcul de l'année de saturation de une fois deux voies.....	15
<i>Chapitre III : ETUDE APS.....</i>	<i>17</i>
III.1. Introduction.....	17
III.2.La zone d'étude.....	17
III.3.La topographie.....	18
III.4.Les contraintes.....	19
III.5.Présentation des couloires.....	20
III.6.Description des couloires.....	21
III.7.Description des variantes.....	23
III.8.Comparaison des variantes.....	24
<i>Chapitre IV : TRACE EN PLAN.....</i>	<i>27</i>
IV.1.Généralités.....	27
IV.2.Règles à respecter pour le tracé en plan.....	27
IV.3. Elément des tracés en plan.....	27
IV.3.a. Alignement.....	27
IV.3.b. Arcs de cercle.....	29
IV.4. Calcul d'axe.....	37
IV.4. a. Exemple de calcul d'axe.....	37
<i>Chapitre V :PROFIL EN LONG.....</i>	<i>41</i>
V.1.Définition.....	41
V.2. Tracé de la ligne rouge.....	41
V.2.a. Définition de la déclivité.....	42
V.2.b.Raccordement en profil en long.....	42
V.2.c.Coordination de tracé en plan et profil en long.....	45
V.3. Exemple de calcul de profil en long.....	46
<i>Chapitre VI:PROFIL EN TRAVERS.....</i>	<i>51</i>
VI.1.Définition.....	51
VI.2.Elément constitutif du profil en travers.....	51
VI.3.Classification de profil en travers.....	52
VI.3.a. Le profil en travers courant.....	52
VI.3.b. Le profil en travers type.....	53

Chapitre VII : ETUDE GEOTECHNIQUE	54
VII.1.Introduction.....	54
VII.2. Les différents essais au laboratoire.....	54
VII.3.Objectif.....	55
VII.4.Les essais d'identification.....	55
VII.5. Les essai in Situ.....	56
VII.6. Conditions d'utilisation de remblai.....	57
VII.7.Moyens de reconnaissance.....	57
Chapitre VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	59
VIII.1.Introduction.....	59
VIII.2.Les différents types de chaussée.....	59
VIII.3.Les différents facteurs déterminants pour les études de dimensionnement.....	61
VIII.4.Les principales méthodes de dimensionnement.....	61
Chapitre IX : CUBATURE	73
IX.1. Généralité.....	73
IX.2. Définition.....	73
IX.3. Méthode de calcul de cubature.....	73
IX.4.Calcul des cubatures de terrassement.....	76
Chapitre X : ASSAINISSEMENT	77
X.1. Introduction.....	77
X.2. Dispositions constructive.....	77
X.3.Types de canalisations.....	78
X.4. Données hydrauliques.....	79
X.5.Calcul hydraulique.....	81
X.6.Dimensionnement des fossés.....	83
X.7. Application.....	84
Chapitre XI :ETUDE DE CARREFOUR	89
XI.1.Introduction.....	89
XI.2 Types de carrefour.....	89
XI.3.Données utiles à l'aménagement des carrefour.....	90
XI.4.Principes généraux d'aménagement des carrefour.....	90
XI.5. Application au projet.....	92
Chapitre XII: SIGNALISATION	95
XII.1.Introduction.....	95
XII.2.Historique de la signalisation.....	95
XII.3.Principe.....	95
XII.4.Types de signalisation.....	96
XII.5.Application au projet.....	98
Chapitre XIV :IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	101
XIII.1.Introduction.....	101
XIII.2.Cadre juridique.....	101
XIII.3.La description de l'état initial du site.....	101
XIII.4.Analyse des effets du projet sur l'environnement.....	102
XIII.5.Identification des impacts.....	102
XIII.6.Programme d'atténuation et de bonification.....	104
XIII.7.Consultation publique et diffusion de l'information.....	105
DEVIS ESTIMATIF	106
CONCLUSION GENERALE	107
BIBLIOGRAPHIE	108
ANNEXE	109

INTRODUCTION

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

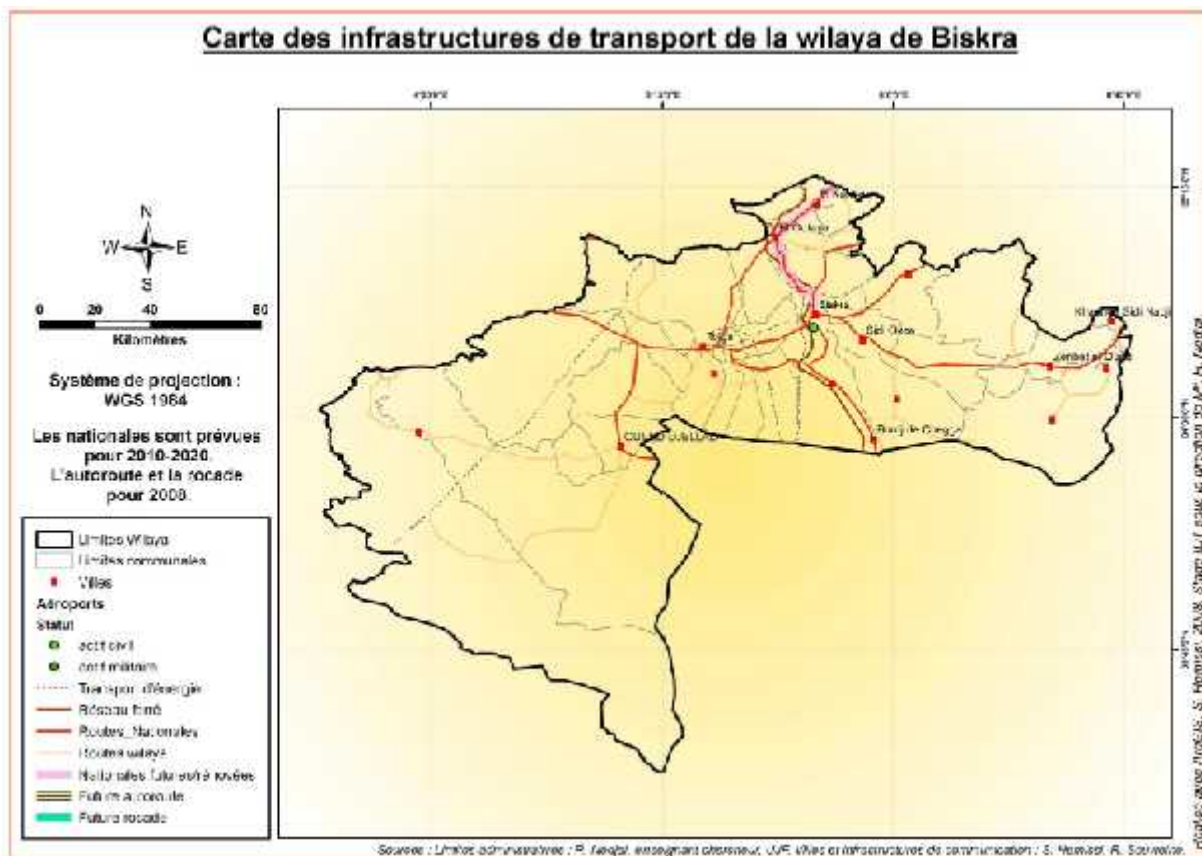
La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste élaborer le raccordement du Chemin de Wilaya 61 et de la Route Nationale N°46B vers la Route Nationale N°03 tout en déviant les villes de Lioua, Mekhadma, Ourellal, Mlili et Oumache.

SITUATION

La wilaya de Biskra est située au Sud-est de la capitale Alger, elle s'étend sur une superficie de 21 509,80 km². Administrativement, la wilaya compte 33 communes dont 11 Daïra. Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Batna, à l'Est par la Wilaya de Khenchela, à l'Ouest par la Wilaya de Djelfa et au Sud par la Wilaya de Ouargla.

Notre projet étant situé à la commune de Lioua situé dans la wilaya de Biskra. Il consiste à faire une étude d'une liaison ente les deux communes LIOUA et OUMACHE Sur 25 Km.



Les objectifs principaux de ce projet de liaison sont :

- ❖ Assuré l'écoulement du trafic de transit du Chemin de Wilaya N°61 et de la Route Nationale N°46B vers la Route Nationale N°03 tout en évitant les villes de Lioua, Mekhadma, Ourellal, Mlili et Oumache.

- ❖ Créer une desserte pour les citoyens habitants au sud de l'Oued Djeddi.
- ❖ L'amélioration du cadre de vie des citoyens de ces régions.
- ❖ L'amélioration de la sécurité routière de l'ensemble des usagers et des riverains qui est un enjeu du premier ordre.
- ❖ Développer la zone par des investissements dans le domaine de l'agriculture.
- ❖ Parfaire l'axe routier emprunté par les gens de la région, essentiellement pour des trajets domicile/travail
- ❖ L'amélioration de la qualité du réseau routier de la wilaya de Biskra, en utilisant les normes en vigueur dans notre étude.
- ❖ L'amélioration des conditions de circulation et notamment la fluidité en période de pointe.
- ❖ La diminution du temps de parcours (raccourcis) pour le trafic de transit.

➤ **Localisation du projet :**

La liaison débute à l'intersection avec le CW61 à 700m de l'ouvrage d'art existant sur (OUED DJEDDI), et se termine à la jonction avec la RN03, au sud d'oued DJEDDI



Début de la liaison



Fin de la liaison

Le tronçon qu'on va étudier de 15km prend son origine au niveau de la CW 61 de PK0+00 au PK15+00

PARAMETRES DE BASE

I.1. Niveau de service :

Dans chaque catégorie de liaison, la route est caractérisée par des conditions minimales d'aménagement dépendant de :

- La qualité de service assurée à l'utilisateur.
- L'intensité du trafic et de sa composition.
- Caractéristiques topographiques,

I.1.a Environnement de la route :

L'environnement de la route définit l'état actuel de la route et est caractérisé par deux (02) indicateurs :

- La dénivelée cumulée moyenne ;
- La sinuosité.

❖ La dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur total de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

❖ Sinuosité :

La sinuosité T d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur L_s sur la totale de l'itinéraire.

$$T = (\text{longueur sinueuse des sections dont } R_i < 200\text{m}) / L_{\text{total}}$$

Les trois types d'environnement E_i distingués résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Sinuosité Relief	FAIBLE (T<0.1)	MOYENNE 0.1<T<0.3	FORTE T>0.3
PLAT (h/L<1.5%)	E1	E2	*****
VALONNE (1.5%< h/L<4%)	E2	E2	E3
MONTAGNE (h/L>4%)	*****	E3	E3

Tableau 1 : l'environnement de la route

Dans notre projet on a, $\frac{H}{L} = \frac{38.452}{15000} = 0.25\%$, Ce qui nous conduit à un terrain plat.

Pour la sinuosité : $T = \frac{600}{15000} = 0.04 < 0.1$ caractéristique d'une sinuosité faible ;
on déduit que nous sommes dans un environnement E1.

I.1.b La catégorie de la route :

L'Algérie a subdivisé ses routes en cinq (05) catégories suivant leurs finalités économiques et administratives des itinéraires considérés. Notre route assure la liaison entre la Commune de Lioua et de Oumache, deux grandes centres agriculture de la Wilaya de Biskra. Ainsi nous classons notre route dans la catégorie trois (03).

I.2 Vitesse de référence :

La vitesse de référence est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire et pour la corrélation de ses paramètres entre eux ; elle dépend de la catégorie et de l'environnement.

Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le coût du projet.

Choisir une vitesse de base élevée nécessite un aménagement plus approprié pour faire passer cette vitesse.

Nous sommes dans l'environnement E1, C3

- Le long de notre liaison nous allons utiliser la vitesse 80Km/H,
- Onu un cas exceptionnel pour le tronçon PK0+000 au PK1+665 nous allons utiliser la vitesse 40Km/H

I.3 Hauteur de l'œil et de l'obstacle :

Les hauteurs de l'œil et de l'obstacle sont des paramètres intervenant dans les calculs de distance de visibilité en point haut en bas, elles définissent l'origine et l'extrémité du rayon visuel dans le plan vertical.

	Hauteur de l'œil (Ho)	Hauteur de l'obstacle Eventuel (h1)	Hauteur de l'obstacle permanent (h2)
CATEGORIE	1.1m	0.15m	1.20m

Tableau 2 : Hauteur de l'œil

I.4 Temps de perception- réaction :

Le temps de perception – réaction est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement.

Catégorie 3- Environnement E1

$t_1=1.8s$ pour $V>60km/h$

$t_1=2.0s$ pour $V \leq 60km/h$; donc dans notre cas $t_1=2.0s$

❖ Coefficient de frottement longitudinal f_l :

Ce coefficient varie avec la vitesse, il intervient dans la détermination des distances théoriques de freinage, en fonction de l'environnement et la catégorie

Pour notre projet : $f_l = 0.43$, pour $V_B=80km/h$

$f_l = 0.49$, pour $V_B=40km/h$

❖ Coefficient de frottement transversal f_t :

Ce coefficient dépend de la vitesse de base et utilisé pour déterminer le rayon en tracé en plan associé à un devers donné et inversement.

Dans notre cas on a

$f_t = 0.15$ pour $V_B=80km/h$

$f_t = 0.22$ pour $V_B=40km/h$

❖ Distance élémentaire de freinage :

C'est la distance parcourue par le véhicule pendant le freinage, sans la distance de perception- réaction.

$$D_0 = \frac{V^2}{260(f_L \pm i)}$$

Soit en alignement : $d_0 = 57.24m$

I.5. La distance d'arrêt

❖ La distance d'arrêt d_a :

Avant de s'arrêter le véhicule parcourt deux distances :

- Distance parcourue pendant le temps nécessaire au conducteur pour percevoir l'obstacle et pour réagir sur ses freins (temps perception - réaction) qui set égale à :

$$v \times t_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1$$

➤ Et la distance sur laquelle devrait s'exercer le freinage pour obtenir l'arrêt :

$$d_0 = \frac{V^2}{260f_i}$$

$$d_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1 + \frac{V^2}{260f_L} \quad \text{en palier et en alignement}$$

$$d_1 = \frac{V}{3.6} \times t_1 + \frac{V^2}{260(f_L \pm i)} \quad \text{en déclivité.}$$

❖ La distance d'arrêt en courbe : d_2

Lorsqu'un véhicule circule, en courbe ses possibilités de freinage se trouvent réduites :

- Du fait qu'une partie de l'adhérence est mobilisée pour faire échec à la force centrifuge.
- Du fait que la charge des roues internes et externes est inégalement répartie, pour compenser le couple introduit par l'application de la force centrifuge au centre de gravité.

Le règlement français majore de 25% la distance de freinage, pour tenir compte de ces circonstances, lorsque le véhicule parcourt une courbe de rayon faible :

$$d_2 = d_1 + 0.25 d_0 \quad \text{si } R \leq 5V$$

$$d_2 = d_1 \quad \text{si } R > 5V \quad \text{avec } R \text{ le rayon en plan.}$$

❖ Distance de visibilité de dépassement :

Maintenant nous allons nous intéresser au problème suivant : quels sont le temps t et l'espace E nécessaires pour que, sur une route à deux voies, un véhicule A circulant à une vitesse V_1 , ayant devant lui un véhicule B circulant à la vitesse V_2 , dont il s'est approché au maximum sans quitter la voie de droite, exécute la manœuvre complète de dépassement de B, y compris son retour à la voie droite.

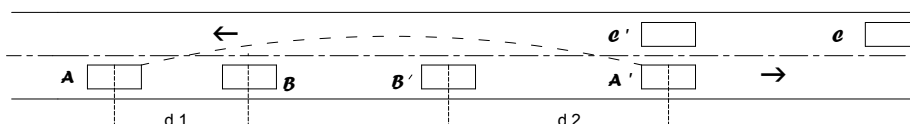


Fig.1 DÉPASSEMENT D'UN VÉHICULE

Dans un premier temps, on peut faire un calcul approximatif : Le véhicule B se déplace de $V_2 t$ pendant que A se déplace de $V_2 t + d_1 + d_2$; d_1 et d_2 étant les espacements des deux véhicules immédiatement avant et immédiatement après le déplacement.

Mais la considération du véhicule venant du sens inverse, c'est ce qui est le cas le plus défavorable au dépassement nous a amené à la conclusion suivante :

$$d = V_1 t + V_3 t$$

V_1 étant la vitesse du véhicule dépassant et V_3 la vitesse du véhicule en sens inverse. Dans le calcul on suppose que $V_1 = V_3$ donc on a : $d = 2V t$

Les instructions de la circulation du 28 Octobre 1970 sont basées sur la constatation empirique, donnant la durée nécessaire pour exécuter un dépassement :

- Un dépassement court : 7.2sec pour $V \leq 90\text{Km/h}$
9.0sec pour $V = 140\text{Km/h}$
- Un dépassement normal : 10.8sec pour $V \leq 90\text{Km/h}$
12.8sec pour $V = 140\text{Km/h}$

La distance de visibilité minimale : d_d ou d_m et la distance de visibilité normale : d_D ou d_N sont découlées de ces durées.

❖ Distance de visibilité de manœuvre de déplacement : dMd.

Hypothèse : Le véhicule adverse freine

Elle est donnée par la distance parcourue par le véhicule dépassant pendant la manœuvre d'accélération (ou de décélération) ainsi que le rabattement, augmentée de la distance parcourue par le véhicule adverse pendant le même intervalle de temps

VITESSE DE REFERENCE (Km/h)

Catégorie	Paramètres cinématiques		120	100	80	60	40
1-2	Longueur de freinage.	d_0	175	111	65	34	14
	Distance d'arrêt.	d_1	235	161	109 (105)	67 (64)	36 (34)
3-4-5	Longueur de freinage.	d_0	160	100	59	31	13
	Distance d'arrêt.	d_1	220	150	99	64	35
Toutes	Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	550	420	320	240	160
	Distance de visibilité normale.	d_N	790	620	480	360	240
Toutes	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.	dMd	425	300	200	120	70

Tableau 3 : Tableau des normes B40

ASSAINISSEMENT

Préambule :

Il n'est sans doute pas superflu de rappeler que l'eau est l'ennemi numéro un (01) de la route. Ainsi le drainage doit être assuré au maximum. Le volet assainissement ne doit pas être négligé lors d'une étude d'un projet routier, son dimensionnement doit être fait correctement et dans les normes.

X.1 Introduction :

L'eau quelque soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes.

Les effets de l'eau sur la route sont de deux sortes :

- Ceux qui mettent en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.).
- Ceux qui influent sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

C'est pourquoi l'étude hydraulique, nécessite une parfaite connaissance des données climatique et pluviales pour la détermination des débits de crues de différentes.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

1/ l'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....

2/ les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).

3/ les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

X.2 Dispositions constructives :

L'assainissement des chaussées doit se soumettre aux exigences suivantes :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée, (danger d'aquaplaning).
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).

- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).
- Ces objectifs seraient atteints par une bonne installation (dans la zone en déblai et les points bas) d'ouvrages d'évacuations comme fossé dalots dans notre cas.
- Leurs dimensions seront fonction du débit d'eaux recueillit.

X.3 Types de canalisations :

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur).

X.3.a Drainage des eaux souterraines

❖ Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. L'infiltration de ces eaux dans la plateforme baisse considérablement sa portance.

Il faut donc veiller à éviter:

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

❖ Protection contre la nappe phréatique :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

❖ Bassins versants :

C'est un secteur géographique limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Surface des bassins versants (A) :

Les bassins des différents écoulements présentent des surfaces peu importantes. Les principales caractéristiques des bassins peuvent être déterminées :

- Les surfaces A sont mesurées en Km^2 .
- Les longueurs de talweg principal 'L' sont mesurées en Km
- La pente 'P' est calculée en faisant le rapport de la dénivelée du talweg par sa longueur L.

X.4 Données hydrauliques :

- ✓ Puisqu'on n'a pas pu avoir la carte d'Etat majeure de la Wilaya de BISKRA à une échelle appropriée, nous avons opté pour Google Earth® et Sketchup® pour obtenir la topologie des bassins versants.



- ✓ Les autres données hydrauliques sont communiquées par l'A.N.R.H de Biskra.

Les données nécessaires aux calculs sont :

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 50\text{mm}$
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0.4$
- L'exposant climatique de la région $b = 0.3$
- Les précipitations maximales journalières de fréquence donnée P (%)

Le calcul de la précipitation P_j (%) est obtenu par la formule suivante :

$$P_j (\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie t (en minute) et une période de retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans. Soit le tableau suivant qui donne les valeurs de variable Gaussien en fonction de la fréquence.

Fréquence	Période de retour (ans)	Variable de GAUSS
50	02	0.00
20	05	0.84
10	10	1.28
02	50	2.05
01	100	2.327

Tableau 17 : variable de Gauss

Remarque :

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour de 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

X.5 Calcul hydraulique :

X.5.a Calcul de précipitation :

$$P_j (\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

- Pendant 10 ans

$$u = 1.28 \quad C_v = 0.40 \quad P_j = 50 \text{ mm}$$

$$P_j (10\%) = \frac{50}{\sqrt{0.40^2 + 1}} \cdot e^{1.282 \sqrt{\ln(0.40^2 + 1)}}$$

$$P_j (10\%) = 76.07 \text{ mm.}$$

- Pendant 50 ans

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.40 \quad P_j = 50$$

$$P_j (02\%) = \frac{50}{\sqrt{0.40^2 + 1}} \cdot e^{2.057 \sqrt{\ln(0.40^2 + 1)}}$$

$$P_j (02\%) = 102.48 \text{ mm}$$

- Pendant 100 ans

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.40 \quad P_j = 50$$

$$P_j (01\%) = \frac{50}{\sqrt{0.40^2 + 1}} \cdot e^{2.327 \sqrt{\ln(0.40^2 + 1)}}$$

$$P_j (01\%) = 113.70 \text{ mm}$$

X.5.b Calcul de l'intensité de l'averse :

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante :

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24} \right)^B$$

Avec :

- I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.
- B = b - 1 = 0.30 - 1 = - 0.70

$$I = \frac{P_j}{24}$$

$$\text{Pour } P_j (10\%) = 76.07 \text{ mm}$$

$$I = \frac{76.07}{24} = 3.17 \text{ mm/h}$$

$$\text{Pour } P_j (02\%) = 102.48 \text{ mm}$$

$$I = \frac{102.48}{24} = 4.27 \text{ mm/h}$$

Pour P_j (01%) = 113.7 mm

$$I = \frac{113.70}{24} = 4.74 \text{ mm/h}$$

X.5.c Coefficient de ruissellement (C) :

Le coefficient de ruissellement a été estimé à partir :

- De la pente du bassin versant.
- De l'intensité de pluie.
- De la couverture du bassin versant.
- De la perméabilité du terrain.

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement : sol légèrement perméable	0.15 à 0.40	0.35
Talus	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

Tableau 18: coefficients de ruissellement

X.5.d Calculs des débits :

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivant:

$$Q_a = K.C.I.A$$

Avec :

- **K** : coefficient de concentration $K = 0.2778$.
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I** : l'intensité de l'averse exprimée mm /h
- **A** : superficie du bassin versant.

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement est calculé par la formule de

$$\text{MANNING STRICKLER} : Q_s = k_{st} \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Avec :

- R_h : rayon hydraulique.
- i : pente de l'ouvrage d'évacuation.
- K_{st} : coefficient de rugosité $k_{st}=30$ (fossé en terre).
- $R_h =$ section du profil mouille / périmètre du profil mouille

X.6 Dimensionnement des fossés :

Le profil en travers hypothétique de fossés est donné dans la figure ci-dessous avec

- S_m : surface mouillée.
- U : périmètre mouillé.
- R : rayon hydraulique $R = S_m / U$.
- P : pente du talus $P = 1/n$.

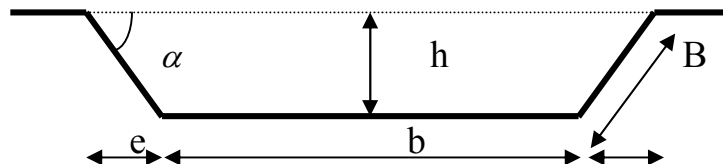


Figure 12 : Un fossé

On fixe la base du fossé à ($b = 50$ cm) et la pente du talus à ($1/n = 1/1.5$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

X.6.a Calcul de la surface mouillée:

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'où } e = n.h$$

$$S_m = bh + n.h^2 = h. (b + n.h)$$

$$S_m = h. (b + n. h)$$

- Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{avec } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h.\sqrt{1+n^2}$$

$$P_m = b + 2 h.\sqrt{1+n^2}$$

Les dimensions du fossé obtenues, en écrivant l'égalité, débit apport Q et débit de saturation Q .

X.6.b Calcul le rayon hydraulique :

$$R_h = S_m / P_m = \frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}}$$

X.6.c Calcul des dimensions des fossés :

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K.I.C.A = K_{st}.i^{1/2}S_m.R_h^{2/3}$$

D'où $Q = F(h)$.

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et calcul se fera par itération.

$$Q_a = Q_s = K_{st}.i^{1/2}S_m.R_h^{2/3}$$

$$Q_a = Q_s = (K_{st}.i^{1/2}).h.(b + n.h). \left[\frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

X.7 Application :

Le débit apporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est prit pour un cas défavorable.

- L'intensité à l'averse I_t :

$$I_t = I. \left(\frac{t_c}{24} \right)^B$$

$$I = 3.17 \text{ mm/h pour 10 ans}$$

$$B = b-1 = 0.30 - 1 = -0.70$$

t_c la durée de chute de pluie varient de 10 à 60 minutes si on prend :

$$t_c = 15 \text{ mn} = 0.25 \text{ h}$$

Donc:

$$I_t = I. \left(\frac{t_c}{24} \right)^B = 3.17 \times \left[\frac{0.25}{24} \right]^{-0.70} = 77.38 \text{ mm/h}$$

$$I_t = 77.38 \text{ mm/h}$$

- La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus : été prise défavorable égale (1m).

Donc :

- $Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$
- $Q_c = K.I.C_c.A_c$
- $Q_A = K.I.C_A.A_A$
- $Q_t = K.I.C_t.A_t$

Avec :

- Q_c : débit rapporté par la chaussée.
- Q_A : débit rapporté par l'accotement.
- Q_t : débit rapporté par le talus.
- C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- C_A : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- C_t : coefficient de ruissellement du talus.
- A_c : surface de la chaussée.
- A_A : surface de l'accotement.
- A_t : surface du talus.

❖ Calcul de surface :

- surface de la chaussée

$$A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,07 \text{ ha}$$

- surface de l'accotement

$$A_A = 1.2 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,024 \text{ ha}$$

- surface du talus

$$A_t = 12.65 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,1265 \text{ ha} \quad A = 0,2205 \text{ ha}$$

$A = 0,2205 \text{ ha}$

❖ Calcul des débits :

$$Q_c = 2,778 \times 0,95 \times 77,38 \times 0,07 = 14,29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_A = 2,778 \times 0,35 \times 77,38 \times 0,024 = 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_c = 2,778 \times 0,25 \times 77,38 \times 0,1265 = 6,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{D'où: } Q_a = Q_A + Q_t + 9Q_c = 22,89 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{On a } Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[\frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3}$$

D'Après le calcul itératif on trouve **H = 0.50m**

X.7.a Dimensionnement des ouvrages traverses :

❖ Ouvrages d'assainissement :

Les ouvrages d'assainissement utilisés ce sont des aqueducs qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est faible ; si le volume est plus important on construisant alors des ponceaux ou des dalots.

La section transversale des dalots peut avoir diverses formes, dont les plus utilisées sont la forme circulaire et rectangulaire.

❖ Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

$$Q_s = S K_{st} \cdot i^{1/2} S_m \cdot R_h^{2/3}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Nous avons :

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 0,53 \text{ km}^2 \\ P = 5\% \\ I (10\%) = 3,17 \text{ mm/h} \\ B = -0,70 \end{array} \right.$$

A.N:

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad (\text{Le temps de concentration pour les bassins versant inférieur a } 5 \text{ Km}^2)$$

$$A = 53,12 \text{ Ha} = 0,53 \text{ Km}^2$$

$$P = 5\%$$

⇒

$$t_c = 0,41 \text{ h}$$

D'où:

$$I_t = 54,5 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K.C.I.A$$

$$\Rightarrow$$

$$Q_a = 1.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = S.K_{ST}.R^{2/3}.I^{1/2}$$

On a :

$$S_m: \text{ surface mouillée} = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2 \text{ (pour une hauteur de remplissage égale à } 0.5\Phi)$$

$$R_h: \text{ rayon hydraulique} = R/2$$

$$K_{st} = 80 \text{ (pour les buses)}$$

I : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation du vitesse maximale d'écoulement à 4m/s. pour notre cas ; On a I= 1%

A.N

$$Q_s = 80.(R/2)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (0.01)^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = 0.55 \text{ m} = 550 \text{ mm}$$

Soit (01) buse de diamètre $\varnothing 600 \text{ mm}$.

❖ Dimensionnement des dalots:

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

Dans notre projet.

La section de dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

- On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcul la travée nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0.8h$.

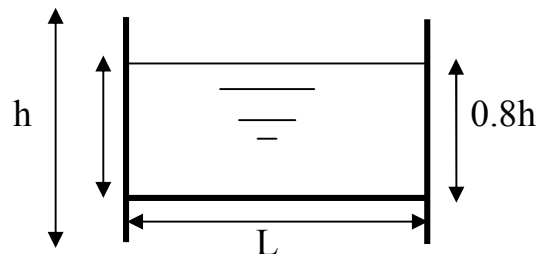


Figure 14 : Un dalot

TABLEAU RECAPITULATIF :

N°	PK (Km+m)	ϕ
1	5+400	BUSE 1000
2	5+636	BUSE 1000
3	6+400	BUSE 1000
4	7+625	BUSE 600
5	9+075	BUSE 2×1000
6	9+800	BUSE 1000
7	10+514	BUSE 1000
8	12+194	BUSE 600

Tableau 19 : Récapitulatif des résultats

CARREFOUR

XI.1. Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection de ou plusieurs routes au même niveau.

L'aménagement des carrefours tend à permettre que ces courants puissent se succéder :

- Sans risque de collision ;
- En réduisant au minimum la gêne causée aux véhicules fréquentant le carrefour;
- En laissant subsister des possibilités suffisantes dans les diverses directions.

XI.2. Types de carrefours :

XI.2.a Carrefour à trois branches (en T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

XI.2.b Carrefour à trois branches (en Y):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

XI.2.c Carrefour à quatre branches (en croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi)

XI.2.d. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulaire ou ovale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

NB: Pour notre projet l'étude du tronçon comporte l'étude de deux carrefours qui sont de type carrefour plan ordinaire à trois branches (en T).

XI.3 Données utiles à l'aménagement des carrefours :

Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement d'un carrefour sont les suivantes :

- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte.
- L'intensité et la composante des différents courants ;
- Les vitesses d'approche pratiquées ;
- Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement.
- Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long ;
- L'homogénéité du tracé.

XI.4 Principes généraux d'aménagement des carrefours :

Les cisaillements doivent se produire sous un angle voisin de 90° afin d'obtenir une meilleure condition de visibilité et d'appréciation des vitesses.

- La géométrie du carrefour doit ralentir les courants non prioritaires en particulier s'ils ont à respecter un signal d'arrêt. Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques, les courants non prioritaire ;
- Assurer une bonne visibilité de carrefour ;
- Donner une importance aux signalisations horizontale et verticale ;
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

XI.4.a La visibilité :

Dans toute zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.

En cas de visibilité insuffisante, il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

XI.4.b Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

XI.4.c Données de base:

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche pratiquée.
- Les conditions topographiques.

D'après le B40 :

$a=2.5\text{m}$ (distance entre l'œil de conducteur et la ligne d'arrêt).

XI.4.d Les distances de visibilité d'_p

d'_p (VP)=130m.

d'_p (PL)=175m.

d'_p (t.à.g)=175m.

d'_p (t.à.d)=165m.

XI.4.e Les îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, ou aussi de limiter les voies de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

❖ Ilot directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1 m.

XI.5 Application au projet :

XI.5.a Carrefour plan au PK 0+000 :

❖ Introduction :

Pour assurer l'écoulement du trafic au niveau des jonctions, nous avons prévu d'aménager trois (03) carrefours plans, ils seront en T et offrent la priorité à la liaison.

En effet, ces aménagements seront mis en place dans le but d'améliorer les conditions de circulation au niveau de ces sections de routes avant même qu'elles ne deviennent des points noirs.

L'étude d'aménagements du carrefour plan situés au PK 0+000, consiste à aménager l'accès à notre route en un carrefour en T à trois branches :

- CW 61 (côté Lioua)
- CW 61 (côté Ouled djellal)
- Accès à notre route

Afin de mieux canaliser les mouvements, des éléments géométriques (îlots et voies spéciales) sont conçus de façon à rendre difficile ou impossible les manœuvres interdites.

❖ Aménagement des voies

- Voie tourne à gauche :

Au droit du carrefour, des voies de décélération et d'insertion ont été créées pour les usagers tourne-à-gauche et les tourne à droite. Une troisième voie sur l'actuelle CW61 sera réservée au trafic non traversier.

Une voie de tourne à gauche est composée d'un tronçon L_a , d'un tronçon de décélération L_v , et d'un tronçon de changement de voie L_z . Elle est fonction de la largeur de la voie I , et donnée par la formule :

$$L_v = 0.75V_n \sqrt{I}$$

- Voie tourne à droite :

La construction des couloirs de tourne à droite dépend de :

- De l'implantation du changement de direction α ;
- Du type des véhicules exécutants ces changements de directions.

Si $\alpha < 90^\circ$ alors on adopte une courbe à un centre.

Si $\alpha > 90^\circ$; on adopte une courbe à 2 ou 3 centres.

- Îlots séparateurs et directionnels :

Sur les voies secondaires des îlots séparateurs ont été conçus de façon :

- A dévier la trajectoire des véhicules à l'approche du carrefour pour les alerter (effet optique de mur) et les obliger à réduire leur vitesse.
- A guider les véhicules pour les amener en position de traversée ou d'insertion correcte (angle de cisaillement voisin de 90°)

- Signalisation (voir plan de signalisation)

La signalisation du carrefour est composée de quatre éléments complémentaires (voir plans de signalisation) :

1. La signalisation de priorité.
2. Le marquage au sol et les plots.
3. La signalisation de direction.
4. Les panneaux de prescription.

Le choix est fonction du classement des routes, du trafic et des conditions de sécurité. De sa bonne réalisation (visibilité et lisibilité) dépend la perception du carrefour par l'utilisateur.

XI.5.b Carrefour plan au PK 1+200.

❖ Introduction :

Un deuxième carrefour sera prévu pour acheminer les trafics dans notre route et la route venant d'Ourellal. Ces aménagements se veulent une réponse au souci d'accroître la sécurité au droit de ces intersections et dans le but d'améliorer les conditions de circulation au niveau de ces sections de routes avant même qu'elles ne deviennent des points noirs.

L'étude d'aménagement du carrefour plan situé au PK 1+200, consiste à aménager un carrefour en T à trois branches.

- Coté veinent de notre route
- Coté Ourellal
- Coté accès notre route (Oumache)

Afin de mieux canaliser les mouvements, des éléments géométriques (îlots et voies spéciales) sont conçues de façon à rendre difficile ou impossible les manœuvres interdites.

XI.5.c Carrefour plan au PK 1+665 :

❖ Introduction :

Un troisième carrefour sera prévu pour acheminer les trafics dans notre route et la route venant de Sidi Khaled. Ces aménagements se veulent une réponse au souci d'accroître la sécurité au droit de ces intersections et dans le but d'améliorer les conditions de circulation au niveau de ces sections de routes avant même qu'elles ne deviennent des points noirs.

L'étude d'aménagement du carrefour plan situé au PK 1+665, consiste à aménager un carrefour en T à trois branches.

- Coté veinent de notre route
- Coté Sidi Khaled
- Coté accès notre route (Oumache)

Afin de mieux canaliser les mouvements, des éléments géométriques (îlots et voies spéciales) sont conçues de façon à rendre difficile ou impossible les manœuvres interdites.

SIGNALISATION

XII.1 Introduction :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

XII.2 Historique de la signalisation :

Les premiers feux de circulation apparaissent à Detroit (Etats-Unis) en 1910, mais ce n'est qu'au début des années 1920 que s'amorce l'implantation d'une signalisation symboliques. L'initiative en revient à J-Omer Marteneau, un assistant ingénieur en chef du ministère de la voirie de Québec.

M^r Marteneau avait compris que les conducteurs ne savaient pas tous lire, mais que tous désiraient conduire. En 1923, il entreprend de remplacer les panneaux avec les textes par des panneaux illustrés de symboles représentant de courbes, des intersections, etc. La même année, la Canadian Good Roads Condition Association adopte certains de ces éléments pour le réseau canadien.

Le principe de signalisation symbolique obtiendra la reconnaissance internationale dans le cadre de la conférence mondiale sur les transports routiers de 1949. Une idée québécoise qui a fait du chemin.

XII.3 Principe :

La signalisation est composée de panneaux, de marques sur la chaussée et des signaux lumineux. Dans un souci de clarté, elle utilise peu de mots et beaucoup de symboles, pour une bonne part, les panneaux ont ainsi un sens bien évident au premier coup d'œil.

La symbolique de la signalisation est largement uniformisée, selon des normes propres à chaque pays mais qui tiennent compte de conventions internationales. Par

exemple le vert signifie l'obligation, le rouge l'interdiction ; le jaune est associé au danger et l'orange aux travaux routiers.

Pour indiquer l'objet de la signalisation, on utilise autant que possible des silhouettes schématiques aisément reconnaissables : automobile, bicyclette, piéton, voie ferrée, etc.

Dans certains cas, l'automobiliste est toutefois appelé à fournir un effort d'interprétation en fonction du contexte. Par exemple, la silhouette d'un camion signifie généralement que la signalisation concerne spécifiquement les camions mais, à l'occasion, elle s'applique aussi à tout véhicule circulant lentement.

En d'autre cas, heureusement très rares, le symbole est abstrait et l'on ne peut le comprendre que si l'on en a appris le sens. Par exemple, il faut savoir qu'un carré noir incliné à 45 représente un transporteur de matières dangereuses.

En somme, tout est fait pour faciliter la reconnaissance et la compréhension instantanée de la signalisation mais l'automobiliste ne peut échapper entièrement à la nécessité d'étudier le système.

XII.4 Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- ❖ Signalisation verticale
- ❖ Signalisation horizontale

XII.4.a Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets 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 150m de l'intersection.

Le signale 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 ou 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°.

XII.4.b Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche et des fois en jaune.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

Marques longitudinales :

- Lignes continues :

Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

- 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, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T ₁ T' ₁	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T ₂ T' ₂	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T ₃ T' ₃	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3

Tableau 20 : Modulation de la ligne continue

1) Marques transversales :

- Ligne STOP :

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

2) 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 = 6 cm sur les routes et voies urbaines

U = 5 cm sur les autres routes.

XII.4.c Les critères de conception de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.
- Éviter la publicité irrégulière.

XII.5 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 A1a-A14a).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B1 et B2).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C1, C11a).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D2).
- Panneaux de signalisation de direction (type E3a).

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale pour notre cas, elle est de : U = 5 cm.

❖ Signalisation verticale :



-C1-



-D1-



-C11a-



- C11a-



-A1a-



-A14a-



-B1-



A12



-B2-



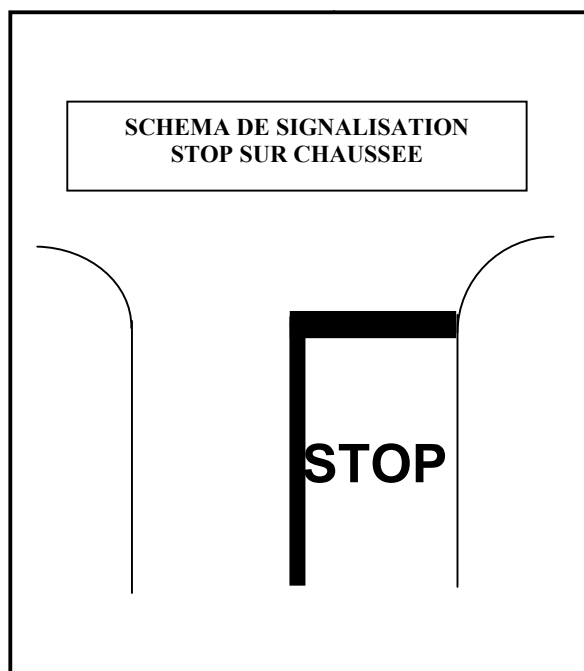
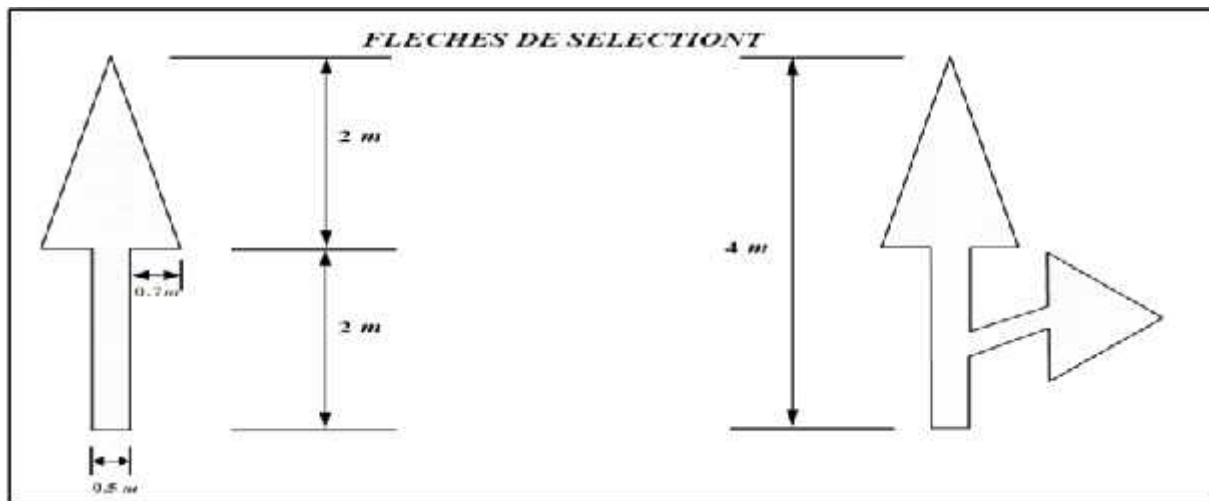
-C11-



-E3a-



❖ Signalisation horizontale :



ENVIRONNEMENT

XIII.1 Introduction :

Autrefois le tracé d'une route n'était arrêté qu'en fonction des normes de l'époque et de la topographie. Puis la recherche de l'équilibre de remblais déblais a été intégrée. Depuis la guerre 1939-1945, la qualité des sols est prise en compte, puis le trafic, l'économie. Aujourd'hui, c'est l'environnement : faune, flore, sources, forêts, esthétiques.

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et à long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

XIII.2 .Cadre juridique:

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1978, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet ;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XIII.3 La description de l'état initial du site:

L'état initial du site représente une situation de référence qui subira ultérieurement l'impact du projet; cet état initial est caractérisé essentiellement par sa sensibilité qui se définit par rapport à la nature même de ses composants, mais aussi par rapport à la nature des agents agresseurs.

XIII.3.a Brève description du projet et principales composantes environnementales et sociales :

Le projet est la construction d'un tronçon de route de 15 km qui consiste à lier les villes Lioua et Oumache localisées dans la région de Biskra.

Il convient de noter que la liaison se fait au sud de oued Djeddi, celui-ci suivra globalement un site inhabitable et n'induera aucune expropriation des habitations ou d'autres structures, sauf piétinement de la végétation et l'abattage de quelques arbres qui se trouvent dans l'emprise de la route à quelques points spécifiques.

Dans la zone d'impact de la route, la végétation naturelle est quasi-inexistante car le site est situé dans une région semi-désertique, ce qui fait que la route ne traverse aucune forêt classée mais c'est une zone à vocation pastorale.

XIII.4 Analyse des effets du projet sur l'environnement :

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude d'impact. Cette analyse est faite par superposition des actions du projet sur les milieux affectés et projection des effets possibles sur les caractéristiques de ces milieux. Cette tâche comprendra pour chaque variante envisageable :

- L'identification des impacts directs et indirects sur le milieu naturel et le milieu créé afin de définir les mesures de limitation nécessaires;
- L'évaluation quantitative et/ou qualitative de ces effets afin de définir la gravité des impacts et le niveau de priorité à donner aux mesures correspondantes.

Les actions du projet doivent être regroupées selon les deux niveaux suivants : Période de chantier et période de vie du projet.

Les milieux à étudier doivent être regroupés selon les unités homogènes suivantes : Milieux naturels et milieux humains ou créés.

Le recouplement action milieu mettra facilement en évidence les effets les plus importants, en les distinguant suivant qu'ils résulteront pendant la période de chantier ou pendant la période de vie du projet et suivant qu'ils seront immédiats, différés, temporaires ou permanents.

XIII.5 Identification des impacts :

Pour la réalisation de cette tâche, on distingue deux niveaux de conséquences environnementales :

- Les impacts primaires résultant directement de la réalisation et du fonctionnement des ouvrages et affectant physiquement le patrimoine naturel et humain formant l'environnement des zones concernées;
- Les impacts secondaires résultant des impacts primaires. Ils se manifestent sur le milieu naturel par la réduction du capital environnemental par destruction, prélèvement ou dégradation des cinq (05) ressources principales : sol, eau, air, flore, faune. Sur le plan humain, ces impacts sont ceux qui affecteront les conditions d'existences des populations sur trois(03) niveaux : activités économiques, activités socioculturelles et qualité de vie.

XIII.5.a Principaux impacts environnementaux et sociaux du projet :

❖ Impacts positifs :

Le désenclavement des zones du projet par des routes revêtue et praticables en toutes saisons aura un impact positif appréciable sur les activités des populations riveraines en général et sur celles des Lioua et Oumache en particulier. Les effets les plus attendus sont :

- Amélioration des conditions de transport ;
- La réduction des coûts de transport (gain du temps, sécurité, carburant ...);
- L'augmentation des revenus agropastoraux ;
- L'accès facile aux centres villes telles que Lioua, Oumache et autres dans le cadre des besoins nécessaires et indispensables tels que l'éducation, la santé et administratifs ;
- favorisera l'évacuation des produits agropastoraux et induira une augmentation du revenu des ménages ;
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques ;

❖ Impacts négatifs :

La plupart des impacts négatifs seront limités à la période d'exécution des travaux pendant les travaux d'excavation, de nivellement de piste, de bitumage, d'exploitation des carrières et des zones d'emprunts, du transport des matériaux de construction, de l'entretien des véhicules.

D'autres impacts négatifs qui pourront se manifester concerneront : l'émanation des poussières, du bruit, des vibrations sonores et des problèmes de sécurité pendant les travaux et à la mise en place des équipements et des matériaux de construction ; le rejet anarchique de produits de purges/curages de travaux d'assainissement.

Le projet aura un faible impact sur la végétation car il n'y a pas de forêts ou espèces végétales sensibles ou protégés dans la zone du projet ; seules quelques arbustes et herbes qui se trouvent dans l'emprise de la route aux droits spécifiques seront affectés. Par ailleurs, la dégradation de sol sur l'emprise des pistes, dans les sites des carrières, des voies d'accès et des sites de stockage pourrait aussi être visible. La pollution du sol et de cours d'eau, par le déversement des sédiments et des matières polluantes.

Le projet pourrait avoir des effets néfastes d'augmentation de population due à la migration des travailleurs non-résidents. Ceci peut causer des problèmes sociaux notamment l'accroissement probable l'augmentation de pression sur la flore et la faune dans des régions giboyeuses. Par ailleurs, pendant la mise en œuvre de la route, d'autres problèmes qui pourraient se manifester concerneraient l'insécurité des usagers de la route par l'augmentation du volume et de la vitesse du trafic, la pression croissante sur les ressources naturelles par l'augmentation de la population, etc.

XIII.6 Programme d'atténuation et de bonification :

Pour atténuer les impacts négatifs, les infrastructures seront réalisées dans le respect des normes de gestion de rejets polluants dans le milieu. Les véhicules de transport et les machineries seront munis des dispositifs anti-pollution. Pour limiter les poussières, les travailleurs seront sensibilisés sur les techniques de contrôle de poussières et des équipements dépoussiérants seront mis en places sur les lieux concernés. Le stockage et l'entretien du matériel de chantier seront réalisés sur les aires étanches, situés en dehors des zones inondables, avec récupération et traitement des eaux avant rejets.

D'autres mesures d'atténuation préconisées sont de : installer et assurer le fonctionnement d'équipements de lutte contre la pollution pour les importants travaux de bitumage ; prendre toutes les dispositions nécessaires (grillages, filet, panneaux protecteurs, etc.) pour éviter que des matériaux de construction, des rebuts ou des débris ligneux tombent dans les cours d'eau ; prévoir et aménager des installations sanitaires sur les chantiers, récupérer les huiles, filtres, batteries usées et les disposer de manière sécuritaire en concertation avec les autorités concernées ; dans la mesure du possible conserver la couche de terre végétale pour réutilisation au moment de la remise en état du site ; restaurer la végétation à la fin des travaux ; prendre toutes les précautions afin de ne pas détruire la végétation ; mettre en l'état les emprunts en réalisant le remblai des emprunts et végétaliser les zones d'emprunt et les carrières et, au besoin, replanter des espèces locales ; protéger les talus par des structures appropriées et leur végétalisation avec des espèces locales ; prendre toutes les dispositions afin de prévenir des accidents de travail pendant les travaux. Des ouvrages de franchissement seront construits pour ne pas entraver l'écoulement des eaux de surface et celui des cours d'eau seront rétabli dans leur état original. Il est aussi recommandé des actions de sensibilisation en matière de protection et gestion de l'environnement, la destruction du patrimoine culturel, la sécurité routière.

Les travaux seront coordonnés de manière à ce qu'il n'y aura pas d'interruptions de service et si cela sera nécessaire.

Des mesures d'accompagnement sont prévues pour l'amélioration de cadre et des conditions de vie de la population riveraine. Ces mesures concernent l'aménagement des arrêts le long de la route au niveau des points stratégiques pour les transports en commun, le balisage des passages des animaux, les aménagements sécuritaires en construisant des trémies ou des passages inférieurs au niveau des oueds si cela sera nécessaire, l'aménagement des galeries des passages pour la faune sauvage.

Toutes ces préoccupations devront être prises en compte et des mesures appropriées devront être incluses dans les cahiers des charges des entrepreneurs pour leurs mises en œuvre. Les nouveaux problèmes qui surgiront, leur solution et d'autres recommandations éventuelles. Ils seront appuyés par la Direction de l'Environnement

et la commune qui donneront des conseils et aidera à la résolution des problèmes environnementaux et sociaux.

XIII.7 Consultations publiques et exigences de diffusion de l'information :

La population riveraine, les ONG dans la zone, les autorités locales et les institutions concernées seront consultées pendant la conception et la préparation du projet par des séminaires et des contacts personnels. Cette même procédure sera suivie pendant la mise en œuvre du plan de gestion environnemental et social. La note d'évaluation environnementale devra permettre de s'assurer que les populations ont été consultées et sensibilisées aux risques.

• Conclusion :

Le projet a une taille modérée certes, mais vu sa localisation dans une région très sensible à l'environnement et les incidences environnementales difficilement maîtrisables ; nous recommandons aux autorités concernées de mettre un accent particulier sur l'évaluation des conditions environnementales menée pendant les visites par la mise en œuvre des mesures appropriées et préconiser des solutions afin d'atténuer les impacts négatifs sur l'environnement.

ETUDE DE TRAFICS

II.1 Introduction :

L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie « stratégie et planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, elle est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets routiers.
- Estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombres de voies).
- Estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.

II.2 Définition des trafics supportés par le réseau

Pour les trois phases indiquées ci-dessus, les résultats à attendre concernent les points suivants :

- les niveaux de trafic : il s'agit généralement des niveaux moyens de l'année (Trafic Moyen Journalier Annuel) éventuellement des niveaux moyens d'été et d'hiver et des niveaux en périodes de pointe (jours les plus fréquentés de l'année) ;
- la nature du trafic : analyse de la répartition du trafic entre les différentes catégories d'usagers (véhicules légers, poids lourds, éventuellement deux roues et véhicules agricoles) ;
- la fonction de l'infrastructure : analyse de la répartition par type de trafic (trafic local, trafic d'échange, trafic de transit) ; dans le cas de réseaux maillés complexes, le trafic sera décomposé en relations origine destination. Si nécessaire, on analysera également la répartition par motif pour les véhicules légers

II.2.a Analyse du trafic :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

❖ Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales ;
- Comptages sur routes (manuels, automatique) ;
- Enquêtes de circulation

II.3. Différents types de trafics :

II.3.a. Trafic normal :

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

II.3.b. Trafic dévié :

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

II.3.c. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- ❖ Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectue et 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 de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

II.3.d. Trafic total :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

II.4 Calcul de la capacité :

II.4.a Définition de la capacité :

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminer, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

II.4.b La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation

II.4.c Calcul de TJMA horizon :

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

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

T_0 , τ , n : sont définies précédemment.

II.4.d. Calcul des trafics effectifs:

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

- Type de route et de l'environnement :

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif donné par la relation :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. T_n$$

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Tableau 4 : coefficient d'équivalence

II.4.e Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

$\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

II.4.f Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} \text{ (uvp/h)} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec :

❖ Valeurs de K_1 :

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90 0.95

Tableau 5 : coefficient lié à l'environnement

Valeurs de K_2 :

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 6 : Coefficient de réduction de capacité

❖ Valeurs de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 7 : Les capacités théoriques

II.5 Calcul le nombre de voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq Q$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

S. Q / Q_{adm} Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie.

II.6 Application au projet :

Connaissant le débit actuel et son développement dans l'avenir, on déterminera la largeur de la chaussée pour qu'elle puisse écouler dans les conditions acceptables des fortes circulations prévisibles.

Pour effectuer ces calculs qui nous donnerons le nombre des voies à adopter pour ce tronçon, nous exploiterons les résultats obtenus à partir des comptages effectués par le service concerné du **DTP DE BISTRA** en **2010** et ceci par application des formules citées ci-dessus.

Données :

Année de comptage **2010**

Année de mise en service **2013**

Année horizon **2033**

Taux de croissance : $\tau = 4\%$

Pourcentage en poids lourds : $Z = 30\%$

Trafic journalier TJMA (2010) 2900 véh/j

II.6.a Détermination de nombre des voies :

Calcul du trafic :

❖ Trafic de l'année mise en service :

$$\begin{aligned} \text{TJMA (2013)} &= (1 + \tau)^n \times \text{TJMA(2010)} \\ &= (1 + 0.04)^3 \times 2900v \\ &= \mathbf{3262.1 \text{ véh /j}} \end{aligned}$$

❖ Trafic à l'année horizon (2033):

$$\begin{aligned} \text{TJMA (2033)} &= (1 + \tau)^{20} \times \text{TJMA(2013)} \\ &= (1 + 0.04)^{20} \times 3262.1 \text{ véh/j} \\ &= \mathbf{7147.66 \text{ véh/j}} \end{aligned}$$

❖ Trafic effectif de l'année mise en service:

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= [(1-Z) + PZ] \times \text{TJMA}_{2013} \\ &= 3262.1 \times (1 - 0.3) + 3 \times 0.3 = \mathbf{5219.36 \text{ uvp/j}} \end{aligned}$$

❖ Trafic effectif à l'année horizon:

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= [(1-Z) + PZ] \times \text{TJMA}_{2033} \\ &= [(1 - 0.3) + 3 \times 0.3] \times 7147.66 = \mathbf{11436.256 \text{ uvp/j}} \end{aligned}$$

❖ Débit de pointe horaire :

$$Q = 1/n \times T_{\text{eff}} \quad \text{avec } (1/n) = 0.12$$

❖ Année mise en service :

$$\begin{aligned} Q &= (0.12) \times T_{\text{eff}2013} \\ &= 0.12 \times 5219.36 \\ &= \mathbf{626.32 \text{ uvp/h}} \end{aligned}$$

❖ Année horizon :

$$\begin{aligned} Q &= (0.12) \times T_{\text{eff}2033} \\ &= 0.12 \times 11436.256 \\ &= \mathbf{1372.35 \text{ uvp/h}} \end{aligned}$$

❖ Nombre de voies :

$$\begin{aligned} Q &\leq Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} \\ \Rightarrow C_{\text{th}} &= Q / (K_1 \times K_2) \\ \text{Avec } K_1 &= 0.75, K_2 = 1.00 \\ C_{\text{th}} &\geq 1372.35 / (0.75 \times 1.00) \\ &\geq \mathbf{1829.8 \text{ uvp/h}} \end{aligned}$$

Conclusion :

La capacité théorique est de 1829.8 uvp/h, donc selon les normes de **B40**, notre route sera bidirectionnelle et à 2 voies de circulation de 3.5m de largeur chacune et d'une largeur d'accotement de 1.2m de chaque côté.

II.7 Calcul de l'année de saturation d'une fois deux voies :

L'année de saturation correspond à $Q_{\text{eff}} = Q$

Calcul de Q_{eff}

$$Q_{\text{eff}} = 0.12 * T_{\text{eff}}$$

$$\begin{aligned} \text{Or } T_{\text{eff}} &= [(1-Z) + PZ] \times TJMA_{2013} \\ &= [(1-0.3) + 3 \times 0.3] \times 3262.1/j \\ &= 1.6 \times 3262.1 \\ &= 5219.36 \text{ uvp/j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{eff}} &= 0.12 \times 5219.36 \\ &= 626.32 \text{ uvp/h} \end{aligned}$$

Calcul de Q_{adm}

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

Avec $K_1 = 0.75$; $K_2 = 1.00$ et $C_{\text{th}} = 1900 \text{ uvp/h}$

$$\begin{aligned} Q_{\text{adm}} &= 0.75 \times 1.00 \times 1900 \\ &= 1425 \text{ uvp/h} \end{aligned}$$

D'autre part :

$$Q_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

Avec :

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ] \times TJMA_h \text{ et } TJMA_h = (1+Z)^n * TJMA_{2013}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{eff}} = 0.12 \times [(1-Z) + PZ] \times (1+Z)^n \times TJMA_{2013}$$

$$\begin{aligned} &= 0.12 \times [(1-0.3) + 3 \times 0.3] \times (1+Z)^n \times 3262.1 \\ &= 0.12 \times 1.6 \times 3262.1 \times (1+Z)^n \\ &= 626.32 \times (1+Z)^n \end{aligned}$$

$$\text{Or } Q_{\text{eff}} = Q_{\text{adm}}$$

Avec : $Q_{adm} = 1425$ uvp/h et $Q_{eff} = 626.32 \times (1+Z)^n$

$$\Rightarrow (1+Z)^n = 1425 / 626.32 = 2.275$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow n &= \ln 2.275 / \ln 1.04 \\ &= 20.95 \approx 21 \text{ ans}\end{aligned}$$

D'où notre route sera saturée 21 ans après la mise en service donc l'année de saturation est : **2034**

PHASE APS

III.1 Introductoin:

La phase D'APS, elle consiste à étudier plus profondément les deux variantes retenues de l'étude antérieure. L'échelle de la carte topographique et géologique, permettant de finir cette étape, est de 1/5000. On devra comparer entre ces deux dernières par l'ensemble des critères suivantes.

- ❖ Les contraintes remarquées dans le site.
- ❖ Le coût du projet.
- ❖ Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- ❖ Comparaison des impacts sur l'environnement.

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

III.2 La zone d'étude :

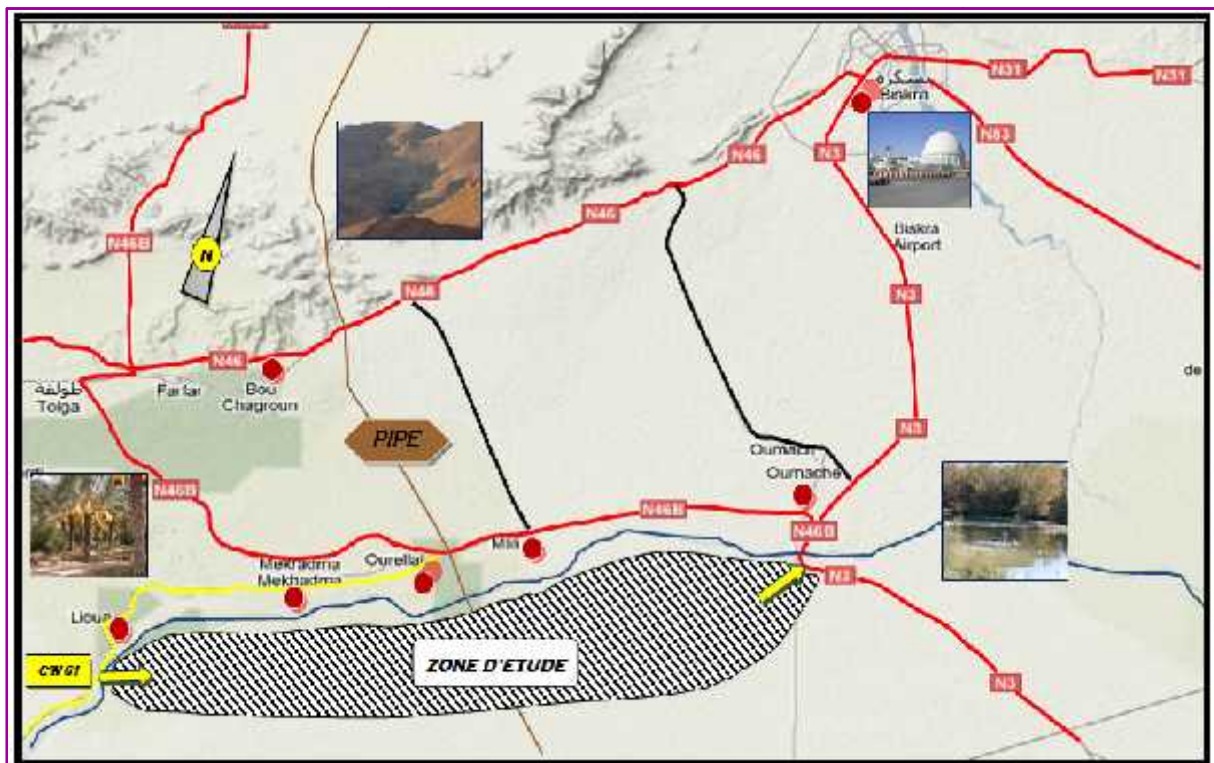
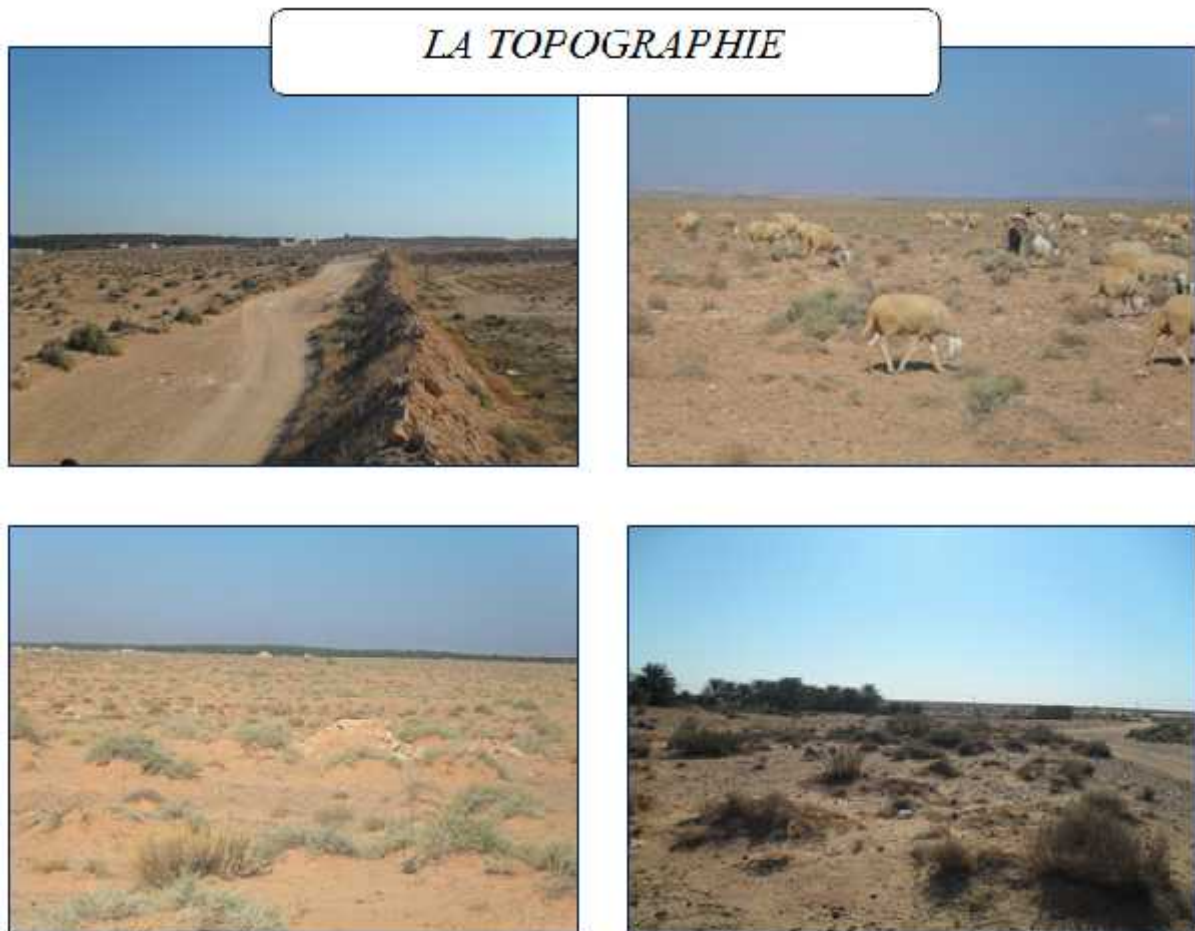


Figure : zone d'étude

III.3. LA TOPOGRAPHIE

La visite du site nous a permis de relever les données essentielles concernant la liaison, qui est inscrite dans sa majeure partie dans une zone agricole et pastorales.

Sur la trajectoire de cette liaison la topographie des terrains traversés est quasiment plate de nature agricole et pastorale.



III.4. LES CONTRAINTES :

La liaison se trouve dans une zone d'exploitation agricole et pastorale, mise à part les groupes d'habitations qui longent le tracé, et quelques contraintes (Oasis et Serres).

Groupe d'habitations



Oasis



Les serres



III.5. Présentation des couloires :

Dans cette phase on va étudier deux couloires afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet

Les deux couloires suivantes :

A) le plus proche de oued Djeddi.

B) le plus éloigné de oued Djeddi au dessous de première couloire.

Le tracé de ces deux couloires présentée dans le schéma suivant :

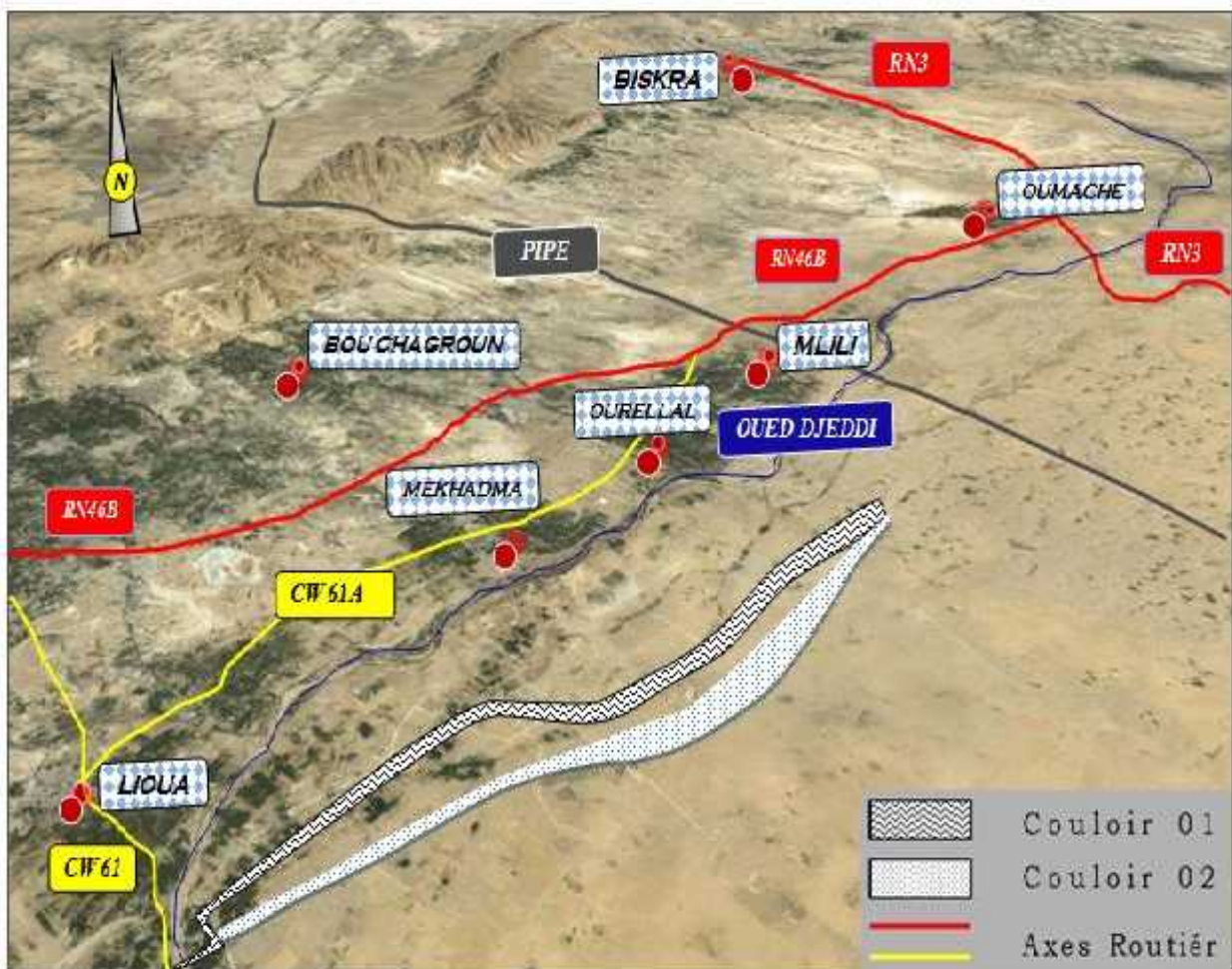


Schéma du couloires

III.6. DESCRIPTION DES COULOIRS :

III.6.a 1^{er} couloir :

Ce couloir qui longe Oued DJEDDI et qui est le plus proche couloir de ce dernier d'une distance variable de 75 à 2500 mètres, il empreinte la piste jusqu'à sa fin (d'une longueur de 7 Km) ensuite il continue vers l'Est dans un relief quasiment plat dont la majeure partie est constituée de terres agricoles ; il franchit successivement les obstacles suivants :

- ❖ des exploitations agricoles et des serres.
- ❖ Des ruines romaines.
- ❖ La Voie ferrée et le Pipe.



HAY EL RAK



Zone agricole



Ruines romaine



Voie ferrée

III.6.b. 2ème couloir :

Ce couloir est parallèle aussi à Oued DJEDDI et s'éloigne de ce dernier d'environ une distance variable de 150 à 4500 mètres, il a le même relief que le premier couloir dont la majeure partie c'est des terres agricoles, il franchit successivement les obstacles suivants :

- ❖ Des exploitations agricoles et des serres.
- ❖ La Voie ferrée.
- ❖ Le Pipe.



Zone agricole



Voie ferrée



Pipe



III.7. DESCRIPTION DES VARIANTES :

L'exploitation de l'image satellitaire et la confirmation des données par des visites sur site nous a permis de déterminer deux (02) variantes réparties comme suit :

- Variante N°1 dans le premier couloir.
- Variante N°2 dans le deuxième couloir.

III.7.a VARIANTE 01 :

La variante N°01 (dans le couloir n°01) débute à l'intersection du CW61 avec la piste r qui se trouve à la sortie sud de la ville de Lioua, le tracé suit cette route revêtue jusqu'à sa fin sur environ 7Km ; il traverse Oued Djeddi par l'ouvrage d'art existant et longe les terrains agricoles et des constructions ainsi que des palmiers , ensuite il change de direction vers le (Sud -Est) d'oued DJEDDI ; en passant par plusieurs exploitations agricoles et traverse un pipe puis la voie ferrée et se termine par le raccordement avec RN03.

III.7.b. VARIANTE 02 :

La variante N°02 (dans le deuxième couloir) débute aussi à l'intersection du CW61 avec la piste qui se trouve à la sortie sud de la ville de Lioua.

Le tracé longe des pistes agricoles jusqu'à une longueur de 8500m où se trouve la mosquée de SIDI EBDERRAHMANE EL AKHTARI (à environ 150m au Sud), il passe près d'une école primaire et des constructions ensuite il change de direction vers le Sud-est et reste parallèle à la conduite de gaz en passant par des exploitations agricoles et des serres, ensuite la Liaison traverse un pipe et la voie ferrée qui prend fin au niveau RN03.

Cette variante et la variante intermédiaire qui desserve la majorité de la population qui se trouve au Sud de Oued Djeddi.

III.8. COMPARAISON DES VARIANTES

III.8.a CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES :

Les caractéristiques géométriques adoptées pour le projet à savoir le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers, sont résumées comme suit :

DÉSIGNATIONS	VARIANTE 1	VARIANTE 2
- <i>Longueur totale (m)</i>	15886	15008
- <i>Rayon minimal utilisé dans le tracé en plan (m)</i>	50	50
- <i>Rayon maximal utilisé dans le tracé en plan (m)</i>	2500	1250
- <i>Déclivité maximale (%)</i>	1.3%	1.8%
- <i>Volume des remblais (m3)</i>	141 772	52 089
- <i>Volume des déblais (m3)</i>	128 611.6	68 150
- <i>Hauteur maximale de déblai</i>	0.70	0.65
- <i>Hauteur maximale de remblai</i>	1.75	2
- <i>Nombre d'ouvrages d'art</i>	01	01

Tableau 8 : Tableau des caractéristiques géométriques

III.7.b Les avantages et les inconvénient :

	avantages	inconvénients
Variante 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Près d'oued Djeddi ➤ Elle attire les investisseurs dans le domaine de l'agriculture et l'autre activité 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desserve une faible partie de la population au sud d'oued Djeddi ➤ tracé sinueux et longue des constructions
Variante 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ tracé intermédiaire que couvre la majorité de la zone au sud d'oued djeddi ➤ Desserve la population que se trouve éloigné des chefs des communes ➤ Elle attire les investisseurs dans le domaine de l'agriculture et l'autre activité 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ nécessite un raccordement (liaison-ourelle) plu long que la première variante

CONCLUSION :

- **D'après l'analyse comparative des deux variantes, la réalisation de la deuxième variante qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses est recommandées.**

TRACE EN PLAN

IV.1. Généralités :

Par définition, le tracé en situation ou en plan ou encore tracé horizontal représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace, ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté par les courbes de niveau.

En générale, il est constitué d'alignements droits raccordés par des courbes.

Il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire de la route. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé d'éléments supplémentaires comme les raccordements progressifs entre les alignements droits et les courbes.

IV.2. Les règles à respecter pour le tracé en plan :

- ❖ Appliquer les normes du B40 si possible.
- ❖ S'inscrire dans le couloir choisi.
- ❖ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ❖ Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- ❖ Adapter au maximum le terrain naturel.
- ❖ Se raccorder sur les réseaux routiers existants ;
- ❖ Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- ❖ Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques ;
Si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.

IV.3 Eléments du tracé en plan:

IV.3.a Alignement :

Pendant longtemps, le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce que le plus court chemin, marqua un notable progrès en la matière actuellement, un tracé légèrement infléchi est généralement préféré, pour deux raisons : d'une part les très longs alignements sont favorable à l'éblouissement par les phares, la nuit et créent chez le conducteur une certaine torpeur, d'autre part la recherche d'une harmonie géométrique entre la route et le paysage s'accommode mal d'un tracé strictement rectiligne. On a donc tendance à remplacer les grandes lignes droites par une succession d'alignements courts et des courbes.

❖ Règles concernant les alignements :

Longueur maximale :

Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant (01) minute à la vitesse v (m/s).

$$L_{\max} = 60 v \text{ (m/s)} = \frac{60 \times V \text{ (Km/h)}}{3.6}$$

Longueur minimale :

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$$L_{\min} = 5v = \frac{5 \times V \text{ (Km/h)}}{3.6}$$

NB : Selon B40, entre deux courbes de même sens il faut avoir une longueur minimale de $L_{\min} = 5v$, et entre deux courbes de sens contraire on a : $L_{\min} = 3v$. On peut même annuler l'alignement droit entre deux courbes de sens différent (courbe en « s »).

Remarque : La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel.

❖ Les Avantages :

Pendant longtemps, le tracé en alignement droit a été considéré comme le meilleur parce que :

- C'est le plus court chemin ;
- Absence des forces centrifuges ;
- Bonnes conditions de visibilité ;
- Dépassements aisés ;
- Construction facile.

Il présente quand même quelques inconvénients tels que :

- La monotonie de conduite ;
- La vitesse excessive ;
- L'éblouissement par phares de nuit.
- L'appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- La mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas exceptionnels où l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine où des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites et rectilignes où les courbes imposeraient des ouvrages d'art.
- Le long de constructions existantes, (voie ferrée, lisière des forêts, cour d'eau, canaux).
- Pour donner la possibilité de dépassement à une route à deux voies ;
- En zone urbaine, où existent des passages imposés, des bâtiments, des plans d'alignement.

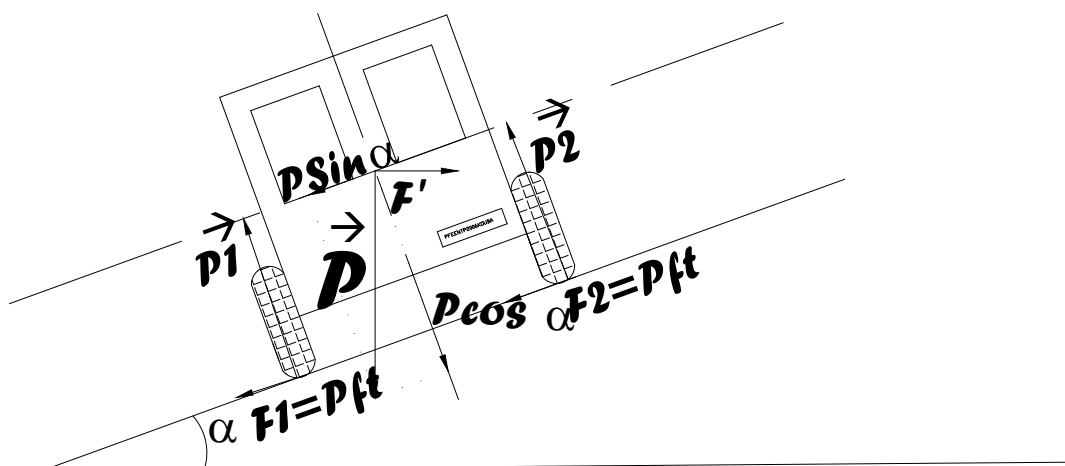
IV.3.b. Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

❖ La stabilité en courbe :

En négociant un virage, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge, c'est la raison pour laquelle on incline la chaussée vers l'intérieur (pour éviter le phénomène de dérapage) d'une pente exprimée par sa tangente.



$$\text{devers} = \text{tg} \alpha$$

forces agissant sur un véhicule dans un virage

Figure 2

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

$$R \geq \frac{V^2}{130(f_t + d)} \quad \text{pour } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$R_{\min} = \frac{V_B^2}{127(f_t + d)} \quad \text{pour } g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

NB : d ne doit pas être trop grand (risque de glissement par temps pluvieux ou par verglas), ni trop petit pour assurer un bon écoulement des eaux.

C'est ceux qui nous conduisent à la série de couples (R, d) .

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- max = 7% pour les catégories 1-2**
- = 8% pour les catégories 3-4**
- = 9% pour la catégorie 5.**

Conséquences

- **Rayon horizontal minimal absolu :** c'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, et il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

$$RH \min = \frac{V_B^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

Ainsi pour chaque V_B on définit une série de couple (R, d) .

- **Rayon minimal normal :**

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

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant V_B de 20 km/h de rouler en sécurité.

- **Rayon au dévers minimal :**

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_B serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé $d_{\min} = 3\%$.

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

- Rayon minimal non déversé :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (R_{hnd}).

$$R_{Hnd} = \frac{V_B^2}{127(f''-0.035)}$$

Pour les catégories 3-4-5

❖ Courbe de raccordement :

Un tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle et entre eux, des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure 0 ($R = \text{infini}$) à l'extrémité de l'alignement à la courbure $1/R$ au début du cercle du virage.

-Rôles et nécessités de la courbe de raccordement:

- ❖ Assurer la stabilité transversale des véhicules ;
- ❖ Assurer un bon écoulement des eaux ;
- ❖ Assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et en particulier dans les zones de variations de devers (condition de gauchissement) ;
- ❖ Assurer le confort des usagers ;
- ❖ Tracé souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

- Types de courbe de raccordement :

Les chercheurs, en se basant sur une condition, celle de la variation continue de la courbure ont abouti à trois courbes qui sont les suivantes :

Parabole cubique :

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

❖ Lemniscate :

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

❖ Clothoïde :

Parmi les courbes susceptibles de satisfaire à cette condition de variation continue du rayon de courbure, c'est la clothoïde qui a été retenue en matière de tracé routier. Cette courbe est une spirale dont le produit, en chaque point du rayon de courbure par la longueur de l'axe (la développée), a une valeur constante égale à A^2 . L'équation paramétrique de cette courbe est donc : $A^2=RL$

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

- Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L .

$$K = C \cdot L$$

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

Eléments de la clothoïde :

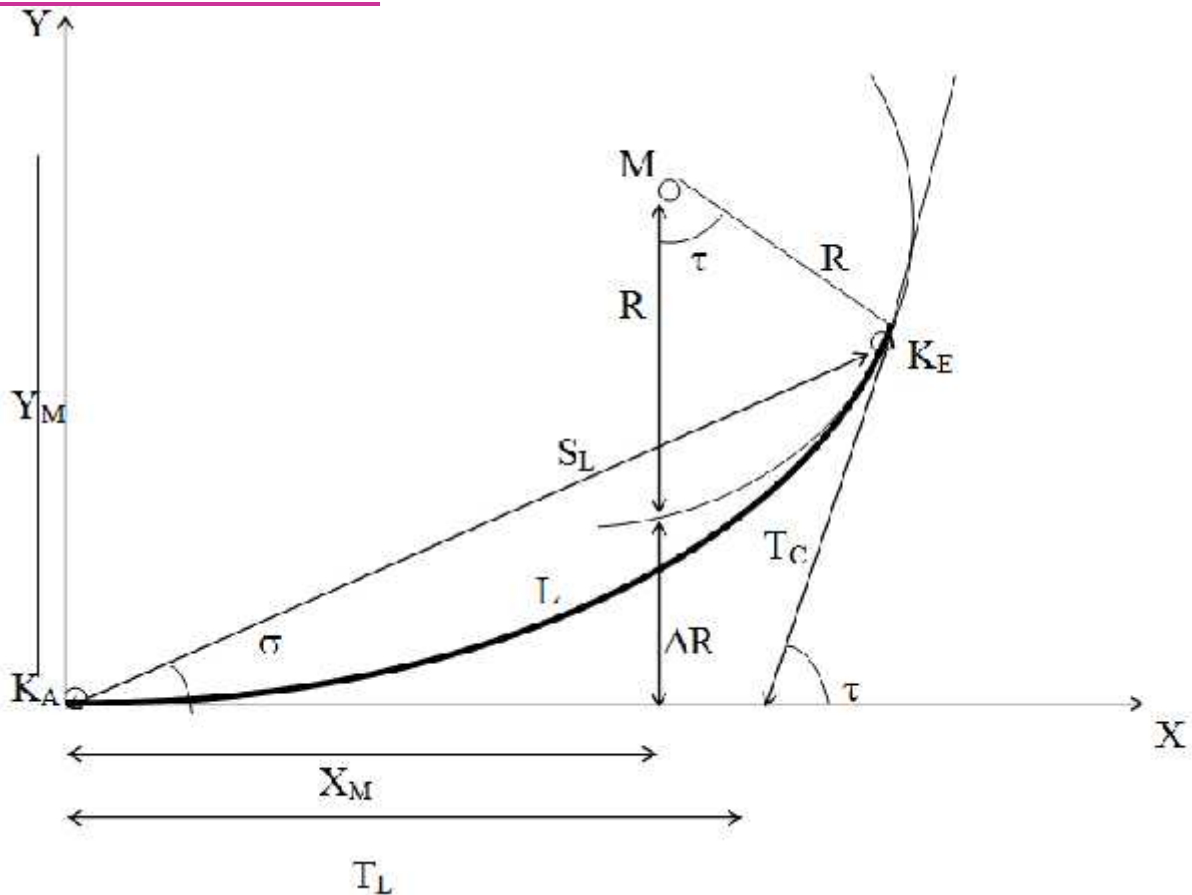


Figure 3 : Elément de la clothoïde

R : Rayon du cercle.
L : Longueur de la branche de clothoïde.
A : Paramètre de la clothoïde.
KA : origine de la clothoïde.
KE : extrémité de la clothoïde.
 ΔR : ripage.
 τ : Angle des tangentes.
TC : tangente courte.
TL : tangente longue
 σ : Angle polaire.
 S_L : corde KE –KA.
M : centre du cercle d'abscisse X_M .
 X_M : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.
 Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

Le choix d'une clothoïde doit respecter les conditions suivantes

❖ Condition optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en amorçant le virage, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil $R > A \geq R/3$

REGLE GENERALE (B40):

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) $L = \sqrt{24R\Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$ $L \geq R/9$
- $R > 5000\text{m}$ $\Delta R = 2.5\text{ m}$ $L = 7.75 \sqrt{R}$

❖ Condition confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcours Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

$$L = \frac{V_R^2}{18} \times \left(\frac{V_R^2}{127R} \cdot \Delta d \right)$$

V_R : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

❖ 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 se traduit par la limitation de la pente relative du profil en long au bord de la chaussée par rapport à celle de son axe.

$$L \geq l \times \Delta d \times V_r$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

Nota : La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à 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 demi-chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.
$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_r}{36}$$

– Combinaison des éléments du tracé en plan :

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

❖ 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.

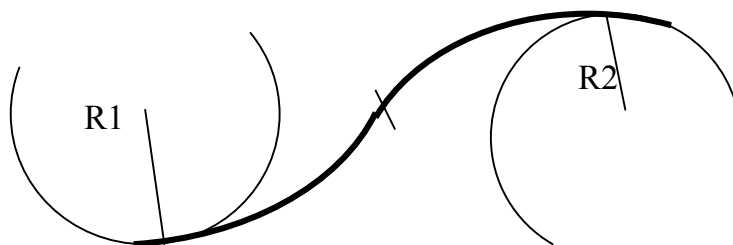


Figure 4 : Courbe en S

❖ Courbe à sommet :

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

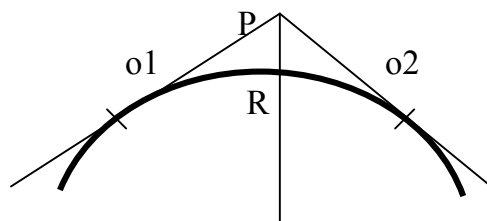


Figure 5 : Courbe à sommet

❖ Courbe en C :

Une courbe constituée de deux (02) 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.

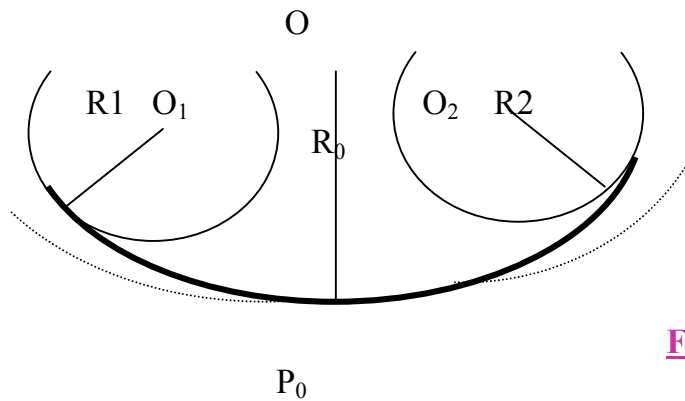


Figure 6: Courbe en C

❖ Ove:

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

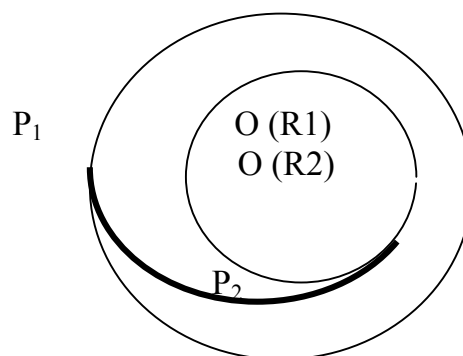


Figure 7: Ove

- La vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief... etc.).

- **Choix de la vitesse de référence :**

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ❖ Type de routes.
- ❖ Importance et genre de trafic.
- ❖ Topographie.
- ❖ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

- **Vitesse de projet:**

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point particulier du tracé, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

Pour notre projet qui est situé dans un environnement (E1), classé en catégorie (C3) avec deux vitesses de bases (80 km/h et 40 Km/h) et à partir du règlement Algérien B40 on peut déterminer le tableau suivant :

Vitesse (Km/h)	80(Km/h)		40(Km/h)	
Rayon horizontal minimal (m).	Rhm (8%)	220	Rhm (7%)	40
Rayon horizontal normal (m).	RHN (6%)	375	RHN (5%)	115
Rayon horizontal déversé (m).	RHd (3%)	800	RHd (3%)	200
Rayon horizontal non déversé (m).	RHnd (-3%)	1200	RHnd (-3%)	300

Tableau 9 : Paramètre du tracé (C3-E1)

IV.4. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin.

On a le tableau des coordonnées (x, y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte topographique et les rayons choisis pour les différentes directions.

Le calcul d'axe se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées; et il doit suivre les étapes suivantes :

- ❖ Calcul des gisements.
- ❖ Calcul de l'angle γ entre les alignements.
- ❖ Calcul de la tangente T.
- ❖ Calcul de la corde polaire S_L .
- ❖ Vérification de non- chevauchement.
- ❖ Calcul de l'arc en cercle.
- ❖ Calcul de des coordonnées de points particuliers.
- ❖ Calcul de kilométrage des points particuliers.

IV.4.a. Exemple de calcul de tracé en plan

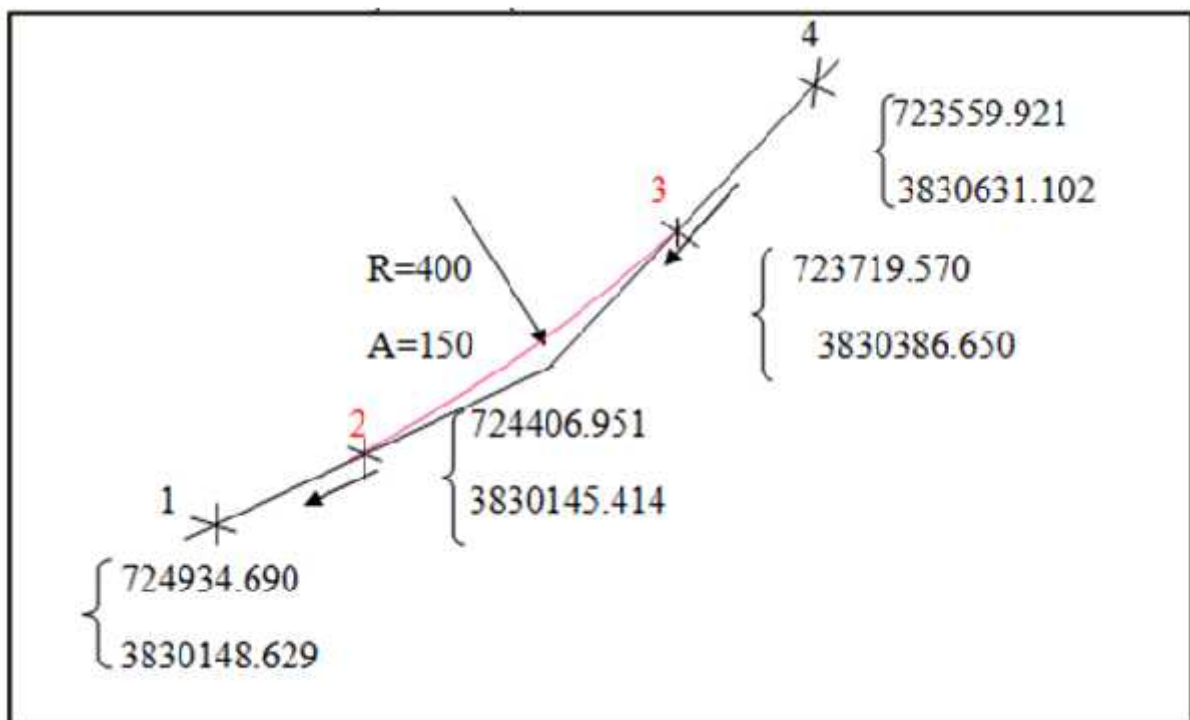


Figure 8 : Courbe en tracé en plan

$$A=150 ; R= 400m$$

$$L = \frac{A^2}{R} = \frac{150^2}{400} = 56.25$$

$$\frac{L}{R} = 0.140625 \Leftrightarrow \text{tablen}^\circ 334$$

Calcul de l'angle de braquage τ : $\tau = L/2R = 56.25/2 \cdot 400 = 0.07$

• **Vérifications :**

➤ **Condition optique** : $\tau > 1/18 \text{ rad} = 0.055 \text{ rad}$; or $\tau = 0.07 > 0.055$ donc

C'est OK.

➤ **Condition de non chevauchement** : $\tau < \gamma/2$; $\tau = 0.07 \text{ rad}$
 $= 0.07 \cdot 200 / \Pi \text{ grade}$
 $= 4.45 \text{ grades}$

$\gamma/2 = 28.26/2 = 14.13 \text{ grades} > 4.45 \text{ grades}$ donc **c'est OK.**

Calcul des gisements :

$$G_1^2 = \text{arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y} = 300 \text{ grades}$$

$$G_3^4 = \text{arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y} = 363.16 \text{ grades}$$

$$G_1^4 = \text{arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y} = 321.48 \text{ grades}$$

$$\gamma = G_1^2 - G_3^4 = 63.16 \text{ grades}$$

$$\gamma = 63.16 \text{ grades}$$

$$\frac{\overline{1s}}{\sin 4} = \frac{\overline{14}}{\sin 5} = \frac{\overline{4s}}{\sin 1}$$

$$\frac{\overline{1s}}{\sin 41.681} = \frac{\overline{14}}{\sin 136.83} = \frac{\overline{4s}}{\sin 21.488}$$

$$\overline{1s} = 1509.663m$$

Calcul de la tangente T :

$$T = X_M + t = X_M + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

$$\frac{L}{R} = 0.140625$$

$$\frac{X_M}{R} = 0.070301 \Rightarrow X_M = 28.1204$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.00824 \Rightarrow \Delta R = 0.3296$$

$$\frac{X}{R} = 0.140556 \Rightarrow X = 56.22$$

$$\frac{Y}{R} = 0.003295 \Rightarrow Y = 1.318$$

$$T = 28.1204 + (400 + 0.3296) \operatorname{tg} \frac{63.169}{2}$$

$$T = 244.813 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées du sommet :

$$X_S = X_I + \overline{1s} \sin G_I^2 = 723875.026$$

$$Y_S = Y_I + \overline{1s} \cos G_I^2 = 3830148.621$$

Détermination du début et fin de la clothoïde : X_{KA2} ; Y_{KA2} ; X_{KE2} ; Y_{KE2} ; X_{KA1} ; Y_{KA1} ; X_{KE1} ; Y_{KE1} .

- début de la clothoïde

$$X_{KA2} = X_s - T \sin G_1^2$$

$$X_{KA2} = 723741.160$$

$$Y_{KA2} = Y_s - T \cos G_1^2$$

$$Y_{KA2} = 3830353.593$$

$$\sigma = \operatorname{Arctg} \frac{y}{x} = \operatorname{Arctg} \frac{1.313}{56.22} = 1.4920$$

$$S_L = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{1.313^2 + 56.22^2}$$

$$S_L = 56.236$$

- fin de la clothoïde - début de l'arc de cercle

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 28.26 - 2 \times 4.4762$$

$$X_{KE2} = X_{KA2} + S_L \sin(G_1^2 + \sigma)$$

$$X_{KE2} = 723773.006$$

$$Y_{KE2} = X_{KA2} + S_L \cos(G_1^2 + \sigma)$$

$$Y_{KE2} = 3830307.241$$

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 63.16 - 2 \times 4.4762$$

$$\alpha = 54.22$$

- Début de la 2ème clothoïde

$$X_{KA1} = X_s - T \cos \alpha$$

$$X_{KA1} = 724119.839$$

$$Y_{KA2} = Y_s - T \sin \alpha$$

$$Y_{KA2} = 3830148.623$$

- Fin de la clothoïde

$$X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \cos \alpha$$

$$X_{KE1} = 724063.617$$

$$Y_{KE1} = Y_{KE2} + S_L \cos \alpha$$

$$Y_{KE1} = 3830307.241$$

PROFIL EN LONG

V.1. Définition :

Le profil en long d'une route est la coupe longitudinale par un plan vertical passant par l'axe de la route.

Il est constitué généralement d'une succession d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires. Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbes de raccordement progressif n'est pas nécessaire.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et pente est choisi de manière à :

- ❖ Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- ❖ Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- ❖ Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :
 - Rayon en angle saillant (ou convexe)
 - Rayon en angle rentrant (ou concave).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et le problème de confort pour le deuxième.

V.2. Tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

- D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux ;
- De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance ;
- D'éviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais qui risque de créer de contraintes à savoir :

Celles qui sont liées aux difficultés de terrassement et à l'évacuation des eaux pluviales.

Le remède est soit de relever ce point au dessus du terrain naturel soit d'atténuer les déclivités arrivant de chaque côté de ce point bas.

- D'éviter les hauteurs excessives de remblais ;
- Prendre en compte le raccordement avec les réseaux existants ;
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques ;
- D'assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- D'adapter d'une déclivité minimale de 0.5% qui permet d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

V. 2.a. Définition de la déclivité :

On appelle déclivité d'une route, la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de « pente » pour les descentes et « rampe » pour les montées.

❖ Déclivité minimale :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la chaussée.

❖ Déclivité maximale :

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service
Selon le B40 on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Catégorie_C3} \\ \text{Environnement_E1} \end{array} \right. \implies P_{\max} = 6\%$$

V.2.b. Raccordement en profil en long :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

❖ Raccordement convexe (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- ✓ Condition de confort ;
- ✓ Condition de visibilité

- Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte convexité, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est :

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow R_v \geq \frac{40}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 1-2).}$$

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow R_v \geq \frac{30}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 3-4-5).}$$

Avec $v = V/3.6$ et g (accélérations de la pesanteur) = 10m/s^2 .

R_v Étant le rayon de raccordement.

Donc :

$$R_{v\min} \geq 0.23 V_B^2 \quad (\text{cat 3-5})$$

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base ($V_B = 80\text{km/h}$) est de :

$$R_{v\min} \geq 0.23 V_B^2 \geq 1472\text{m}$$

- Condition de visibilité :

La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manœuvre de dépassement d_1 déterminée par la relation :

$$R_v \geq \frac{d_1^2}{2(\sqrt{h_0} + h_1)}$$

h_0 étant la hauteur de l'œil et h_1 la hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées bidirectionnelles, les valeurs obtenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 0.10m de hauteur la visibilité d'un véhicule de 0.20m de hauteur à la distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd.

$$R_{vm} = 0.09 \times dMd^2 \times V_r$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B₄₀) sont récapitulées dans le tableau suivant :

VALEUR (m)	RAYON	SYMBOLE
3500	Min absolue	RVm
8 000	Min normale	RVn
9 000	Assurant la distance de visibilité de dépassement	RVD

Tableau 10 : Rayon convexe (C3, E1)

❖ **Raccordement concave** :

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminées mais par contre lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte.

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	RVm	1600
Min normale	RVn	2100

Tableau 11 : Rayons concaves (C3, E1)

- Condition esthétique :

Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.

V.2.c .Coordination du tracé en plan et du profil en long:

Pour qu'une route présente des caractéristiques satisfaisantes, il ne suffit pas que son tracé en plan et son profil en longs, considérés isolements, soient aux règles qui leur sont propres. Il faut aussi que le tracé en plan et le profil en long de la route aient l'objet d'une étude d'ensemble assurant leur coordination.

La coordination du tracé en plan et du profil en long a pour objectif principal d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité.

La route telle qu'elle apparaît en perspective de chaque point du parcours, doit permettre à l'utilisateur :

- ❖ De distinguer la chaussée et les obstacles éventuels à une distance assez grande pour lui permettre de manœuvrer ou de s'arrêter. Ce sont les conditions de visibilité.
- ❖ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs...etc.).
- ❖ De prévoir de loin l'évolution du tracé, sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités.

➤ Les règles qu'il faut suivre pour éviter les défauts résultants, d'une mauvaise coordination tracée en plan – profil en long sont :

- ❖ Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- ❖ Le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- ❖ Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- ❖ Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

- Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long :

La coordination du dimensionnement des courbes en tracé en plan et en profil en long permettra d'harmoniser les ondulations du tracé, on évitera ainsi l'impression d'un tracé en plan inutilement sinueux ou l'inconvénient d'un tracé rectiligne en plan et sinueux en profil en long.

La coordination du tracé en plan et du profil en long peut aussi avoir pour objet l'amélioration de la stabilité des véhicules dans les cas des rayons de courbures de faibles valeurs en tracé en plan.

REMARQUES :

- ❖ Pour l'implantation des points singuliers on évitera les points hauts, les courbes de faible rayon en plan, les zones de discontinuité du tracé en perspective.
- ❖ Par exception aux règles précédentes, les rayons de courbure du tracé en plan inférieur à RHN doivent être associés soit à un point bas, soit à une section rectiligne ou quasi-rectiligne du profil en long et non à un point haut du profil en long.

V.3. Exemple de calcul de profil en long

V.3.a. Cas d'un rayon concave :

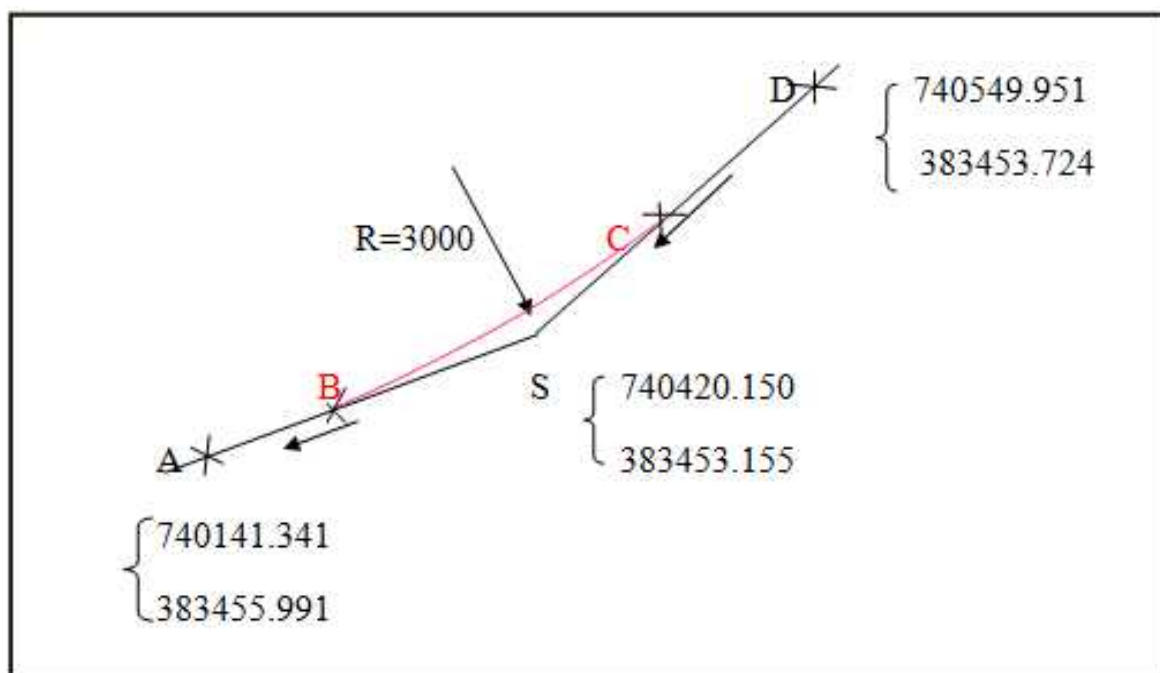


Tableau 9 : courbe concave

- Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{\Delta Z}{\Delta X} = \frac{383455.991 - 383453.155}{740141.341 - 740420.150} * 100 \Rightarrow P_1 = -1.02\%$$

$$P_2 = \frac{\Delta Z}{\Delta X} = \frac{383453.724 - 383453.155}{740549.951 - 740420.150} * 100 \Rightarrow P_2 = 0.44\%$$

- Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (p_1 - p_2) = \frac{3000}{2} \times (0.0102 + 0.0044) = 21.83$$

T = 21.83m

- Calcul de la bissectrice :

$$H = \frac{T^2}{2 \times R} \Rightarrow H = 0.08$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \left\{ \begin{array}{l} X_B = X_S - T = 740420.150\text{m} - 21.83\text{m} = \mathbf{740398.320\text{m}} \\ Z_B = Z_S + T \cdot |P_1| = 383453.155\text{ m} + 21.83\text{m} \times 0.0102 = \mathbf{383453.377\text{m}} \end{array} \right.$$

$$C \left\{ \begin{array}{l} X_C = X_S + T = 740420.150\text{m} + 21.83\text{m} = \mathbf{740441.98} \\ Z_C = Z_S + T \cdot |P_2| = 383453.155\text{ m} + 21.83\text{m} \times 0.0044 = \mathbf{383453.251\text{m}} \end{array} \right.$$

- Calcul de la longueur de raccordement:

$$L = 2 \times T = 2 \times 21.83 = 43.660\text{ m}$$

L = 43.660m

• Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

$$J/A \begin{cases} X_{J/A} = R \cdot P_1 \\ Z_{J/A} = \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} - X_{J/A} \times P_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_{J/A} = 3000 \cdot 0.0102 = 30.6 \text{ m} \\ Z_{J/A} = 30.6 \cdot 0.0102 - \frac{(30.6)^2}{2 \cdot 3000} = 0.156 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow J \begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 740398.320 + 30.6 = 740428.92 \text{ m} \\ Z_J = Z_B - Z_{J/A} = 383453.377 - 0.156 = 383453.221 \text{ m} \end{cases}$$

$$D' \text{ où } J \begin{cases} X_J = 740428.92 \text{ m} \\ Z_J = 383453.221 \text{ m} \end{cases}$$

V.3.b.a. d'un rayon convexe :

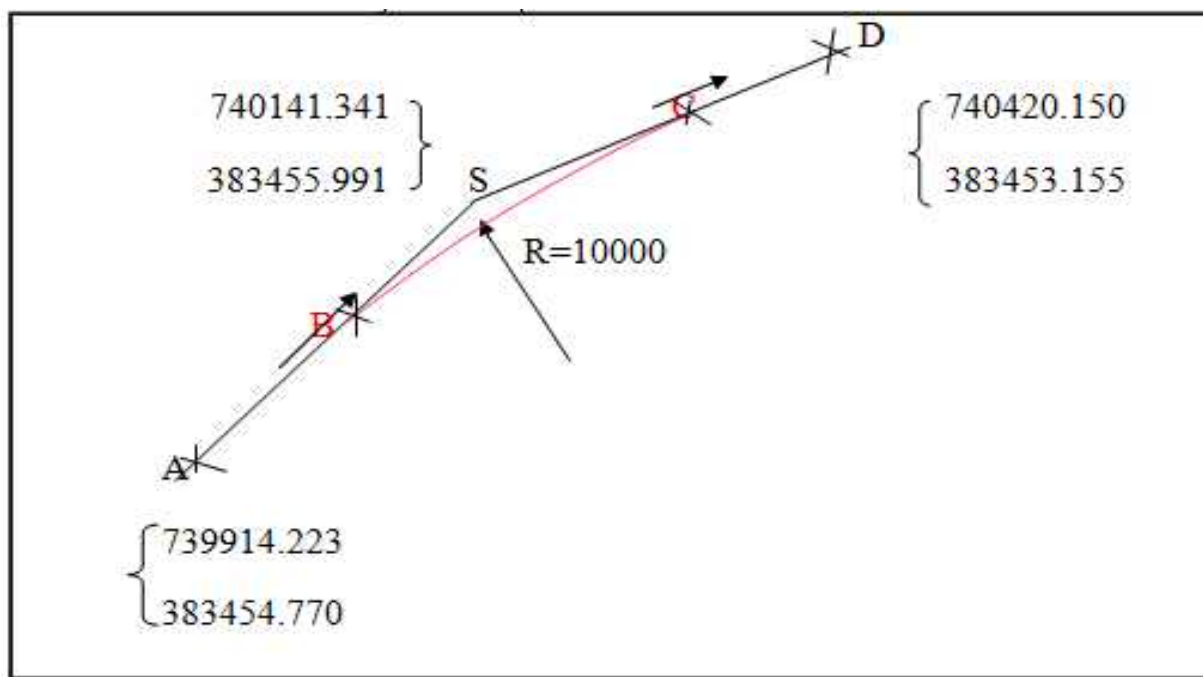


Tableau 10: courbe convexe

- Calcul des pentes :

$$P_1' = \frac{\Delta Z}{\Delta X} = \frac{383455.991 - 383454.770}{740141.341 - 739914.223} * 100 \Rightarrow P_1' = 0.54\%$$

$$P_2' = \frac{\Delta Z}{\Delta X} = \frac{383453.155 - 383455.991}{740420.150 - 740141.341} * 100 \Rightarrow P_2' = -1.02\%$$

- Calcul des tangentes :

$$T' = \frac{R}{2} \times (p_1' - p_2') = \frac{10000}{2} \times (0.0054 + 0.0102) = 77.74\text{m}$$

$$T' = 77.74\text{m}$$

- Calcul de la bissectrice :

$$H' = \frac{T'^2}{2 \times R} \Rightarrow H' = 0.302$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B' \left\{ \begin{array}{l} S_B' = X_S' - T' = 740141.341 - 77.740 = 740063.602\text{m} \\ Z_B' = Z_S' - T' \cdot |P_1| = 383455.991 - 77.74 \times 0.0054 = 383455.573\text{m} \end{array} \right.$$

$$C' \left\{ \begin{array}{l} S_C' = X_S' + T' = 740141.341 + 77.74 = 740219.080\text{m} \\ Z_C' = Z_S' + T' \cdot |P_2| = 383457.080 - 77.74 \times 0.0102 = 383455.200\text{m} \end{array} \right.$$

- Calcul de la longueur de raccordement :

$$L' = 2 \times T' = 2 \times 77.74 = 155.48 \text{ m}$$

$$L' = 155.48\text{m}$$

- Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J') :

$$J'/A' \left\{ \begin{array}{l} X_{J'/A}' = R \times P_1' \\ Z_{J'/A}' = \frac{(X_{J'/A}')^2}{2 \times R} - X_{J'/A}' \times P_1' \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_{J/A}^{\prime} = 10000 \cdot 0.0054 = 54 \text{ m} \\ Z_{J/A}^{\prime} = 54 \cdot 0.0054 - (54)^2 / (2 \cdot 10000) = 0.146 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow J' \begin{cases} X_J^{\prime} = X_B^{\prime} + X_{J/A}^{\prime} = 740063.602 + 54 = 740117.602 \text{ m} \\ Z_J^{\prime} = Z_B^{\prime} + Z_{J/A}^{\prime} = 383455.573 + 0.146 = 383455.865 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{D'où } J' \begin{cases} X_J^{\prime} = \mathbf{740117.602 \text{ m}} \\ Z_J^{\prime} = \mathbf{383455.865 \text{ m}} \end{cases}$$

PROFIL EN TRAVERS

VI.1. Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler.

On comprend par le débit admissible le trafic prévisible à l'année de saturation. Autrement dit, c'est la capacité théorique calculée par un horizon voulu qui tient compte de l'évolution du trafic

VI.2.Eléments Constitutifs du Profil En Travers

❖ Emprise :

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

❖ Assiette :

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

❖ Plate forme :

Elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement la terre plein centrale.

❖ Chaussée :

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue, ou bien en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

❖ Accotement :

Ce sont les zones latérales de la plate forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

❖ Fossé :

Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

❖ Bande dérasée :

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive

❖ B.D.G :

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

❖ Berme :

Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

❖ B.A.U :

Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la Surlargeur structurelle de la chaussée.

❖ Surlargeur S :

Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

❖ b. g : bande de guidage.

VI.3. Classification de profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

- ❖ Profil en travers type ;
- ❖ Profils en travers courants.

VI.3.a .Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 25 m).

VI.3.b .Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'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 cote du projet permet le calcul de l'avant-mètre des terrassements.

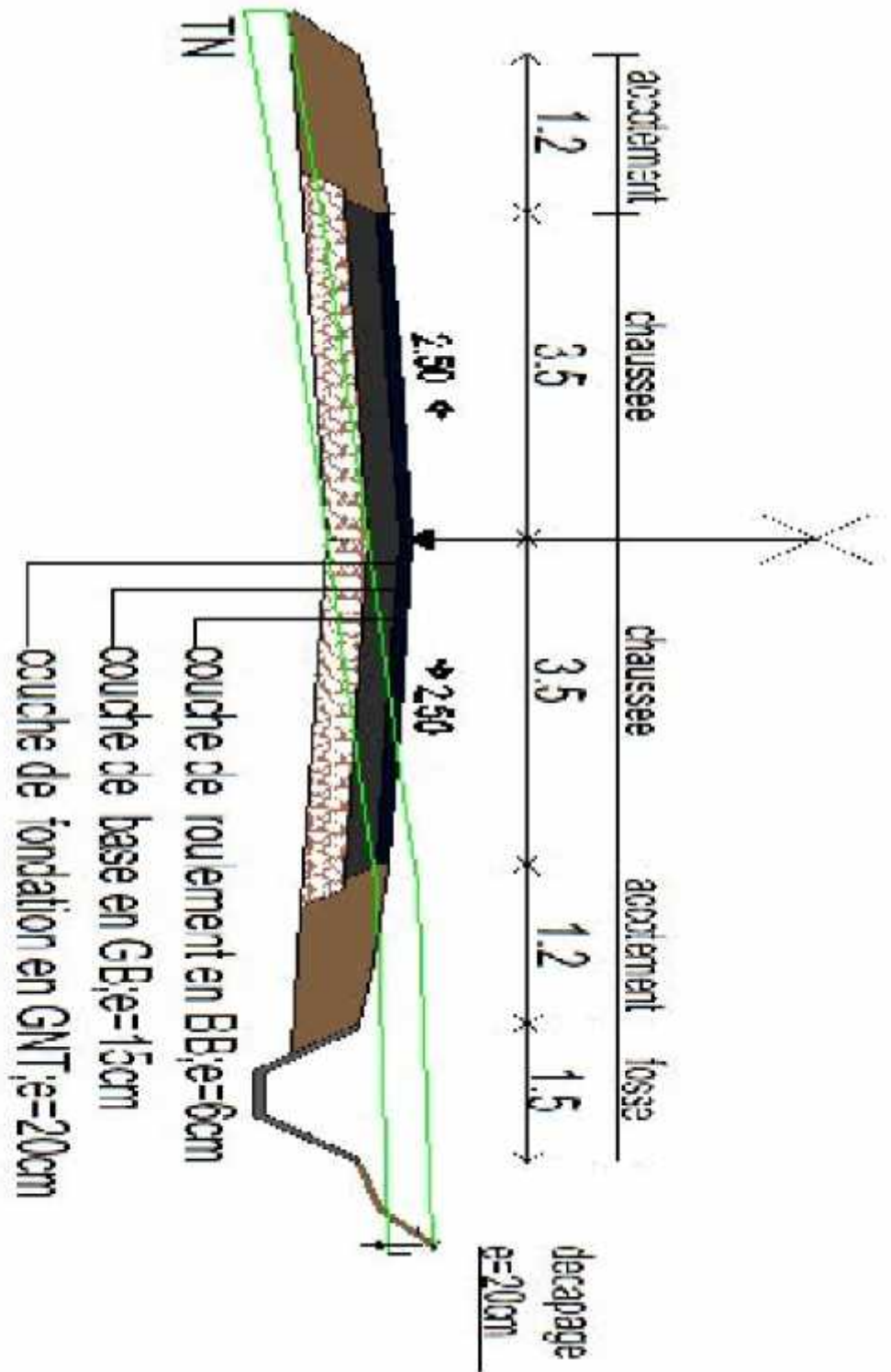


Figure 12 : Profil type

ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé l'axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologique, hydrogéologique, hydraulique de la région .Après, une interprétation physico- mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

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.

VII.1.a Utilité de l'étude géotechnique :

L'étude géotechnique permet de dimensionner la couche de chaussée ainsi que de fixer les pentes de remblai et de déblai. En effet, un talus en remblai doit être vérifié à la stabilité au glissement et au poinçonnement.

On regroupe deux types d'essai, celui du laboratoire et celui sur terrain (in situ).

VII.2. Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limites d'Atterberg.
- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

L'indice CBR, issu de l'essai CBR, permettra de calculer l'épaisseur de la chaussée par la méthode dite CBR.

Les essais seront réalisés à différentes teneurs en eau énergies de compactage afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés par l'essai PROCTOR.

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

VII.3. Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles

VII.4. Les essais d'identification:

VII.4.a. Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80 μm) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines) ; C'est un essai qui a pour objectif 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 et construite emportant sur un graphique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

VII.4.b. Equivalent de sable :

C'est un essai qui nous permet de mesurer la propreté d'un sable c'est-à-dire de déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

VII.4.c. limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (W_p) et limite de liquidité (W_L), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

W_p sépare l'état solide de l'état plastique et W_L sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ($I_p = W_L - W_p$), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

VII.4.d. Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR 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 afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

VII.4.e. 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.

VII.4.f. Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ».

– plus le LA est élevé, moins le granulat est dur.

VIII.4.g. Essai Micro Deval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, on parlera du microdeval humide.

VII.5 .Les essais in situ :

VIII.5.a. Les essais de plaque :

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie Z , le déplacement, la pression q_0 le rayon de charge a et les caractéristiques du massif E_2, ν_2 . Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : **$E = 5CBR$** .

VII.5.b Les essais pressiometriques :

Pénétrömètre statique ou dynamique.

VII.6 .Conditions d'utilisation des sols en Remblais :

L'idéal est de pouvoir réutiliser les terres provenant des déblais, mais ceci doit répondre à certaines conditions.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80 mm.
- Matériaux plastique $I_p > 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

NB : Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

VII.7. Les Moyens de Reconnaissance :

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- l'étude des archives et documents existants ;
- Les visites de site ;
- les essais « in –situ » ;
- Les essais de laboratoire.

❖ Dans le cadre du projet :

Sur la base de l'avant projet sommaire un programme de reconnaissance géotechnique est établi par C.T.T.P et présenté à la D.T.P de Biskra mais son exécution n'est pas encore lancée au moment de notre étude du projet, à cet effet pour procéder à l'approche du volet géotechnique on s'est basé sur :

- La visite du site ;
- Les photos prises lors de la visite ;
- Les informations recueillies au niveau de la DTP de Biskra.

- ✓ La seule information qui nous a été fournie est l'indice CBR qui est de 10.

❖ **Apport des matériaux :**

Le besoin en matériaux se fait à partir des sites naturels qui se trouvent aux environs de la zone du tracé pour le tout venant de oued (TVO) ; granulat et les enrobés à partir de la carrière et de la centrale des enrobés qui sont juste à proximité du tracé. Alors la présence de ces carrières à proximité du tracé va effectivement jouer sur le coût du projet si les conditions de l'utilisation de ces matériaux sont respectées par les dites carrières, sinon les apports ne pourraient être que chercher qu'ailleurs.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VIII.1 Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention de bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

En effet des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc...., pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

- ❖ Le trafic
- ❖ L'environnement de la route (le climat essentiellement)
- ❖ Le sol support

VIII.2 Les différents types de chaussées :

Il existe trois types de chaussée:

1. Chaussée souple.
2. Chaussée semi - rigide.
3. Chaussée rigide.

VIII.2.a. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- ❖ les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- ❖ les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

- Couche de roulement (de surface ou encore d'usure) :

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat

Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- D'imperméabiliser la surface de chaussée ;
- D'assurer la sécurité (par l'adhérence) ;
- D'assurer le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

La couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

En général l'épaisseur de la couche de roulement varie entre 6 et 8 cm .

- Couche de base :

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, 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

- Couche de fondation :

Elle assure un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

- Couche de forme :

- À court terme, la couche de forme doit assurer la traficabilité quasi tout temps des engins approvisionnant les matériaux de la couche de fondation, permettre le compactage efficace de la couche de fondation, satisfaire les exigences de nivellement de la plate-forme support de chaussée et assurer la protection de l'arase de terrassement vis-à-vis des agents climatiques dans l'attente de la réalisation de la chaussée.
- À long terme, elle doit permettre d'homogénéiser la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante, de maintenir dans le temps, en dépit des fluctuations de l'état hydrique des sols supports sensibles à l'eau, une portance minimale pouvant être estimée avec une précision suffisante au stade du dimensionnement de la structure de chaussée et d'améliorer la portance de la plate-forme pour optimiser le coût de l'ensemble couche de forme - structure de chaussée.

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

VIII.2.b. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

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

de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

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

VIII.2.c .Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

VIII.3.Les différents facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussée:

Toutes les méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

VIII.3.a. Trafic:

Le trafic principalement le poids lourds est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée. Le trafic englobe les choix suivants :

a-1. Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.

a-2. Choix de l'épaisseur des structures.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;
- De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$$N = T \cdot A \cdot C$$

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau.$$

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

VIII.3.b. Environnement : l'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

VIII.3.c. Le sol support:

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates-formes sont définies à partir :

- ❖ De la nature et de l'état du sol ;
- ❖ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

Remarque :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées ; en très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

VIII.4. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des 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.

VIII.4.a. Méthode de C.B.R. :

C'est une méthode (semi empirique) qui s'est basé sur essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90- 100 %) de l'optimum Proctor modifier sur une épaisseur d'eau moins de 15 cm .

Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieur à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{ICBR + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule est la suivante :

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

N : désigne le nombre moyen de plus de camion 1500 kg à vide

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

Log : logarithme décimal

I : indice portant C.B.R

❖ Notion de l'épaisseur équivalente :

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$$Eq = \sum e_{(réelle)} * a$$

- $a_1 \times e_1$: couche de roulement
- $a_2 \times e_2$: couche de base
- $a_3 \times e_3$: couche de fondation

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

Tableau 12: les coefficients d'équivalence

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e₁ » et « e₂ » et on calcule « e₃ », généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB = 6 - 8 cm ; GB = 10 - 20 cm ; GNT = 20cm et plus.

Application au projet :

Nous utilisons donc pour le calcul les deux méthodes explicitées et les comparer afin d'obtenir le corps de chaussée le plus adéquat.

C.B.R = 10 (retenue des formations de DTP de Biskra)

- Le trafic de la mise en service

$$TJMA_{2013} = 3262.1 \text{ v/j}$$

- Le trafic à l'année horizon c'est à dire à la 20^{ème} année d'exploitation

Avec : n=20 et τ=4%

$$TMJA_{2033} = TJMA_{2013} * (1+\tau)^n = 3262.1 (1+0.04)^{20} = 7147.66 \text{ v/j}$$

- Le pourcentage de poids lourds étant 30%, ce qui donne un trafic (N) de poids lourds (PL) de :

$$N = (7147.66/2) * 0.30 = 1072.15 \text{ PL/j/sens}$$

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

L'épaisseur est donc :

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

$$\Rightarrow e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{1072.15}{10})}{10 + 5} = 36.66 \text{ cm}$$

Cette épaisseur peut être convertie en plusieurs couches selon la disponibilité des matériaux et leurs caractéristiques en tenant compte des coefficients d'équivalence :

$$e = \sum_{i=1}^n a_i \cdot e_i$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche:

- Couche de roulement (béton bitumineux) $a_1 = 2$
- Couche de base (grave bitumineux) $a_2 = 1.5$
- Couche de fondation (GNT) $a_3 = 1$

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière :

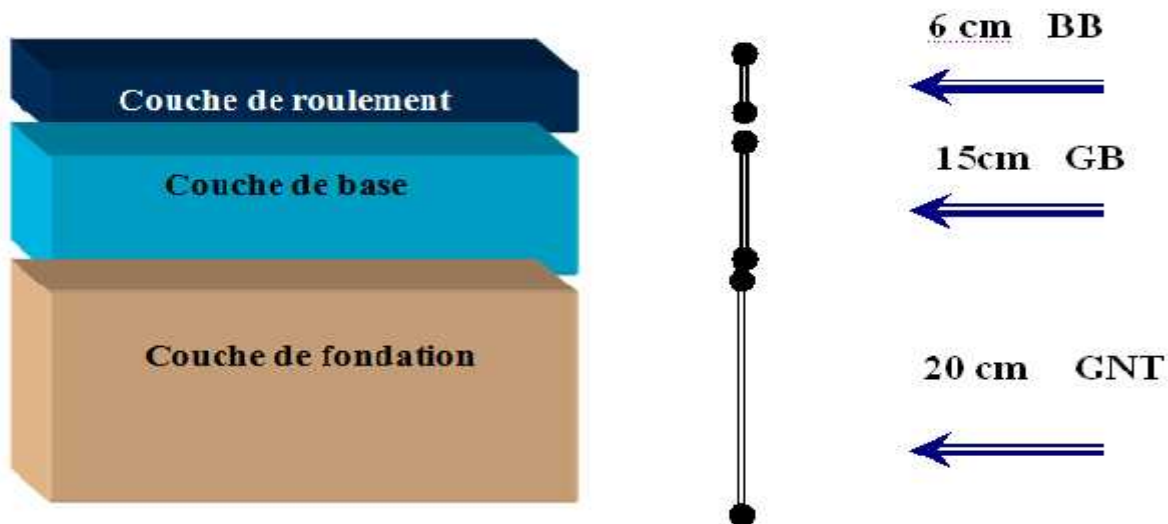
$$e = 6 \times 2 + 15 \times 1.5 + 20 \times 1 = 54.5 \text{ cm} > 36.66 \text{ cm}$$

Alors :

Couches	$e_{\text{réelles}} \text{ (cm)}$	a_i	$e_{\text{eq}} \text{ (cm)}$
BB	06	02	12
GB	15	1.5	22.5
GNT	20	01	20
Total	36		54.5

Tableau 13 : épaisseur réelle et équivalence de la chaussée

C'est-à-dire : Épaisseur réelles est de 6 (BB) + 15(GB) + 20 (GNT) = 41 cm

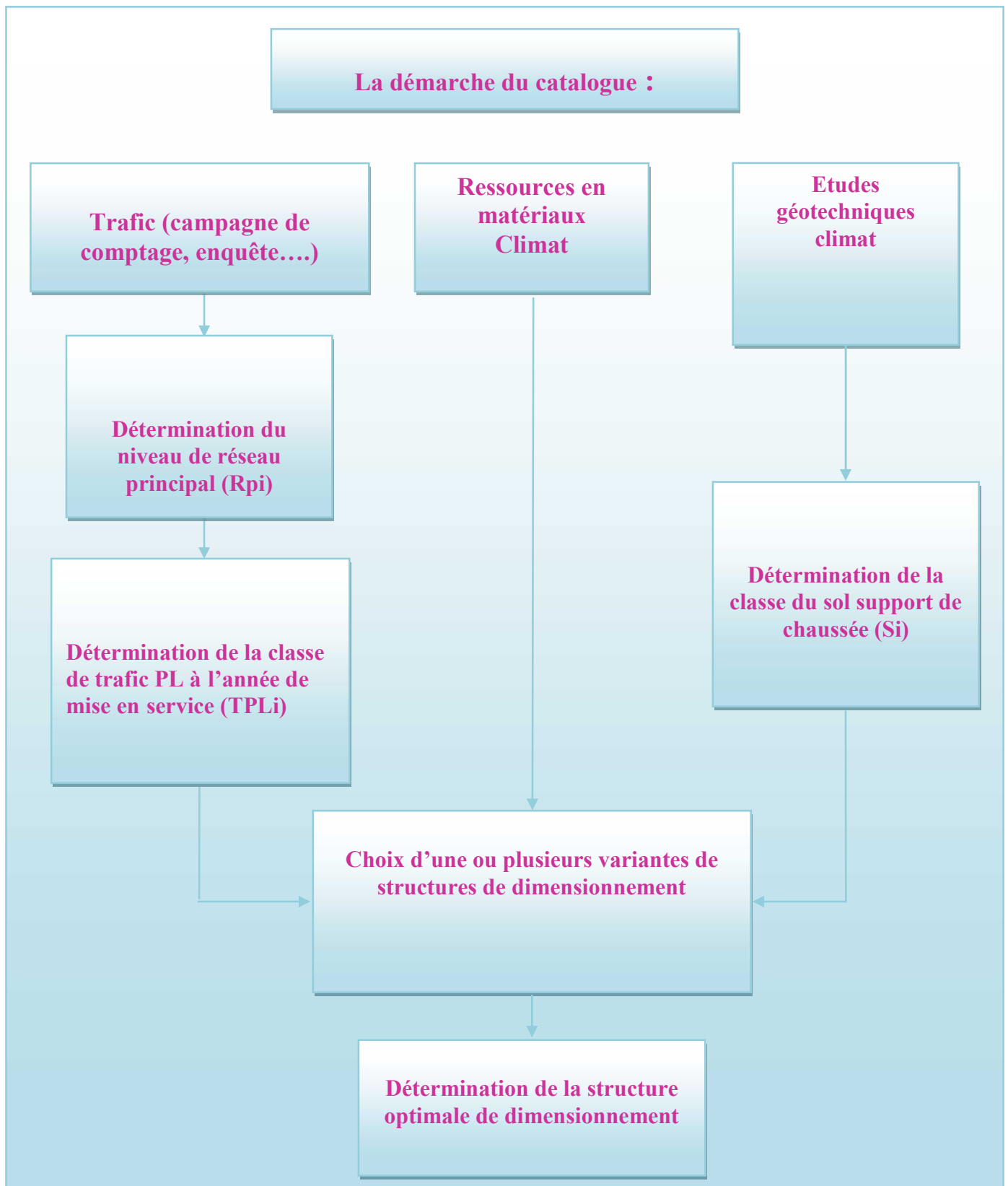


VIII.4.b Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

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

La démarche adoptée pour le catalogue et qui est présentée ci-dessous, elle fait appel aux spécificités géologiques et climatiques du pays ainsi qu'aux ressources en matériaux disponibles pour chaque région. Elle donne ainsi la possibilité au projeteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement, selon les données technico-économiques locale et régionale relatives au projet

- ❖ Principes du dimensionnement catalogue :
 - Le trafic (solllicitation) : charge de référence 13t.
 - Le sol support.
 - La zone climatique.
 - La durée de service.
 - Les matériaux et les types de structure.
- ❖ Les étapes de dimensionnement des chaussées :
 - Comprendre le comportement de la chaussée.
 - Trouver l'épaisseur des couches.
 - Décéder les types des matériaux pour chaque couche.

- La réalisation et la vérification de stabilité de structure.

VIII.4.b.1 Détermination du type de réseau :

$$TJMA = 2900 \text{ v/j} \geq 1500 \text{ v/j}$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique.

Donc on est dans le réseau principal de niveau 1 (RP1).

VIII.4.b.2 Détermination de la classe de trafic :

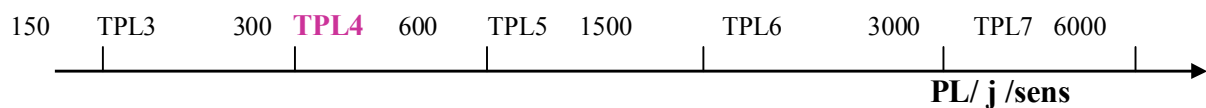
Route bidirectionnelle à 2 voies

- Durée de vie : 20ans.
- Taux de d'accroissement : 4 %.
- $TJMA_{2010} = 2900 \text{ v/j}$.
- $TJMA_{2013} = 3262.10 \text{ v/j}$ (année de mise en service)
- $Z = 30\%$.

$$TPL = (3262.10 \times 0.3) 0.5 = 489.31 \text{ PL/ j/s/voie}$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé

en : **TPL4**



VIII.4.b.3 Détermination de la classe portance de sol terrassé (Si) :

La valeur de l'indice CBR imbibé à 4 jours à retenir correspond à 100 % de la densité à l'optimum (zone climatique III).

On a : CBR = 10.

Portance (S _i)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Tableau 14 : Classe de portance

D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de : **S2**

Choix de la structure de chaussée :

D'après le fascicule 3 (fiches techniques de dimensionnement), on a choisi la structure suivante :

6BB + 15 GB + 20 GNT

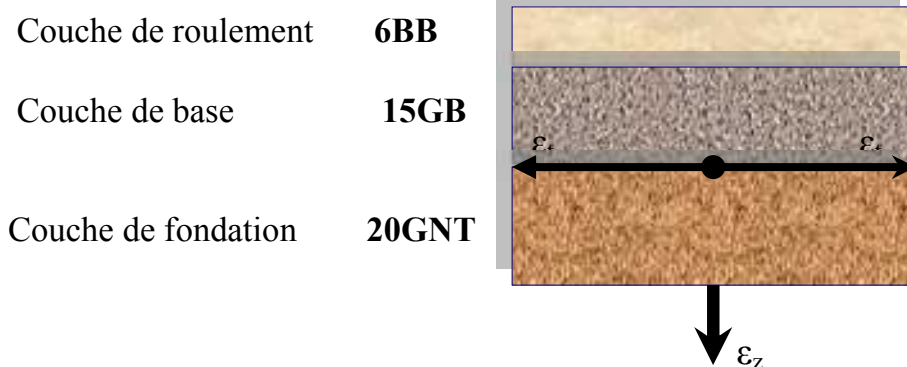
TPL en 2013(PL/J/Sens)	TPLi	Si	Epaisseur en (cm)
3262.10	TPL4	S2	6BB+ 15GB +20GNT

❖ Calcul les déformations (ϵ_t , ϵ_z) sous l'essieu de 13 t par Alize III:

A l'aide du programme ALIZE III nous allons vérifier la structure retenue :

06 BB + 15 GB + 20GNT par les conditions suivantes :

$$\epsilon_z < \epsilon_{z,adm} \quad \text{et} \quad \epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$$



Structure GB/GNT

ϵ_t : la déformation de traction par traction à la base des couches bitumineuses.

ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

❖ Calcul de la déformation admissible du sol support (ϵ_z) :

La déformation verticale admissible du sol support est donnée par la relation :

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (\text{TCE})^{-0,235}$$

Calcul le TCE : $\text{TCE} = \text{TPL}_i \cdot \frac{(1+i)^n}{i} \cdot 365 \cdot A = 489.315 \cdot \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \cdot 365 \cdot 0,6$

$$\text{TCE} = 3,2 \cdot 10^6 \text{ essieux } 13\text{t}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (3,2 \cdot 10^6)^{-0,235} = 6,51 \cdot 10^{-4}$$

❖ Calcul de la déformation admissible en traction ϵ_t , adm :

La déformation admissible en traction sous la base de la couche bitumineuse (GB) est donnée par la relation :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ \text{ C}, 25\text{HZ}) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_r \cdot k_c$$

- Les résultats réussis par le calcul sont :

K_c	$K_r = 10^{-tb6}$	$\epsilon_6(10,25\text{Hz})$	K_{θ}	K_{ne}
1.3	1.235	$100 \cdot 10^{-6}$	1.507	0.844

Alors :

$$\epsilon_{t,adm} = 2,04 \cdot 10^{-4}$$

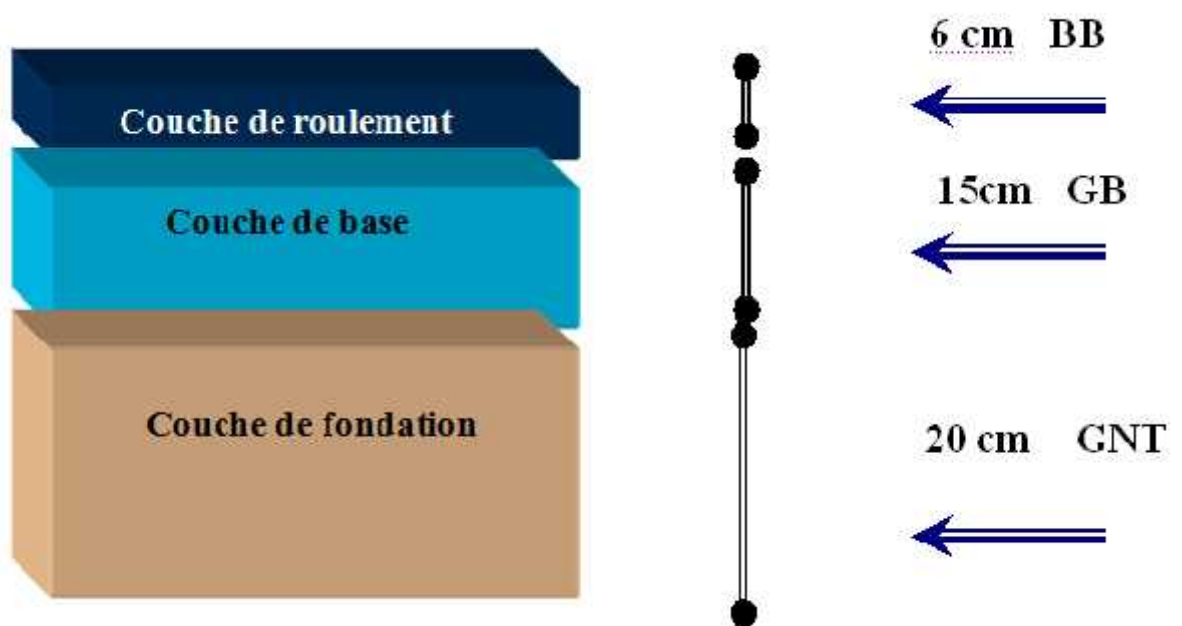
- La vérification :

	ϵ_t, adm	ϵ_z, adm	ϵ_z (calcul)	ϵ_t (calcul)	vérification
Structure 6BB+15GB+20GNT	$2,04 \cdot 10^{-4}$	$6,51 \cdot 10^{-4}$	$5,89 \cdot 10^{-4}$	$-1,64 \cdot 10^{-4}$	Oui

- ✓ la structure est acceptable.

Conclusion :

Nous remarquons que depuis les calculs, les résultats obtenus à l'application des deux méthodes sont presque identiques. A cet effet, nous adoptons la structure suivante :



CUBATURE

IX.1. Généralités :

La réalisation d'un ouvrage génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations, ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par rapport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge : déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du naturel.

Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements))

IX.2. Définition :

Les cubatures de terrassement représentent l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet :

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- les profils en long
- les profils en travers
- Les distances entre les profils.

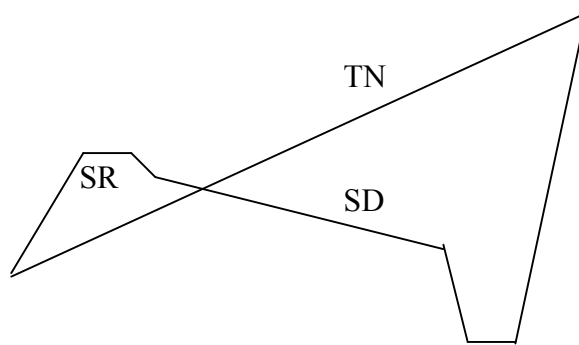
Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

IX.3. Méthode de calcul des cubatures :

Ayant dessiné le profil en travers du terrain au droit des sections transversales de la plate forme de voie (une fois tous les 25 m et à chaque point de changement de déclivité de la ligne rouge ou du profil en long du terrain naturel)

Nous considérons sur ce profil en travers du terrain naturel, le profil type lui correspondant (profil en travers type en remblai, en alignement droit ou en courbe).

Nous calculons les surfaces SD et SR de déblai et de remblai pour chaque profil en travers



IX.3.a. Méthode utilisée :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi les quelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons. En effet, c'est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

Description de la méthode :

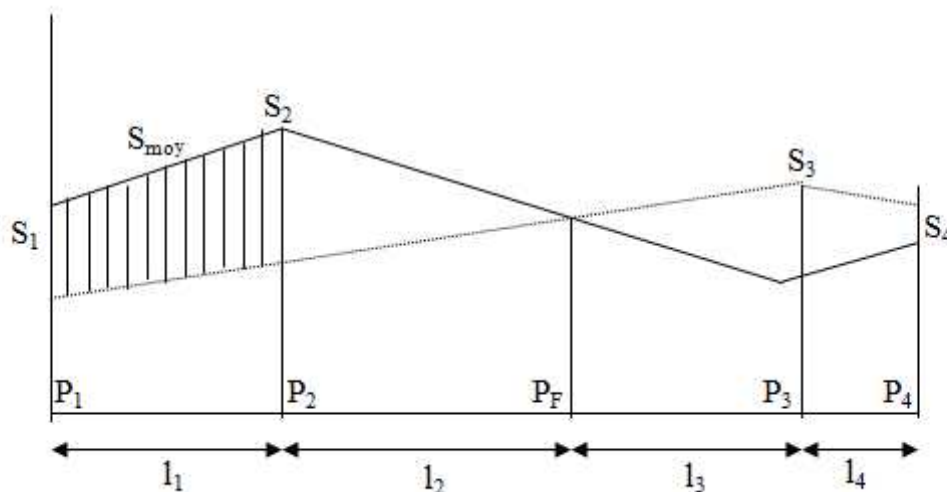
En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs :

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$$

Où h , S_1 , S_2 et S_0 désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.
- Surface limitée à mi-distances des profils.

Sur la figure ci-dessous, on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés



le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 de section S_1 et S_2 sera égale à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$.

Ceci donne : $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Donc les volumes seront :

Entre P_1 et P_2 $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Entre P_2 et P_F $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

Entre P_F et P_3 $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils P_F puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

IX.4. Calcul des cubatures de terrassement : Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel ((Piste)) nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont représentés en annexe.

[Voir \(\(Annexe\)\)](#)

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 universitaire à l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics notamment les routes et respect des normes usuels de conception.

En outre, ce stage nous a été bénéfique où nous avons développé nos connaissances, et aussi c'était une occasion d'approfondir et d'enrichir notre maîtrise des logiciels de conception de route à savoir Piste, Alize, Covadis et Autocad.

Nous espérons que ce modeste travail contribuera pour le développement de la région de Biskra spécialement entre les villes Lioua et Oumache.

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Désignation	Unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Coût (DA)
Terrassement				
Décapage des terres veg	M ³	350	38 110	13338500
Déblai mis en dépôt	M ³	165	30 050	4958250
Remblai d'emprunt	M ³	550	52 089	28648950
Chaussées				
Couche de roulement-En BB-	t	5400	15 122,4	81660960
Couche de base (2,4t/m3) -En GB-	t	4500	37 041,5	166686750
Couche de fondation -En GNT-	M ³	1800	23 076	41536800
Couche d'imprégnation 0,7 à 0,8 kg/m2	t	5426	73	396098
Couche d'accrochage 0,3 kg/m2	t	20000	36	720000
Rechargement de l'accotement en tuf (1,2*0,3)	M ³	900	19400	17460000
Ouvrage hydraulique				
Buses Ø1000	ML	17000	70	1190000
Buses Ø600	ML	12000	20	240000
Fossé	ML	4333	10000	43330000
Total des travaux principaux				400166308
Signalisation			2%	8003326,16
Eclairages			2%	8003326,16
Déviations des contraintes et protection des réseaux			5%	20008315,4
Aménagement intérieur et extérieur			3%	12004989,24
Total général				448186265

Tableau21 : Devis estimatif et quantitatif

Le coût total du projet s'élève à : **448186265 DA (quatre cent quarante huit millions Cent quatre vingt six milles deux cent soixante cinq dinars algérien)**

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP ;
- ❖ Cours de 5^{ème} année ENSTP ;
- ❖ Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP ;
- ❖ B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes) ;
- ❖ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) ;
- ❖ Les Signaux Routiers (SETRA) ;
- ❖ ENSTP : anciennes mémoires de Fin d'étude ;
- ❖ Aménagement des carrefours (SETRA) ;