

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



Mémoire De Master

Présenté à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Travaux Publics

Option : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Présenté par : BOUKHENAF Lazhar

DJERIBI Zin Eddine

**Thème : ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE
TAMLOUKA EN AVANT PROJET DETAILLE (APD)**

Sous la direction de : Pr. BELACHIA Mouloud

Juin 2024

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier.

Nous tenons à remercier en premier temps notre encadreur "Pr. BELACHIA MOULOUD" pour l'aide qu'il a su nous transmettre, nous le remercions également pour sa disponibilité et les conseils qui nous ont donné.

Nous tenons également à remercier tous les professeurs dont nous avons bénéficié des contributions, Ainsi que les personnels des bureaux d'études CTPP et SETS.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Nous souhaitons adresser nos remerciements au corps professoral et administratif du

Département De Génie Civil et hydraulique De L'université De Guelm

Résumé :

La construction d'une nouvelle infrastructure routière, la réhabilitation, la modernisation, le renforcement, l'élargissement et le dédoublement des routes sont des types de travaux routiers programmés par les services compétents, à savoir le ministère des travaux publics, les directions des travaux publics, les services techniques des communes, pour permettre le développement des réseaux routiers. Le présent travail, objet du mémoire de master, porte sur l'étude de l'évitement de la ville de TAMLOUKA sur 6.2 km dans la wilaya de GUELMA

Mots clés: réseaux routiers – évitement – réhabilitation – infrastructure - modernisation - Dédoublement

ملخص:

إن إنشاء بنية تحتية جديدة للطرق وإعادة تأهيل وتحديث وتعزيز وتوسيع وتكرار الطرق هي أنواع من أعمال الطرق المبرمجة من قبل الهيئات المختصة بالتحديد وزارة الأشغال ومديريات الأشغال العمومية والمصالح التقنية للبلديات، من أجل تطوير شبكات الطرق ويركز عملنا في هذه الرسالة على دراسة الطريق الإجتابي لمدينة تاملوكة على طول 6.2 كلم الواقعة في ولاية قـالمة.

كلمات البحث: شبكات طرق – تجنب - إعادة تأهيل - بنية تحتية - تحديث - ازدواجية

Abstract:

The construction of new road infrastructure, rehabilitation modernization strengthening widening and duplication of roads are types of road works scheduled by the competent departments, namely the ministry of public works, Directorates of Public Works, the technical services of the municipalities, to enable the development of road networks. The present Works; the subject of the master's thesis, concerns the study of the avoidance of the town of TAMLOUK A on 6.2 km in the wilaya of GUELMA.

Key Words :Road networks - Avoidance - Rehabilitation – Infrastructure -Modernization - Duplication

Sommaire

Résumé.....	i
Abstract.....	i
ملخص.....	i
Sommaire	ii
Liste des figures.....	viii
Liste des tableaux.....	x
Introduction generale	xi
Chapitre I : PRESENTATION DU PROJET	
I <i>Presentation de la wilaya de guelma</i>	01
I.1 <i>La situation geographie</i>	01
I.2 <i>Presentation du projet</i>	02
I.2.1 <i>Description du projet</i>	02
I.2.2 <i>Localisation du projet</i>	02
I.2.3 <i>But de l'étude</i>	03
I.2.4 <i>Définition des variantes proposées</i>	03
I.2.5 <i>Données et documents de base</i>	04
I.3 <i>Etude du trafic</i>	05
I.3.1 <i>Introduction</i>	05
I.3.2 <i>Définition</i>	05
I.3.3 <i>Différent Types du Trafic</i>	05
a. <i>Trafic normal</i>	05
b. <i>Trafic dévié</i>	05
c. <i>Trafic induit</i>	05
d. <i>Trafic total</i>	06
I.3.4 <i>L'Analyse du Trafic</i>	06
I.3.5 <i>La Mesure des Trafics</i>	06
I.3.5.1 <i>Les Comptages</i>	06
a. <i>Les comptages manuels</i>	06
b. <i>Les comptages automatiques</i>	06
I.3.5.2 <i>Les Enquêtes Origine Destination</i>	07
a. <i>Les Enquêtes papillons ou distributions</i>	07
b. <i>Relevé des plaques minéralogiques</i>	07
c. <i>Interview des conducteurs</i>	08
d. <i>Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage</i>	08
I.3.6 <i>Modèles de Présentation de Trafic</i>	08
I.3.7 <i>Prolongation de L'évolution Passée</i>	08
I.3.8 <i>Modèle Gravitaire</i>	09
I.3.9 <i>Modèle Des Facteurs De Croissance</i>	09
I.4 <i>Calcul de la capacite</i>	09
I.4.1 <i>Détermination de Nombre de Voies</i>	09
I.4.2 <i>Calcul de TJMA Horizon</i>	10
I.4.3 <i>Calcul du Trafic Effectif</i>	10
I.4.4 <i>Débit de Point Horaire Normal</i>	10
I.4.5 <i>Débit Horaire Admissible</i>	11
I.5 <i>Application au projet</i>	12
I.5.1 <i>Comptage de trafic</i>	12

TABLE DES MATIERES

I.5.2	<i>Projet</i>	12
I.5.3	<i>Localisation des Variantes</i>	13
I.5.4	<i>Résultats des comptages</i>	14
I.5.5	<i>Analyse catégorielle</i>	14
I.5.6	<i>Estimation du trafic journalier moyen annuel de 2023</i>	15
CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES		
II	<i>Caractéristiques géométriques</i>	19
II.1	<i>Trace en plan</i>	19
II.1.1	<i>Introduction</i>	19
II.1.2	<i>Définition</i>	19
II.1.3	<i>Règles à respecter dans le tracé en plan</i>	19
II.1.4	<i>Particularité de conception du dédoublement</i>	20
II.2	<i>Éléments de la trace en plan</i>	20
II.2.1	<i>Les alignements droits</i>	21
II.2.2	<i>Arcs de cercle</i>	22
II.2.2.1	<i>Stabilité des Véhicules en Courbe</i>	22
	<i>a. Rayon Horizontal Minimal Absolu (RHm)</i>	22
	<i>b. Rayon minimal normal (RHN)</i>	23
	<i>c. Rayon au dévers minimal (RHd)</i>	23
	<i>d. Rayon minimal non déversé (RHnd)</i>	24
II.2.2.2	<i>Règles pour l'utilisation des rayons en plan</i>	24
II.2.3	<i>Courbe de raccordement</i>	25
II.2.3.1	<i>Rôles et nécessités dès les courbes de raccordement</i>	25
II.2.3.2	<i>Types de courbe de raccordement</i>	25
	<i>a. Parabolique cubique</i>	25
	<i>b. Lemniscate</i>	26
	<i>c. Clothoïde</i>	26
II.2.3.3	<i>Expression mathématique de la Clothoïde</i>	26
II.2.4	<i>Les Conditions de Raccordement</i>	27
	<i>a. Condition de confort optique</i>	27
	<i>b. Condition de confort dynamique</i>	27
	<i>c. Condition de gauchissement</i>	27
II.3	<i>Combinaison des éléments de la trace en plan</i>	28
	<i>a. Courbe en S (ou à inflexion)</i>	28
	<i>b. Courbe à sommet</i>	28
	<i>c. Courbe en C</i>	29
	<i>d. Courbe en Ove</i>	29
II.4	<i>La visibilité</i>	29
II.4.1	<i>Objectif et méthode</i>	29
II.4.2	<i>La distance d'arrêt</i>	30
II.4.3	<i>La distance de freinage</i>	30
II.4.4	<i>La visibilité sur un virage</i>	30
II.5	<i>Calcul d'axe</i>	30
II.6	<i>Paramètres fondamentaux</i>	31
II.7	<i>Exemple de calcul d'axe manuellement</i>	31
II.7.1	<i>Condition de confort optique</i>	31
II.7.2	<i>Condition de confort dynamique</i>	32
II.7.3	<i>Condition de gauchissement</i>	32

TABLE DES MATIERES

II.7.4	<i>Calcul des Gisements</i>	32
	1- <i>Calcul de l'angle</i>	33
	2- <i>Calcul de l'angle τ</i>	33
	3- <i>Vérification de non chevauchement</i>	33
	4- <i>Calcul des distances</i>	33
	5- <i>Calcul de la tangente T</i>	33
	6- <i>Calcul de des coordonnées SL</i>	34
	7- <i>Calcul de σ</i>	34
	8- <i>Calcul de l'arc</i>	34
	9- <i>Calcul des coordonnées des points singuliers</i>	34
II.8	<i>Profil en long</i>	35
II.8.1	<i>Définition</i>	35
II.8.2	<i>Règle à respecter dans le tracé du profil en long</i>	35
II.8.3	<i>Procédure du tracé</i>	36
II.8.4	<i>Détermination pratique du profil en long</i>	36
II.8.5	<i>Élément géométrique du profil en long</i>	37
	1. <i>Les rayons en angle saillant (convexes)</i>	37
	2. <i>Les rayons en angles rentrants (concaves)</i>	38
II.8.6	<i>Coordination du tracé en plan et du profil en long</i>	38
II.8.7	<i>Déclivité du profil en long</i>	39
II.8.7.1	<i>Définition de la déclivité</i>	39
II.8.8	<i>Les raccordements en profil en long</i>	40
II.8.8.1	<i>Raccordements convexes (angle saillant)</i>	40
	1. <i>Condition de confort</i>	40
	2. <i>Condition de visibilité</i>	40
II.9	<i>Profil en travers</i>	41
II.9.1	<i>Introduction</i>	41
II.9.2	<i>Différent type de profil en travers</i>	42
II.9.3	<i>Les éléments constitutifs du profil en travers</i>	42
	a. <i>L'emprise</i>	43
	b. <i>L'assiet</i>	43
	c. <i>La plate-forme</i>	43
	d. <i>Chaussée</i>	43
	e. <i>Nombre de voies</i>	43
	f. <i>Largeur des voies</i>	43
	g. <i>Sur largeur</i>	43
	h. <i>Accotements</i>	43
	i. <i>Fossés</i>	43
	j. <i>La zone de sécurité</i>	44
	k. <i>La zone de récupération</i>	44
	l. <i>Berme</i>	44
	m. <i>Terre-plein central</i>	45
II.9.4	<i>Largeur des chaussées</i>	45
II.9.5	<i>Les pentes transversales (Les dévers)</i>	46
II.9.6	<i>Application au projet</i>	46
II.10	LES CUBATURES	47
II.10.1	<i>Définition</i>	47
II.10.2	<i>Le calcul des cubatures</i>	47

TABLE DES MATIERES

II.10.3	<i>Cubatures des terrassements</i>	47
II.10.4	<i>Méthode utilisée</i>	47
II.10.5	<i>Description de la méthode</i>	48
II.10.6	<i>Description de la méthode SARRAUS</i>	48
II.10.7	<i>Application de projet</i>	49
II.11	<i>Conception de carrefour</i>	50
II.11.1	<i>Définition</i>	50
II.11.2	<i>Les principaux types des carrefours</i>	50
II.11.2.1	<i>Carrefour à trois branches</i>	50
	1) <i>Carrefour à trois branches (en T)</i>	50
	2) <i>Carrefour à trois branches (en Y)</i>	50
II.11.2.2	<i>Carrefour à quatre branches (en croix)</i>	51
II.11.2.3	<i>Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire</i>	51
II.11.3	<i>Éléments de base pour l'aménagement des carrefours</i>	52
II.11.4	<i>Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire</i>	52
	1) <i>Les Avantages de carrefour giratoire</i>	52
	2) <i>Inconvénients</i>	52
II.11.5	<i>Données apprendre pour l'aménagement d'un carrefour</i>	52
II.11.6	<i>Principes généraux d'aménagement d'un carrefour</i>	53
	1. <i>La visibilité</i>	53
	2. <i>Triangle de visibilité</i>	53
	3. <i>Les ilots</i>	53
	4. <i>Ilot séparateur</i>	53
	5. <i>Ilot directionnel</i>	54
	6. <i>Les couloirs d'entrée et de sortie</i>	54
II.11.7	<i>Signalisation du carrefour</i>	54
II.11.8	<i>Application au projet</i>	55
CHAPITRE III : ETUDE GEOTECHNIQUE		
III.1	<i>Introduction</i>	63
III.2	<i>Données géologiques et geotechnique</i>	63
III.3	<i>Caractéristiques générales du trace</i>	64
III.4	<i>Reconnaissance geotechnique</i>	64
III.4.1	<i>Programme de reconnaissance</i>	64
III.4.2	<i>Description des sols rencontrés</i>	64
III.5	<i>Les différents essais en laboratoire</i>	66
III.5.1	<i>Teneur en eau et masse volumique</i>	67
III.5.2	<i>Analyse granulométrique</i>	67
III.5.3	<i>Limites d'Atterberg</i>	68
III.5.4	<i>Équivalent du sable</i>	70
III.5.5	<i>Essai Proctor</i>	71
III.5.6	<i>Essai CBR: (Californie Bearing Ratio)</i>	71
III.5.7	<i>Essai Los Angeles</i>	72
III.5.8	<i>Essai Micro Derval</i>	73
III.5.9	<i>Essai au Bleu de Méthylène</i>	73
III.6	<i>Application de projet</i>	74
III.6.1	<i>Essais en laboratoire</i>	74
III.6.2	<i>Caractéristiques physiques des sols</i>	74
III.6.3.	<i>Caractéristiques mécaniques</i>	75

TABLE DES MATIERES

	a) Essai Proctor modifié.....	76
	b) Essais de Poinçonnement CBR.....	76
	c) La portance des sols support.....	76
III.6.4	Classification des sols support.....	76
III.6.5	Terrassements	77
III.6.5.1	Décapage (déblais / remblais)	77
III.7	Dimensionnement de la corp de chaussée	78
III.7.1	Introduction	78
III.7.2	La chaussée	79
III.7.2.1	Définition	79
III.7.3	Différents types de chaussé	79
	a) Chaussées souples.....	79
	b) Chaussées semi-rigides.....	80
	c) Chaussées rigides.....	80
III.7.4	Les différentes couches de chaussée	80
	a) Couche de roulement (surface).....	81
	b) Couche de base.....	81
	c) Couche de fondation.....	81
	d) Couche de forme.....	81
III.7.5	Les différents facteurs déterminent pour étude de dimensionnement de chaussée	81
III.7.6	Méthodes de dimensionnement	83
III.7.6.1	Les méthodes empiriques	83
III.7.6.2	Les méthodes rationnelles	83
III.7.7	Méthode C.B.R (Californie – Bearing – Ratio)	83
III.7.8	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	84
	a. Niveau de Réseaux Principaux.....	85
	b. Présentation des classes de portance des sols.....	86
	c. Les Zones Climatiques.....	87
	d. Types des structures.....	87
III.8	Application au projet	87
III.8.1	Méthode de C.B.R	87
III.8.2	Méthode du Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves (CTTP)	89
III.8.3	oix de la structure	90
CHAPITRE IV : DEPENDANCES DE LA ROUTE		
IV	Dépendances de la route.....	91
IV.1	Assainissement	91
IV.1.1	Introduction	91
IV.1.2	Analyse du problème	91
IV.1.3	Définition des termes hydrauliques	91
IV.1.4	Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier	93
IV.1.5	Type de dégradation	93
IV.1.6	Dispositions constructives	93
IV.1.7	Type de canalisation	94
IV.1.8	Drainage des eaux souterraines.....	94
	a) Nécessité du drainage des eaux souterraines.....	94
	b) Protection contre la nappe phréatique.....	94
IV.1.9	Calcul hydraulique	95

TABLE DES MATIERES

	a) <i>Le débit d'apport</i>	95
	b) <i>Calcul du débit de saturation (Q_s)</i>	97
IV.1.10	<i>Application au projet</i>	97
IV.2	<i>Signalisation routiere</i>	101
IV.2.1	<i>Introduction</i>	101
IV.2.2	<i>L'objet de la signalisation routière</i>	101
IV.2.3	<i>Catégories de Signalisation</i>	102
IV.2.4	<i>Règles A respecté pour la signalisation</i>	102
IV.2.5	<i>Types de signalisation</i>	102
IV.2.5.1	<i>Signalisation horizontale</i>	102
IV.2.5.2	<i>Signalisation verticale</i>	103
	a. <i>Signaux de danger</i>	103
	b. <i>Signaux comportant une prescription absolue</i>	103
	c. <i>Signaux à simple indication</i>	103
IV.2.6	<i>Exemple des signalisations verticales</i>	104
IV.3	<i>Éclairage</i>	105
IV.3.1	<i>Introduction</i>	105
IV.3.2	<i>Classe d'éclairage</i>	105
IV.3.3	<i>Éclairage d'un point singulier</i>	105
IV.3.4	<i>Paramètres de l'implantation des luminaires</i>	106

Liste des figures

N°	Titre	Page
Chapitre I		
Figure I.1	Carte de localisation de la wilaya de Guelma.....	(01)
Figure I.2	Carte routière de Guelma.....	(01)
Figure I.3	Localisation du projet	(02)
Figure I.4	Les variantes proposées.....	(04)
Figure I.5	Zone d'étude.....	(12)
Figure I.6	Plan Synoptique.....	(13)
Figure I.7	Analyser la répartition du trafic.....	(14)
Chapitre II		
Figure II.1	Elément du tracé en plan.....	(21)
Figure II.2	Stabilité des Véhicules en Courbe.....	(22)
Figure II.3	Éléments de Clothoïde.....	(26)
Figure II.4	Courbe en S.....	(28)
Figure II.5	Courbe à sommet.....	(28)
Figure II.6	Courbe en C.....	(29)
Figure II.7	Courbe en Ove.....	(29)
Figure II.8	Détermination pratique du profil en long.....	(37)
Figure II.9	Profil en long.....	(37)
Figure II.10	Visibilité en raccordement convexe.....	(40)
Figure II.11	Profil en travers.....	(41)
Figure II.12	Types de profil en travers.....	(42)
Figure II.13	Profil en travers type.....	(42)
Figure II.14	Profils en travers types à double chaussée.....	(46)
Figure II.15	Surface remblai et surface déblais.....	(48)
Figure II.16	Exemple de profils en long.....	(48)
Figure II.17	Profils en long.....	(49)
Figure II.18	Carrefour en T.....	(50)
Figure II.19	Carrefour en Y.....	(50)
Figure II.20	Carrefour en X.....	(51)
Figure II.21	Les éléments d'un carrefour à sens giratoire.....	(51)
Figure II.22	Terminologie d'un carrefour giratoire.....	(54)
Figure II.23	Les points d'échanges.....	(55)
Figure II.24	Trace en plan du Carrefour N°01.....	(55)
Figure II.25	Plan de carrefour giratoire à trois branches (Profil).....	(55)
Figure II.26	Profil en long (l'axe Anneau EX).....	(57)
Figure II.27	Profil en long (Axe D B01).....	(58)
Figure II.28	Profil en long (Axe D B02).....	(58)
Figure II.29	Profil en long (Axe D B03).....	(58)

LISTE DES FIGURES

Figure II.30	<i>Profil en long (Axe G B01)</i>	(59)
Figure II.31	<i>Profil en long (Axe G B02)</i>	(59)
Figure II.32	<i>Profil en long (Axe G B03)</i>	(59)
Figure II.33	<i>Plans de Signalisation-G01</i>	(60)
Figure II.34	<i>Trace en plan du Carrefour N°02</i>	(60)
Figure II.35	<i>Plans de Signalisation-G02</i>	(61)
Figure II.36	<i>Trace en plan du Carrefour N°03</i>	(61)
Figure II.37	<i>Plans de Signalisation-G03</i>	(62)
Chapitre III		
Figure III.1	<i>Courbe granulométrique</i>	(67)
Figure III.2	<i>Série des tamis utilisés dans l'analyse granulométrique</i>	(68)
Figure III.3	<i>L'appareil de casagrande</i>	(69)
Figure III.4	<i>Matériel utilisé</i>	(70)
Figure III.5	<i>Matériel utilisé dans l'analyse d'Équivalent du sable</i>	(70)
Figure III.6	<i>L'essai Proctor</i>	(71)
Figure III.7	<i>L'essai CBR</i>	(72)
Figure III.8	<i>L'essai los Angeles</i>	(72)
Figure III.9	<i>Essai Micro Derval</i>	(73)
Figure III.10	<i>Bleu de Méthylène</i>	(74)
Figure III.11	<i>Détermination schématique des conditions d'utilisation</i>	(77)
Figure III.12	<i>Structure type d'une Chaussées souples</i>	(79)
Figure III.13	<i>Structure type d'une Chaussées semi-rigides</i>	(80)
Figure III.14	<i>Structure type d'une Chaussées rigides</i>	(80)
Figure III.15	<i>Les différentes couches de chaussées</i>	(81)
Figure III.16	<i>La démarche du catalogue</i>	(85)
Figure III.17	<i>La classe de trafic</i>	(86)
Figure III.18	<i>Les matériaux et l'épaisseur proposée (Méthode de C.B.R)</i>	(89)
Figure III.19	<i>La classe de trafic TPLi pour RP1</i>	(89)
Figure III.20	<i>Choix de la structure (Méthode CTTP)</i>	(90)
Chapitre IV		
Figure IV.1	<i>Bassin versant</i>	(91)
Figure IV.2	<i>Modèle Numérique du bassin versant qui alimente le cours d'eau d'oued mellah</i>	(97)
Figure IV.3	<i>Bassin versant qui alimente le cours d'eau d'oued mellah</i>	(97)
Figure IV.4	<i>Zone inondable</i>	(98)
Figure IV.5	<i>Zone inondable (photos)</i>	(99)
Figure IV.6	<i>Ligne continue</i>	(103)
Figure IV.7	<i>Ligne discontinue</i>	(103)
Figure IV.8	<i>Exemple des signalisations verticales</i>	(104)
Figure IV.9	<i>Plan de signalisation</i>	(105)
Figure IV.10	<i>Les types d'implantation des points lumineux</i>	(106)

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Chapitre I		
Tableau I.1	<i>Coefficient d'équivalence P</i>	(10)
Tableau I.2	<i>Valeurs de K1</i>	(11)
Tableau I.3	<i>Coefficient de réduction de capacité K2</i>	(11)
Tableau I.4	<i>Capacité effective par voie</i>	(11)
Tableau I.5	<i>Section déviation de TAMLOUKA</i>	(14)
Tableau I.6	<i>Les résultats d'Estimation du trafic journalier</i>	(15)
Tableau I.7	<i>Récapitulatif des résultats obtenus</i>	(18)
Chapitre II		
Tableau II.1	<i>Valeur du dévers – Norme B40</i>	(23)
Tableau II.2	<i>Rayons du tracé en plan</i>	(25)
Tableau II.3	<i>La distance d'arrêt</i>	(30)
Tableau II.4	<i>Paramètres fondamentaux</i>	(31)
Tableau II.5	<i>Exemple de calcul d'axe manuellement</i>	(31)
Tableau II.6	<i>Les résultats des calculs des coordonnées manuel</i>	(35)
Tableau II.7	<i>Les caractéristiques limites résumées</i>	(38)
Chapitre III		
Tableau III.1	<i>Classification des soles</i>	(68)
Tableau III.2	<i>Interprétation d'essai CBR</i>	(71)
Tableau III.3	<i>Interprétation du LA</i>	(72)
Tableau III.4	<i>Caractéristique des granulats par le MDE</i>	(74)
Tableau III.5	<i>Classe des sols</i>	(75)
Tableau III.6	<i>Classification de la portance des sols (CCTP 2001)</i>	(76)
Tableau III.7	<i>Tableau récapitulatif</i>	(76)
Tableau III.8	<i>Coefficients d'équivalence des matériaux</i>	(84)
Tableau III.9	<i>Les classes de sols selon la valeur de CBR</i>	(86)
Tableau III.10	<i>Les zones climatiques</i>	(87)
Tableau III.11	<i>Structures disponibles dans le catalogue</i>	(87)
Tableau III.12	<i>Tableau des classes de portance des sols pour l'évitement de TAKLOUKA</i>	(88)
Tableau III.13	<i>Tableau des classes de portance des sols</i>	(90)
Chapitre IV		
Tableau IV.1	<i>Coefficient de ruissellement</i>	(95)
Tableau IV.2	<i>Variable de Gauss</i>	(96)
Tableaux IV.3	<i>Les caractéristiques du bassin versant par l'oued mallah de ce projet</i>	(98)
Tableaux IV.4	<i>Stations pluviométriques et leurs codes correspondant</i>	(98)
Tableaux IV.5	<i>Ouvrage proposé</i>	(101)
Tableaux IV.6	<i>L'implantation des points lumineux</i>	(106)

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le développement des infrastructures routières est un pilier fondamental du progrès socio-économique, favorisant la connectivité et facilitant la mobilité des individus ainsi que des marchandises. Dans ce contexte, la planification et la réalisation d'un projet routier exigent une approche méticuleuse et éclairée afin de répondre aux besoins croissants de la société tout en garantissant la durabilité des aménagements.

La problématique du dédoublement et de l'évitement routier représente un enjeu majeur dans la planification et la gestion des infrastructures routières. Le dédoublement fait référence à la création de voies parallèles ou alternatives, souvent dans le but d'améliorer la capacité de transport, tandis que l'évitement routier vise à contourner des zones sensibles ou congestionnées. Analyser ces problématiques conjointement est essentiel pour concevoir des réseaux routiers efficaces et durables.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception de l'évitement de la ville de TAMLOUKA, et qui se situe dans la Wilaya de Guelma.

Notre mémoire est structurée sur quatre chapitres :

- ✓ ***Chapitre I : Présentation du Projet***
- ✓ ***Chapitre II : Caractéristiques Géométriques.***
- ✓ ***Chapitre III : Etude Géotechnique.***
- ✓ ***Chapitre IV : Dépendances de la route.***

Nous terminons notre document par une conclusion générale suivie par des annexes

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I. PRESENTATION DE LA WILAYA DE GUELMA :

I.1. LA SITUATION GEOGRAPHIE :

La wilaya de Guelma occupe une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans le Nord-Est de l'Algérie, le littoral des wilayas d'Annaba, El Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les wilayas de Constantine, Oum El Bouaghi et Souk Ahras.

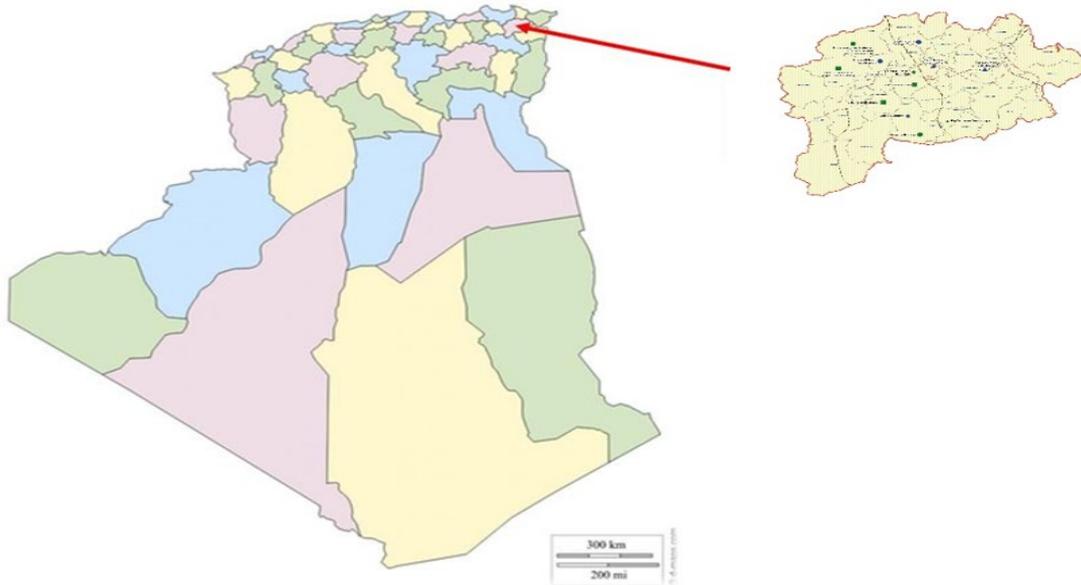


Figure I.1 : Carte de localisation de la wilaya de Guelma

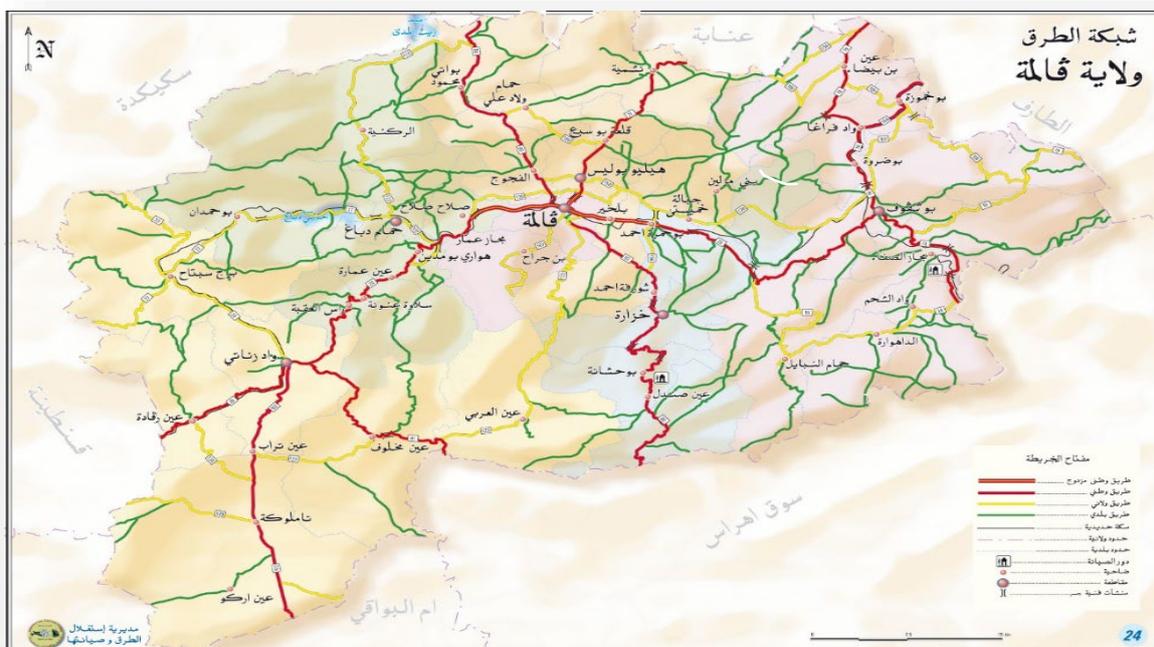


Figure I.2 : Carte routière de Guelma

I.2- PRESENTATION DU PROJET :

I.2.1. Description du projet :

La RN102 reliant Guelma à Oum el Bouaghi, est un axe de très grande importance sur les plans économique, social, et touristique. Le projet d'étude de l'évitement de la ville de Tamlouka est la solution ultime pour désenclaver les villages et lieux dits de cette région de la wilaya.

La ville de TAMLOUKA, est une ville située à 60 kilomètres au sud du chef-lieu de la wilaya de Guelma, entre la ville de Oum el bouaghi et la ville Oued Zenati.

Rattache à la Daïra d'Ain-Makhlouf, elle est chef-lieu d'une commune et constitue en 2008 une municipalité de 19000 habitants.

I.2.2. Localisation du projet :

L'évitement de la ville de TAMLOUKA est une infrastructure routière située à 60KM dans la partie Sud-Ouest de la wilaya de Guelma, elle constitue un axe stratégique sur les plans touristique, économique et social.

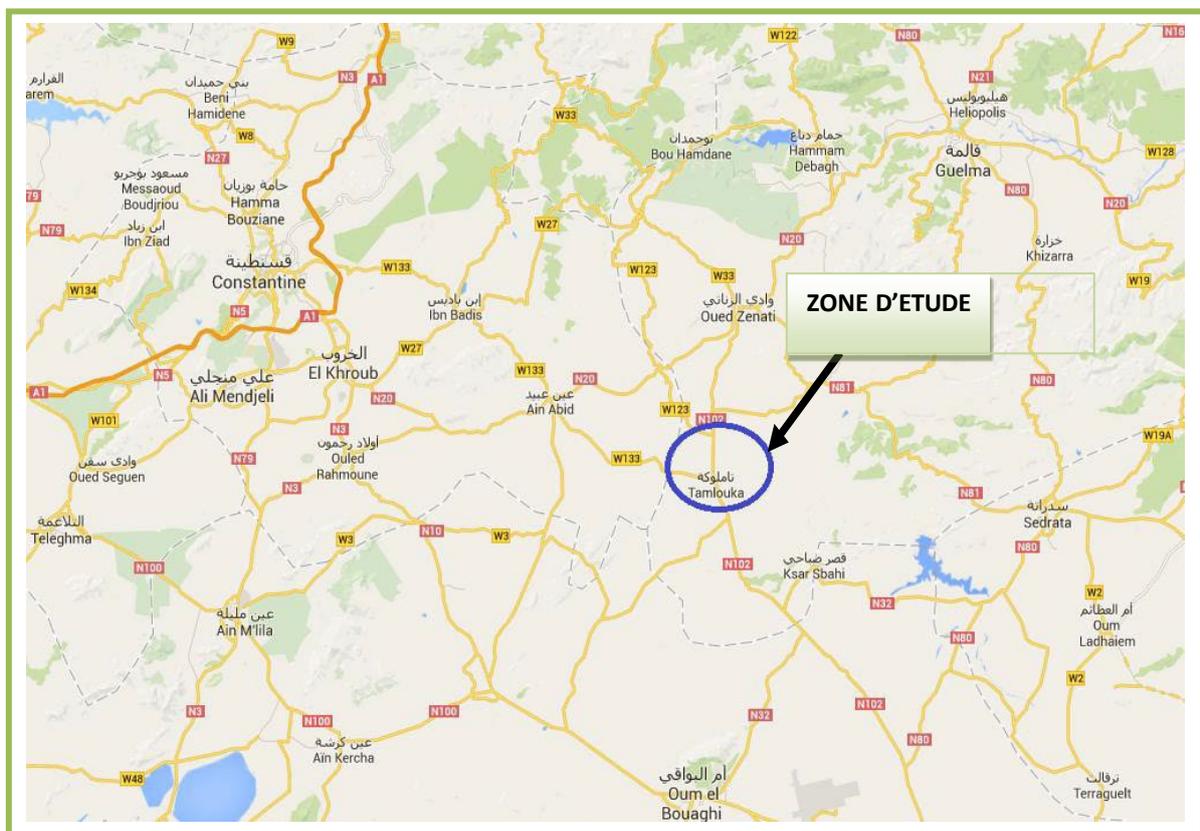


Figure I.3 : localisation du projet

I.2.3. But de l'étude :

Cette phase a pour objet principal de fixer la variante la plus adéquate parmi les différentes variantes proposées. Une solution qui tient compte des objectifs de sécurité, de fluidité du trafic, et de confort des usagers.

Vu l'importance de cet axe qui représente pour la wilaya de GUELMA un axe stratégique essentiellement sur les plans économique, social et notamment sur le plan touristique.

L'objectif est de réaliser l'évitement de la ville de TAMLOUKA, qui permet :

- *D'assurer la continuité en voie rapide entre Guelma, Oum El Bouaghi.*
- *D'améliorer la mobilité des voyageurs et des marchandises en réduisant les embouteillages et les retards.*
- *D'accroître la sécurité routière des usagers.*
- *D'appuyer le développement économique local et régional par le transport efficace des personnes et des marchandises.*
- *D'offrir l'opportunité aux habitants des deux wilayas d'accéder rapidement.*
- *De dévier du cœur de la ville de Tamlouka la circulation de transit pour éviter l'effet de coupure.*

I.2.4. Définition des variantes proposées :

Le projet d'évitement de la ville Tamlouka commence depuis CW 123, et se termine au niveau de l'entre sud de Tamlouka.

- **Variante 01 :**

Cette variante (dans la partie Ouest de Tamlouka) commence depuis CW123, elle dessert CW133 et le village de Soulire puis elle traverse oued Mellah et elle se termine à l'entrée sud de Tamlouka sur 10 KMS.

- **Variante 02 :**

Cette variante commence d'appuis la rentrée nord de Tamlouka dans la partie Est travers oued Mellah et se le termine à l'entrée sud de Tamlouka sur 5,7 KMS.

- **Variante 03 :**

Cette variante (dans la partie Ouest de Tamlouka) commence d'appuis la station-service Touati, elle traverse CW133 et oued Mellah et se le termine à l'entrée sud de Tamlouka sur. 6.2 KMS.

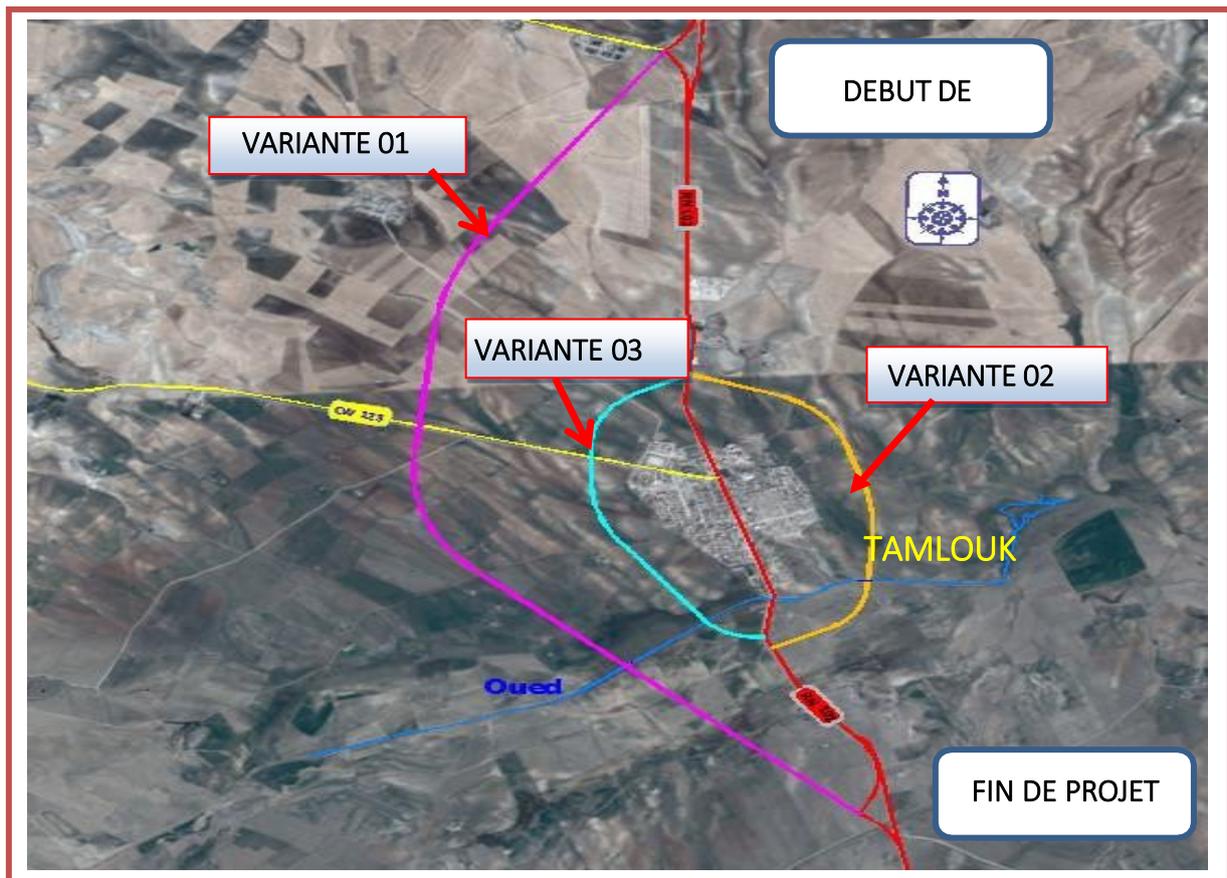


Figure I.4 : Les variantes proposées

*Cette phase de l'étude préliminaire, nous a permis de définir pratiquement toutes les solutions et les variantes possibles du tracé de l'évitement de la ville de TAMLOUKA, ainsi que d'analyser et de comparer ces variantes, afin de ressortir la meilleure variante sur le plan **technique** et économique.*

*On trouvera ci-dessous, avec **les annexes**, les détails de l'évaluation comparative des quantités et des coûts de toutes les options proposées.*

Après l'analyse comparative des différentes variantes, on propose la variante 03 sur linéaire de 6.2 kms

I.2.5. Données et documents de base :

L'étude en phase d'avant-projet détaillée été élaborée sur la base des données suivantes :

- *Visites sur site pour la reconnaissance du terrain.*
- *Cartes satellitaires, et géologiques.*
- *Les normes et les règlements en vigueur 'B40'.*
- *Carte d'état-major de la région.*
- *Levé topographique de la région.*

I.3- ETUDE DU TRAFIC:

I.3.1. Introduction :

L'étude du trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

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, sur une partie « stratégie, planification », sur la prévision des trafics, sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

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

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

I.3.2. Définition

L'étude de trafic est un recensement de l'état existant permettant de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement des flux avec leurs conséquences sur les activités humains.

I.3.3. Différents Types du Trafic

- Trafic normal** : *C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.*
- Trafic dévié** : *C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.*
- Trafic induit** : *C'est le trafic qui résulte de :*
 - *Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuaient 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.*

d. Trafic total : *C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.*

I.3.4. L'Analyse du Trafic :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- *La statistique générale.*
- *Les comptages sur route (manuel et automatique).*
- *Les enquêtes*

I.3.5. La Mesure des Trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- **Les comptages :** *permettent de quantifier le trafic.*
- **Les enquêtes :** *permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.*

I.3.5.1. Les Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, On distingue deux types de comptages :

Les comptages manuels et les comptages automatiques.

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

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)

b. Les comptages automatiques : *Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.*

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

- **Les comptages permanents :** *sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier*

national et le chemin de Wilaya le plus circulaire.

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

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

I.3.5.2. Les Enquêtes Origine Destination :

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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic interzonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

a. Les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

▪ **Les avantages de la méthode** : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

▪ **Les inconvénients de la méthode** : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b. Relevé des plaques minéralogiques :

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

c. Interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse, mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées : (origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

d. Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

I.3.6. Modèles de Présentation de Trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ces conséquences sur l'activité humaine.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- *Prolongation de l'évolution passée.*
- *Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques.*
- *Modèle gravitaire.*
- *Modèle de facteur de croissance.*

I.3.7. Prolongation de L'évolution Passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement, au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel

Le trafic T_n à l'année "n" sera :

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

Où :

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance.

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autre part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation.

I.3.8. Modèle Gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

I.3.9. Modèle Des Facteurs De Croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine - destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants

- Le taux de motorisation des véhicules légers
- Le nombre d'emplois.
- La population de la zone

I.4. CALCUL DE LA CAPACITE :

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée, La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

- Des distances de sécurité (en milieu urbain, ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, où la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.

I.4.1. Détermination de Nombre de Voies :

Le choix du 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.

I.4.2. Calcul de TJMA Horizon :

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

$$TJMA_{horizon} = (1 + \tau)^n \times TJMA_{service}$$

TJMA service : trafic journalier moyen à l'année de mise en service.

τ : taux d'accroissement annuel.

n : nombre d'années à partir de l'année de mise en service.

I.4.3. Calcul du Trafic Effectif :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (uvp) en fonction de type de routes et de l'environnement (en plaine, vallonné ou montagneux).

Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence (P) pour convertir les PL en uvp (tableau ci-dessous).

Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{eff} = (1 - Z) + (P \times Z) \times TJMA_{horizon}$$

Z : le pourcentage de poids lourds.

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

TJMA_{horizon} : trafic journalier moyen à l'année horizon.

La présence des véhicules poids lourds réduit le débit des routes ainsi, l'encombrement des poids lourds est évalué comme P véhicules particulière, P variant et sa valeur est associée à la nature topographique du terrain et le nombre des voies d'une route. Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tableau I.1 : Coefficient d'équivalence P

Environnement	E 1 (Plaine)	E 2 (Vallonné)	E 3 (Montagneux)
Route à Bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-11	16-24

I.4.4. Débit de Point Horaire Normal :

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

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

Q : Débit de pointe horaire ; [uvp/h]

n : Nombre d'heures, (en général $n=8$ heures) d'après le B40, on prend $(1/n)=0,12$

T_{eff} : Trafic effectif.

I.4.5. Débit Horaire Admissible :

On détermine le débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

C_{th} : capacité effective du profil en travers en régime stable par UVP/h.

$K1$: coefficient dépendant de l'environnement.

$K2$: coefficient réducteur de capacité traduisant la déférence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation.

Tableau I.2 : Valeurs de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0,75	0,85	0,90-0,95

Tableau I.3 : Coefficient de réduction de capacité K2.

Environnement ^t PTP66-	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau I.4 : Capacité effective par voie.

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

Calcul de Nombre de Voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

$$Q_{adm} \geq Q$$

On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir :

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$N = S \cdot Q / Q_{adm}$$

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie

I.5. APPLICATION AU PROJET :

Le comptage manuel et l'analyse détaillée des mesures de trafic effectuées dans le périmètre de l'étude nous permettent d'aboutir à des informations sur le trafic, tels que :

- *Le trafic journalier moyen*
- *Les compositions du trafic*

Une telle investigation nous sera d'une grande utilité pour le dimensionnement adéquat de la chaussée, des accotements et des ouvrages de drainage ainsi que pour examiner les possibilités d'aménagement en fonction du trafic et des contraintes.

I.5.1. Comptage de trafic :

Une campagne de comptages manuels a été organisée durant le mois de janvier 2023, sur la section de la RN102 au niveau de TAMLOUKA :

Les postes de comptage sont localisés aux endroits utilisés sur la figure ci-dessous.

I.5.2. Projet :

Etude de l'évitement de la ville de TAMLOUKA

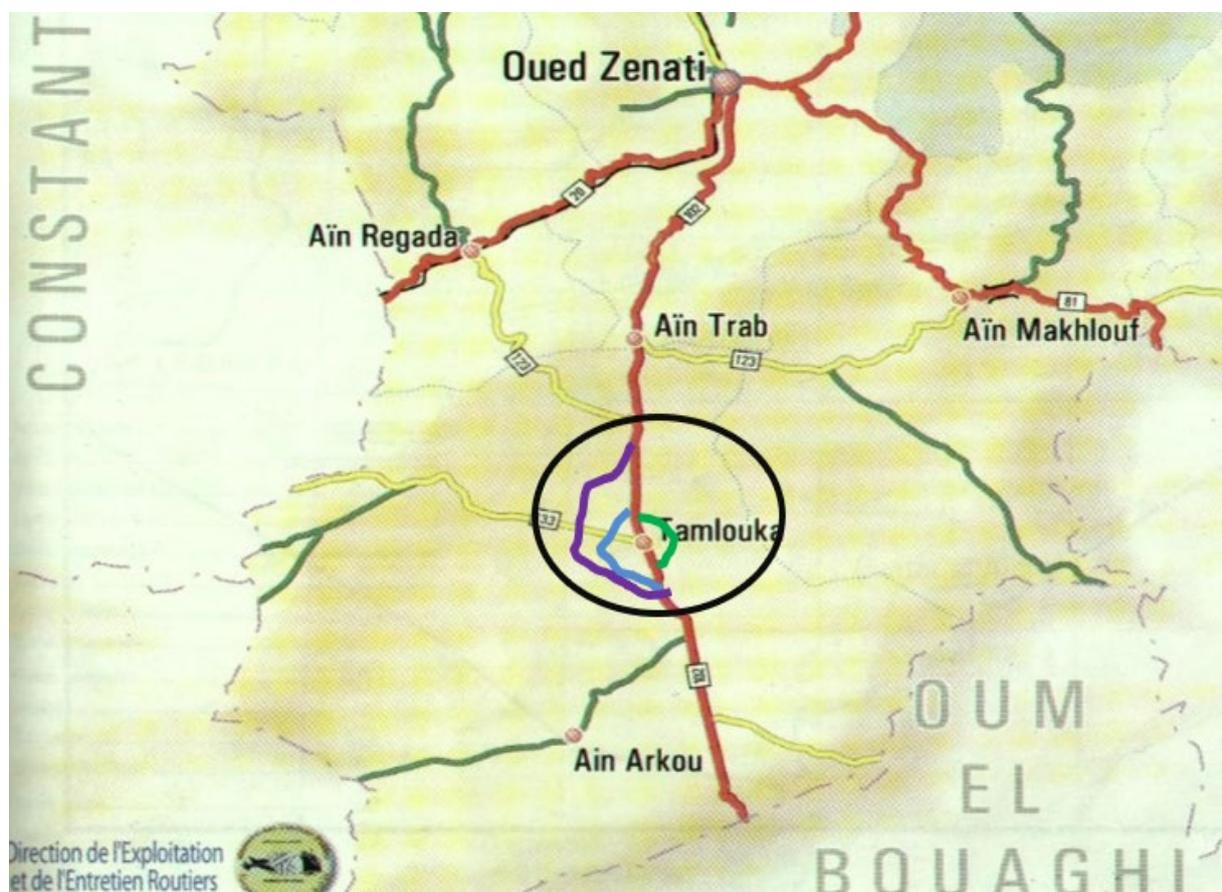


Figure I.5 : - zone d'étude –

I.5.3- Localisation des Variantes :

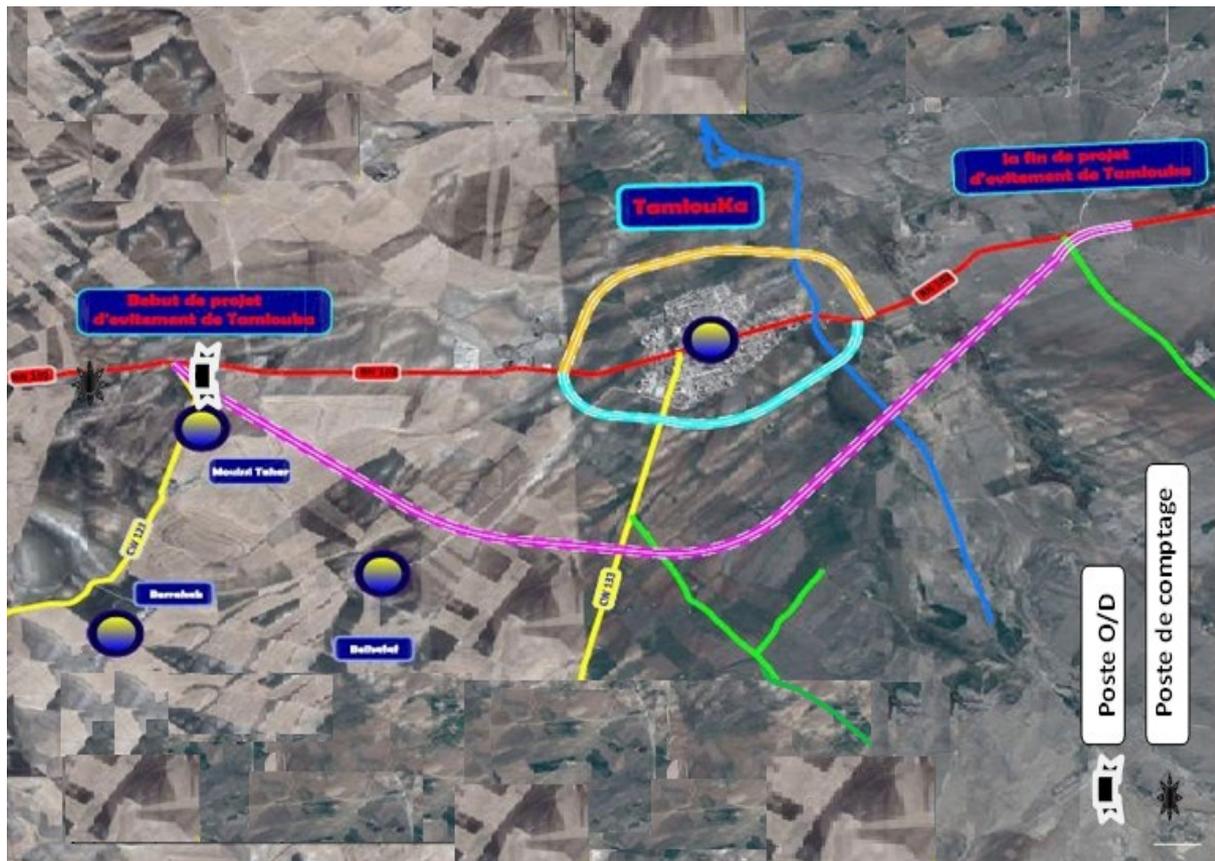


Figure I.6 : Plan Synoptique

Les comptages se sont déroulés de 07H à 18 H.

Les comptages ont été réalisés par les membres du personnel du bureau d'étude SETS.

L'enregistrement des véhicules se faisait par tranche d'une demi-heure en distinguant les catégories suivantes :

- ✓ P1 *Véhicules légers particuliers*
- ✓ P2 *Véhicules légers utilitaires*
- ✓ P3 *Bus*
- ✓ P4 *Camions légers*
- ✓ P5 *Poids lourds*
- ✓ P6 *Ensemble articulé*

Pour pouvoir effectuer des comparaisons, les véhicules sont agrégés selon 2 variables, TV (tous véhicules) et UVP (unité de véhicules particuliers) :

$$TV = P1+P2+P3+P4+P5+P6$$

$$UVP = P1+1.5* P2+2*(P3+p4) +2.5*(P5+P6)$$

I.5.4. Résultats des comptages :

Les résultats détaillés sont présentés ci-dessous, une synthèse par poste de comptage est présentée dans le tableau qui suit.

Tableau I.5 : Section déviation de TAMLOUKA

La section	Typologie de véhicule			
	Véhicule particulier	Véhicule utilitaire	Minibus et autocar	Petit, grand camion et ensemble articulé
7 à 9	1281	399	21	287
9 à 11	3089	616	196	495
11 à 13	2324	462	70	392
13 à 15	1645	476	28	329
15 à 17	1 253	441	70	301
18	2 142	574	42	259
total	11 734	2 968	427	2063
Total général	17 192			

I.5.5. Analyse catégorielle :

Ce volet a pour but d'analyser la répartition du trafic des sections sur RN102 par type de véhicules

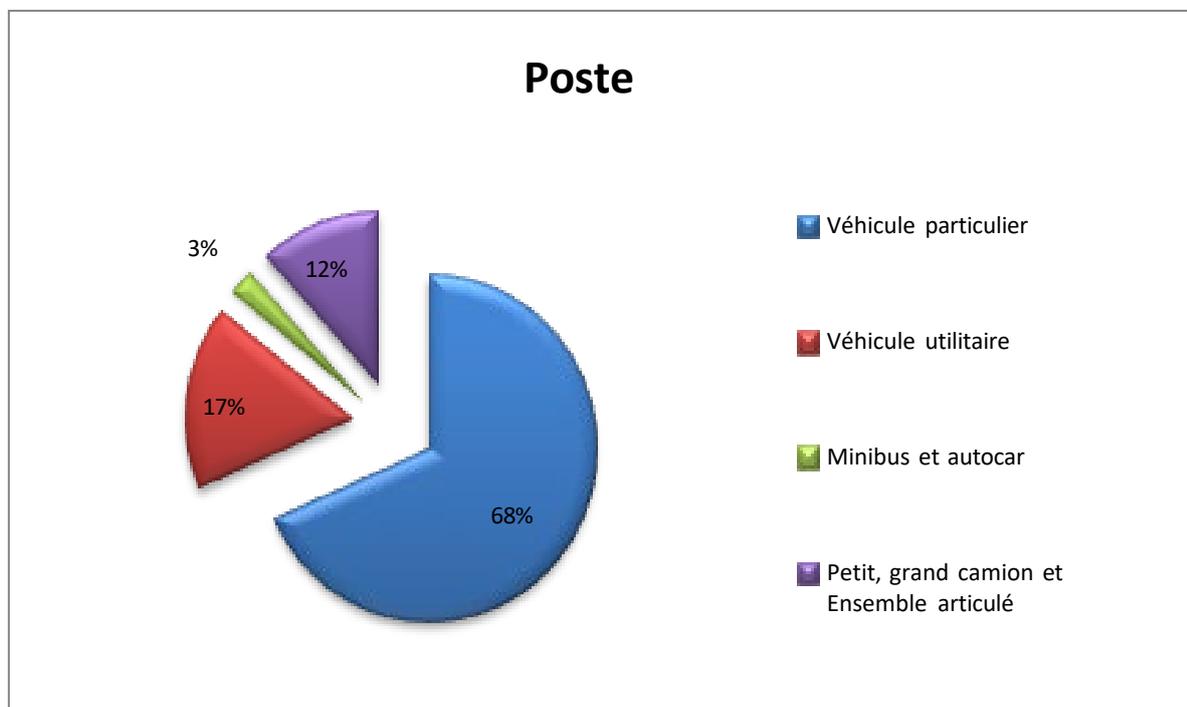


Figure I.7 : analyser la répartition du trafic

Ces graphiques montrent :

- ✓ La proportion des véhicules légers (VL) est prépondérante dans les sections RN102
- ✓ Le pourcentage des poids lourds est environ (12%).

I.5.6. Estimation du trafic journalier moyen annuel de 2023 :

- Les comptages de trafic ont été réalisés entre 07 H et 18 H. Les résultats obtenus doivent être donc redressés pour couvrir également la période afin d'être représentatif de la journée entière avant de passer au calcul des moyennes journalières/ annuelles.
- Le redressement journalier prendra en compte le trafic nocturne et le trafic des premières heures du matin. Le trafic non compté ayant circulé entre 19 H et 7 H est estimé à 30% du trafic diurne mesuré sur les axes à forte densité et à 20% du trafic mesuré sur les autres axes routiers. Les facteurs de redressement journalier sont donc de 1,30 et de 1,20.
- On opte pour un coefficient de redressement de 1,20.
- Lors des études de trafic, on distingue en fonction de l'origine de la destination des véhicules les catégories suivantes :
 - ✓ **Le trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée, il est susceptible d'être intéressé par certains aménagements tels qu'une déviation par exemple.
 - ✓ **Le trafic d'échange** : origine et destination sont à l'intérieur de la zone étudiée, l'autre à l'extérieur
 - ✓ **Le trafic local** : interne qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.6: Les résultats d'Estimation du trafic journalier

	Poste 01	Taux de déviation	Trafic attendu
VL	15 129	60%	9 078
PL	2 063	90%	1 857

- * Le TMJA des VL et des PL sont respectivement **9 078 veh** et **1 857 Veh**. Avec un pourcentage de **PL=12%**.

Enfinement : On trouve **TJMA2023 =10 935 V/J**

Données de base :

Le trafic à l'année 2023 **TJMA2023=10 935 V/J**

Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$.

Le pourcentage de poids lourds $Z = 12\%$

L'année de mise en service sera en **2028**

La durée de vie estimée de **20 ans**

Environnement **E1** et la catégorie **C2**

▪ Calcul de TJMA de l'année de mise en service

$$TJMA_{2028} = (1 + \tau)^5 \times TMJA_{2023}$$

$$TJMA_{2028} = (1 + 0,04)^5 \times 10\,935$$

$$TJMA_{2028} = 13\,304 \text{ v/j}$$

▪ Calcul de TJMA de l'année horizon (2048)

$$TJMA_{2048} = (1 + \tau)^{20} \times TJMA_{2028}$$

$$TJMA_{2048} = (1 + 0,04)^{20} \times 13\,304$$

$$TJMA_{2048} = 29\,151 \text{ v/j}$$

▪ Calcul des trafics effectifs

$$T_{\text{eff}} = (1 - Z) + (P \cdot Z) \times TJMA_{2048}$$

$$T_{\text{eff}2048} = (1 - 0,12) + (4 \times 0,12) \times 29\,151$$

$$T_{\text{eff}2048} = 39\,645 \text{ uvp/j}$$

▪ Débit de point horaire année horizon (2048)

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

Avec : $(1/n)$: coefficient de point horaire pris est égale à 0,12 ($n = 8$ heures).

$$Q = 0,12 \times 39\,645 = 4\,757 \text{ uvp/h/sens}$$

$$Q_{2048} = 4\,757 \text{ uvp/h}$$

▪ Débit admissible

Le débit que supporte une section donnée :

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

Avec : $K_1 = 0,75$ pour (E1)

$K_2 = 1,00$ pour (E1, C2)

C_{th} : Capacité théorique (uvp/h)

La capacité d'une chaussée dans ce cas doit être : $1500 < C_{th} < 1800$ uvp/h/sens

Si on prend $C_{th} = 1800$, le débit horaire admissible sera donc :

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1,00 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/h}$$

- Détermination de nombre de voies cas d'une Route à chaussées séparées.

$$N = S \times (Q_{2048}/Q_{adm})$$

Avec : S : Coefficient de dissymétrie, en général égal à (2/3)

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{4757}{1350} = 2,34 \approx 2$$

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

- Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies

$$T_{eff\ 2028} = [(1-z) + (p \times z)] \times TJMA_{2028}$$

$$T_{eff\ 2028} = [(1 - 0,12) + (2 \times 0,12)] \times 13304$$

$$T_{eff\ 2028} = 14\ 900 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2028} = 0,12 \times 14\ 900 = 1\ 788 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2028} = 1\ 788 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 1\ 350$$

$$Q_{saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2028}$$

$$Q_{saturation} = 5\ 400 \text{ uvp/h}$$

$$n = \frac{\log\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2028}}\right)}{\log(1 + \tau)} \Rightarrow \frac{\log\left(\frac{5\ 400}{1\ 788}\right)}{\log(1 + 0,04)} = 28,24$$

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

L'évitement de la Ville de TAMLOUKA Sera saturée dans 28 ans après la mise en service

l'année de saturation sera donc en : 2056

Tableau I.7 : Récapitulatif des résultats obtenus.

<i>TJMA₂₀₂₈</i> (v/j)	<i>TJMA₂₀₄₈</i> (v/j)	<i>Teff₂₀₂₈</i> (uvp/j)	<i>Teff₂₀₄₈</i> (uvp/j)	<i>Q₂₀₂₈</i> (uvp/h)	<i>Q₂₀₄₈</i> (uvp/h)	<i>N</i> (voies)
13 304	29 151	14 900	39 645	1 788	4 757	2

Sur la base des résultats obtenus, il a été conclu qu'une conception conforme à la norme B40 nous fournissait une route composée de (2×2 voies) bidirectionnelles.

Le manuel 'B40 - normes techniques d'aménagement des routes', établit les normes techniques régissant les routes algériennes. Elles sont classées en Cinq (05) catégories, correspondant aux buts économiques et administratifs des itinéraires retenus.

La route en projet est de catégorie 2, et d'environnement E1.

L'environnement, en association avec la catégorie des routes, conduit la détermination de la vitesse de référence VR et donc l'établissement des éléments géométriques du projet.

On retient :

- ☞ Vitesse de base : 80 km/h
- ☞ Catégorie : C2
- ☞ Environnement : E1
- ☞ Pente maximale : 7%

CHAPITRE II

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

II. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES :

II.1. TRACE EN PLAN :

II.1.1. Introduction :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

Le tracé en plan de route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale.

Le tracé en plan d'une route constitué en général par une succession des alignements droits et des d'arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonnes sécurités et de confort.

II.1.2. Définition :

Le tracé en plan, appelé aussi tracé horizontal ou encore tracé en situation, est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. Il est constitué par une succession de droites, d'arcs de cercle et de courbes de raccordement.

La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, doit en premier lieu permettre de réserver une proportion convenable de zones où la visibilité est suffisante pour permettre le dépassement. Simultanément, on doit éviter l'effet de monotonie et réduire en conduite nocturne le temps d'éblouissement par les phares lié aux grands alignements droits.

II.1.3. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour des raisons techniques et économiques, le tracé en plan doit répondre à certaines conditions telles que :

- ✓ *Respecter les normes de la B40.*
- ✓ *Respecter l'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.*
- ✓ *S'inscrire dans le balayage du levé topographique.*
- ✓ *Respecter la longueur minimum des alignements droits si possible.*
- ✓ *Eviter de dépasser la longueur maximale des alignements droits pour éviter la monotonie de parcours et l'éblouissement des phares pendant la nuit.*

- ✓ *Eviter de passer sur les terrains agricoles et les zones forestières.*
- ✓ *Eviter au maximum des propriétés privées.*
- ✓ *Eviter de franchir des oueds afin de minimiser le nombre des ouvrages d'art et si le franchissement est nécessaire éviter les ouvrages en biais.*
- ✓ *Eviter les sites sujets de la démolition du bâti pour des raisons économiques.*
- ✓ *Tenir compte problèmes géologiques.*
- ✓ *Eviter des contraintes de réseaux divers (lignes électriques, conduites de gaz, etc..)*
- ✓ *Utiliser si possible des rayons supérieurs aux valeurs minimales normales.*

II.1.4. Particularité de conception du dédoublement :

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcements et réhabilitation, pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- ✓ *L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à R_{Hnd} est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcout sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.*
- ✓ *Elargir autant que possible d'un seul côté ; cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation). Néanmoins, à ces avantages des inconvénients sont à prendre en charge, notamment en ce qui concerne, comment coller au maximum la chaussée nouvelle à l'ancienne en tout en respectant la largeur minimale de T.P.C. comment adopter l'axe nouveau à l'ancien sachant que ce dernier peut ne pas être conforme aux normes techniques (rayons au-dessous du minimum).*

Enfin pour les sections bordées d'habitation, nous avons préconisé de :

- ✓ *Utiliser au maximum la plateforme existante en se collant sur l'existant*
- ✓ *Elargir des deux côtés si ces mesures s'avèreraient insuffisantes.*

II.2. ÉLÉMENTS DU TRACE EN PLAN :

La disposition générale du tracé est dans ses grandes lignes déterminées par un ensemble de contraintes identifiées dans le cadre des études préalables et relevant des domaines de l'environnement, de la topographie, de la géologie ou de l'habitat croisées avec les fonctionnalités attendues de la voie (localités à desservir, points de passage obligés pour le tracé, etc.)

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liantes vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de chaussée (comprenant l'effet des forces centrifuges). Il faut tenir compte également de l'influence des facteurs physiologiques intervenant lors de la conduite et éventuellement des problèmes de visibilité (il faut rendre visible une certaine longueur de trajet pour pouvoir conduire).

Le tracé en plan comporte :

- *Des alignements droits*
- *Des arcs de cercle*
- *Des arcs de courbe à courbure progressive : essentiellement des arcs de clothoïde.*

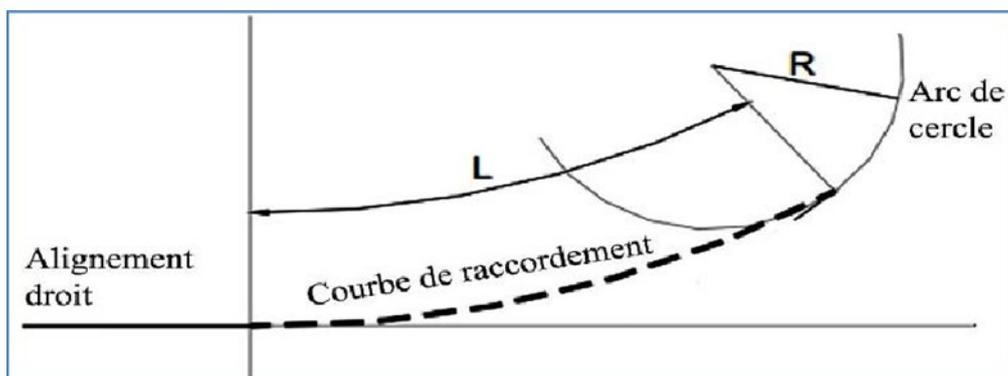


Figure II-1 : élément du tracé en plan

II.2.1. Les alignements droits

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

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu, les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

Une longueur minimale d'alignement L_{min} devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

- La longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{min} = 5 V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

$$L_{max} = 60V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

II.2.2. Arcs de cercle :

Il est bien de rappeler que pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur à RH_m (rayon minimum absolue), on utilise alors autant que possible des valeurs supérieures ou égale à RH_m .

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

II.2.2.1. Stabilité des Véhicules en Courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons et augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal. Les rayons en plans dépendent des facteurs suivants :

- Force centrifuge F_c .
- Poids de véhicule P .
- Accélération de la pesanteur G .
- Dévers d .

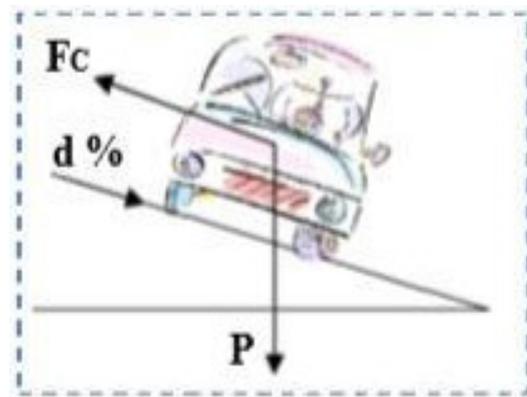


Figure II.2 : Stabilité des Véhicules en Courbe

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

a. Rayon Horizontal Minimal Absolu (RHm) :

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

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal.

f_t : coefficient de frottement transversal.

On a :

$$d_{max} = 7 \% \quad \text{cat 1-2}$$

$$d_{max} = 8 \% \quad \text{cat 3-4}$$

$$d_{max} = 9 \% \quad \text{cat 5}$$

NB : Il est bien de rappeler que pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur à RHm (rayon minimum absolue), on utilise alors autant que possible des valeurs supérieures ou égale à RHm.

b. Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon doit permettre à des véhicules dépassant Vr de 20 km/h de rouler en sécurité.

Le dévers associé $d_{max} - 2 \% = 5\% \text{ cat 1 à 4}$

$$d_{max} - 3\% = 6 \% \text{ cat 5}$$

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

Dans la réalité ,pour chaque catégorie, on lui associe un dévers réel :

$$d = 5 \% \quad \longrightarrow \quad V \leq 80 \text{ Km/h}$$

$$d = 4 \% \quad \longrightarrow \quad V > 80 \text{ Km /h}$$

Tableau II.1 : Valeur du dévers – Norme B40

Catégorie	Environnement	Dévers	
		Maximum	Associé
1-2	1-2-3	7	5
3-4	3	7	5
3-4	1-2	8	6
5	1-2-3	9	6

c. Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

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

Dévers associé $d_{min} = 2,5 \% \text{ en cat 1 - 2}$

$$d_{min} = 3 \% \text{ en cat } 3 - 4 - 5$$

d. Rayon minimal non déversé (RHnd) :

C'est le rayon non déversé tel que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de devers égal à d_{min} vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

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

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

Avec : $f' = 0,06$ pour cat 1 et 2

$f' = 0,07$ pour cat 3

$f' = 0,075$ pour cat 4 et 5

II.2.2.2. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm , on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à RHn .

- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.

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

☞ **Si : $RHm < R < RHn$**

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

☞ **Si : $RHN < R < RHd$**

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

Le manuel 'B40 - normes techniques d'aménagement des routes ', établit les normes techniques Régissant les routes algériennes. Elles sont classées en Cinq (05) catégories, correspondant aux buts économiques et administratifs des itinéraires retenus.

La route en projet est de catégorie 2, et d'environnement E1.

L'environnement, en association avec la catégorie des routes, conduit la détermination de la vitesse de référence VR et donc l'établissement des éléments géométriques du projet.

On retient :

- ✓ Vitesse de base : 80 km/h
- ✓ Catégorie : C2
- ✓ Environnement : E1
- ✓ Pente maximale : 7%

Pour notre projet ,la vitesse de base est de 80 Km/h. D'après le règlement 'B40', on a le tableau suivant :

Tableau II.2: Rayons du tracé en plan.

<i>Paramètres</i>	<i>symboles</i>	<i>valeurs</i>
Vitesse de base (km/h)	<i>VB</i>	80
Rayon horizontal minimal (m)	<i>RHm (7%)</i>	250
Rayon horizontal normal (m)	<i>RHN (5%)</i>	450 (492)
Rayon horizontal déversé (m)	<i>RHd (2, 5%)</i>	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	<i>RHnd (-2, 5%)</i>	1400

II.2.3. 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 ($R = \text{infini}$) à l'extrémité de l'alignement à la courbure $1/R$ au début du cercle du virage.

II.2.3.1. Rôles et nécessités dès les courbes de raccordement :

- a) Stabilité transversale des véhicules.
- b) Confort des passagers des véhicules.
- c) Transition de la forme de la chaussée.
- d) Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

II.2.3.2. Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois (03) courbes suivantes :

a. Parabolique 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).

b. Lemniscate :

Cette courbe utilise pour certains problèmes de tracés de routes par exemple

« *trèfle d'autoroute* » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

c. Clothoïde :

Parmi les courbures 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 donné :

$$A^2 = RL$$

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.

II.2.3.3. Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L .

$$K = C \cdot L ; \quad K = \frac{1}{R}$$

On pose: $\frac{1}{C} = A^2 \quad \longrightarrow \quad L \cdot R = A^2$

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

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

L : longueur de la branche de la Clothoïde

X_m : Abscisse du centre du cercle

K_t : Extrémité de la Clothoïde

A : Paramètre de la Clothoïde

K_A : Origine de la Clothoïde

τ : Angle des tangentes

SL : Corde ($K_A - K_t$)

M : Centre de cercle

X : Abscisse de K_t

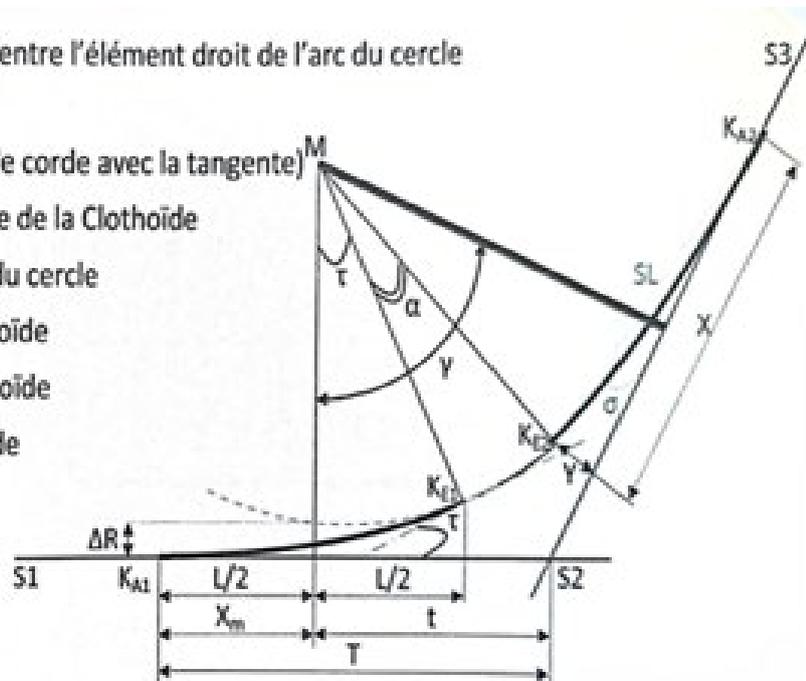


Figure II.3 : éléments de Clothoïde

II.2.4. Les Conditions de Raccordement :

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

a. Condition de confort optique :

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

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

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \geq \tau 1/18 \text{ rad.}$$

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

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

Règle générale (B40) :

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

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

Pour : $R > 5000 \text{ m} \Rightarrow \Delta R$ limité à $2,5 \text{ m}$ soit $L = 7,7\sqrt{R}$

b. Condition de confort dynamique :

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

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

$$Kg = g/0.2VB.$$

Avec une gravitation $g = 9.8 \text{ m/s}$.

VB : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

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

c. Condition de gauchissement :

Cette condition a pour but de s'assurer que la voie à un aspect satisfaisant, notamment dans les zones de variation de dévers (Δd en%), ce qui limite la pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe. Cette pente est limitée à :

$$\Delta p = \frac{0,5}{Vr}$$

$$L \geq \frac{l \times Vr \times \Delta d}{50}$$

Cependant, $\Delta P \geq 0,5\%$ afin d'assurer un écoulement satisfaisant des eaux.

La vérification des deux conditions de 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%.

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot \Delta d \cdot Vr$$

Δd : exprimé en valeur réelle.

II.3. COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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

a. Courbe en S (ou à inflexion) :

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

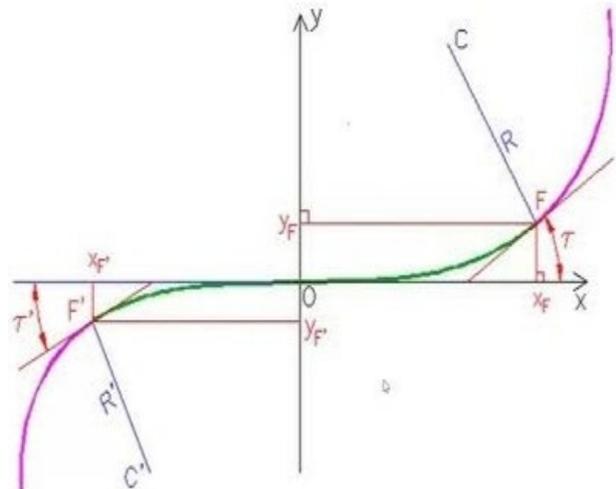


Figure II.4 : courbe en S

b. 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.

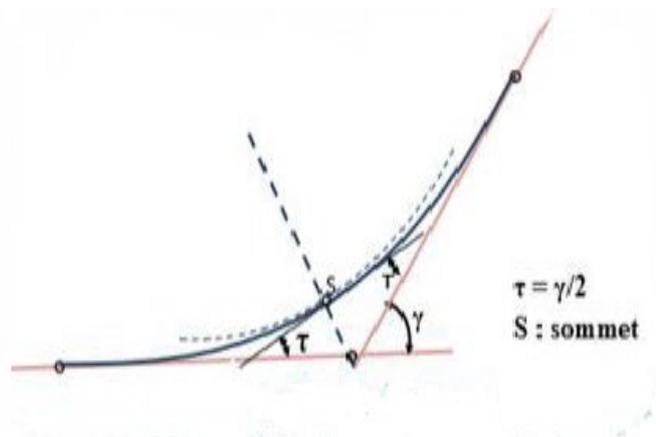


Figure II.5 : Courbe à sommet.

c. Courbe en C :

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

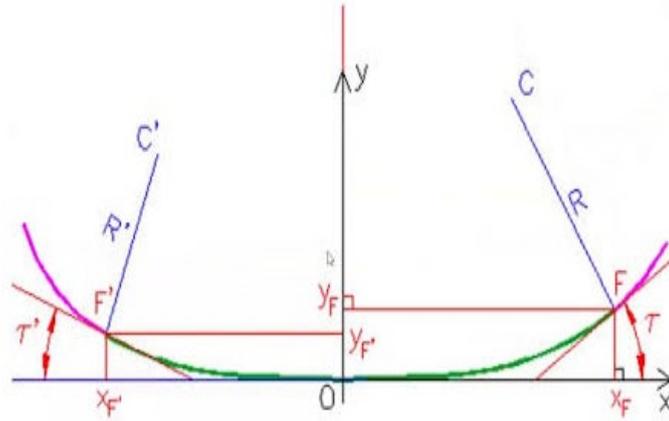


Figure II.6 : Courbe en C

d. Courbe en Ove :

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

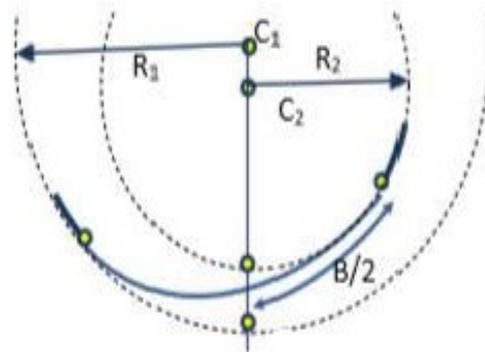


Figure II.7 : Courbe en Ove

II.4. LA VISIBILITE :

II.4.1. Objectif et méthode :

Les règles de comportement du conducteur dans les cas où les conditions de visibilité ne sont pas satisfaisantes. Il peut s'agir soit de conditions météorologiques défavorables (pluie, brouillard) soit de configurations physiques particulières (sommets de côte, intersections, virages).

Dans un souci de sécurité, mais également de confort, la conception géométrique des routes doit permettre d'assurer des conditions de visibilité satisfaisantes tant au droit des points singuliers qu'en section courante.

Une des tâches du concepteur routier est de rechercher un juste équilibre entre les besoins en visibilité et les contraintes spécifiques au projet.

Ces exigences dépendent de la vitesse pratiquée, du temps de réaction et de la distance nécessaire à la manœuvre visée.

II.4.2. La distance d'arrêt :

C'est la distance conventionnelle théorique nécessaire à un véhicule pour s'arrêter compte tenu de sa vitesse, calculée comme la somme de la distance de freinage et de la distance parcourue pendant le temps de perception réaction. En courbe, si R est inférieur à $5V$ (km/s), la distance de freinage augmentée est majorée de 25%.

Tableau II.3 : La distance d'arrêt

Vitesse du véhicule	40	60	80	100	120	140
Distance de freinage	15	35	60	105	170	250
Distance d'arrêt alignement droit	40	70	105	160	230	320
Distance d'arrêt en courbe	45	80	120	180	280	385

II.4.3. La distance de freinage :

C'est la distance conventionnelle nécessaire à un véhicule pour passer de sa vitesse initiale à 0. Elle ne correspond pas aux données des constructeurs automobiles et est fonction de la vitesse initiale, de la déclivité et du coefficient de frottement longitudinal (valeur comprise entre 0 et 1). Ce dernier, de par ses hypothèses de calcul, offre des marges de sécurité importantes pour la majeure partie des situations.

II.4.4. La visibilité sur un virage :

La distance nécessaire peut être estimée à la distance parcourue en 3 secondes à la vitesse V_{85} (m/s) et mesurée entre le point d'observation : l'œil du conducteur (hauteur I_m , 2 m du bord droit de la chaussée) et le point observé (Hauteur 0 m sur l'axe de la chaussée au début de la partie circulaire du virage).

II.5. 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.

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

- ✓ Détermination de la longueur de clothoïde L .
- ✓ Calcul le paramètre A

- ✓ Calcul des gisements,
- ✓ Calcul de l'angle comprimé entre les alignements.
- ✓ Calcul de la tangente T.
- ✓ Vérification du non- chevauchement.
- ✓ Calcul de l'arc dans le cercle.
- ✓ Calcul des coordonnées de points particuliers.

II.6. PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Suivant le règlement des normes Algériennes B40 et pour un environnement E1 catégorie C2 et une vitesse 80km/h on définit les paramètres suivants :

Tableau II.4 : paramètres fondamentaux

<i>Paramètres</i>	<i>Symboles</i>	<i>Valeurs</i>
<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>V</i>	80
<i>Longueur minimale (m)</i>	<i>L min</i>	83
<i>Longueur maximale (m)</i>	<i>L max</i>	1000
<i>Devers minime (%)</i>	<i>d min</i>	2.5
<i>Devers maximum (%)</i>	<i>d max</i>	7
<i>Temps de perception de la réaction (s)</i>	<i>T 1</i>	2
<i>Frottement transversal</i>	<i>F 1</i>	0.13
<i>Distance de freinage (m)</i>	<i>d₀</i>	60
<i>Distance d'arrêt (m)</i>	<i>d₁</i>	105
<i>Distance de visibilité de dépassement Minimal (m)</i>	<i>Dd</i>	320

II.7. EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUELLEMENT : (Tableau II.5)

<i>Vr = 80 km/h</i>	<i>X(m)</i>	<i>Y(m)</i>	<i>R(m)</i>
<i>S0</i>	331 791,252	4 004 048,502	650
<i>S1</i>	331 988,28	4 004 244,395	
<i>S2</i>	332 190,13	4 004 329,23	

II.7.1. Condition de confort optique :

Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2 = L \times R$

Détermination de L :

$$\frac{R}{3} \leq A_{min} \leq R \quad d'ou \quad 216,66 \leq A_{min} \leq 650$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{comme } R = 650 \leq 1500$$

$$\Delta R = 1 \text{ (éventuellement } 0,5m) \quad \text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 650 \times 1}$$

$$\text{Donc } L \geq 125m$$

II.7.2. Condition de confort dynamique :

$$(RHn = 450) \leq (R = 650) \leq (RHd = 1000) \quad \text{Donc :}$$

$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \frac{d_{min} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHn}} = 0.036 = (3.6 \%)$$

$$\Delta d = d + 2,5 = 6.1 \%; \quad Vr = 80 \text{ Km/h}; \quad R = 650 \text{ m}$$

$$L \geq \frac{Vr^2}{18} \cdot \left(\frac{Vr^2}{127.R} - \Delta d \right) = \frac{80^2}{18} \cdot \left(\frac{80^2}{127.650} + 0,061 \right) = 5,87 \text{ m} \approx 6 \text{ m}$$

II.7.3. Condition de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \times 6.1 \times 80 \quad \Rightarrow L = 67.77 \text{ m}$$

$$L = \max (125 ; 6 ; 67,77) \quad \text{Donc on prend : } L = 125 \text{ m}$$

$$A = \sqrt{L \times R}$$

$$A = \sqrt{125 \times 650} = 285,04 \quad \text{on prend: } A = 286 \text{ m}$$

II.7.4. Calcul des Gisements :

$$S_0S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 197,028 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 195,893 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$S_1S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S2} - X_{S1}| = 201,850 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 84,835 \text{ m} \end{array} \right.$$

D'où :

$$G_{S_0}^{S_1} = 100 + \operatorname{arc\,tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 150,18 \text{ grades} \quad \text{Donc : } G_{S_0}^{S_1} = 150,18 \text{ grades}$$

$$G_{S_1}^{S_2} = 100 + \operatorname{arc\,tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 174,67 \text{ grades} \quad \text{Donc : } G_{S_1}^{S_2} = 174,67 \text{ grades}$$

1- Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{S_1}^{S_2} - G_{S_0}^{S_1}| = 24,49 \text{ grades} \quad \text{Donc : } \gamma = 24,49 \text{ grades}$$

2- Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{125}{2 \times 650} \times \frac{200}{\pi} = 6,12 \text{ grades} \quad \text{Donc : } \tau = 6,12 \text{ grades}$$

3- Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 6,12 \text{ grades}$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{24,49}{2} = 12,25 \text{ grades} \quad \text{Donc : } \tau < \frac{\gamma}{2} \Rightarrow \text{pas de chevauchement}$$

4- Calcul des distances :

$$\overline{S_1 S_0} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{197,028^2 + 195,893^2} = 277,84 \text{ m}$$

$$\overline{S_2 S_1} = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{201,850^2 + 84,835^2} = 218,95 \text{ m}$$

5- Calcul de la tangente T :

On a :

$$\frac{L}{R} = \frac{125}{650} = 0,19$$

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{125^2}{24 \times 650} = 1,001 \text{ m}$$

$$X = L \left(1 - \frac{L^2}{40R^2} \right) = 125 \left(1 - \frac{125^2}{40 \times 650^2} \right) = 124,88 \text{ m}$$

$$Y = \frac{L^2}{6R} = \frac{125^2}{6 \times 650} = 4,00 \text{ m}$$

$$X_m = X - R \cdot \sin \tau = 124,88 - 650(\sin 6,12) = 62,49 \text{ m}$$

$$T = X_m + (R + \Delta R) \tan\left(\frac{Y}{2}\right) = 62,49 + (650 + 1,001) \times \tan\frac{24,49}{2} = 189,27m$$

Donc : $T = 189,27 m$

6- Calcul de des coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{124,88^2 + 4^2} = 124,94 m$$

7- Calcul de σ :

$$\sigma = \text{arc tan}\left(\frac{Y}{X}\right) = \text{arc tan}\left(\frac{4,00}{124,88}\right) = 2,04 \text{ grades}$$

8- Calcul de l'arc :

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{[\pi R(Y-2\tau)]}{200} = \frac{[\pi 650(24,49-2 \times 6,12)]}{200} = 125,01 m$$

9- Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{S0} + (S0 S1 - T) \sin(G_{S0}^{S1}) \\ Y_{KA1} = Y_{S0} + (S0 S1 - T) \cos(G_{S0}^{S1}) \end{cases}$$

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = 331\,791,252 + (197,028 - 189,27) - \sin 150,18 = 331\,798,305 m \\ Y_{KA1} = 4\,004\,048,502 + (197,028 - 189,27) - \cos 150,18 = 4\,004\,056,969 m \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \times \sin(G_{S0}^{S1} - \delta) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \times \cos(G_{S0}^{S1} - \delta) \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = 331\,798,305 + 124,94 \times \sin(150,18 - 2,04) = 331\,889,194 m \\ Y_{KE1} = 4\,004\,056,969 + 124,94 \times \cos(150,18 - 2,04) = 4\,003\,971,242 m \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{S1} + T \times \sin(G_{S1}^{S2}) \\ Y_{KA2} = Y_{S1} + T \times \cos(G_{S1}^{S2}) \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = 331\,988,28 + 189,27 \times \sin 174,67 = 332\,061,616 m \\ Y_{KA2} = 4\,004\,244,395 + 189,27 \times \cos 174,67 = 4\,004\,069,91 m \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL \times \sin(G_{S1}^{S2} + \delta) \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL \times \cos(G_{S1}^{S2} + \delta) \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE1} = 332\,061,616 - 124,94 \times \sin(174,67 - 2,04) = 332\,009,540 \text{ m} \\ Y_{KE1} = 4\,004\,069,91 - 124,94 \times \cos(174,67 - 2,04) = 4\,004\,183,48 \text{ m} \end{cases}$$

Les résultats de calcul manuel résumé dans le tableau suivant : (Tableau II.6)

<i>Point</i>	<i>Abscisse (X)</i>	<i>Coordonnée (Y)</i>
<i>KA1</i>	<i>331 798,305</i>	<i>4 004 056,969</i>
<i>KE1</i>	<i>331 889,194</i>	<i>4 003 971,242</i>
<i>KA2</i>	<i>332 061,616</i>	<i>4 004 069,91</i>
<i>KE2</i>	<i>332 009,540</i>	<i>4 004 183,48</i>

II.8. PROFIL EN LONG :

II.8.1 Définition :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc, il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

II.8.2. Règle à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe, on va citer les règles qu'il faut tenir en compte, sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- ✓ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✓ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

- ✓ *Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.*
- ✓ *Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nuls dans une pente du profil en long.*
- ✓ *Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.*
- ✓ *Eviter une hauteur excessive de remblai.*
- ✓ *Pour assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment.*
- ✓ *Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et d'arcs à courbures progressives de très grand rayon.*
- ✓ *Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.*
- ✓ *Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.*

II.8.3. Procédure du tracé :

- *Choix du plan horizontal de référence (plan de comparaison).*
- *Définir le terrain naturel tracé + cotes.*
- *Définir de projet : tracé + cotes.*
- *Numéroté la position des profils en travers.*
- *Indiquer les distances (partielles et cumulées).*
- *Indiquer la déclivité du projet.*
- *Indiquer les caractéristiques géométriques du projet : alignement et courbe.*

II.8.4. Détermination pratique du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2 R Y = 0$$

À l'équation de la parabole $X^2 - 2 R Y = 0$ \longrightarrow $Y = \frac{x^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- *Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.*
- *Donnée la pente P1 de la droite (AS).*
- *Donnée la pente P2 de la droite (DS).*
- *Donnée le rayon R.*

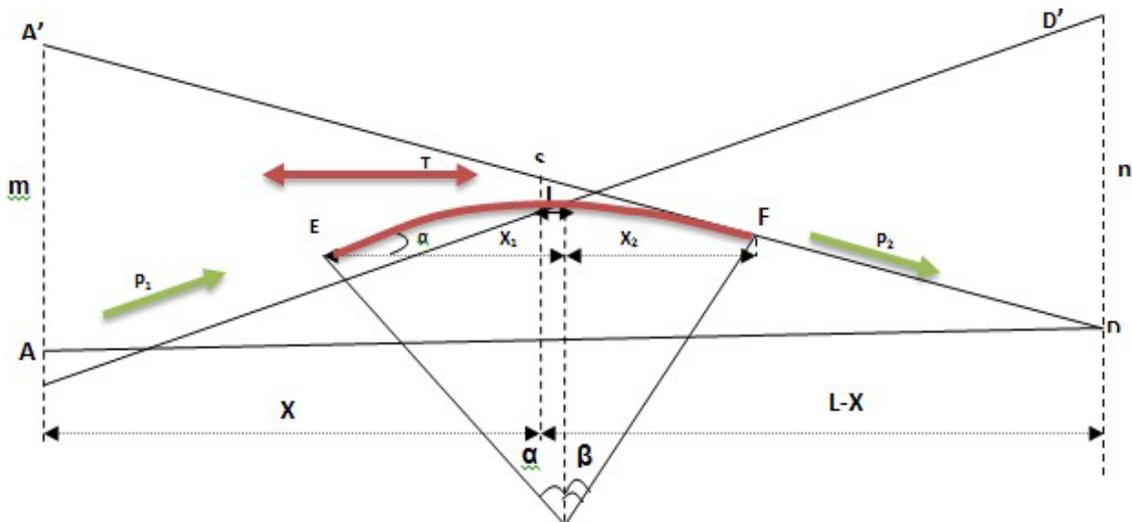


Figure II.8 : Détermination pratique du profil en long

II.8.5. Elément géométrique du profil en long :

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques caractérisés par leur rayon. Et des raccordements paraboliques caractérisés par leur rayon.

Les types de rayons :

- ✓ Les rayons en angles rentrants (concaves).
- ✓ Les rayons en angle saillant (convexes).

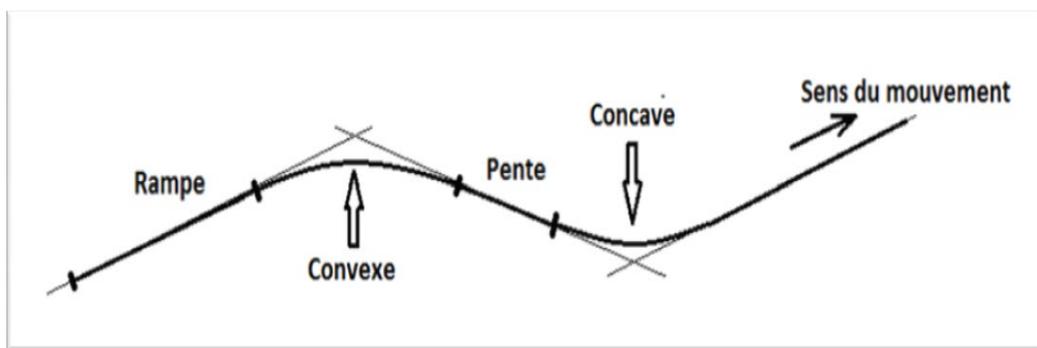


Figure II.9 : Profil en long.

1. Les rayons en angle saillant (convexes) :

Les rayons correspondants doivent être dimensionnés au regard des contraintes de sécurité et de visibilité. En fonction des caractéristiques du tracé en plan, on s'attachera à garantir la visibilité sur obstacle ou pour dépassement.

- Dans le cas d'une chaussée unidirectionnelle :

$$Rvm_1 = \frac{d_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{(h_0 \times h_1)})}$$

- Dans le cas d'une chaussée bidirectionnelle :

$$Rvm_1 = \frac{d_{md}^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{(h_0 + h_1)})}$$

2. Les rayons en angles rentrants (concaves) : Ces rayons ne posent pas de problèmes de sécurité majeurs mais, leur dimensionnement est essentiellement conditionné par des contraintes de confort dynamique, les conditions de visibilité nocturnes et l'évacuation des eaux de ruissellement.

Pour des raisons de confort dynamique et de confort visuel notamment, les paramètres géométriques des profils en long doivent respecter les caractéristiques limites résumées dans le tableau ci-après :

Tableau II.07 : les caractéristiques limites résumées

Catégorie de route	R80
Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant en (m)	3000
Rayon minimal en angle rentrent en (m)	2200

Dans ce cas, on applique la relation suivante :

$$R'vm = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 d_1}$$

II.8.6. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction).

Coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc. Pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriés doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

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

- ✓ *Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.*
- ✓ *Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.*

II.8.7. Déclivité du profil en long :

II.8.7.1. 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 de rampe pour les montées. Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence m des deux déclivités :

- *Raccordement pente- rampe ($m < 0$): arc concave.*
- *Raccordement rampe- pente ($m > 0$): arc convexe.*

■ **Déclivité minimale :**

Pour les déclivités minimales en profil en long, il n'est plus imposé en règle générale de valeur minimale, il soit nécessaire d'une déclivité de :

- *0.5% dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0.5%, s'il y a risque de verglas.*
- *Dans la longue section en déblai ; au moins 0.2% pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval.*
- *Au moins 0.2% dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.*

■ **Déclivité maximale :**

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

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

II.8.8. Les raccordements en profil en long :

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

II.8.8.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

1. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 / Rv < g / 40 \quad \text{avec} \quad g = 10 \text{ (m /s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

D'où :

$$Rv_{min} \geq 0,30 V^2 \quad (\text{cat 1-2}).$$

$$Rv_{min} \geq 0,23 V^2 \quad (\text{cat 3-4-5}).$$

Tel que :

Rv : c'est le rayon vertical (m) et V : vitesse de référence (km /h).

2. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

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

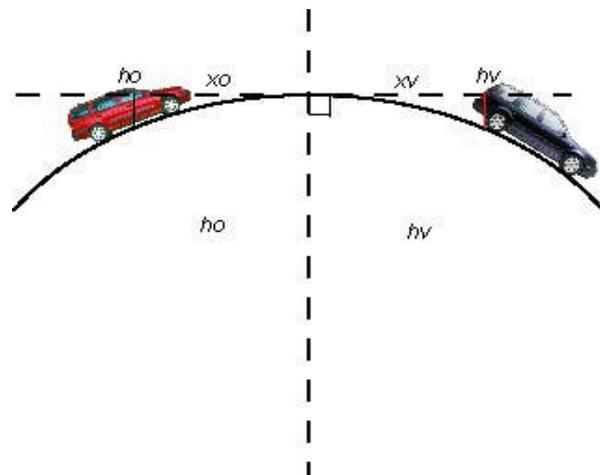


Figure II.10 : Visibilité en raccordement convexe

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$Rv \geq \frac{d^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 + h_1})} \approx 0.27D$$

- ☞ d : Distance d'arrêt (m).
- ☞ h_0 : Hauteur de l'œil (m).
- ☞ h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle :

$$h_0 = 1.1 \text{ m}, h_1 = 0.15 \text{ m}$$

On trouve : $Rv = a d_1^2$ $a = 0.24$ pour : cat 1-2

$$Rv = 0.24 d_1^2$$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base $Vb=100$ (Km/h) et pour la catégorie 1-2 on a :

$$R'vm = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 d_1}$$

II.9. PROFIL EN TRAVERS

II.9.1. Introduction :

Le profil en travers est le levé perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical. La plate-forme des routes comprend les chaussées, les accotements latéraux et éventuellement un terre-plein central.

Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assuré à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

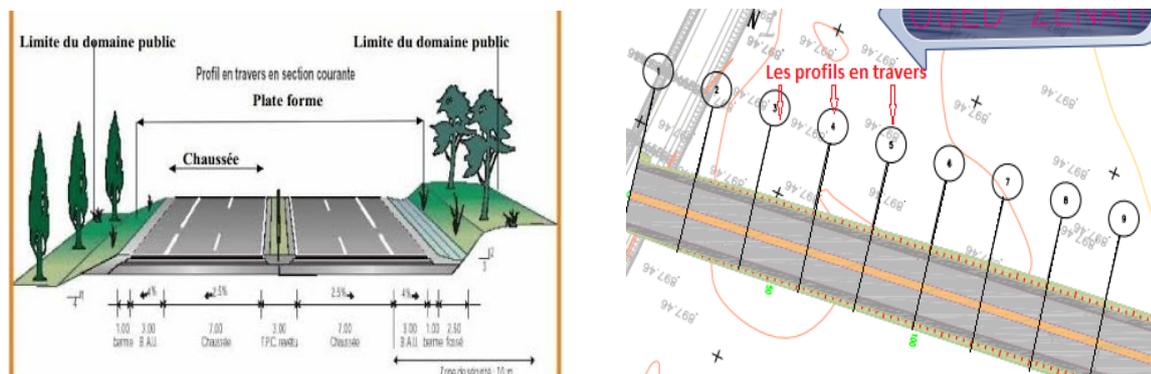


Figure II.11 : Profil en travers

II.9.2. Différent type de profil en travers :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers

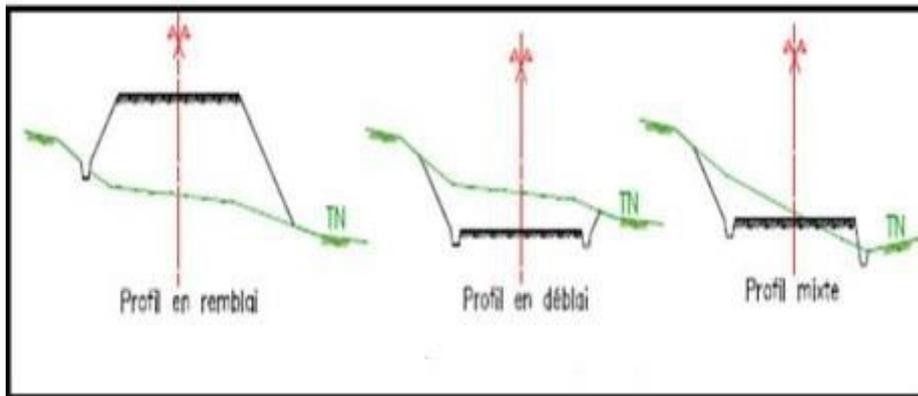


Figure II.12 : types de profil en travers

- Profil en travers type :

Est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une Manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs.

- Profil en travers courants :

S'applique au PK indiqué, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route au PK considéré, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet de vers de la chaussée.

II.9.3. Les éléments constitutifs du profil en travers :

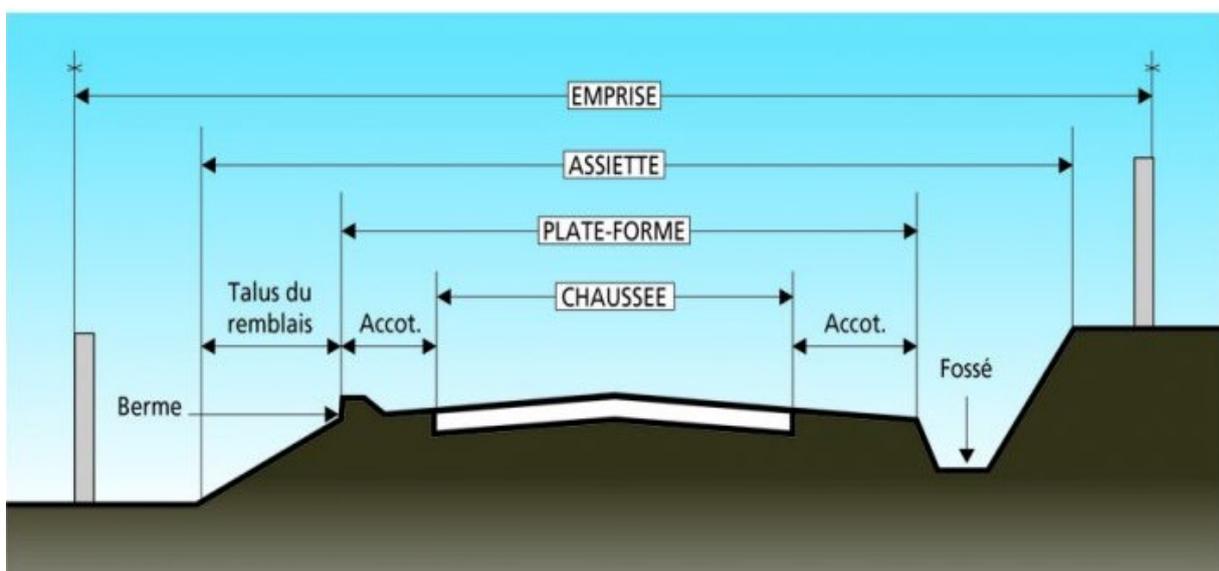


Figure II.13 : Profil en travers type

a. L'emprise :

L'emprise de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public.

b. L'assiette :

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route, c'est-à-dire les limites des terrassements.

c. La plate-forme :

Elle est entre le fossé et les crêtes des talus en remblais ; la plate-forme comprend la chaussée. Plus les accotements (éventuellement le terre-plein central et voies auxiliaires).

d. Chaussée :

La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules, la route peut être à chaussée unique ou chaussée séparée par un terre-plein central.

e. Nombre de voies :

Le nombre de voies est déterminé après des études préalables en prenant compte des données de trafic, des objectifs de niveau de service et des éléments économiques et politiques. Les routes principales comportent 2 voies, 3 voies ou 2 voies avec des crèdeaux de dépassement, ou 2 x 2 voies.

f. Largeur des voies :

La largeur des voies est de 3,50 m pour les routes principales neuves en rase campagne. Celle-ci peut être réduite à 3m en cas de contrainte de site, ou lorsque le trafic total et le trafic lourd sont jugés peu importants. Sur les routes en relief difficile, des largeurs plus réduites que 3.5m peuvent également être adoptées.

g. Sur largeur :

Dans les courbes de rayon inférieur à 200 m, une sur largeur est préconisée dans les rayons virages. Elle vaut normalement, par voie de circulation 50/R en mètres, R étant le de courbure exprimée en mètres. Cette sur largeur peut être ramenée à 25/R pour les routes en relief difficile.

h. Accotements :

L'accotement comprend une partie dégagée de tout obstacle appelée bande dérasée, généralement bordée à l'extérieur d'une berme engazonnée. La bande dérasée est située à l'extérieur de la chaussée (coté accotement) et non l'éventuelle bande dérasée de gauche qui ne fait pas partie de l'accotement. Sur l'accotement et au de-là, dans une « zone de sécurité » il est primordial d'exclure tout obstacle agressif, et d'éviter les fossés profonds.

i. Fossés :

Ouvrage hydraulique destinée à recevoir les eaux de ruissellement recueillies par la route et les talus.

j. La zone de sécurité :

Cette zone, qui comprend la berme, doit être dépourvue de tout obstacle agressif (Plantation de haute tige, poteau électrique ou d'éclairage public, tête de buse non protégée).

La largeur de cette zone de sécurité vaut, à compter du bord de chaussée :

- *4m en aménagement des routes existantes.*
- *7m en aménagement neuf des routes de type T ou R (2x 2voies de type R limitées à 80km/h).*
- *8.5m dans le cas particulier de routes à 2 x 2 voies de type R limitées A110km/h*
- *10m pour les autoroutes.*

k. La zone de récupération :

Cette zone comprend :

Une sur largeur de chaussée, de structure identique à la chaussée elle-même, d'une largeur de 0,25m dans le cas général, et qui porte le marquage de rive.

Une partie stabilisée ou revêtue (pouvant supporter le passage occasionnel d'un poids lourd).

Les fonctions principales de la bande dérasée sont les suivantes :

- *Permettre la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire normale.*
- *Permettre l'évitement de collisions « multi-véhicules en autorisant des manœuvres d'urgent de départ latéral sur l'accotement (cas des collisions liées au tourne à gauche, Ou au dépassement).*
- *Permettre aux piétons et éventuellement aux cyclistes de circuler en sécurité Et alors le Revêtement de la bande dérasée devient impératif*
- *Si celle-ci doit assurer cette fonction pour les cycles sans moteur.*
- *Permettre l'arrêt d'un véhicule ;*
- *Faciliter les opérations d'entretien de la chaussée et de ses dépendances.*
- *La bande dérasée est revêtue ou stabilisée Elle est généralement de largeur de 2 m (Minimum 1,75 m) pour les routes multifonctionnelles (de types R) et de 2,5 m pour les routes de transit (de type T).*

l. Berme :

Elle est située à l'extérieur de la bande dérasée ou de la bande d'arrêt d'urgent (BAU), est généralement engazonnée. Elle supporte d'éventuels panneaux de signalisation et équipements (glissières de sécurité en particulier). Elle a une largeur de 0.75m éventuellement portée, en présence de dispositifs de retenue, à une valeur de im ou davantage selon le dispositif de retenue mis en œuvre.

m. Terre-plein central :

Son rôle est triple :

✓ Séparation :

C'est la raison essentielle du T.P.C lorsque sa largeur est inférieure à 12m, il comporte des dispositifs de sécurité qui peut être souples ou rigides. Dans le cas des dispositifs souples, la largeur du T.P.C doit permettre le débattement des glissières.

✓ D'environnement :

Le T.P.C supporte les éventuelles plantations qui ont un rôle d'embellissement et participent à la sécurité de l'utilisateur (lutte contre l'éblouissement).

Les terre-pleins centraux ne comportent pas systématiquement de plantation : ils sont parfois pour des raisons d'économie entièrement revêtus, mais seulement lorsque cette largeur est inférieure à 5m.

✓ Drainage :

Afin d'éviter des épaisseurs de lames d'eau importantes sur les chaussées notamment à l'intérieur des courbes, le T.P.C comporte dans les zones déversées, un dispositif de drainage permettant la récupération des eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

II.9.4. Largeur des chaussées :

Le gabarit maximal des véhicules étant de 2.50 m, cette largeur constitue un minimum pour celle des voies. Beaucoup de routes départementales et communales ont une largeur de 5 m, mais il est clair que cela impose un fort ralentissement des véhicules qui se croisent. Au-dessous de cette largeur, le croisement de deux camions s'effectue en empiétant sur l'accotement.

Pour les routes nationales, on a adopté une largeur de voie de principe de 3,50 m. Certaines routes nationales à faible trafic ont néanmoins des voies de 3.25 m.

Dans certaines circonstances, on peut être amené à adopter des voies encore plus étroites, même sur le réseau national. C'est le cas notamment :

- En traversées d'agglomération pour lesquelles un rétrécissement des voies incite les véhicules à ralentir. Une largeur de voies de 3 m doit être considérée comme normale en agglomération, avec éventuellement une sur largeur de 2,5 m pour le stationnement (2 m) si le stationnement des poids lourds est interdit).*
- Sur les ouvrages d'art, ponts et tunnels, où le coût du mètre carré est très élevé et, de façon générale, sur les sections où les contraintes de site sont très fortes.*

Dans les virages de rayon inférieur à 200 m, une sur largeur doit être prévue pour permettre l'inscription des véhicules longs. Elle est en principe, par voie de circulation, de $50/R$ étant exprimé en mètres. Sur les routes de montagne, les sur largeurs des routes en lacet sont déterminées à partir de l'épure de giration des poids lourds.

II.9.5. Les pentes transversales (Les dévers) :

En alignement droit ou pratiquement droit, la pente transversale de la chaussée doit être comprise entre 2° et 3° pour faciliter l'écoulement des eaux.

Les zones de variation de dévers doivent être traitées avec un soin particulier de façon à assurer un bon écoulement des eaux.

Le dévers ou pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface, il contribue à l'équilibre dynamique des véhicules. Toutefois, cette contribution reste limitée et sa valeur est donc plafonnée (généralement à 7%). Au-delà de cette valeur plafond, d'autres problèmes surviennent et notamment des difficultés Constructives et exploitation. En période hivernal.

II.9.6-Application au projet :

Notre évitement comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivantes :

- Le profil en travers retenu pour le projet est constitué :

- ☞ Chaussée : $2 \times 2 \times 3.50$ m
- ☞ Terre-plein central : 2 m
- ☞ Accotement : 2 m
- ☞ Largeur plate-forme : 21m

Les profils en travers types retenus pour le dédoublement du l'évitement de la ville de Tamlouka seront composés d'une chaussée bidirectionnelle qui sont représentés comme suit :

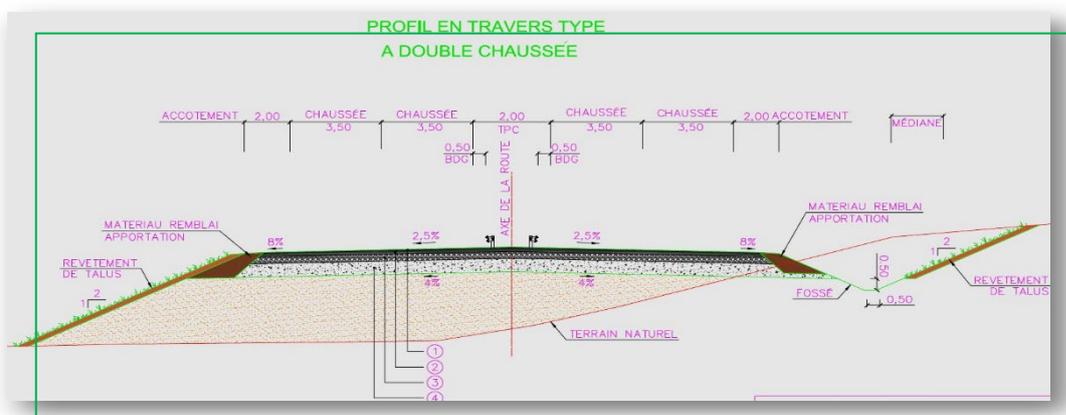


Figure II.14 : profils en travers types à double chaussée

II.10. LES CUBATURES :

II.10.1. Définition :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin 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.

II.10.2. Le calcul des cubatures a pour objectif la détermination des quantités de différents matériaux à mettre en œuvre :

Il est réalisé par superposition :

- ✓ Du plan topographique et des plans du projet
 - ✓ De profils du terrain naturel et de coupes du projet
- Il permet de localiser et de quantifier les zones où il va falloir enlever des matériaux (déblai) et les zones où il falloir en apporter (remblai). Ces calculs permettent d'apprécier et d'ajuster un projet pour équilibrer au mieux remblai et déblai afin de pouvoir limiter au maximum les transports de matériaux.
- Le calcul des cubatures permet également la quantification des matériaux de chaussée selon les coupes du projet de voirie.
- Il permet encore d'anticiper l'évolution d'une exploitation (mine, carrière,)

II.10.3. Cubatures des terrassements :

On entend par cubature le calcul des volumes déblais et remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Pour notre cas le matériau est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais et remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

II.10.4. Méthode utilisée :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle du moyen des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente inconvénient

c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proches résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10% et ceci dam but d'être en sécurité.

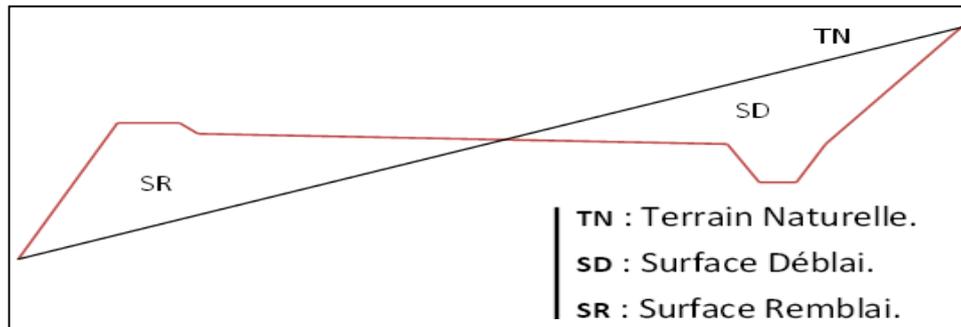


Figure II.15 : surface remblai et surface déblais

II.10.5. Description de la méthode :

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

$$V = \frac{h}{6} X (s_1 + s_2 + 4s_0)$$

Où h , S_1 , S_2 et S_0 désignant respectivement :

- h : distance entre deux profils.
- S_1, S_2 : les surfaces verticales des profils en travers P1 et P2
- S_0 : Surface limitée à mi-distances des profils.

II.10.6. Description de la méthode SARRAUS :

Le principe de la méthode consiste à calculer le volume de déblai ou de remblai des tronçons compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

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

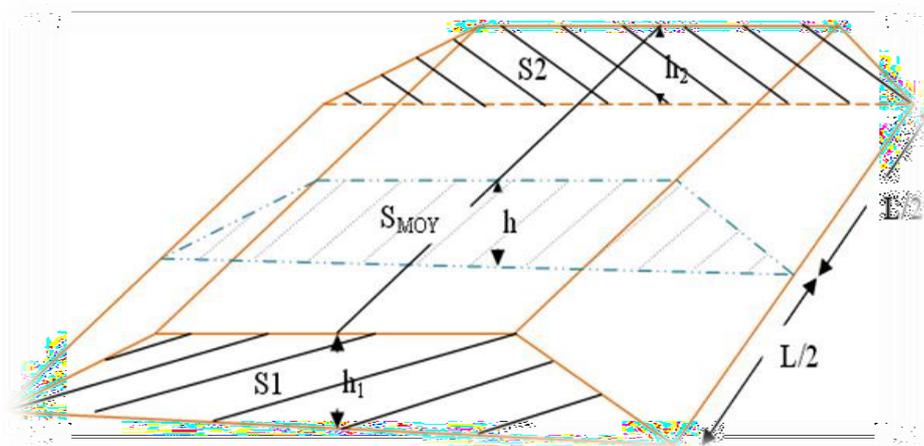


Figure II.16 : Exemple de profils en long

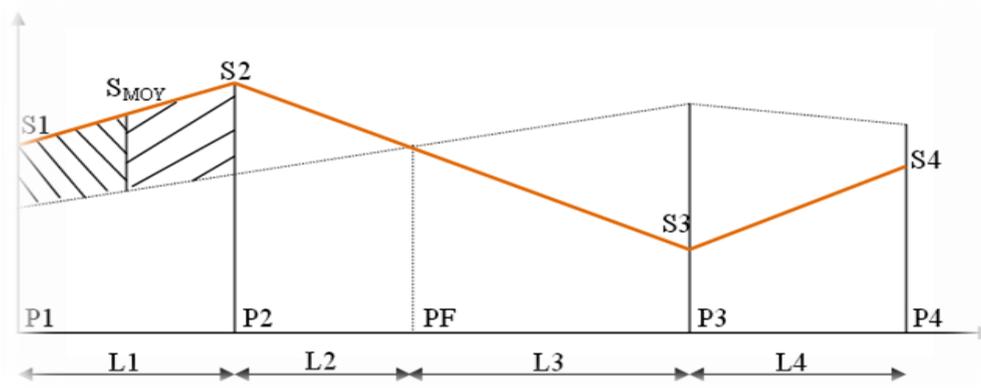


Figure II.17 : profils en long

- PF : profil fictif, surface nulle.
- S_i : surface de profil en travers P_i .
- L_i : distance entre ces deux profils.
- S_{MOY} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i).

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

Ce qui donne :

$$V_1 = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donne les volumes seront :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre } P1 \text{ et } P2$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre } P2 \text{ et } PF$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre } PF \text{ et } P3$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre } P3 \text{ et } P4$$

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

$$V = \left(\frac{L1}{2}\right) \times S1 + \left(\frac{L1+L2}{2}\right) \times S2 + \left(\frac{L2+L3}{2}\right) \times 0 + \left(\frac{L3+L4}{2}\right) \times S3 + \left(\frac{L4}{2}\right) \times S4$$

II.10.7. Application de projet :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel (Autopiste).

Le volume de terrassement de notre projet sont joint en annexe

II.11. CONCEPTION DE CARREFOUR

II.11.1. Définition :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car, ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables. L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement. Le bon fonctionnement d'une route dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

II.11.2. Les principaux types des carrefours :

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

II.11.2.1. Carrefour à trois branches :

1) 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.

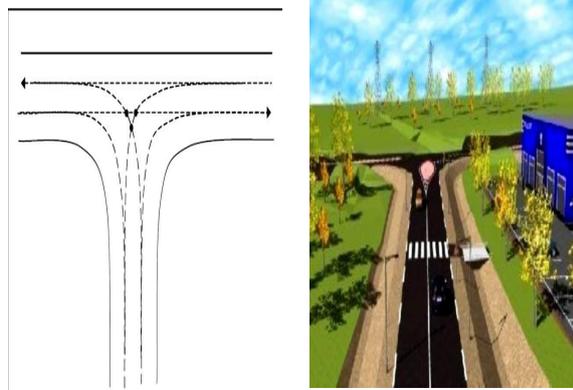


Figure II.18 : Carrefour en T.

2) 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 principal est oblique (s'éloignant de la normale de plus de 20°). Dans ce cas le trafic virant dans un angle aigu est nul ou insignifiant. La figure ci-dessous montre un

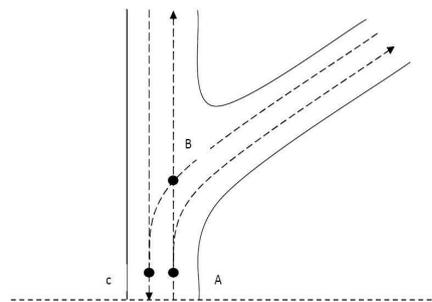


Figure II.19 : Carrefour en Y.

exemple des conflits existants sur un carrefour en Y.

- A : divergence
- B Croisement dangereux
- C : convergence

II.11.2.2. Carrefour à quatre branches (en croix) :

Il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres branches et pour lequel l'angle de ces prolongements est de 75° ou davantage tout en restant inférieur à 105° . La figure ci-dessous donne une idée de l'allure de ce type de carrefour.



Figure II.20 : Carrefour en X

II.11.2.3. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

Le carrefour à sens giratoire est un carrefour plan qui comprend un terre-plein central (en forme de cercle ou ovale généralement), ceinturé par une chaussée mise à sens unique. L'îlot central a un rayant souvent supérieure à douze mètres, une courbe de petit rayant à l'entrée freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30° à 40°), la sortie doit de plus grand rayant pour rendre le dégagement plus facile.

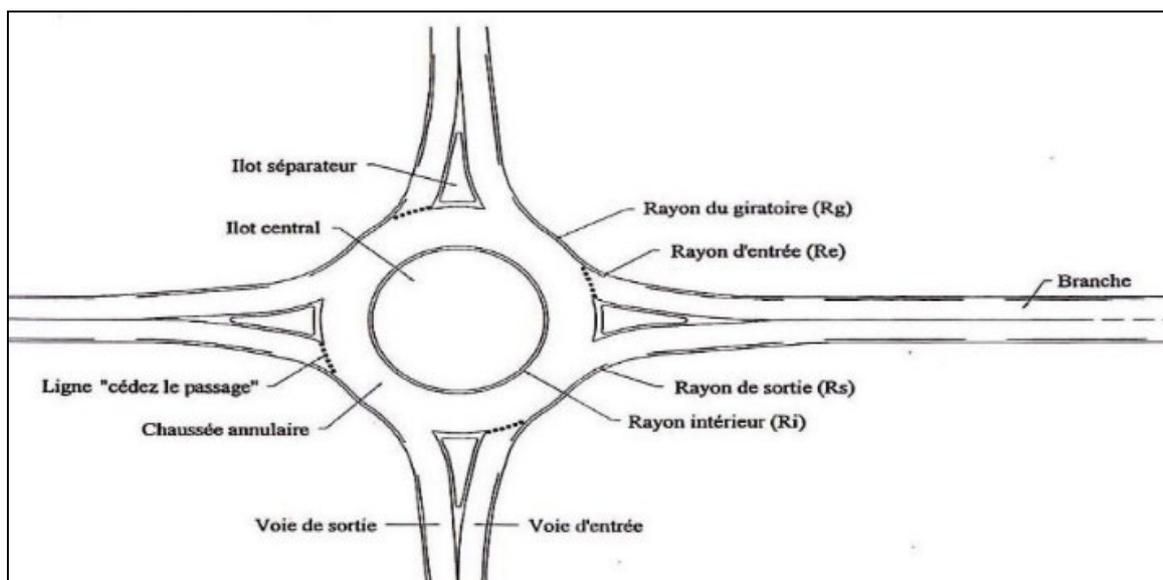


Figure II.21 : Les éléments d'un carrefour à sens giratoire

II.11.3. Eléments de base pour l'aménagement des carrefours

Les données essentielles de base à l'aménagement d'un carrefour sont :

- ✓ Les conditions topographiques et la visibilité (plan, profil en long).
- ✓ Les conditions d'approche pratiquées par les véhicules sur les différentes voies.
- ✓ L'intensité de la circulation sur les différents courants.
- ✓ La composition du trafic, c'est-à-dire la proposition des véhicules lourds, encombrants en lents, sur les divers courants de circulation.

II.11.4. Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

1) Les Avantages de carrefour giratoire:

- ✓ L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- ✓ La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- ✓ Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale.
 - Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise de l'espace.
 - Diminution des nuisances.
 - Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches.
 - Economie de régulation et d'exploitation

2) Inconvénients :

- ✓ Consommation d'emprise importante.
- ✓ Entretien de l'îlot central.
- ✓ Transport public non prioritaire.
- ✓ Absence de prise en charge correcte des piétons.
- ✓ Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

II.11.5. Données apprendre pour l'aménagement d'un carrefour :

Pour Les choix d'un aménagement de carrefour, on doit suivre un certain nombre des données essentielles concernant :

- ✓ Les caractéristiques du site d'implantation (le trafic et leur révolution prévisible dans le futur, Environnement, sécurité).
- ✓ Les vitesses d'approche à vide pratique.
- ✓ Des caractéristiques sections adjacentes et des carrefours voisins.
- ✓ Condition topographique.

- ✓ *Le respect de l'homogénéité de tracé.*
- ✓ *La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.*

II.11.6 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour

- ✓ *Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 afin d'obtenir de meilleures conditions de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.*
- ✓ *Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.*
- ✓ *Regrouper les points d'accès à la route principale.*
- ✓ *Assurer une bonne visibilité de carrefour.*
- ✓ *Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.*

1. La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour, il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, la vitesse d'approche à vide remplace la vitesse de base à l'approche des carrefours. 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).*

2. 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.*

3. Les îlots :

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

4. Ilot séparateur :

Les éléments principaux de dimensionnement sont :

- ✓ *Décalage entre la tête d'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 : 0.5m à 1m.*

✓ Longueur de l'îlot : 15m à 30m.

5. 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.

6. Les couloirs d'entrée et de sortie :

Longueur de couloirs

}	Entrée 4m (accotement dérasé 1.5m).
	Sortie 5m (accotement dérasé 0.5m).

II.11.7. Signalisation du carrefour

La signalisation du carrefour est composée de quatre éléments complémentaires :

- ✓ La signalisation de priorité : On trouve le panneau de route prioritaire sur la route principale. La signalisation de direction. Le marquage au sol et les plots.
- ✓ Les panneaux de prescription : On trouve les panneaux de priorité de passage,
- ✓ Céder passage et stop sur la route secondaire.

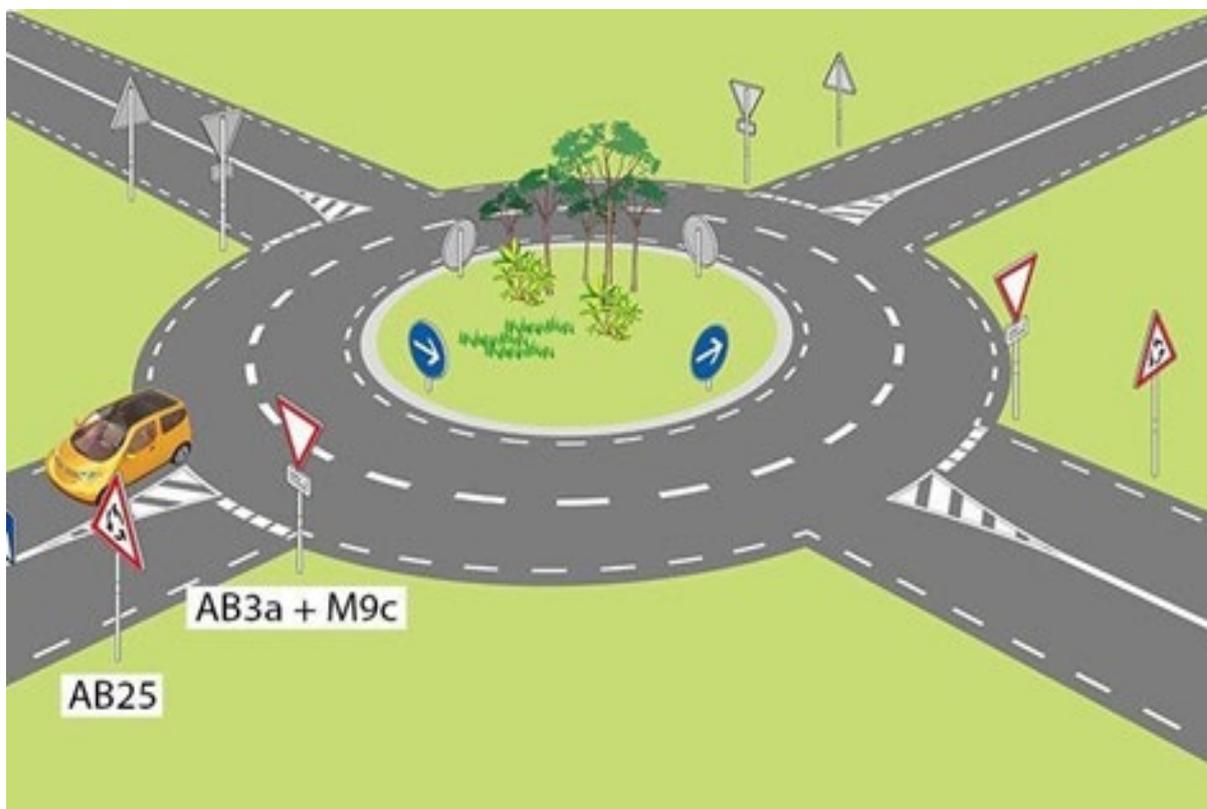


Figure II.22 : Terminologie d'un carrefour giratoire.

II.11.8. Application au projet :

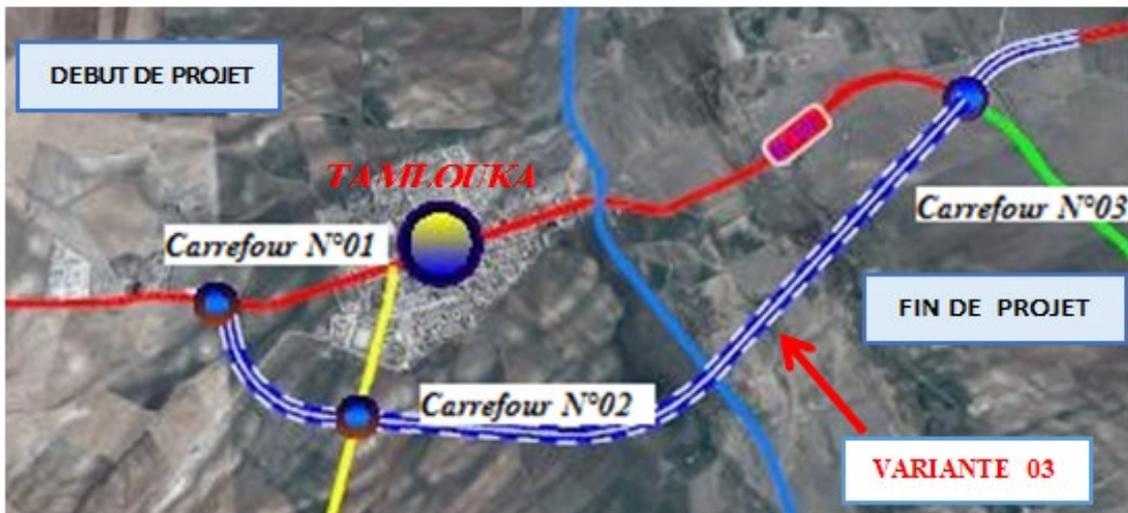


Figure II.23 : Les points d'échanges

Les points d'échanges de notre projet :

- **Carrefour N°01 :** Situé au PK 0+000, le carrefour N°01 est un carrefour giratoire à trois branches.

Ce carrefour relie la RN102 et l'évitement de Tamlouka au début de projet, il est composé de trois branches, les deux premières aménagées sur le RN102 assurent la liaison avec 'OUED ZENATI' du côté Nord et avec 'Oum el bouaghi, Tamlouka' du côté Sud, la troisième aménagée sur l'évitement de Tamlouka variante 03 du côté Ouest.

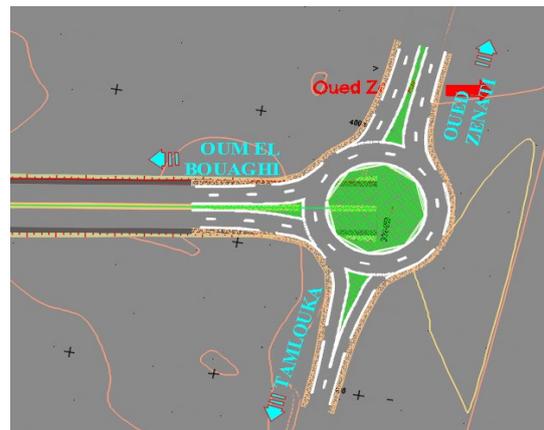


Figure II.24 : trace en plan du Carrefour N°01

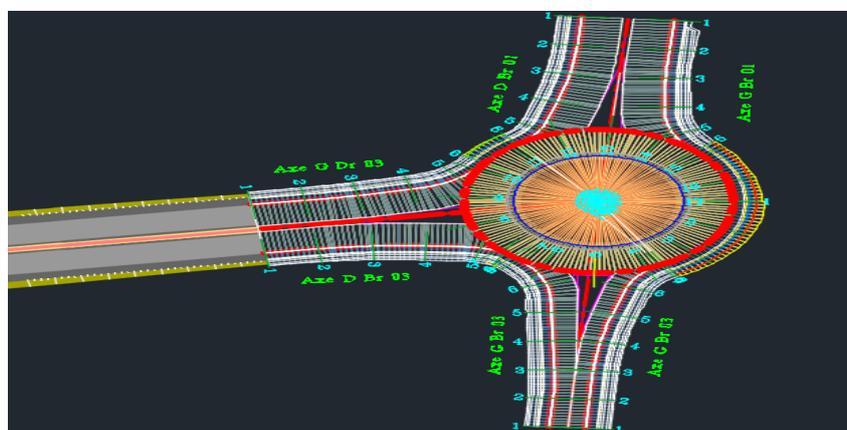


Figure II.25 : Plan de carrefour giratoire à trois branches (Profil)

Listings d'implantation carrefour 01 :

> **Nom de l'axe : Anneau EX :**

Description :

Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 15+708.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,367.4729m	332,452.0226m
0+020.00	4,004,349.5390m	332,444.4403m
0+040.00	4,004,342.4836m	332,426.2926m
0+060.00	4,004,350.5863m	332,408.5878m
0+080.00	4,004,368.9322m	332,402.0652m
0+100.00	4,004,386.3930m	332,410.6815m
0+120.00	4,004,392.3770m	332,429.2101m
0+140.00	4,004,383.2546m	332,446.4118m

> **Nom de l'axe : Axe D B01**

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 4+686.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,431.7741m	332,423.8813m
0+020.00	4,004,411.9057m	332,421.6835m
0+040.00	4,004,392.6601m	332,416.3535m

> **Nom de l'axe : Axe D B02**

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 4+477.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,349.3035m	332,365.2618m
0+020.00	4,004,351.8378m	332,385.0901m
0+040.00	4,004,351.1588m	332,405.0481m

> **Nom de l'axe : Axe D B03**

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 6+082.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,288.3150m	332,424.6287m
0+020.00	4,004,308.2641m	332,426.0553m
0+040.00	4,004,327.9164m	332,429.5856m
0+060.00	4,004,345.1951m	332,438.4460m

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

> Nom de l'axe : Axe G B01

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 4+697.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,430.3109m	332,441.0189m
0+020.00	4,004,410.3725m	332,439.4818m
0+040.00	4,004,390.6230m	332,441.0633m

> Nom de l'axe : Axe G B02

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 4+697.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,366.3059m	332,362.6553m
0+020.00	4,004,369.4987m	332,382.3963m
0+040.00	4,004,375.6784m	332,401.2206m

> Nom de l'axe : Axe G B03

Description : Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 6+143.00

Incrément d'abscisse curviligne : 20.00

Abscisse curviligne	Ordonnée	Abscisse
0+000.00	4,004,288.7958m	332,417.8959m
0+020.00	4,004,308.7640m	332,418.8200m
0+040.00	4,004,328.7572m	332,418.2990m
0+060.00	4,004,347.1731m	332,412.1756m

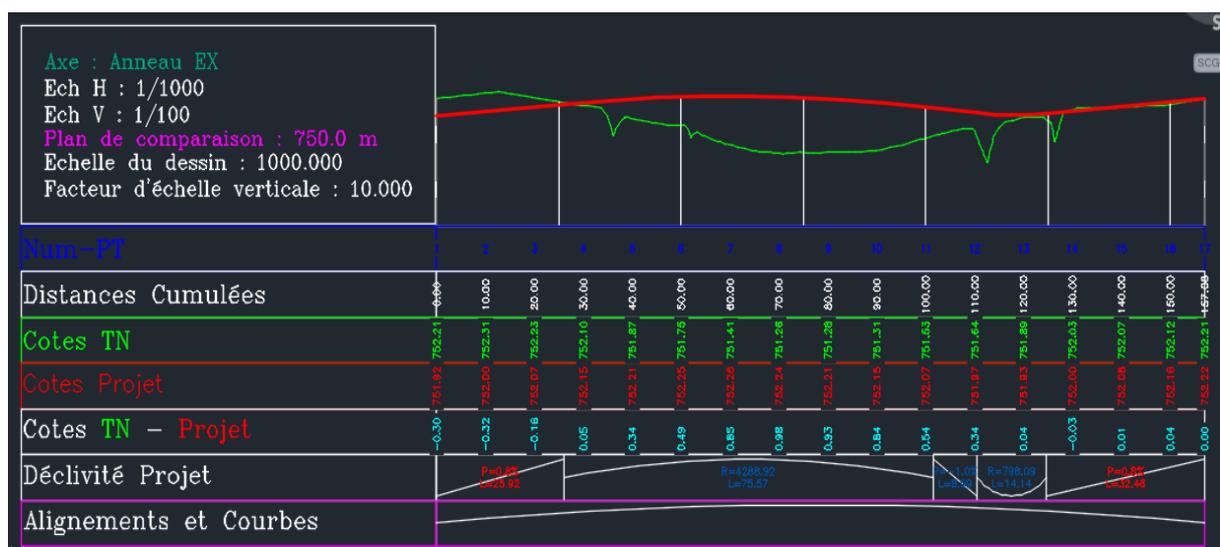


Figure II.26 : Profil en long (l'axe Anneau EX)

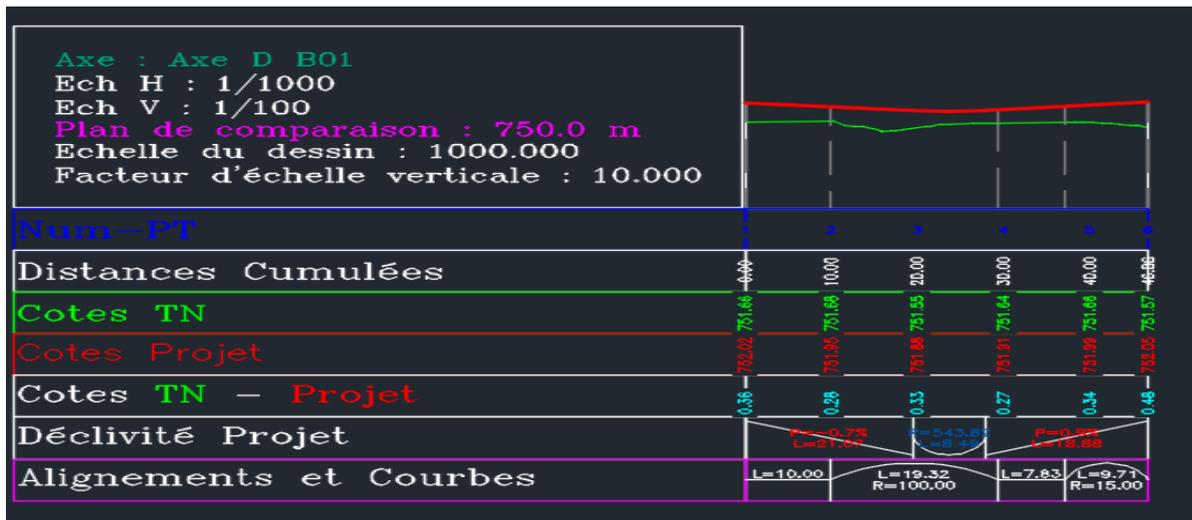


Figure II.27 : Profil en long (Axe D B01)

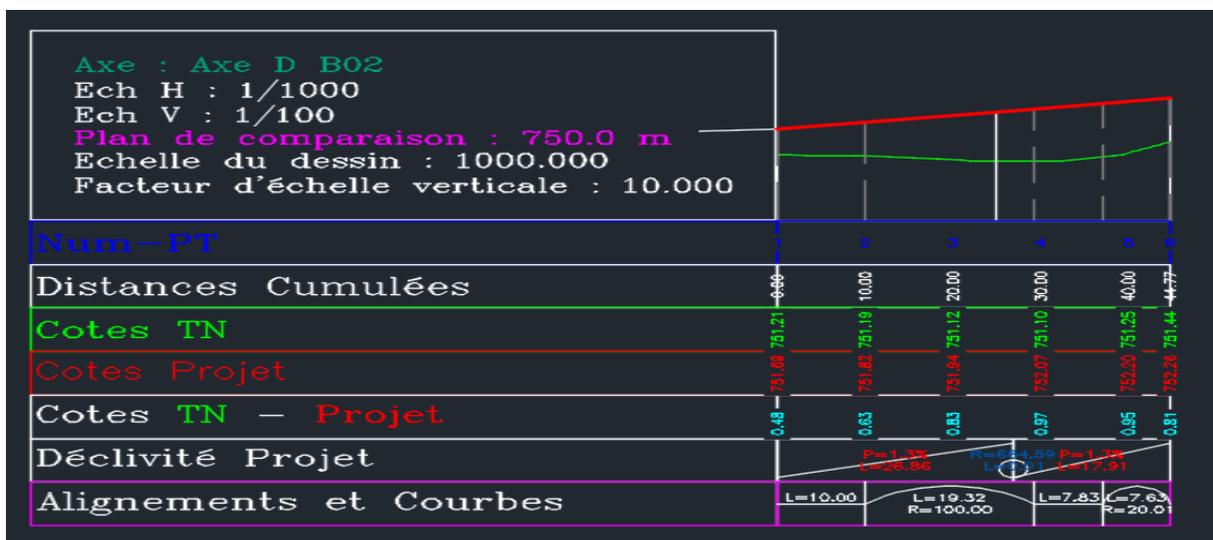


Figure II.28 : Profil en long (Axe D B02)

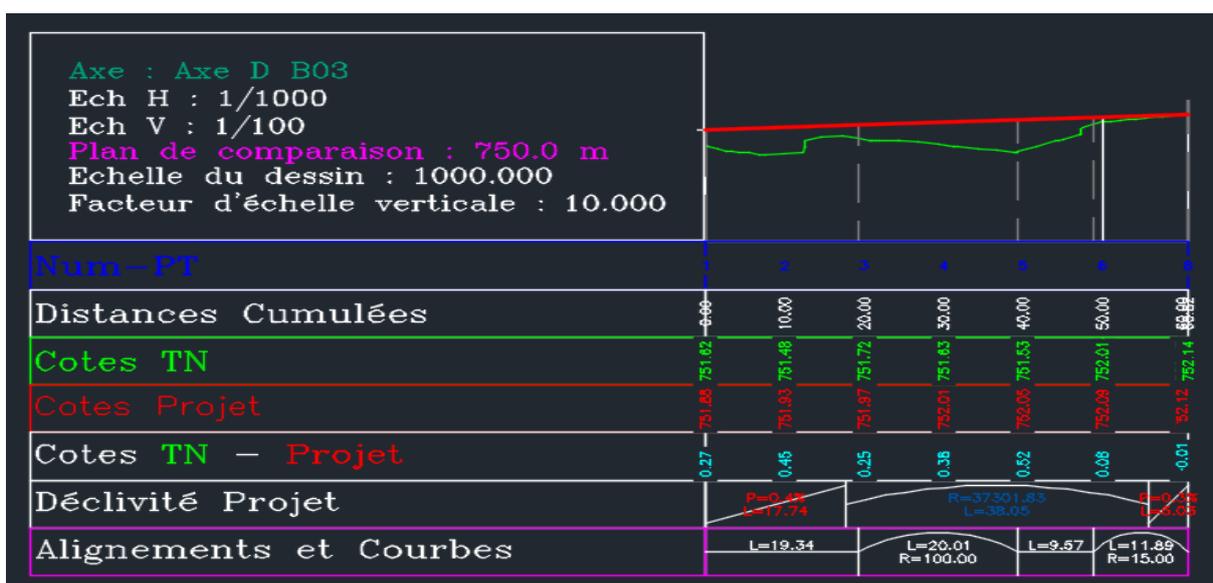


Figure II.29 : Profil en long (Axe D B03)

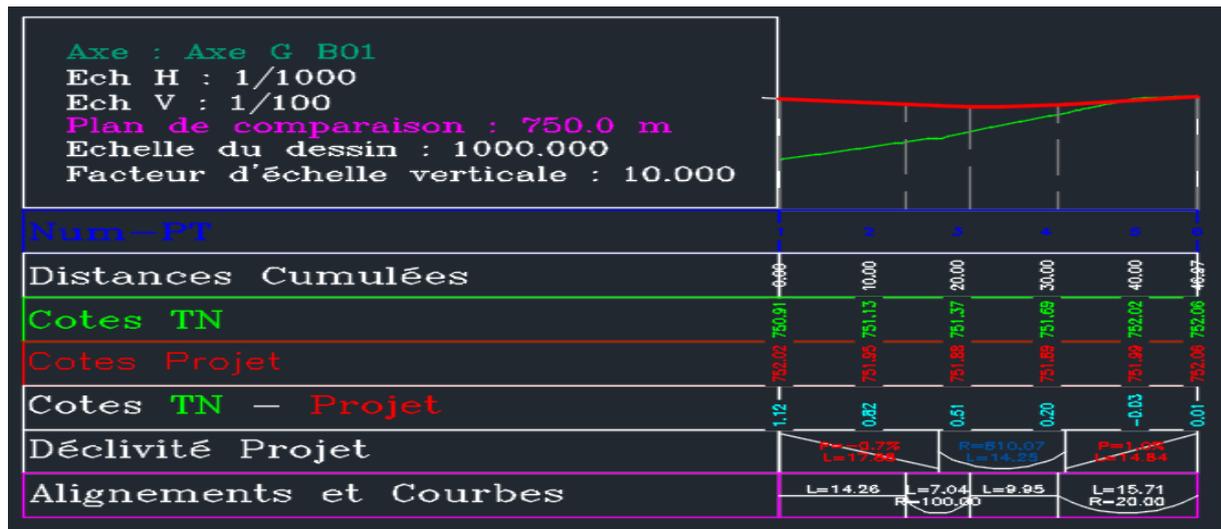


Figure II.30 : Profil en long (Axe G B01)

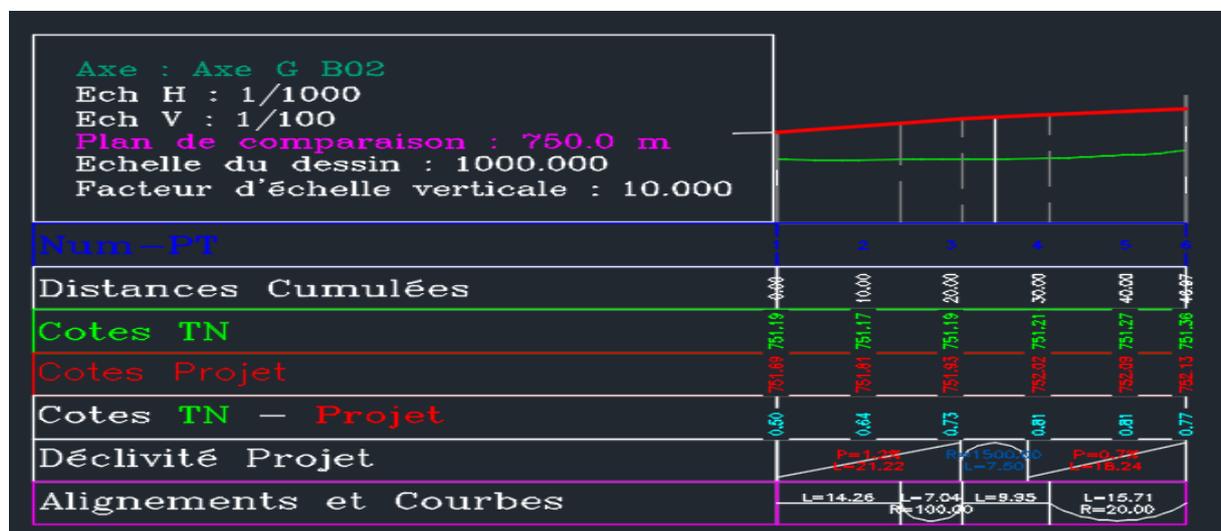


Figure II.31 : Profil en long (Axe G B02)



Figure II.32 : Profil en long (Axe G B03)

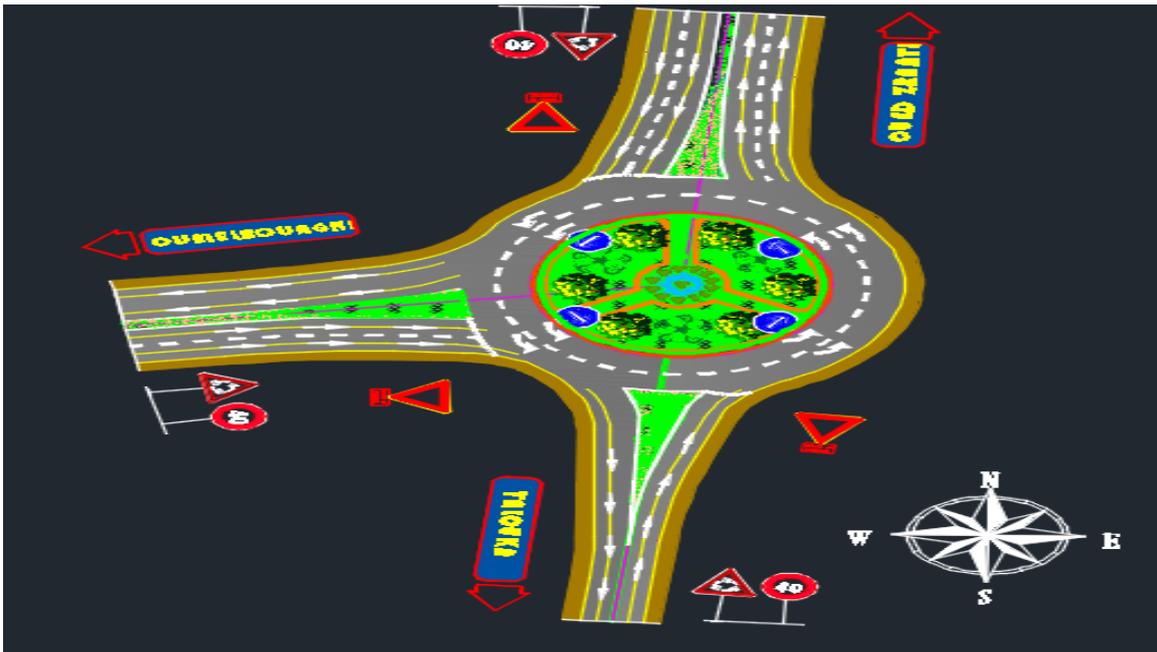


Figure II.33 : Plans de Signalisation-G01

- **Carrefour N°02** : Situé au PK 1+290, le carrefour N°02 est un carrefour giratoire à quatre branches.

Ce carrefour relie l'évitement de Tamlouka et CW133, il est composé de quatre branches, rallie l'évitement de Tamlouka au CW133 par 'Ain Abid' du côté Ouest et 'Tamlouka' du côté Est.

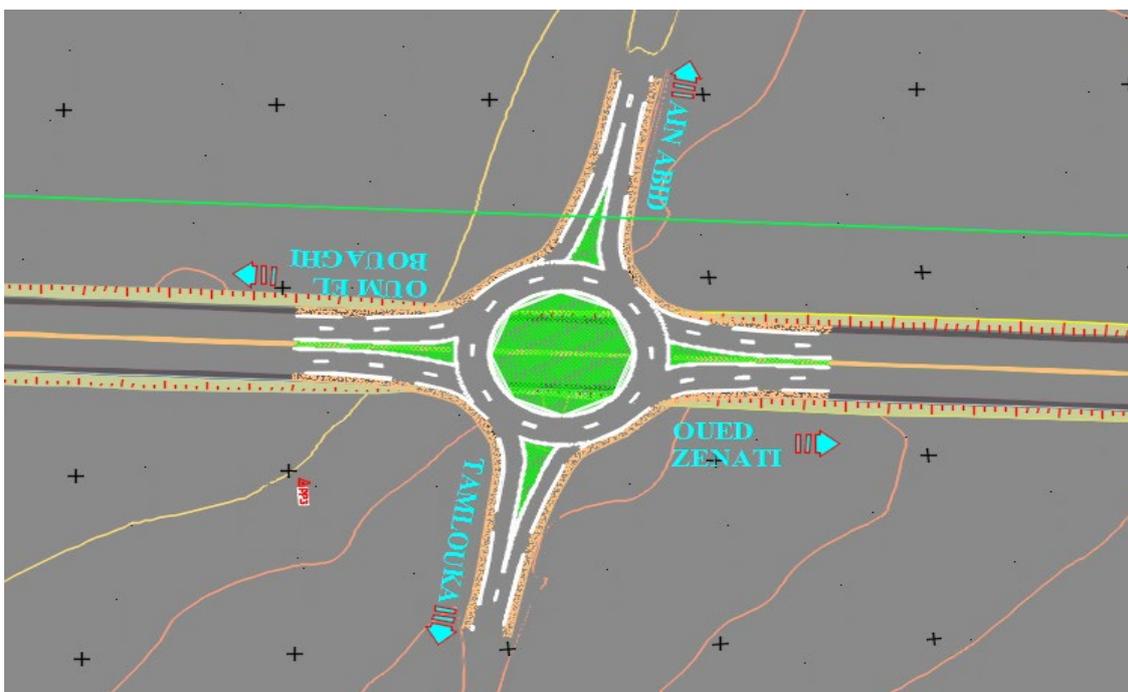


Figure II.34 : trace en plan du Carrefour N°02

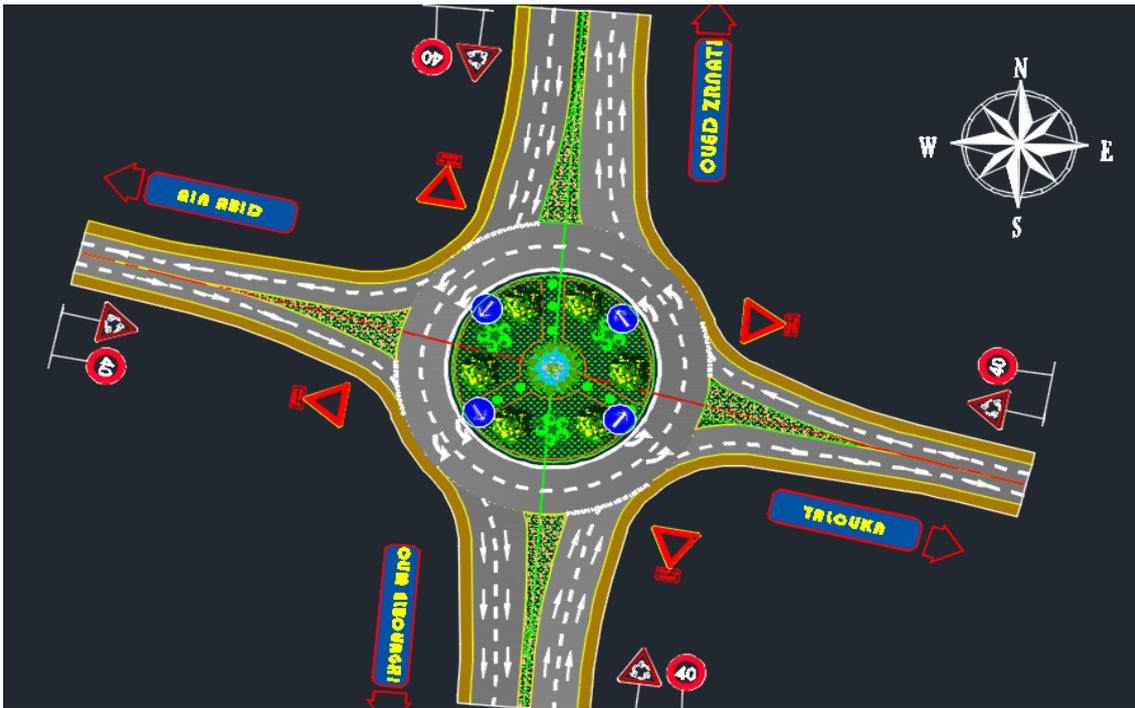


Figure II.35 : Plans de Signalisation-G02

- **Carrefour N°03** : Situé au PK 6+119, le carrefour N°03 est un carrefour giratoire à quatre branches.

Ce carrefour relie la RN102 et l'évitement de Tamlouka à la fin de projet, il est composé de quatre branches, les deux premières aménagées sur le RN102 assurent la liaison avec 'OUED ZENATI, Tamlouka' du côté Nord et avec 'Oum el bouaghi' du côté Sud, la troisième aménagée sur l'évitement de Tamlouka variante 03 du côté Ouest, le quatrième branche relie Ain arko.

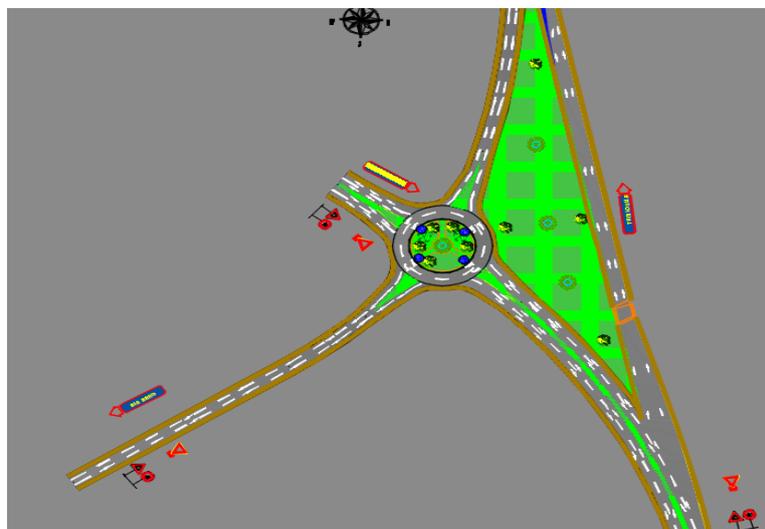


Figure II.36 : trace en plan du Carrefour N°03

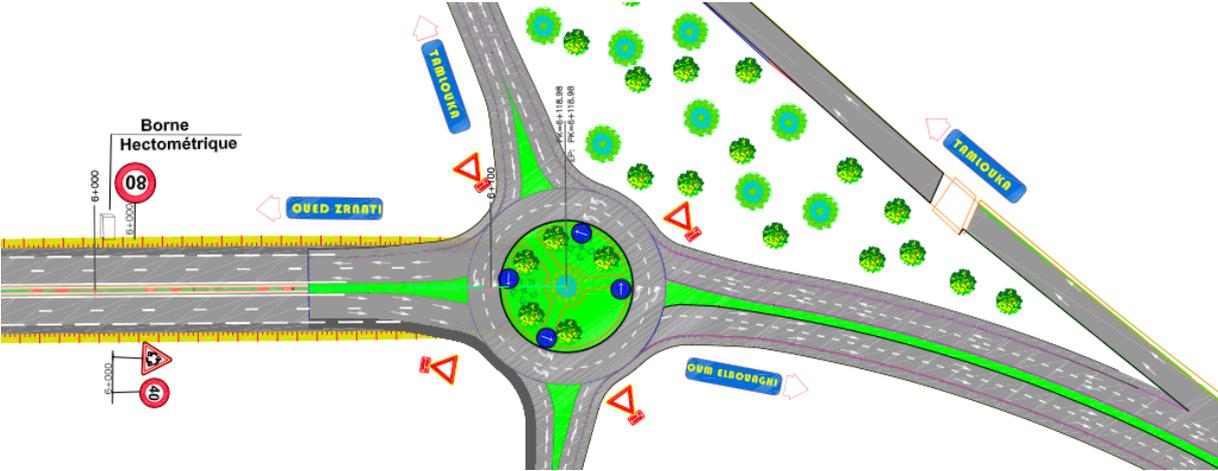


Figure II.37 : Plans de Signalisation-G03

CHAPITRE III

ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1. INTRODUCTION :

L'objet de ce chapitre est d'introduire les paramètres d'état et d'identification menant à la classification géotechnique des sols pour dimensionner le corps de chaussée du présent projet.

Quelle que soit l'utilisation envisagée d'un sol, il est important de connaître sa nature, sa composition et la répartition des grains de différentes tailles qui le composent. Les essais qui conduisent à cette étude portent le nom d'ESSAIS D'IDENTIFICATION.

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. 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. L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ; Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instruments sur le terrain ou au laboratoire, est un moyen pour le géotechnique, de mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties.

Elle étudie notamment ; les remblais, les fondations de chaussée et la construction des diverses couches de la chaussée.

III.2. DONNEES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUE :

La zone d'étude s'inscrit dans la vaste unité géologique du bassin néogène de Guelma constantinois. Géologiquement parlant, la région est formée de deux grandes entités :

- Les formations appartenant au substratum du bassin néogène de Guelma d'âge vont du Trias au Burdigalien moyen.*
- Les dépôts appartenant au bassin néogène de Guelma, datant du Miocène au Quaternaire.*

Le site est représenté par les formations argilo-marneuse terminales miocènes qui viennent immédiatement au-dessus des alternances marno-calcaires du crétacé supérieur. Il s'agit d'un ensemble de marnes brunes à noirâtres noduleuses contenant le plus souvent, à leur partie supérieure. On note de bas en haut des marnes argileuses à inter-lits marneux de marnes brunes interrompues par des blocs calcaires.

Le critère géologique évalue notamment les difficultés techniques à la réalisation d'une nouvelle voie au vu des terrains en place sur la zone d'étude socle rocheux sur la majorité de tracé routier pouvant nécessiter à partir d'une certaine profondeur la mise en œuvre de techniques particulières, présence de formations superficielles dont certaines sont représentées par des matériaux fins et évolutifs pouvant présenter des problèmes de tassement.

On a pris comme base les éléments bibliographiques recueillis, ainsi que les informations obtenues par la reconnaissance géologique visuelle, on a défini une campagne de travaux de prospection et d'essais, nécessaires pour la reconnaissance du tracé sélectionné.

Les éléments obtenus lors de cette phase du travail ont permis de répondre aux points suivants :

- ✓ *La nature du terrain ainsi que les caractéristiques géo-mécaniques fondamentales.*
- ✓ *Les terrains seront classés selon les classifications GTR.*

III.3. CARACTERISTIQUES GENERALES DU TRACE :

Le site est représenté par les formations argilo-marneuse terminales miocènes qui viennent immédiatement au-dessus des alternances marno-calcaires du crétacé supérieur. Il s'agit d'un ensemble de marnes brunes à noirâtres noduleuses contenant le plus souvent, à leur partie supérieure. On note de bas en haut des marnes argileuses à inter-lits marneux de marnes brunes interrompues par des blocs calcaires.

III.4. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

III.4.1. Programme de reconnaissance :

Le programme de reconnaissance fut arrêté par le Bureau d'études S.E.T.S de Sétif. Il a consisté en l'exécution des puits à ciel ouvert aux endroits indiqués sur le tracé en plan.

C'est ainsi qu'ont été creusés à l'aide d'une pelle mécanique quatre (04) puits d'une profondeur de 2m.

Dans les puits ont été prélevés des échantillons de sol de différentes natures.

III.4.2. Description des sols rencontrés :

Les coupes ci-après illustrent la lithologie des différentes couches de sol rencontrées et leur niveau de séparation, du moins jusqu'à la profondeur d'investigation.

- ✓ **Puits K1 : PK 0+200**

0.00 – 0.40 m : **Terre végétale.**

0.40 – 2.00 m : **argile**

✓ **Puits K2 : PK 2+000**

0.0 – 0.40m : **Terre végétale.**

0.4 – 2.00m : **Limon**

✓ **Puits K3 : PK 3+100**

0.0 – 0.40m : **Terre végétale.**

0.4 – 2.00m : **limon**

✓ **Puits K4 : PK 4+ 400**

0.00 – 0.5m : **Terre végétale.**

0.50 – 2.00m : **limon**

Puits 1 : PK : 0+200



Puits 2 : PK 2+000



Puits 3 : PK 3+100



Puits 4 : PK 5+400



III.5. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

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

Les essais d'identification :

- *Teneur en eau.*
- *Analyse granulométrique.*
- *Limites d'Atterberg.*
- *Equivalent de sable.*
- *Essai au bleu de méthylène.*

Les essais mécaniques :

- *Essai PROCTOR.*
- *Essai CBR.*

- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.

III.5.1. Teneur en eau et masse volumique :

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

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

III.5.2. Analyse granulométrique :

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

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en général par un tamisage.

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80 µm et par sédimentométrie pour la « fines » dimension inférieure à 80 µm.

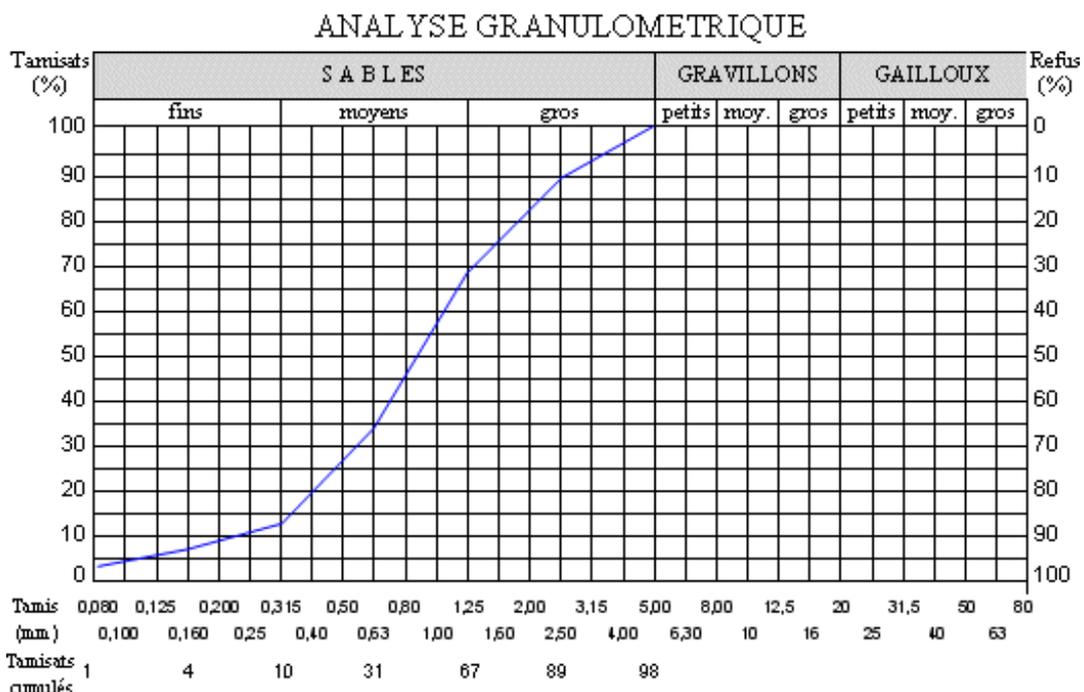


Figure III.1 : Courbe granulométrique

En plus, la courbe granulométrique nous renseigne de :

- Le diamètre du plus gros élément (D) ;
- Le coefficient d'uniformité $C_u = D_{60} / D_{10}$
- le coefficient de courbure $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$

Le coefficient d'uniformité caractérise l'étalement de la courbe, une granulométrie étalée conditionne la stabilité. Le coefficient de courbure permet de définir si des graves et sables sont bien gradués. Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

Tableau III.1 : Classification des soles

$d < 2 \mu\text{m}$	➔	Argile
$2 \mu\text{m} \leq d < 20 \mu\text{m}$	➔	Limon
$20 \mu\text{m} \leq d < 200 \mu\text{m}$	➔	Sable fin
$0,2 \text{ mm} \leq d < 2 \text{ mm}$	➔	Sable grossier
$2 \text{ mm} \leq d < 20 \text{ mm}$	➔	Gravier
$20 \text{ mm} \leq d < 50 \text{ mm}$	➔	Cailloux
$d > 50 \text{ mm}$	➔	Blocs

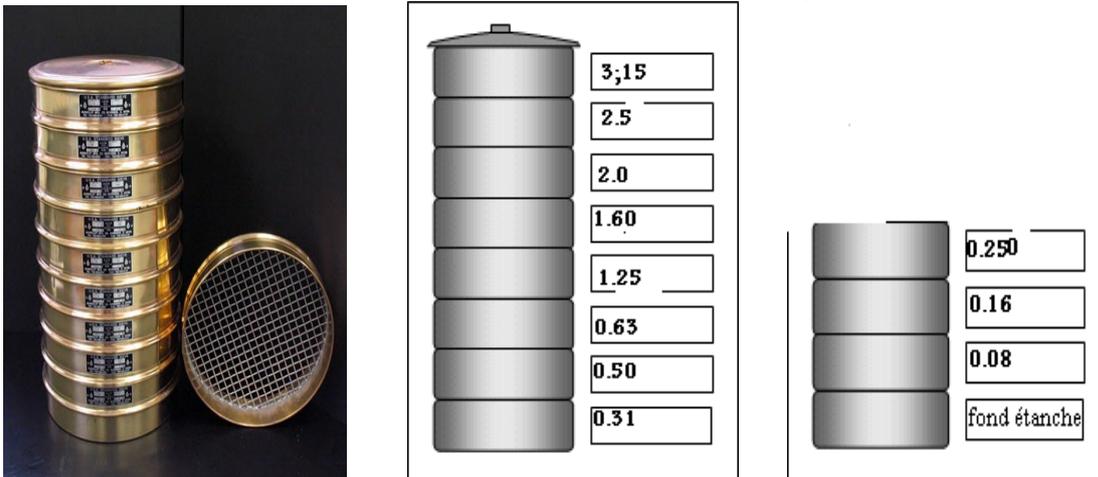
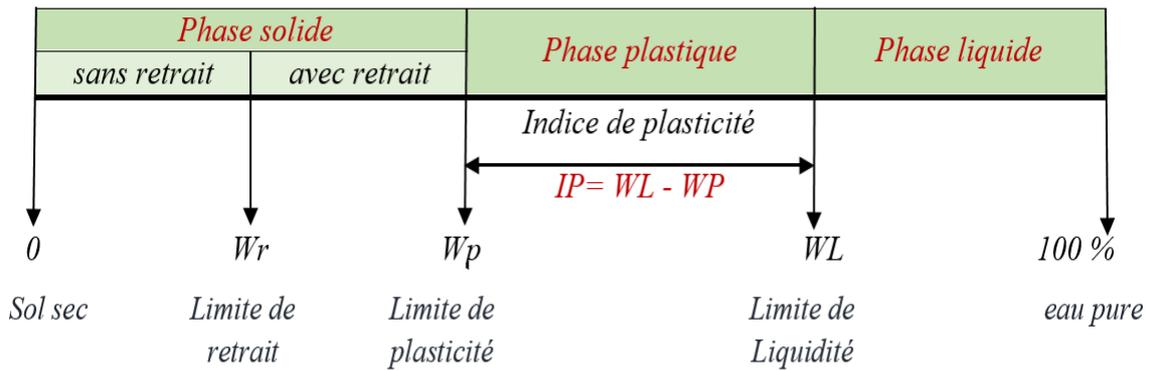


Figure III.2 : Série des tamis utilisés dans l'analyse granulométrique

III.5.3. Limites d'Atterberg :

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

WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL 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 ($IP = WL - WP$), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.



On appelle indice de consistance I_c le rapport $(W_L - W) / I_p$, W étant la teneur en eau du sol à l'état naturel.

Les teneurs en eau qui correspondent au passage de l'un à l'autre de ces états sont respectivement :

- ✓ La limite de liquidité W_L
- ✓ La limite de plasticité W_P
- ✓ La limite de retrait W_r

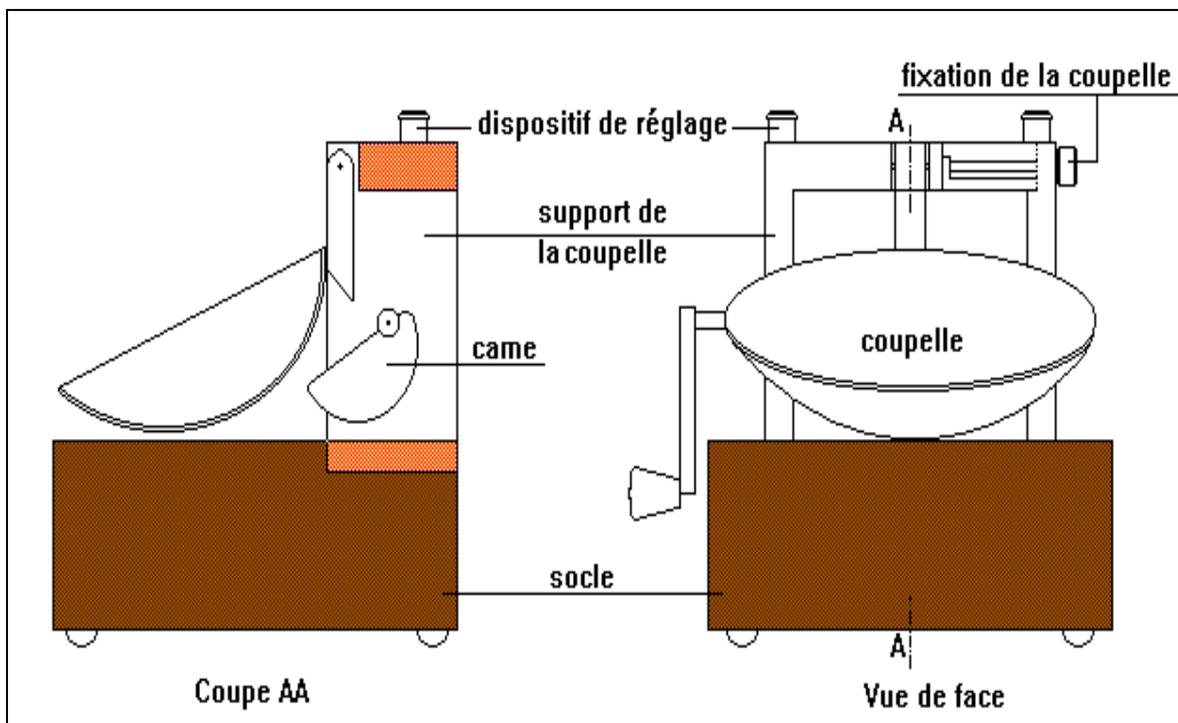


Figure III.3 : L'appareil de casagrande



Figure III.4 : Matériel utilisé

III.5.4. Équivalent du sable :

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5mm. On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution flocculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses. Après agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur h_2 du sable et la hauteur h_1 du sommet de flocculant.

L'essai est effectué sur la fraction 0/5 mm du sable à étudier. On lave l'échantillon, selon un processus normalisé, et on laisse reposer le tout. Au bout de 20 minutes, on mesure les éléments suivants :

- ✓ hauteur h_1 : sable propre + éléments fins,
- ✓ hauteur h_2 : sable propre seulement.

On en déduit l'équivalent de sable par la relation ci-dessous :

$$ES = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

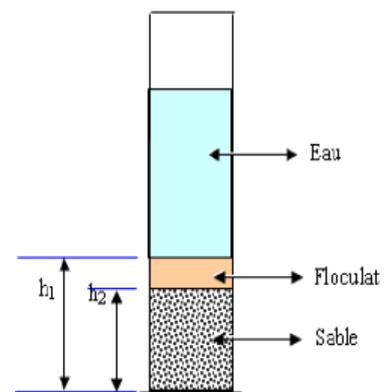


Figure III.5 : Matériel utilisé dans l'analyse d'Équivalent du sable

III.5.5. 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 afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « Optimum Proctor »

Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées :

- L'essai Proctor normal rend normal assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.
- Dans l'essai Proctor modifié, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée



Figure III.6: l'essai Proctor

III.5.6. Essai CBR : (Californie Bearing Ratio)

C'est un essai qui 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 modifier) avec 3 énergies de compactage 25 c/c : 55 c/c : 10 c/c et imbibé pendant 4 jours.

Tableau III.2 : Interprétation d'essai CBR

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

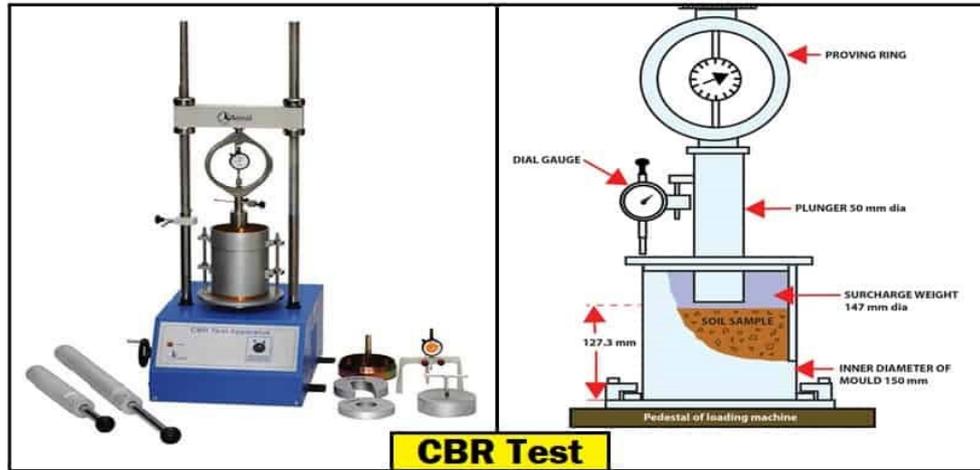


Figure III.7 : l'essai CBR

III.5.7. 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 aux frottements réciproques dans la machine « Los Angeles ».

$$LA = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

P1 : la prise d'essai.

P2 : le refus sur le tamis 1.6mm.

Tableau III.3 : Interprétation du LA

LA	Appreciation
<15	Très bon à bon
15 à 25	Bon à moyen
25 à 30	Moyen à faible
>30	Mediocre



Figure III.8 : L'essai los Angeles

III.5.8. Essai Micro Derval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

Il peut être exécuté à sec (c'est-à-dire le MDS) ou sur des matériaux imbibés d'eau (c'est-à-dire MDE).

MDS : coefficient Micro-deval sèche

MDS : coefficient Micro-deval à la présence de l'eau.

Tableau III.4 : caractéristique des granulats par le MDE

Valeur MDE	Appréciation
≤ 13	Très bon à bon
13 à 20	Bon à moyen
20 à 25	Moyen à faible
> 25	Mediocre



Figure III.9 : Essai Micro Derval

III.5.9. Essai au Bleu de Méthylène :

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

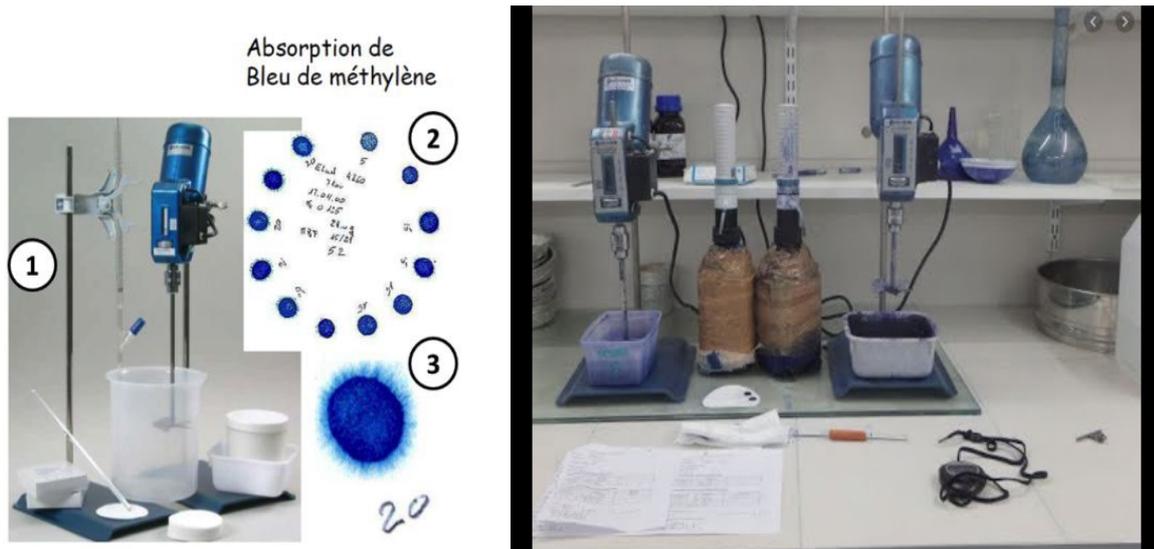


Figure III.10 : Bleu de Méthylène

III.6. APPLICATION DE PROJET :

III.6.1. Essais en laboratoire :

Programme des essais :

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués :

- Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)
- Analyse granulométrique par tamisage mécanique (NF P 94-056)
- Limite d'Atterberg (NF P 94-051)
- Essai Proctor Modifié (NF P 94-093)
- Essai CBR imbibé. (NF P 94-078)

III.6.2. Caractéristiques physiques des sols :

L'examen des valeurs des différentes caractéristiques permet de porter pour ce type de sol testé les éléments d'appréciation suivants :

Teneur en eau :

*Les valeurs obtenues pour la teneur en eau naturelle ($\omega\%$) se situent autour de **17.58 - 24.99 %** (Sols moyens à très humide).*

Selon la teneur en eau naturelle (W_n) et la teneur en eau de l'optimum (W_{op}), les sols rencontrés par les puits de reconnaissance sont classés entre l'état hydrique moyenne à très humide.

Les matériaux présentant un état hydrique moyenne pourront être réutilisés en remblais courant de hauteur moyenne en adaptant le compactage à la nature et l'état hydrique des matériaux selon les recommandations du GTR.

Les matériaux présentant un état hydrique très humide ne pourront être réutilisés en remblais.

La plasticité d'un sol est appréhendée par la méthode classique de limite liquidité et de plasticité. Cet essai, exécuté selon le mode opératoire permet de déduire la teneur en eau dite de liquidité (WL), et l'indice de plasticité (Ip)

Sur les échantillons testés, les valeurs des trois paramètres varient ainsi :

$$\Rightarrow WL = 48 \text{ à } 70 \%$$

$$\Rightarrow IP = 18 \text{ à } 33 \%$$

Un tel seuil de la valeur Ip indique que les sols sont des limons plastiques.

La limite de liquidité WL oscille autour de $48 - 70 \%$, l'indice de plasticité IP , situé varie entre $18 - 33 \%$.

Le couple de valeurs (WL et IP) localise le sol dans la zone des limons plastiques, d'après le diagramme de Casagrande.

L'indice de plasticité mesure l'étendue de la plage de teneur en eau dans laquelle le sol se trouve à l'état plastique. Suivant la valeur de leur indice de plasticité, les sols peuvent se classer comme suit :

Tableau III.5 : classe des sols

Indice de plasticité	Degré de plasticité
$0 < I_p < 5$	Non plastique (l'essai perd sa signification dans cette zone de valeurs)
$5 < I_p < 15$	Moyennement plastique
$15 < I_p < 40$	Plastique
$I_p > 40$	Très plastique

La granulométrie :

☞ Au K_1 (PK 0+200), K_2 (PK 2+000) et K_4 (PK 5+400) :

Le pourcentage des éléments inférieurs à 80μ varie entre 80.72% et 86.72% → sols fins argileux, limons, argiles et marne peu plastiques, → **(A₂)**

Le pourcentage des éléments $\% < 2\text{mm}$ varie entre $98.65 \text{ à } 99.84 \%$ → Sols comportant des fines

☞ Au K_3 (PK 3 +100) :

Le pourcentage des éléments inférieurs à 80μ est de 89.04% sols fins argileux, argiles marneuses, limon très plastiques → **(A₃)**

Le pourcentage des éléments $\% < 2\text{mm}$ varie entre 99.56% → Sols comportant des fines.

III.6.3. Caractéristiques mécaniques :

Par caractéristiques mécaniques, on entend les caractéristiques de compactage et la portance

des sols. Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95% de l'OPM sur le sol support.

Résultats :

a) Essai Proctor modifié :

Sera déterminé au γ_d maximum et la teneur en eau correcte des matériaux.

$\gamma_d = 1.53 \text{ à } 1.88 \text{ t/m}^3$

$W_{opn}\% = 11.80 \text{ à } 24.60 \%$

Les valeurs de la densité sèche, indiquent un sol moyennement dense.

b) Essais de Poinçonnement CBR :

La détermination d'indice portant des sols pour dimensionnement de la chaussée sera effectuée à partir d'essais de poinçonnement CBR. Les essais seront élaborés par exploitation de 3 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des essais Proctor.

- Pour les puits l'indice de CBR est inférieur de cinq : $ICBR < 05$

c) La portance des sols support :

La portance du sol support, s'adopte à la méthode de CBR, dans notre cas :

- La portance du sol support pour les puits est : $S4$

Tableau III.6: Classification de la portance des sols (CCTP 2001)

Portance Si	ICBR
$S4$	< 5
$S3$	5-10
$S2$	10-25
$S1$	25-40
$S0$	> 40

III.6.4. Classification des sols support :

Pour classer les sols, nous avons utilisé la classification dite «GTR».

Selon cette dernière, les sols analysés se situent respectivement dans les catégories ainsi :

L'ensemble des résultats est récapitulé dans les tableaux ci-après :

Tableau III.7: Tableau récapitulatif

Puits	W_n %	granulométrie			Argilosité			OPN		I.CBR	Classe GTR
		D_{ma} x	%2 mm	80 μ m	WL %	WP %	IP %	γ_d (T/m3)	W %		
$K1$	25.94	≤ 50	99.84	82.80	48	30	18	1.53	24.6	1.62	A_{2m}
$K2$	17.58	≤ 50	98.65	80.72	57	36	21	1.77	16.2	4.85	A_{2m}
$K3$	23.46	≤ 50	99.56	89.04	70	37	33	1.88	11.8	3.25	A_{3th}
$K4$	21.85	≤ 50	99.35	86.72	53	31	22	1.78	15.6	2.45	A_{2th}

III.6.5. Terrassements :

III.6.5.1. Décapage (déblais / remblais) :

Épaisseur :

Prévoir un décapage de la couche meuble superficielle et de la terre végétale, sur une épaisseur de 40 à 60cm (moyenne de 50 cm), avant l'exécution des travaux.

1. Déblais :

1.1 Extraction :

Vu la nature meuble des terrains à excaver, l'extraction sera frontale en couches minces, au moyen d'un bulldozer (les matériaux rencontrés sont frappables en générales A2).

2. Réemploi

Selon le GTR, les matériaux du sol sont classés A2 m, A2th et A3th, selon l'expérience locale les matériaux testés, ils présentent de bonnes caractéristiques physiques (ils se prêtent bien au compactage et présentent une faible à moyenne plasticité), donc il serait intéressant de les réutilisées en remblai, conformément aux recommandations du GTR.

Les sols classés A2th et A3th ; Selon les recommandations du GTR sont des matériaux inutilisables en état. Les sols classés A2m ; d'après les recommandations du GTR sont des matériaux utilisables selon la disposition météorologie (faible pluie).

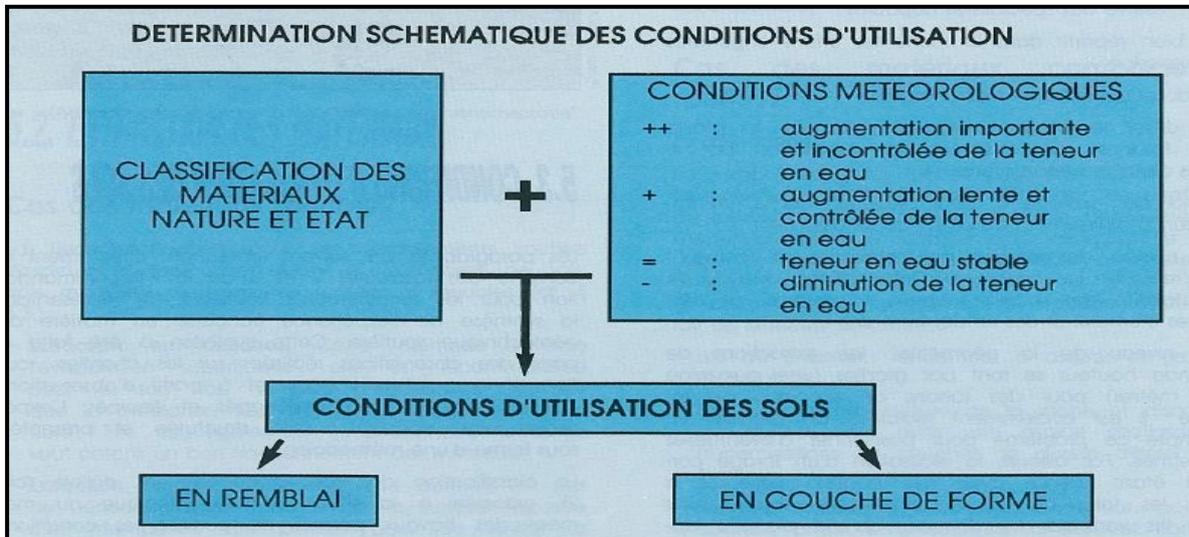


Figure III.11 : Détermination schématique des conditions d'utilisation

Conclusion :

Dans le cadre de l'étude géotechnique de l'évitement de la ville de TAMLOUKA sur 6.2 Km Wilaya de Guelma, le tracé est présent les caractéristiques suivantes :

- ✓ La campagne géotechnique réalisée par les quatre (04) puits de reconnaissance montre une quasi-homogénéité lithologique des sols sous le tracé de l'évitement de la ville de

TAMLOUKA projeté, cette homogénéité représentée par l'existence des argiles, des marnes saines à friable parfois à l'intercalation des calcaires.

- ✓ *Après analyse des résultats (granulométrie ; essais Proctor modifié ; limite d'Atterberg et essai CBR) qui ont révélé des valeurs conformes aux normes, on a constaté que la classe de sol (A2m) peut être utilisé en remblai à condition de respecter les prescriptions du GTR.*
- ✓ *Les valeurs de l'indice portant CBR à 95% Opm varient entre 1.62 et 4.85, ce qui correspond à un CBR < 5, donc le sol est de mauvaise portance (très déformable).*
- ✓ *La réalisation d'une couche de forme est nécessaire avant la réalisation du corps de chaussée (60cm en deux couches).*
- ✓ *L'entreprise de réalisation doit assurer une portance de 25 Mpa de la couche de forme avant la réalisation du corps de chaussée.*

III.7. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSE :

III.7.1. 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 on seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais, aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettront 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*

III.7.2. La chaussée :

III.7.2.1. Définition :

Au sens géométrique : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens structurel : C'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

III.7.3. Différents types de chaussée :

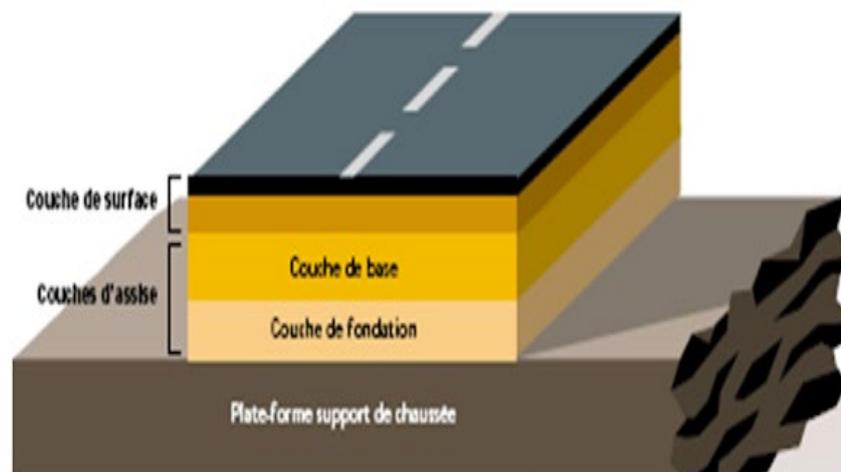
Il existe trois types de chaussée :

- ✓ Chaussée souple.
- ✓ Chaussée semi – rigide.
- ✓ Chaussée rigide.

a) Chaussées souples :

Une structure souple, principalement utilisée pour la réalisation des routes secondaires peu empruntées par les poids lourds est constituée d'une couverture bitumineuse relativement mince (<15 cm) reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités (GNT) d'épaisseur comprise entre 20 et 50 cm. L'épaisseur globale de la chaussée est généralement comprise entre 30 et 60 cm.

Figure III.12 : Structure type d'une Chaussée souple

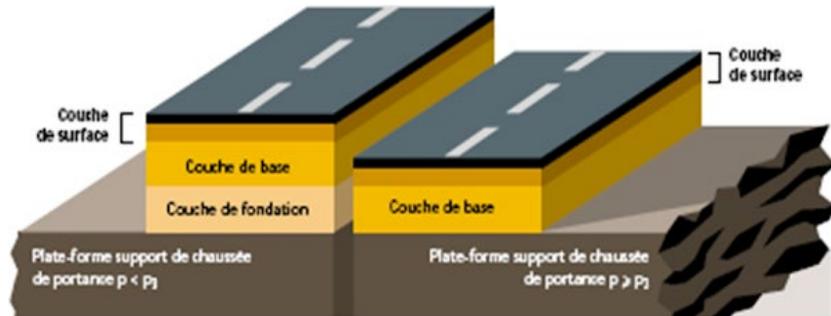


b) Chaussées semi-rigides :

Une chaussée semi-rigide possède une assise traitée par un liant hydraulique (MTLH) de 20 à 50 cm d'épaisseur et une couverture bitumineuse d'épaisseur inférieure à 14 cm.

L'assise en matériaux traités aux liants hydrauliques est disposée en une ou deux couches (base et fondation).

Figure III.13 : Structure type d'une Chaussées semi-rigides

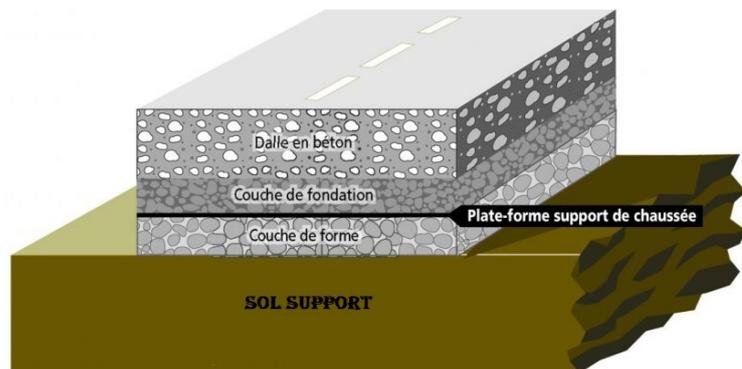


c) Chaussées rigides :

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40cm d'épaisseur, éventuellement recouverte par une couche de roulement mince en matériaux bitumineux. La couche de béton repose, soit sur une couche de fondation, soit directement sur le sol support avec interposition d'une couche de liaison.

Les chaussées en béton forment une technique particulière assez coûteuse et elles sont pratiquement inexistantes en Algérie.

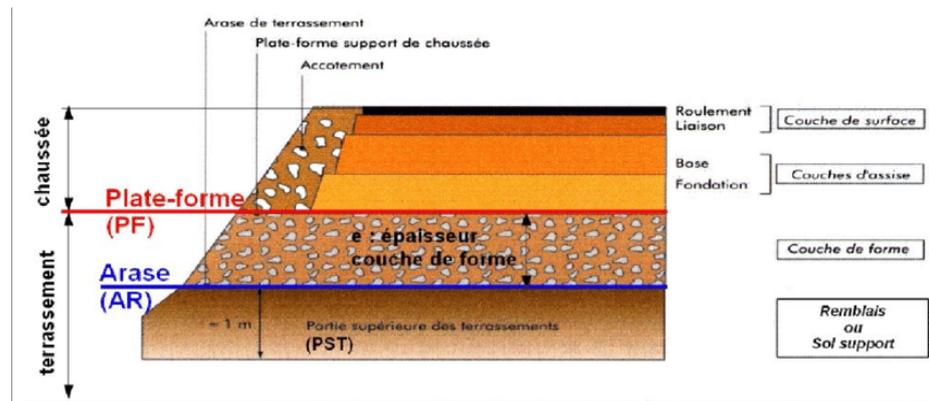
Figure III.14 : Structure type d'une Chaussée rigide



III.7.4. Les différentes couches de chaussée :

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, plus souvent surmonté d'une couche de forme.

Figure III.15 :
Les différentes couches de chaussées



a) Couche de roulement (surface) :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation. Elle est en général composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- ✓ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et 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.

b) Couche de base :

Couche intermédiaire, permet le passage progressif entre C.R et C.F et elle est conçue pour répartir et transmettre les charges sur C.F.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 15cm.

c) Couche de fondation :

Permet de diffuser les charges sur le sol support et de limiter les déformations par traction à la base des matériaux traités (et) limite les déformations verticale (ez) Sur le sol support.

d) Couche de forme :

Complètement en matériaux non traités, elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

III.7.5. Les différents facteurs déterminent pour étude de dimensionnement de chaussée :

Quelle que soit la méthode de dimensionnement, on devra toujours tenir compte d'un certain nombre de paramètres dont l'influence sur le comportement mécanique de la structure et la durée de vie de la chaussée est fondamentale. Ces paramètres peuvent être classés en quatre groupes :

- **Le trafic :**

Le trafic qui doit être pris en compte est le trafic poids lourds (véhicules de plus de 3,5 tonnes). En effet, ce sont eux qui transportent les charges les plus élevées et qui sont donc les plus agressifs pour les structures des chaussées. Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- ✓ Trafic poids lourds T à la mise en service (résultat d'une étude de trafic, des comptages périodiques et des données statistiques établies).
- ✓ Trafic cumulé N sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T \times A \times C$$

N : Trafic cumulé.

A : Facteur d'agressivité globale du trafic.

C : Facteur de cumul : $C = [(1 + \tau)^P - 1]/\tau$

τ : Taux de croissance du trafic.

P : Nombre d'années de service de la chaussée.

- **Le climat (variation de température et gel) :**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. Ainsi, la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné

- **Le sol support :**

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé plate-forme support de chaussée, constituant 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,

- **Les matériaux (module et fatigue) :**

On sait que la plupart des matériaux ne se comportent pas de la même façon sous l'action d'une charge instantanée et permanente que sous l'action des charges répétitives.

Ainsi, un matériau soumis à un grand nombre de charges répétées peut rompre malgré le fait que chaque charge soit largement inférieure à la limite de résistance à la rupture instantanée de ce matériau ; d'autre part, on observe une diminution de cette limite de résistance dans le temps. Ce phénomène est connu sous le nom de fatigue des matériaux. Alors, les matériaux

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

III.7.6. Méthodes de dimensionnement :

Les méthodes de dimensionnement peut être sont de type empirique ou rationnelle.

III.7.6.1. Les méthodes empiriques :

Ces méthodes se basent sur des observations et planches d'essais, elles s'appuient sur trois

Paramètre :

- La force portante : obtenue par les différents essais géotechniques.
- Le trafic par une charge unitaire dite de référence.
- Caractéristiques mécaniques des différents matériaux constituant les couches. On peut citer:
 - ☞ Méthode C.B.R (Californie – Bearing-Ratio).

III.7.6.2. Les méthodes rationnelles :

Ces méthodes se basent sur la connaissance du sol, des matériaux mis en place et du trafic envisagé, et font appel à des modèles mathématiques élaborés. Ces modèles fournissent les contraintes, les déformations et les déplacements à différents niveaux.

On peut citer :

- Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)
- Méthode du catalogue des structures (Catalogue des structures de type neuf établi par SETRA)
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).
- La méthode de C.B.R (California -Bearing – Ratio).

III.7.7. Méthode C.B.R (Californie – Bearing – Ratio) :

C'est une méthode semi-empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{I_{CBR} + 5}$$

E_{eq} : épaisseur équivalente en cm

I_{CBR} : indice CBR

P : charge par roue $P = 6,5 t$ (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal.

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

Et pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches mises en œuvre, on fait intervenir le coefficient d'équivalence (a).

Notion de l'épaisseur équivalente :

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante

$$E = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

a_1, a_2, a_3 coefficient d'équivalence et e_1, e_2, e_3 : épaisseur réelle des couches.

Tableau III.8: Coefficients d'équivalence des matériaux

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

Pour le calcul de l'épaisseur réelle, on fixe « e_1 » et « e_2 » et on calcule « e_3 », généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB=6-8 cm ; **GB**=10-20 cm ; **GC**=15-25 cm ; **TVO**=25cm et plus.

III.7.8. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

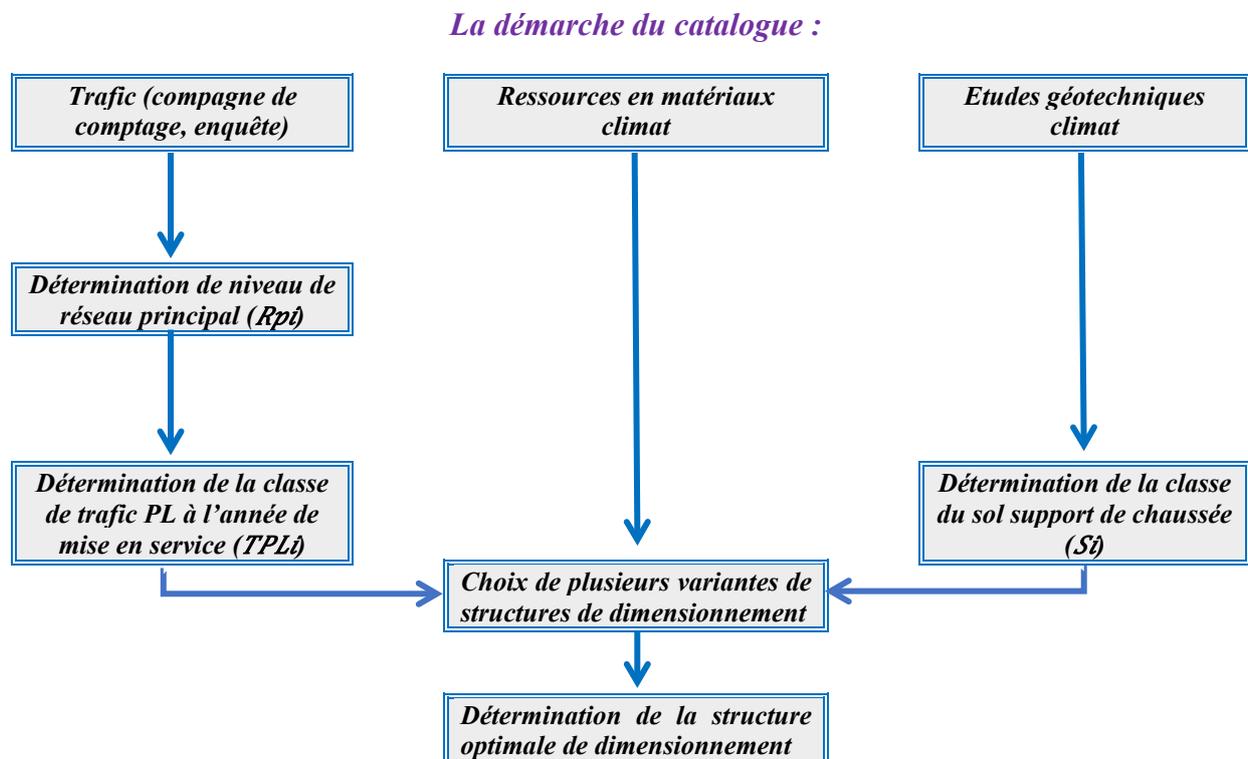


Figure III.16 : La démarche du catalogue

Cette méthode se base essentiellement sur quatre paramètres :

- ✓ Le trafic
- ✓ La portance du sol supporte la chaussée.
- ✓ Zone climatique et l'environnement.
- ✓ Les matériaux utilisés.

Cette méthode est caractérisée par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques

a. Niveau de Réseaux Principaux :

Le réseau principal se divise en deux niveaux :

- Réseau principal de niveau 1 (RP1) il comporte des :
 - ✓ Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 v/j
 - ✓ Liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya
 - ✓ Liaisons présentant un intérêt économique ou stratégique « Généralement le RP1 fait partie des routes nationales (RN) »

- **Réseau principal de niveau 2 (RP2) :**
 - ✓ Il est constitué de liaisons supportant un trafic inférieur à 1500 v/j.
 - ✓ Il est composé de route nationale (RN), de chemin de wilaya (CW).
 - ✓ Liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains.

Détermination de la Classe de Trafic :

Les classes de trafic **TPL_i** adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données pour chaque niveau de réseaux principal, exprimées en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

- ✓ Le réseau **RP1** comprend cinq classes à partir TPL3 jusqu'à TPL7.
- ✓ Le réseau **RP2** comprend cinq classes à partir TPL0 jusqu'à TPL3.

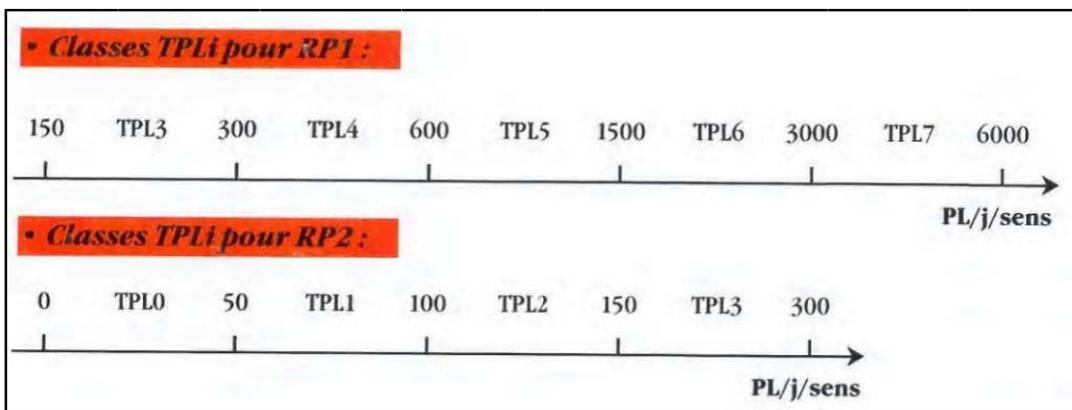


Figure III.17 : La classe de trafic.

b. Présentation des classes de portance des sols :

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifiée maximale les différentes catégories sont données par le tableau qui indique les classes de sols :

Tableau III.9 : les classes de sols selon la valeur de CBR

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

IL existe différents types de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

c. Les Zones Climatiques :

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau III.10 : Les zones climatiques.

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Température Equivalente (C°)	Région
<i>I</i>	> 600	<i>Très humide</i>	20	<i>Nord</i>
<i>II</i>	350-600	<i>Humide</i>	20	<i>Nord, Hauts plateaux</i>
<i>III</i>	100-350	<i>Semi-aride</i>	25	<i>Hauts plateaux</i>
<i>IV</i>	< 100	<i>Aride</i>	30	<i>Sud</i>

d. Types de structures :

Le choix est fait en relation avec le niveau de réseau principal retenu.

Tableau III.18 : Structures disponibles dans le catalogue

Niveau de réseau	Matériaux types	Structures
RP1	<i>MTB (traités au bitume)</i>	<i>GB/GB, GB/GNT. GB/TUF</i>
	<i>MTLH (traités aux liants hydrauliques)</i>	<i>GL/GL. Bcg/GC</i>
RP2	<i>MNT (non traités)</i>	<i>GNT/GNT. TUF/TUF</i>
	<i>MTB (traités au bitume)</i>	<i>SB/SG</i>

III.8. APPLICATION AU PROJET :

Pour dimensionner le corps de chaussée de notre projet, nous avons utilisé la méthode de C.B.R et la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

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

III.8.1. Méthode de C.B.R :

Les données mises à notre disposition sont :

- Chaussée unidirectionnelle à deux voies, donc 90 % du trafic PL sur la voie lente
- Trafic de l'année de comptage 2023, TJMA 2023 = **10 935 v/j**
Année de mise en service : 2028, TJMA 2028 = **13 304 v/j**
- Durée de vie **20 ans**
- Le taux de croisement est de **4 %**
- Pourcentage du poids lourd est **12%**

- $TJMA_{2048} = 29\ 151\ v/j$

<i>Puits</i>	<i>Pk</i>	<i>Indice CBR</i>	<i>Portance S</i>
K1	0+200	1.62	S4
K2	2+000	4.85	S4
K3	3+100	3.25	S4
K4	5+400	2.45	S4

Tableau III.12 : Tableau des classes de portance des sols pour l'évitement de TAKLOUKA

- *Indice CBR : $ICBR \approx 3$*

$$N_{PL2048} = (TJMA_{2048}/2) \times Z \times 0,9$$

La chaussée étant unidirectionnelle 2x2 voies. La voie la plus chargée supporte 90% du trafic lourd.

$$N_{PL2048} = (TJMA_{2048}/2) \times Z \times 0.9 = (29\ 151/2) \times 0,12 \times 0.9 \rightarrow N_{PL2048} = 1575\ PL/J$$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{I_{CBR} + 5} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \left(75 + 50 \log \frac{1575}{10} \right)}{3 + 5} \rightarrow E_{eq} = 71.41\ cm$$

On a :

$$E = a1 * e1 + a2 * e2 + a3 * e3$$

Nous proposons les matériaux suivants pour chaque couche :

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante.

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3ème

- ☞ **e1** : Epaisseur réelle de la couche de roulement en béton bitumineux (**B.B**)
- ☞ **e2** : Epaisseur réelle de la couche de base en grave bitume (**G.B**)
- ☞ **e3** : Epaisseur réelle de la couche de fondation

Calcule l'épaisseur

$$e1 = 6\ cm\ en\ béton\ bitumineux\ (BB)\ a1 = 2$$

$$e2 = 15\ cm\ en\ béton\ bitumineux\ (GB)\ a2 = 1,5$$

$$Donc\ l'épaisseur\ équivalente : (6 * 2) + (15 * 1,5) + (x * 1) = 71\ cm$$

$$Alors : x = 36.50\ cm$$

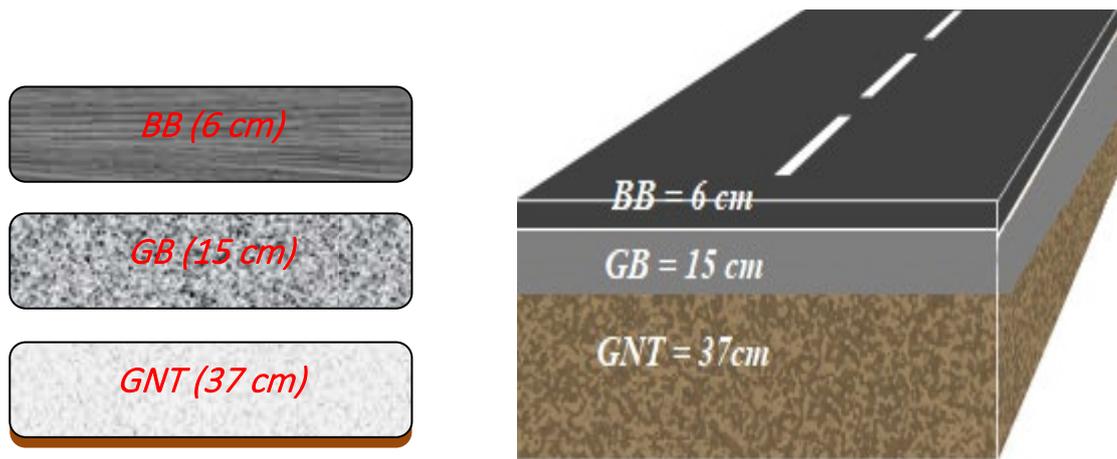


Figure III.18 : Les matériaux et l'épaisseur proposer (Méthode de C.B.R)

III.8.2. Méthode du Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves (CTTP) :

Les données mises à notre disposition sont :

Route unidirectionnelle à deux voies :

$$TPLi = 0.90 \times 0.12 \times (13304) \times 0.5 = \mathbf{718} \text{ PL/j/voie la plus chargée}$$

Détermination du type de réseau :

Hierarchisation du réseau routier → (1)

$$TJMA_{2023} = 10\,935 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j} \Rightarrow \text{RP1 (réseau principal niveau un)}$$

Classe $TPLi$ pour RP1 → (2)

La classe de trafic ($TPLi$) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

On a : $TPL_{2028} = 718 \text{ PL/j/voie la plus chargée donc :}$

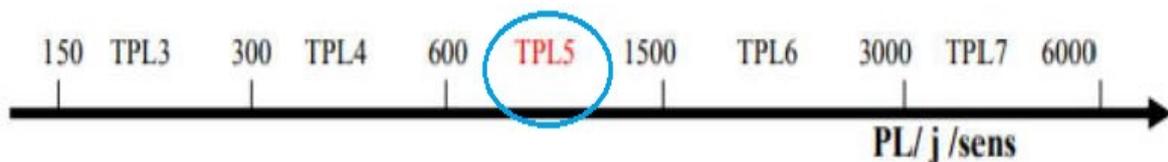


Figure III.19 : La classe de trafic $TPLi$ pour RP1

Présentation des classes de portance des sols → (3)

Le tableau ci-dessous regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0

Tableau III.13 : Tableau des classes de portance des sols

Portance S_i	ICBR
S_0	> 40
S_1	25-40
S_2	10-25
S_3	5-10
S_4	< 5

Suivant le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves on doit préconiser une couche de forme en tuf de bonnes caractéristiques géotechniques de classe S_2 , avec une épaisseur de (60cm), donc la classe de portance visée est S_2 (CBR= 10 - 25).

- La classe de portance visée avant la réalisation du corps de chaussée est S_2

Détermination de la zone climatique → (4)

La wilaya de Guelma est située géographiquement dans la zone climatique I

Durée de vie en RPI → (5)

La durée de vie est de **20 ans**

Taux d'accroissement → (6)

Le taux d'accroissement est de **4 %**

III.8.3. Choix de la structure :

D'après (1), (2), (3), (4), (5), (6) et le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (fascicule 3), il est préconisé la structure suivante :

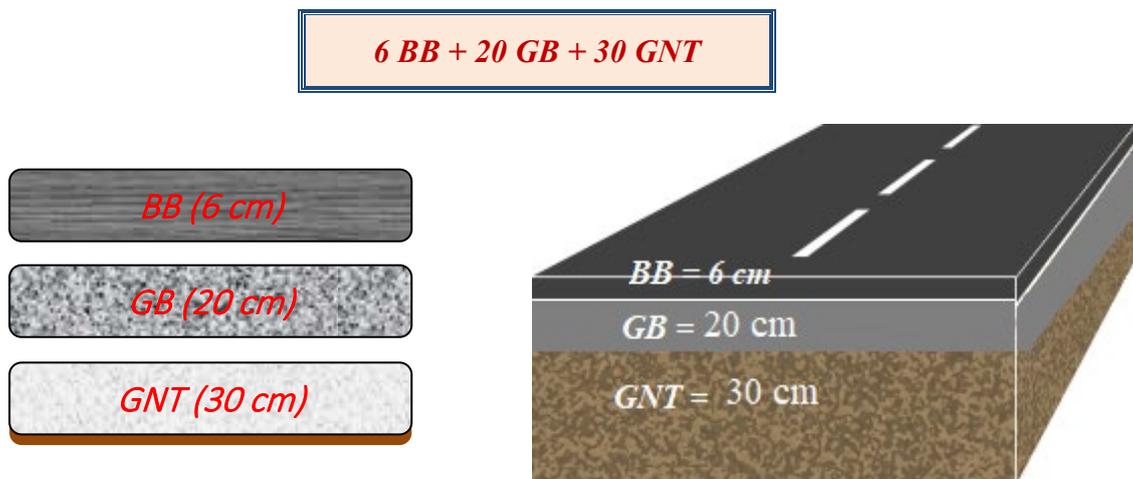


Figure III.20 : Choix de la structure (Méthode CTTP)

CHAPITRE IV

DEPENDANCES DE LA ROUTE

IV. DEPENDANCES DE LA ROUTE :

IV.1. ASSAINISSEMENT :

IV.1.1. Introduction :

L'assainissement est l'ensemble des actions à prévoir et entreprendre pour les écoulements naturels issus du bassin versants amont, il s'agira donc de collecter les eaux de ruissellement interceptées par le tracé routier de la route et de les drainer vers un point de rejet, un exutoire ou en direction d'un ouvrage de franchissement crée à cet effet.

- ☞ La sécurité routière doit avoir la priorité absolue, pour cela la conception des installations de drainage doit permettre l'évacuation efficace et sûre des eaux de ruissellement recouvrant la surface des voies de circulation.
- ☞ La conception du drainage doit viser à protéger l'environnement naturel.

IV.1.2. Analyse du problème :

L'aménagement d'un réseau d'assainissement constitué d'un assemblage d'ouvrage élémentaire, linéaire ou ponctuelle, superficiel ou enterré rentre dans l'objectif de lutter contre l'eau qui engendre des dégâts sur la chaussée en collectant toutes les eaux superficielles ou internes pour les évacuer vers un exutoire. (Point de rejet hors emprise de la route.) Par ailleurs, il est nécessaire d'empêcher tout blocage dans les échanges qui conduira à une stagnation d'eau, en assurant :

- ☞ Un écoulement transversal rapide vers l'ouvrage en assurant un dévers uni et suffisant de la chaussée.
- ☞ Un écoulement longitudinal.
- ☞ Réalisation d'exutoire sans lequel tout le reste perd son efficacité.
- ☞ Un drainage des venues d'eau localisée et des pièges à eau.

IV.1.3. Définition des termes hydrauliques :

Bassin versant :

C'est la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Elle est définie par la topographie et de limitée soit par une crête soit artificiellement par une voie (route), ou encore par une canalisation.

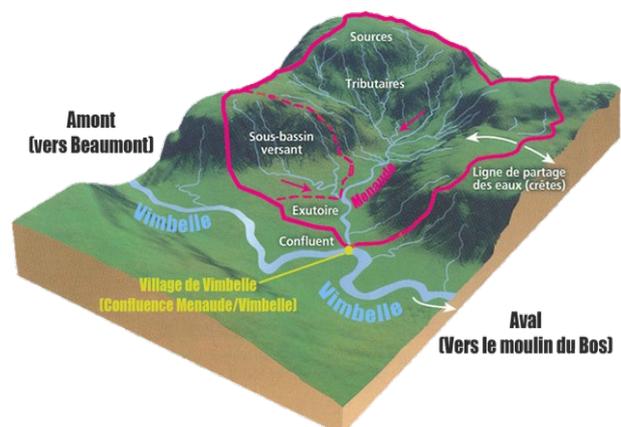


Figure IV.1 : bassin versant

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).

Collecteur principal (canalisation) :

Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards, avec un diamètre et une pente constante.

Chambre de visite (cheminée) :

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage.

Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres successives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

Sacs :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles.

Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard :

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

Fossés de crêtes :

Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

Descente d'eau :

Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

Le regard :

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

IV.1.4. Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels, superficiels ou enterrés. Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière ; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

IV.1.5. Type de dégradation :

Les ruissellements des eaux en surface de la route engendrent de graves dégâts à cause de mauvais drainages et d'entretien.

Ces dégradations présentent sous forme de :

1. Pour les chaussées :

- ✓ Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussée).
- ✓ Enrobage.
- ✓ Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- ✓ Décollement des bords (affouillement des bancs).

2. Pour le talus :

- ✓ Glissement.
- ✓ Érosion
- ✓ Affouillements du pied de talus.

IV.1.6. Dispositions constructives :

L'assainissement des chaussées des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ☞ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombante et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée, (danger d'aquaplaning).
- ☞ Assurer l'évacuation des eaux s'infiltrant à travers du corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- ☞ Évacuation 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 le fossé dalots dans notre cas.

☞ *Leurs dimensions seront fonction du débit d'eaux recueillis.*

IV.1.7. Type de canalisation :

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)*

IV.1.8. Drainage des eaux souterraines :

a) 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. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempent la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

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.*

b) 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.

IV.1.9. Calcul hydraulique :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, à sa pente puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela, on utilise la formule : $Q_a = Q_s$

Q_a : Débit d'apport en provenance du bassin (m^3/s)

Q_s : Débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s)

a) Le débit d'apport :

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante : $Q_a = K.C.I. A (m^3/s)$

Avec :

K : coefficient de conversion des unités : $K = 1/360$

C : coefficient de ruissellement.

I_t : l'intensité de l'averse exprimée en mm/h

A : superficie du bassin versant exprimée en (ha).

Coefficient de ruissellement 'c' :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- ☛ La couverture végétale
- ☛ La forme
- ☛ La pente et la nature du terrain

Tableau IV.1 : Coefficient de ruissellement

Type de chaussée	c	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.90
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

Détermination de l'intensité de l'averse :

Calcul de précipitation journalière : d'après GALTON, le calcul de pluie journalière maximal annuel de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

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

$P_{j\text{moy}}$: Pluie journalière moyenne (mm)

C_v : Coefficient de variation climatique.

u : Variable de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Variable de Gauss

Fréquence (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Variable de Gauss	0.00	0.84	1.28	1.64	2.05	2.32

Remarque :

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

Calcul de la fréquence d'averse : La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t(\%) = P_j(\%) \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Où :

P_j : Hauteur de pluie journalière maximale (mm).

b : L'exposant climatique de la région.

t : Temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

Le temps de concentration : est estimé, respectivement d'après Ventura, Passing, Giandothi, comme suit :

✓ Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

✓ Lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A \leq 25 \text{ km}^2$

$$t_c = 0,108 \times \sqrt[3]{\frac{A.L}{P}}$$

✓ Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8 \cdot \sqrt{H}}$$

Où :

A : Superficie du bassin versant (km^2).

L : Longueur du bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

Calcul de l'intensité de l'averse :

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

Où :

$$I = \frac{P_j (\%)}{24}$$

b) Calcul du débit de saturation (Qs) :

Le débit de saturation est donné par la formule de MANNING-STRICKLER :

$$Q_s = S \times K_{st} \times J^{\frac{1}{2}} \times R_h^{\frac{2}{3}}$$

Où :

Kst : coefficient de MANNING STRICKLER.

Kst : 30 en terre.

Kst : 40 en buses métalliques.

Kst : 50 maçonneries.

Kst : 70 bétons (dalots).

Kst : 80 bétons (buses préfabriquées).

S : Section mouillée.

Rh : rayon hydraulique (m).

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

IV.1.10. Application au projet :

Caractéristique du bassin versant :

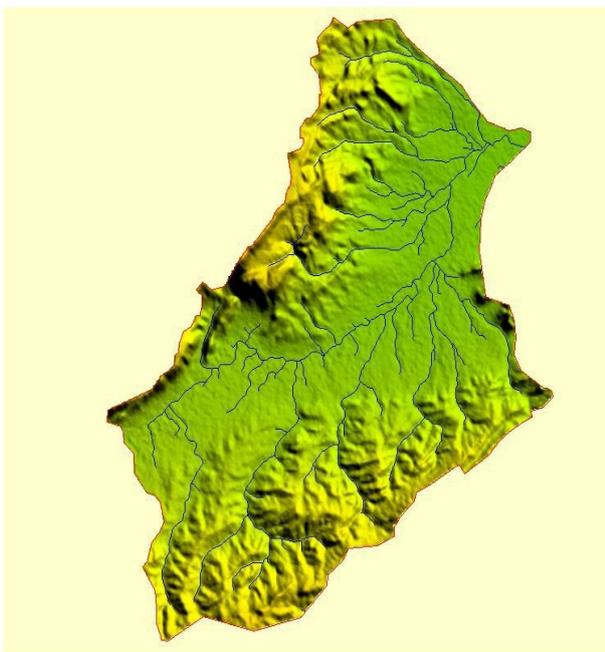


Figure IV.2 : Modèle Numérique du bassin versant qui alimente le cours d'eau d'oued mellah.

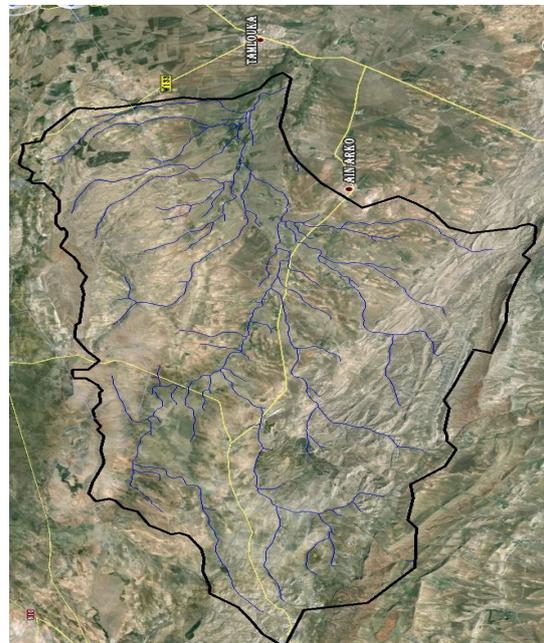


Figure IV.3: bassin versant qui alimente le cours d'eau d'oued mellah

Tableaux IV.3 : les caractéristiques du bassin versant par l'oued mellah de ce projet

Caractéristiques du bassin versant d'oued mellah								
Bassins Versants								
N° BV	Surface (km ²)	Périmètre (km)	Longueur du TW km	Hmin (m)	Hmax (m)	Kc	I moy %	H moy (m)
BV	4,08	8,16	2,08	73	127	1,34	4,86	100



Figure IV.4 : zone inondable

Les données climatiques exploitées

Précipitation journalier :

Les précipitations journalières ont été déterminées à partir des précipitations journalières maximales Recueillies à la station pluviométrique Ain Beida.

Données disponibles des stations pluviométriques situées à proximité de la zone d'étude

Tableaux IV.4 : stations pluviométriques et leurs codes correspondant

Station	Code de la station	Pluie en mm	Coordonnées			N (ans)	Cv	b
			X (km)	Y (km)	Z (m)			
<u>Ain Beida</u>	<u>14, 02,04</u>	<u>410</u>	<u>7,0832</u>	<u>36,0946</u>	<u>74</u>	<u>22</u>	<u>0,35</u>	<u>0,3</u>



Figure IV.5 : zone inondable (photos)

Source : A.N.R.H

C_v : coefficient de variation

b : L'exposant climatique

L'exposant climatique pour notre région (b= 0.3) est donné par l'ARNH d'Alger.

Dans la zone d'étude, la station d'Ain Beida est la plus proche du site avec une période d'observation de 50 ans.

Rappel des données pluviométriques

Les données pluviométriques nécessaires pour le calcul :

Pluie moyenne journalière maximale P_j = 401 mm

Exposant climatique b = 0,30

Coefficient de variation C_v = 0,35

Calcul hydraulique

Calcul de la pluie journalière maximale annuelle «P_j''

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

Pour une période de retour égale à 10 ans :

$$u = 1,282, \quad C_v = 0,35, \quad P_{j\text{moy}} = 401 \text{ mm}$$

$$P_j(\%) = \frac{401}{\sqrt{0,35^2 + 1}} \cdot e^{1,282 \sqrt{\ln(0,35^2 + 1)}}$$

$$P_j(10\%) = 585.21 \text{ mm}$$

A. L'intensité horaire "I"

$$I = \frac{P_j(\%)}{24}$$

$$P_j(10\%) = 585.21 \text{ mm}; \quad I(10\%) = \frac{585.21}{24} \Rightarrow \quad I(10\%) = 24.38 \text{ mm/h}$$

B. Calcul de la surface du bassin versant

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnées pour évacuer le débit apporté par l'ensemble des bassins versants de la chaussée et l'accotement et le talus.

- Surface de la chaussée : $A_c = 7,0 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,07 \text{ ha}$ (Chaque 100 mètres)
- Surface de l'accotement : $A_A = 2 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,02 \text{ ha}$
- Surface du talus : $A_t = 4 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,04 \text{ ha}$ $A_{\text{total}} = 0,130 \text{ ha}$

C. Calcul des débits d'apporté

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

✓ *Le débit apporté par la chaussée*

$$C = 0,9, \quad p = 2,5 \%, \quad I(10\%) = 24.38 \text{ mm/h}, \quad A = 0,07 \text{ ha.}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,07}{0,025}} \Rightarrow t_c = 0,21 \text{ ha}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 24.38 \times \left(\frac{0,21}{24}\right)^{0,30-1} \Rightarrow I_t = 672,40 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{chaussée}} = 2,78 \times 0,9 \times 672,40 \times 0,07 = 117,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ *Le débit apporté par l'accotement*

$$C = 0,4, \quad p = 4 \%, \quad I(10\%) = 24.38 \text{ mm/h}, \quad A = 0,020 \text{ ha.}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,020}{0,04}} \Rightarrow t_c = 0,089 \text{ ha}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 24.38 \times \left(\frac{0,089}{24}\right)^{0,30-1} \Rightarrow \quad I_t = 1226,33 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{accotement}} = 2,78 \times 0,4 \times 1226,33 \times 0,020 = 27,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ *Le débit apporté par le talus*

$$C = 0,3, \quad p = 100 \%, \quad I(10\%) = 24.38 \text{ mm/h}, \quad A = 0,040 \text{ ha.}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,040}{1}} \Rightarrow t_c = 0,025 \text{ ha}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 24.38 \times \left(\frac{0,025}{24}\right)^{0,30-1} \Rightarrow \quad I_t = 2982.80 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{talus}} = 2,78 \times 0,3 \times 2982.80 \times 0,040 = 99,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = 117,76 + 27,27 + 99,51 = 244,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

▪ **Dimensionnement dalots**

La surface mouillée:

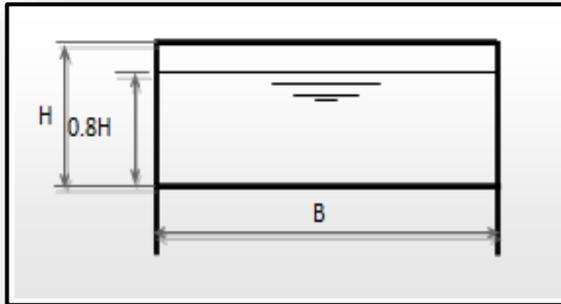
$$S_m = 0.8H \times B$$

Le périmètre mouillé:

$$P_m = 1.6H + B$$

Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$



$$Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot 0,8h \times b \left[\left(\frac{0,8h \times b}{1,6h + b} \right)^{2/3} \right] = 337,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

$K_{st} = 70$ (dalot en béton)

J : pente du dalot.

Le débit rapporté par le bassin versant doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_s \geq Q_a$$

On tire la valeur de h qui vérifie cette inégalité, par itération.

on a obtenu par calcul itératif :

$$h = 3 \text{ m}$$

Tableaux IV.5 : Ouvrage proposé

<i>BV</i>	<i>Qm3/s</i>	<i>Ouvrage proposé</i>	<i>Zone inondable</i>
<u>15+16</u>	<u>337,86</u>	<u>6 dalots de 3 m x 3 m</u>	<u>Zone n° 3</u>

IV.2 SIGNALISATION ROUTIÈRE :

IV.2.1. Introduction :

La signalisation routière permet d'informer les usagers, qu'ils soient conducteurs ou piétons, quant aux règles à respecter lors de leurs déplacements. Qu'elle soit verticale ou horizontale, permanente ou temporaire, la signalisation routière a été conçue et intégrée dans le code de la route.

IV.2.2. L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- ✓ *De rendre plus sûre la circulation routière.*
- ✓ *De faciliter cette circulation.*
- ✓ *D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.*
- ✓ *De donner des informations relatives à l'usage de la route.*
- ✓ *Limiter les causes d'accidents de la route.*

IV.2.3. Catégories de Signalisation :

On distingue :

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

IV.2.4. Règles à respecter pour 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'usage.*
- ✓ *Éviter la publicité irrégulière.*

IV.2.5. Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ *Signalisation verticale*
- ✓ *Signalisation horizontale*

IV.2.5.1 Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur des chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur des chaussées, et pour certains marquages spéciaux. La signalisation horizontale se divise enttrois types :

Marque longitudinale :

- **Lignes continues :** Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.
- **Lignes discontinues :** Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :
 - Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
 - Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
 - Les lignes d'avertissement, les lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

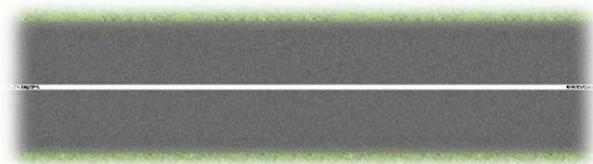


Figure IV.6 : Ligne continue

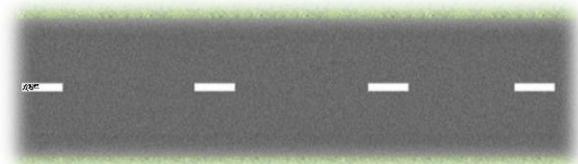


Figure IV.7 : Ligne discontinue

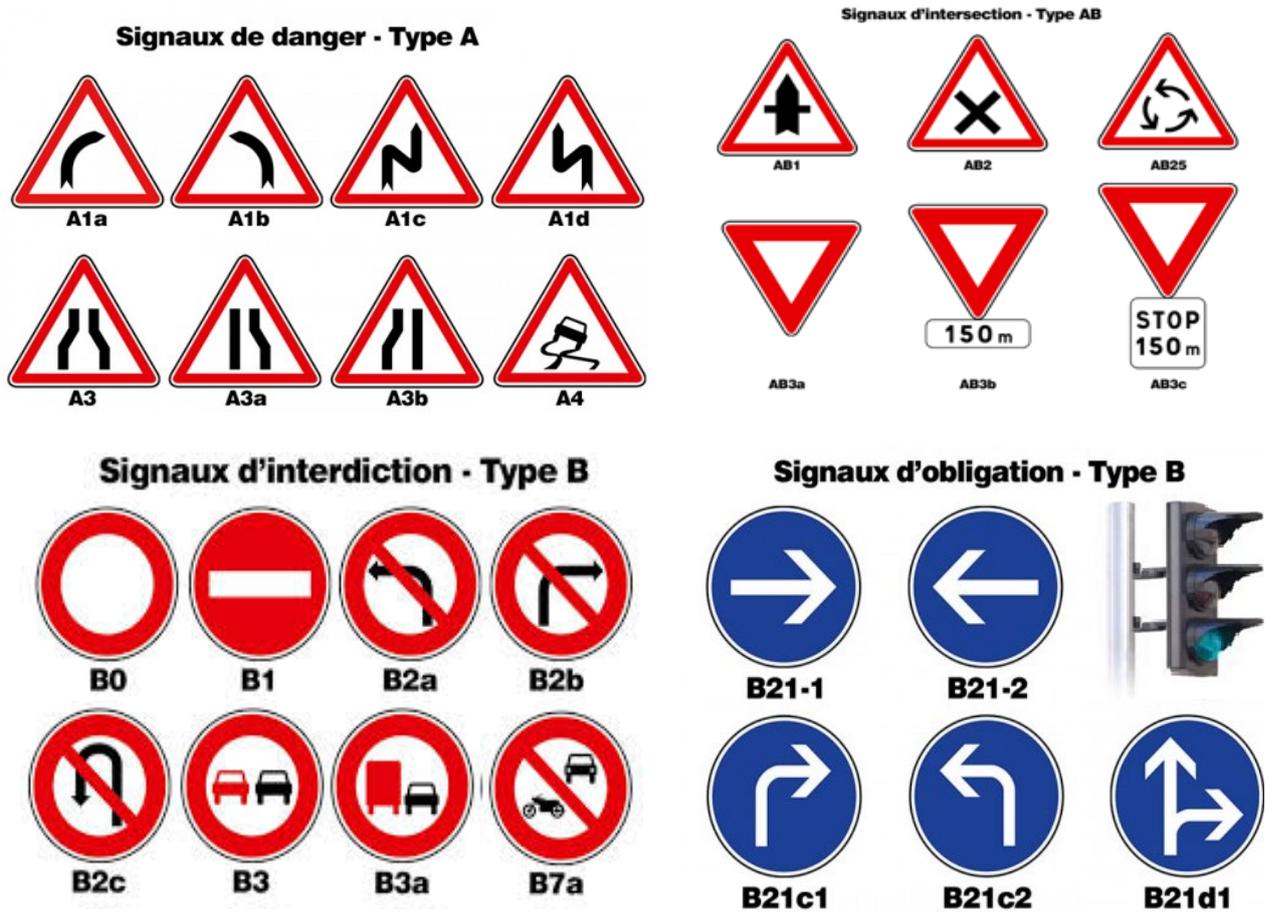
IV.2.5.2. Signalisation verticale :

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

- Signaux de danger :** Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être Placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (Signalisation avancée).
- Signaux comportant une prescription absolue :** Panneaux de forme circulaire, on trouve
 - L'interdiction.
 - L'obligation.
 - La fin de la prescription.
- Signaux à simple indication :** Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :
 - Signaux d'indication.

- *Signaux de direction.*
- *Signaux de localisation.*
- *Signaux divers.*

IV.2.6. Exemple des signalisations verticales :



Signalisation verticale type E pour les giratoires.

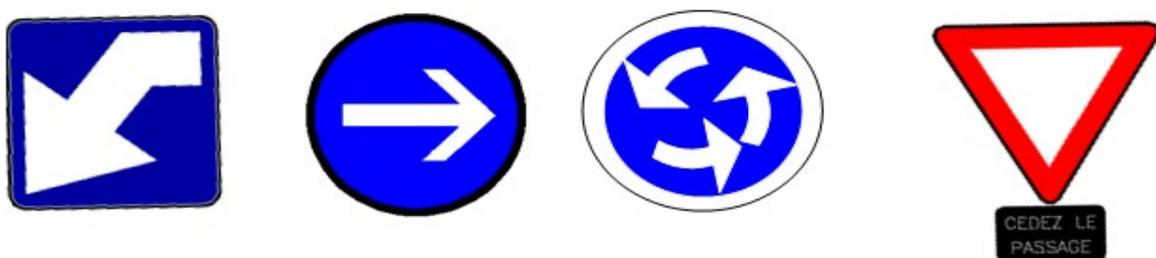


Figure IV.8 : Exemple des signalisations verticales

Application au projet :

Exemple : plan de signalisation du Pk 1+000 au Pk 1+400 de notre projet



Figure IV.9 : plan de signalisation

IV.3. Éclairage :

IV.3.1. Introduction :

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, très généralement en bordures des voiries et places, nécessaires à la sécurité ou à l'agrément de l'homme.

Une bonne visibilité des bordures de trottoir, des obstacles et l'absence des zones d'ombre sont essentiels pour les piétons.

IV.3.2. Classe d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

IV.3.3. Éclairage d'un point singulier :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé, doivent être les suivantes :

- A une longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveille l'attention de l'automobiliste.
- A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

IV.3.4. Paramètres de l'implantation des luminaires :

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

Le tableau suivant synthétise les principaux types d'implantation des points lumineux en fonction de la hauteur des feux et de la largeur de la chaussée. :

Tableaux IV.6 : L'implantation des points lumineux

Type d'implantation recommandé	Rapport entre <i>h</i> et <i>L</i>	Type de chaussée
Implantation unilatérale	$L \leq h$	Chaussée simple à double sens de circulation
Implantation bilatérale en quinconce	$H < L \leq 1,5 h$	
Implantation bilatérale vis-à-vis	$1,5 < h$	
Implantation axiale (rétro-bilatérale)	$L \leq h$	Chaussée double à deux sens de circulation

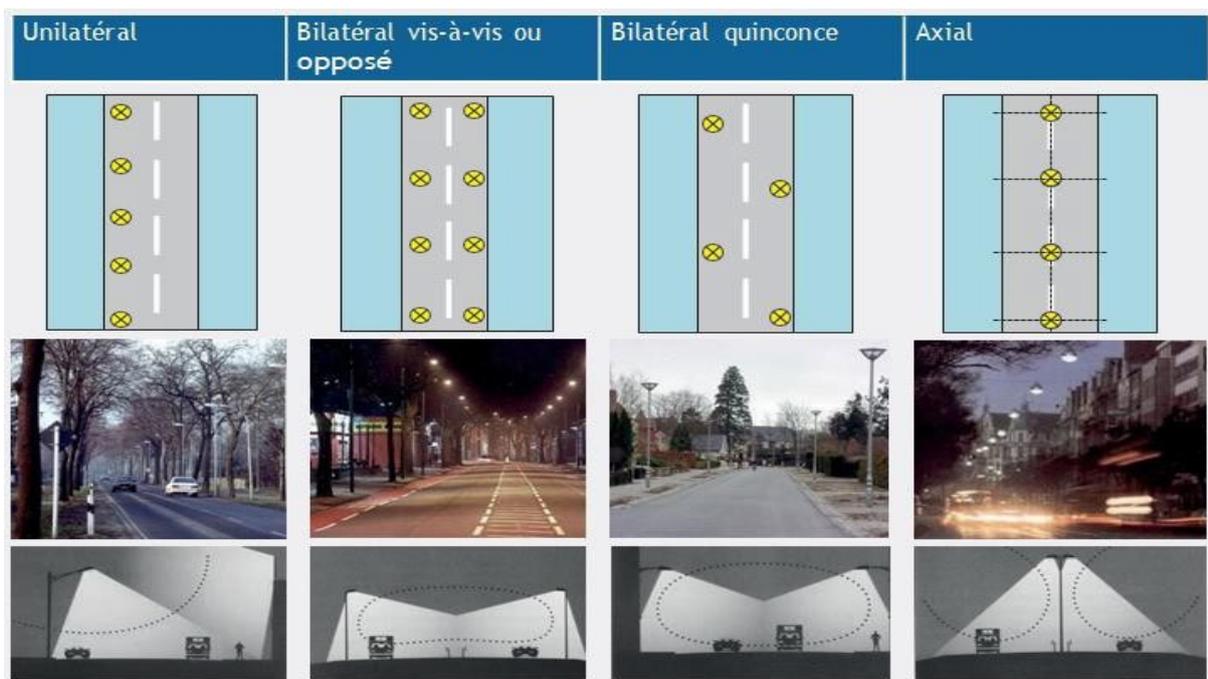


Figure IV.10 : les types d'implantation des points lumineux

CONCLUSION GENERALE :

Dans notre projet de fin d'étude, nous avons essayé de mettre en application les connaissances théoriques qui ont été acquises durant notre cycle de formation tout en profitant de l'expérience des personnes du domaine.

Cette phase de l'étude d'avant-projet détaillé nous a permis de développer la variante retenue en phases préliminaires et A.P.S. Cette dernière représente la meilleure variante sur le plan technique, social et économique.

Cette étude APD nous a permis de rechercher des solutions à tous les problèmes techniques pouvant survenir lors de l'étude d'un projet routier.

Cette étude de l'évitement de la ville de TAMLOUKA en avant-projet détaillé (APD) nous a permis d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet routier et de cerner les problèmes techniques possibles.

De plus, ce travail a été une occasion pour maîtriser l'outil informatique, en l'occurrence les logiciels AUTO CAD, COVADIS 16.0 et Word.

BIBLIOGRAPHIE :

[1]. Site internet (www.google.com/www.fr.wikipidea.org/)

[2]. Michel, Faure. *Route les cours de L'ENTPE. Tome1. Lyon: ELEAS, 1997. pp35-221 p258.*

[3]. Roger, Coquand. *Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris : eyrolles, 1985.pp 19-40 p291.*

[4]. Djelti, Abdelkader Zakaria ; Hattou, Mohammed. *Etude de la réhabilitation du chemin de wilaya CW54. mémoire d'ingénieur. Tlemcen : juillet 2009.pp 12-80 p86.*

[5]. Bouzad Idir, *Etude du dédoublement de la RN 09B Wilaya de Sétif. Mémoire d'ingénieur. Université Mohamed khider – Biskra : juin 2020.*

[6]. B40. *Normes technique d'aménagement des routes. Algérie : ministre des travaux publics, octobre 1977.*

[7]. *Catalogue de dimensionnement du corps des chaussées neuves (C.T.T.P). (Fascicules 1, 2 et 3) / novembre 2015.*

[8]. LCPC ; SETRA. *Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1 et 2. 2^{ème} édition. Paris : Bagnaux, juillet 2000.pp 1-84 p 102.*

[9]. B, Metral ; C, Florent. *Etude technique du projet routier. Université de Lyon : 2003.*

Annexe

Rapport sur les volumes :

Abscisse curviligne de départ : 0+000

Abscisse curviligne de fin : 6+119

<i>Abscisse</i>	<i>Surface de déblai (m2)</i>	<i>Volume de déblai (m3)</i>	<i>Surface de remblai (m2)</i>	<i>Volume de remblai (m3)</i>	<i>Vol. déblai Cum. (m3)</i>	<i>Vol. remblai Cum. (m3)</i>
0+000.000	14.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	0.00	148.83	6.14	61.38	148.83	61.38
0+040.000	0.00	0.00	18.00	241.36	148.83	302.74
0+060.000	0.00	0.00	23.06	410.63	148.83	713.38
0+080.000	0.00	0.00	28.28	513.48	148.83	1226.85
0+100.000	0.00	0.00	35.17	634.53	148.83	1861.38
0+120.000	0.00	0.00	42.98	781.53	148.83	2642.91
0+140.000	0.00	0.00	45.53	885.13	148.83	3528.04
0+160.000	0.00	0.00	47.64	931.65	148.83	4459.69
0+180.000	0.00	0.00	46.51	941.43	148.83	5401.13
0+200.000	0.00	0.00	47.57	940.77	148.83	6341.90
0+220.000	0.00	0.00	48.01	956.35	148.83	7298.25
0+240.000	0.00	0.00	54.67	1026.86	148.83	8325.12
0+260.000	0.00	0.00	68.77	1234.08	148.83	9559.20
0+280.000	0.00	0.00	85.51	1543.19	148.83	11102.38
0+300.000	0.00	0.00	86.51	1720.55	148.83	12822.94
0+320.000	0.00	0.00	82.98	1694.43	148.83	14517.36
0+340.000	0.00	0.00	80.34	1632.57	148.83	16149.93
0+360.000	0.00	0.00	71.21	1514.67	148.83	17664.61
0+380.000	0.00	0.00	62.91	1340.36	148.83	19004.97
0+400.000	0.00	0.00	57.67	1205.10	148.83	20210.07
0+420.000	0.00	0.00	55.64	1132.37	148.83	21342.44
0+440.000	0.00	0.00	41.92	974.91	148.83	22317.35
0+460.000	0.00	0.00	27.45	693.32	148.83	23010.67
0+480.000	0.00	0.00	13.89	413.14	148.83	23423.81
0+500.000	0.25	2.58	2.21	160.79	151.41	23584.60
0+520.000	0.00	2.58	18.29	204.61	154.00	23789.21
0+540.000	0.00	0.00	60.19	784.07	154.00	24573.29
0+560.000	0.00	0.00	102.57	1626.59	154.00	26199.88
0+580.000	0.00	0.00	140.68	2431.17	154.00	28631.04
0+600.000	0.00	0.00	172.03	3125.72	154.00	31756.76
0+620.000	0.00	0.00	170.42	3423.31	154.00	35180.07
0+640.000	0.00	0.00	164.02	3343.38	154.00	38523.45
0+660.000	0.00	0.00	147.71	3116.29	154.00	41639.74
0+680.000	0.00	0.00	100.40	2479.84	154.00	44119.59
0+700.000	0.00	0.00	58.62	1588.82	154.00	45708.41
0+720.000	0.00	0.00	22.82	813.26	154.00	46521.67
0+740.000	0.00	0.00	8.71	314.67	154.00	46836.34
0+760.000	0.04	0.36	5.64	143.13	154.36	46979.47
0+780.000	0.00	0.36	16.15	217.52	154.72	47196.99
0+800.000	0.00	0.00	25.95	420.68	154.72	47617.68
0+820.000	0.00	0.00	28.95	548.60	154.72	48166.28
0+840.000	0.00	0.00	31.29	601.84	154.72	48768.12
0+860.000	0.00	0.00	32.41	636.38	154.72	49404.49
0+880.000	0.00	0.00	33.78	661.24	154.72	50065.74
0+900.000	0.00	0.00	35.64	693.52	154.72	50759.26

Annexe

0+920.000	0.00	0.00	37.48	730.62	154.72	51489.87
0+940.000	0.00	0.00	38.93	763.57	154.72	52253.44
0+960.000	0.00	0.00	40.48	793.54	154.72	53046.98
0+980.000	0.00	0.00	42.95	833.72	154.72	53880.69
1+000.000	0.00	0.00	42.94	858.25	154.72	54738.95
1+020.000	0.00	0.00	42.15	850.24	154.72	55589.18
1+040.000	0.00	0.00	39.76	818.34	154.72	56407.53
1+060.000	0.00	0.00	37.70	773.78	154.72	57181.30
1+080.000	0.00	0.00	37.39	750.94	154.72	57932.24
1+100.000	0.00	0.00	37.34	747.28	154.72	58679.52
1+120.000	0.00	0.00	41.62	789.55	154.72	59469.08
1+140.000	0.00	0.00	47.79	894.09	154.72	60363.17
1+160.000	0.00	0.00	48.66	964.50	154.72	61327.67
1+180.000	0.00	0.00	45.92	945.77	154.72	62273.44
1+200.000	0.00	0.00	42.79	887.07	154.72	63160.52
1+220.000	0.00	0.00	39.30	820.91	154.72	63981.42
1+240.000	0.00	0.00	32.58	718.80	154.72	64700.22
1+260.000	0.00	0.00	21.39	539.70	154.72	65239.93
1+280.000	5.24	52.45	0.00	213.90	207.17	65453.83
1+300.000	11.36	166.09	0.00	0.00	373.26	65453.83
1+320.000	34.01	453.72	0.00	0.00	826.98	65453.83
1+340.000	52.55	865.63	0.00	0.00	1692.61	65453.83
1+360.000	58.18	1107.34	0.00	0.00	2799.95	65453.83
1+380.000	60.41	1185.85	0.00	0.00	3985.79	65453.83
1+400.000	50.38	1107.88	0.00	0.00	5093.67	65453.83
1+420.000	43.37	937.51	0.00	0.00	6031.18	65453.83
1+440.000	40.41	837.82	0.00	0.00	6869.00	65453.83
1+460.000	36.54	769.55	0.00	0.00	7638.55	65453.83
1+480.000	36.22	727.56	0.00	0.00	8366.11	65453.83
1+500.000	37.41	736.29	0.00	0.00	9102.39	65453.83
1+520.000	35.43	728.43	0.00	0.00	9830.83	65453.83
1+540.000	27.09	625.17	0.00	0.00	10456.00	65453.83
1+560.000	18.32	454.08	0.00	0.00	10910.08	65453.83
1+580.000	3.77	220.94	0.55	5.53	11131.02	65459.36
1+600.000	0.00	37.73	10.97	115.20	11168.75	65574.56
1+620.000	0.00	0.00	21.36	323.23	11168.75	65897.79
1+640.000	0.00	0.00	30.58	519.37	11168.75	66417.16
1+660.000	0.00	0.00	38.31	688.88	11168.75	67106.04
1+680.000	0.00	0.00	43.15	814.57	11168.75	67920.62
1+700.000	0.00	0.00	50.15	932.96	11168.75	68853.58
1+720.000	0.00	0.00	51.33	1014.72	11168.75	69868.30
1+740.000	0.00	0.00	52.64	1039.64	11168.75	70907.94
1+760.000	0.00	0.00	56.06	1086.94	11168.75	71994.88
1+780.000	0.00	0.00	50.47	1065.27	11168.75	73060.15
1+800.000	0.00	0.00	43.47	939.45	11168.75	73999.60
1+820.000	0.00	0.00	38.62	820.95	11168.75	74820.55
1+840.000	0.00	0.00	33.09	717.10	11168.75	75537.65
1+860.000	0.00	0.00	28.68	617.74	11168.75	76155.39
1+880.000	0.00	0.00	25.84	545.24	11168.75	76700.64
1+900.000	0.00	0.00	21.79	476.35	11168.75	77176.98
1+920.000	0.00	0.00	18.10	398.90	11168.75	77575.88
1+940.000	0.00	0.00	13.15	312.43	11168.75	77888.32
1+960.000	0.04	0.42	7.04	201.90	11169.16	78090.22
1+980.000	2.01	20.49	2.53	95.77	11189.66	78185.98
2+000.000	4.44	64.46	0.00	25.38	11254.12	78211.36
2+020.000	6.01	104.53	0.00	0.03	11358.64	78211.40
2+040.000	6.95	129.69	0.00	0.00	11488.34	78211.40
2+060.000	1.86	88.17	0.85	8.49	11576.50	78219.89

Annexe

2+080.000	0.00	18.62	6.43	72.82	11595.12	78292.71
2+100.000	0.00	0.00	12.27	187.01	11595.12	78479.72
2+120.000	0.00	0.00	16.95	292.15	11595.12	78771.87
2+140.000	0.00	0.00	21.02	379.64	11595.12	79151.51
2+160.000	0.00	0.00	25.02	460.39	11595.12	79611.91
2+180.000	0.00	0.00	27.77	527.93	11595.12	80139.84
2+200.000	0.00	0.00	28.69	564.66	11595.12	80704.50
2+220.000	0.00	0.00	27.85	565.42	11595.12	81269.92
2+240.000	0.00	0.00	28.09	559.34	11595.12	81829.26
2+260.000	0.00	0.00	31.13	592.22	11595.12	82421.48
2+280.000	0.00	0.00	32.85	639.83	11595.12	83061.30
2+300.000	0.00	0.00	29.12	619.69	11595.12	83680.99
2+320.000	0.00	0.00	27.41	565.33	11595.12	84246.32
2+340.000	0.00	0.00	25.86	532.76	11595.12	84779.09
2+360.000	0.00	0.00	21.26	471.25	11595.12	85250.34
2+380.000	0.00	0.00	15.34	366.04	11595.12	85616.38
2+400.000	0.00	0.00	9.76	250.99	11595.12	85867.37
2+420.000	0.04	0.36	5.93	156.83	11595.49	86024.19
2+440.000	0.00	0.36	4.82	107.51	11595.85	86131.71
2+460.000	0.00	0.00	5.30	101.21	11595.85	86232.91
2+480.000	0.00	0.00	8.41	137.07	11595.85	86369.98
2+500.000	0.00	0.00	12.40	208.12	11595.85	86578.10
2+520.000	0.00	0.00	16.48	288.78	11595.85	86866.88
2+540.000	0.00	0.00	20.81	372.89	11595.85	87239.77
2+560.000	0.00	0.00	23.35	441.62	11595.85	87681.39
2+580.000	0.00	0.00	27.25	506.00	11595.85	88187.39
2+600.000	0.00	0.00	32.08	593.35	11595.85	88780.73
2+620.000	0.00	0.00	36.16	682.44	11595.85	89463.17
2+640.000	0.00	0.00	39.13	752.87	11595.85	90216.04
2+660.000	0.00	0.00	40.19	793.16	11595.85	91009.20
2+680.000	0.00	0.00	40.48	806.65	11595.85	91815.85
2+700.000	0.00	0.00	40.35	808.27	11595.85	92624.12
2+720.000	0.00	0.00	39.76	801.07	11595.85	93425.19
2+740.000	0.00	0.00	38.08	778.38	11595.85	94203.56
2+760.000	0.00	0.00	40.06	781.39	11595.85	94984.95
2+780.000	0.00	0.00	43.32	833.75	11595.85	95818.71
2+800.000	0.00	0.00	44.06	873.80	11595.85	96692.51
2+820.000	0.00	0.00	45.12	891.82	11595.85	97584.33
2+840.000	0.00	0.00	47.07	921.90	11595.85	98506.22
2+860.000	0.00	0.00	50.20	972.72	11595.85	99478.94
2+880.000	0.00	0.00	53.45	1036.52	11595.85	100515.46
2+900.000	0.00	0.00	55.61	1090.62	11595.85	101606.08
2+920.000	0.00	0.00	57.74	1133.55	11595.85	102739.63
2+940.000	0.00	0.00	61.15	1188.91	11595.85	103928.54
2+960.000	0.00	0.00	65.86	1270.04	11595.85	105198.58
2+980.000	0.00	0.00	71.89	1377.44	11595.85	106576.03
3+000.000	0.00	0.00	78.10	1499.90	11595.85	108075.93
3+020.000	0.00	0.00	84.57	1626.68	11595.85	109702.61
3+040.000	0.00	0.00	90.79	1753.57	11595.85	111456.18
3+060.000	0.00	0.00	96.29	1870.81	11595.85	113326.99
3+080.000	0.00	0.00	101.98	1982.73	11595.85	115309.72
3+100.000	0.00	0.00	108.49	2104.69	11595.85	117414.41
3+120.000	0.00	0.00	115.13	2236.16	11595.85	119650.57
3+140.000	0.00	0.00	121.36	2364.91	11595.85	122015.48
3+160.000	0.00	0.00	126.91	2482.74	11595.85	124498.22
3+180.000	0.00	0.00	132.73	2596.43	11595.85	127094.65
3+200.000	0.00	0.00	137.62	2703.50	11595.85	129798.15
3+220.000	0.00	0.00	139.85	2774.69	11595.85	132572.83

Annexe

3+240.000	0.00	0.00	141.11	2809.61	11595.85	135382.45
3+260.000	0.00	0.00	142.89	2840.00	11595.85	138222.44
3+280.000	0.00	0.00	142.30	2851.89	11595.85	141074.34
3+300.000	0.00	0.00	140.95	2832.54	11595.85	143906.88
3+320.000	0.00	0.00	139.06	2800.15	11595.85	146707.02
3+340.000	0.00	0.00	136.88	2759.48	11595.85	149466.50
3+360.000	0.00	0.00	135.13	2720.15	11595.85	152186.65
3+380.000	0.00	0.00	132.25	2673.85	11595.85	154860.49
3+400.000	0.00	0.00	130.52	2627.73	11595.85	157488.22
3+420.000	0.00	0.00	128.18	2586.97	11595.85	160075.20
3+440.000	0.00	0.00	126.11	2542.90	11595.85	162618.10
3+460.000	0.00	0.00	122.03	2481.42	11595.85	165099.52
3+480.000	0.00	0.00	117.16	2391.94	11595.85	167491.46
3+500.000	0.00	0.00	112.88	2300.41	11595.85	169791.86
3+520.000	0.00	0.00	115.75	2286.25	11595.85	172078.12
3+540.000	0.00	0.00	114.73	2304.81	11595.85	174382.93
3+560.000	0.00	0.00	106.17	2208.99	11595.85	176591.92
3+580.000	0.00	0.00	101.27	2074.41	11595.85	178666.33
3+600.000	0.00	0.00	96.15	1974.27	11595.85	180640.61
3+620.000	0.00	0.00	102.03	1981.80	11595.85	182622.41
3+640.000	0.00	0.00	100.78	2028.12	11595.85	184650.53
3+660.000	0.00	0.00	97.47	1982.52	11595.85	186633.05
3+680.000	0.00	0.00	94.77	1922.40	11595.85	188555.45
3+700.000	0.00	0.00	91.83	1866.06	11595.85	190421.50
3+720.000	0.00	0.00	89.39	1812.21	11595.85	192233.72
3+740.000	0.00	0.00	86.41	1757.98	11595.85	193991.70
3+760.000	0.00	0.00	81.40	1678.10	11595.85	195669.80
3+780.000	0.00	0.00	75.97	1573.73	11595.85	197243.53
3+800.000	0.00	0.00	73.83	1498.01	11595.85	198741.54
3+820.000	0.00	0.00	70.59	1444.12	11595.85	200185.66
3+840.000	0.00	0.00	66.85	1374.38	11595.85	201560.04
3+860.000	0.00	0.00	64.28	1311.32	11595.85	202871.36
3+880.000	0.00	0.00	65.99	1302.66	11595.85	204174.02
3+900.000	0.00	0.00	68.72	1347.09	11595.85	205521.11
3+920.000	0.00	0.00	63.16	1318.77	11595.85	206839.89
3+940.000	0.00	0.00	51.88	1150.33	11595.85	207990.22
3+960.000	0.00	0.00	50.01	1018.89	11595.85	209009.11
3+980.000	0.00	0.00	50.86	1008.71	11595.85	210017.82
4+000.000	0.00	0.00	50.99	1018.53	11595.85	211036.35
4+020.000	0.00	0.00	44.24	952.33	11595.85	211988.68
4+040.000	0.00	0.00	38.90	831.36	11595.85	212820.05
4+060.000	0.00	0.00	40.73	796.26	11595.85	213616.31
4+080.000	0.00	0.00	42.54	832.66	11595.85	214448.97
4+100.000	0.00	0.00	42.72	852.52	11595.85	215301.50
4+120.000	0.00	0.00	42.91	856.29	11595.85	216157.79
4+140.000	0.00	0.00	42.66	855.75	11595.85	217013.54
4+160.000	0.00	0.00	43.97	866.26	11595.85	217879.79
4+180.000	0.00	0.00	45.90	898.64	11595.85	218778.43
4+200.000	0.00	0.00	48.06	939.57	11595.85	219718.01
4+220.000	0.00	0.00	51.08	991.42	11595.85	220709.43
4+240.000	0.00	0.00	54.91	1059.91	11595.85	221769.34
4+260.000	0.00	0.00	58.57	1134.76	11595.85	222904.10
4+280.000	0.00	0.00	62.45	1210.20	11595.85	224114.30
4+300.000	0.00	0.00	67.88	1303.30	11595.85	225417.60
4+320.000	0.00	0.00	73.29	1411.67	11595.85	226829.27
4+340.000	0.00	0.00	77.83	1511.15	11595.85	228340.43
4+360.000	0.00	0.00	81.41	1592.37	11595.85	229932.80
4+380.000	0.00	0.00	85.02	1664.31	11595.85	231597.11

Annexe

4+400.000	0.00	0.00	88.77	1737.94	11595.85	233335.04
4+420.000	0.00	0.00	92.56	1813.32	11595.85	235148.37
4+440.000	0.00	0.00	95.94	1884.96	11595.85	237033.32
4+460.000	0.00	0.00	99.06	1949.94	11595.85	238983.27
4+480.000	0.00	0.00	100.64	1996.99	11595.85	240980.26
4+500.000	0.00	0.00	102.26	2029.03	11595.85	243009.29
4+520.000	0.00	0.00	108.04	2102.97	11595.85	245112.26
4+540.000	0.00	0.00	114.29	2223.24	11595.85	247335.50
4+560.000	0.00	0.00	118.04	2323.30	11595.85	249658.80
4+580.000	0.00	0.00	120.54	2385.86	11595.85	252044.66
4+600.000	0.00	0.00	123.37	2439.19	11595.85	254483.85
4+620.000	0.00	0.00	125.25	2486.21	11595.85	256970.06
4+640.000	0.00	0.00	126.07	2513.20	11595.85	259483.26
4+660.000	0.00	0.00	124.53	2505.98	11595.85	261989.25
4+680.000	0.00	0.00	119.93	2444.58	11595.85	264433.83
4+700.000	0.00	0.00	120.36	2402.94	11595.85	266836.78
4+720.000	0.00	0.00	126.22	2465.83	11595.85	269302.61
4+740.000	0.00	0.00	128.80	2550.24	11595.85	271852.84
4+760.000	0.00	0.00	123.91	2527.10	11595.85	274379.94
4+780.000	0.00	0.00	120.57	2444.79	11595.85	276824.74
4+800.000	0.00	0.00	116.91	2374.81	11595.85	279199.55
4+820.000	0.00	0.00	112.16	2290.71	11595.85	281490.26
4+840.000	0.00	0.00	106.24	2184.02	11595.85	283674.29
4+860.000	0.00	0.00	100.36	2066.03	11595.85	285740.31
4+880.000	0.00	0.00	94.36	1947.19	11595.85	287687.50
4+900.000	0.00	0.00	87.74	1820.96	11595.85	289508.46
4+920.000	0.00	0.00	80.85	1685.86	11595.85	291194.32
4+940.000	0.00	0.00	73.84	1546.89	11595.85	292741.21
4+960.000	0.00	0.00	63.15	1369.97	11595.85	294111.18
4+980.000	0.00	0.00	51.30	1144.59	11595.85	295255.77
5+000.000	0.00	0.00	39.20	905.07	11595.85	296160.84
5+020.000	0.00	0.00	28.71	679.08	11595.85	296839.92
5+040.000	0.00	0.00	21.56	502.67	11595.85	297342.60
5+060.000	0.00	0.00	19.70	412.61	11595.85	297755.21
5+080.000	0.00	0.00	19.04	387.43	11595.85	298142.64
5+100.000	0.00	0.00	19.04	380.81	11595.85	298523.45
5+120.000	0.00	0.00	19.14	381.73	11595.85	298905.18
5+140.000	0.00	0.00	18.64	377.71	11595.85	299282.89
5+160.000	0.00	0.00	18.05	366.85	11595.85	299649.75
5+180.000	0.00	0.00	18.42	364.66	11595.85	300014.41
5+200.000	0.00	0.00	18.36	367.79	11595.85	300382.21
5+220.000	0.00	0.00	16.94	353.04	11595.85	300735.25
5+240.000	0.00	0.00	14.18	311.18	11595.85	301046.43
5+260.000	0.00	0.00	11.49	256.69	11595.85	301303.12
5+280.000	0.00	0.00	8.66	201.57	11595.85	301504.69
5+300.000	0.00	0.00	10.34	190.05	11595.85	301694.74
5+320.000	0.00	0.00	15.00	253.40	11595.85	301948.15
5+340.000	0.00	0.00	18.65	336.52	11595.85	302284.67
5+360.000	0.00	0.00	19.60	382.48	11595.85	302667.15
5+380.000	0.00	0.00	19.88	394.81	11595.85	303061.96
5+400.000	0.00	0.00	20.71	405.96	11595.85	303467.91
5+420.000	0.00	0.00	22.03	427.45	11595.85	303895.36
5+440.000	0.00	0.00	24.03	460.64	11595.85	304356.00
5+460.000	0.00	0.00	26.70	507.25	11595.85	304863.25
5+480.000	0.00	0.00	28.59	552.84	11595.85	305416.09

Annexe

5+500.000	0.00	0.00	29.52	581.11	11595.85	305997.20
5+520.000	0.00	0.00	29.75	592.78	11595.85	306589.97
5+540.000	0.00	0.00	28.87	586.24	11595.85	307176.22
5+560.000	0.00	0.00	29.68	585.51	11595.85	307761.73
5+580.000	0.00	0.00	32.24	619.25	11595.85	308380.98
5+600.000	0.00	0.00	32.38	646.20	11595.85	309027.18
5+620.000	0.00	0.00	32.13	645.06	11595.85	309672.24
5+640.000	0.00	0.00	32.75	648.75	11595.85	310320.99
5+660.000	0.00	0.00	33.09	658.34	11595.85	310979.33
5+680.000	0.00	0.00	31.82	649.06	11595.85	311628.39
5+700.000	0.00	0.00	30.55	623.69	11595.85	312252.07
5+720.000	0.00	0.00	30.68	612.33	11595.85	312864.40
5+740.000	0.00	0.00	30.21	608.95	11595.85	313473.35
5+760.000	0.00	0.00	31.09	613.03	11595.85	314086.37
5+780.000	0.00	0.00	33.58	646.66	11595.85	314733.04
5+800.000	0.00	0.00	34.00	675.75	11595.85	315408.79
5+820.000	0.00	0.00	34.10	680.97	11595.85	316089.77
5+840.000	0.00	0.00	35.88	699.80	11595.85	316789.57
5+860.000	0.00	0.00	37.93	738.11	11595.85	317527.67
5+880.000	0.00	0.00	39.05	769.81	11595.85	318297.48
5+900.000	0.00	0.00	38.20	772.54	11595.85	319070.02
5+920.000	0.00	0.00	40.89	790.90	11595.85	319860.93
5+940.000	0.00	0.00	41.89	827.82	11595.85	320688.74
5+960.000	0.00	0.00	40.59	824.83	11595.85	321513.58
5+980.000	0.00	0.00	38.86	794.50	11595.85	322308.08
6+000.000	0.00	0.00	40.23	790.88	11595.85	323098.97
6+020.000	0.00	0.00	42.41	826.36	11595.85	323925.33
6+040.000	0.00	0.00	41.36	837.63	11595.85	324762.96
6+060.000	0.00	0.00	40.20	815.57	11595.85	325578.52
6+080.000	0.00	0.00	35.22	754.20	11595.85	326332.72
6+100.000	0.00	0.00	27.22	624.42	11595.85	326957.14
6+118.976	0.00	0.00	30.33	546.05	11595.85	327503.19

Tableau comparatif des variantes proposées

<i>DESIGNATION</i>	<i>VARIANTE 01</i>	<i>VARIANTE 02</i>	<i>VARIANTE 03</i>
<i>CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES</i>			
<i>Linéaire (m)</i>	<i>10176.00</i>	<i>5792.00</i>	<i>6119.00</i>
<i>Rayon maximal (mètre)</i>	<i>2500.00</i>	<i>1200.00</i>	<i>1500.00</i>
<i>Rayon minimal (mètre)</i>	<i>1500.00</i>	<i>500.00</i>	<i>650.00</i>
<i>Longueur maximale de la section droite (mètre)</i>	<i>3801.00</i>	<i>1010.00</i>	<i>707.00</i>
<i>Longueur minimale de la section droite entre les courbes dans la même direction (mètre)</i>	<i>1228.00</i>	<i>347.00</i>	<i>445.00</i>
<i>Pente maximale (%)</i>	<i>0.89</i>	<i>1.92</i>	<i>1.38</i>
<i>Pente minimale (%)</i>	<i>0.32</i>	<i>0.42</i>	<i>0.22</i>
<i>TERRASSEMENT / OUVRAGES D'ARTS</i>			
<i>Volume de déblai (m³)</i>	<i>621 655.00</i>	<i>332 307.00</i>	<i>348 600.00</i>
<i>Volume de remblai (m³)</i>	<i>953412.00</i>	<i>248182.00</i>	<i>328 000.00</i>
<i>Ponts sur oueds (u)</i>	<i>01.00</i>	<i>01.00</i>	<i>01.00</i>
<i>ENVIRONNEMENT</i>			
<i>Perte et morcellement des terres agricoles (Ha)</i>	<i>18.00</i>	<i>12.00</i>	<i>6.20</i>
<i>COUT ECONOMIQUE DE CONSTRUCTION</i>			
<i>Cout global</i>	<i>1 633 754 304</i>	<i>1 225 635 738</i>	<i>1 407 170 240</i>

***DEVIS QUANTITATIF
ET ESTIMATIF***

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Projet : Étude de l'évitement de la ville de TAMLOUKA sur 6.2 km

N °	DESIGNATIONS	UNITE	QTITE	PRIX UNIT.	MONTANTS
INSTALLATIONSET ET LOGISTIQUES DU CHANTIER :					
1	Installation de chantier.	F	1	1 000 000.00	1 000 000.00
DEGAGEMENT DES EMPRISES ET TERRASSEMENTS GENERAUX :					
2	Décapage de la terre végétale e=20cm.	M2	153000	150.00	22 950 000.00
3	Débroussaillage et nettoyage d'emprise.	M2	184000	100.00	18 400 000.00
4	Déblais mise en dépôt.	M3	11600	600.00	6 960 000.00
5	Remblais d'emprunt.	M3	328000	800.00	262 400 000.00
CONSTRUCTION DU CORPS DE CHAUSSEE :					
6	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du TVC pour couche de forme e=60 cm.	M3	91785	1 000.00	91 785 000.00
7	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du GNT/GC pour couche de fondation e=30 cm	M3	40500	2 200.00	89 100 000.00
8	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du GB pour couche de base e=20 cm.	T	26300	8 000.00	210 400 000.00
9	Couche d'imprégnation au Cut/back 0/1	M2	15300	200.00	3 060 000.00
10	Couche d'accrochage	M2	98000	200.00	19 600 000.00
11	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre pour couche de roulement en BB e= 6cm	T	14000	8 500.00	119 000 000.00
12	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du matériau pour les accotements EN GC.	M3	9800	2 000.00	19 600 000.00
13	Revêtement des accotements en bicouches d'Enduit Superficiel	M2	5000	700.00	3 500 000.00
ASSAINISSEMENT ET DRAINAGE :					
14	Fossés en terre	ML	820	300.00	246 000.00
15	Remblai aux abords immédiats des ouvrages.	M3	675	1 400.00	945 000.00
16	Déblai auteur de buse.	M3	1200	1 000.00	1 200 000.00
17	Fourniture et pose des buses Ø1000 (en CAO série 9000) y compris Ouverture du tranché, hérissonnage en pierres, béton dosé a 350kg/m3, béton de propreté, radier, enrobage des parois, puisard et les têtes en béton armé ; avec toutes sujétions de bonne exécution.	ML	80	40 000.00	3 200 000.00
18	Béton Armé pour dalot dosé à 350 Kg/M3	M3	1700	35 000.00	59 500 000.00
19	Béton dosé à 250 Kg/M3	M3	230	25 000.00	5 750 000.00
20	Bordure type T2	ML	1300	1 000.00	1 300 000.00
21	Mise en place d'un géotextile de séparation non-tissé aiguilleté de 205g/m2.	M²	20 000	2 000.00	40 000 000.00

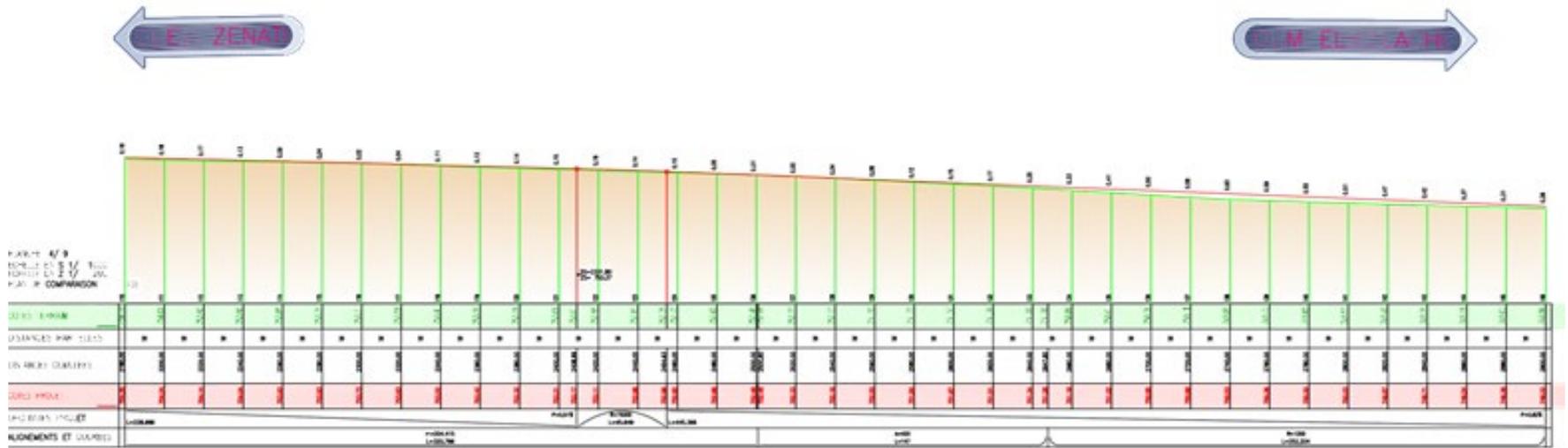
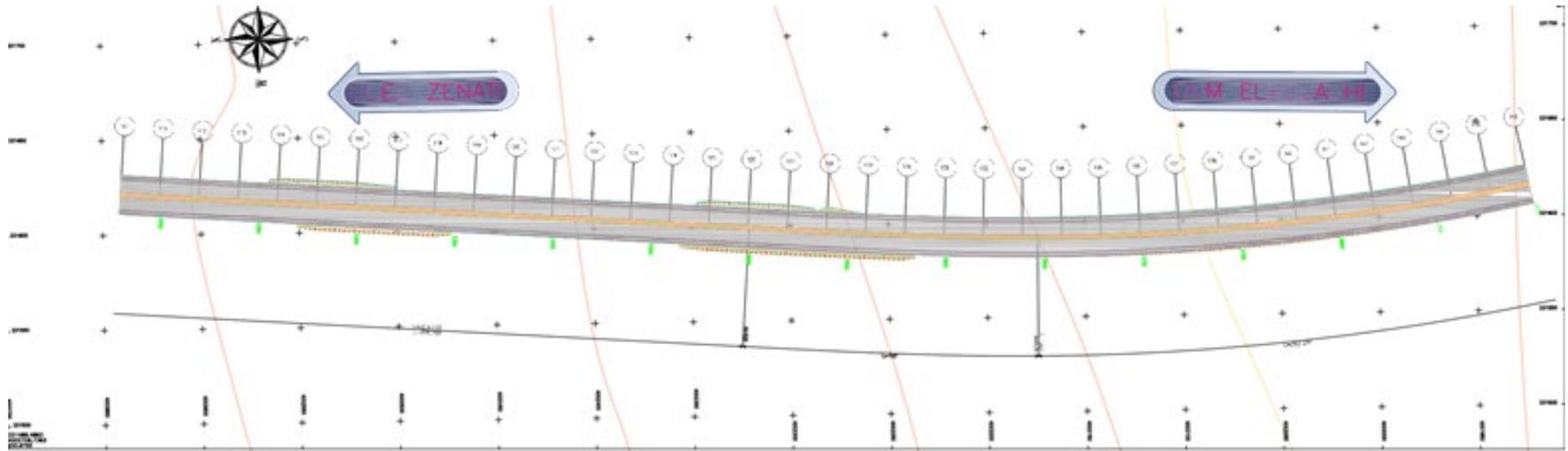
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

22	<i>Fourniture, Transport et substitution par des enrochements 200/400 sur une profondeur de 80cm.</i>	<i>M3</i>	<i>13 000</i>	<i>1 500.00</i>	<i>19 500 000.00</i>
23	<i>Fourniture, Transport et Mise en œuvre d'un matériau granulaire drainant et frottant 20/40 sur une profondeur de 30cm</i>	<i>M3</i>	<i>6 000</i>	<i>2 000.00</i>	<i>12000 000.00</i>
24	<i>Fourniture, Transport et Mise en œuvre d'un matériau granulaire drainant grave non traité GNT 0/31.5 sur une profondeur de 20 cm</i>	<i>M3</i>	<i>35000</i>	<i>2 200.00</i>	<i>77 000 000.00</i>
<i>divers :</i>					
25	<i>Séparation en béton double (GBA)</i>	<i>ML</i>	<i>12300</i>	<i>7 000.00</i>	<i>86 100 000.00</i>
26	<i>Signalisation horizontale.</i>	<i>ML</i>	<i>40000</i>	<i>150.00</i>	<i>6 000 000.00</i>
27	<i>Panneaux de signalisation verticale.</i>	<i>U</i>	<i>100</i>	<i>20 000.00</i>	<i>2 000 000.00</i>
<i>MONTANT TOTAL EN HT</i>					<i>1 182 496 000.00</i>
<i>TVA 19 %</i>					<i>224 674 240.00</i>
<i>MONTANT TOTAL EN TTC</i>					<i>1 407 170 240.00</i>

Arrêté le présent devis en toutes taxes comprises à la somme de : un milliard quatre cent sept millions cent soixante-dix mille deux cent quarante dinars algériens

***TRACE EN PLAN ET
PROFIL EN LONG***

TRACE EN PLAN ET RPROFIL EN LONG



TRACE EN PLAN ET RPROFIL EN LONG

