



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Republique Algerienne Democratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi – Tébessa –

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civil

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master Académique**

En : Travaux publics

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Par : **Abderrahim Nawel**
Ouahdi Naziha

Sujet

ÉTUDE DU CONTOURNEMENT DE LA VILLE D'AÏN KERCHA SUR 05 KM

Présenté et soutenu publiquement, le 26 / 06 /2023, devant le jury composé de :

M. Boufarh Rafik
M. Ninouh Tarek
Melle. Malaoui Rachida

MAA
Professeur
MAA

Président
Encadreur
Examinatrice

Promotion : 2022/2023

Dédicace 1

Je dédie ce modeste travail

A ma mère et mon père et avec fierté

A mes chers frères et mes sœurs

A toute ma famille

A tous mes collègues et amis(es)

ABDERRAHIM NAWEL

Dédicace 2

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents

A mes chers frères et sœurs et à toutes les personnes

qui m'ont toujours aidé et encouragé

OUAHDI NAZIHA

Remerciements

Avant tous nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage et la force pour surmonter les difficultés durant notre étude.

Plus particulièrement, Nous tenons à remercier *le professeur Ninouh Tarek*, à l'Université Cheikh Larbi Tébessi -Tébessa, pour son encadrement continu, pour les remarques constructives qu'elles nous ont fournies ainsi que pour ses précieux conseils durant toute la période de la réalisation de ce mémoire.

Nous voudrions remercier spécialement les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qu'ils nous feront l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Nous désirons aussi remercier tous les professeurs de la faculté de Génie Civil sans exception, qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires ; ces outils qui ont su nourrir nos réflexions et ont représenté une profonde satisfaction intellectuelle, merci donc aux enseignants-chercheurs. Et également à tous ceux et celles qui de loin ou près ont contribué à finaliser ce travail.

ABDERRAHIM NAWEL/OUAHDI NAZIHA

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

TABLEAU II.1	COEFFICIENT D'EQUIVALENCE« P ».	06
TABLEAU II.2	ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE.	06
TABLEAU II.3	VALEUR DU COEFFICIENT K1.	07
TABLEAU II.4	VALEUR DU COEFFICIENT K2.	07
TABLEAU II.5	VALEUR DE CTH.	08

CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

TABLEAU III .1	VALEUR DU DEVERS ET DU FROTTEMENT TRANSVERSAL EN FONCTION DE LA VR.	19
TABLEAU III .2	LES PARAMETRES FONDAMENTAUX LIES AU PROJET	26
TABLEAU III .3	DECLIVITE MAXIMALE SELON LE B40.	30

CHAPITRE : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

TABLEAU III .14	APPLICATION AU PROJET	51
-----------------	-----------------------	----

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

TABLEAU VI.1	TABLEAU REPRESENTATIF DE L'INDICE CBR EN FONCTION DE PORTANCE.	68
TABLEAU VI. 2	TABLEAU DES COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE.	70
TABLEAU VI.3	CLASSIFICATION DES RESEAUX PRINCIPAUX CE RESEAU PRINCIPAL	71
TABLEAU VI.4	CLASSES DE TRAFIC TPLI ADOPTEES.	73
TABLEAU VI.5	VALEURS DE COEFFICIENT D'AGRESSIVITE A.	73
TABLEAU VI.6	ZONE CLIMATIQUE PAR PLUVIOMETRIE	73
TABLEAU VI.7	CHOIX DES TEMPERATURES EQUIVALENTES	74
TABLEAU VI.8	RISQUE ADOPTES POUR LE RESEAU RP1	74
TABLEAU VI.9	RISQUE ADOPTES POUR RP2	74
TABLEAU VI.10	PERFORMANCE MECANIQUES DES MATERIAUX BITUMINEUX	76
TABLEAU VI.11	CLASSES DE PORTANCE DU SOL SUPPORT.	77
TABLEAU VI.12	SUR CLASSEMENT AVEC UNE COUCHE DE FORME	77
TABLEAU VI.13	TABLEAU CLASSE DE PORTANCE DES SOLS.	81

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

FIGURE I .1. ETUDE D'EVITEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA	02
--	----

CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

FIGURE III.1 : LES ELEMENTS DU TRACE DE PLAN.....	16
FIGURE III.2 : FORCE CENTRIFUGE.....	17
FIGURE III.3 : LES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE.....	20
FIGURE III.4 : COURBE EN S	23
FIGURE III.5 : COURBE EN C.	23
FIGURE III.6: COURBE EN OVAL.....	23
FIGURE III.7 : COURBE AU SOMMET.....	24
FIGURE III.8 : AXE EN PLAN.....	26
FIGURE III.9 : ELEMENT GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG.....	28
FIGURE III.10 : RACCORDEMENT CONVEX.....	32
FIGURE III.11: REPRESENTATION DU SCHEMA PRATIQUE DU PROFIL EN LONG.	33
FIGURE III.12 : PROFIL EN LONG (TRONÇON 1+2+3)	36
FIGURE III.13 : PROFIL EN TRAVERS TYPE DE NOTRE PROJET.....	41
FIGURE III.14: PROFIL EN TRAVERS	42

CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

FIGURE IV.1 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'AIN KERCHA 1/500 000.....	43
FIGURE IV.2 : TAMISEUSE A VIBRATIONS.....	46
FIGURE IV.3: L'APPAREIL DE CASAGRANDE.....	47
FIGURE IV.4 : ESSAI AU BLEU DE METHYLENE.....	47
FIGURE IV.5 : L'ESSAI EQUIVALENT DE SABLE.....	48
FIGURE IV.6 : L'ESSAI PROCTOR.....	48
FIGURE IV.7: L'ESSAI CBR.....	49
FIGURE IV.8: L'ESSAI LOS ANGELES.....	50
FIGURE IV.9: L'ESSAI MICRO DEVAL.....	51

CHAPITRE V : ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

FIGURE V.1. : LES DEGRADATIONS PROVOQUEES PAR LES EAU.....	51
FIGURE V.2 : PRESENTE LES ELEMENTS DE L'ASSAINISSEMENT DE CHAUSSEE.....	57

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

FIGURE VI.1: LES ELEMENTS DE LA CHAUSSEE.....	62
FIGURE VI.2: LES DIFFERENTES COUCHES DE LA STRUCTURE.....	63
FIGURE VI.3: STRUCTURE TYPE D'UNE CHAUSSEE SOUPLE.....	63

FIGURE VI.4: STRUCTURE TYPE D'UNE CHAUSSEE RIGIDE.....	65
FIGURE VI.5: STRUCTURE D'UNE CHAUSSEE SEMI-RIGIDE.....	66
FIGURE VI.6: RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES.....	67
FIGURE VI.7: LA DEMARCHE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT.....	67

CHAPITRE VIII : CARREFOUR

FIGURE VIII.1 : CARREFOUR A TROIS BRANCHES (EN T)	99
FIGURE VIII.2 : CARREFOUR A TROIS BRANCHES (EN Y)	100
FIGURE VIII.3 : CARREFOUR A QUATRE BRANCHES (EN CROIX)	100
FIGURE VIII.4 : CARREFOUR GIRATOIRE.....	101
FIGURE VIII.5 : TRIANGLE DE VISIBILITE.....	102
FIGURE VIII.6 : LES ILOTS SEPARATEURS.....	103
FIGURE VIII.7 : CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 0+000.....	104
FIGURE VIII.8 : CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 5+000.....	104

CHAPITRE IX : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

FIGURE IX.1: EXEMPLE DE SIGNAUX DE DANGER.....	107
FIGURE IX.2: LES PANNEAUX B.....	108
FIGURE IX.3: LES PANNEAUX C.....	108
FIGURE IX.4: LES FLECHES DE RABATTEMENT.....	110
FIGURE IX.5: LES FLECHES DE SELECTION.....	110
FIGURE IX.6: PARAMETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES.....	112

CHAPITRE VI : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

FIGURE VI.1 : PASSAGE DE FAUNE.....	114
FIGURE VI.2 : LA POLLUTION D'AIR.....	116
FIGURE VI.3: ECRAN ACOUSTIQUE.....	117
FIGURE VI.4 : MERLON ANTI-BRUIT.....	117

Résumé

Résumé

Avec l'accroissement rapide du parc national de véhicule en Algérie, les routes existantes deviennent de plus en plus chargées, pour cela le réseau routier nécessite une intervention urgente de modernisation, réhabilitation, dédoublement, et même la création des nouveaux tracés. Ce travail présente la conception et l'étude de l'évitement de la ville d'Ain Kercha Wilaya d'Oum El Bouaghi.

Ce tronçon démarre de la RN100 du point kilométrique 00+000 à 05+000 sur un linéaire de 05 km de longueur avec la conception de deux carrefours giratoires.

Le projet a été développé, selon les normes algériennes (B40) et les recommandations fournies par le Ministère des Travaux Publics, en utilisant le programme Civil 3D+covadis.

Pour le dimensionnement de la chaussée on a utilisé la méthode CBR et la méthode Algérienne de CTTTP et aussi le logiciel ALIZE-LCPC.

Mots clés : Contournement, Chaussée, Carrefours, Route, Trafic

ملخص:

مع النمو السريع لحضيرة المركبات الوطنية في الجزائر ، أصبحت الطرق الحالية مزدحمة بشكل متزايد ، ولهذا تطلبت شبكة الطرق تدخلاً عاجلاً للتحديث وإعادة التأهيل والازدواجية وحتى إنشاء طرق جديدة. يقدم هذا العمل تصميم ودراسة تجنب مدينة عين كرشة بولاية أم البواقي.

يبدأ هذا الجزء من الطريق الوطني رقم 100 من النقطة الكيلومتر 00 + 00 إلى 05 + 000 على مسافة 05 كم مع تصميم محوري دوران. تم تطوير المشروع وفقاً للمعايير الجزائرية (B40) والتوصيات المقدمة من وزارة الأشغال العامة باستخدام برنامج Civil 3D + Covadis ، و لحساب أبعاد الطريق ، استخدمنا طريقة CBR والطريقة الجزائرية لـ CTTTP وكذلك برنامج ALIZE-LCPC.

الكلمات الرئيسية: تجنب ، طريق ، محور دوران ، طريق ، حركة مرور

Abstract :

With the rapid growth of the national vehicle fleet in Algeria, the existing roads are becoming increasingly busy, for this the road network requires urgent intervention of modernization, rehabilitation, duplication, and even the creation of new routes. This work presents the design and study of the avoidance of the city of Ain Kercha Wilaya of Oum El Bouaghi.

This section starts from the RN100 from the kilometer point 00+000 to 05+000 on a linear 05 km long with the design of two roundabouts.

The project was developed, according to Algerian standards (B40) and the recommendations provided by the Ministry of Public Works, using the Civil 3D+covadis program.

For the dimensioning of the pavement, we used the CBR method and the Algerian method of CTTTP and also the ALIZE-LCPC software.

Keywords: Bypass, Roadway, Crossroads, Road, Traffic

TABLE DES MATIERES

Dédicace 1	
Dédicace 2	
Remerciements	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Sommaire	
Notations et abréviations	
Introduction générale	
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET	
1. Introduction	01
2. Conclusion	01
CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC	
1. Introduction.....	03
2. Présentation du projet.....	03
3. Contenu de l'étude.....	03
4. Analyse du trafic.....	03
5. Les différents types du trafic.....	04
5. 1. Trafic normal	04
5. 2. Trafic dévié	04
5. 3.Trafic induit	04
5. 4.Trafic total	04
6. Modelé de présentation du trafic.....	04
7. Prolongation de l'évolution passée.....	04
8. Capacité pratique de la route.....	05
8. 1. Trafic journalier annuel a l'année horizon.....	05
8. 2. Trafic effectif	05
8. 3. Environnement de la route.....	06
8. 4. Débit de pointe horaire.....	06
8. 5. Débit horaire admissible.....	07
8. 6. Calcul du trafic journalier moyen annuel (tjma)	08
8. 7. Projection future de trafic	12
8. 8. Analyse de trafic de la route existante	13
8. 9. Détermination de nombre de voies	13

9. Conclusion	13
CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE	
1. Introduction	15
2. Trace en plan.....	15
3. Conception et approche.....	15
4. Règles à respecter dans la trace en plan	15
5. Les éléments de la trace en plan	16
5. 1. Les alignements	17
5. 2. Arc de cercle.....	17
5. 3. Stabilité en courbe.....	18
5. 4. Rayon minimal absolu (rhm)	18
5. 5. rayon minimal normal rhn.....	18
5. 6. Rayon au devers minimal rhd	19
5. 7. Rayon minimal non déversé rhnd	19
5. 8. Expression mathématique de la clothoïde	20
6. Les conditions de raccordement	21
6. 1. Condition de stabilité	21
6. 2. Condition de confort dynamique	22
6. 3. Condition de gauchissement.....	22
7. Combinaison des éléments du tracé en plan.....	22
7. 1. Courbe en s.....	23
7. 2. Courbe en c.....	23
7. 3. Courbe en ovale.....	23
7. 4. Courbe au sommet.....	23
8. Application au projet.....	24
8. 1. Application numérique.....	24
8. 1.1 rayon horizontal minimal absolu (rhm)	24
8. 1.2 rayon minimal normal (rhn)	24

8.	1.3 rayon au dévers minimal (rhd)	24
8.	1.4 rayon horizontal non déversé (rhnd)	25
8.	1.4.1 distance de freinage.....	25
8.	1.4.2 longueur maximale	25
8.	1.4.3 distance d'arrêt (d1)	25
8.	1.4.4 distance de visibilité de dépassement minimale (dm)	25
8.	1.4.5 distance de visibilité de dépassement normale (dn)	25
9.	Profil en long.....	27
9.	1. Introduction.....	27
9.	2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	27
9.	3. Les éléments de composition du profil en long.....	27
9.	4. Coordination entre le profil en long et le trace en plan	28
9.	4.1 déclivités.....	28
9.	4.2 la déclivité maximum.....	29
9.	4.3 rampe maximale.....	30
9.	4.4 raccordement en profil en long.....	30
9.	4.5 raccordement convexes (angle saillant) :	30
9.	4.5.a. Condition de confort dynamique.....	31
9.	4.5.b. Condition de visibilité.....	31
9.	4.5.c. Condition d'esthétique.....	32
9.	4.6 raccords concaves (angle rentrant)	32
9.	5. Détermination pratique de profil en long.....	33
9.	6 . Application au projet.....	35
10.	profil en travers.....	36
10.	1. Introduction.....	36
10.	2. Différents type de profils en travers.....	36
10.	3. Profil en travers courant	37
10.	4. Profil en travers type.....	37
10.	5. Les éléments du profil en travers.....	37
10.	5.1. Chaussée.....	37
10.	5.2. Terre-plein central (t.p.c)	37
10.	5.2.a. bande dérasée de gauche (b.d.g)	37
10.	5.2.b. Bande médiane.....	37
10.	5.2.c. Interruption du t.p.c (i.t.p.c)	38

10.	5.2.d. Accotement.....	38
10.	5.2.e zone de sécurité.....	38
10.	5.2.f la bande d'arrêt d'urgence (b.a.u)	38
10.	5.2.g la berme.....	38
10.	5.2.h emprise.....	39
10.	5.2.i assiette.....	39
10.	5.2.j plate-forme	39
10.	5.2.k le fossé.....	39
10.	5.2.l le talus.....	39
11.	Pentes transversales.....	40
11.	1. En alignement et en courbe non déversée.....	40
11.	2. En courbe déverse.....	40
12.	Changement de devers.....	40
12.	1. Point de rotation des dévers.....	41
13.	Evacuation des eaux de ruissellement.....	41
14.	Profil en travers type du notre projet.....	41

CHAPITRE IV : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

1.	Introduction.....	43
2.	Contexte géologique.....	43
3.	Utilité de l'étude géotechnique.....	44
4.	L'objet de l'étude géotechnique.....	44
5.	Les moyens de la reconnaissance :	44
6.	L'étude des archives et documents existants.....	44
7.	Les visites sur site et les essais « in-situ»	45
7.	1. Les visites sur site :	45
7.	2. La reconnaissance « in situ »:	45
7.	Les forages:	45
8.	Les méthodes géophysiques.....	45
9.	La prospection sismique.....	45
10.	La prospection électrique.....	45
11.	Les essais de pénétration.....	45
12.	Les essais de laboratoire	46
13.	Les essais d'identification.....	46

13.	1. Teneur en eaux naturelle.....	46
13.	2. Analyse granulométrique.....	46
13.	3. Limites d'ATTERBERG:	47
13.	4. Essai au bleu deméthylène.....	47
13.	5. -Equivalent de sable (ES)	48
14.	Les essais mécaniques	48
14.	1. Essai PROCTOR.....	48
14.	2. Essai CBR.....	49
14.	3. Essai Los Angeles.....	50
14.	4. Essai Micro- DEVAL.....	50
14.	5. Condition d'utilisation des sols en remblais.....	51
15.	APPLICATION AU PROJET.....	51
16.	1. Programme de reconnaissance.....	51
16.	1.1 PROGRAMME DES ESSAIS	54
16.	1.2 Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)	51
16.	1.3 Analyse granulométrique par tamisage mécanique (NF P 94-056)	51
16.	1.4 Limite d'Atterberg (NF P 94-051)	51
16.	1.5 Essai Proctor Modifié (NF P 94-093)	51
16.	1.6 Essai CBR Imbibé (NF P 94-078)	51
17.	RESULTAT DES ESSAIS EN LABORATOIRE.....	51
18.	CARACTERISTIQUES PHYSIQUE ET MECANIQUES DES SOLS	51
18.	a) Teneur en eau	51
18.	b) Plasticité	55
18.	c) La granulométrie	55
18.	d) Densité humide et sèche.....	55
19.	Caractéristiques mécaniques des sols	55
20.	Classification des sols support	56
21.	CONCLUSION	56

CHAPITRE V : ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

1.	Introduction	57
2.	Les dégradations provoquées par les eaux.....	57
3.	Objectif de l'assainissement	58
4.	Assainissement de la chaussée	58

5.	Dimensionnement de réseau d'assainissement a projeter	60
6.	Application au projet	61

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

1.	Introduction.....	62
2.	Définition de la chaussée.....	62
2.	1. Au sens géométrique	62
2.	2. Au sens structural	62
3.	Les différentes catégories de chaussées.....	63
3.	1. Chaussée souple.....	63
3.	2. Chaussées rigide.....	65
3.	3. Chaussées semi-rigide	66
4.	Dimensionnement de la chaussée	67
4.	1. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée...67	
4.	2. Trafic à la mise en service	68
4.	3. Trafic cumulé équivalent (NE)	68
4.	4. Le climat et l'environnement.....	68
4.	5. Le sol support.....	68
4.	6. Les matériaux	68
5.	Les principales méthodes de dimensionnement.....	69
5.	1. Méthode CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)	69
5.	2. Méthode A.A.S.H.O: (American Association of States Highway Officials)	70
5.	3. Méthodes du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	71
6.	Durée de vie	71
7.	Le trafic	71
8.	La classe de trafic TPLI	72
9.	Le trafic cumulé équivalent TCEi	72
10.	Données climatiques	73
11.	L'état hydrique du sol support	73
12.	Cycles saisonniers de température.....	73
13.	Température équivalente	74
14.	Risque de calcul	74
15.	Calcul des déformations admissibles.....	75
16.	1. Sur les matériaux.....	75

16.	2. Sur les matériaux traités au bitume	75
16.	3. Sur les matériaux non traités	76
16.	4. Sur le sol support ($\xi z, ad$)	76
16.	5. le sol support de la chaussée	77
17.	Application au projet	79

CHAPITRE VII : LES CUBATURES

1.	Introduction.....	86
2.	Méthodes de calcul des cubatures.....	86
3.	Formule de sarraus	86
4.	Méthode de gulden	86
5.	Méthode linéaire	88
6.	Application au projet	88
7.	Calcul de cubature de terrassement.....	88

CHAPITRE VIII : CARREFOUR

1.	Introduction	99
2.	Les différents types de carrefour.....	99
2.	1. Carrefour à trois branches (en t)	99
2.	2. Carrefour à trois branches (en y)	100
2.	3. Carrefour à quatre branches (en croix)	100
2.	4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire.....	100
3.	Données essentielles à l'aménagement d'un carrefour.....	101
4.	Principes généraux d'aménagement d'un carrefour.....	102
4.	1. La visibilité.....	102
4.	2. Triangle de visibilité.....	102
4.	3. Données de base.....	102
4.	4. Les îlots.....	103
4.	5. Ilot directionnel	103
4.	6. Les couloirs d'entrée et de sortie.....	103
5.	Application au projet.....	103

CHAPITRE IX : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1.	Introduction.....	106
2.	Signalisation.....	106
3.	Objectif de la signalisation routière.....	106

4.	Règles à respecter pour la signalisation.....	106
5.	Catégorie de la signalisation.....	107
6.	Types de signalisation.....	107
6.	1. Signalisation verticale.....	107
6.	2. Signaux de danger.....	107
6.	3. Signaux comportant une prescription absolue.....	108
6.	4. Signaux à simple indication	108
6.	5. Signaux de position des dangers.....	108
6.	6. Signalisation horizontale.....	108
6.	7. Marquages longitudinaux.....	108
6.	7.1. lignes continues	109
6.	7.2. lignes discontinues	109
6.	7.3. Largeur des lignes	109
6.	7.4. Marquages transversaux	109
7.	Autres signalisations.....	109
8.	Application au projet.....	110
8.	1. Signalisations horizontales.....	111
8.	2. Signalisations verticales.....	111
9.	Eclairage.....	111
10.	Catégories d'éclairage.....	111
11.	Paramètres de l'implantation des luminaires.....	111
12.	Application au projet.....	112
13.	Conclusion.....	112

CHAPITRE VI : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1.	Introduction.....	113
2.	Objectif de l'étude.....	113
3.	Cadre juridique.....	113
4.	Impact sur l'agriculture.....	114
4.	1. Les impacts.....	114
4.	2.les remèdes.....	114
4.	3. Impact sur la nature.....	114
4.	4. La faune.....	114

4.	5. La flore.....	115
4.	6. L'eau.....	115
4.	7. l'air.....	115
5.	L'impact sur les habitants.....	116
5.	1. La destruction.....	116
5.	2. Les bruits.....	116
6.	Conclusion.....	117

NOTATIONS ET ABBREVIATIONS

- **TJMA** : Trafic Moyen Journalier Annuel.
- **TJMA_n**: Le trafic à l'année horizon.
- **TJMA₀**: Le trafic à l'année zéro.
- **PL** : Poids Lourds.
- **T₀**: Le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- **T_n**: Le trafic de l'année horizon.
- **r**: Le taux de croissance annuel du trafic en (%).
- **n** : Nombre d'année.
- **u_{vp}** : Unité de véhicule particulière.
- **Teff**: Trafic effectif à l'horizon, en (u_{vp}/j).
- **Z** : Pourcentage de poids lourds.
- **P** : Coefficient d'équivalence.
- **Q** : Débit de pointe horaire.
- **Q_{adm}**: Débit horaire admissible.
- **K₁**: Coefficient lié à l'environnement.
- **K₂** : Coefficient de réduction de capacité.
- **C_{th}**: Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut couler en régime stable.
- **N** : Nombre de voies.
- **S** : Coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic.
- **u_{vp}/j/sens** : Unité de véhicule particulière par jour par sens.
- **v/j/sens** : Véhicule par jour par sens.
- **TPC** : Terre-Plein Central
- **V_r**: Vitesse de référence.
- **L_{min}**: Longueur minimale d'alignement.
- **L_{max}**: Longueur maximale d'alignement.
- **VB** : Vitesse de base.
- **R_{hm}**: Rayon horizontal minimal absolu.
- **R_{hn}**: Rayon minimal normal.
- **R_{hd}**: Rayon au dévers minimal

- **Rhnd:** Rayon minimal non déversé.
- **d :** Dévers.
- **ft:**Coefficient de frottement transversal.
- **fl:** Coefficient de frottement longitudinal.
- **A :** Paramètre de la clothoïde.
- **L :** Longueur de raccordement.
- **R :** Rayon du cercle.
- **l :** Largeur de la chaussé.
- **Δd:** Variation du dévers.
- **d0 :** Distance élémentaire de freinage.
- **d1 :** Distance d'arrêt.
- **dm :** Distance de visibilité de dépassement minimale.
- **dN:** Distance de visibilité de dépassement normal
- **dMd :** Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.
- **Imax:** Pente maximale.
- **Rv:**Rayon de raccordement vertical.
- **Vr:** Vitesse de référence.
- **h1 :** Hauteur du niveau d'œil du conducteur.
- **h2 :** Hauteur de l'obstacle.
- **S :** Point de rencontre des droites.
- **Z :** Altitude.
- **X :** Abscisse.
- **L :** Longueur.
- **P :** Pente.
- **T :** Tangente.
- **H :** La flèche.
- **I :** Déclivité.
- **B. G :** Bande du guidage.
- **T.P.C :** Terre-plein central.
- **B.A.U :** Bande d'arrêt d'urgence.
- **V :** Le volume terrassé.

- **S** : La surface du profil.
- **d** : La distance entre les deux profils
- **TN** : Terrain naturel.
- **Z** : Altitude.
- **X** : Abscisse.
- **PF**: Profil fictif à surface nulle (point de passage).
- **SMOY** : Surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distanceLi).
- **W** : Teneur en eau.
- **M w**:Masse de l'eau contenue.
- **M sec**: Masse du sol sec.
- **γ_s** : Masse volumique des particules solides des sols.
- **γ_h** : Masse volumique total du sol humide.
- **γ_d** : Masse volumique du sol sec.
- **M_s** : Masse des grains.
- **M** : Masse total.
- **V_s**: Volume des grains.
- **V** : Volume total.
- **PK** : Point kilométrique.
- **IP** : Indice de plasticité.
- **W_p**: Limite de plasticité.
- **W_l**: Limite de liquidité.
- **D** : Dimension des grains.
- **CaCo₃** : Carbonate de calcium.
- **ES** : Equivalent du sable
- **ICBR**: Indice de l'essai CBR (Californien-Bearing-Ratio).
- **IPI** : Indice Portant Immédiat.
- **VBS** : Valeur du bleu de méthylène.
- **OPM** : Optimum Proctor Modifié.
- **OPN** : Optimum Proctor Normal.
- **SO₄** : Sulfate de Calcium.
- **GTR** : Guide des terrassements routiers.

- **th** : Très humide.
- **h** : Humide.
- **m** : Moyen.
- **s** : Sec.
- **ts** : Très sec.
- **PL** : Poids Lourds.
- **NE** : Trafic des poids lourds cumulé.
- **C.B.R.**: California-Bearing-Ratio.
- **L.C.P.C** : Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées.
- **C.T.T.P** : Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics.
- **e** : Epaisseur équivalente.
- **N**: Nombre de poids lourds par sens par la voie la plus chargé de plus de 1500kg à vide.
- **P** : Charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
- **Log** : Logarithme décimal.
- **TH** : TJMA année mise en service.
- **Z** : Pourcentage de poids lourd.
- **C** : Coefficients d'équivalence.
- **BB** : Béton bitumineux.
- **GB** : Grave bitume.
- **GC** : Grave concasse.
- **TVO** : Tout venant d'oued.
- **RP** : Réseau principal.
- **RS** : Réseau secondaire.
- **T** : TJMA de l'année de mise en service.
- **TPLi**: Classe du trafic.
- **MTB** : Matériaux traités au bitume.
- **MTLH** : Matériaux traités aux liants hydrauliques.
- **MTN** : Matériaux non traités.
- **GL** : Grave laitier.
- **Bcg** : Béton de ciment goujonné.
- **SB** : Sable bitume.

- **GNT** : Grave non traité.
- **SG** : Sable gypseux.
- **AG** : Arène granitique.
- **TUF** : Encroutement calcaire.
- **E** : Module sol support.
- **RN** : Route National.
- **CW** : Chemin wilaya.
- **Si** : Classe portance du sol terrassé.
- **Sj** : Classe portance du sol support visée.
- **GCiment** : Grave ciment.
- **TCEi**: Trafic cumulé équivalent.
- **n** : Durée de vie considérée.
- **A** : Coefficient d'agressivité des PL per rapport à l'essieu deréférence de 13 tonne.
- **r** : Risque de calcul.
- **ϵ_t** : Déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.
- **$\epsilon_{t,adm}$** : Déformation admissible de traction.
- **ϵ_z** : Déformation verticale sur le sol support.
- **$\epsilon_{z,adm}$** : Déformation admissible du sol support.
- **$\epsilon_6 (10^\circ\text{c}, 25\text{Hz})$** :Déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de **50%** à **10°c** et **25Hz**.
- **Kne**: Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- **b**:Pente de la droite de fatigue.
- **K θ** :Facteur lié à la température.
- **E (10°c)** : Module complexe des matériaux bitumineux à 10°c.
- **E (θ_{eq})** : Module complexe des matériaux bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatiqueconsidérée.
- **Kr**: Facteur lié au risque et aux dispersions.
- **t** : Fractale de la loi normale qui est fonction du risque adopté (r%)
- **δ** :La Dispersion.
- **SN** : Dispersion sur la loi de fatigue.
- **Sh** : Dispersion sur les épaisseurs.
- **IDF** : Intensité-durée-fréquence.

- **A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- **Im** : Pente moyenne du bassin versant (m/m).
- **ΔH**: Dénivelée (m)
- **li** : Longueur de la courbe de niveau d'ordre 1,2,..., n (m).
- **S**:Surface du bassin versant (Km²).
- **I** : Intensité de pluie exprimée en mm/h.
- **T** : Période de retour exprimé en ans.
- **t** : Temps exprimé en heures.
- « **a** » et « **b** » : Paramètres de Montana.
- **C** : Coefficient de ruissellement.
- **K** : Coefficient qui permet de convertir les **mm/h** en **l/s**.
- **A** : Superficie de la surface drainée (bassin versant).
- **Tc** : Temps de concentration.
- **L** : Longueur de versant.
- **p** : Pente moyenne du bassin versant.
- **H'** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale.
- **Qs**: Débit d'écoulement au point de saturation.
- **Qa**: Débit d'apport en provenance du bassin versant.
- **K st**: Coefficient de MANNING STRICKLER (rugosité)
- **Ip** : Pente de pose de l'ouvrage.
- **Sm** : Section Mouillée.
- **Rh** : Rayon hydraulique moyen.
- **Pm** : Périmètre mouillé.
- **m** : Cotg A.
- **Φ** : Diamètre de buse.
- **H0** : Hauteur d'un fossé mouillé.
- **b** : Largeur d'un fossé.
- **H1** : Hauteur d'une Buse.
- **H2** : Hauteur de dalot
- **B** : Largeur de dalot.
- **BV** : Bassin versant.

- **H** : Hauteur du bassin versant.
- **R** : Rayon d'une buse.
- **Vcl**: Vitesse d'écoulement.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les travaux publics constituent un secteur stratégique, et important au développement social et économique, particulièrement les infrastructures routières qui présentent une importance additionnelle dans notre pays.

Avec l'évolution rapide du trafic routier en Algérie, les routes existantes deviennent de plus en plus chargées, pour cela le réseau routier nécessite une intervention urgente de modernisation, réhabilitation, dédoublement, et même la création des nouveaux tracés.

Dans tout projet routier, on doit d'abord commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain en tenant des obligations comme l'obligation de confort ; Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement ; Une obligation économique globale ; Dans le cas de l'étude de projet routier, il faut tenir compte des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météologie, visibilité, etc.).

Notre projet a pris une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport. Ce présent projet de fin la conception et l'étude de l'évitement de la ville d'Ain Karcha Wilaya d'Oum El Bouaghi.

Ce tronçon démarre de la RN100 du point kilométrique 00+000 à 05+000 sur linéaire de 05 km de longueur avec la conception de deux carrefours giratoires.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1. INTRODUCTION

L'évolution de la demande de transport générée par le développement et l'extension du tissu urbain, se traduit par des niveaux de trafic croissants sur la route nationale N°100 actuelle.

Cet état a conduit (la nécessité d'envisager des nouvelles infrastructures routières susceptibles de prendre en charge les sur plus de trafics et par la même une meilleure prise en charge de la fluidité de la circulation par décongestion du trafic de poids lourd transitant par la ville d'**AIN KERCHA**.

C'est dans ce cadre que la direction des travaux publics d'**Oum El Bouaghi** a proposé un projet de : l'évitement de la ville **AIN KERCHA**. Afin de permettre de fluidifier la circulation automobile et de soulager la ville d'un trafic de plus en plus important.(Merci direction des travaux publics d'Oum El Bouaghi)

2. CONCLUSION

Dans ce présent mémoire, on a préparé une recherche documentaire (l'objet de notre projet d'étude) savoir la cartographie (carte topographique et géologique, sismique, satellitaire) et les données pluviométrique et hydrologique.

D'où on a conclu que la réalisation du contournement de la ville de d'Ain kercha aura inévitablement des impacts positifs sur tous les aspects à la satisfaction :

- Assurer les conditions de sécurité.
- Assurer aux usagers un niveau de service de qualité (Uniforme, confort, rugosité).

Croissante des besoins de la population comme elle permettra de jeter durablement les bases d'un développement.

- On compte beaucoup sur cette route pour amorcer un réel développement dans le transport des voyageurs et des marchandises.

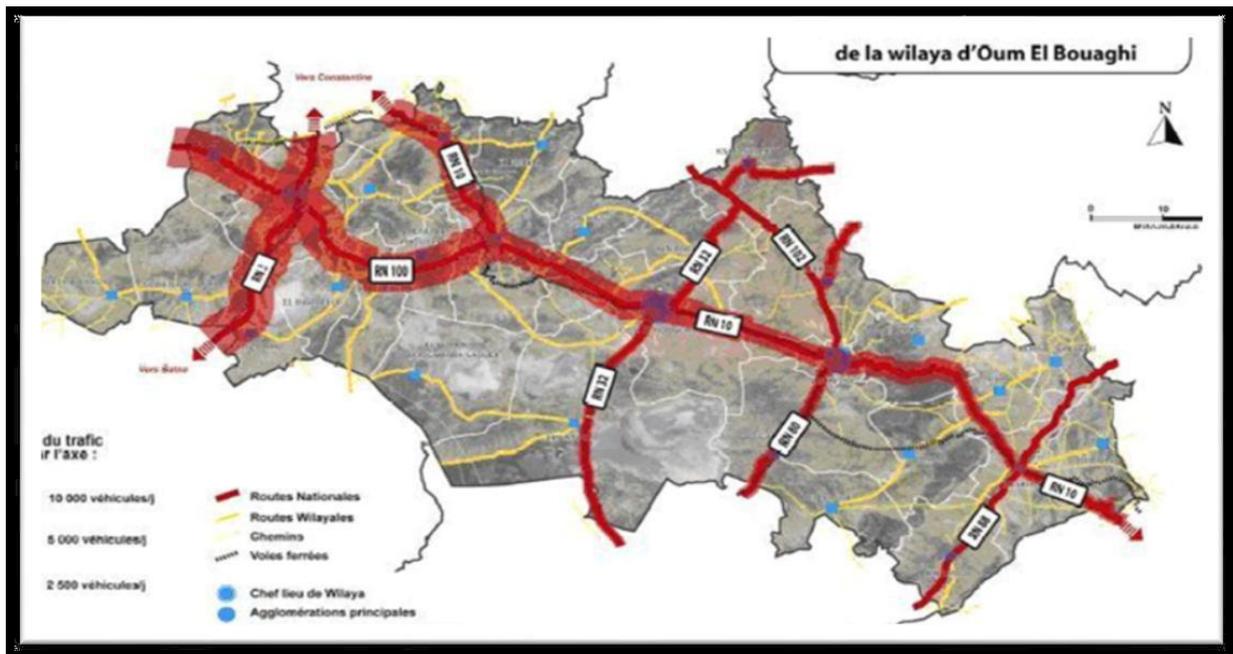


FIGURE I .1. ETUDE D'EVITEMENT DE LA VILLE D'AIN KERCHA

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

1. INTRODUCTION

Ce Travail a pour objet l'étude de trafic de la route Nationale RN100 en vue de l'étude de l'évitement de la ville in Kercha, elle est établie à la demande de la Direction des Travaux Publics de la wilaya D'Oum EL BOUAGHI.

2. PRESENTATION DU PROJET

Les caractéristiques de cette route présentent beaucoup de difficulté pour l'utilisateur qui rendent la vitesse pratiquée très faible, et le temps de parcours plus grands. Ce qui influe sur le niveau de service de cette route.

Cet évitement de la ville Ain Kercha augmentant le confort ou le niveau de service, ainsi que la fluidité du futur trafic.

Cette étude de trafic doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée (largeur, épaisseur) est lié étroitement à cette sollicitation.

L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports.

3. CONTENU DE L'ETUDE

- Une enquête de trafic et des prévisions seront effectuées en vue de choisir les normes d'aménagement.
- Les données nécessaires seront recueillies par le bureau d'études (enquête existantes etc...).
- L'affectation finale du trafic, aux divers horizons d'étude, tiendra compte des caractéristiques futures du réseau.

4. ANALYSE DU TRAFIC

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

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

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).

- Enquêtes de circulation. (origine, destination)

5. LES DIFFERENTS TYPES DU TRAFIC

5.1. Trafic normal : C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

5.2. Trafic dévié : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant d'autres routes ayant la même destination. La dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents Itinéraires permettant d'atteindre la même destination.

5.3. Trafic induit : C'est le nouveau trafic résultant :

- Des déplacements des usagers suite à la requalification de l'ancien aménagement routier.
- L'augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de ces derniers
- ayant été facilitée par le nouvel aménagement routier.

5.4. Trafic total : Représente le trafic sur le nouvel aménagement. Il est égal à la somme du trafic induit et du trafic dévié.

6. MODELE DE PRESENTATION DU TRAFIC

Dans l'étude des projections du trafic, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes en matière d'évolution ou d'affectation.

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 ;

7. PROLONGATION DE L'EVOLUTION PASSEE

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 décroissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

Où :

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

- n : nombre d'années entre l'arrivée et l'origine.

- T_0 : le trafic à l'année d'origine 0.
- τ : est le taux de croissance géométrique

8. CAPACITE PRATIQUE DE LA ROUTE

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) pendant une période de temps bien déterminée

8. 1. TRAFIC JOURNALIER ANNUEL A L'ANNEE HORIZON

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n$$

Tel que :

$TJMA_h$: trafic journalier moyen à l'année n.

$TJMA_0$: trafic journalier moyen à l'année d'origine 0.

T : taux d'accroissement annuel.

N : nombre d'années à partir de l'année d'origine

8. 2. TRAFIC EFFECTIF

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement.

$$T_{eff} = [(1 - Pl) + Pl \cdot P] TJMA_h$$

T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).

Pl : pourcentage de poids lourds (%).

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

TABLEAU : I.1. COEFFICIENT D'EQUIVALENCE « P ».

Environnement Routes	E1	E2	E3
Route à bonnes caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Route étroite (visibilité réduite)	3-6	6-12	12-24

8. 3. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Trois classes d'environnements (**E1**, **E2** et **E3**) ont été proposées dans le rapport **B40** du ministère des travaux publics. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- ✓ La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre.
- ✓ La sinuosité.

TABLEAU I.2. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	X
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	X	E3	X

8. 4. DEBIT DE POINTE HORAIRE

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

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route l'année d'horizon ou bien c'est le débit de pointe horaire calculé par la formule suivante

Avec :

1/n : Coefficient de pointe prise égale à 0.12 avec N=8 heures (d'après B40).

Q : débit de pointe horaire exprimé en UVP/h.

8. 5. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE

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

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times Cth$$

Tel que :

K1 : Coefficient lié à l'environnement ;

K2 : Coefficient de réduction de capacité ;

Cth : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable

TABLEAU : I.3 : VALEUR DU COEFFICIENT K1.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9à0.95

TABLEAU : I.4 : VALEUR DU COEFFICIENT K2

Environnement	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	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

En Algérie, les routes sont classées en cinq catégories :

- La catégorie C1 : liaison entre deux grands centres économiques et des centres d'industrielourde.
- La catégorie C2 : liaison des pôles d'industries de transformation entre eux.
- La catégorie C3 : liaison des chefs-lieux de daïra et ceux de wilaya.
- La catégorie C4 : liaison de tous les centres de vie avec le chef-lieu de daïra.
- La catégorie C5 : routes pistes non comprises dans les catégories précédentes.

TABLEAU : I.5 : VALEUR DE CTH.

	Capacité théorique (Cth)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à hausses séparées	150000 uvp/h

8. 6. CALCUL DU TRAFIC JOURNALIER MOYEN ANNUEL (TJMA)

Afin de calculer le trafic journalier moyen annuel, nous avons effectués un comptage manuel (05/07/2012)

On a recensé les résultats suivants :

de	à	Véhicule particulier	Taxi	Camionnettes	Camion 2 essieux	Autobus	Tracteur
06:00	06:59	402	262	86	105	86	85
07:00	07:59	422	276	107	87	97	66
08:00	08:59	332	295	99	103	89	57
09:00	09:59	483	254	121	89	101	60
10:00	10:59	424	294	89	76	109	64
11:00	11:59	465	272	96	74	106	62
12:00	12:59	326	268	148	107	108	81
13:00	13:59	337	273	121	108	101	67
14:00	14:59	388	294	112	76	92	54
15:00	15:59	339	292	157	105	97	53
16:00	16:59	370	227	94	78	94	65
17:00	17:59	361	217	79	83	69	79
18:00	18:59	312	221	96	79	86	66
19:00	19:59	254	223	94	76	84	64
20:00	20:59	235	174	108	79	85	65
TOTAL		5425	4515	1830	1485	1695	930

Le trafic journalier moyen annuel est donné par la formule suivante :

$$TJMA = TH \times FH \times FJ \times FM \times 24h$$

TH : trafic horaire moyen. FH : facteur horaire moyen.

FJ : facteur journalier moyen. FM : facteur mensuel.

Le trafic horaire moyen se calcule en divisant le trafic total compté par la durée de comptage.

Les facteurs sont calculés en faisant la moyenne arithmétique des facteurs correcteurs de chaque tranche horaire et journalière.

Catégorie 1 : Véhicule particulier

- Calcul du trafic horaire moyen

$$TH = \frac{5425}{15} = 495 \text{ v/h}$$

- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.37+0.9+0.7+0.63+0.62+0.62+0.63+0.63+0.61+0.61+0.64+0.66+0.74+0.97+1.38}{15} = 0.76$$

- Calcul du facteur journalier

FJ=0.93 (mardi).

- Calcul du facteur mensuel

FM= 0.85 (juillet 2012).

$$D'où TJMA_{2012} = 495 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 6198 \text{ v/j.}$$

Catégorie 2 : taxi

- Calcul du trafic horaire moyen

$$TH = \frac{4515}{15} = 301 \text{ v/h}$$

- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.09+0.74+0.64+0.62+0.63+0.66+0.68+0.67+0.66+0.65+0.66+0.65+0.77+0.98+1.37}{15} = 0.76$$

Calcul du facteur journalier

$$FJ = 0.93.$$

- Calcul du facteur mensuel

$$FM = 0.85.$$

$$D'o\grave{u} \text{ TJMA}_{2012} = 301 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 4335 \text{ v/j.}$$

Catégorie 3 : Camionnettes

$$TH = \frac{1830}{15} = 122 \text{ v/h}$$

- Calcul du trafic horaire moyen
- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.09+0.74+0.64+0.62+0.63+0.66+0.68+0.67+0.66+0.65+0.66+0.65+0.77+0.98+1.37}{15} = 0.76$$

- Calcul du facteur journalier
FJ=0.93.
- Calcul du facteur mensuel
FM= 0.85.

$$D'o\grave{u} \text{ TJMA}_{2012} = 122 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 1759 \text{ v/j.}$$

Catégorie 4 : Camion 2 essieux

- Calcul du trafic horaire moyen

$$TH = \frac{1485}{15} = 99 \text{ v/h}$$

- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.09+0.74+0.64+0.62+0.63+0.66+0.68+0.67+0.66+0.65+0.66+0.65+0.77+0.98+1.37}{15} = 0.76$$

- Calcul du facteur journalier

$$FJ=0.93.$$

- Calcul du facteur mensuel

$$FM= 0.85.$$

D'où $TJMA_{2012} = 99 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 1428 \text{ v/j}$.

Catégorie 5 : Autobus

- Calcul du trafic horaire moyen

$$TH = \frac{1695}{15} = 113 \text{ v/h}$$

- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.09+0.74+0.64+0.62+0.63+0.66+0.68+0.67+0.66+0.65+0.66+0.65+0.77+0.98+1.37}{15} = 0.76$$

- Calcul du facteur journalier

$$FJ=0.93.$$

- Calcul du facteur mensuel

$$FM= 0.85.$$

D'où $TJMA_{2009} = 113 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 1619 \text{ v/j}$

Catégorie 6 : Tracteur

- Calcul du trafic horaire moyen

$$TH = \frac{930}{15} = 62 \text{ v/h}$$

- Calcul du facteur horaire

$$FH = \frac{1.09+0.74+0.64+0.62+0.63+0.66+0.68+0.67+0.66+0.65+0.66+0.65+0.77+0.98+1.37}{15} = 0.76$$

- Calcul du facteur journalier

$$FJ=0.93.$$

- calcul du facteur mensuel

$$FM= 0.85.$$

D'où $TJMA_{2012} = 62 \times 0.76 \times 0.85 \times 0.93 \times 24 = 905 \text{ v/j}$.

Calcul du trafic total

$$TJMA_{2012} = 6198 + 4335 + 1759 + 1428 + 1619 + 905 = 16224 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2012} = 16224 \text{ v/j.}$$

Calcul le pourcentage du poids lourd

$$\begin{array}{l} \text{On a : } 16224 \longrightarrow 100\% \\ \quad \quad 5678 \longrightarrow X\% \end{array}$$

D'où :

$$X = \frac{5678}{16224} \times 100 = 35\%$$

$$Z = 35\%.$$

8. 7. PROJECTION FUTURE DE TRAFIC

L'année de mis en service est 2014. La durée de vie est 20 ans.

Le taux de croissance annuel du trafic noté $i=4\%$.

$$TJMA_h = TJMA_0 (1+i)^n$$

$$TJMA_{2012} = 16224 (1+0.04)^0 = 16224 \text{ v/j.}$$

- $TJMA_{2014} = 16224 (1+0.04)^2 = 17548 \text{ v/j.}$
- $TJMA_{2034} = 17548 (1+0.04)^{20} = 38450 \text{ v/j.}$

CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF

$$T_{eff} = ((1-Z) + PZ) TJMA_h$$

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, pour notre cas $P=3$ (route 2voies dans un environnement E1).

- $T_{eff_{2012}} = ((1-0.35) + 3 \times 0.35) \times 16224 = 27580 \text{ uvp/J.}$
- $T_{eff_{2014}} = ((1-0.35) + 3 \times 0.35) \times 17548 = 29832 \text{ uvp/J.}$
- $T_{eff_{2034}} = ((1-0.35) + 3 \times 0.35) \times 38450 = 65365 \text{ uvp/J.}$

8. 8. ANALYSE DE TRAFIC DE LA ROUTE EXISTANTE

Débit de pointe horaire normale

$$Q = \frac{1}{n} \text{Teff}$$

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe en général égal 0.12

- $Q(2012) = \frac{1}{n} \text{Teff}_{2012} = 0.12 \times 27580 = 3310 \text{ uvp/h.}$

Débit admissible

$$Q_{adm} = k_1 \times k_2 \times C_{th}$$

$K_1 = 0.75$ pour E1.

$K_2 = 1$ pour E1 et C2.

$C_{th} = 1800 \text{ uvp/h}$ pour une route de 2 voies.

D'où :

$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h.}$

On remarque que $Q(2012) > Q_{adm}$,

La route est saturée d'où on doit prévoir cet évitement.

8. 9. DÉTERMINATION DE NOMBRE DE VOIES :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle:

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

- Pour notre projet on a une chaussée bidirectionnelle à 2 voies

9. CONCLUSION :

Au vu de volume de trafic attendu et du niveau de service assigné à ce type de route, les caractéristiques géométriques de la nouvelle route seront celles d'une route bidirectionnelle à 2 voies de 3.8 m de largeur de voie.

CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

1. INTRODUCTION

Lors de l'élaboration de tout projet routier, l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir par lequel devra passer la route à projeter, en effet il est impossible de définir l'axe de la route précisément dès le début du projet.

2. TRACE EN PLAN

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

3. Conception et Approche

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

* Elargir autant que possible d'un côté Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, ses dépendances et un coté de l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne à l'utilisateur (maintien de la circulation). Néanmoins, cette démarche présente également quelques inconvénients, 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 adapter l'axe nouveau à l'ancien sachant que ce dernier peut ne pas être conforme aux normes techniques (rayons au-dessous de minimum). En fin, pour les sections bordées habitation nous avons préconisé de :

* Utiliser au maximum la plate-forme existante en se collant sur l'existant.

* Elargir des deux côtes si ses mesures se sont avérées insuffisantes.

4. Règles à respecter dans la trace en plan

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la voie express un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site. Les normes de conception géométriques de tracé et de directives opérationnelles ont été développées à partir des normes et directives routières en usage en Algérie plus particulièrement les normes techniques

d'aménagement des routes « B40 ». Dans ce qui suit, nous allons citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adoption de rayon minimal absolu est à éviter dans la mesure du possible. En règle générale, on l'adopte si cela n'augmente pas le coût de façon trop sensible des valeurs de rayons supérieur ou égal au rayon minimum normal.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds en minimisant le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

5. Les éléments de la trace en plan

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :

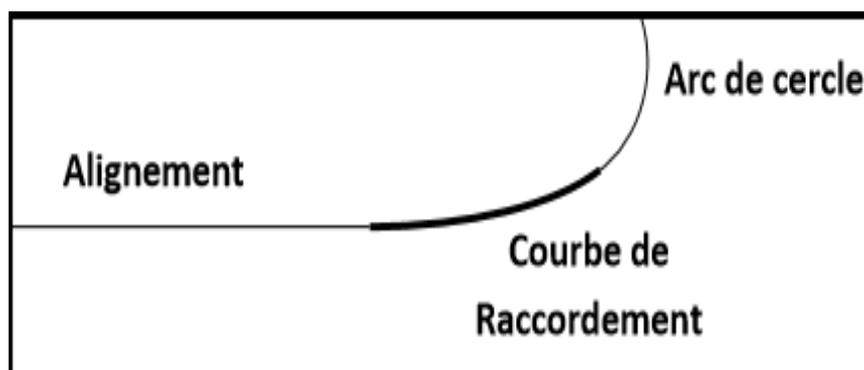


FIGURE III.1 : LES ELEMENTS DU TRACE DE PLAN

5. .1. Les alignements

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{\min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse de base considérée. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C. La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

Avec V en (m/s)

$$L_{\min} = 5 V$$

$$L_{\max} = 60V$$

5. 2. Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

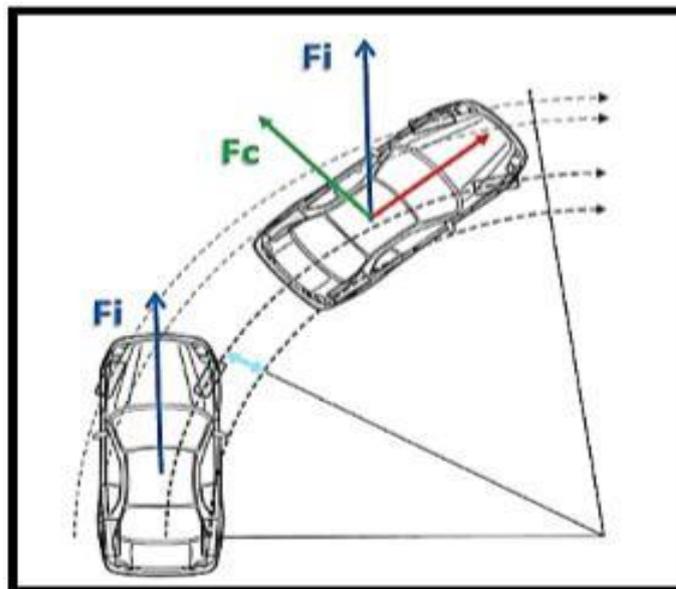


FIGURE III.2 : FORCE CENTRIFUGE

5. 3. Stabilité en courbe

Dans un virage de rayon R le véhicule subit une instabilité sous l'effet de la force Centrifuge afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure de la courbe (éviter le phénomène de dérapage).

La stabilité des véhicules dans un virage de rayon R est assurée par la condition de non dérapage selon la formule suivante :

$$R \geq \frac{Vr^2}{g(Ft+d)}$$

- **Vr**: vitesse de référence (m/s).
- **g** : gravitation (m/s^2).
- **Ft** : coefficient de frottement transversal.
- **d** : dévers.

Avec :

- **V** = $v \cdot 3.5$ et $g = 10 m/s^2$

5. 4. Rayon minimal absolu (RHm)

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal. Ce rayon est employé généralement dans les conditions les plus difficiles (régions montagneuses).

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(Ft+dmax)}$$

- **Vr** : vitesse de référence en (km/h).
- **dmax** : devers maximal (7%).
- **Ft** : coefficient de frottement transversal donne par le (B40).
- **NB** : aucun rayon $< RHm$.
- Au devers maximal (dmax) correspond le rayon absolu RHm.

5. 5. Rayon minimal normal RHn

Le rayon minimum normal RHn doit permettre aux véhicules dépassant la vitesse de référence (Vr) de 20 Km/h de rouler en toute sécurité.

Avec : $RH_n (VB) = RH_m (Vr + 20)$

$$RH_n = \frac{(Vr+20)^2}{127(Ft+d_{max})}$$

TABLEAU : III.1 : Valeur du devers et du frottement transversal en fonction de la Vr.

V	40	60	80	100	120
Ft	0.15	0.15	0.13	0.11	0.10
d(%)	5	5	5	4	4

5. 6. Rayon au devers minimal RHd

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

$$RH_d = \frac{Vr^2}{127 \times 2d_{min}}$$

Avec :

- $d_{min} = 2.5\%$ pour les catégories (1-2).

- $d_{min} = 3\%$ pour les catégories (3-4-5).

5. 7. Rayon minimal non déversé RHnd

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil, et le devers est alors négatif pour l'un des sens de circulation. Le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé RH' (RHnd).

➤ (cat 1-2) → $RH_{nd} = \frac{Vr^2}{127 \times 0.035}$

➤ (cat 3-4-5) → $RH_{nd} = \frac{Vr^2}{127(f' - d_{min})}$

- $f' = 0.07$ catégorie (3).

- $f' = 0.075$ catégorie (4-5).

Raccordement progressifs (Clothoïde)

➤ Les courbes de rayons R inférieur à RHnd sont introduites par des raccords progressifs. Le passage de l’alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais Progressivement (courbe dont la courbure croit linéairement de R=∞ jusqu’àR=constant), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule.
- Le confort des passagers de véhicule.
- La transition de la chaussée.
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

5. 8. Expression mathématique de la Clothoïde

- Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

K=C.L avec

$\longrightarrow K = \frac{1}{R}$
 $\longrightarrow L.R = \frac{1}{C} \frac{1}{R} = C.L$

On pose :

$\frac{1}{C} = A^2$

L’équation fondamentale sera :

L.R = A²

- A : paramètre de la clothoïde.
- L : longueur de la clothoïde.
- R : rayon de courbure.

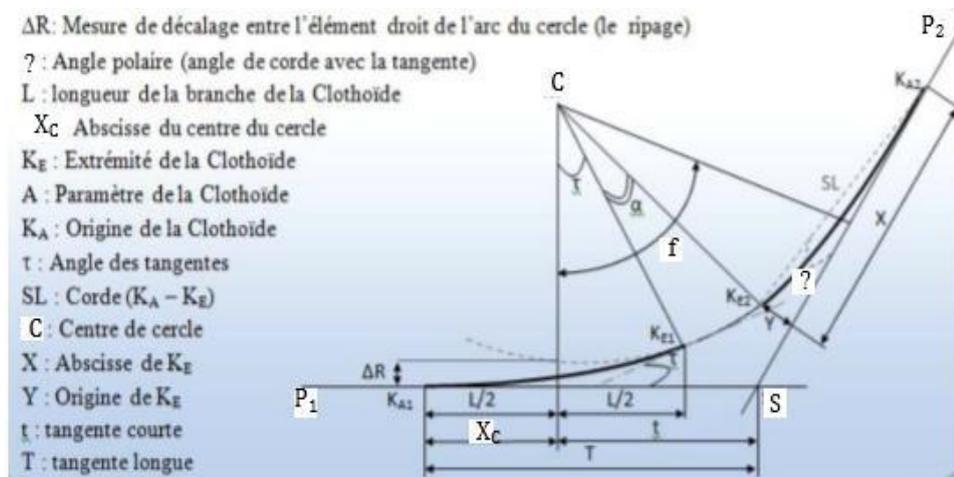


FIGURE III.3 : LES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE

6. Les conditions de raccordement

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

6. 1. Condition de stabilité

S'il n'y a pas de courbe de raccordement entre l'alignement et l'arc de cercle de la courbe la force centrifuge fait brusquement son apparition au point de tangence l'accélération V^2/R tend subitement à faire dévier le véhicule de sa trajectoire normale.

Le conducteur éprouve alors un sentiment d'insécurité et réagit d'instinct en braquant son volant généralement plus qu'il n'en faudrait. Il a tendance à exagérer et de prendre le virage à la corde.

La trajectoire réelle du véhicule n'est alors plus un cercle, mais une autre courbe de rayon progressif. On a donc intérêt pour la sécurité des usagers de donner au tracé une forme aussi proche que possible de cette trajectoire réelle.

➤ 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.

$$\geq 3^\circ \text{ soit } \geq \frac{1}{1}$$

$$r = \frac{L}{2R} > \frac{1}{9} \text{ rd} \rightarrow L \geq \frac{R}{9} \text{ soit } A \geq \frac{R}{3}$$

$$\mathbf{R} > A \geq \frac{R}{3}$$

❖ Selon le B40 :

❖ Règles générales (B40) :

$$R \leq 1500\text{m} \quad \Delta R = 1\text{m} \text{ (éventuellement } 0.5\text{m)}$$

$$L = \sqrt{24R\Delta R}$$

$$1500 < R \leq 5000m \quad L = R \cdot 9$$

$$R > 5000m \quad \Delta R = 2.5m \quad L = 7.5\sqrt{R}$$

6. 2. Condition de confort dynamique

C'est l'introduction trop brutale de la force centrifuge qui est dangereuse pour la stabilité du véhicule et inconfortable pour l'utilisateur.

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et la courbure, de façon à respecter les conditions de stabilité du véhicule et limiter ainsi l'accélération transversale.

❖ Cette condition est donnée par la formule suivante :

$$L = \frac{Vr^2}{18} \left(r^2 - \frac{\Delta d}{127R} \right)$$

-L : Longueur de raccordement.

-Vr : Vitesse de référence (Km/h).

-Δd : La variation de dévers (Δd = final – d init) en (%).

6. 3. Condition de gauchissement

Cette condition a pour objectif d'assurer à la route un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du dévers. Elle correspond à la limitation de la variation du dévers à 2 % par seconde de parcours à la vitesse de référence du calcul de l'itinéraire.

$$L \geq \frac{\Delta d \cdot Vr}{7.2}$$

-L : Longueur de raccordement.

-Vr : Vitesse de référence (Km/h).

-Δd : La variation de dévers (Δd = d final – d init) en (%).

7. Combinaison des éléments du tracé en plan

On distingue plusieurs types de courbures :

7. 1. Courbe en S

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

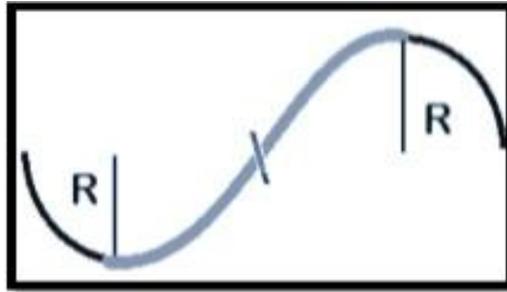


FIGURE III.4 : COURBE EN S

7. 2. 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.

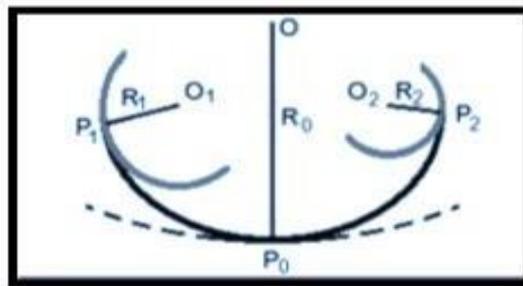


FIGURE III.5 : COURBE EN C.

7. 3. Courbe en oval

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

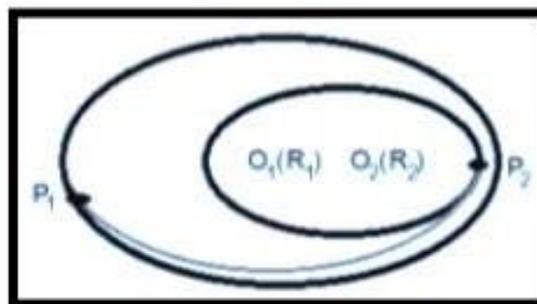


FIGURE III.6: COURBE EN OVAL

7. 4. Courbe au sommet

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

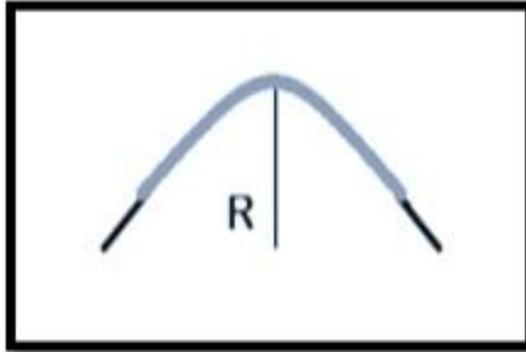


FIGURE III.7 : COURBE AU SOMMET

8. APPLICATION AU PROJET

La catégorie de notre projet est la **C1** dans un environnement **E1**, et une vitesse de base **V=80km/h**. ces conditions permettent de déterminer les caractéristiques qui extraits des normes **B40**.

8. 1. Application numérique

8. 1.1 Rayon horizontal minimal absolu (RHm)

$$RHm = \frac{Vr^2}{127 \times (ft + dmax)}$$

8. 1.2. Rayon minimal normal (RHN)

$$RHN = \frac{(Vr+20)^2}{127 \times (ft + dmax)}$$

8. 1.3 Rayon au dévers minimal (RHd)

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times dmin}$$

8. 1.4 Rayon horizontal non déversé (RHnd)

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \times (f^f - dmin)}$$

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHM (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-2.5%)	1400

obéir à des 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 arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long à Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.

8. 1.4.1. Distance de freinage

$d0 = 65.66 \text{ m}$ prend $d0 = 65\text{m}$

$f1 = 0.39$ (vitesse de référence 80km/h)

8. 1.4.2. Longueur maximale ($Lmax$) : $t = 60 \text{ sec}$

$$Lmax = 80 \times \frac{(60)}{3.6} = 1333.33\text{m}$$

8. 1.4.3. Distance d'arrêt ($D1$)

$d1 = d0 + e0$ Pour $V \leq 80 \rightarrow e0 = 0,55 \times 80 = 44. \text{ Km}$

Donc $d1 = 44 + 65 = 109\text{m}$ on prend $d1 = 109\text{m}$

8. 1.4.4. Distance de visibilité de dépassement minimale (Dm)

$dm = 4 \times V = 320 \text{ m}$ On prend $dm = 325\text{m}$

8. 1.4.5. Distance de visibilité de dépassement normale (Dn)

$dn = 6 \times 80 = 480 \text{ m}$ On prend $dn = 500\text{m}$

Les calculs sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU : III.2 : LES PARAMETRES FONDAMENTAUX LIES AU PROJET

symboles	Paramètres	valeurs
V	Vitesse (km/h)	80
Lmin	Longueur minimale (m)	112
Lmax	Longueur maximale (m)	133.4
Dmin	Devers minimal (%)	2.5(%)
Dmax	Devers maximal (%)	7(%)
t1	Temps de perception réaction (s)	2
F1	Frottement longitudinal	0.39
Ft	Frottement transversal	0.13
D0	Distance de freinage (m)	65
D1	Distance d'arrêt (m)	109
Dm	Distance de visibilité de dépassement minimale(m)	325
Dn	Distance de visibilité de dépassement normale (m)	500
Dmd	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	200
RHm	RHm(m) (d'associe %)	250(7%)
RHn	RHN(m) (d'associe %)	450(5%)
RHd	RHd(m) (d'associe%)	1000(2.5%)
RHnd	RHnd(m) (d'associe%)	1400(-2.5%)

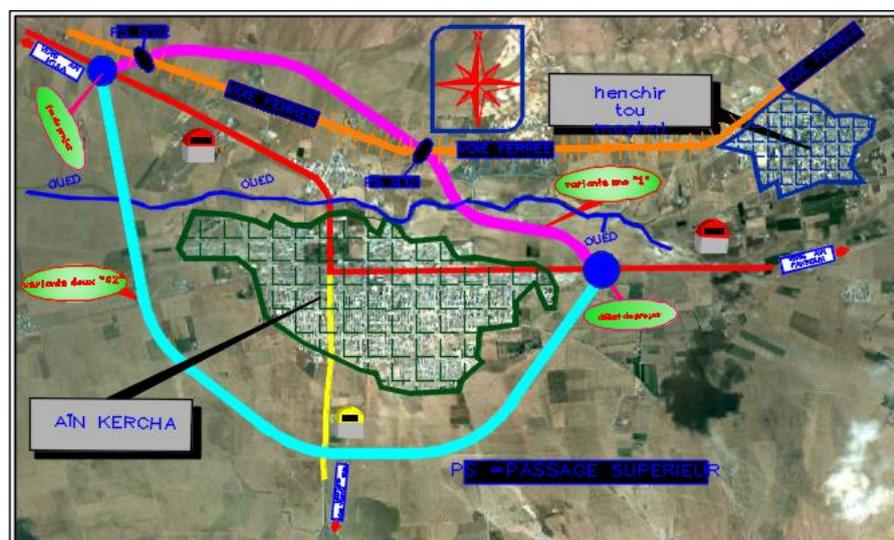


FIGURE III.8 : AXE EN PLAN

9. PROFIL EN LONG

9. .1. Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle (n'est pas une projection horizontale). Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité pente sur rampe et des raccordements circulaires.

Le profil en long est pratiquement composé de segments de droites et d'arcs de cercles concaves ou convexes.

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

9. 2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur :

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

9. 3. Les éléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

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

Les types de rayons :

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

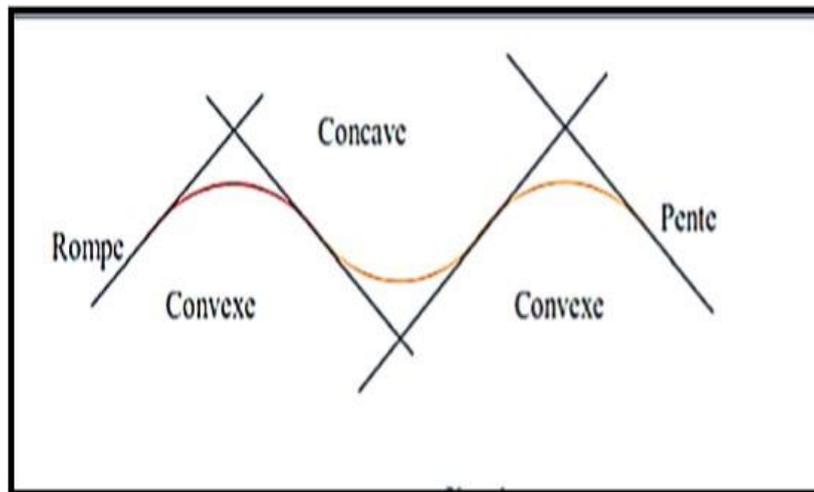


FIGURE III.9 : ÉLÉMENT GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG

9. 4. Coordination entre le profil en long et le trace en plan :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ces objectifs incitent :

- La perception des points singuliers (carrefour ; échangeur) de l'itinéraire.
- La prévision anticipée des évolutions du tracé.
- Avoir une vue satisfaisante de la route avec de bonnes condition de visibilité minimale.

9. 4.1. Déclivités

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

➤ La déclivité minimum

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $i_{min} = 0,5 \%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $i_{min} = 0,5 \%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

9. 4.2. La déclivité maximum

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

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max). Donc :

La déclivité maximale dépend de :

➤ La condition d'adhérence.

➤ La vitesse minimum de PL.

➤ La condition économique.

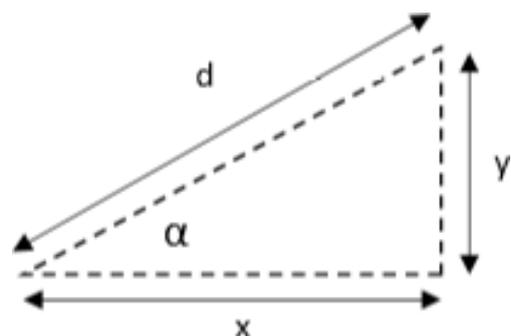
❖ Un rappel des définitions utiles pour caractériser l'inclinaison d'une route (pente et déclivité).

• d = distance parcourue (mesurée sur la route) .

• y = dénivellation

• x = distance horizontale $= \sqrt{d^2 - y^2}$

•
$$\text{Pente} = \tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{y}{\sqrt{d^2 - y^2}}$$



- Déclivité = $\sin\alpha = \frac{y}{d}$
- Pour des petites valeurs de α ($\leq 10^\circ$). La pente et la déclivité coïncident (si on arrondit à la première décimale).

9. 4.3. Rampe maximale

Actuellement les poids lourds sont capables de gravir de forte rampe, mais ils ne le font qu'à faible vitesse et au prix d'une forte consommation de carburant.

Tout cela induit à :

- Une faible vitesse et gêne de circulation.
- Une consommation excessive de carburant d'où le prix de revient élevé pour le transport.

La rampe maximale correspond à la valeur pour laquelle le véhicule n'avance plus et commence à patiner.

TABLEAU : III.3 : Déclivité maximale Selon le B40.

Vitesse (Km/h)	4	6	8	1	1
Rampe max (%)	8	7	6	5	4

9. 4.4. Raccordement en profil en long

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

- On distingue deux types de raccordement :

9. 4.5. Raccordement 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 3 conditions :

a) Condition de confort dynamique.

b) Condition de visibilité.

c) Condition d'esthétique.

9. 4.5. a. Condition de confort dynamique

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable donc cette accélération doit être limitée.

- La limitation de l'accélération verticale est donnée comme suit :

40 V_r^2 / g pour les catégories (1-2)

$$V_r^2 / R_v$$

30 V_r^2 / g pour les catégories (3-4-5)

$$V_r^2 / R_v$$

- On aura :

Pour les catégories (1-2)

$$R_{v_{\min}} = 0.3 V_r^2$$

Pour les catégories (1-2)

$$R_{v_{\min}} = 0.23 V_r^2$$

- Dans notre cas :

$$R_{v_{\min}} = 0.3 V_r^2$$

- Avec :

- $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- R_r : c'est le rayon vertical (m).

- V_r : vitesse de référence (km /h).

9. 4.5.b. Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort. il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum.

▪ Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

- **d1** : distance de visibilité (m).
- **h0** : hauteur de l'œil (m).
- **h1** : hauteur de l'obstacle (m).
- **Rv** : Rayon vertical (m).

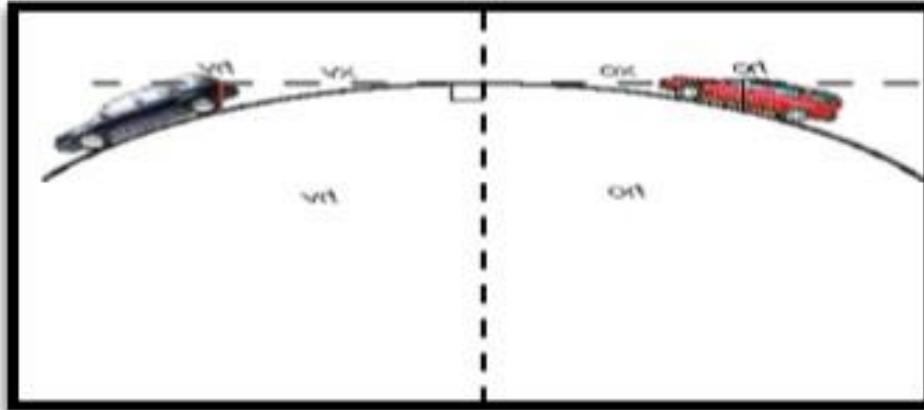


FIGURE III.10 : RACCORDEMENT CONVEXE

9. 4.5.c. Condition d'esthétique

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et $(b > 50)$ pour des dévers $d < 10\%$ spécial échangeur.

$$R_{v_{\min}} = 100 \times \frac{1}{\Delta d\%}$$

Avec :

- **Δd**: changement de dévers (%).
- **Rvmin** : Rayon vertical minimum (m).

9. 4.6. Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un

tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'v = \frac{d1^2}{(1.5+0.035 \times d1)}$$

Avec :

- **R'v**: Rayon minimum du cercle de raccordement.

d1 : Distance d'arrêt.

9. 5. Détermination pratique de profil en long

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

En ce qui concerne les études des projets, on assimile l'équation du cercle

$$X^2 - 2RY = 0 \quad \longrightarrow \quad Y = \frac{X^2}{2R}$$

- A l'équation de la parabole :

Le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donner la pente P1 de la droite (As).
- Donner la pente P2 de la droite (Ds)
- Donner le rayon R.
- Détermination de la position du point de rencontre (S) :

- On a : $\begin{cases} ZA = ZD + LP2. & m = ZA - ZA \\ ZD = ZA + LP1. & n = ZD - ZD \end{cases}$

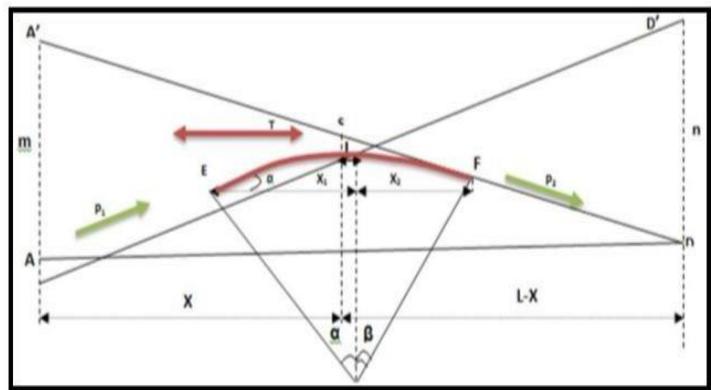


FIGURE III.11: REPRESENTATION DU SCHEMA PRATIQUE DU PROFIL EN LONG.

Les deux triangles ASA et SDD sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{(L-x)x} = \frac{m3L}{n+m}$$

$$X_s = X + X_s$$

- Calcul de la tangente : $z_s = P1 \times ZA$

- ❖ On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires.
- ❖ (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.
- ❖ La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$X_B = X_S - T \quad X_C = X_S + T$$

$$z_B = z_S - TP \quad z_C = z_S + TP2$$

- Projection horizontale de la longueur de raccordement :
- Calcul de la flèche :
- Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_X = \frac{x^2}{2R} \\ z_M = z_B + XP1 - \frac{x^2}{2R} \end{array} \right.$$

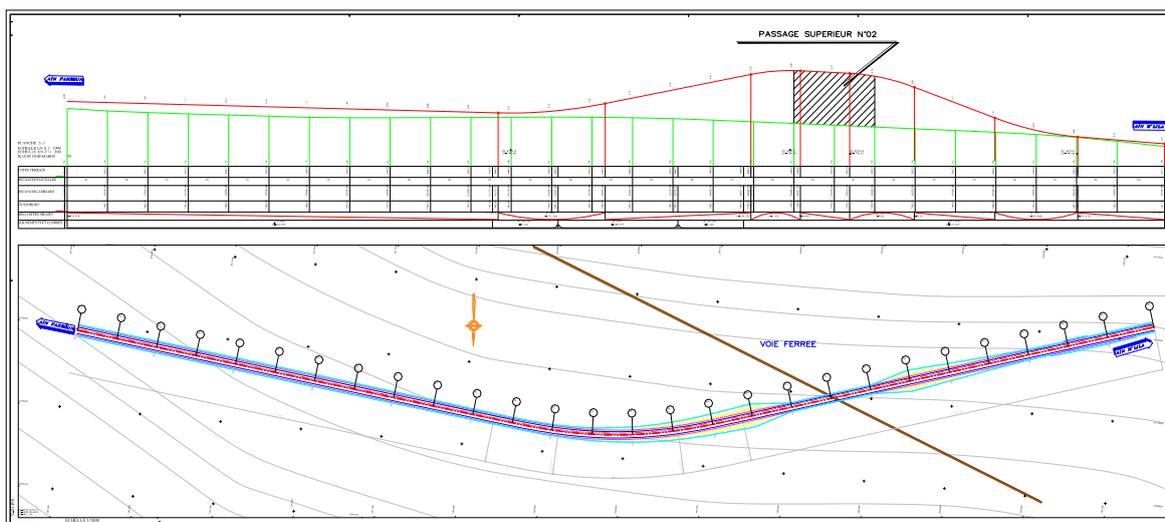
- Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :

$$X_1 = R \times P1 \quad X_2 = R \times P2$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage de réseaux de ruissellements fait à partir du point du J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J(A) et J(D).

9. 6. Application au projet

Le calcul de l'axe en plan se fait automatiquement par logiciel (COVADIS),



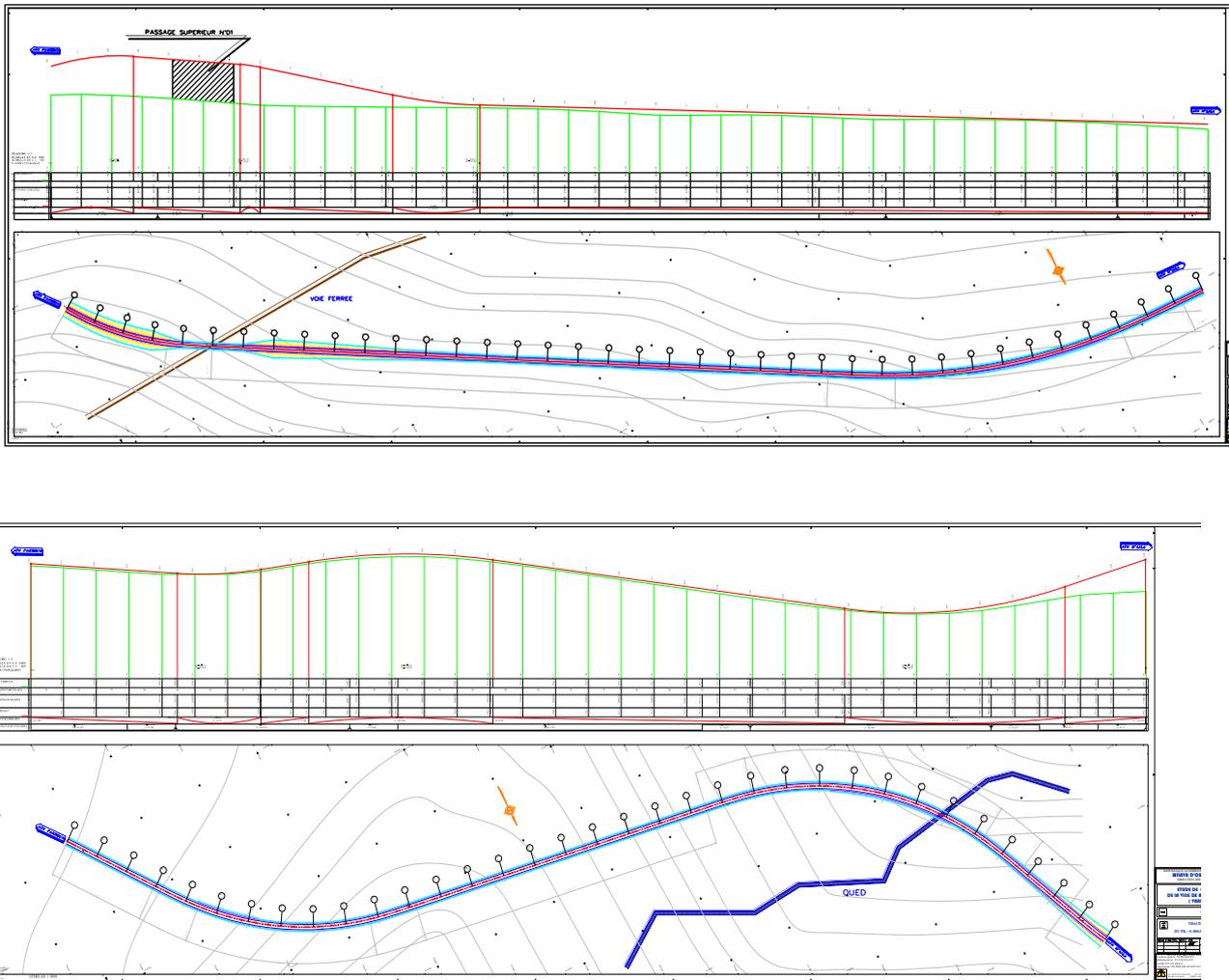


FIGURE III.12 : PROFIL EN LONG (TRONÇON 1+2+3)

10. PROFIL EN TRAVERS

10. 1. Introduction

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route par un plan vertical, il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les

Situations (remblais, déblais, largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de superstructure).

Le choix du profil en travers doit assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité, de confort et l'évacuation des eaux de pluie.

10. 2. Différents type de profils en travers

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

10. 3. Profil en travers courant

Ce sont des levés perpendiculairement à l'axe de la route, ils contiennent généralement comme indication chiffrée et l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie.

10. 4. Profil en travers type

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes, ce dernier contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, en déblais, en courbe et alignement).

- **T.P.C.** : terre-plein central.
- **B.A.U.** : bande d'arrêt d'urgence.
- **B.D.G.** : bande dérasée de gauche.

10. 5. Les éléments du profil en travers

10. 5.1. Chaussée

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central. Chaque chaussée comporte de 2 à 4 voies de circulation larges de 3.50 m.

10. 5.2. Terre-plein central (T.P.C)

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

10. 5.2.a. Bande dérasée de gauche (B.D.G)

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.

10. 5.2.b. Bande médiane

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux).

Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

10. 5.2.c. Interruption du T.P.C (I.T.P.C)

Elle permet, en cas de besoin, de basculer la circulation d'une chaussée vers l'autre. Les I.T.P.C sont implantées de part et d'autre des ouvrages d'art non courants, des tunnels et des échangeurs, et avec un intervalle maximal de 3 km.

10. 5.2.d Accotement

L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

10. 5.2. e Zone de sécurité

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m.

Dans la zone de sécurité, doit être isolé, sinon exclu, tout dispositif agressif constitué par un :

Obstacle : arbre, poteau, maçonnerie, support de signalisation directionnelle, paroi rocheuse, appui d'ouvrage d'art. Caniveau non couvert. Fossé dépassant 50 cm de profondeur, sauf s'il s'agit d'un fossé de pentes inférieures à 25 %. us de déblai ou un merlon dont la pente dépasse 70 %. remblai de plus de 4 m de haut, dont la pente dépasse 25 %, ou de plus de 1 m en cas de dénivellation brutale.

10. 5.2.f. La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)

La B.A.U facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une sur largeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

Sa largeur est de 3.00 m lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus) $L(B.A.U) = 3 \text{ m}$.

10. 5.2.g. la berme

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale.

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1.00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %.

10. 5.2. emprise

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route, c'est-à-dire dans les limites du domaine public.

10. 5.2. i. Assiette

C'est la surface du terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

10. 5.2. plate-forme

C'est la surface déjà route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la chaussée, les accotements, éventuellement le terre-plein central et les bandes d'arrêts.

10. 5.2.k. Le fossé

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir, collecter et acheminer les eaux de ruissellement, de pluie, provenant de la route et des talus.

10. 5.2.l. Le talus

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimée par une fraction (A/B) telle que :

- **A** : la distance sur la base du talus.
- **B** : la hauteur du talus En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.

1. Profils en travers au droit des ouvrages d'art courants

Au droit de tout ouvrage d'art courant, les voies de circulation, les B.A.U et les bandes dérasées conservent la même largeur qu'en section courante.

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 4.75 m en tout point de la largeur roulable de l'autoroute.

En outre, une revanche (habituellement de 0.10 m) est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0.50 m.

11. Pentes transversales

Les courbes de rayon inférieur à rond sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

11. 1. En alignement et en courbe non déversée

La pente transversale d'une chaussée est de 2.5% vers l'extérieur. La pente d'une B.A.U. (ou d'une B.D.D.), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de la sur largeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques.

Les pentes des B.D.G. et du versant en toit d'un T.P.C. revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.

La berme extérieure présente une pente transversale de 8 % qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

11. 2. En courbe déverse

La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, entre 2.5 % pour Rnd et 7 % pour Rm.

La pente de la B.A.U. (ou la B.D.D.) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente. La pente de la B.A.U. extérieure (ou la B.D.D.) reste la même qu'en

alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %, hormis la sur largeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée.

12. Changement de devers

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.

12. 1. Point de rotation des dévers

Lorsque le T.P.C. est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plate-forme ; sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord gauche de la chaussée.

13. Evacuation des eaux de ruissellement

Lorsqu'il est nécessaire d'introduire un changement de dévers, la longueur de la chaussée sur laquelle règnent les dévers compris entre -1 % et +1 % est déterminée de manière à ne compromettre ni l'écoulement des eaux de ruissellement, ni l'aspect du tracé.

Dans la zone de basculement du dévers, l'évacuation des eaux de ruissellement sur la chaussée requiert une pente résultante de 0,5 % en tout point de la chaussée.

En courbe déversée, le T.P.C. est équipé de façon à évacuer les eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

14. Profil en travers type du notre projet

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet contient les éléments suivants :

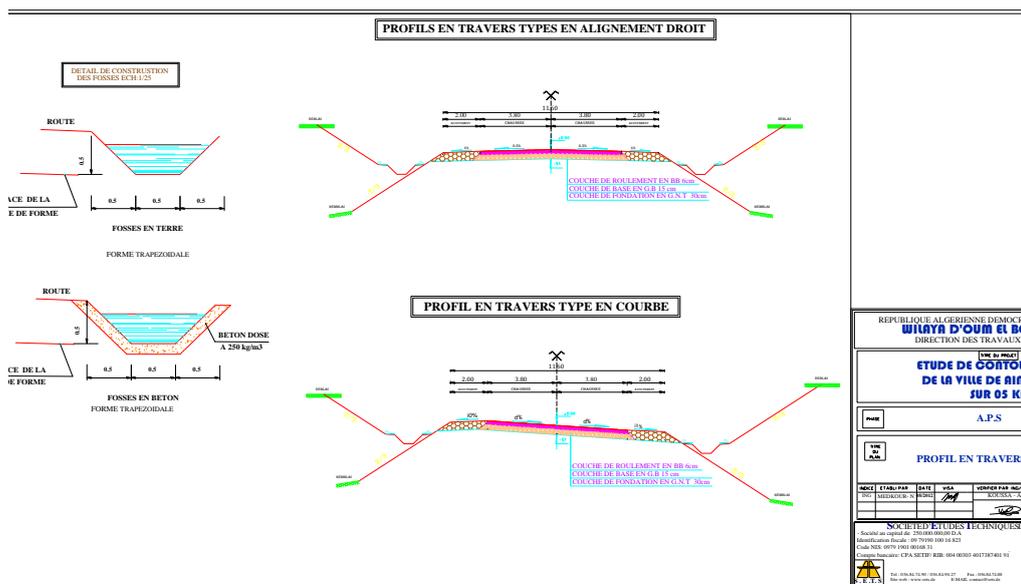
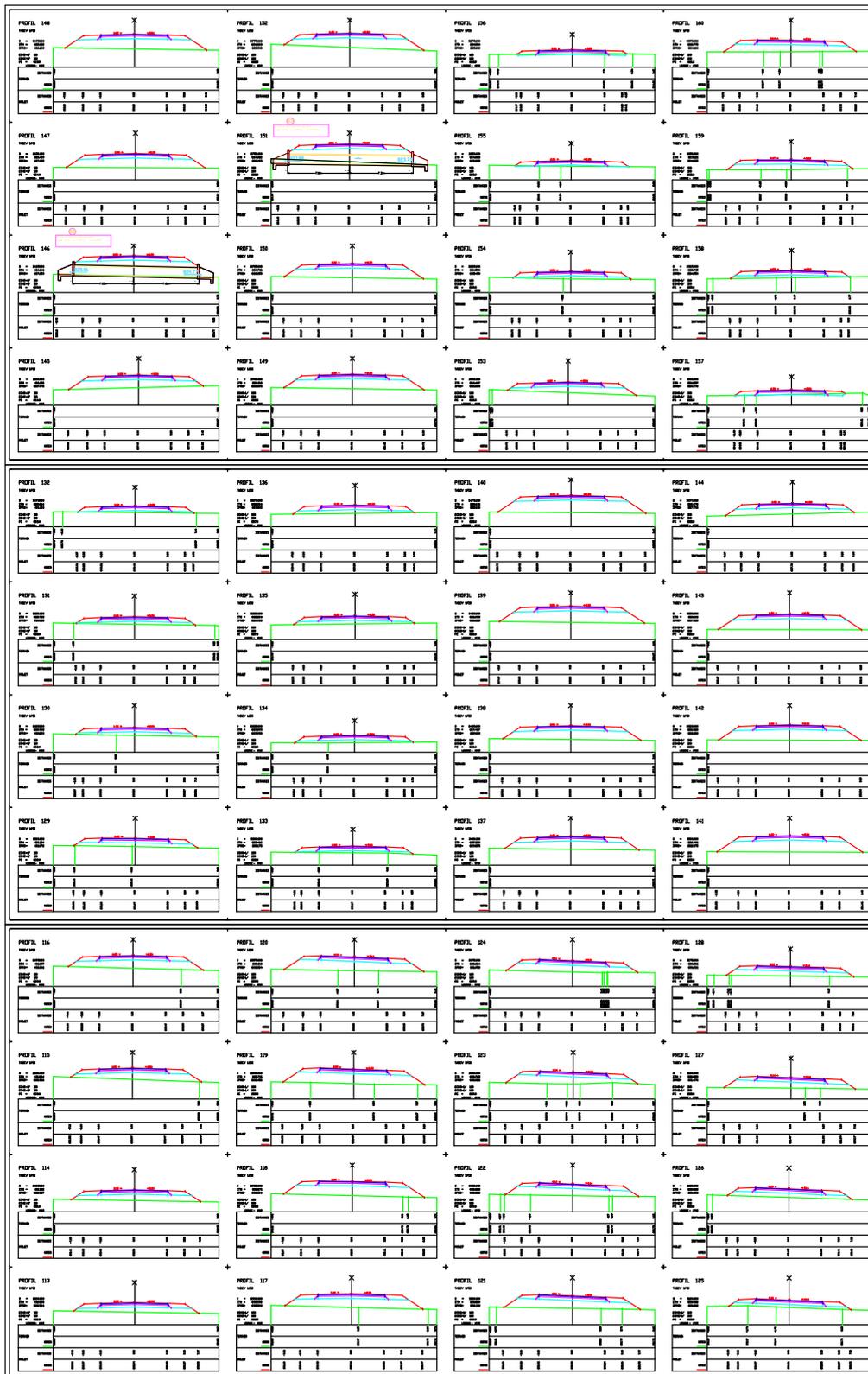


FIGURE III.13 : PROFIL EN TRAVERS TYPE DE NOTRE PROJET



FIGUREIII.14:PROFIL EN TRAVERS

CHAPITRE IV : ÉTUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction

La géotechnique a pour but d'analyser les caractéristiques mécaniques et Physiques du sol support.

Pour l'élaboration et l'exécution d'un projet il est nécessaire d'avoir une Connaissance des terrains traversés. Pour cela, la reconnaissance géotechnique constitue une source d'information indispensable, car elle permet :

- ✓ En phase d'étude, de bien définir le projet (dimensionnement du corps de Chaussée, choix des matériaux).
- ✓ En phase d'exécution : elle permet de réaliser les travaux avec minimum de Risques possibles (choix des moyens et des matériaux adaptés a la nature de sols).

2. Contexte géologique

Dans l'étude géotechnique sont présentées la description lithologique, hydrogéologique et hydraulique de la région, les interprétations des résultats des essais physiques et mécaniques. D'après la carte géologique d'AIN Kercha 1/500.000, la géologie du site est caractérisée par des formations d'Alluvions actuelles, Quaternaire continental, Pliocène continental.

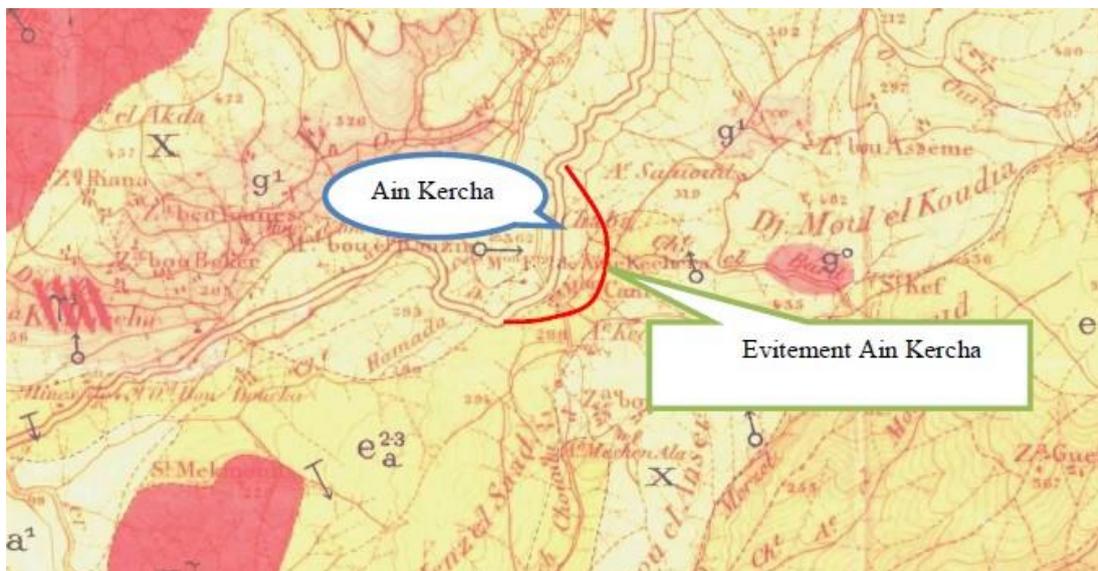


FIGURE IV.1 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'AIN KERCHA 1/500 0

3. Utilité de l'étude géotechnique

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

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

4. L'objet de l'étude géotechnique

La géotechnique permet la classification des matériaux provenant des déblais pour étudier la possibilité de leur réutilisation en couches de remblais et la détermination de la classe du sol support permettant la définition et le dimensionnement du corps de chaussée.

Par ailleurs, pour les déblais importants, les essais de laboratoire permettront de déterminer les caractéristiques géotechniques nécessaires à l'étude de la stabilité de leurs talus.

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en:

- Etablir le projet de terrassement.
- Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité des gisements.
- Pour le dimensionnement du corps de chaussé et éventuellement les fondations des ouvrages d'arts dans la phase d'étude.
- La sécurité en évaluant la stabilité des talus et des remblais.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

5. Les moyens de la reconnaissance :

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

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites sur site et les essais « in-situ ».
- Les essais au laboratoire.

6. L'étude des archives et documents existants

- Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

➤ Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

7. Les visites sur site et les essais « in-situ »

7. 1. Les visites sur site :

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant:

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de la boratoire.

7. 2. La reconnaissance « in situ »:

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme d'investigation géotechnique en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

7. 3. Les forages:

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches de sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire

8. Les méthodes géophysiques

9. La prospection sismique

Le Principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou Ondes **P** (les plus rapides) et à en déduire la nature du sol traversé.

10. La prospection électrique

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols, leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains. La méthode est bien adaptée aux sols à fortes teneurs en eau.

11. Les essais de pénétration

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration. Les types de pénétromètres sont utilisés:

- Pénétromètre dynamique.
- Le Standard Pénétromètre Test ou SPT.
- Pénétromètre statique.

12. Les essais de la boratoire

Les essais réalisés en laboratoire sont:

- a. Les essais d'identification.
- b. Les essais mécaniques.

13. Les essais d'identification

13. 1. Teneur en eaux naturelle

La mesure de la teneur en eau d'un sol, d'un granulat ou d'un matériau de façon plus générale est une action des plus caractéristiques courantes en géotechnique, qui permet d'approcher certaines mécaniques (masse volumique) et d'apprécier la consistance d'un sol.

13. 2. Analyse granulométrique

Il s'agit du tamisage des particules dont le diamètre est supérieur à 80 μ m. Cette analyse permet de distinguer entre les sols fins, sols sableux (riche en fines) et sol graveleux (pauvre en fines), c'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leurs dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique qui donne le pourcentage des passants cumules en fonction du diamètre des particules (reportée sur une échelle semi-logarithmique).



FIGURE IV.2 : TAMISEUSE A VIBRATIONS

13. 3. Limites d'ATTERBERG:

Lorsque' on fait croitre progressivement la teneur en eau d'un sil Préalablement séché et pulvérisé, il passe d'un état solide ou très consistant à rupture fragile a un état plastique (grandes déformations sans rupture) puis a l'état liquide.



FIGURE IV.3: L'APPAREIL DE CASAGRANDE

13. 4. Essai au bleu deméthylène

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par **100 grammes** de sol s'appelle « Valeur Au Bleu » du sol et est notée **VBS**, la **VBS** reflète globalement:

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

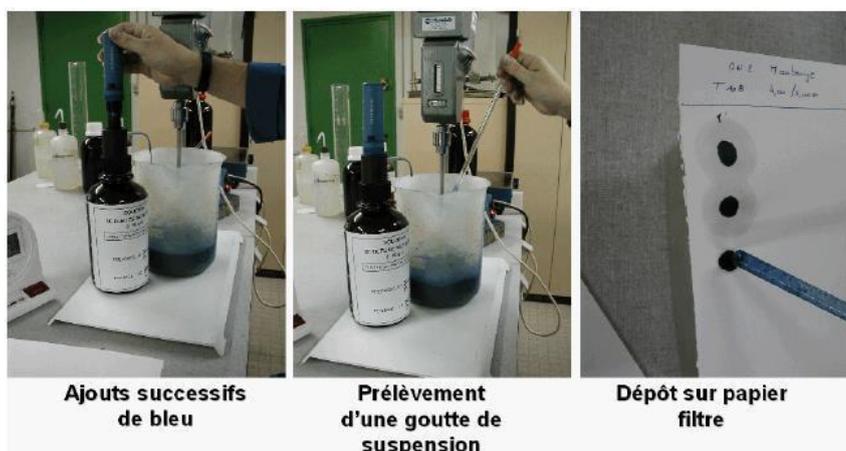


FIGURE IV.4 : ESSAI AU BLEU DE METHYLENE

13. 5. -Equivalent de sable (ES)

L'essai d'équivalent de sable permet de mesurer la propreté d'un sable utilisé pour la composition des matériaux routier et les sables à béton. L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers, une procédure normalisée permet de définir un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté du sable.

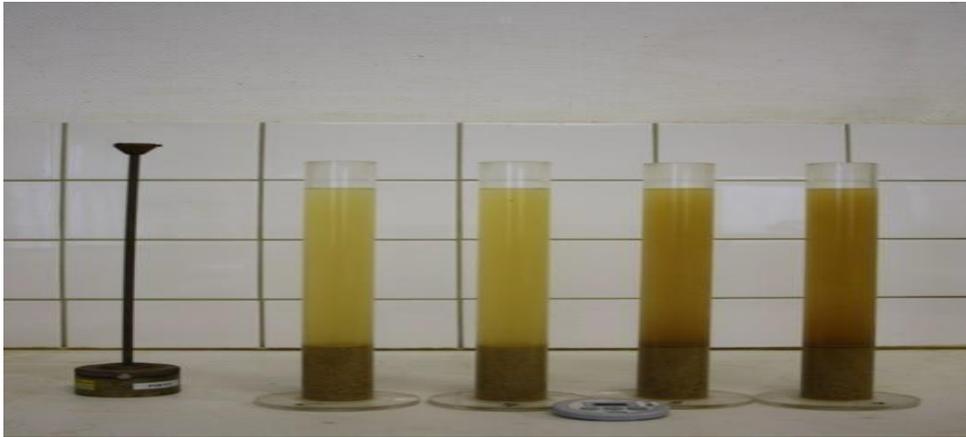


FIGURE IV.5 : L'ESSAI EQUIVALENT DE SABLE

14. Les essais mécaniques

14. 1-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 ».



FIGURE IV.6 : L'ESSAI PROCTOR

L'essai est répété plusieurs fois des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4%,6% ,10%,14%).

Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées.

L'essai Proctor normal rend 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 de mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée

14. 2. -Essai CBR

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec 3 énergies de compactage 55c/c ; 25c/c ; 10c/c et imbibé pendant 4 jours.

Il ne concerne que les sols cohérents



FIGURE IV.7: L'ESSAI CBR

14. .3 Essai Los Angeles

Essai de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau en déterminant la résistance à la fragmentation par choc des granulats.

Le principe de l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles. Le coefficient Los Angeles (**LA**) est donné, en pourcentage par le rapport des éléments passant au tamis de **1,60 mm** séché après lavage (**M1**) et de la masse initiale des grains intacts (**M0**). L'essai applique aux granulats d'origine nature ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

Une valeur de **LA < 30** est recommandée pour la couche de forme ainsi que les différentes couches d'une structure de chaussée.



FIGURE IV.8: L'ESSAI LOS ANGELES

14. .4-Essai Micro- DEVAL

L'essai DEVAL a pour but de mesurer la résistance à l'usure du matériau. L'attrition est reproduite par une combinaison de frottements réciproques et de chocs modérés. Deux types d'essais sont généralement pratiqués, essai à sec ou humide.

Fournissant une évaluation à l'aptitude du granulat à se transformer dans la chaussée sous l'action mécanique des véhicules, il s'applique à tous les matériaux, quelle que soit la nature minéralogique. L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm (tamis de 1,6 mm) produits dans la machine DEVAL par les frottements réciproques.



FIGURE IV.9: L'ESSAI MICRO DEVAL

7. Condition d'utilisation des sols en remblais

Selon le guide de terrassement routier, les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de:

- Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
- Matériaux plastiques IP $> 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

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

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compacté avant que la couche précédente ne soit vérifiée vis à vis du compactage.

15. APPLICATION AU PROJET

16. Programme de reconnaissance

Cette reconnaissance a pour but de recueillir des informations chiffrées sur le terrain en place, ces informations permettent d'avoir une idée fixe sur les formations géologiques constituant le sous-sol ainsi que sur la qualité mécanique de ces dernières.

Tenant compte de la superficie du site et la nature des terrains traversé par le tracé, un programme de reconnaissance fut arrêté et comprend :

05 puits : de reconnaissance 2m de profondeur à la pelle mécanique avec prélèvement d'échantillons de sol qui seront soumis aux différents essais physico-mécaniques

.Description des sols rencontrés

Puits N° 1

0.0 – 0.5m : terre végétale

0.5 – 2.0m : conglomérat, sable et gravier



Puits N°2

0.0 – 0.5m : terre végétale

0.5 – 2.0m : conglomérat, sable, argiles et des encroutements de calcaires



Puits

N°3

0.0 – 0.3m : terre végétale

0.3– 2.0m : argiles limoneuse avec des encroutements de calcaires



Puits N°4

0.0 – 0.5m : terre végétale

0.5 – 2.0m : argiles limoneuse avec des encroûtements de calcaires



Puits N°5

0.0 – 0.5m : terre végétale

0.5 – 2.0m : tuf (argiles limoneuse sableuse)



L'examen de l'ensemble des coupes laisse dégager la remarque suivante :

Du point lithologique, les sols rencontrés sont homogène constitué par des formations meubles présentés par des conglomérats, sable, argiles, limons et encroûtements de calcaires (tuf)

16. 1.1 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)

RESULTAT DES ESSAIS EN LABORATOIRE

Essai physique et mécanique

Puits	Profon (m)		Wn %		Granularité		Limite d'Atterberg		OPN		CBR %	Classe GTR
Dmax	%2mm		%80µm		Wl%%		Wp%		IP%		γd (T/m3)	W%
K1	0- 2.00m	11.00	>50m m	40	31	31.61	23.29	8.31	1.90	14	12.58	C1B5
K2	0- 2.00m	7.43	>50m m	20	12	32.16	20.96	11.19	1.97	10	81.98	C1B5
K3		0-2.00m		21.76		Matériaux rocheux non évolutifs (calcaire) γd = 2.31. T/m3		R22				
K4	0- 2.00m	14.64	≤ 50mm	94	82	32.23	23.59	8.64	1.86	12.2	17.57	A1
K5	0- 2.00m	15.02	≤ 50mm	96	72	27.35	17.14	10.21	1.95	11.2	17.17	A1

CARACTERISTIQUES PHYSIQUE ET MECANIQUES DES SOLS

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

Caractéristiques physiques des sols :

16. 1.1. Teneur en eau

On définit également la teneur en eau w qui est le rapport du poids de l'eau au poids de la matière sèche exprimée en %. Elle varie entre 7.43 et 21.76 %.

b) Plasticité

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)

Un tel seuil de la valeur IP indique que les sols sont peu plastiques.

c) La granulométrie

L'analyse granulométrique fait ressortir un sol composé essentiellement de fines (inférieurs à 80 μ), soit un taux inférieur à 40%.

d) Densité humide et sèche: (encroutement de calcaire)

La valeur respective de la densité humide et sèche varie de $\rho_h=2.33$ t /m³ selon la norme géotechnique qui classe les sols suivants la densité sèche ρ_d , les sols testés peuvent être qualifiés de sol semi-dense.

Caractéristiques mécaniques des sols

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

✓ Essai Proctor modifié : sera déterminé au γ_d maximum et la teneur en eau correcte des matériaux.

$\gamma_{dmax} = 1.86$ T/m³ à 1.97 T/m³

$W\% = 10$ à 14 %

✓ Essais de CBR : La détermination d'indice portant des sols par dimensionnement de la plateforme sera effectuée à partir d'essais de CBR. Les essais seront élaborés par explosion de 4 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des essais Proctor.

Essai CBR à 95% **OPM = 12.58 – 81.98**

Essai CBR à 95% **OPM** = Suivant la valeur CBR correspondant à 95% de la densité OPM, la portance d'un sol est comparée à cinq classes de sols retenues.

Tableau classe de portance des sols.

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

Les valeurs de l'indice CBR à 95% Opm varie entre 12.58 et 81.98 ; ce qui correspond à un sol de moyen à bon portance classe **S2** et **S0**

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 :

Sol de classification A1 : limons peu plastiques

Sol de classification: C1B5 : sols comportements des fins et des gros éléments

Sol de classification: R22 calcaires rocheux

CONCLUSION

Dans le cadre de l'étude géotechnique de l'évitement de la ville Ain Kercha sur 4 Km, le tronçon est présente les caractéristiques suivantes :

Les puits de reconnaissances réalisées ont mis en évidence la présence d'un sol constitué par des formations meubles et semi rocheux, présenté par des conglomérats, sable, argiles, limons et encroûtements de calcaires (tuf)

Selon la classification du guide technique routier, nous sommes en présence d'un sol de classes A1, C1B5, R22

- ✓ Sol de classification A1 : limons argileux peu plastiques
- ✓ Sol de classification: C1B5 : sols comportements des fins et des gros éléments (tuf)
- ✓ Sol de classification : R22 : calcaires rocheux

Essais de CBR à 95% : indique des sols de moyen à bon portance

CHAPITRE V : ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

1. INTRODUCTION

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation

2. LES DEGRADATIONS PROVOQUEES PAR LES EAUX

➤ Pour les chaussées

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).



Affaissement

- Désenrobage.
- Décollement des bords (affouillement des flancs).



Désenrobage.

Pour les talus

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.



FIGURE V.1. : LES DEGRADATIONS PROVOQUEES PAR LES EAUX

3. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

4. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

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

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

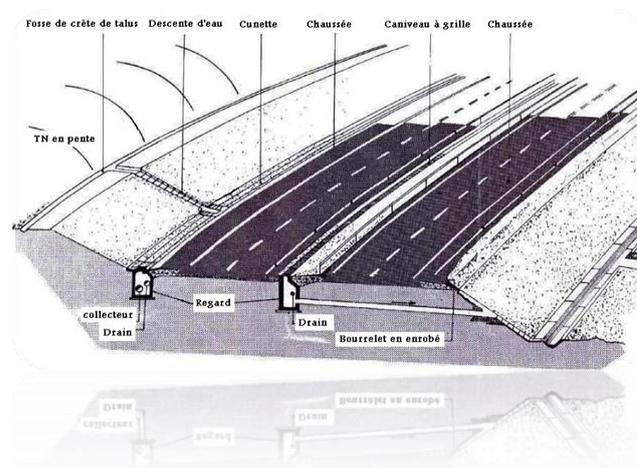


FIGURE V.2 :PRESENTE LES ELEMENTS DE L'ASSAINISSEMENT DE CHAUSSEE

➤ Fossé de pied du talus de déblai

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

➤ Fossé de crête de déblai

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

➤ Fossé de pied de talus de remblai

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

➤ Drain

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant dans son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

➤ Descentes d'eau

Dans les sections de route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

➤ Bassin versant

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

➤ Collecteur principal (canalisation)

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

➤ Chambre de visite (cheminée)

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur 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 consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

➤ Sacs

C'est un 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.

➤ Les regards

Ils sont constitués 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.

5. DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT A PROJETER

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés, on peut employer la méthode appelée La méthode Rationnelle dont nous rappelons très sommairement le principe:

$$Q_a = Q_s$$

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

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

Le débit d'apport est calculé en appliquons la méthode Rationnelle :

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

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m^2).

6. APPLICATION AU PROJET :

TABLEAU : APPLICATION AU PROJET

N°	<i>Types d'Ouvrages</i>		<i>PK</i>	<i>PK</i>
	<i>Ouvrages Existants à prolongée</i>		<i>(Km)</i>	<i>(Km)</i>
01	Dalot a projeté (1.50x1.50) x 1	L=12.35m	02+000	02+375
02	Buse a projeté 1Ø1000	L=15.00m	03+600	03+975
03	Buse a projeté 1Ø1000	L=15.00m	03+600	03+975
04	Buse a projeté 1Ø1000	L=15.00m	4+800	05+000

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

1- Introduction

Avoir un bon tracé en plan et un bon profil en long seulement ne suffit pas pour avoir un bon projet routier, parce qu'une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, action des essieux des véhicules notamment des poids lourds et des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc...., pour cela il faudra non seulement assurer à la route des bonnes caractéristiques géométriques mais aussi des bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux 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 (son influence se traduit par l'usure, le fluage, rupture par fatigue) ; L'environnement de la route (le climat essentiellement) ; La nature de sol support ; La durée de vie de la chaussée....

2- Définition de la chaussée

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

2.2 Au sens structural : l'ensemble des couches de matériaux superposés permettant la reprise des charges

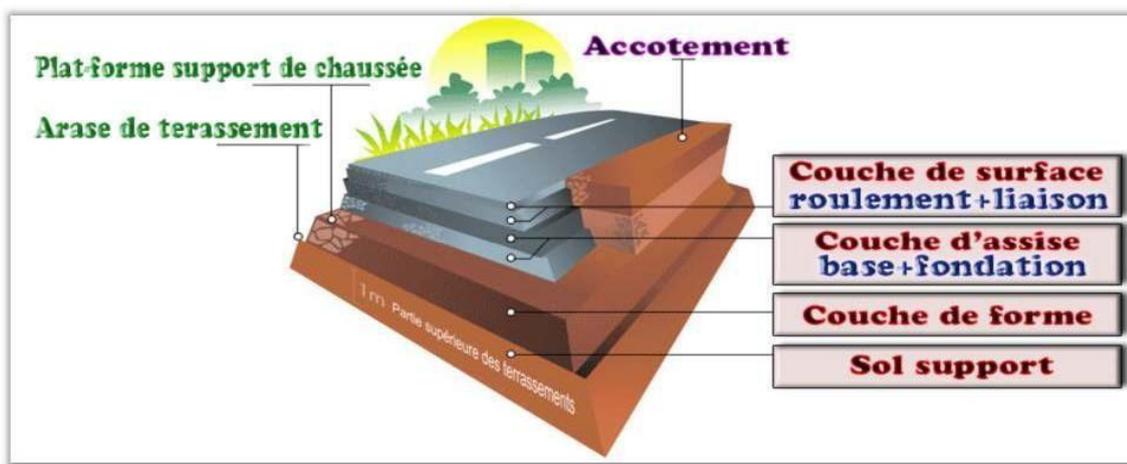


FIGURE VI.1: LES ELEMENTS DE LA CHAUSSEE

3- Les différentes catégories de chaussées

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

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

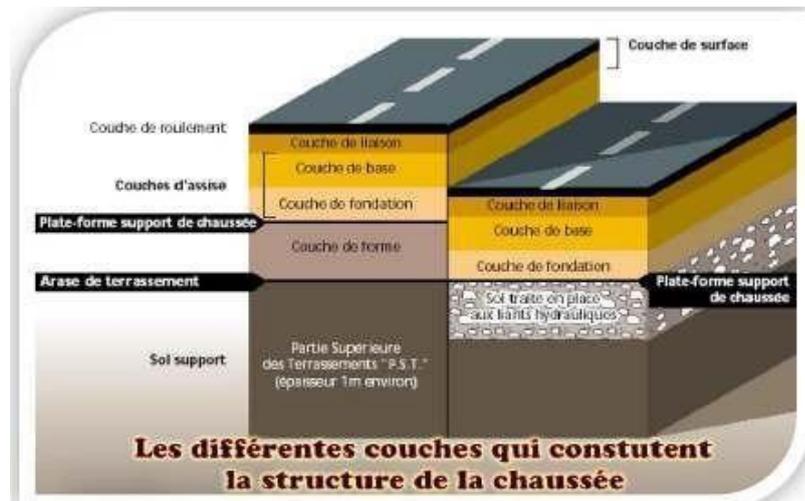


FIGURE VI.2: LES DIFFERENTES COUCHES DE LA STRUCTURE

3.1. -Chaussée souple

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux
- La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

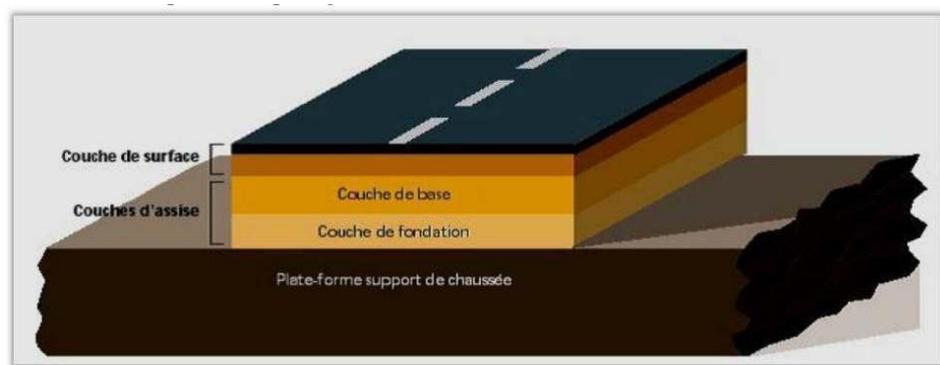


FIGURE VI.3: STRUCTURE TYPE D'UNE CHAUSSEE SOUPLE

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

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat, elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement 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).
- ✓ D'assurer le confort des usages (diminution de bruit, bon uni). La couche de liaison

a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides. En général, l'épaisseur de la couche de roulement varie entre 6 et 8 cm.

- **Couche de base**

Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultant sur les couches sous-jacentes, afin de résister aux déformations permanentes dues au trafic. L'épaisseur de la couche de base varie en générale entre 10 et 25 cm.

- **Couche de fondation**

La couche de fondation est constituée de matériaux non traités, elle complète la diffusion des efforts verticaux et diminue les contraintes de traction de la couche de base, elle permet aussi d'assurer une bonne liaison et une bonne portance de la chaussée finie.

- **Couche de forme**
A court terme

La couche de forme doit assurer la traficabilité quasi tout temps des engins approvisionnant les matériaux de la couche de fondation, permettre le compactage efficace de la couche de fondation, satisfaire les exigences de nivellement de la plate-forme support de chaussée et assurer la protection de l'arase de terrassement vis-à-vis des agents climatiques dans l'attente de la réalisation de la chaussée.

A long terme

Elle doit permettre d'homogénéiser la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante, de maintenir dans le temps, en dépit des fluctuations de l'état hydrique des sols supports sensibles à l'eau, une portance minimale pouvant être estimée avec une précision suffisante au stade du dimensionnement de la structure de chaussée et d'améliorer la portance de la plate- forme pour optimiser le coût de l'ensemble

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

Remarque

Suivant la nature du sol, on peut éventuellement prévoir des sous-couches de fondation :

- ↪ **Antigel** : Pour les régions très froides.
- ↪ **Anti-contaminant** : Contre la remontée des fines, notamment lorsque le corps de chaussée est fondé sur un sol argileux ou marneux.
- ↪ **Drainante et anticapillaire** : Contre les remontées d'eau lorsque la nappe phréatique est proche de la surface du sol.
- ↪ Dans les sols de mauvaise portance ($CBR \leq 5$) on ajoute une couche de forme qui a pour rôle d'améliorer la portance du sol à long terme. L'épaisseur de la couche de forme varie en générale entre 40 et 70 cm.
- Les couches supérieures nécessitent de meilleurs matériaux, car les contraintes sont plus importantes vers la surface.
- Les matériaux utilisés dans les différentes couches doivent avoir une granulométrie continue.

3.2. -Chaussées rigide

La chaussée rigide est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée, fléchissant élastiquement sous les charges, elle permet de transmettre les efforts à distance et les répartir ainsi sur une grande surface. Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire. La dalle de béton peut être ainsi directement sur l'arase de terrassement ou sur la plateforme support de chaussée. La couche de surface et la couche de base sont confondues dans la chaussée rigide.

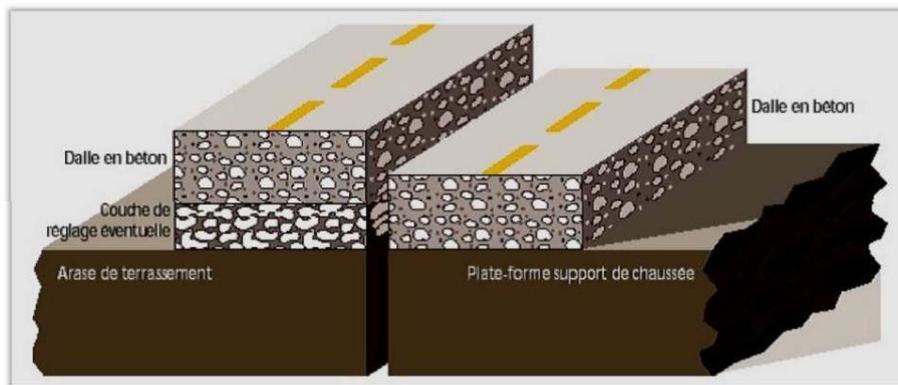


FIGURE VI.4: STRUCTURE TYPE D'UNE CHAUSSEE RIGIDE

3.3. - Chaussées semi-rigide

Ce sont des structures hybrides, leur comportement mécanique est intermédiaire entre celui des chaussées rigides et celui des chaussées souples. Elles sont plus flexibles que les bétons classiques mais moins résistantes, néanmoins elles reposent sur les fondations épaisses. On distingue deux types de chaussées :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelque fois une couche de fondation) aux liants hydrauliques (ciment, granulat, ...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelques fois sur une couche liaison également en enrobé. L'épaisseur doit être 15cm.

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

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic la couche de fondation n'est pas nécessaire.

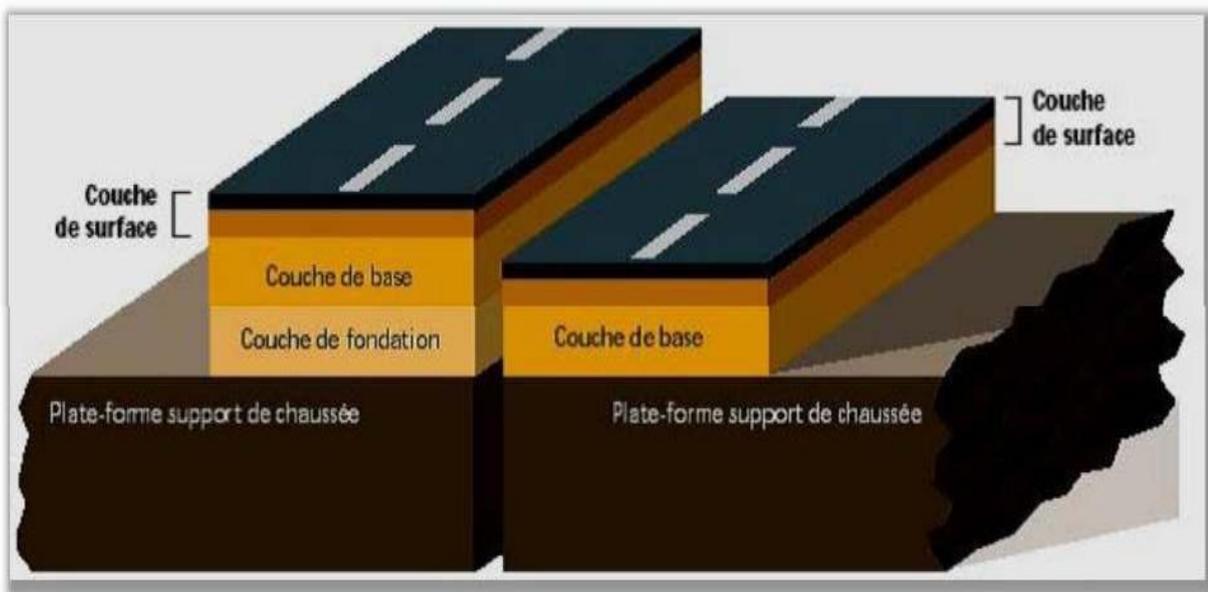


FIGURE VI.5: STRUCTURE D'UNE CHAUSSEE SEMI-RIGIDE

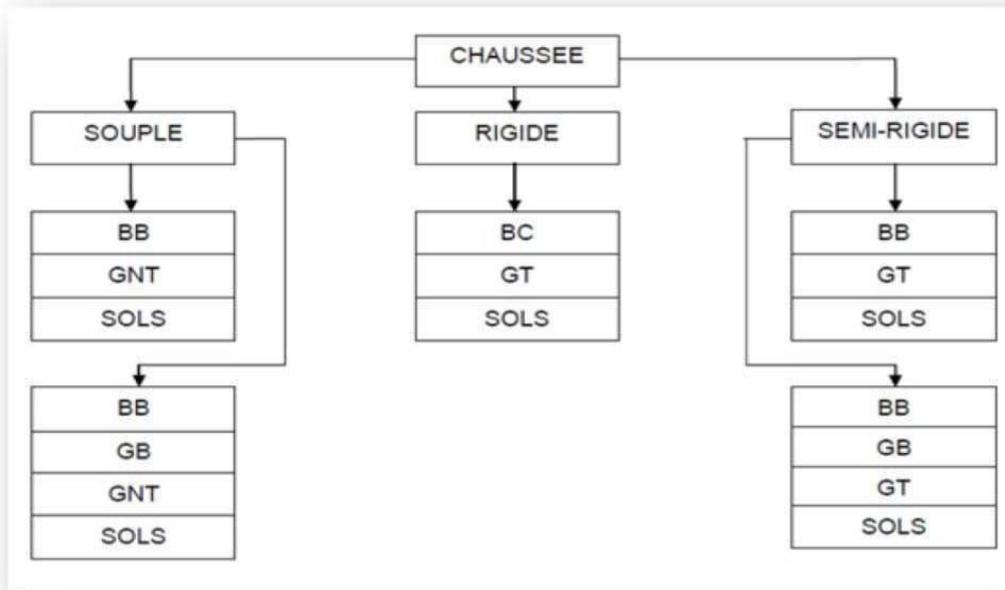


FIGURE VI.6: RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES

Avec :

GB : Grave bitumée, **BB** : Béton bitumineux,

GNT : Grave non traitée, **GT** : Grave traitée,

BC : Béton de ciment

4. Dimensionnement de la chaussée

Le dimensionnement des chaussées consiste à déterminer l'épaisseur totale de la chaussée et les ainsi que des différentes couches qui la constituent. Toutes les méthodes de dimensionnement sont basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

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

4.1. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée

- Trafic

La connaissance du trafic et principalement celle du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime

généralement par deux paramètres :

- Le TJMA à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit Trafic poids lourd et comprenant tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

4.2. Trafic à la mise en service

Ce trafic compté sur la base du TJMA est estimé à partir du trafic PL par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route. On définit, en général, des classes de trafic en fonction du nombre moyen journalier annuel de PL 5 tonnes.

4.3. Trafic cumulé équivalent (NE)

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic PL cumulé sur la durée de service retenue. L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de 13 tonnes.

4.4. Le climat et l'environnement

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement est la teneur en eau des sols qui détermine et conditionne la propriété des matériaux bitumineux.

4.5. Le sol support

Les sols support sont en général classés selon leur portance, elle-même fonction de l'indice CBR.

Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support. Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité et densité sèche égale à 95% de la densité à l'O.P.M.

TABLEAU : VI.1 : TABLEAU REPRESENTATIF DE L'INDICE CBR EN FONCTION DE PORTANCE

Portance	0	1	2	3	4
CBR	<3	3 à 6	6 à 10	10 à 20	> 20

4.6. d. Les matériau

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences de la couche de chaussée concernée et du trafic poids lourds.

5. Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux principales méthodes :

5.1. Méthode CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

Cette méthode est fondée sur des études théoriques et expérimentales. L'indice CBR est déterminé sur échantillon du sol support par un essai mécanique consistant à mesurer le tassement de cet échantillon sous une pression réalisée constante. L'épaisseur totale de la chaussée (en cm) est donnée par les deux formules suivantes :

❖ Bande d'arrêt d'urgence :

$$e = \frac{100 + \quad -}{I + \quad -}$$

En tenant compte de l'influence du trafic (voie de circulation) :

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

Avec :

e : Epaisseur équivalente en cm.

I : Indice CBR.

P : Charge maximale par roue = 6.5t (essieu 13t).

N : Nombre moyen de poids lourds à l'année horizon.

Log : Logarithme décimal.

L'épaisseur e obtenue par cette méthode ne considère que la chaussée constituée d'une seule couche d'un matériau (grave concassée propre de référence de coefficient d'équivalence égale à l'unité).

La détermination des épaisseurs des différentes couches d'une chaussée en matériaux divers est obtenue en utilisant les coefficients d'équivalence qui permettent de convertir l'épaisseur calculée en une épaisseur réelle de plusieurs couches.

L'épaisseur équivalente de la chaussée étant comme suit :

$E_{\text{eq}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$ Avec :

e_1 : Epaisseur réelle de la couche de roulement. e_2 : Epaisseur réelle de la couche de base.

e_3 : Epaisseur réelle de la couche de fondation.

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence respectivement des couches e_1, e_2, e_3 .

Les valeurs des coefficients d'équivalence selon le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

TABLEAU : III.2 : TABLEAU DES COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE

	Matériau utilisé	coefficient
Revêtement en matériaux hydrocarbonés	Enrobé dense d'épaisseur < 5 cm	1,7
	Béton bitumineux	1,8
	Béton bitumineux d'épaisseur de 5 à 7 cm	2
	Béton bitumineux d'épaisseur >7 cm	2,2
Base en matériaux hydrocarbonés- Grave bitume	Epaisseur ≤ 10 cm	1,2
	Epaisseur >10 cm	1,4
	Epaisseur de l'ordre de 15 cm	1,6
	Epaisseur de l'ordre de 20 cm	1,7
Fondation	Grave concassée propre	1
	Grave ciment-Grave laitier	1,5
	Grave roulée-Grave sableuse-TVO	0,75
	Sable 0.5 Tuf (Encroutement calcaire)	0,5
0,6		

Pour déterminer la structure définitive on fixe les épaisseurs e_1 et e_2 puis on calcule l'épaisseur e_3 .

5.2. Méthode A.A.S.H.O: (American Association of States Highway Officials)

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- ❖ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ❖ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.

- ❖ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ❖ L'influence des charges et de leur répétition.

5.3. Méthodes du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle se basant essentiellement sur des approches théoriques et empiriques.

Cette méthode fait appel aux paramètres suivants :

6. Type de réseau principal

La classification des réseaux principaux s'effectue d'après le tableau suivant :

TABLEAU : VI.3 : CLASSIFICATION DES RESEAUX PRINCIPAUX CE RESEAU PRINCIPAL

Réseau principal	Trafic (véhicule/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

Se décompose en deux niveaux :

- **RP1** ($T \geq 1500v/j$)  RN, Autoroute, CW.
- **RP2** ($T < 1500v/j$)  RN, CW, ...

T : TJMA de l'année de mise en service.

7. Durée de vie

La durée de vie d'une chaussée varie selon qu'il s'agisse d'une autoroute ou voie expresse et d'une route nationale ou d'un chemin de wilaya.

- Les autoroutes et voies express ont une durée de vie initiale de 30 ans. □
- Les Routes nationales ou chemins de wilaya sont dimensionnés pour une durée de vie de 15 à 20 ans.

Cette distinction a été adoptée pour limiter les interventions d'entretien structurel sur les routes à fort trafic, réduire la gêne de l'utilisateur et limiter les contraintes liées à l'exploitation de la route.

8. Le trafic

La connaissance du trafic, essentiellement le trafic de poids lourd (véhicules >3.5t) Intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et dans le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux composant le corps de celles-ci. Pour le calcul de dimensionnement proprement dit, c'est le trafic cumulé sur la durée de vie

choisie qui est à prendre en considération. Ceci fait intervenir les notions d'agressivité des poids lourd et de trafic cumulé équivalent **TPLi**.

9. La classe de trafic TPLi

La classe de trafic TPLi est déterminée à partir du trafic de poids lourds journalier par sens de circulation PL/j/sens compté en moyenne journalière annuelle (MJA), sur la voie la plus chargée, à l'année de mise en service. Le tableau ci-dessous donne pour chaque niveau de réseau, les classes de trafic adoptées

TABLEAU : VI.4 : CLASSES DE TRAFIC TPLI ADOPTEES

		TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/SE NS	RP1				150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000
	RP2	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300				

10. Le trafic cumulé équivalent TCEi

Le TCEi est le trafic à prendre en compte pour le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13t sur la durée de vie considérée. Le calcul de TCEi qui fait intervenir l'agressivité A des PL, est donnée par la formule :

$$TCEi = TPLi \times \frac{[(1+c)^{P-1}]}{c} \times A$$

Avec :

τ : Taux d'accroissement du trafic.

P : Nombre d'année de service (durée de vie) de la chaussée.

A : Coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13t. La valeur du coefficient d'agressivité A est donnée dans le tableau suivant :

TABLEAU : VI.5 : VALEURS DE COEFFICIENT D'AGRESSIVITE A

Niveau de réseau principal(RPi)	Type de matériaux ets structures	Valeurs de A
RP1	Chaussée à matériaux traités au bitume (GB/GB, GB/GNT,GB/Tuf, GB/SG)	0.6
	Chaussée à matériaux traitésaux liants hydrauliques (Bcg/GC, GL/GL)	1
RP2	Chaussée à matériaux non traités (GNT/GNT, Tuf/Tuf, SG/SG)	0.6
	Matériaux traités au bitume (SB/SG)	0.4
RP1 et RP2	Sol support	0.6

11. Données climatiques

12. L'état hydrique du sol support

Il est pris en compte à travers la portance du sol support. Cette portance est estimée à partir d'un essai de poinçonnement CBR dont les conditions d'ambition (immédiat à 4 jours) sont liées à la zone climatique considérée. Les différentes zones climatiques sont mentionnées dansle tableau suivant :

TABLEAU : VI.6 : ZONE CLIMATIQUE PAR PLUVIOMETRIE

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

13. - Cycles saisonniers de température

Les cycles saisonniers de température qui influencent sur les caractéristiques mécaniques de matériaux bitumineux (GB, BB, SB) sont pris en compte à travers la notion de température équivalente.

14. Température équivalente :

Le calcul de dimensionnement est fait pour une température constante dite température équivalente $\theta_{\text{éq}}$. Cette dernière se détermine par application du cumul des dommages de la loi de Miner. Les valeurs de température équivalente $\theta_{\text{éq}}$ retenues pour le calcul de dimensionnement sont données dans le tableau suivant :

TABLEAU : VI.7 : CHOIX DES TEMPERATURES EQUIVALENTES

T _{éq}	Zone climatique		
	I et II	III	V
	20	25	30

15. Risque de calcul

Un risque $r\%$ sur une période de x années pris pour le dimensionnement de la chaussée, est la probabilité qu'apparaissent au cours de ces x années des dégradations structurelles qui des travaux de chaussée.

Les risques de calcul $r\%$ adoptés dans le dimensionnement des structures, en fonction du trafic et du niveau de réseau principal, sont donnés dans les deux tableaux ci-dessous :

TABLEAU : VI.8 : RISQUE ADOPTES POUR LE RESEAU RP1

Classe de trafic TPLi(PL/j/sens)		TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
r (%)	GB/GB, GB/GNT	<u>20</u>	<u>15</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>2</u>
	GL/GL	<u>15</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
	BCg/GC	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>2</u>

TABLEAU : VI.9 : RISQUE ADOPTES POUR RP2

Classe de trafic TPLi(PL/j/sens)		TPL0	TPL1	TPL2	TPL3
r(%)	GNT/GNT, Tuf/Tuf,SG/SG, SB/SG	<u>25</u>		<u>20</u>	

16. Calcul des déformations admissibles

16.1. Sur les matériaux

Les matériaux utilisés doivent résister à un nombre de passage de véhicule lourds. Leurs performances mécaniques sont différentes en fonction de leurs natures, traitées au bitume (MTB) ou non traitées (MNT).

16.2. Sur les matériaux traités au bitume

Le calcul de la déformation admissible de traction $\xi_{t,ad}$ à la base des couches bitumineuses est donné par la relation suivante :

$$\xi_{t,ad} = \xi_{t,10^{\circ}C,25Hz} \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

Avec :

k_{ne} : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

$$k_{ne} = \left(\frac{10^6}{TCE_i} \right)^b$$

TCE_i est le trafic en nombre cumulé d'essieu équivalent de 13t sur la durée de vie considérée et b = pente de la droite de fatigue ($b < 0$).

$\xi_{t,10^{\circ}C, 25Hz}$: Déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25 Hz (essai de fatigue).

k_{θ} : Facteur lié à la température.

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^{\circ}C)}{E(\theta_{eq})}}$$

E (10°C) : module complexe du matériau bitumineux à 10°.

E (θ_{eq}) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

k_r : facteur lié au risque et aux dispersions.

$$K_r = 10^{-tb^\delta}$$

Avec :

$$\delta = SN^2 + (c \times Sh)^2$$

δ = facteur de dispersion

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm)

C : coefficient égal à 0.02.

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

Les performances mécaniques des matériaux traités au bitume sont données dans le tableau suivant

TABLEAU : VI.10 : PERFORMANCE MECANQUES DES MATERIAUX BITUMINEUX

Matériau (MTB)	BB	GB	SB
E (30°C, 10Hz) (MPA)	2500	3500	1500
E (25°C, 10Hz) (MPA)	3500	5500	
E (20°C, 10Hz) (MPA)	4000	7000	
E (10°C, 10Hz) (MPA)	12500	3 000	3000
$\varepsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) (10^{-6})$	100	245	245
-1/b		6.84	7.63
SN		0.45	0.68
Sh (cm)		3	2.5
ν	0.35	0.35	0.45
Kc (calage)		1.3	1.3

16.3. Sur les matériaux non traités :

Il n'existe pas de calcul de sollicitations admissibles pour ce type de matériau, néanmoins, il faut s'assurer du bon choix des caractéristiques de celui-ci afin de fixer une bonne tenue à l'orniérage, il faut également s'assurer que le sol ne soit pas déformable.

16.4. Sur le sol support (ξ, ad)

La déformation verticale ξ_Z calculée par le modèle Alizé, devra être limitée à une valeur admissible $\xi_{Z,ad}$ obtenue par relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussées algériennes. Cette formule est donnée comme suit :

$$\varepsilon_Z = 22 \times 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

La vérification $\xi_Z < \xi_{Z,ad}$ est le critère prépondérant dans le calcul de dimensionnement des chaussées à matériaux non traités, contrairement au cas des chaussées traitées au bitume et aux liants hydrauliques où la pression sur le sol support est tellement faible que le critère $\xi_Z < \xi_{Z,ad}$ pratiquement toujours vérifié.

16.5. le sol support de la chaussée

Le sol support de chaussées est assimilé à un massif semi infini élastique, homogène et isotrope. Les classes portances sont données dans tableau suivant :

TABLEAU : VI.11 : CLASSES DE PORTANCE DU SOL SUPPORT.

Portance	CBR
S0	>40
S1	Entre 25 et 40
S2	Entre 10 et 25
S3	Entre 5 et 10
S4	<5

TABLEAU : VI.12 : SUR CLASSEMENT AVEC UNE COUCHE DE FORME

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol support visé (sj)
<S4	Matériaux traités	50 cm (encouches)	S3
S4	Matériaux traités	35 cm	S3

S4	Matériaux traités		S2
S3	Matériaux traités		S2
S3	Matériaux traités		S1

Il y a une relation directe entre la qualité du sol support de chaussée et le bon comportement de celle-ci. Pour cette raison, et pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), les classes de sols supports considérées sont les suivantes :

- Pour le réseau principal RP1 : S0, S1, S2.
- Pour le réseau principal RP2 : S0, S1, S2, S3.

Si ces niveaux de portance ne sont pas atteints, il faudra alors prévoir une couche de forme de manière à améliorer le module du sol support et ce conformément au tableau de sur classement des sols présenté ci-dessous :

en matériaux non traités Avec :

BB : béton bitumineux,

GB : grave bitume,

SB : sable bitume.

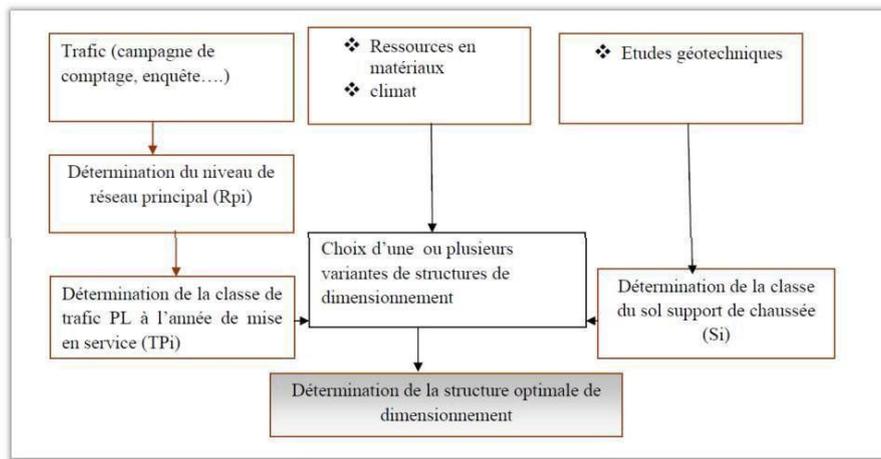


FIGURE VI.7: LA DEMARCHE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT

17 -Application au projet :

Le dimensionnement d'une chaussée neuve est déterminé à partir des trois critères suivants :

- la portance du sol
- le trafic
- la nature des matériaux

Pour dimensionner le corps de chaussée, on applique deux méthodes

- Méthode de CBR
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

Application de la méthode de dimensionnement CBR

Calcul d'épaisseur équivalent

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

e =

$$\frac{100+150\sqrt{P}}{ICBR+5}$$

ICBR: indice CBR

En tenant compte de l'influence du trafic :

e =

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

N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide/par voie P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal. e:

épaisseur équivalente

Calcul du nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide

➤ En l'absence d'information précise sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on optera les valeurs suivantes :

➤ Chaussée bidirectionnelle à deux voies :

50 % du trafic PL

➤ **N= 0.50 x %PL x TJMA 2034**

Hypothèses de calcul

✓ Année de comptage 2012

✓ Année de mise en service 2014

- ✓ Duré de vie 20ans
- ✓ Le taux de croisement est de 4 %

Projection de trafic aux horizons 2012-2032 avec taux de croisement $i = 4\%$

Résultats

section	TJMA	PL(%)	N (pl/j)	E (cm)
	38449	35%	6728	29

Application de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

Détermination du type de réseau

- En Algérie le réseau routier est divisé en deux réseaux Réseau principale noté RP1
- Réseau secondaire noté RS

Le tronçon de l'évitement appartient au réseau principale **RP1 (TJMA >1500)**

Détermination de la classe de trafic

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Si on prend un taux d'accroissement $i = 4\%$ et duré de vie 20ans.

section	TJMA 2014	PL(%)	N (pl/j)	classe
	17548	35%	3070	TPL7



PL/jours/sens

Détermination de la classe de portance de sol-support

D'après le catalogue de structures de chaussées élaboré par la Direction d'études générales et de la Réglementation Technique du MTP, la portance du sol est appréciée par la valeur CBR mesurée sur des éprouvettes compactées avec une teneur en eau OPM et à différentes énergies de compactage et mises en immersion dans l'eau pendant 4 jours. Cet essai simule le poinçonnement du sol en place par le corps de chaussée et des charges roulantes dans des conditions défavorables.

Suivant la valeur CBR correspondant à 95% de la densité OPM, la portance d'un sol est comparée à cinq classes de sols retenues.

TABLEAU : VI.13 : Tableau classe de portance des sols.

Portance Si	I _{CBR}
S ₄	< 5
S ₃	5-10
S ₂	10-25
S ₁	25-40
S ₀	> 40

L'essai CBR à prendre en compte (CBR imbibé ou CBR immédiat) est fonction de la zone climatique considérée (I, II, III, IV), le tronçon se trouve en zone climatique II, par conséquent c'est l'essai CBR imbibé qui est pris en considération pour le dimensionnement.

Après l'analyse des données de laboratoire, les sols rencontrés sont moyen à bon portance (**classe S2**) et (**S0**)

Durée de vieLa durée de vie est de 20ans

Taux de croissance.....Le taux de croissance est de 4 %

Zone climatique.....La région d'Oum El Bouaghi est située dans la zone climatique II

Structure de la chaussée

Compte tenu des données précédentes, et d'après avoir le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, il est préconisé la structure suivante

1^{ere} structure		
couche de		BB 0/14
couche de base		GB 0/20
couche de		GB 0/20
EPAISSEUR	59.5 cm	

Choix d'une structure du chaussée neuf

Epaisseurs équivalents calculés par les deux méthodes

section	E CBR	E1 CTPP
	29 cm	59.5 cm

Solution proposée :

- 6 cm de Béton Bitumineux (BB 0/14) en couche de roulement;
- 15 cm de GB (0/20) en couche de base.
- 30 cm de GNT (0 /20) en couche de fondation.

matériau	E réel (cm)	E _{eq} (cm)
Couche de roulement BB	6	12
Couche de base GB	15	22.5

Couche de fondation GNT	30	30
Total	51	64.5

Conclusion :

Compte tenu des données précédentes, on adoptera pour la structure de chaussée les épaisseurs suivantes :

- ✓ Couche de roulement
- ✓ Couche de base
- ✓ Couche de fondation



Vérification de la structure du Corps de chaussée

 **Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z,adm}$**

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

$$z, ad = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (TCE_i)^{-0.235}$$

- ✓ Avec (TCE_i) trafic cumulé équivalent est donné par la relation suivante :

$$TCE_i = TPL_i \times C \times A \times 10^3$$

- ✓ C : valeur du facteur de cumul en fonction de la durée de vie et le taux d'accroissement, C=10.9.

A : valeur de coefficient d'agressivité RP1 \longrightarrow A = 0.6

$$\epsilon \text{ TPLI} = 3070 \longrightarrow \text{AN} :$$

$$TCE_i = 20077.8 \times 10^3$$

Essieux équivalent de 13 tonnes

D'où :

$$\epsilon_{z, ad} = 422.94 \times 10^{-6}$$

Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{z, ad}$ à la base de la GB

$$\epsilon_{z, ad} = \epsilon_6(10^0, 25\text{HZ}) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

✓ Avec :

$$\epsilon_6(10^0, 25\text{HZ}) = 100 \times 10^{-6}$$

✓ K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieu

$$K_{ne} = \left[\frac{10^6}{TCE_i} \right]^b$$

✓ b : pente dela droite de fatigue ($b < 0$)

AN :

$$-B = 6.84 \Rightarrow b = -0.146$$

D'où

$$K_{ne} = 1.55$$

✓ K_{θ} : facteur lié à la température

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^0, 10\text{HZ})}{E(\theta_{eq}, 10\text{HZ})}}$$

$E(10^0, 10\text{HZ})$: module complexe du matériau bitumineux égal 12500 MPa

$E(\theta_{eq}, 10\text{HZ})$: module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente égal à 7000

MPa

AN :

$$K_{\theta} = 1.33$$

K_r : facteur lié au risque et aux dispersions, $K_r = 10^{-t b \delta}$

t : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r %)

On a comme donné TPL7 et GB/GNT \Rightarrow

$$\longrightarrow \quad r = 2 \% \quad t = -2.054$$

δ : fonction de dispersion

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

SN : dispersion sur la loi de fatigue égal 0.45 C :

coefficient égal à 0.02

Sh : dispersion sur les épaisseurs en (cm) égal 3 cm

AN :

$$\delta=0.61$$

D'où :

$$Kr=0.65$$

Kc : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur ^{chaussée} égal

$$Kc=1.3$$

Donc :

$$t, ad = 174.19 \times 10^{-6}$$

Vérifications de la structure avec ALIZE III

La modélisation de la structure : 6(BB) +15(GB) + 30(GNT)

couche	Epaisseur	Modules(MPA)	Coefficient de poisson
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	15GB	7000	0.35
Couche de fondation2	30 GNT	250	0.25
Sol support	Sol	100	0.35

Résultat

La déformation calculé sur le sol support ϵ_z , par programme Alize III

La déformation calculé sur la base de la GB ϵ_t , par programme Alize III

$$\epsilon_z 290 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_z 108 \times 10^{-6}$$

On remarque que : $\epsilon_t < \epsilon_t.ad$ et $\epsilon_z < \epsilon_z.ad$

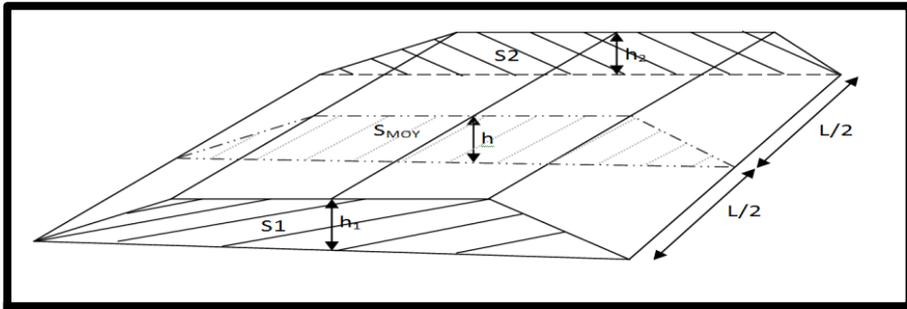
Donc la structure de 6 (BB) + 15(GB) + 30 (GNT) est **vérifiée**.

Conclusion :

CHAPITRE VII : LES CUBATURES

1. Introduction

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les Volumes à apporter (remblais) afin de minimiser le coût des terrassements et donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permettra aux véhicules de circuler en toute sécurité.



Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

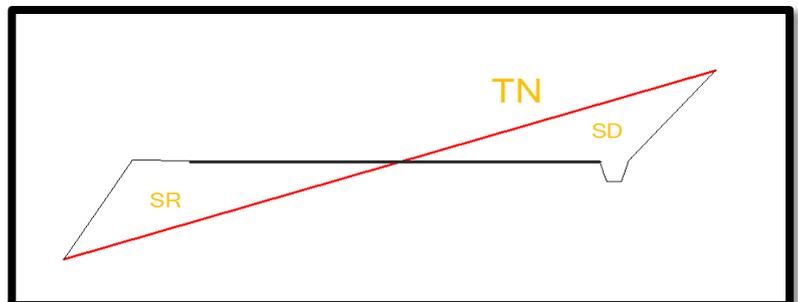
Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes qui joignent ces points soit différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

2. Méthodes de calcul des cubatures

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- ✓ Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- ✓ Le travail consiste à calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

- ❖ TN : Terrain Naturelle.
- ❖ SD : Surface Déblai.
- ❖ SR : Surface Remblai



3. formule de SARRAUS On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux.

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

- **PF**: profil fictive, surface nulle.

S_i: surface de profil en travers P_i.

L_i : distance entre ces deux profils.

- **SMOY**: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et $(S_1+S_2)/2$; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront:

$$\underline{L_1}$$

Entre P1 et P2 : $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 +$

$$S_2) \quad V_2 = \frac{L_2}{2}$$

Entre P2 et PF : $\times (S_2 + 0)$

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

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

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

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1+L_2}{2} S_2 + \frac{L_2+L_3}{2} S_3 + \frac{L_3+L_4}{2} S_4 + \frac{L_4}{2} S_4$$

4. méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

4. méthode linéaire

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

5. Application au projet

Dans notre projet, le calcul est fait par logiciel **Autodesk Civil 3D 2012**. les résultats détaillés sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Dans le tableau suivant, une partie des résultats de calcul des cubatures est montré. Les volumes Totales sont mentionnés en fin de tableau.

6. Calcul de cubature de terrassement

↳ Le calcul est effectué à l'aide du logiciel **Autodesk Civil 3D 2012**.

LISTING DES TERRASSEMENTS

N°	ABSCISSE	REBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	161.5	0	30.4	14.4	5.7	27.2
2	25	310.5	0	60.7	28.8	11.4	50.7
3	50	309.1	0	60.7	28.8	11.4	50.6
4	75	277	0	60.7	28.8	11.4	50.9
5	100	248.8	0	60.7	28.8	11.4	50.9
6	125	228.4	0	60.7	28.8	11.4	50.4
7	150	170.7	0	60.7	28.8	11.4	50.6
8	175	143.2	0	60.8	28.8	11.4	53.2
9	200	112.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
10	225	100.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
11	250	78	0	60.8	28.8	11.4	54.4
12	275	57.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
13	300	47.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
14	325	48.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
15	350	63.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
16	375	56.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
17	400	46.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
18	425	47.2	0	60.8	28.8	11.4	54.5
19	450	73.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
20	475	25.1	0.4	60.8	28.8	11.4	54.4
21	500	2.9	11.4	60.8	28.8	11.4	53.6
22	525	0	251.7	60.8	28.8	11.4	53.5
23	550	0	31.8	60.8	28.8	11.4	52.5
24	575	1.8	14	60.8	28.8	11.4	53.4
25	600	78.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
26	625	102.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
27	650	98.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
28	675	92.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
29	700	46.3	0	60.8	28.8	11.4	54.3
30	725	35.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
31	750	71	0	60.8	28.8	11.4	54.4
32	775	95.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
33	800	99.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
34	825	109.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
35	850	170.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
36	875	205.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
37	900	231.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
38	925	225.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING DES
TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
39	950	223.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
40	975	238.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
41	1000	273.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
42	1025	289	0	60.8	28.8	11.4	54.4
43	1050	290.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
44	1075	295.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
45	1100	282.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
46	1125	227.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
47	1150	168.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
48	1175	155.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
49	1200	136.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
50	1225	142	0	60.8	28.8	11.4	54.4
51	1250	135.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
52	1275	138	0	60.8	28.8	11.4	54.4
53	1300	146.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
54	1325	178.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
55	1350	205.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
56	1375	220.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
57	1400	213.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
58	1425	190.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
59	1450	184.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
60	1475	185.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
61	1500	188.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
62	1525	177.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
63	1550	214.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
64	1575	191.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
65	1600	182.8	0	60.8	28.8	11.4	54.3
66	1625	140.9	0	60.8	28.8	11.4	52.8
67	1650	143.8	0	60.7	28.8	11.4	51.4
68	1675	144.5	0	60.7	28.8	11.4	50.1
69	1700	163.9	0	60.7	28.8	11.4	50.3
70	1725	114.8	0	60.7	28.8	11.4	50.3
71	1750	123.8	0	60.7	28.8	11.4	50.3
72	1775	66.8	0	60.7	28.8	11.4	50.3
73	1800	29	1.7	60.7	28.8	11.4	50.2
74	1825	40.2	1.2	60.7	28.8	11.4	50.2
75	1850	85.2	0	60.7	28.8	11.4	50.3
76	1875	6.5	31.8	60.7	28.8	11.4	48.2
77	1900	40.5	11.5	60.7	28.8	11.4	48.7

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
78	1925	68.6	0	60.7	28.8	11.4	50.3
79	1950	76.4	0	60.7	28.8	11.4	50.3
80	1975	81.5	0	60.7	28.8	11.4	50.3
81	2000	111.4	0	60.7	28.8	11.4	50.1
82	2025	121.2	0	60.7	28.8	11.4	51.2
83	2050	119.6	0	60.7	28.8	11.4	52.6
84	2075	139.7	0	60.8	28.8	11.4	54.1
85	2100	160.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
86	2125	116.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
87	2150	92.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
88	2175	127.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
89	2200	250.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
90	2225	621.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
91	2250	187.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
92	2275	93.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
93	2300	1.2	16.7	60.8	28.8	11.4	52.7
94	2325	1.8	13.8	60.8	28.8	11.4	53.3
95	2350	0	31.7	60.8	28.8	11.4	52.1
96	2375	21	2.4	60.8	28.8	11.4	54.2
97	2400	107.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
98	2425	186.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
99	2450	192.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
100	2475	161.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
101	2500	109.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
102	2525	88.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
103	2550	74.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
104	2575	74.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
105	2600	105.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
106	2625	138.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
107	2650	144.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
108	2675	153.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
109	2700	147.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
110	2725	162.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
111	2750	180.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
112	2775	139.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
113	2800	177.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
114	2825	230.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
115	2850	249.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
116	2875	310.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
117	2900	351	0	60.8	28.8	11.4	53.5
118	2925	399.5	0	60.7	28.8	11.4	51.3
119	2950	415.5	0	60.7	28.8	11.4	50.3
120	2975	382.6	0	60.7	28.8	11.4	50.3
121	3000	325.4	0	60.7	28.8	11.4	50.3
122	3025	289.4	0	60.7	28.8	11.4	50.3
123	3050	269.8	0	60.7	28.8	11.4	50.3
124	3075	267.9	0	60.7	28.8	11.4	50.3
125	3100	109.7	0	60.7	28.8	11.4	50.3
126	3125	160.4	0	60.7	28.8	11.4	50.3
127	3150	247	0	60.7	28.8	11.4	50.3
128	3175	196	0	60.7	28.8	11.4	50.2
129	3200	140	0	60.7	28.8	11.4	51.7
130	3225	109	0	60.8	28.8	11.4	53.9
131	3250	90.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
132	3275	54.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
133	3300	58.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
134	3325	91.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
135	3350	110.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
136	3375	125.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
137	3400	305.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
138	3425	355.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
139	3450	463	0	60.8	28.8	11.4	54.4
140	3475	513.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
141	3500	477.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
142	3525	429.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
143	3550	436.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
144	3575	219	0	60.8	28.8	11.4	54.4
145	3600	302.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
146	3625	663.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
147	3650	368.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
148	3675	410.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
149	3700	388.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
150	3725	374.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
151	3750	549.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
152	3775	380.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
153	3800	222.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
154	3825	84.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
155	3850	20.5	2.7	60.8	28.8	11.4	54.1
156	3875	0	30.3	60.8	28.8	11.4	52.8
157	3900	0.2	20.8	60.8	28.8	11.4	52.2
158	3925	84.5	0	60.8	28.8	11.4	53.6
159	3950	195.2	0	60.7	28.8	11.4	52.6
160	3975	275.1	0	60.7	28.8	11.4	51.6
161	4000	311.8	0	60.7	28.8	11.4	50.7
162	4025	333	0	60.7	28.8	11.4	50.1
163	4050	347	0	60.7	28.8	11.4	50.1
164	4075	377.3	0	60.7	28.8	11.4	50.1
165	4100	412.7	0	60.7	28.8	11.4	50.1
166	4125	482.6	0	60.7	28.8	11.4	50.1
167	4150	557.7	0	60.7	28.8	11.4	50.7
168	4175	570	0	60.7	28.8	11.4	51.6
169	4200	521.5	0	60.7	28.8	11.4	52.6
170	4225	480.6	0	60.8	28.8	11.4	53.5
171	4250	454.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
172	4275	470.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
173	4300	421.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
174	4325	372.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
175	4350	390.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
176	4375	342.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
177	4400	340.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
178	4425	385.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
179	4450	411.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
180	4475	422.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
181	4500	414.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
182	4525	407.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
183	4550	417.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
184	4575	408.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
185	4600	372.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
186	4625	355.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
187	4650	358.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
188	4675	347.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
189	4700	339.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
190	4725	322.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
191	4750	293.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
192	4775	260.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
193	4800	209.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
194	4825	154	0	60.8	28.8	11.4	54.4
195	4850	94	0	60.8	28.8	11.4	54.4
196	4875	38.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
197	4900	13.5	2.1	60.8	28.8	11.4	54.2

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMENT
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
198	4925	1.3	12.4	60.8	28.8	11.4	53.7
199	4950	0	40.1	60.8	28.8	11.4	51.5
200	4975	0	62.2	60.8	28.8	11.4	48
201	5000	0	86.8	60.8	28.8	11.4	44.9
202	5025	0	98.3	60.8	28.8	11.4	43.1
203	5050	0	106.5	60.8	28.8	11.4	41.4
204	5075	0	103.2	60.7	28.8	11.4	42
205	5100	0	92.9	60.7	28.8	11.4	42.9
206	5125	0	68.1	60.7	28.8	11.4	44.4
207	5150	3.1	44.3	60.7	28.8	11.4	45.7
208	5175	188.2	0	60.7	28.8	11.4	50.2
209	5200	83	0.1	60.7	28.8	11.4	50.2
210	5225	132.1	0	60.7	28.8	11.4	50.2
211	5250	140.9	0	60.7	28.8	11.4	50.2
212	5275	165.6	0	60.7	28.8	11.4	50.2
213	5300	189.1	0	60.7	28.8	11.4	50.2
214	5325	200.5	0	60.7	28.8	11.4	50.2
215	5350	215.8	0	60.7	28.8	11.4	50.2
216	5375	248.4	0	60.7	28.8	11.4	50.2
217	5400	247	0	60.7	28.8	11.4	50.2
218	5425	227.1	0	60.7	28.8	11.4	50.9

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROULEMENT	ACCOTEMEN
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
219	5450	208.3	0	60.7	28.8	11.4	52.4
220	5475	193	0	60.8	28.8	11.4	54
221	5500	187.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
222	5525	196.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
223	5550	195	0	60.8	28.8	11.4	54.4
224	5575	181.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
225	5600	187.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
226	5625	185.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
227	5650	141.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
228	5675	178	0	60.8	28.8	11.4	54.4
229	5700	257	0	60.8	28.8	11.4	54.4
230	5725	245.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
231	5750	235.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
232	5775	222.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
233	5800	216.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
234	5825	226.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
235	5850	245.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
236	5875	240	0	60.8	28.8	11.4	54.4
237	5900	246	0	60.8	28.8	11.4	54.4
238	5925	279	0	60.8	28.8	11.4	54.4
239	5950	292.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
240	5975	324.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
241	6000	386.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
242	6025	572.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
243	6050	686.2	0	56.2	26.6	10.5	50.3
244	6071.264	497.9	0	30.4	14.4	5.7	27.2
245	6075	679.8	0	34.9	16.5	6.6	31.3
246	6100	567.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
247	6125	452.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
248	6150	420.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
249	6175	405.9	0	60.8	28.8	11.4	54.4
250	6200	411.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
251	6225	423.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
252	6250	392.6	0	60.8	28.8	11.4	54.4
253	6275	344.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
254	6300	349.7	0	60.8	28.8	11.4	54.4
255	6325	358	0	60.8	28.8	11.4	54.4
256	6350	326.4	0	51.6	24.5	9.7	46.2
257	6367.476	258	0	30.4	14.4	5.7	27.2
258	6375	354.2	0	39.5	18.7	7.4	35.4

**ETUDE DE CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE AIN KERCHA 05 KM LISTING
DES TERRASSEMENTS**

N°	ABSCISSE	REMBLAIS	DEBLAIS	FONDATION	BASE	ROUEMENT	ACCOTE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
259	6400	446	0	60.8	28.8	11.4	54.4
260	6425	413.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
261	6450	386.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
262	6475	376.4	0	60.8	28.8	11.4	54.4
263	6500	415.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
264	6525	377.5	0	60.8	28.8	11.4	54.4
265	6550	356.8	0	60.8	28.8	11.4	54.4
266	6575	331.1	0	60.8	28.8	11.4	54.4
267	6600	288.3	0	60.8	28.8	11.4	54.4
268	6625	234.2	0	60.8	28.8	11.4	54.4
269	6650	222	0	60.8	28.8	11.4	54.4
270	6675	208.6	0	60.8	28.8	11.4	54.1
271	6700	193.3	0	60.8	28.8	11.4	52.9
272	6725	165.7	0	60.7	28.8	11.4	51.7
273	6750	147.4	0	60.7	28.8	11.4	50.6
274	6775	138.8	0	60.7	28.8	11.4	50.2
275	6800	129.1	0	60.7	28.8	11.4	50.2
276	6825	140.3	0	60.7	28.8	11.4	50.2
277	6850	152.4	0	60.7	28.8	11.4	50.2
278	6875	138.2	0	60.7	28.8	11.4	50.2
279	6900	122.3	0	60.7	28.8	11.4	52
280	6925	86.1	0	38.2	18.1	7.2	33.8
281	6931.391	17.5	0	7.8	3.7	1.5	7
Total		61614.1	1190.9	16850	7984.9	3160.8	14718.9

CHAPITRE VIII : CARREFOUR

1. Introduction

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

2. Les différents types de carrefour

Les principaux types de carrefour sont :

2.1 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 VIII.1 : CARREFOUR A TROIS BRANCHES (EN T)

2.2 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 principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

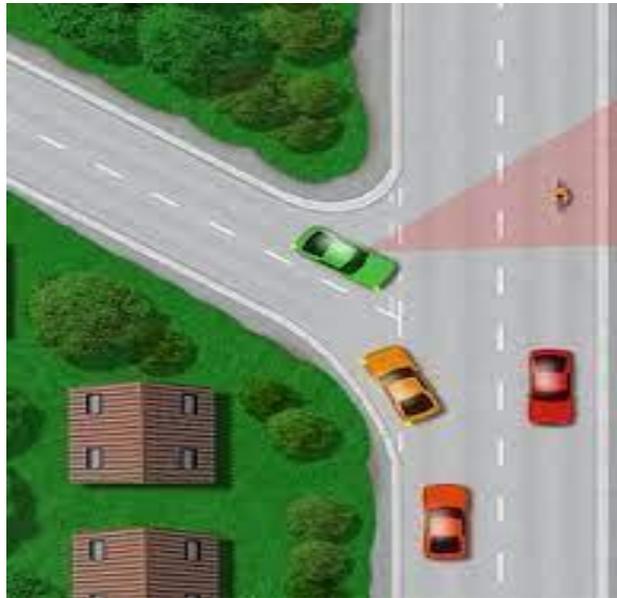
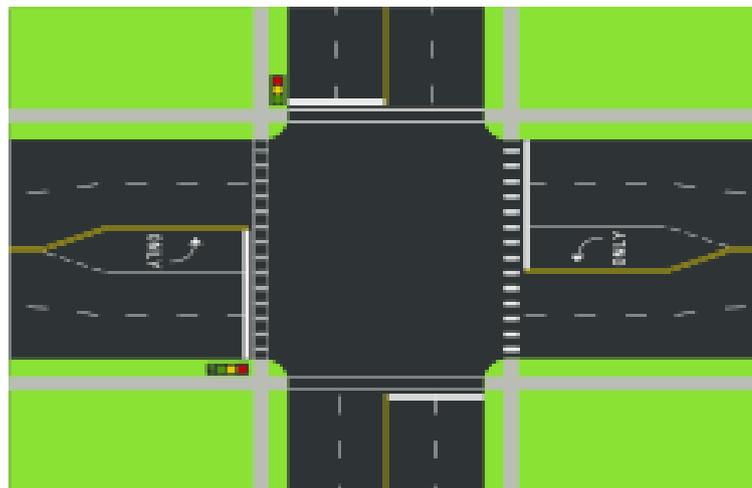


FIGURE VIII.2 : CARREFOUR A TROIS BRANCHES (EN Y)

2.3 Carrefour à quatre branches (en croix)

Il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux de ces 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°.

FIGURE VIII.3 : CARREFOUR A QUATRE BRANCHES (EN CROIX)

2.4 Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire

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

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

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

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

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



FIGURE VIII.4 : CARREFOUR GIRATOIRE

3. Données essentielles à l'aménagement d'un carrefour

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratiques.
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La surface neutralisée par l'aménagement.

- La condition topographique.

4. Principes généraux d'aménagement d'un carrefour

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

4.1 La Visibilité

Dans l'aménagement d'un carrefour, il faut assurer les meilleures conditions de visibilité possibles. à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

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).

4.2 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.

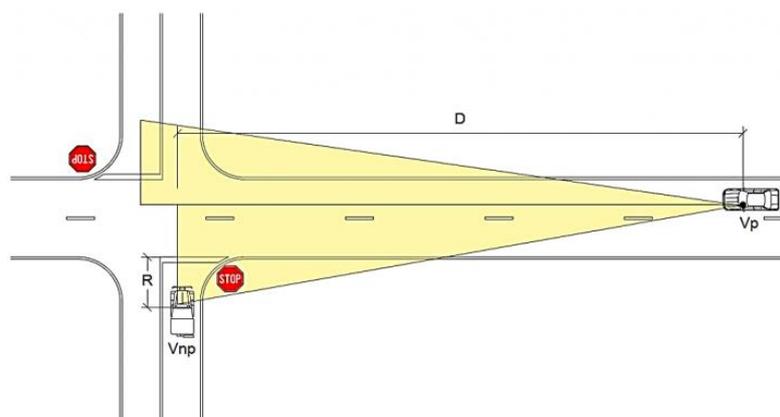


FIGURE VIII.5 : TRIANGLE DE VISIBILITE

4.3 Données De Base

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.

- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré.
- Les conditions topographiques.

4.4 Les Îlots

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

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

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



FIGURE VIII.6 : LES ÎLOTS SEPARATEURS

4.5 Îlot 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

4.6 Les couloirs d'entrée et de sortie

Longueur de couloirs entre 4m et 5m.

5. Application au projet

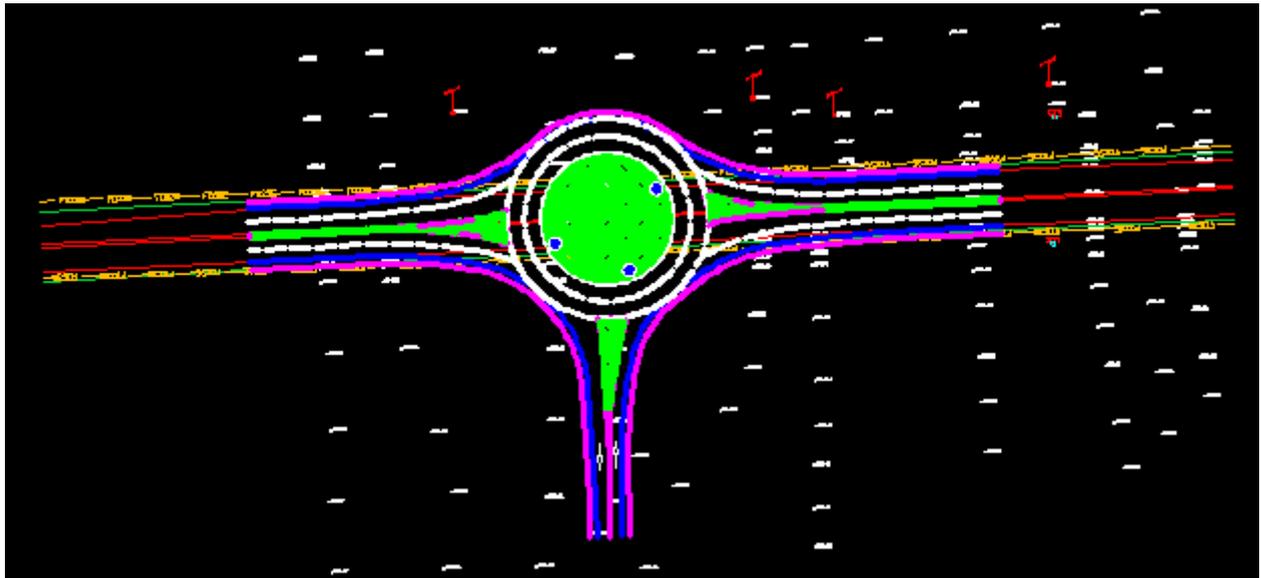


FIGURE VIII.7 : CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 0+000



FIGURE VIII.8 : CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 5+000

CHAPITRE IX : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1.Introduction

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. La signalisation routière est composée de panneaux, du marquage au sol et des feux. Elle permet d'informer l'utilisateur des règles en vigueur et de l'orienter dans ses déplacements. Bien conçue et réalisée, elle réduit les causes d'accident et facilite la circulation. Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité, Leurs buts sont d'assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible. Pour le piéton une bonne visibilité des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentielles.

2. Signalisation

3. Objectif de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- D'identifier ou rappeler une réglementation.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De communiquer des informations relatives à l'usage de la route.
- De signaler un danger.

4. Règles à respecter pour la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

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

5. Catégorie de la 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.

6. Types de signalisation

On distingue trois types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.
- Signalisation spéciale (portiques).

6.1. Signalisation verticale

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, qui transmettent un message grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- Signaux de danger.
- Signaux comportant une prescription absolue.
- Signaux à simple indication.
- Signaux de position des dangers.

6.2. Signaux de danger

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

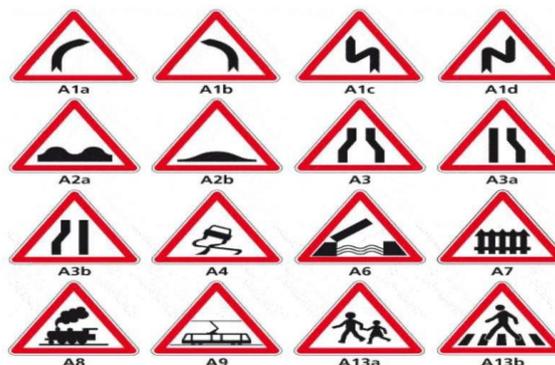


FIGURE IX.1: EXEMPLE DE SIGNAUX DE DANGER

6.4 .Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

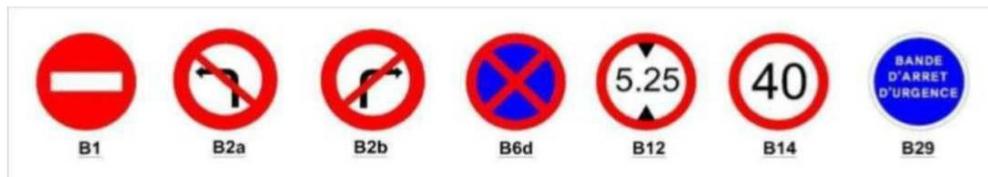


FIGURE IX.2: LES PANNEAUX B

1.4. Signaux à simple indication

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



FIGURE IX.3: LES PANNEAUX C

1.5. Signaux de position des dangers

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain. Les équipements de la signalisation verticale doivent satisfaire aux caractéristiques générales requises et aux conditions d'implantation, notamment : la dimension des panneaux.

1.6. . Signalisation horizontale

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation, elle comprend les lignes, les flèches, les indications de voies spécialisées, ces marques sont généralement de couleur blanche mais sur les lieux des travaux il arrive que des marquages jaunes (temporaires), Elle se divise en deux types :

1.7. Marquages longitudinaux

6.7.1 lignes continues : ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route ou lorsque le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante. Sur des routes étroites ou sinueuses.

6.7.2. lignes discontinues : Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation des 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 dans ces cas est égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, la longueur des traits de ces lignes est triple de celle de leurs intervalles.

6.7.3. Largeur des lignes : La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour "u".

- u = 7,5 cm sur les autoroutes et voies rapides sur Baines.
- u = 6 cm sur les routes importantes et voie sur Baines.
- u = 5 cm pour les autres routes
- u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

6.7.4. Marquages transversaux

- Lignes transversales continues (Ligne STOP) : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.
- Lignes transversales discontinues : Tracée à la limite où les conducteurs doivent céder le passage aux autres sections.

Les couleurs utilisées pour les marquages sur chaussées :

- **Le blanc pour** : guider l'utilisateur.
- **Le bleu pour** : éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.
- **Le rouge pour** : les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.
- **Le jaune pour** : Les marques interdisant l'arrêt ou les tâtonnements.
- **Largeur des lignes** : La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route :
 - **u = 7,5 cm** sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées.

- **u = 6 cm** sur les routes et les voies suburbaines.
- **u = 5 cm** sur toutes les autres routes.

7. Autres signalisations

• **Les flèches de rabattement** : Ces flèches légèrement incurvées annoncent le marquage qui fait obligation aux usagers circulant dans le sens de ces flèches d'emprunter la voie ou les voies situées du côté indiqué.



FIGURE IX.4: LES FLECHES DE RABATTEMENT

•Les flèches de sélection

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



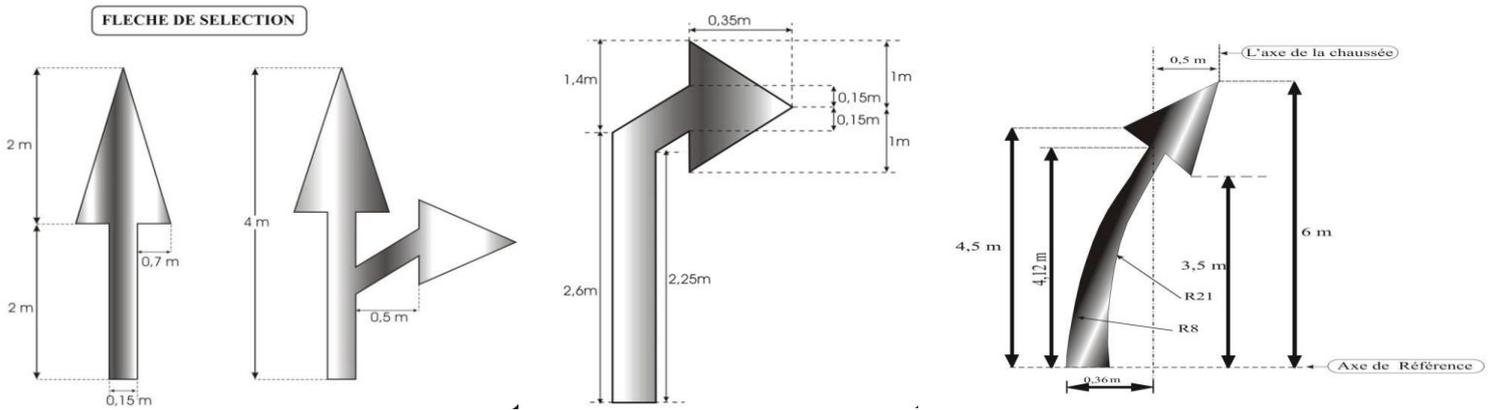
FIGURE IX.5: LES FLECHES DE SELECTION

8. Application au projet

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

- **8.1. Signalisations horizontales**
 - Ligne discontinue au niveau des alignements droits.
 - Ligne continue au niveau des virages
 - Marquages par hachurage.
 - Ligne d'avertissement.
 - Ligne mixte.

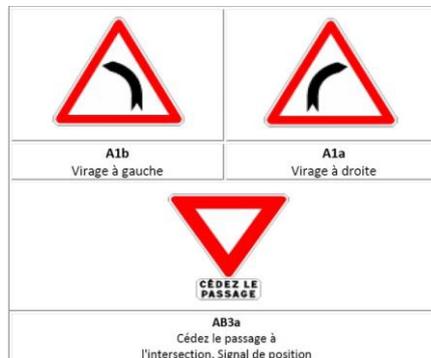
• **8.2. Exemple Des signalisations horizontales**



• **8.3. Signalisations verticales**

- Panneaux de signalisation d’avertissement de danger (type **A**).
- Panneaux de signalisation d’interdiction ou de restriction (type **C**).
- Panneaux de signalisation d’obligation (type **D**).
- Panneaux de signalisation d’identification des routes (Type **E**).

Exemple Des signalisations verticales



1. Eclairage

2. Catégories d’éclairage

On distingue quatre catégories d’éclairages publics :

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

3. Paramètres de l’implantation des luminaires

- L’espace (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l’ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour

les grandes largeurs de chaussées.

- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

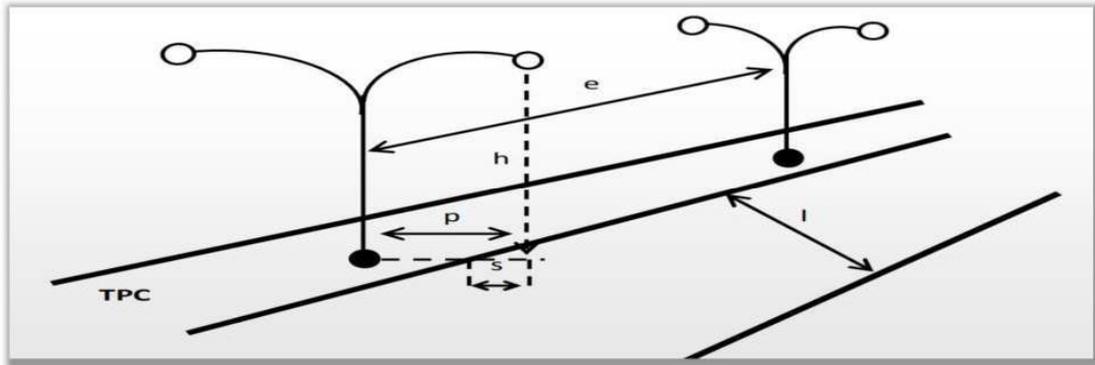


FIGURE IX.6: PARAMETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

4. Application au projet

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

5. Conclusion

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible, il peut également être opportun dans le cas où la route traverse ou avoisine une zone dont l'éclairage risque de gêner la circulation (zone d'activités, aéroport...). Il est capital d'installer des réflecteurs sur les glissières de sécurité et des bornes encastrés avec réflecteur aux extrémités des chaussées du côté de l'accotement pour bien délimiter la route.

CHAPITRE VI : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1. Introduction

L'implantation d'un réseau routier est capitale au développement économique et social d'un pays, elle répond à des impératifs socio-économico-politiques, de rapidité et sécurité routière qui constituent des avantages recherchés. Le réseau routier doit tenir compte également de sa densité optimale et de son impact sur l'environnement.

Au-delà d'un certain seuil, des dangers prendront le pas sur les avantages acquis et l'investissement consenti pourra être remis en cause.

En dépit de tous les aspects positifs générés par les tracés routiers neufs ces derniers peuvent aussi avoir des impacts négatifs directs ou indirects sur l'environnement dans lequel s'inscrivent. Les répercussions sur l'environnement naturel peuvent comprendre l'érosion des sols, les changements dans les cours d'eau (surfacique) et les eaux souterraines, et les contraintes causées à la flore et la faune. Les infrastructures routières peuvent entraîner des avantages et des inconvénients à l'équilibre existant.

2. Objectif de l'étude

L'étude d'impact sur l'environnement est un instrument privilégié dans la planification du développement et de l'utilisation des ressources et du territoire, elle vise à :

- Évaluer les avantages et les inconvénients résultants de chacun des tracés possibles de l'autoroute surtout lorsque les inconvénients sont difficilement quantifiables monétairement.
- Comparer entre les différentes variantes du tracé envisagées au niveau de l'étude préliminaire.
- Analyser les impacts abordés à travers les paramètres de l'environnement ayant un enjeu important, à savoir l'agriculture, milieu forestier, l'urbanisation et le milieu rural.
- La prise en compte des préoccupations environnementales dans toutes les phases de la réalisation de projet.
- L'aide de l'initiateur à concevoir un projet plus soucieux du milieu récepteur tout en étant acceptable au plan technique et économique.

3. Cadre juridique

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

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

l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

4. Impact sur l'agriculture

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et inépuisable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

4.1. Les impacts

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont :

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

4.2. Les remèdes

Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

- Mesures préventives :

Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des Caractéristiques du projet, sinon on aura recours aux mesures curatives.

- Mesures curatives :

Comprenant la restriction des exploitations et des mesures techniques allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

4.3. Impact sur la nature

4.4. La faune

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y a la présence d'animaux sauvages et domestiques sur les abords.



FIGURE VI.1 : PASSAGE DE FAUNE

4.5. La flore

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les regroupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant.

4.6. L'eau

La loi sur l'eau a renforcé les obligations des maîtres d'ouvrage en matière de précaution et de protection de cette ressource dont on mesure de plus en plus sa valeur. En ce qui concerne les infrastructures routières, les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules (plaquettes de frein, pneumatiques par exemple).

Concernant la pollution accidentelle, les matières principalement incriminées sont les hydrocarbures. Ils ne sont pas miscibles dans l'eau, ils ont un pouvoir polluant très important.

La protection contre ce genre de pollution est réalisée par des bassins séparateurs qui permettent d'isoler les hydrocarbures de l'eau, très souvent par des parois siphonides. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micro-bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes.

4.7.L'air

La pollution de L'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière qui pose un Effet sur la couche d'ozone et sur la respiration. La réduction de ces effets exige une modification du politique national dont les principaux Objectifs devront veiller à :

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO₂ (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique
- Utiliser d'autres sources d'énergie (l'énergie solaire), et essence sans plomb, et le GPL.
- Régler le trafic.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.
- Contrôle technique des véhicules.



FIGURE VI.2 : LA POLLUTION D'AIR

5. L'impact sur les habitants

▪ 5.1. La destruction

Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus s'affectés.

Les impacts de destruction concernent :

- Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.
- Les populations situées au périmètre d'accueil.

Ces impacts sont d'ordre :

- Economique : modification des systèmes de production.
- Socioculturel : désorganisation des communautés, et modification culturelle.
- Naturel : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.

5.2. Les bruits

Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules en circulation pour des vitesses supérieures à 50 km/h et à partir de 70 km/h pour les poids lourds. Deux facteurs sont bien évidemment à l'origine de ce bruit : le revêtement routier et le pneumatique. Les progrès réalisés dans le domaine des enrobes ont permis de diminuer ce bruit, particulièrement pour les enrobés à faible granulométrie.

Les moyens pour lutte contre le bruit dans un projet routier peuvent prendre plusieurs formes :

- Merlons antibruit.
- Mise en place de l'écran acoustique.
- Réduction des vitesses à l'approche d'une habitation.

- Baisse du profil en long par rapport au terrain naturel.

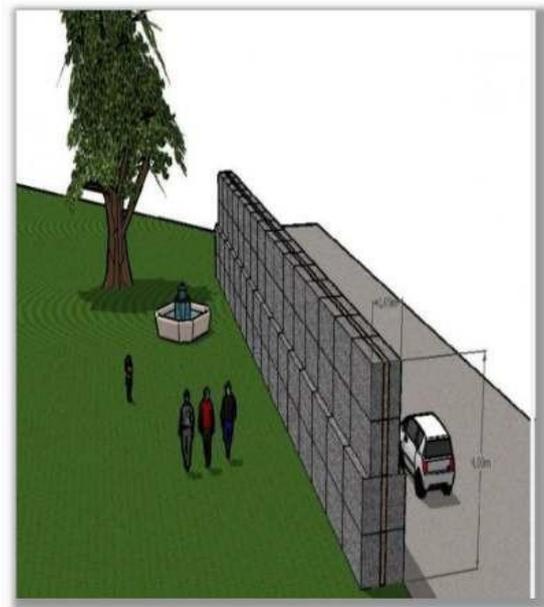
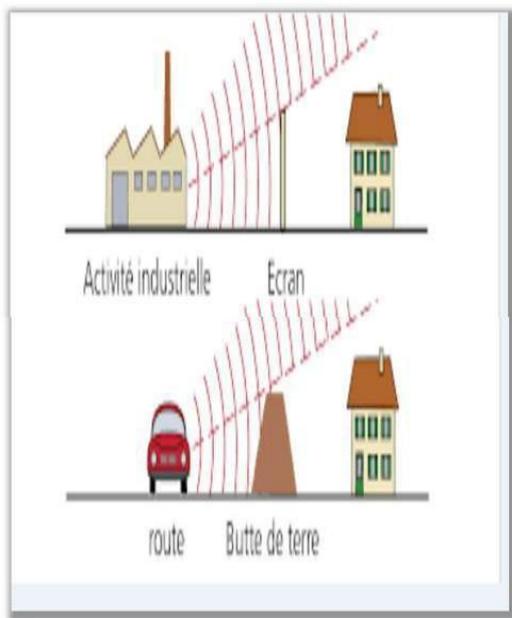


FIGURE VI.3: ECRAN ACOUSTIQUE

FIGURE VI.4 : MERLON ANTI-BRUIT

6. Conclusion

Il faut améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement. Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :

- Sa conception.
- Sa construction.
- Son exploitation.

Conclusion Générale

La réalisation de l'évitement de la ville D'AÏN KERCHA considérée comme une importante infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région. Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et que nous avons prises en considération, tel que le confort, et la sécurité des usagers sans oublier le côté économique.

Ce projet de route, nous permet de faire des propositions techniques sur les caractéristiques géométriques du tracé routier avec la prise en compte des normes B40.

La structure de la chaussée est déterminée par l'application de la méthode proposée par le catalogue algérien de l'organisme CTTT.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Il était aussi une grande occasion pour savoir, en général, le déroulement d'un projet des travaux publics. Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics en particulier.

Encore une fois, ce travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: EXCEL, AUTOCAD, COVADIS et ALIZE-LCPC vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.

BIBLIOGRAPHIE

DES GENERALES TECHNIQUES ET ECONOMIQUES DES AMENAGEMENTS ROUTIERS – **B40** Normes Techniques d'Aménagement des Routes – Manuel du Projecteur », Octobre 1977, Ministère des Travaux Publics et de la construction – Direction de L'Infrastructure – Service d'Etudes et Travaux d'Infrastructure, République Algérienne Démocratique et Populaire.

NINOUH TAREK Cours de route, Université de Tébessa, 2022

Ancien mémoire de l'U.S.T.H.B 2019 dirigé par Mr SI BACHIR

Ancien mémoire de l'E.N.S.T.P 2014 dirigé par HADDADI .S.

CTTP. Catalogue des structures types de chaussées neuves, organisme national de Contrôle technique des travaux public 2001(fascicules 1, 2,3)

SETRA Recommandation pour l'assainissement routier, France.

ANRH. Catalogue de l'Agence national des ressources hydrauliques, Algérie

Moteurs de recherche :

- <http://www.Youtube.com>.
- <http://www.cours-genie-civil.com>
- <http://www.google.com>
- <http://www.Wikipedia.com>
- <http://www.earth.google.com>
- <http://www.cours-genie-civil.com>

ANNEXES

FACTEURS CORRECTIFS MENSUELS

Type	Saisonnier	Non saisonnier
Janvier	1.20	1.13
Février	1.20	1.10
Mars	1.09	0.96
Avril	0.99	0.92
Mai	1.03	1.01
Juin	0.98	1.09
Juillet	<u>0.85</u>	1.01
Août	1.13	0.98
Septembre	0.87	0.96
Octobre	0.93	0.99
Novembre	0.86	0.98
Décembre	1.04	0.98

FACTEURS CORRECTIFS JOURNALIERS

Type	Saisonnier	Non saisonnier
Samedi	1.01	0.97
Dimanche	0.99	0.97
Lundi	0.98	0.95
Mardi	<u>0.93</u>	0.98
Mercredi	0.97	0.93
Jeudi	1.00	1.06
Vendredi	1.14	1.17

FACTEURS CORRECTIFS HORAIRES

TYPE SAISONNIER

Tranche horaire	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
0-1	3.41	3.58	3.50	3.54	3.51	2.93	3.01
1-2	4.12	4.26	4.15	4.29	3.98	3.62	3.52
2-3	4.19	4.49	4.33	4.59	4.17	4.01	3.88
3-4	3.57	3.93	3.78	3.89	3.79	3.71	3.61
4-5	2.44	2.72	2.81	2.95	2.82	2.89	2.93
5-6	1.60	1.78	1.87	1.66	1.89	2.09	2.16
6-7	1.07	1.17	1.16	<u>1.09</u>	1.25	1.37	1.50
7-8	0.72	0.76	0.74	<u>0.74</u>	0.81	0.90	1.03
8-9	0.63	0.64	0.65	<u>0.64</u>	0.68	0.70	0.79
9-10	0.60	0.61	0.62	<u>0.62</u>	0.65	0.63	0.69
10-11	0.63	0.61	0.63	<u>0.63</u>	0.65	0.62	0.64
11-12	0.66	0.64	0.63	<u>0.66</u>	0.67	0.62	0.65
12-13	0.71	0.68	0.67	<u>0.68</u>	0.69	0.63	0.69
13-14	0.69	0.57	0.68	<u>0.67</u>	0.67	0.63	0.73
14-15	0.65	0.64	0.63	<u>0.66</u>	0.63	0.61	0.67
15-16	0.65	0.64	0.63	<u>0.65</u>	0.62	0.61	0.60
16-17	0.64	0.64	0.63	<u>0.66</u>	0.60	0.64	0.60
17-18	0.66	0.65	0.65	<u>0.65</u>	0.63	0.66	0.58
18-19	0.78	0.77	0.75	<u>0.77</u>	0.72	0.74	0.64
19-20	1.04	1.02	1.01	<u>0.98</u>	0.92	0.97	0.85
20-21	1.46	1.42	1.41	<u>1.37</u>	1.30	1.38	1.17
21-22	1.84	1.83	1.83	1.77	1.69	1.78	1.47
22-23	2.40	2.34	2.37	2.25	2.25	2.33	1.87
23-24	2.87	2.94	2.97	2.78	2.82	2.73	2.24

FACTEURS CORRECTIFS HORAIRE TYPE**NON SAISONNIER**

Tranche horaire	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
0-1	7.39	8.82	8.82	9.50	9.21	7.44	4.78
1-2	7.41	8.51	8.41	9.21	8.35	7.35	5.63
2-3	7.55	8.45	8.37	8.87	8.12	7.89	6.98
3-4	7.74	8.37	8.18	8.41	6.92	8.82	7.78
4-5	3.74	4.50	3.98	4.12	3.57	4.43	4.66
5-6	1.83	2.18	1.99	1.85	1.99	2.23	2.65
6-7	0.88	0.95	0.92	0.83	0.96	1.22	1.53
7-8	0.60	0.65	0.65	0.59	0.67	0.78	0.99
8-9	0.55	0.56	0.58	0.53	0.60	0.62	0.71
9-10	0.54	0.53	0.55	0.51	0.57	0.55	0.56
10-11	0.53	0.53	0.54	0.51	0.56	0.52	0.51
11-12	0.56	0.55	0.55	0.53	0.56	0.53	0.53
12-13	0.60	0.59	0.59	0.60	0.60	0.57	0.61
13-14	0.64	0.63	0.61	0.66	0.63	0.58	0.67
14-15	0.63	0.61	0.61	0.66	0.60	0.57	0.58
15-16	0.61	0.60	0.59	0.64	0.58	0.59	0.56
16-17	0.60	0.57	0.58	0.61	0.57	0.60	0.55
17-18	0.64	0.63	0.64	0.67	0.61	0.64	0.55
18-19	0.91	0.87	0.87	0.93	0.84	0.83	0.70
19-20	1.43	1.40	1.39	1.46	1.31	1.27	1.09
20-21	2.28	2.17	2.20	2.33	2.09	1.90	1.73
21-22	3.12	3.06	3.06	3.14	2.89	2.41	2.32
22-23	4.59	4.44	4.63	4.59	4.21	3.25	3.36
23-24	6.02	6.18	6.39	6.33	5.27	4.31	4.66