

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure des
Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

Etude (APS, APD) du périphérique de la ville
Batna Sur 10.6 Km avec conception de trois (03)
carrefours

Encadré par :

Mr. DERRADJI AYACHE

Présenté par :

BOURAHLA Nassim

KHALFAOUI Lotfi

Proposé par:

DTP BATNA

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

Remerciements

Louange à Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur

Mr : DERRADJI AYACHE pour les orientations et les conseils qu'il a su nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.

Nous voudrions aussi remercier Mr : CHENAF KAMEL, MAKHOUKHE KHALED, MOBROUKI KHALED, BOUKHARI HASSEN, BADRI.

Nous voudrions aussi remercier tous les professeurs de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation.

Merci aussi à tous les membres de l'INGEENIRING STUDY pour leur soutien et leur aide.

Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

DEDICACES



Tout d'abord je tien à remercié le dieu puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma *très chère mère*
Ainsi que mon père *Amirouche*

Qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.

Le projet de fin d'étude qu'on a l'honneur de présenté, a été exécuté à mené à bien grâce à la participation exceptionnelle de notre encadrement

A mes chers frères : *Ibrahim, Dawi, Razik, Oussama* .

A ma chère sœur.

A tous mes oncles et tantes.

A Mon ami et binôme *Bourahla Nassim* qui était mon frère durant tout le cycle d'étude.

A tous mes amis : *Anis, Azzedine, Riadh, Juba, Zinou, Zahran, Berbachhi, Zaki, Bob, Ahmed, Moh, Salah, Djalal, Moussa, Adel, Nacir, Lazher, Youcef, Mamou, Nabil, Aissa, Abdallah,.....* et à toute ma promotion (2012)

A la future dame *Khalifaoui*

Et exceptionnellement Mes confrères : *Snaydeg, Khalil, Omar, Nounou*

Les enseignants de l'école Je vous dis merci et pour tous qui mon aidés de loin ou de prés pour la réalisation de ce mémoire.

Enfin à tous ceux qui me reconnaîtront...

Ecrit par l'ingénieur : *Khalifaoui Lotfi*

DEDICACES



*Tout d'abord je tien à remercié le dieu puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma **très chère mère**
Ainsi que mon père **LARBI***

*Qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas
abouti à ce stade d'étude, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont
procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.
Le projet de fin d'étude qu'on a l'honneur de présenté, a été exécuté à mené à
bien grâce à la participation exceptionnelle de notre encadrement*

*A mon cher frère **Hichem**.*

A mes chères sœurs.

*A ma nièce **Ayya**.*

A tous mes oncles et tantes.

*A Mon ami et binôme **Khalfaoui Lotfi** qui était mon frère durant tout
le cycle d'étude.*

*A tous mes amis : **Snaydeg, Moussa, Zahrane, Adel, Juba, Riadh, youcef, Hmida,**
Omar, Moh, Zaki Aissa, Bachir, Salim Aissa..... et à toute ma promotion (2012)*

*A la future dame **Bourahla***

*Les enseignants de l'école Je vous dis merci et pour tous qui mon aidés de loin ou
de prés pour la réalisation de ce mémoire.*

Enfin à tous ceux qui me reconnaîtront...

*Ecrit par l'ingénieur : **Bourahla Nassim***

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION GENERALE	
.....	01
PRESENTATION GENERALE	
I. Le contexte général.	02
II. Présentation du projet	10
III. Définition de l'évènement.	11
AVANT PROJET SOMMAIRE	
I. Introduction.	13
II. Localisation du fuseau retenu.	13
AVANT PROJET DETAILAIS	
CHAPITRE I. ETUDE DE TRAFIC	
I.1 Introduction.	23
I.2 Analyse du trafic.	24
I.3 Différents type de trafic.	24
I.4 Modèles de présentation de trafic.	24
I.5 Calcul de la capacité.	25
I.6 Données de projet.	28
CHAPITRE II. TRACE EN PLAN	
II.1 Introduction.	31
II.2. Règles à respecter dans le tracé en plan.	31
II.3. Les éléments du tracé en plan.	32
II.4. Combinaison des éléments de tracé en plan.	37
II.5. La vitesse de référence (de base).	38
II.6. Paramètres fondamentaux.	38
II.7. Choix des éléments géométriques.	39
II.8. Calcul d'axe.	44
CHAPITRE III. PROFIL EN LONG	
III.1. Introduction.	50
III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.	50
III.3. Coordination du tracé en plan et profil en long.	51
III.4. Déclivités.	51
III.5. Raccordements en profil en long.	52
III.6. Détermination pratique du profil en long.	54
III.7. Choix des éléments géométrique.	56
III.8. Exemple de calcul de profil en long.	59

CHAPITRE IV. PROFIL EN TRAVERS

IV.1. Définition.	60
IV.2. Les éléments du profil en travers.	60
IV.3. Classification du profil en travers.	62
IV.4. Application au projet.	62

CHAPITRE V. ETUDE GEOTECHNIQUE

V.1. Introduction.	63
V.2. Les essais de la reconnaissance.	63
V.3. Les essais d'identifications.	63
V.4. Conditions d'utilisation des sols en remblais.	64
V.5. Les moyens de reconnaissance.	65
V.6. Les essais mécaniques.	66

CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSÉE

VI.1. Introduction.	67
VI.2. La chaussée.	67
VI.3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.	70
VI.4. Les principales méthodes de dimensionnement.	71
VI.5. Application au projet.	74

CHAPITRE VII. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

VII.1. Introduction.	81
VII.2. Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement.	81
VII.3. Identification et évaluation des impacts.	81
VII.4. Impact temporaire de la phase de construction.	82
VII.5. Impacts permanents.	83

CHAPITRE VIII. LES CUBATURES

VIII.1. Introduction.	86
VIII.2. Définition.	86
VIII.3. Méthodes de calcul des cubatures.	86
VIII.4. Calcul des cubatures de terrassement.	88

CHAPITRE IX. ASSAINISSEMENTLES

IX.1. Introduction.	89
IX.2. Objectif de l'assainissement.	89
IX.3. Drainage des eaux souterraines.	89
IX.4. Quelques définitions.	90
IX.5. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter.	92
IX.6. Application au projet.	95

CHAPITRE X. CHOIX ET CONCEPTION DES CARRFOUR

X.1. Introduction.	99
X.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour.	99
X.3. Choix de l'aménagement.	99
X.4. Les types de carrefours.	99
X.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.	100
X.6. Caractéristiques géométriques des carrefours giratoires.....	102
X.7. Application au projet.	105

CHAPITRE XI. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1^{ER} PARTIE SIGNALISATION

XI.1. Introduction.	107
XI.2. Dispositifs de retenue.	107
XI.3. Signalisation.	107
XI.4. Les types de signalisation.	107
XI.5. Application au projet.	110

2^{EME} PARTIE ELAIRAGE

XI.1. Introduction.	112
XI.2. Catégories d'éclairage.	112
XI.3. Paramètres de l'implantation des luminaires.	112
XI.4. Application au projet.	113

CHAPITRE XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

.....	114
-------	------------

CONCLUSION GENERALE

.....	116
-------	------------

BIBLIOGRAPHIE

.....	117
-------	------------

ANNEXES

INTRODUCTION GENERALE

En fin de chaque cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP), prévoit dans son programme, du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de (03-04) mois environ dans les services du ministère des travaux publics.

L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de :

- compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- s'imprégner du monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un Ingénieur d'Etat.

De ce fait l'élève Ingénieur, est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire des observations, des remarques afin de présenter un travail étoffé.

Dans ce cadre, aujourd'hui en Algérie, le trafic routier connaît une évolution rapide, le réseau routier existant qui supporte ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessite des aménagements appropriés pour endiguer le phénomène de congestion.

L'objectif des ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l'environnement.

Pour atteindre cet objectif notre projet a pris une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce présent projet de fin d'études consiste à réaliser **un évitement (périphérie) de la ville de BATNA sur 10.6 Km avec conception de (03) carrefours.**

L'objectif visé par ce projet est de fluidifier, en premier lieu, le trafic sur cet axe en le débarrassant de toutes les entraves et en second lieu, lui offrir une liaison routière rapide en cohérence avec le développement futur.

Notre projet s'articulera sur les trois axes à savoir :

- 1) Phase d'Avant Projet Sommaire (APS).
- 2) Phase d'Avant Projet Détaillé (APD).
- 3) Phase de conception des trois carrefours.

PRESENTATION GENERALE

I. Généralités sur la wilaya de Batna :

I.1. Le contexte général :

I.1.a) Aperçu historique :

Avant la colonisation française

Le mausolée de Medghassen dans les Aurès près de Batna, date de 300 ans avant J.-C. Il s'agit d'un monument numide et du plus ancien mausolée de l'Algérie.



La région de Batna faisait partie de la Numidie et des premiers royaumes indépendants Berbères comme l'atteste le monument de Madracen non loin de la ville. La vallée dans laquelle est installée la ville de Batna faisait jadis partie d'un territoire sous la domination de la vieille ville romaine de Lambèse. Les effets du temps et de l'érosion, notamment des pluies diluviennes et des glissements de terrain, ont peu à peu conduit à l'enfouissement de la ville romaine de Batna et d'une bonne partie des vestiges de la ville de Lambèse. La vallée était habitée par des Berbères chaouis. La tribu Fezzan (Fezazna), d'origine tripolitaine, sera concentrée à la Zaouïa de Zmella ou le village de Zmella, situé dans la vallée. Les Français l'ont baptisé à leur arrivée « Village Nègre », car il y avait une population noire : les Zenagas (qui parlent le Berbère subsaharien), des descendants des Sanhadjas . Les Ayth Adi, tribu berbère, possédaient la plus grande partie de la terre de la vallée. Les Ayth Sidi Yahia, tribu berbère, habitaient la vallée jusqu'à Lambèse, eux aussi avaient une zaouïa. Les Ayth Chlihs , tribu berbère, étaient également établis dans la vallée et avaient, eux aussi, une zaouïa . Les Hraktas, tribu berbère, avaient des terres pour leurs pâturages et des lieux saints dans cette vallée.

Les routes étaient protégées par toutes ces tribus contre les razzias des autres tribus proches et les attaques ottomanes. Le commerce était prospère dans cette vallée, les gens passaient par cette vallée pour aller à Constantine. Ils venaient de Khenchela d'Arris, de Menaa , de Biskra , etc. Le voyage durait une journée à dos de cheval ou d'âne. Plusieurs zaouïas étaient, à cette époque, des lieux de visite mystique, de culte des saints. Cependant la ville de Baitnah a existé avant la colonisation française , ses ruines sont mentionnées par le voyageur britannique Thomas Shaw , dans son récit de voyages publié en 1738 .

Pendant la colonisation française

Le 12 février 1844 , près de l'endroit de l'embranchement des routes des Batna-Bemelle et Batna-Condorcet et de la Mella, Henri d'Orléans , duc d'Aumale, lieutenant général de l'armée française menant l'expédition de Biskra , décide de bivouaquer à cet endroit. Les traducteurs indigènes dirent « N'bet H'na » (Batna) (qui signifie, en français, « nous passons la nuit ici»). Les Français ont cru en entendant les autochtones dire « N'bet H'na » que l'endroit s'appelait Batna. C'est ainsi, raconte-t-on, que le nom de Batna trouve son origine. Se rendant vite compte de la situation stratégique de l'endroit (à mi-chemin entre Constantine et Biskra), l'expédition décida, dès 1844 , la construction d'un camp militaire fixe destiné à contrôler les différents axes routiers.



Henri d'Orléans

La ville de Batna a vu le jour sur décret du 12 septembre 1848 signé par Napoléon III. En 1844, pendant l'expédition de Biskra, on établit au lieu-dit : Ras-el-Aïoun-Batna, (tête des sources de Batna), un camp destiné à protéger la route du Tell au Sahara, et à dominer les montagnes de l'Aurès. La situation était bien choisie, car Batna est à 1021m au-dessus du niveau de la mer. Il se forma peu à peu, autour de ce camp, un centre de population qui prit d'abord le nom de Batna, puis celui de nouvelle Lambèse, en 1848, et qui fut définitivement constitué, par décret du 20 juin 1849, sous son nom primitif de Batna.



Napoléon III

Devenue un carrefour incontournable, la ville de Batna se développa rapidement et plusieurs familles vinrent y vivre. Des commerçants sont venus de partout pour y investir et y travailler, des soldats restèrent après leur service pour construire leur vie sur place. Des concessions leurs étaient attribuées. La ville était cosmopolite, il y avait des personnes d'origines et de confessions extrêmement diverses : Chaouis , Kabyles , Mozabites , Soufis , Arabes (originaires de diverses régions d'Algérie et d'autres pays, notamment du Maroc et de Tunisie , etc.), Africain , Kouloughlis , et toutes sortes de métissages entre ces différentes origines ethniques. Ils étaient musulmans pour la plupart, mais il y avait également, avant la guerre d'indépendance, des Juifs d'Algérie et de nombreux Chrétiens originaires de France (de Corse notamment), de Malte , d'Italie de Sicile , d'Allemagne , et même de Russie . À ce sujet, un proverbe contemporain dit : « Batna réussit à ses étrangers ». Plusieurs confédérations d'autochtones étaient concentrées dans le vieux Quartier du Camp de la ville et de la Zmela alors que beaucoup d'Européens habitaient le quartier du Stand où vivaient aussi des Musulmans algériens de classes plus ou moins aisées, ainsi que quelques familles de Juifs d'Algérie. Les écoles, le théâtre, l'hôpital, les cinémas, les jardins, les routes, les installations sportives, les immeubles d'habitation et d'administration, la gare, etc., s'y sont développés et ont été bâtis pendant cette période et restent fonctionnels à ce jour. Il y avait aussi un aéroport de l'armée à Batna qui devenait de plus en plus stratégique du point de vue économique et militaire. L'hôtel d'Orient et d'Angleterre sera construit pour accueillir les touristes avant la Première Guerre mondiale, vers 1885. Quelques célébrités mondiales y ont séjourné comme John Wayne et Mohamed Abdelwahab. Batna devient en 1957, le chef-lieu d'un département qui porte son nom.

Révolution algérienne

« Groupe des six », chefs du FLN. Photo prise juste avant le déclenchement des hostilités le 1^{er} novembre 1954. Debout, de gauche à droite : Rabah Bitat , Mostefa Ben Boulaïd , Didouche Mourad et Mohamed Boudiaf . Assis : Krim Belkacem à gauche, et Larbi Ben M'hidi à droite. Mis à l'écart, laissés pour compte et souvent misérables, les citoyens de la ville se rebelleront contre les autorités françaises dès le début de la colonisation. Avant le massacre du 8 mai 1945 , la résistance algérienne contre le colonialisme français s'organise et de nombreux Batnéens adhèrent au Parti du peuple algérien (PPA) de Messali Hadj , aux Oulémas algériens de Ben Badis , ou encore au Mouvement pour le triomphe des libertés démocratiques (MTLD), ainsi qu'au Parti Communiste Algérien PCA .



Groupe des six

Le 1^{er} juin 1954, la réunion des 22, décida que le déclenchement du djihad se ferait à Batna. La première attaque de l'ALN en Algérie eut alors lieu dans la nuit de la Toussaint du 1^{er} novembre 1954 quand plusieurs Batnéens dont Bouchemal, Bousseta et Mohamed Tahar Abidi , menés par Mostefa Ben Boulaïd , firent une incursion d'attaque dans la caserne de l'armée française à Batna. Les poteaux télégraphiques furent sciés par les moudjahidines de la ville, c'est le début de la Révolution Algérienne. Plus de 500 personnes armées de Batna et des Aurès se soulèveront contre l'autorité coloniale ainsi que 1500 agents de liaison. Après une visite dans la région , François Mitterrand, ministre de l'Intérieur de l'époque, se rendit compte du danger que représentaient la détermination et le courage des Chaouis pour le devenir de l'Algérie française. Il désigna alors Émile Vié comme sous-préfet des Aurès dans le but de « pacifier » ce peuple fier et héroïque, mais son plan fut un échec., la région des Aurès, avec Batna comme capitale, Wilaya I de 1954 à 1962, constitua l'une des régions les plus actives durant la guerre d'Algérie. De nombreuses personnalités militaires s'y distinguèrent, telles que Mostefa Ben Boulaïd , membre important du Comité révolutionnaire d'unité et d'action (CRUA) et « chef historique » du FLN.

Après l'indépendance

Ancien bâtiment datant de l'époque coloniale utilisé comme Bureau de poste de 1962 à 1965, Batna garda le découpage militaire de l'ALN : elle était le chef-lieu de toute la région des Aurès. Pendant ces toutes premières années de l'Indépendance, la ville a connu une croissance économique importante.



Pendant le mandat du président Houari Boumediene (1965 - 1979), plusieurs millions d'arbres seront plantés par les jeunes appelés de l'armée dans les montagnes avoisinant la ville (Kasrou, pic des cèdres ou col de Telmet (forêt de Belezma), Bouarif, Mont Chélia, etc.), pour remplacer les arbres calcinés par les bombardements français. L'église de la ville fut détruite dans les années 1970 pour être remplacée par une placette en marbre. Le Wali (préfet) ayant décidé cette destruction mourut tragiquement dans un mystérieux accident de la circulation quelques jours après la démolition de l'édifice religieux ! Dans les années 1970,

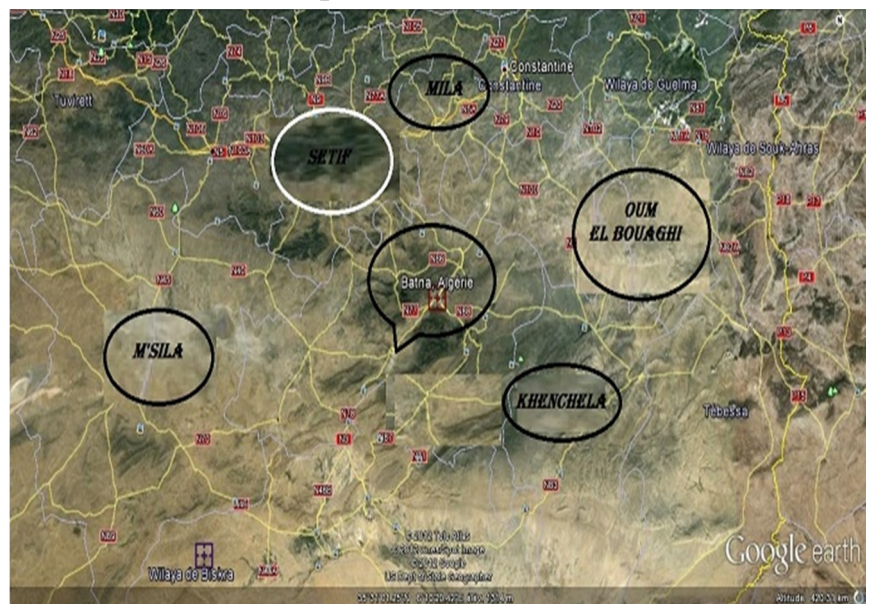
la ville de Batna s'agrandira harmonieusement et se développera grâce au secteur industriel où plusieurs projets vont aboutir (complexes textile, cuirs, etc.) grâce à la contribution des entreprises de l'état ainsi qu'aux entrepreneurs locaux. Malgré un régime socialiste, la vie à Batna était agréable à tel point que plusieurs cadres de l'état, après une mutation à Batna, décidèrent d'y résider définitivement. Cependant, cette croissance sera brutalement freinée pendant l'ère du président Chadli Bendjedid (1978-1991), d'une part par la corruption naissante et vite généralisée et d'autre part par les conflits d'intérêts tribaux et le clanisme des potiques . Alors que Batna la ville commençait à manquer cruellement d'eau, de routes et d'espace, quelques travaux de prestige furent réalisés, Comme l'édification du stade omnisport du 1er novembre, face au cimetière de la ville, la rénovation du théâtre colonial de la ville, la construction de quelques cités d'habitations et de la maison de la culture ainsi que d'une salle de cinéma (le Colisée), d'une gare routière. C'est aussi pendant cette période que Batna voit sa territorialité administrative nettement amputée : elle n'est plus que le chef-lieu de la Wilaya de Batna qui ne comprend plus les départements de Khenchela, d'Aïn Bèida, de Biskra et d'Oum El-Bouaghi. Pendant la décennie 90, un exode massif des populations rurales provoqua une brutale croissance démographique de la population batnéenne, ce qui entraîna une urbanisation anarchique et un étouffement de la circulation automobile, une flambée de l'immobilier.

I.1.b) Situation géographique :

La wilaya de Batna est par excellence la wilaya des Hauts - plateaux ; elle est située Sur la partie Est du territoire national. C'est une wilaya qui est à vocation agricole où L'élevage ovin est prédominant. Le SNAT 2025 la classe dans la Région-Programme comprenant les wilayas de Mila et Jijel pour lui trouver et lui consolider des complémentarités en termes 'aménagement du territoire. Dans l'armature urbaine du pays, la wilaya de Batna est consacrée comme ville relais des Hauts-plateaux avec des liaisons avec les territoires du Sud-Est.

➤ Limites géographiques :

- **Nord:** Oum-el Bouaghi, Mila et Sétif
- **EST:** Khenchela
- **SUD:** Biskra
- **OUEST:** M'sila.



I.1.c Le Relief :

La wilaya se trouve dans la jonction des deux Atlas Tellien et Saharien, le relief se décompose en trois (03) grands ensembles physiques :

- Les hautes plaines telliennes.
- Les reliefs montagneux.
- Les hautes plaines steppiques.

➤ Les hautes plaines telliennes :

Dans cette ensemble physique dont les altitudes varient de **800 à 1000 m**, et de pentes assez faibles **< 3%** se localisent les principales communes de la wilaya dont le chef-lieu Batna et les communes de Merouana et Ksar Bellezma .

Les reliefs montagneux :

Cet ensemble regroupe les sommets de l'Atlas Tellien : Hodna, Bou Taleb, Bellezma et les sommets de l'Atlas Saharien, les Aures, le djebel Metlili et les Mont du M'zab.

Cet ensemble est le plus important du point de vue superficie et représente **45 %** de la superficie de la wilaya.

L'altitude varie entre **200 m (Dj Rebaa) à 2326 m** au djebel Chelia considéré comme le plus haut point de la wilaya et même de l'Algérie du nord.

➤ Les hautes plaines steppiques :

Cette ensemble se situe dans la partie sud-ouest de la wilaya, il est peut être subdivisé en 03 zones :

- La zone de glacés (contrebas des reliefs montagneux).
- La plaine du Hodna dont l'altitude moyenne est inférieure à **500 m**.
- Le Chott El Hodna représentant le niveau le plus bas de la wilaya de BATNA avec une altitude moyenne de **300 m**.

Malgré leur nombre très élevé, les oueds de la région sont peu importants. Les Oueds les plus importants sont : l'Oued May, l'oued N'sa, l'Oued M'zab, l'oued Iharhar et Oued Righ. Ce dernier est le seul à écoulement permanent, grâce au drainage de la Vallée qu'il traverse.


I.1.d) Hydrologie :

La ville est alimentée par plusieurs sources d'eau, ainsi que par les eaux du Barrage de Timgad. Cependant plusieurs déchets, dont une grande quantité de sacs en plastique, se sont accumulés dans ces cours d'eau. Deux courants d'eaux usées traversent la ville. Des travaux d'aménagement sont en cours pour les recouvrir et les transformer en routes.

I.1.e) Climatologie :

Le Climat de Batna est de type semi-aride, avec quatre saisons bien distinctes. Les températures moyennes varient de 4 ° C en janvier à 35 ° C en juillet. En hiver, la température descend en dessous de zéro la nuit, avec de fréquentes gelées. En été, la température peut atteindre les 45 ° C à l'ombre.

Température:

 <i>Données climatiques à Batna.</i>													
Mois	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin.	juil.	aout.	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	2	3	4	7	12	17	20	20	16	11	6	3	10
Température moyenne (°C)	5	6	8	12	17	22	26	25	21	15	10	6	15
Température maximale moyenne (°C)	8	10	12	16	21	27	32	31	26	20	13	10	19
Précipitations (mm)	40	20	30	40	60	20	10	20	50	25	35	40	390
Record de froid (°C)	-7	-11	-6	-2	-1	6	8	10	6	0	-3	-7	-11
Record de chaleur (°C)	22	22	25	30	36	37	40	38	38	32	27	30	40

i. Les précipitations :

Le total annuel des précipitations est de **210 mm**.

ii. L'humidité et évaporation :

Le taux moyen d'humidité est de **97%**, la neige ne fait son apparition que pendant quelques jours et surtout au mois de mars.

iii. Les vents :

Les vents dominant sont généralement de direction N NE et S SW leur vitesse dépasse parfois les 25 m/s. Leur fréquence est maximale dans la période Mars, Avril.

I.1.f) Population :

La ville de Batna, et plus largement la région des Aurès, est principalement peuplée de berbères chaouis, souvent trilingues parlant chaoui, arabe algérien et français.

La population estimée au **31/12/2010** est de **1. 128.030** habitants avec un taux d'accroissement de **3.5%**, et une densité de **3419 hab. /km²**

I.1.g) Infrastructures de Transport :

➤ **Réseau routier:**

- Longueur Totale: **3 513,92 Km**
- Routes Nationales: **805,30 Km**

Catégorie	Longueur	%
Routes nationales	805,30	22,91
Chemins de Wilaya	650,30	18,51
Chemins Communaux	858,40	24,43
Pistes	1.199,92	34,15
Totales	3.513 ,92	100

➤ **Caractéristiques du réseau national :**

Désignation	Longueur (kms)	Liaison	Etat
Evit Nord	7,700	Batna	Bon
Evit Sud	6,600	Batna	Bon
R.N 03	95,700	Biskra-Batna-Constantine	Bon
R.N 31	100,100	Batna- Arris - Biskra	Bon
R.N 28	75,00	Ain Touta- Barika- Magra- Msila	Bon
R.N 77	79,45	Batna- Merouana- Setif	Bon
R.N 70	54,00	Limite wilaya- Msila- M'doukal- Barika	Moyen
R.N 75	43,800	R.N03 (Djorma)- Setif	Bon
R.N 78	103,50	Barika- Biskra au sud N'Gaous- Setif au nord	Moyen
R.N 86	71,15	Seriana- Merouana- Ras el Aioune	Moyen
R.N 87	117,50	Chemora- Teniet el Abed- Mena- Biskra	Moyen
R.N 88	49,80	Tazoult- Timgad-Khanchela	Bon
TOTAL	805,30		Revêtu à 100%

➤ **Caractéristiques des chemins de wilaya**

Le réseau de chemin de wilaya s'étend sur une longueur de **650,30 km** totalement revêtus. **40%** seulement de ce réseau peut être considéré en bon état, le reste dans état moyen et nécessite un entretien.

➤ DETERMINATION DU NIVEAU DE SERVICE

La détermination du niveau de service d'une route N_{ij} de catégorie C_i se développe dans un environnement E_j est caractérisé par le respect de condition minimal d'aménagement de base sur les indications cinématiques et géométrique suivantes :

- vitesse de référence des véhicules légers V_{vl} . -vitesse de référence des poids lourds V_{pl} .
- largeur et nombres des voies.

- ✚ a) **Catégorie de la route** Notre route est un périphérique de la ville de Batna et le chef lieux wilaya .la catégorie choisie est **C1**.
- ✚ b) **Environnement de la route :**

Les deux indicateurs adoptées pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

❖ le dénivelé cumulé moyenne h/l

Permet de mesurer la variation longitudinale du relief

$$V = \sum (h_i)/l_i \leq 1.5 \text{ relief plat}$$

❖ la sinuosité $\sigma = l_s/L$

* l_s : longueur sinuosité cumulée des courbes de rayon en plan $R \leq R_{hm}$.

* L : longueur total de la trace.

$\sigma = 0$ toutes les rayons sont supérieure de $R \leq R_{hm}$.

- **Conclusion :** (Sinuosité faible+ relief plat a vallonné de pente faible et parfois élevée) Environnement **E2**

$v_r = (60,80 \text{ km/h})$ (catégorie **C1** + Environnement **E2**)

➤ Réseau ferroviaire:

Il se limite à une voie qui traverse la Wilaya du Nord au Sud sur une longueur de **148 Km**. Les réseaux routiers et ferroviaires relient le nord du pays à la région des hauts Plateaux et au sud du pays. La voie ferrée joue un rôle central dans ses échanges commerciaux avec l'extérieur à partir des ports de **SKIKDA** et d'**ANNABA**.

➤ Aéroport :

L'Aéroport International de Batna, distant de la ville de Batna de 25 Km, est classé à la **21ème** classe ; sa fréquentation atteint **80 000 passagers/an** avec **4 vols** par semaine vers la capitale, et **5** vers l'étranger.

I.2. le contexte local :

I.2.a) Appellation :

Batna(en arabe باتنة - Bātnah, en chaoui Bathenth, en tfinagh) est une commune d'Algérie de la wilaya de Batna, dont elle est le chef-lieu, située à **435 km** au sud-est d'Alger et à **113 km** au sud-ouest de Constantine. La ville de Batna est considérée historiquement comme étant la « capitale » des Aurès. Située à **1058 mètres** d'altitude, elle est la **5^{ème} plus importante** ville du pays avec **375 000 habitants** et la **plus haute agglomération d'Algérie** bien qu'elle ait été construite dans une cuvette entourée de montagnes

II. Présentation et justification du projet :

II.1. Introduction :

La ville de Batna est considérée comme un carrefour à grand intérêt économique, c'est le point d'intersection de deux routes nationales importantes, à savoir la RN 03 et la RN 31

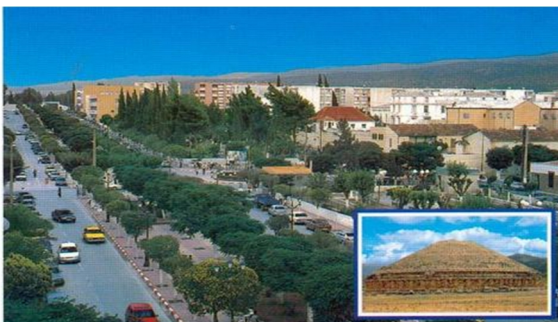
Avec le développement et suite à l'extension de l'urbanisme, le trafic intense composé essentiellement de camions poids lourds, empruntant ces deux axes, a engendré un encombrement de la circulation du fait que ces dernières passent actuellement par le centre-ville. Pour résoudre ce problème, l'Administration a opté pour la réalisation d'un évitement sur près de 25 Km permettant de relier la RN 03 hors agglomération la RN 31

II.2. Problématique de la ville de Batna :

Notre étude a pour objet de trouver les solutions nécessaires pour éviter les problèmes qui se posent sur les axes (RN03, RN 31) qui passent par la ville de Batna. Les problèmes posés sont les suivants :

- La présence d'un grand nombre de poids lourds qui transitent par la ville entraîne une congestion de la circulation.
- Le congestionnement du trafic dans le centre urbain de la ville.

L'augmentation du nombre d'accidents au niveau de la (RN31 et 03) (d'après les statistiques de la gendarmerie, on dénombre pour l'année 2011, 45 accidents ayant entraînés (5) morts et (35) blessés.

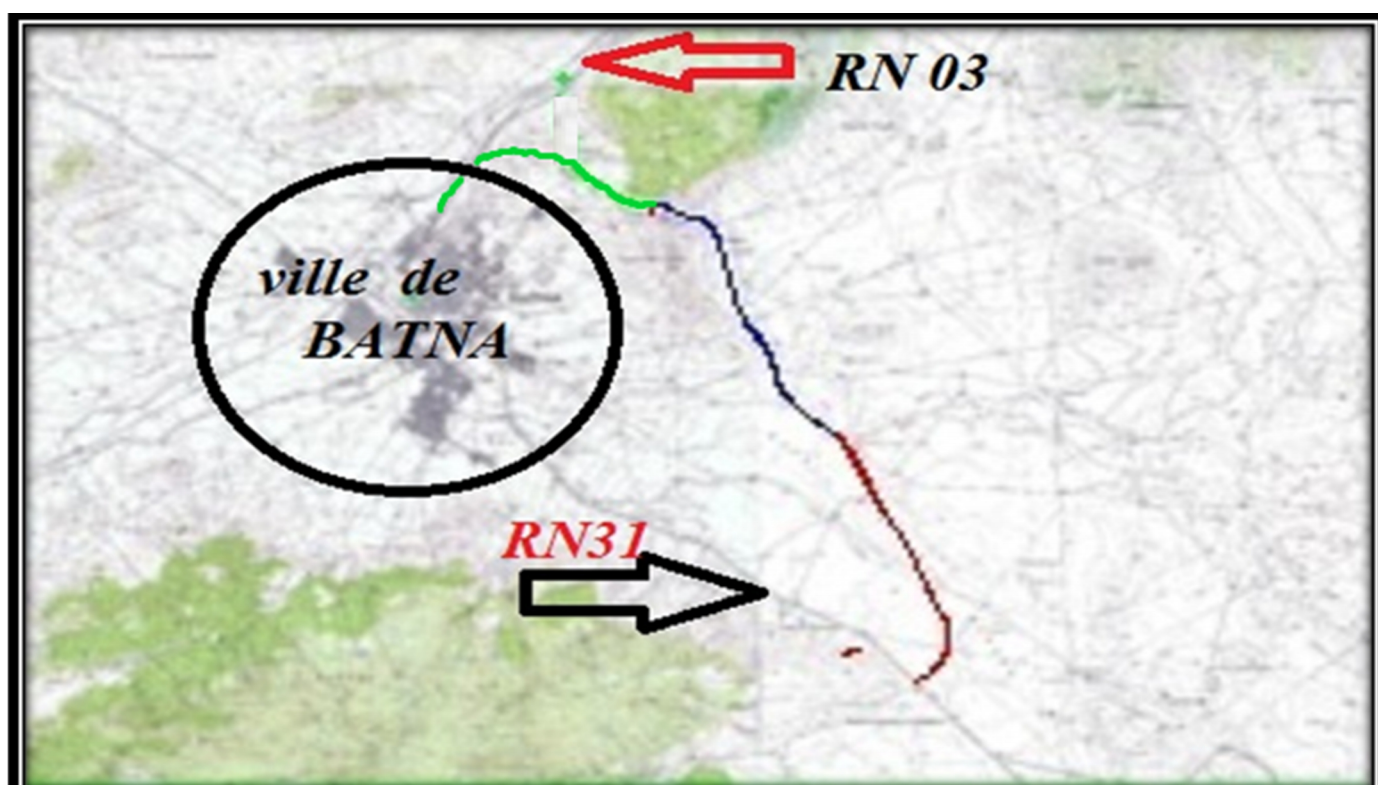


- La pollution provoque des maladies respiratoires à cause des gaz d'échappement des véhicules, la poussière dégagée par le trafic PL sur une chaussée dégradée (manque d'entretien) et le sous dimensionnement du réseau d'assainissement.
- Le Bruit des véhicules (nuisances sonores) qui provoque des maladies psychologiques et psychiques liés au stress.

Les gens atteints par des maladies respiratoires en 2009						
0 – 4 ans	5 – 14 ans		15 – 49 ans		50 ans et plus	
M+F	M	F	M	F	M	F
4137	1472	1977	1731	2535	1554	1881

III. Définition de l'évitement :

Un évitement est un contournement autour d'une agglomération pour dévier un pourcentage du trafic qui transite par cette dernière.



Présentation de l'évitement

III.1. Objectif du projet :

L'objectif principal de notre projet est de créer un évitement assurant le transfert d'une partie du trafic de la RN31 transitant par la ville de Batna et ce afin d'atténuer les problèmes cités plus haut que connaît cette ville.

Cet objectif est défini comme suit :

- ✓ Améliorer de la sécurité et le confort de l'utilisateur.
- ✓ Réduire des temps de parcours.
- ✓ Aider L'activité des zones agricoles.
- ✓ Relier directement les routes nationales RN 03 et RN 31.
- ✓ Décongestionner le trafic surtout au niveau des carrefours.
- ✓ Réduire le nombre d'accidents.

III.2. Justification du projet :

En considération du trafic important dans la ville de Batna, compte tenu qu'elle représente un pôle industriel important de la région, cette situation génère un congestionnement du trafic dans le centre urbain de la ville avec son corolaire sur l'environnement. A cette effet notre projet aura pour but de diminuer le flux de transite en dehors de la ville. Le couloir projeté de notre évitement a été établie en fonction de certains paramètres socio-économiques, géomorphologique du terrain et notamment les plans d'extension et d'occupation au sol projetés à savoir:

- ✓ Réduire les temps de parcours des transitaires, (on sait bien que le temps c'est de l'argent et ce dernier joue un rôle très important dans le développement d'une société. Pour les usagers empruntant le chef-lieu de la ville Batna, il est remarqué une perte de temps considérable à cause de la saturation de son réseau surtout aux heures de pointes.
- ✓ L'activité des zones agricoles, représente la principale vocation de la région est dont la palmeraie représente 91% de la surface agricole utile.

Donc notre projet ouvrira des domaines et des perspectives pour le développement de cette région.

AVANT PROJET SOMMAIRE

I. Introduction:

La phase APS ; c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

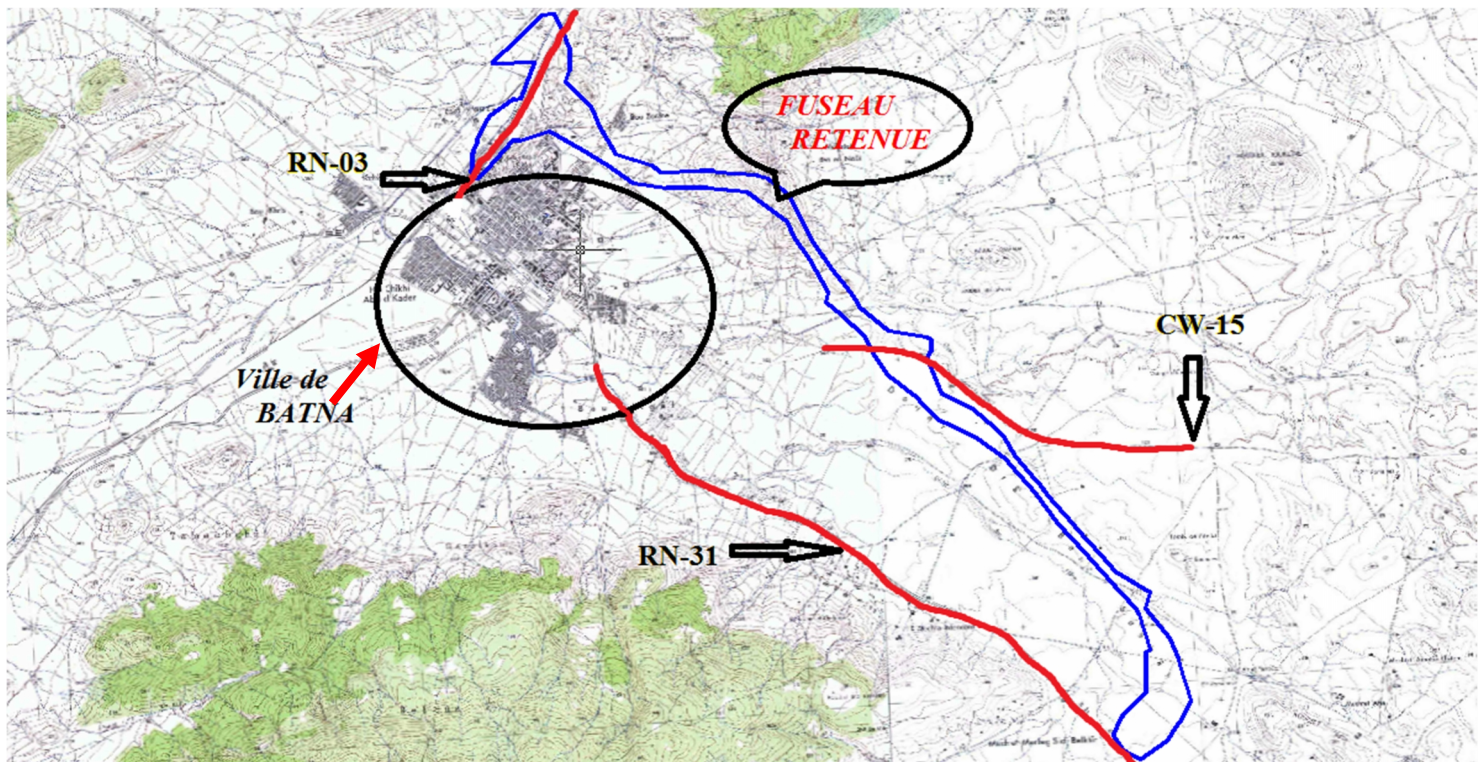
On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

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

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

II. Localisation du fuseau retenu :

En fonction des enjeux économique et le développement de la wilaya Batna, les possibilités d'entrevoir des couloirs possibles sont limitées. Donc, le positionnement de cette ville par rapport au réseau routier, nous oblige à avoir recours au choix d'un seul couloir (voir schéma).



- schéma représentant le fuseau retenue-

II.1. Description du couloir:

Le couloir choisi passe du côté sud de la ville a une largeur variant entre 200 m et 450 m et contient, des zones agricoles, il franchit successivement les obstacles suivants :

- CW15 (carrefour à projeter).
- Route passante à la ville de Tazoulte (RN31) (carrefour à projeter).
- RN 03 entrant de côté EST (sétif et constantine) (liaison au carrefour ou bien à l'échangeur).

II.1.a) Présentation des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet (voir schéma).

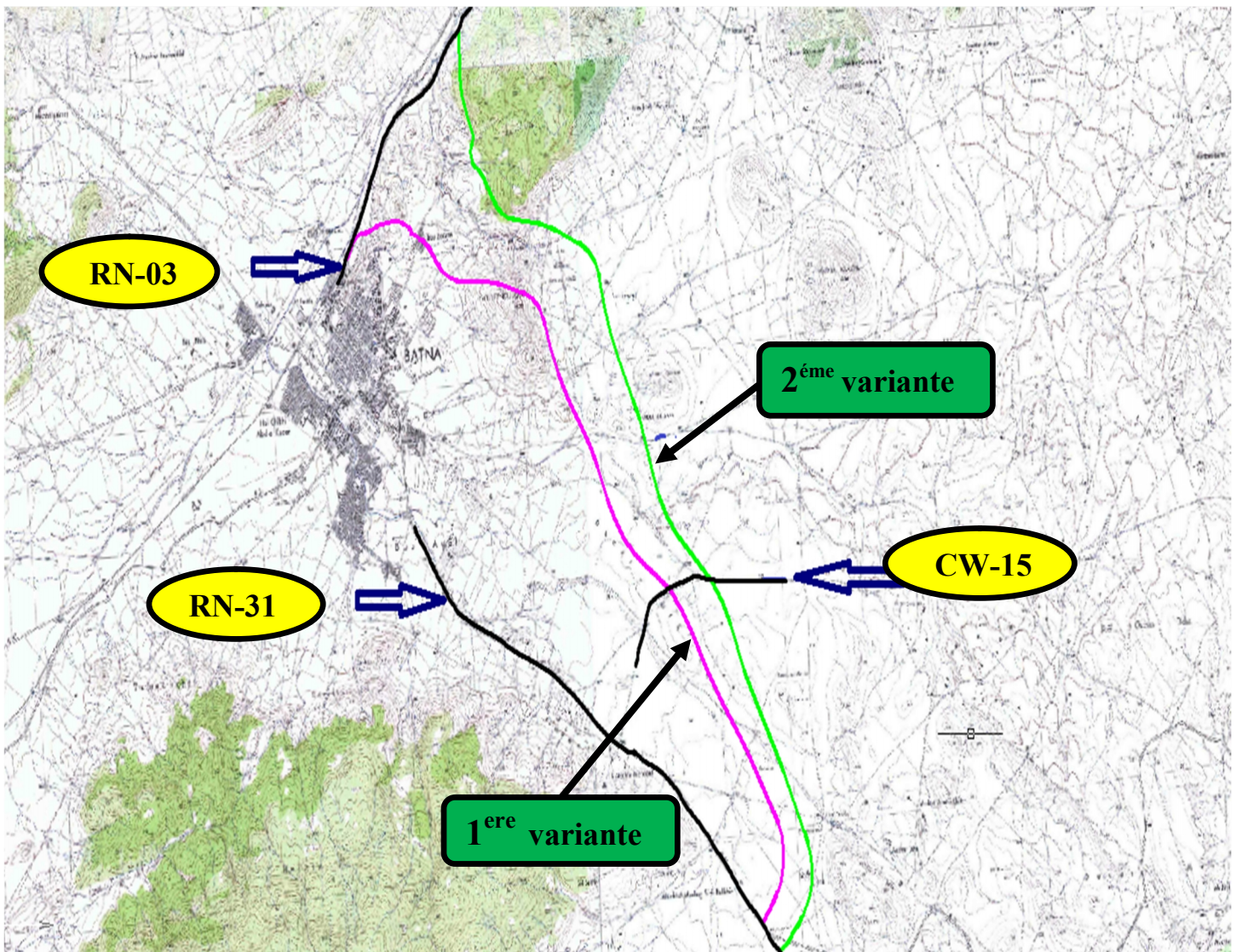
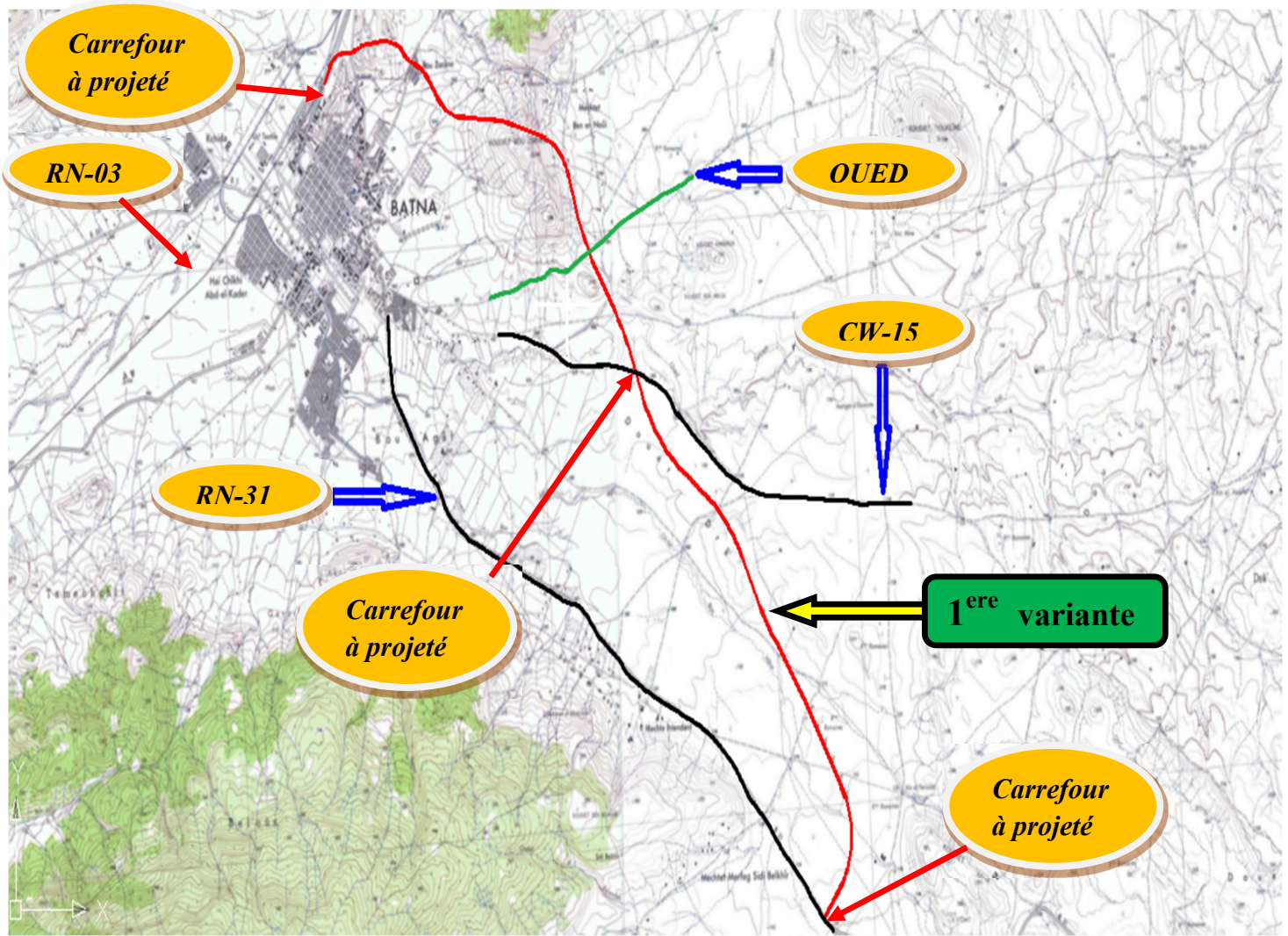


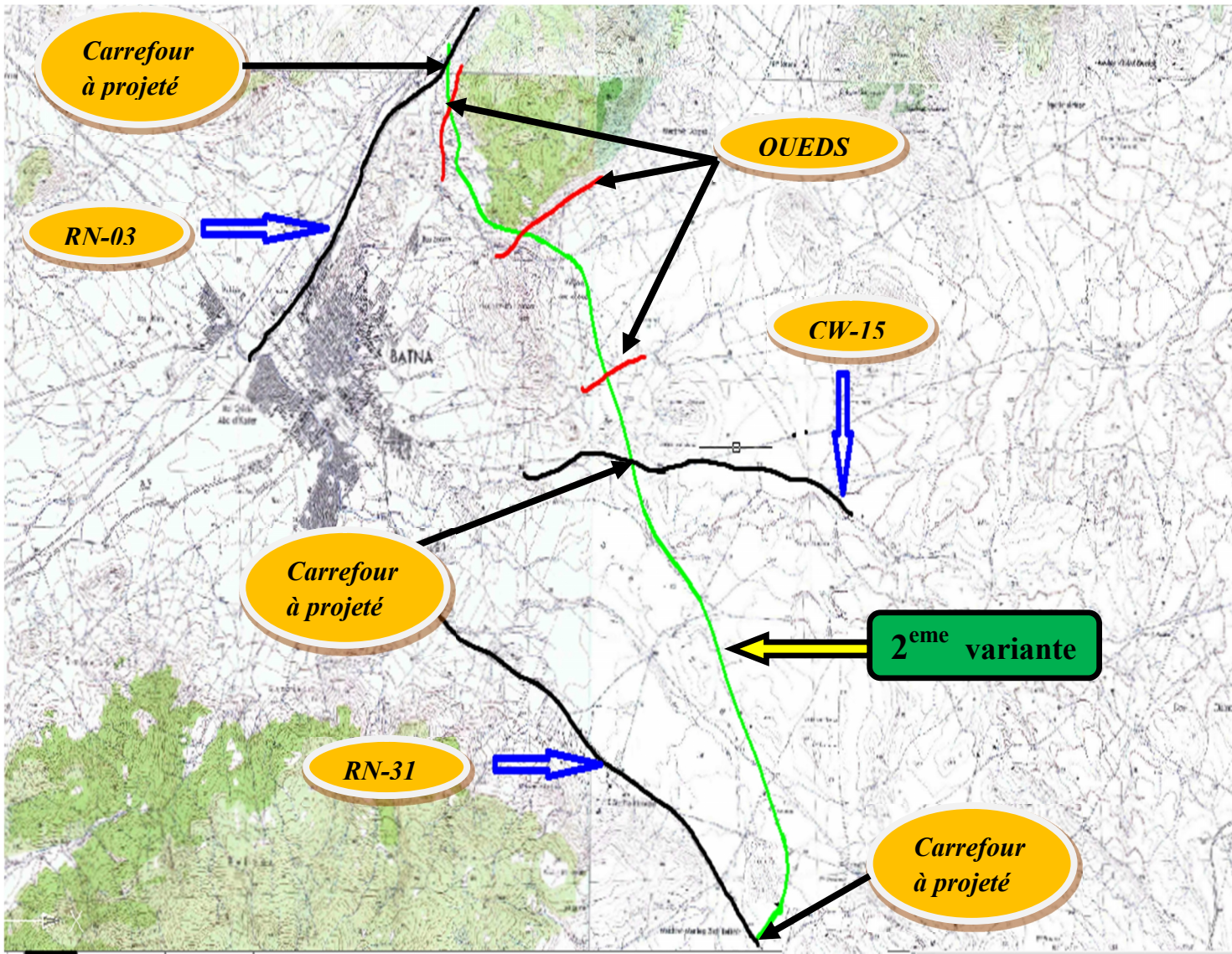
Schéma qui représente les variantes retenues

1^{ere} VARIANTE :



L'origine de la **première variante** est la jonction avec la RN31 le tracé longe début avant la ville de TAZOULT venant de la RN88, pour finalement cisailer le CW 15. C'est la variante la plus proche de la ville et la plus courte elle traverse un relief généralement vallonné, en rejoignant finalement la RN03 à l'Est de l'agglomération de Batna. Cette variante a une longueur à environ 10.5 km.

2^{ème} VARIANTE :



Pour la **deuxième variante**, elle a presque la même trajectoire et franchit les mêmes obstacles que la première sauf une seule particularité, c'est qu'elle est située dans le côté supérieur (rejoignant l'échangeur de la sortie de la ville venant de TAZOULT). Cette variante a une longueur à environ 15Km.

II.1.b) ANALYSE MULTICRITERES :

L'analyse multicritères permet de décrire les enjeux du projet et constitue un outil permettant de révéler des préférences selon un certain nombre de critères.

Cette analyse permettra d'apprécier l'intérêt global de cet axe et d'éclairer le choix entre les variantes de tracé définies au regard des critères retenus. Ces derniers seront affectés d'un coefficient de pondération traduisant l'importance et le poids accordé à chacun d'entre eux.

A travers ces coefficients, le maître d'ouvrage accordera l'importance qu'il juge au bien fondé de sa démarche, le décideur quant à lui disposera au final d'un outil où l'importance accordée à ces coefficients de son point de vue lui permettra de faire son appréciation propre et de tester la fiabilité des résultats finaux.

Les principaux critères retenus sont les suivants :

- a. La longueur du tracé ;
- b. Les volumes de terrassements ;
- c. Les différentes constructions à démolir ;
- d. Traversée des terrains agricoles à fort rendement ;
- e. La Traversée des différents réseaux (énergie, AEP, assainissement, fibre optique).

II.1.c) Identification et importance des critères retenus :

Les préoccupations s'expriment en critères. Ils ont été identifiés comme pertinents pour l'analyse en vue d'opérer un choix et de dégager la variante optimale, destinées à l'étude en phase d'APS. Ces critères fournissent également un ordre de grandeur des effets du projet.

Caractéristiques techniques de l'infrastructure :

- La géométrie de l'infrastructure exprimée en longueur ;
- Le relief traversé par l'infrastructure exprimée en volumes de terrassements.

L'intégration de l'infrastructure à son environnement physique et humain :

L'intégration de l'infrastructure dans son environnement, se traduit par l'atteinte aux éléments sensibles du milieu physique et humain :

Le milieu physique :

L'atteinte apportée au milieu physique se traduit par le franchissement d'oueds et d'écoulements.

Le milieu humain :

- Les différentes habitations à démolir;
- La traversée des terrains agricoles à fort rendement;
- La traversée des différents réseaux : réseau de transport d'énergie, réseau d'AEP, réseau d'assainissement.

Les critères de choix définis plus haut, entreront dans la comparaison des variantes proposées assorties de leur coefficient de pondération (importance du critère).

✓ Comparaison entre les variantes :

Variantes	Avantages	Inconvénients
1 ^{ère} VAR	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contrainte topographique forte (coût diminué) - plus proche de la ville et plus courte (10.6Km) - pas de nuisance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Traverse des zones agricoles - Passer sur des surfaces vertes (foret). - exigence de passer sur un OA
2 ^{ème} VAR	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de contrainte topographique forte. - Tracé éloigné des habitations. 	<ul style="list-style-type: none"> - plus loin de la ville et plus long (15Km, donc augmentation du coût) - passage sur des grandes surfaces vertes (foret) - raccordement difficile au niveau de l'échangeur - exigence de passer sur un OA pour assurer la liaison à l'échangeur - Traverse des zones agricoles - exigence de passer sur un OA

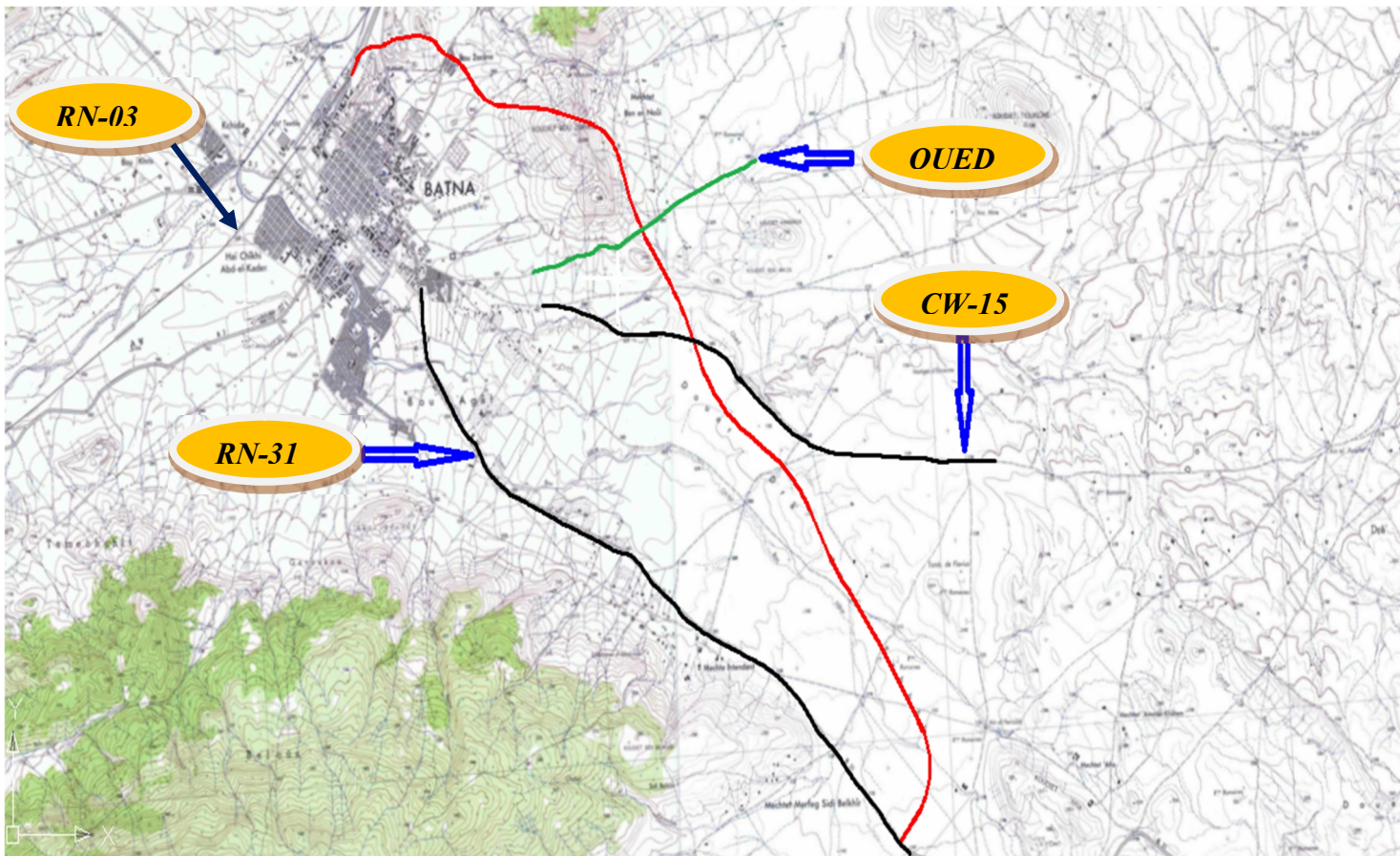
Tableau - La comparaison entre les deux variantes

✓ **Tableau multicritères**

Critères	Var -1	Var-2
- Linéaire (km)	10.6	15
- Croisement de piste (u)	03	04
- Ouvrage de protection (u)	04	05
- Habitations à démolir (u)	00	00
- Conduite d'eau (u)	02	03
- Conduite gaz (HP)	00	00
-Terrains agricoles à fort rendement (h)	2.5	3.5
- Franchissement d'oued (u)	02	03
- Franchissement d'écoulement (u)	04	06
- Volume remblais	269536	400325
- Volume déblais	569356	652952
- Alignements	59%	45%
- raccordement	41%	55%

✓ **Conclusion :**

L'analyse comparative des deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°1 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses (voir le schéma que représenté la variante retenue).



Variante retenue

II.1.c) Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- ❖ Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- ❖ Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.
- ❖ Absence d'impact dommageable notable l'avifaune sauvage.
- ❖ Impact minimum sur les grands paysages.

i. Caractéristiques géométriques globale :

• Tracé en plan :

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie **C1** et au vitesse de base de **(60,80km/h)** dans un environnement **E2**.

En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :

Vitesse de référence (Km/h)	80	60
Normes	B40	
Rayon minimum absolu (RHm)	250	125
Rayon minimum normal (RHN)	450	250
Rayon au devers minimum (RHd)	1000	550
Rayon non déversé (RHnd)	1400	800

Caractéristiques géométriques de profil en long

• **Profil en long :**

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leurs pentes et de raccords paraboliques caractérisés par leurs rayons.

Les rayons en angles saillants interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale), de ce fait c'est toujours la première condition qui est déterminante. Les rayons en angle rentrant sont eux fixés principalement par des conditions de confort.

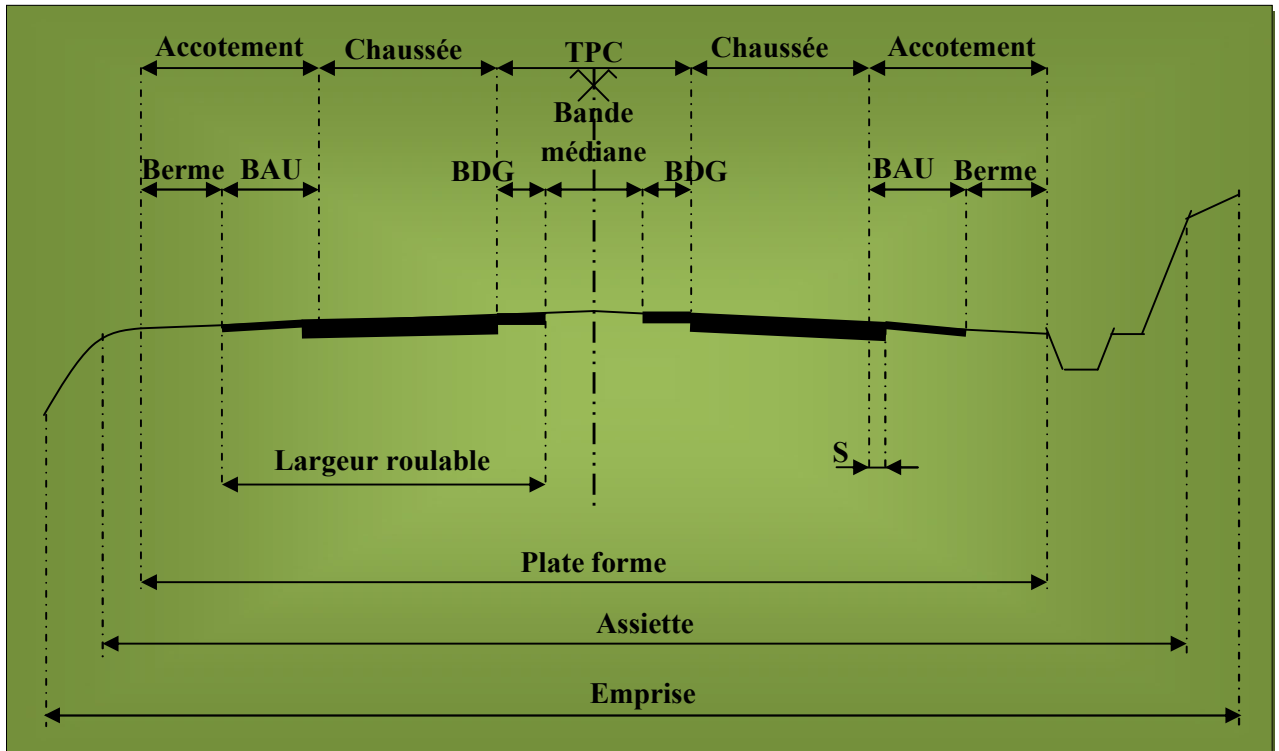
En fonction de la vitesse de référence définie, les caractéristiques de profil en long se déclinent comme suit :

Rayons en profils en long	VB= 80(km/h)	VB=60(km/h)
Déclivité maximum	6%	7%
Déclivité minimum au devers nul	0.5%	0.5%
Rayon en angle saillant (m)		
Minimum absolu	2500	1000
Minimum normal	6000	2500
Rayon en angle rentrant (m)		
Minimum absolu	2400	1200
Minimum normal	3000	2400

- **Profil en travers type :**

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur un chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent et des détails constructifs communs, on établit tout d'abord un profil unique, appelé « profil-type », contenant toutes les dimensions et tous les couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux...

Les éléments constitutifs du profil en type sont :



CHAPITRE I: ETUDE DE TRAFIC

I.1. Introduction :

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

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale, au travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés.

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur le développement des infrastructures de transport. Elle influera directement sur le choix des caractéristiques des voies à créer ainsi que les chaussées.

Dans ce registre on peut citer des choix possibles:

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération,
- Choix du tracé par rapport aux zones bâties,
- Position des échangeurs,
- Géométrie des carrefours,

Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids-lourds cumulés.

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routière, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donnée sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

✓ VOCABULAIRE A CONNAITRE

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés:

- **Trafic de transit:** origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation),
- **Trafic d'échange:** origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et vis vers ça (important pour définir les points d'échange),
- **Trafic local:** trafic qui se déplace seulement à l'intérieur de la zone étudiée.

I.2. Analyse du trafic :

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

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

- ✓ La statique générale.
- ✓ Le comptage sur route (manuel et automatique).
- ✓ Une enquête de circulation.

I.3. Différents type de trafic :

On distingue quatre types de trafic:

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- **Trafic induit** : C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic total** : C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

I.4. Modèles de présentation de trafic :

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

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

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

I.4.a) Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n à l'année n sera:

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

Où :

- ✓ T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- ✓ τ : est le taux de croissance.

I.4.b) Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques:

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

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

I.4.c) Modèle gravitaire:

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

I.4.d) Modèle de facteurs de croissance:

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

- ✓ Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- ✓ Le nombre d'emploi.
- ✓ La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

Remarque:

Pour notre cas, nous utilisons la méthode « **prolongation de l'évolution passée** » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

I.5. Calcul de la capacité:

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

I.5.a) Trafic à un horizon donné :

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

Tel que:

$$TJMA_n = TJMA_0 (1 + \tau)$$

- ✓ $TJMA_n$: trafic journalier moyen à l'année n .

- ✓ $TJMA_0$: trafic journalier moyen à l'année 0.
- ✓ T : taux d'accroissement annuel.
- ✓ n : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

I.5.b) Trafic effectif :

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

Tel que :

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

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

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tableau -1- Coefficient d'équivalence « P »

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-11	16-24

i. Évaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

ii. Évaluation de l'offre:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

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

Tel que :

- ✓ C_{th} : la capacité théorique.
- ✓ K_1 : coefficient qui dépend de l'environnement.
- ✓ K_2 : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

Tableau -2- : Coefficient « K_1 »

Environnement	E1	E2	E3
K_1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau -3- 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

Tableau 4 : Capacité théorique « C_{th} »

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

iii. Calcul du nombre de voies :

Chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

Chaussée unidirectionnelle :

- ✓ Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

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

Tel que :

- ✓ S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.
- ✓ Q_{adm} : débit admissible par voie.

I.6. Données de projet :

I.6.a) données sur les réseaux routiers :

➤ **Le Réseau routier de la wilaya :**

- Longueur Totale: **3 513,92 Km**
- Routes Nationales: **805,30 Km**

Catégorie	Longueur	%
Routes nationales	805,30	22,91
Chemins de Wilaya	650,30	18,51
Chemins Communaux	858,40	24,43
Pistes	1.199,92	34,15
Totales	3.513 ,92	100

➤ **Données sur le trafic:**

D'après les résultats de comptage du trafic qui nous ont été fournis par les éléments du bureau qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année **2010** $TJMA_{2010} = 7000$ v/j.
- Le pourcentage de poids lourds **PL=25%**
- Année de mise en service : **2012**
- Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau = 4\%$.
- La durée de vie: **20ans**.

On a :

P=6 (Route à bonne caractéristique, environnement **E2**)

K1=0.85 (environnement **E2**) ; **K2=0.99** (environnement **E2**, catégorie **C1**)

• **Calcul de TJMA horizon :**

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n TJMA_{2010}$$

$$TJMA_{2012} = (1 + 0.04)^2 \times 7000$$

$$TJMA_{2012} = 7571 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2032} = (1 + 0.04)^{20} = 16589$$

$$TJMA_{2032} = 16589 \text{ v/j}$$

• **Calcul des trafics effectifs**

P = 6 (route de bonnes caractéristiques, **E1**)

$$T_{\text{eff } 2032} = [(1 - 0.25) + 6 \times 0.25] \times 16589$$

$$T_{\text{eff } 2032} = 37325 \text{ uvp/j}$$

- **Débit de pointe horaire normal :**

$$Q_{2032} = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$
$$Q_{2032} = 0.12 \times 37325$$

$$Q_{2032} = 4479 \text{ uvp/h}$$

- **Débit admissible :**

Le débit que supporte une section donnée

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

K1: coefficient correcteur pris égal à **0.85** pour **E2**

K2: coefficient correcteur pris égal à **0.99** pour environnement (**E2**) et catégorie (**C1**)

C_{th}: capacité théorique

C_{th} = **1800** (d'après le B40 pour E2, C1 et pour une chaussée séparée à 2 voies)

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 1800$$

Donc:

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

- **Détermination de nombre des voies**

$$N = 2/3 \times (Q/Q_{\text{adm}})$$

$$N = 2/3 \times (4479/1515) = 1.97$$

Donc :

$$N = 2 \text{ voie /sens.}$$

Un profil en travers en 2×2 voies avec un TPC de 3.00m et 1.80 m d'accotement, La largeur d'une voie est de 3.50m.

- **L'année de saturation de 2x2 voies :**

On détermine la durée de vie avant saturation par la formule suivante :

$$Q_{\text{saturation}} = (1 + \tau) n \times Q_{2010}$$

Avec : $Q_{\text{saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}}$

$$Q_{2012} = 0,12 \times T_{\text{eff}}(2012)$$

$$T_{\text{eff}}(2012) = ((1 - 0.25) + 6 \times 0.25) \times 7571$$

$$T_{\text{eff}}(2012) = 17035 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2012} = 0.12 \times 17035 = 2044 \text{ uvp/h}$$

Donc :

$$Q_{2012} = 2044 \text{ uvp/h}$$

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

$$n = \frac{\ln(Q_{\text{saturation}} / Q_{2012})}{\ln(1+\tau)} \quad \longrightarrow \quad n = \frac{\ln(6060/2044)}{\ln(1+0.04)} \quad n=27.70$$

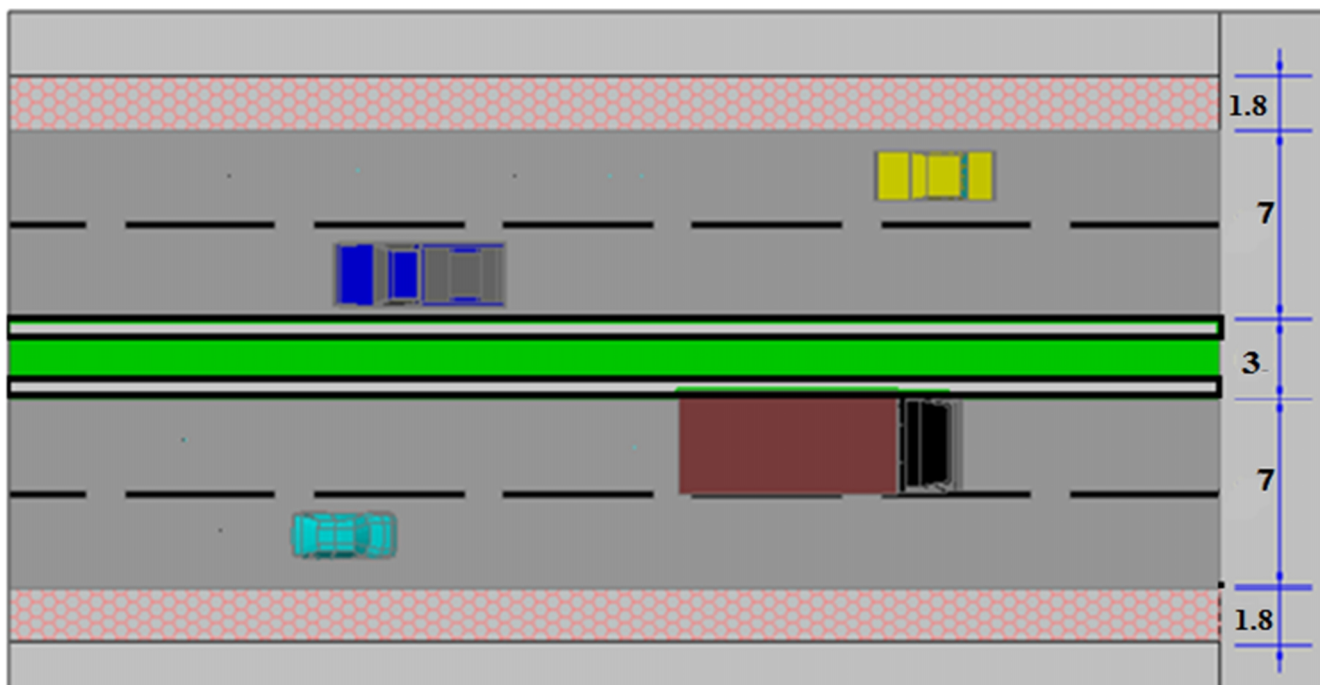
Donc : $n=28\text{ans}$

D'où notre route sera saturée 28 ans après la mise en service donc l'année de saturation est Année : 2040.

Tableau : les calculs sont représentés dans le tableau suivant

TJMA ₂₀₁₀ (v/j)	TJMA ₂₀₁₂ (v/j)	TJMA ₂₀₃₂ (v/j)	Teff ₂₀₃₂ (uvp/j)	Q ₂₀₃₂ (uvp/j)	N voies
7000	7571	16589	37325	4479	2

➤ Schéma présente les dimensions de la route



CHAPITRE II

TRACÉ EN PLAN

CHAPITRE II : TRACE EN PLAN

II.1. Introduction :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

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.

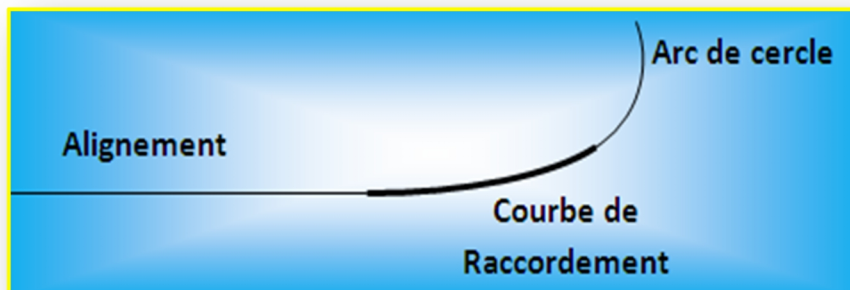
II.2. Règles à respecter dans le trace en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va 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'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts 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.

II.3. Les éléments du 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 :



II.3.a) 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 maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

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

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

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

$$L_{\max} = 60$$

Avec V en (m/s).

II.3.b) 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.

i. Stabilité en courbe :

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

ii. Rayon horizontal minimal absolu :

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

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

iii. Rayon minimal normal :

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

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

iv. Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.

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

v. Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

Pour les catégories 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f_t - d_{min})}$$

Pour les catégories 3-4-5

Avec : $f_t = 0.07$ cat 3
 $f_t = 0.075$ cat 4-5

vi. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- ✓ Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à RHN.
- ✓ Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.

- Si RHm < R < RHN :

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

- Si RHN < R < RHd :

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

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

Remarque :

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

vii. Surlargeur :

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m).
R : rayon de l'axe de la route.

II.3.c) Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :

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

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

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurée ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

i. Expression de la clothoïde :

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

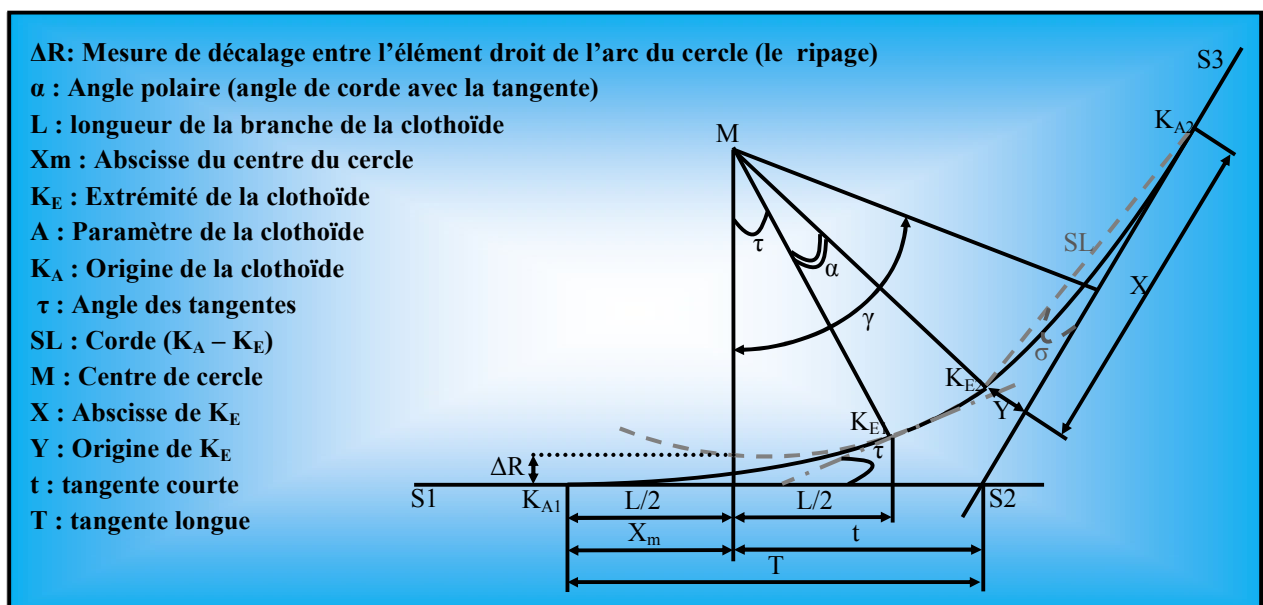
$$K = C.L ; K = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C}$$

On pose : $\frac{1}{C} = A^2$

$$\frac{K}{A^2} = \frac{L.R}{1}$$

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

ii. Les éléments de la clothoïde :



iii. Les conditions de raccordement :

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

❖ Condition optique :

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

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

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

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

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

Pour $R \leq 1500$ $\Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$

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

Pour $R > 5000\text{m}$ ΔR limité à 2.5m soit $L = 7,75 (R)^{1/2}$

❖ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g.\Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$

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

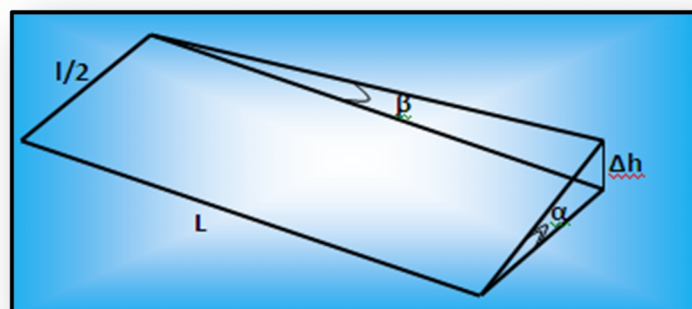
$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left(\frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d \right)$$

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

❖ Condition de gauchissement :



La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte. $\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$

Nous avons :

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B$$

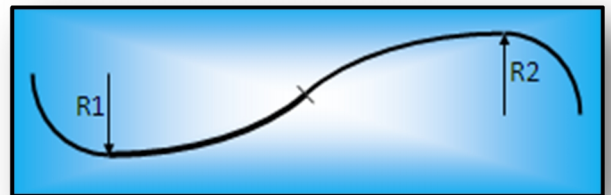
l : largeur de chaussée

II.4. Combinaison des éléments de trace en plan :

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

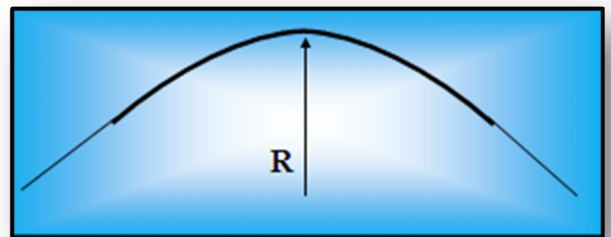
II.4.a) Courbe en S :

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



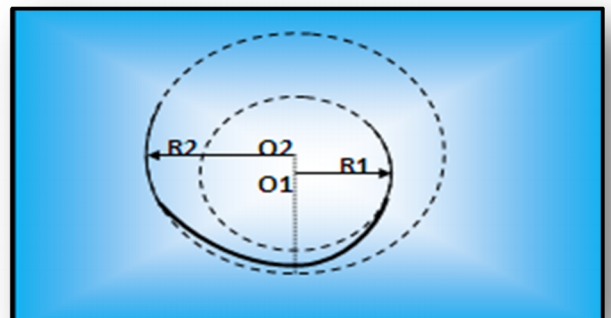
II.4.b) Courbe à sommet :

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



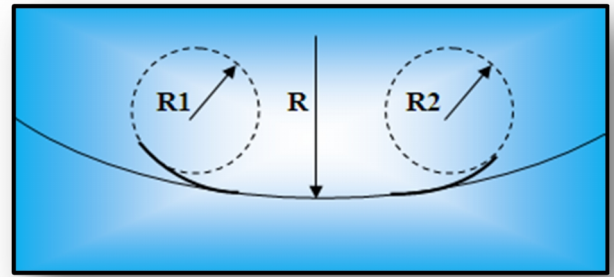
II.4.c) Courbe en Ovale:

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



II.4.d) Courbe en C :

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



II.5. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_B) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers. Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

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

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de route.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Topographie.
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

- **Vitesse de projet:**

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

On entend par conditions normales:

- ✓ Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- ✓ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;

Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonnes conditions normales.

II.6. Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C1, dans un environnement E2, avec des vitesses de base $V_B = (60 ; 80) \text{ km/h}$.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40.

Paramètres	Symboles	Valeurs		Unités
Vitesse	V_B	80	60	km/h
Longueur minimale	L_{min}	111	84	m
Longueur maximale	L_{max}	1334	1000	m
Devers minimal	d_{min}	-2.5	-2.5	%
Devers maximal	d_{max}	7	7	%
Temps de perception réaction	t_1	2	2	S
Frottement longitudinal	f_L	0.39	0.42	-
Frottement transversal	f_t	0.13	0.16	-
Distance de freinage	d_0	65	34	m
Distance d'arrêt	d_1	109	67	m
RHm	RHm (7%)	250	125	m
RHN	RHN (5%)	450	250	m
RHd	RHd (2.5%)	1000	550	m
RHnd	RHnd (2.5%)	1400	800	m

Tableau -1- paramètres du tracé en plan.

D'après tout ce qui précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

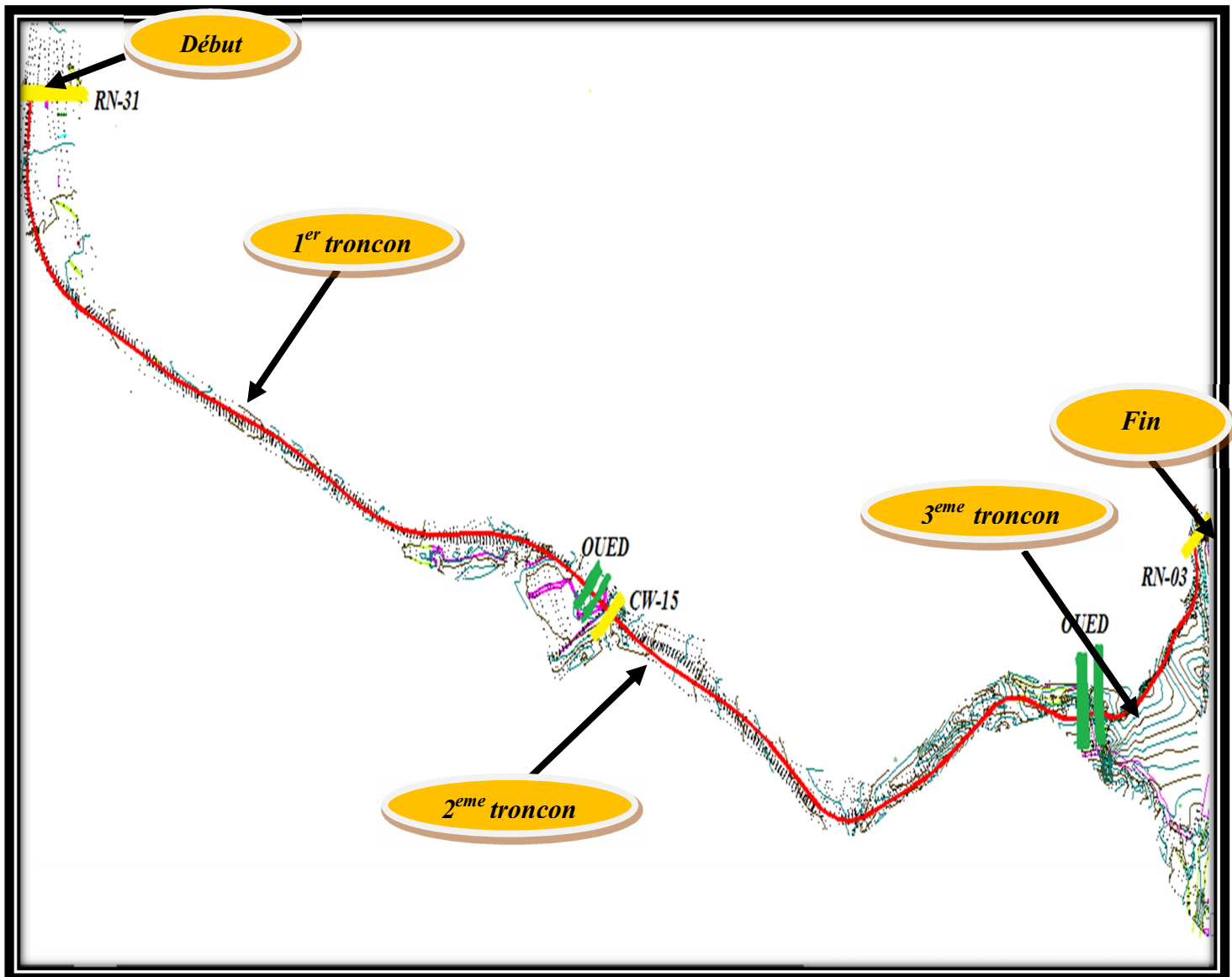
❖ Les rayons :

Rayons	125	200	250	300	370
Dévers associé(%)	7	5.5	5	3.6	4.2
Rayons	1000	1100	1500	2000	3000
Dévers associé (%)	2.5	2.5	-2.5	-2.5	-2.5

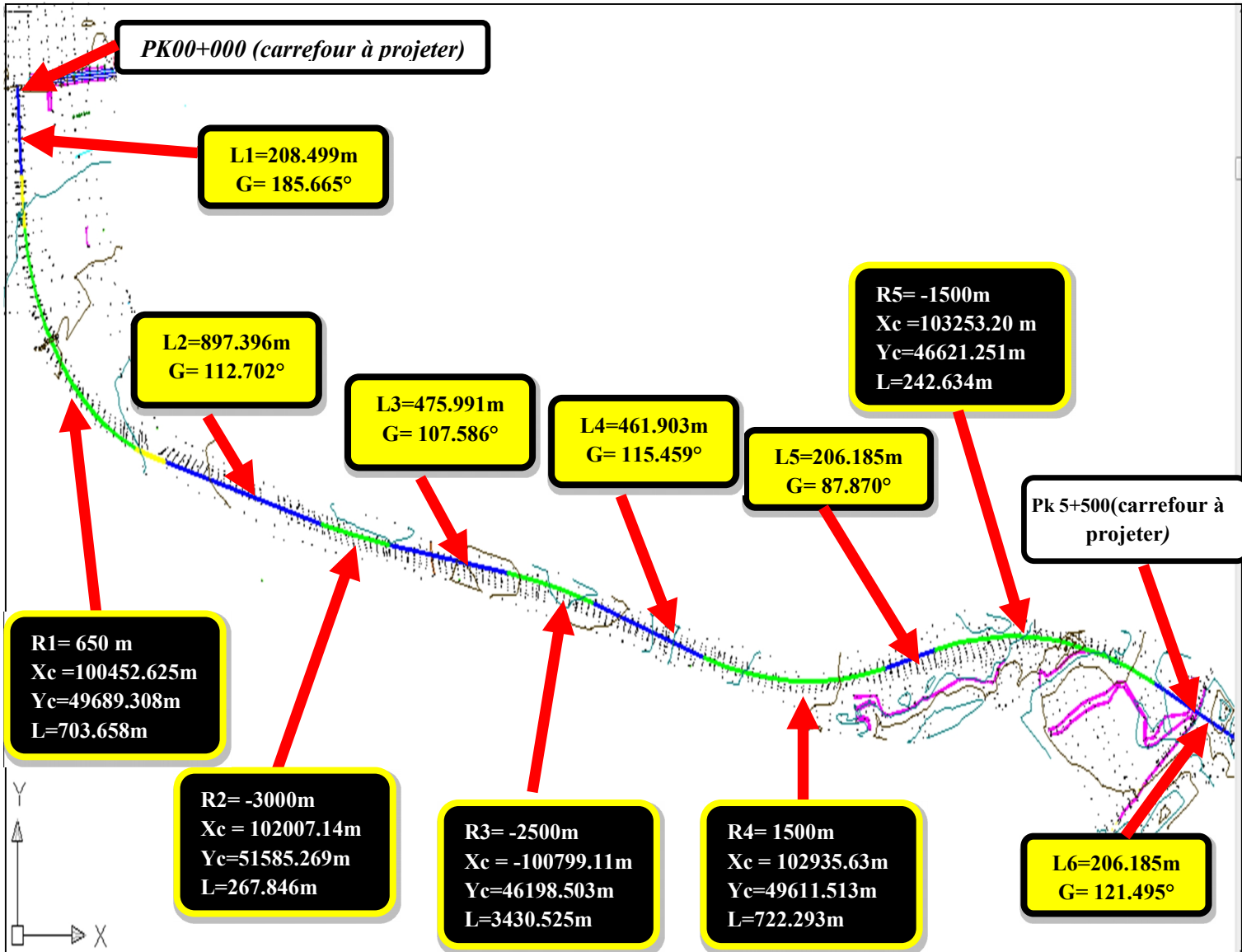
❖ Le pourcentage de la longueur des alignements est de **59%** entre **40%** et **60%** de la longueur totale de tracé.

II.7. Choix des éléments géométriques :

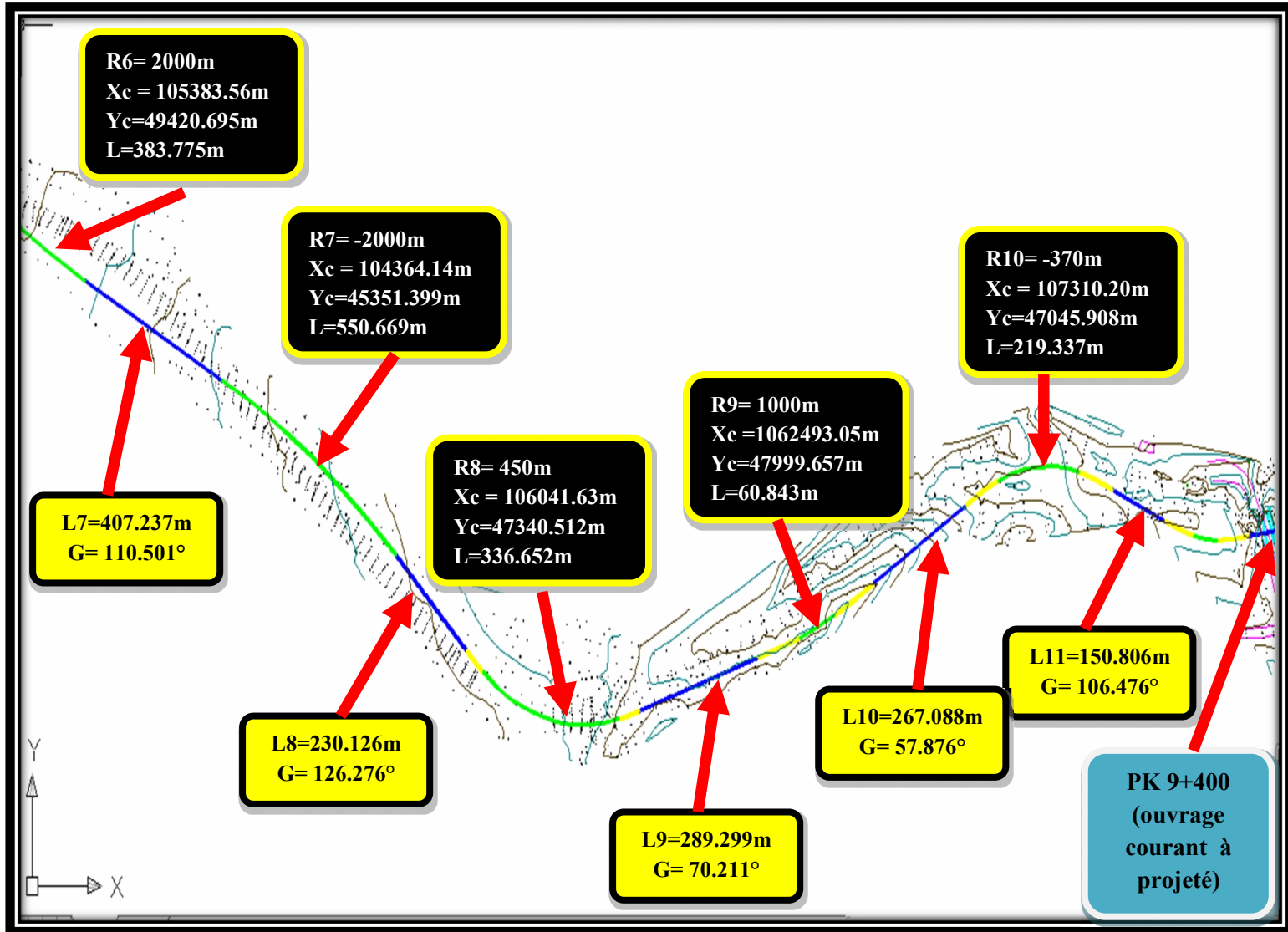
La forme générale de notre tracé composée de trois tronçons, selon la direction, les contraintes à franchir et la topographie du terrain, donc on a traité chacun à part.



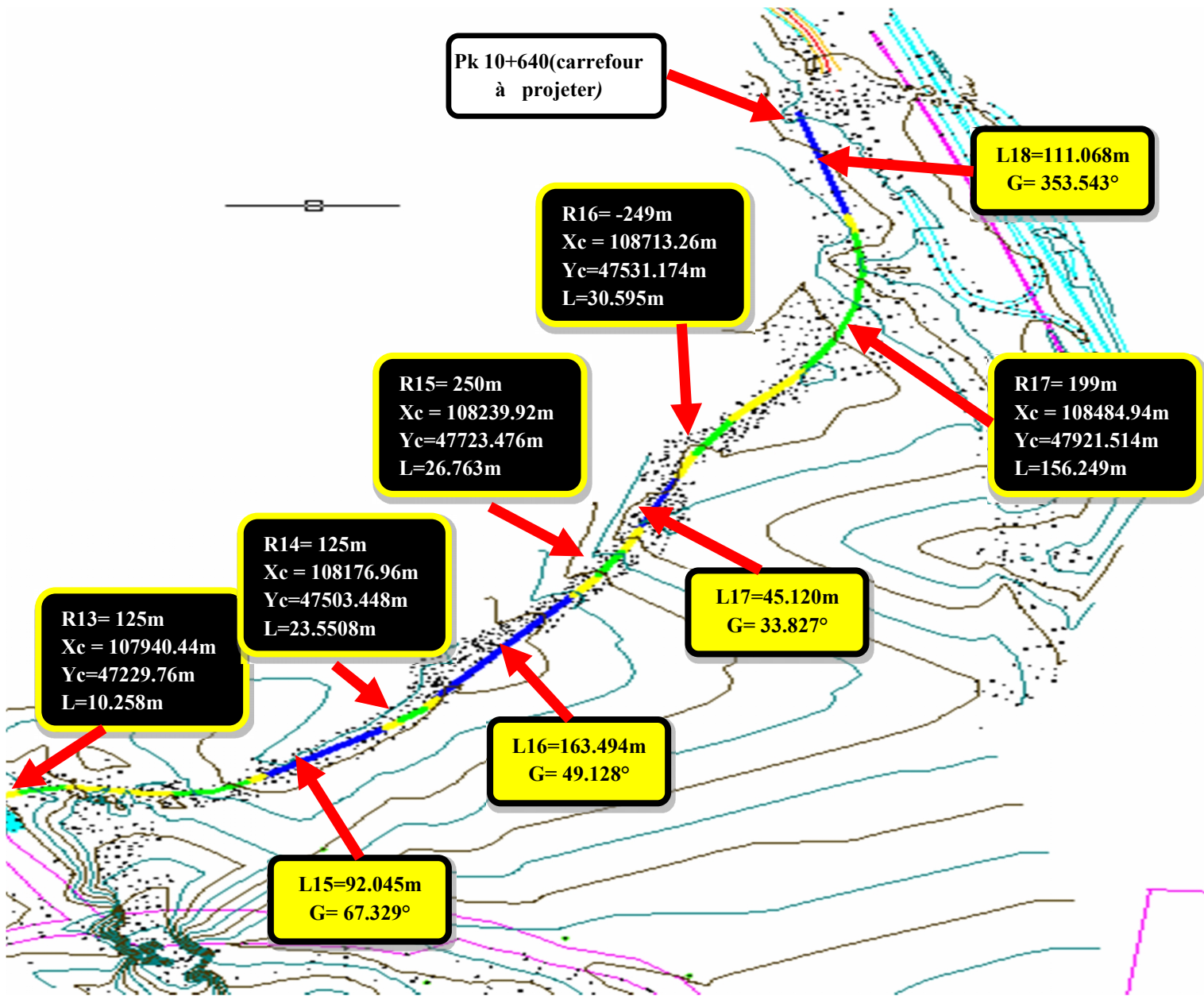
TRACE EN PLAN



Le 1^{er} tronçon entre le PK 0+000 et le PK 5+400



Le 2^{eme} tronçon entre le PK 5+500 et le PK 9+400



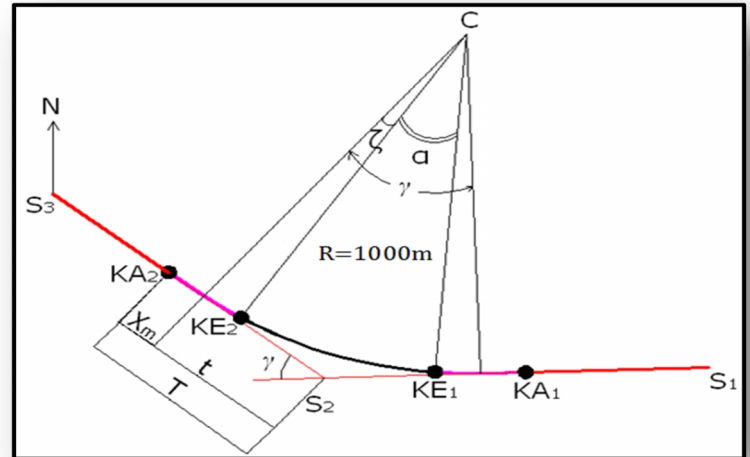
Le 3^{ème} tronçon entre le PK 9+400 et le PK 10+640

II.8. Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- ✓ Calcul de gisements.
- ✓ Calcul de l'angle γ entre alignements.
- ✓ Calcul de la tangente T.
- ✓ Calcul de la corde SL.
- ✓ Calcul de l'angle polaire σ .
- ✓ Vérification de non chevauchement.
- ✓ Calcul de l'arc de cercle.
- ✓ Calcul des coordonnées des points singuliers.
- ✓ calcul de kilométrage des points particuliers.



Calcul manuel des raccordements :

- Courbe avec Clothoïde :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet (Liaison1)

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$V_B = 800 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	105611.3663	47052.3258	370
$S_2 (P_2)$	105947.6025	46825.3788	
$S_3 (P_3)$	106202.0621	46918.9333	

❖ **Détermination de L :**

▪ **Condition de confort optique :**

$$R \leq 1500m \quad \overline{24 \times R \times \Delta R}$$

On prend $\Delta R = 1m$

$$\text{Donc } L = \sqrt{24 \times 370 \times 1} = 94.23 \text{ m} \dots \dots \dots$$

①

▪ **Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :**

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

$$\underline{RHm \leq R \leq RHN}$$

$$\Delta d = 7-d, \quad d = d_{(RHm)} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) \frac{d_{(RHm)} - d_{(RHN)}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

d = 5.5%

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot (5.5\% - (-2.5\%)) \cdot 80$$

$$L \geq 88.9m \dots \dots \dots$$

②

$$L = \max(94.23, 88.9).$$

Donc on prend : **L = 94.23m**

❖ **Calcul du paramètre A :**

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

$$A = \sqrt{L \cdot R} = 185.72$$

Donc on prend : **A = 186**

La condition $R/3 \leq A_{min}$ R elle est vérifiée, (123.33 Amin 370)

❖ **Calcul de ΔR :**

$$R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{93.23^2}{24 \times 370} = \Delta R = 1.00m$$

❖ **Calcul des Gisements :**

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|115947.6025-105611.3663|}{|46827.3788-470523258|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 137.53 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \quad G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|106202.0621-105947.6025|}{|46918.9333-46827.3788|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 78.013 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 59.524 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{94.23}{2.370} \times \frac{200}{\pi} = 8.107 \text{ gr}$$

❖ Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 8.107 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 59.524/2 = 29.762 \text{ gr} \quad \text{D'où : } \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas chevauchement}$$

❖ Calcul des distances :

$$\overline{S1S2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(3362362)^2 + (-224.947)^2} = 404.544 \text{ m}$$

$$\overline{S2S3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(254.4596)^2 + (91.5545)^2} = 270.429 \text{ m}$$

❖ Calcul de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2}; \quad X_m = \frac{94.23}{2} = 47.115 \text{ m}$$

❖ Abscisse de KE :

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40.R^2}\right) = 93.63 \text{ m}$$

❖ Origine de KE :

$$y = \frac{L^2}{6.R} = \mathbf{3.99m}$$

❖ **Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + R) \operatorname{tg}\left(\frac{y}{2}\right), \text{ On a: } L/R = \mathbf{0.254}$$

À partir des tables des clothoïdes ligne N°408, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{ll} R/R = 0.002714 & R = \mathbf{1.004} \\ X_m/R = 0.127576 & X_m = \mathbf{47.20} \\ X/R = 0.254514 & X = \mathbf{94.17} \\ Y/R = 0.010741 & Y = \mathbf{3.99} \end{array} \right.$$

$$\text{Donc : } T = 47.2 + (370 + 1.004) \cdot \operatorname{tg}(29.762) = \mathbf{234.39m.}$$

❖ **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(155.723)^2 + (4.045)^2} = \mathbf{94.17.}$$

❖ **Calcul de σ :**

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{3.99}{94.17}\right) = \mathbf{2.70 \text{ gr.}}$$

❖ **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 59.524 - 2 * (8.107) = \mathbf{43.31 \text{ gr.}}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{370 \times \pi \times 43.31}{200} \approx \mathbf{251.715m.}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA1} = X_{S1} + \sqrt{(R + R)^2 - T^2} \sin(G_{S1}^{S2}) = \mathbf{105752.764m.} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + \sqrt{(R + R)^2 - T^2} \cos(G_{S1}^{S2}) = \mathbf{46957.727m.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = \mathbf{106167.929m.} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = \mathbf{46906.730m.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = \mathbf{105833.188m.} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = \mathbf{46908.739m.} \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S \sin(G_{S2}^{S3} + c) = 106080.751 \text{ m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S \cos(G_{S2}^{S3} + c) = 46871.120 \text{ m.} \end{cases}$$

❖ Calcul de ~~proportionnalité~~ kilométrique des points singuliers :

$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{S1S2} - T = 0 + 404.544 - 234.39 = 170.154 \text{ m}$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = 170.154 + 94.23 = 264.384 \text{ m}$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + K_{E1}K_{E2} = 516.099 \text{ m}$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = 516.099 + 94.23 = 610.329 \text{ m}$$

• Courbe sans Clothoïde

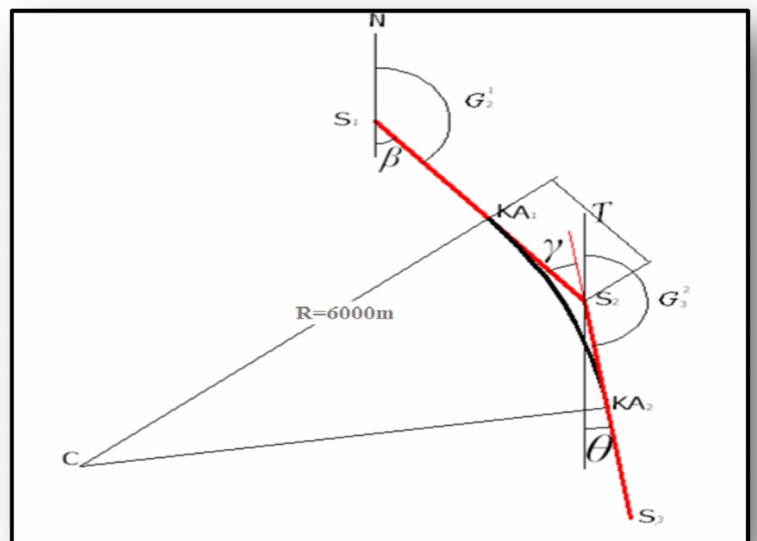
$$\begin{cases} R=3000 \text{ m} \\ X_{S2}=100969.3088 \text{ m} \\ Y_{S2}=48737.6828 \text{ m} \end{cases}$$

❖ Calcul des gisements :

$$\begin{cases} \gamma = 11.617 \text{ gr} \\ G_{S1-S2} = 129.31 \text{ gr} \\ G_{S2-S3} = 117.69 \text{ gr} \end{cases}$$

❖ Calcul de tangente :

$$\begin{cases} T = R \times \text{tg}(\gamma/2) \\ T = 3000 \times \text{tg}(5.8085) = 274.481 \text{ m} \end{cases}$$



❖ **Calcul des coordonnées des points de tangente :**

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = 70.685 \text{ gr} \\ X_{KA1} = X_{S2} - T \times \sin(\beta) = (100969.3088) - 274.481 \times \sin(70.685) = 100723.417 \text{ m} \\ Y_{KA1} = Y_{S2} + T \times \cos(\beta) = 48737.6828 + 274.481 \times \cos(70.685) = 48859.655 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = 82.302 \text{ gr} \\ X_{KA2} = X_{S2} + T \times \sin(\theta) = 100969.3088 + 274.481 \times \sin(82.302) = 101233.252 \text{ m} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T \times \cos(\theta) = 48737.6828 - 274.481 \times \cos(82.302) = 48662.357 \text{ m} \end{array} \right.$$

❖ **Calcul des coordonnées de centre :**

$$\left\{ \begin{array}{l} GK_{A1-C} = G_{KA1-S2} + 100 = 129.31 + 100 = 229.31 \text{ gr} \\ X_C = X_{KA1} + R \times \sin(G_{KA1-C}) = 100723.417 + 3000 \times \sin(229.31) = 100969.309 \text{ (m)} \\ Y_C = Y_{KA1} + R \times \cos(G_{KA1-C}) = 48737.6828 + 3000 \times \cos(229.31) = 48737.683 \text{ (m)} \end{array} \right.$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

CHAPITRE III

PROFIL EN LONG

CHAPITRE III: PROFIL EN LONG

III.1. Introduction :

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

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

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

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

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

- ✓ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✓ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- ✓ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ✓ 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 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 aux grandes lignes du paysage.

III.3. Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- ✓ Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- ✓ Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- ✓ Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

III.4. Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

III.4.a) Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

III.4.b) Déclivité maximum :

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

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

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 5\%$) dans le franchissement de la côtère

Nota : Selon le B-40 on a :

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

III.5. Raccordements 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.

Et on distingue deux types de raccordements :

III.5.a) Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ✓ Condition de confort.
- ✓ Condition de visibilité.

i. Condition de confort :

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

$$v^2/R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } v = V/3.6.$$

D'où : $R_v = 0,3 V^2$ (cat 1-2)

ii. Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

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

$$S \left\{ \begin{array}{l} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1 \cdot x + z_A \end{array} \right.$$

III.6.b) Calcul de la tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = x_S - T \\ Z_E = Z_S - T \cdot P_1 \end{array} \right. \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = x_S + T \\ Z_F = Z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right.$$

III.6.c) Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

III.6.d) Calcul de la flèche :

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

III.6.e) Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \left\{ \begin{array}{l} HM = \frac{x^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + x \cdot P_1 - \frac{x^2}{2R} \end{array} \right.$$

III.6.f) Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \left\{ \begin{array}{l} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = Z_E + x_1 \cdot P_1 - \frac{x_1^2}{2R} \end{array} \right. \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} X_1 = R \cdot P_1 \\ X_2 = R \cdot P_2 \end{array}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point 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 des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D.

III.7. Choix des éléments géométriques :

D'après tous qui est précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

✓ **Les rayons verticaux**

AXE N° 01

Rv concaves (m)	30000	9000
Rv convexes (m)	20000	15000

✓ **Les rayons verticaux**

AXE N° 02

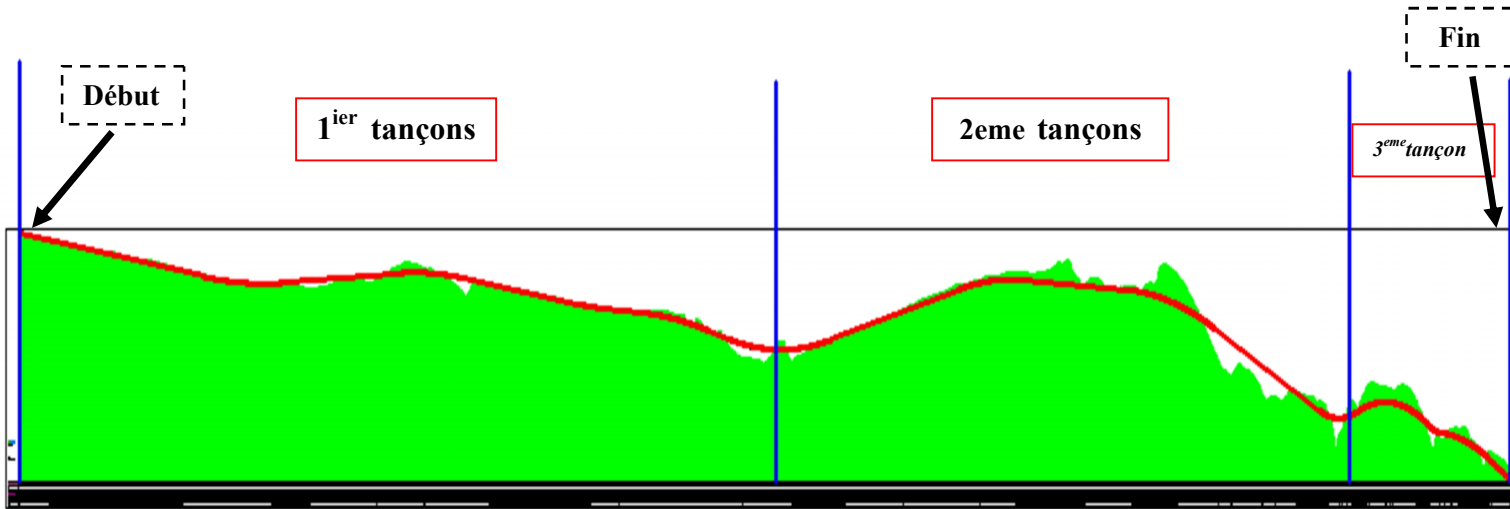
Rv concaves (m)	25000	6000	2500
Rv convexes (m)	12000	2500	/

✓ **La déclivité (max et min):**

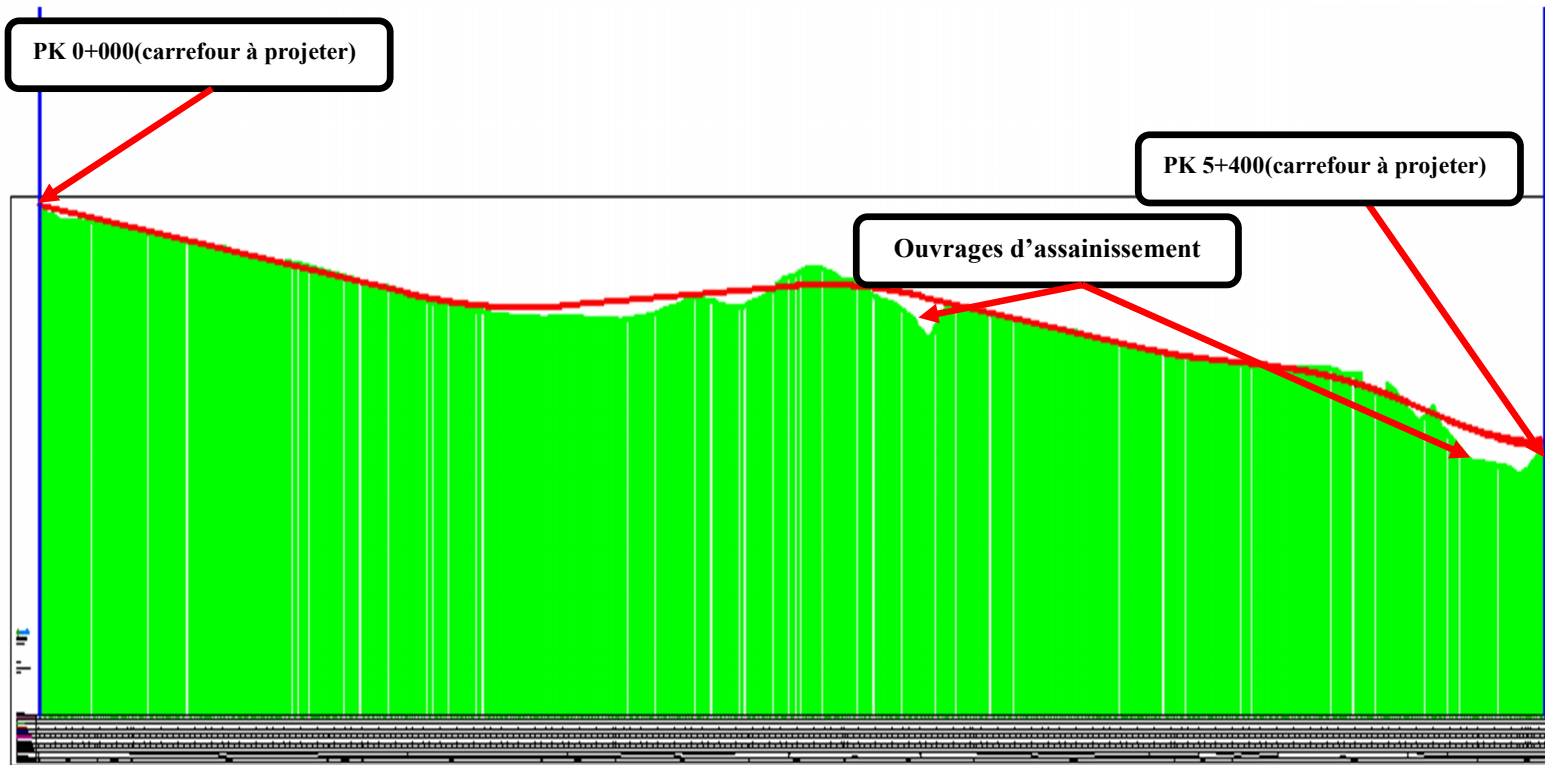
$$I_{\max} = 0.50 \% < I_{\max}(\text{B40}).$$

$$I_{\min} = 0.90\% \geq I_{\min}(\text{B40}).$$

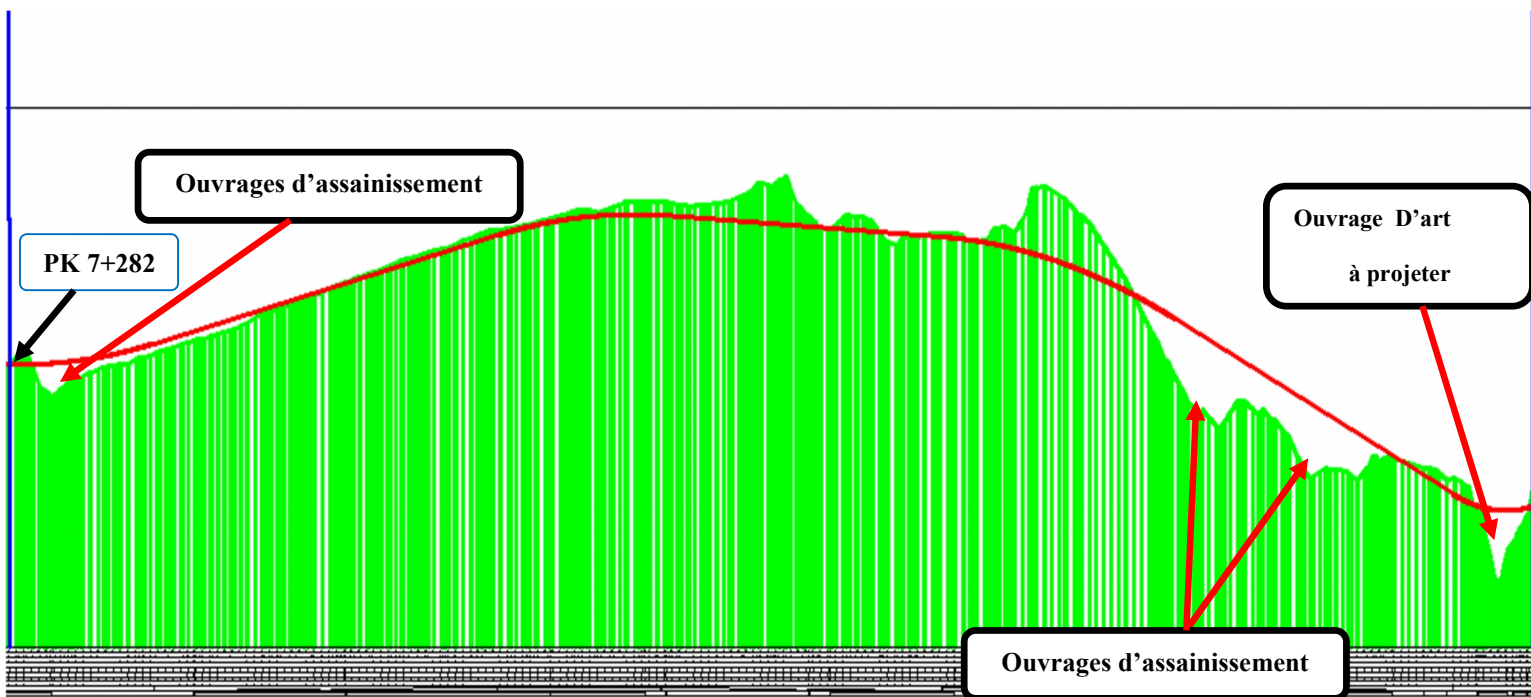
Profil en long (partie autocad)



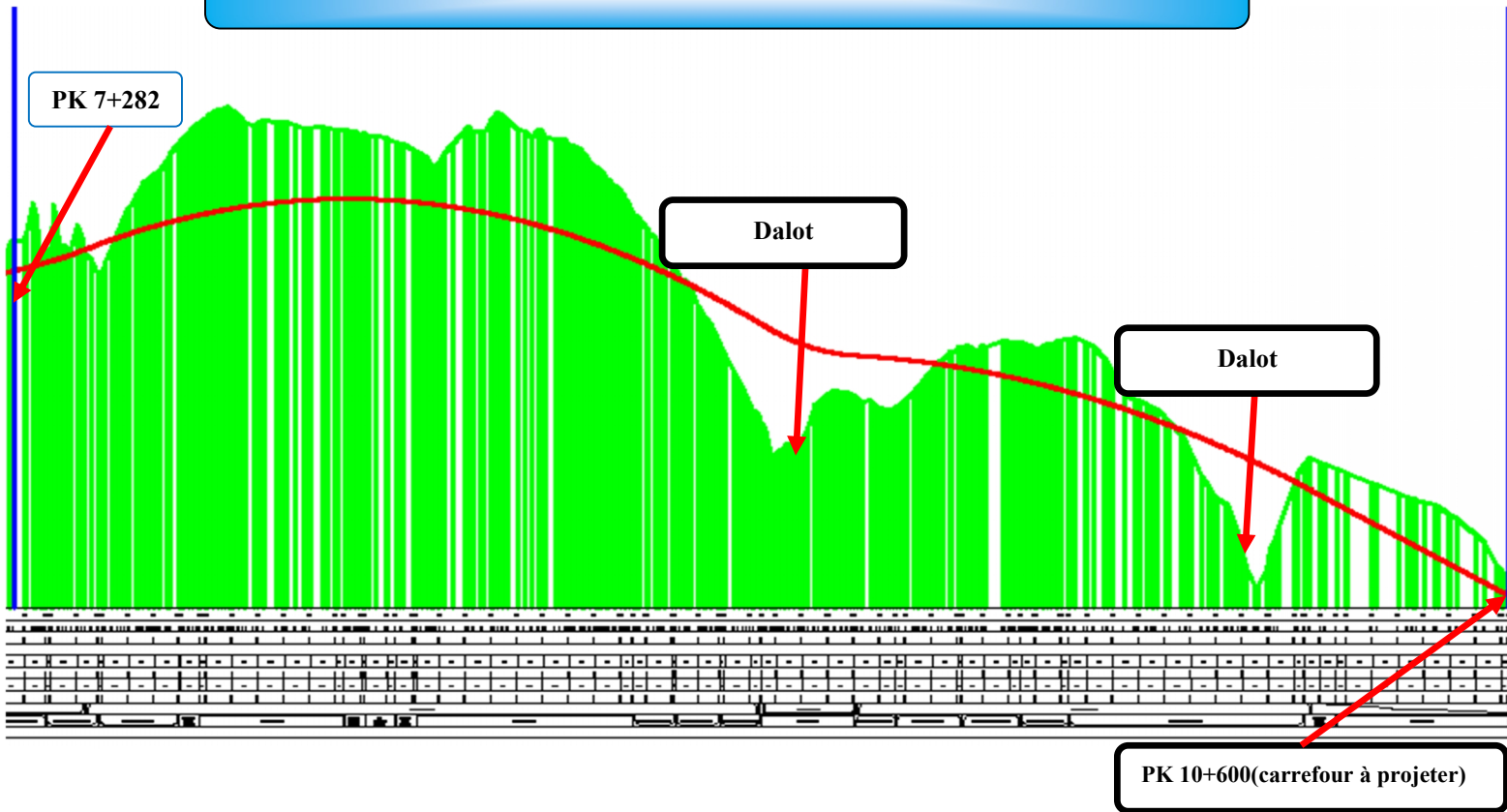
PROFIL EN LONG



Le 1^{er} tronçon entre le PK0+00 et le PK 5+400



Le 2^{ème} tronçon entre le PK 5+400 et PK9+300



Le 3^{ème} tronçon entre le PK9+300et le PK 10+600

III.8. Exemple de calcul de profil en long :

➤ cas d'un Raccordements concave :

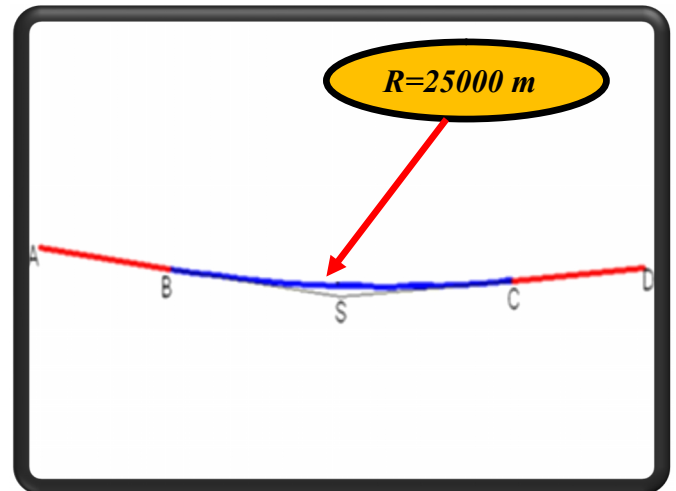
• Raccordement N°01 :

$R = 25000 \text{ m}$

A : $\begin{cases} S_A = 4390.603 \text{ m} \\ Z_A = 465.839 \text{ m} \end{cases}$

S : $\begin{cases} S_S = 5430 \text{ m} \\ Z_S = 444.826 \text{ m} \end{cases}$

D : $\begin{cases} S_D = 7596.204 \text{ m} \\ Z_D = 495.749 \text{ m} \end{cases}$



Calcul des pentes :

$i_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)}{(S_S - S_A)} \right| = \left| \frac{(444.826 - 465.839)}{(5430.00 - 4390.603)} \right| = -2.02 \%$

$i_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)}{(S_S - S_D)} \right| = \left| \frac{(444.826 - 495.749)}{(5430.00 - 7596.204)} \right| = 2.35 \%$

Calcul des tangentes :

$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|-2.02\%| + |2.35\%|) \times 25000/2 = 546.56 \text{ m}$

Calcul des flèches :

$H = T^2/2R = (546.56)^2 / (2 \times 25000) = 5.97 \text{ m}$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

✚ Calcul des coordonnées du point B :

$\begin{cases} S_B = S_S - T = 5430 - 546.56 = 4883.44 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times |i_1\%| = 444.826 + 546.56 \times |-2.02\%| = 455.875 \text{ m} \end{cases}$

✚ Calcul des coordonnées du point C :

$\begin{cases} S_C = S_S + T = 5430 + 546.56 = 5976.556 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times |i_2\%| = 444.826 + 546.56 \times |2.35\%| = 457.674 \text{ m} \end{cases}$

Calcul de la longueur de la courbe :

$L = 2 \times T = 2 \times 546.56 = 1093.112 \text{ m}$

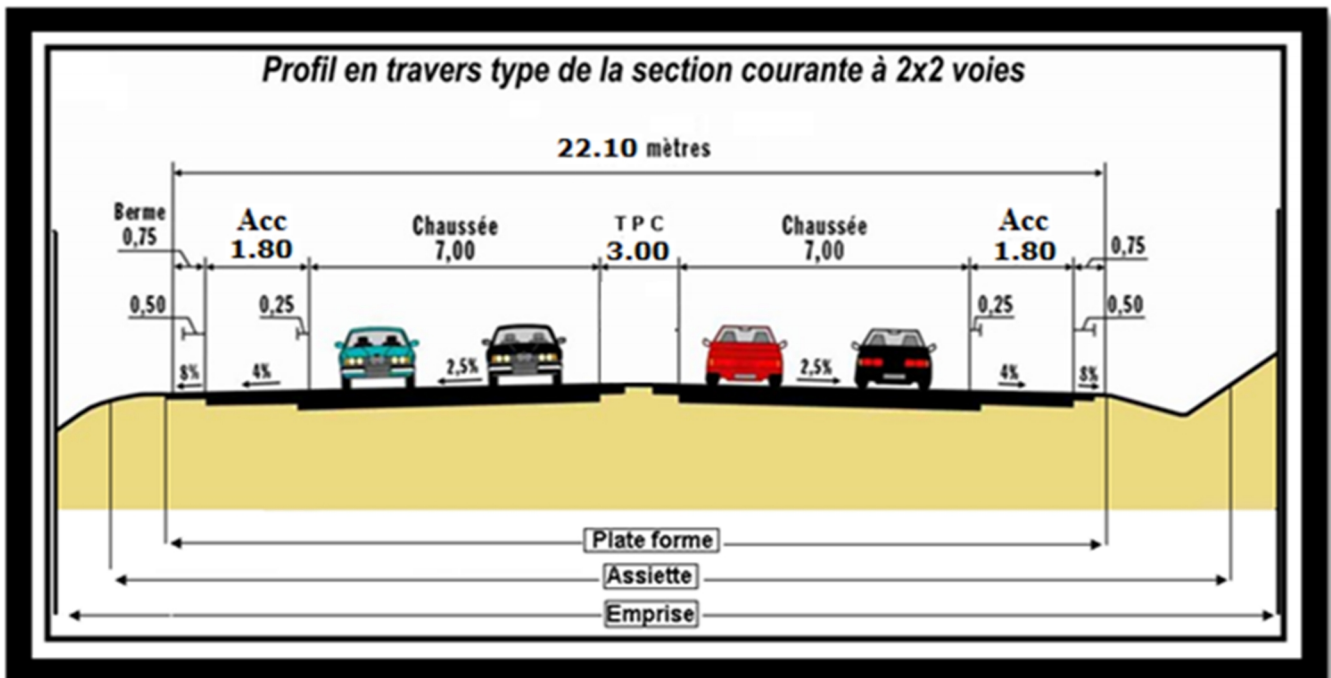
Les résultats de calcul sont joints en annexe

CHAPITRE IV : PROFILE EN TRAVERS

IV.1. Définition :

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

IV.2. Les éléments du profil en travers :



- ✓ **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ✓ **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- ✓ **Plate-forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ✓ **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.
- ✓ **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

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

- ❖ **La berme :** Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- ✓ **Terre- plein central (T.P.C) :** Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- ✓ **Couche de surface ou de roulement :** La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.
Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux différents.
Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison.
- ✓ **Couche de base:** La couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent .elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.
- ✓ **Couche de fondation :** La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base .mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).
- ✓ **Sous couche :** Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).
- ✓ **Couche de forme :** La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier.
- ✓ **Les trottoirs :** dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.
- ✓ **Banquettes :** lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.
- ✓ **Descentes de l'eau :** Elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

IV.3. Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

IV.3.a) Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

IV.3.b) Le profil en travers courant :

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

IV.4. Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✓ deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune : $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{m}$.
- ✓ un terre-plein central de 3 m : **3.00m**.
- ✓ accotement de 1.80m : $2 \times 1.8 = 3.60\text{m}$.
- ✓ une berme de 0.75 m pour chaque coté : $0.75 \times 2 = 1.5 \text{ m}$

La largeur de la plate-forme est de 22.10 m.

Remarque : dans le cas des grandes pentes et rampes (Axe N° 02) notre profil en travers est constitué comme suit :

- ✓ deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune : $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{m}$.
- ✓ un terre-plein central de 1 m : **1.00m**.
- ✓ accotement de 1.00 m : $2 \times 1.0 = 2.00\text{m}$.
- ✓ BAU (Bande d'Arrêt d'Urgence) : $2 \times 2 = 4.00 \text{ m}$
- ✓ une berme de 0.75 m pour chaque coté : $0.75 \times 2 = 1.5 \text{ m}$

La largeur de la plate-forme est de 22.50 m.

CHAPITRE V

ETUDE GEOTECHNIQUE

CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE

V.1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

V.2. Les essais de la reconnaissance :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

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

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

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

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

V.3. Les essais d'identifications :

V.3.a) Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2mm, soit au passant de 80 μ m) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines). C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

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

V.3.b) Equivalent de sable : C'est un essai qui permet de mesurer la propreté d'un sable. C'est-à-dire, déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

V.3.c) Limites d'Atterberg :

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

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

V.3.d) Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

V.3.e) Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

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

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

Il ne concerne que les sols cohérents.

V.3.f) Essai Los Angeles :

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

V.3.g) Essai Micro Deval :

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

V.4. Conditions d'utilisation des sols en remblais :

Les remblais posent à l'ingénieur routier un certain nombre de problèmes. Ce sont notamment :

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

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

- Les matériaux de remblais seront exempts de :

Pierre de dimension > 80 mm.

Matériaux plastique 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 30 cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

V.5. Les moyens de reconnaissance :

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

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

V.5.a Les essais in situ :

- ✓ **Les essais de plaque** : Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie « z », le déplacement, la pression « q » le rayon de charge « a » et le caractéristique du massif « E ».

Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : $E = 5 \text{ CBR}$.

- ✓ **Les essais pressiométriques** :

a. Pénétromètre statique :

L'essai de pénétration statique consiste à fonder de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur.

b. Pénétromètre dynamique :

L'essai de pénétration dynamique consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage un train de tubes lisses muni à son extrémité d'une pointe, ou d'un carottier, à l'aide d'un mouton tombant d'une hauteur donnée

V.6. Les Essais Mécaniques :

Les essais mécaniques ont été exécutés sur des échantillons prélevés afin de cerner le problème de portance et de résistance du matériau, car une chaussée est essentiellement destinée à supporter les actions mécaniques des véhicules sans que se produisent des déformations importantes dans le terrain ni au niveau du corps de chaussée.

i. Essai PROCTOR :

- la teneur en eau optimum varie de 8 à 10%.
- la densité sèche optimale obtenue se situe dans la fourchette 1.70 /1.89 t/m³

ii. Essais PROCTOR MODIFIE :

L'essai consiste à poinçonner des échantillons de sol préalablement compactés aux conditions Proctor ou éventuellement à des énergies différentes, dans un moule standard (moule CBR) afin de déterminer sa portance.

NOTA :

À défaut du manque du rapport géotechnique complet du projet qui n'a pas été conçu nous n'avons pas traité convenablement la partie géotechnique pour l'application à notre projet.

CHAPITRE VI

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSÉE

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VI.1.Introduction :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le dimensionnement s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

VI.2.La chaussée :

VI.2.a) Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

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

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

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

VI.2.b) Les différents types de chaussée :

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

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

i. Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

❖ Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre **6 et 8 cm**.

❖ Couche de base :

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

L'épaisseur de la couche de base varie entre **10 et 25 cm**.

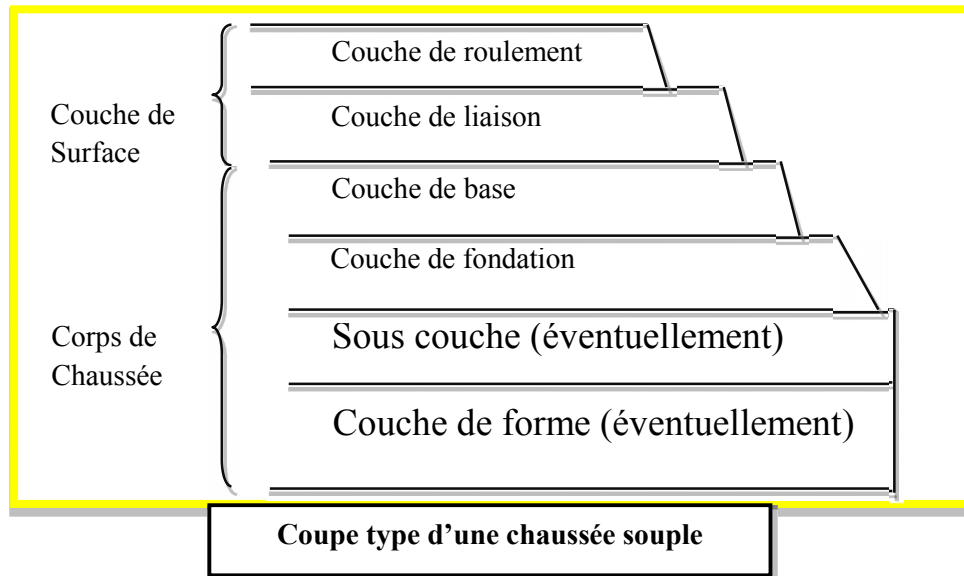
❖ Couche de fondation :

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

❖ Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

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



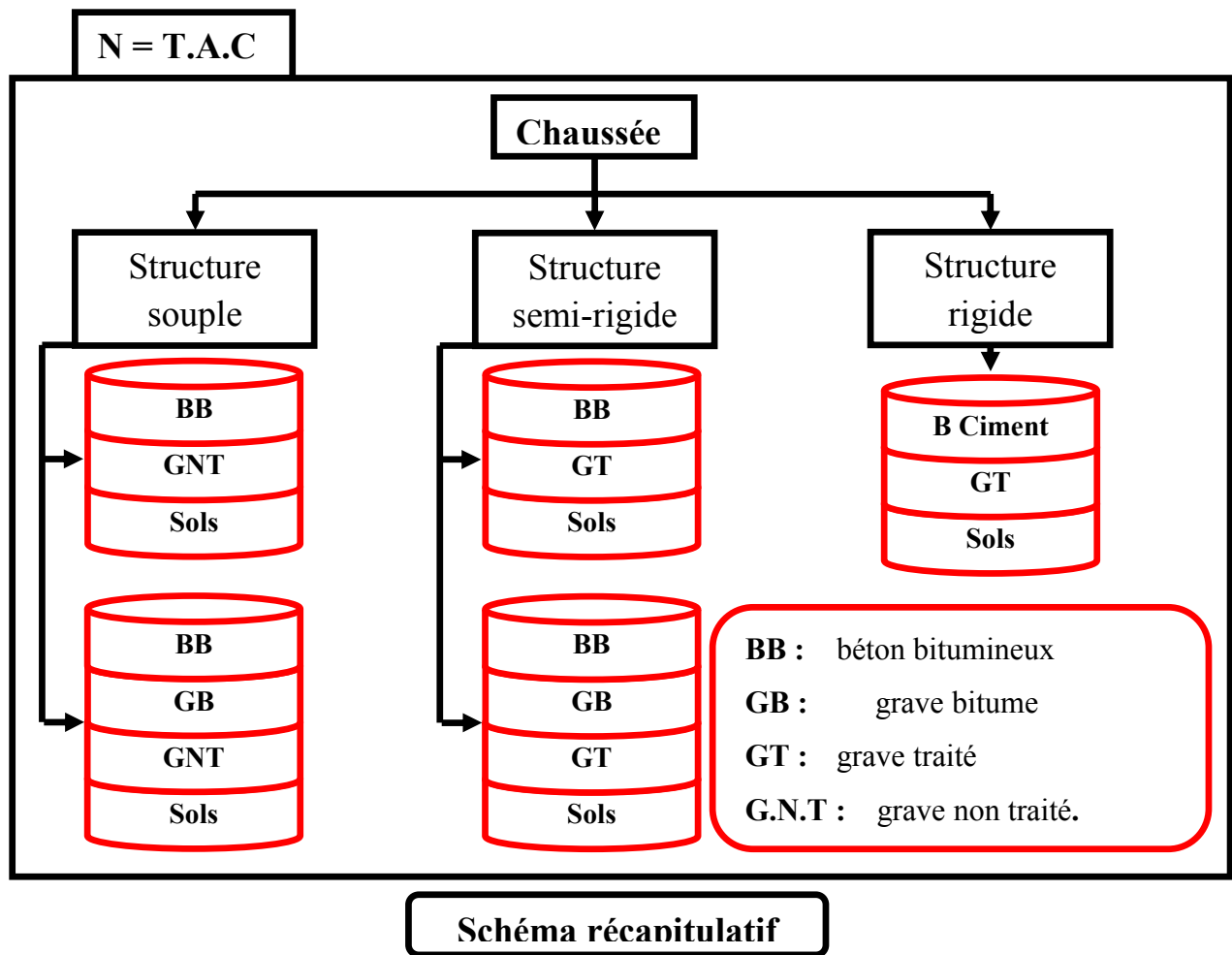
ii. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

iii. Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



VI.3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

VI.3.a) Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

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

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

N : trafic cumulé.
A : facteur d'agressivité globale du trafic.
C : facteur de cumul

τ : Taux de croissance du trafic.

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

VI.3.b) Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi 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 ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

VI.3.c) Le Sol Support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

VI.3.d) Matériaux :

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

VI.4. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

VI.4.a) Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

$$e = \frac{100 + \frac{\bar{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{|CBR + 5}}{\quad}$$

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

n: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Où:

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

❖ Coefficient d'équivalence :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

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

Tableau : Coefficients d'équivalence

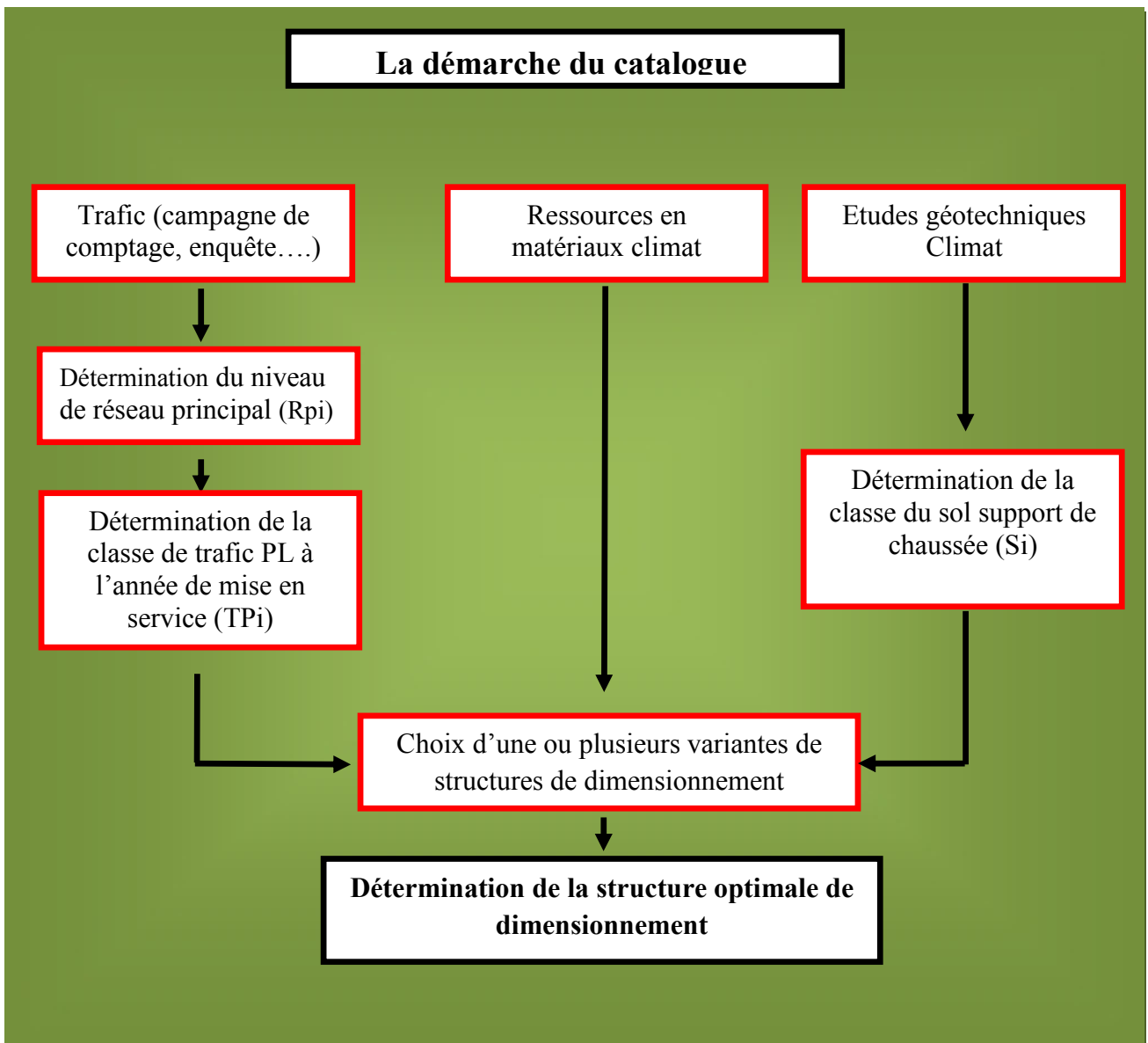
VI.4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

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

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



VI.5.Application au projet :

VI.5.a) Méthode C.B.R :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2010.
- $TJMA_{2010}=7000$ v/j/2sens
- $TJMA_{2010}=3500$ v/j/sens
- Mise en service : 2012
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 25 \%$
- $I_{CBR}=10\%$ (imbibé a 4 jours).

❖ Détermination de N_{PL2031} :

$$\begin{aligned} TJMA_{2012} &= TJMA_{2010} (1 + \tau)^2 \\ &= 7000 (1 + 0.04)^2 \\ &= 7571 \text{ v/j.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{PL2032} &= TJMA_{2012} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20} \\ &= 7571 \times 0.5 \times 0.25 \times (1 + 0.04)^{20} \\ &= 2074 \text{ PL/j/sens.} \end{aligned}$$

❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log_{10} (1866/10))] / (10 + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = 39 \text{ cm.}$$

Donc l'épaisseur équivalente: $a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3 = 39 \text{ cm}$

Où

a_i : coefficient d'équivalente des différents matériaux.

On suppose:

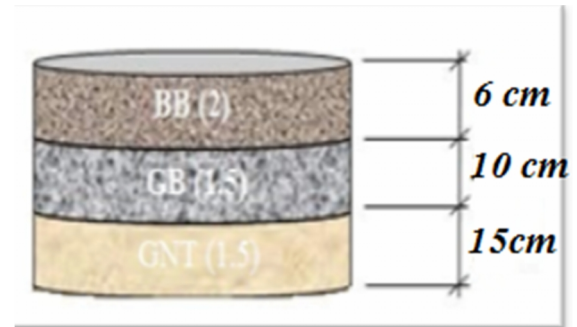
Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,5	10
Fondation	GNT	1	?

$$e_3 = 39 - (2 \times 6 + 1,5 \times 10) / 1 = 12 \text{ cm}$$

On prend $e_3 = 15 \text{ cm}$

Notre structure comporte : **6BB + 10GB + 15GNT**

$$E_{\text{total}} = 31 \text{ cm}$$



VI.5.b) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2010.
- TJMA₂₀₁₀ = 7000 v/j
- Mise en service : 2012
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 25 \%$

CBR_{imbibé} = 10%.

▪ Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

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

$$TJMA_{2010} = 7000 \text{ (V/j)}.$$

$7000 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)} \longrightarrow$ le réseau principal est RP1.

▪ Détermination de la classe de trafic :

Définition du poids lourd :

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- TJMA₂₀₁₂ = 7571 v/j/sens
- $\tau = 4 \%$.
- $Z = 25 \%$.

- $TPL = 7571 \times 0.25 \times 0.5 = 946$ PL/ j/sens.

Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante :

- chaussée unidirectionnelles à 2× 2voies :90% du trafic PL sur la voie lente de droite.
 $TPL_{2011} = 946 \times 0.9 = 851$ (PL/j/sens).

Détermination de la classe de trafic (TPL_i) :

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

Classe TPL_i pour RP1 :

TPL _i	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

TPL= 851 (PL/j/sens). —————> La classe de trafic est TPL₅.

- **Détermination de la portance de sol-support de chaussée :**

Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S₄ à S₀. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Portance (S _i)	CBR
S ₄	<5
S ₃	5-10
S ₂	10-25
S ₁	25-40
S ₀	>40

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

Classes de sol-support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

E (MPa) = 5 × 10 = 50 (MPa) → S₂.

D'après la fiche structure, on choisit :

6BB+20GB+30GNT (voir la fiche ci-dessous)

2 RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1) GB/GNT
FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE

Type : MTB
 Zone climatique : I et II
 Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

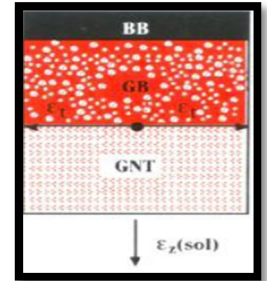
TPLi PL/l/sens	Si	S ₂	S ₁	S ₀
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000				
TPL7				
3000				
TPL6				
1500				
TPL5		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 20 BB 30 GNT </div>		
600				
TPL4		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 6 BB 15 GB 35 GNT </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 6 BB 10 GB 35 GNT </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> 6 BB 10 GB 20 GNT </div>
300				

▪ **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement $\epsilon_{t, adm}$ et $\epsilon_{z, adm}$.

$$\epsilon_{z.ad} = 22.10^{-3} \times \frac{TCEi^{-0.235}}{TCEi}$$

$$\epsilon_{t.ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times$$



Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

$$\epsilon_{z.ad} = 22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

$$CEi = TPLi \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \times 365 \times A$$

Valeurs du coefficient d'agressivité A

Niveau de réseau principal (RPI)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RPI	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/Tuf, GB/SG...	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg/GC	1

D'après le tableau

- Coefficient d'agressivité : **A= 0.6**

Donc $TCEi = 5.55 \times 10^6$ essieux équivalents de 13 tonnes

$$\epsilon_{z.ad} = 22.10^{-3} \times (5.5510^6)^{-0.235} = 572 \times 10^{-6}$$

Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t.ad}$ à la base de GB :

$$\epsilon_{t.ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E(30°C, 10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ, 25Hz)$ (10^{-6})	-1/b	SN	Sh (cm)	v	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

Choix des températures équivalentes

Zone climatique			
Température équivalente θ_{eq} (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) = 100.10^{-6}$

$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{5.55 \times 10^4}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.79$

$K_\theta = \left(\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000}\right)^{0.5} = 1.34$

$K_r = 10^{-1.282b}$, avec $r = 10\%$, d'où $K_r = -1.282$

$b = -0.146$

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

$= \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2\right)} = 0.61$; Donc $K_r = 10^{-(0.146 * 0.61 * 1.282)} = 0.77$

$\epsilon_{t.ad} = 100.10^{-6} \times 0.79 \times 1.34 \times 0.77 \times 1.3 = 106.10^{-6}$

• Résultats de calcul par Alize III

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson ν
Couche de roulement	6 BB	2500	0.35
Couche de base	20GB	3500	0.35
Couche de fondation	30GNT	125	0.25
Sol support	sol	50	0.35

➤ Pour la structure de catalogue

```

*****
Z          EPSILONT      SIGMAT      EPSILONZ      SIGMAZ
- .00      .173E-03C     .968E+01B     -.132E-03C     .662E+01A
E= 25000.
NU= .35
H1= 6.00
6.00      .682E-04C     .511E+01B     -.805E-04C     .597E+01B
6.00      COLLE      .682E-04C     .586E+01B     -.839E-04C     .597E+01B
E= 35000.
NU= .35
H2= 20.00
26.00     -.162E-03C     -.745E+01B     .150E-03B     .468E+00B
26.00     COLLE      -.162E-03C     .910E+01C     .400E-03B     .468E+00B
E= 1250.
NU= .25
H3= 30.00
56.00     -.161E-03C     -.191E+00C     .241E-03C     .210E+00C
56.00     COLLE      -.161E-03C     .647E+02C     .425E-03C     .210E+00C
E= 500.
NU= .35
H4= INFINI
*****
D          62.05MM/100
R          456.39M
R*D       28317.80M*MM/100
    
```

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ε_z sol support	572.10^{-6}	452.10^{-6}
ε_t à la base de GB	106.10^{-6}	-162.10^{-6}

Donc La structure **6BB + 20GB + 30GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.ad} \text{ et } \varepsilon_z < \varepsilon_{z.ad}$$

VI.5.c) Résumé :

Suite aux considérations structurelles et économiques, nous optons dans le cadre de notre projet à adopter une structure de chaussées résultant de la méthode de dimensionnement par le catalogue de structure, pour les raisons suivantes :

- Nous permettra par la suite d'assurer une longue durée de service et de se prémunir d'entretien.
- Augmentation de la longévité.
- Elle est basée sur les performances des matériaux locaux.
- Elle tient en compte la fatigue des matériaux.
 - ✓ En plus cette méthode est une méthode algérienne établie et conçus par le CTTTP et validé par le ministre des travaux publics.

CHAPITRE VII : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

VII.1 Introduction :

Le transport routier par la différente nuisance qu'il généré et devenu aujourd'hui une préoccupation majeure, qui concerne tout particulièrement ceux qui sont chargés de concevoir, de construire et d'exploiter une infrastructure routière.

Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement.

Le terme "**environnement**" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain.

Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.

Les étapes d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet autoroutier peuvent se résumer en trois étapes:

- L'analyse de l'état initial.
- La justification de la solution retenue.
- La détermination des impacts.

VII.2 Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement :

Les objectifs de la présente étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

Rechercher la meilleure intégration de la route dans l'environnement, et favoriser la valorisation mutuelle de la route et de l'environnement.

Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.

Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

VII.3 Identification et évaluation des impacts :

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à réaliser.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

L'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à plusieurs paramètres, soit :

- La valeur environnementale du milieu affecté;
- Le degré de perturbation ou de bonification;

- L'intensité de l'impact (qui est fonction des deux paramètres précités);
- La durée;
- La mise en œuvre éventuelle des mesures d'atténuation.
- ✓ **Rappel des impacts:**

L'identification des impacts, se fait pour les deux phases : la réalisation et l'exploitation de l'infrastructure nouvelle.

- ✓ La phase réalisation qui induit des impacts temporaires.
- ✓ La phase exploitation qui induit des impacts permanents.

VII.4 Impact temporaire de la phase de construction :

A. Impact liés à l'installation de chantier :

Ces impacts concernent essentiellement les emplacements de chantier et les zones d'extractions des matériaux. Parmi les impacts temporaires induits par la réalisation de l'infrastructure, l'emplacement des chantiers. L'installation de tels sites sont prévus au périphérique des zones urbaines où à l'intérieur des zones industrielles.

Le choix de l'emplacement du chantier nécessite une attention particulière. Il doit également tenir compte de sa réutilisation future.

De manière générale, le site devra être situé de telle sorte qu'il permettra l'accès aisé :

- ✓ Aux routes principales
- ✓ Aux sites de construction
- ✓ Aux infrastructures existantes
- ✓ A l'extérieur des zones connues de recharge des nappes phréatiques.

Ces échanges entre site de chantier et route principale peuvent générer des difficultés. Elles se présentent comme suit :

- Un ralentissement du trafic existant dû à la vitesse limitée du trafic lié à la construction.
- La possibilité d'endommagement de la route dû à un trafic lourd important et la modification des conditions de surface la route occasionné par la boue, les gravillons, les flaques d'huiles et autres matières.
- Le nombre croissant de mouvement de rotation effectué par le trafic lourd lié à la construction se dirigeant vers la route principale où la quittant.
- L'augmentation des nuisances sonores en sites de construction, est inévitable.

Ces nuisances provoquées par les engins et les travaux sur chantier sont perçus de manière amplifiée en cas d'activité diurne.

B. Impacts des zones d'emprunt de matériau :

L'existence de carrières d'extraction et de traitement des matières premières réduit considérablement les dommages potentiels causés à l'environnement. Le mode opératoire pour les extractions devra être établi de manière à être le moins perturbant du paysage sur les plans de modification des écoulements, de la défiguration du paysage.

VII.5 Impacts permanents :

a) **Impact sur l'agriculture** : La richesse naturelle de cette région ne se compose pas seulement de la disponibilité phréatique, la fertilité des terres mais aussi sa localisation d'échange entre les trois villes : Batna, Tazoulte,

La commercialisation des récoltes, à travers les trois wilayas, valorise davantage ces terres.

b) **Impact sur le couvert végétal** : Le couvert végétal touché par le passage du projet se compose de poche de boisement ou de petite forêt.

c) **Impact sur le paysage** : Les deux composants qui marqueront sur le paysage sont:

- Les remblais du passage de l'infrastructure.
- Les ouvrages prévus.

d) **Impact sur les ressources en eau** :

Les polluants qu'ils soient solides, liquide, soluble ou insoluble, sont à potentiel de pollution sérieux notamment:

- Dans les zones situées à proximité de l'emprise.
- Aux points de captage, à proximité immédiate de l'infrastructure.

e) **Pollution de l'air** :

La réalisation de la nouvelle infrastructure absorbera un trafic important tel qu'il augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées. Les émissions engendrées par le trafic se composent de :

- Emission de gaz (CO₂, NOX).
- Particules DE plomb et de zinc.
- ✓ **Mesures d'insertion et d'atténuation proposées**

a) **Mesures d'atténuation particulières**

➤ **Milieu physique** :

- Aménagement des bassins de décantation :

Son objectif est de piéger une partie de matières en suspension apportées par la chaussée, il dilue ainsi la pollution en même temps, il se produit :

La décantation des sédiments lourds.

La flottation des particules légères (les huiles et les graisses).

Le bassin de décantation peut être conçu en béton et l'entretien peu fréquent (tous les 2 ans et un curage 3 à 5 ans et puis tous les 10 ans une fois la végétation installer).

La diminution de la vitesse des écoulements :

Pour obtenir une bonne sédimentation des particules en suspensions, il faut que la vitesse soit réduite ; elle peut être obtenue par l'installation d'un système d'escalier par exemple, ou encore par la végétation

- Protection des conduites

✓ Pour la conduite de gaz

Puisque le gaz est une matière explosive, la protection des conduites de gaz est obligatoire, pour notre cas on propose le dispositif suivant :

- Une buse pour le passage de la conduite.
- Un corps creux de forme carré (en béton armé).
- Une couche de sable pour le remplissage de corps creux.
- Une couche de gravier pour le drainage des eaux.

☞ Pour les Canales d'irrigation

- Assurer la continuité de chaque canal par des buses dimensionné suivant le débit généralement on prend des rayons > 1000 mm pour facilité les opérations d'aménagement
- Pour la protection des buses on réalise des gaines de protection, Ce dispositif consiste à faire :

- Un lit de pose en béton de propreté au dessous de la buse.
- Une couche de sable bien compacté pour le remplissage des vides entre les deux parois
 - Deux parois latérales pour protéger la couche de sable

➤ Milieu biologique :

- Éviter de rediriger les eaux de ruissellement directement vers les fossés d'irrigation.
 - Utiliser de façon optimale le réseau d'assainissement de la région.
- Durant et après les travaux de construction, s'assurer que les abords de la pénétrante soient bien drainés afin d'éviter la formation de mares stagnantes favorisant la formation de salines.

➤ Milieu humain :

- Créer des passages agricoles pour les usagers des pistes et pour les animaux
- Baliser les infrastructures temporaires ou permanentes (par exemple les fossés, etc.) qui présentent un risque d'accident.
- Utiliser une signalisation adéquate, s'assurer d'une vitesse maximale. appropriée pour la circulation de la machinerie et des véhicules lourds.
- Baliser les infrastructures publiques (par exemple les lignes électriques et les réseaux d'assainissement) qui se situent à l'intérieur des aires de travaux ou à proximité.

➤ Milieu visuel :

- Réaliser les travaux de terrassement des pentes selon les normes et le recouvrement des surfaces à l'aide d'une couche de terre végétale suffisante pour la reprise de la végétation.
- Effectuer des travaux de reboisement pour assurer la stabilité des talus et pour donner un bon paysage au site.

b) Mesures d'atténuation générales :

- Les chemins d'accès au chantier ou à toute aire aménagement temporaire doivent être à 60 m du milieu hydrique au minimum
- Utiliser une machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les risques de déversement accidentel.
- L'abattage doit être fait de façon à ne pas endommager les arbres et les arbustes à conserver;

- Végéter toutes les surfaces déboisées ou défrichées durant les travaux qui sont situées à l'extérieur de l'emprise de la nouvelle route;
 - Assurer l'efficacité de la reprise végétale après la fin du projet.
 - Assurer que le réseau de drainage ne modifiera pas les conditions hydrologiques des propriétés voisines de l'emprise (assèchement de zones marécageuses ou création de zones d'accumulation d'eau);
- S'assurer que les fossés et les ponceaux sont de dimensions suffisantes pour évacuer les eaux de ruissellement provenant de la pénétrante et des cours d'eau traversant l'emprise.

c) Mesures applicables :

1) Installation et emplacement des chantiers :

➤ **Emplacement des Chantiers :**

- Aux sites de construction,
- Aux infrastructures existantes,

➤ **Déversement des Eaux Usées :**

D'une manière générale, il est souhaitable que le chantier soit relié à un système d'égout existant avec l'approbation des services compétents. Cette approbation dépendra du volume des eaux usées, des capacités existantes du système et de décharge à traiter le type de déchets prévu.

Lorsque le raccordement à un système existant ne peut être envisagé, il est nécessaire de mettre en place un système autonome de récupération et de décharge des eaux usées. Dans ce cas, il s'agira de choisir le site en fonction des facteurs suivants :

- Les conditions souterraines, par exemple pour l'utilisation des fossés sceptiques.
- Le respect des ressources souterraines, en particulier en zones de recharge.

➤ **Accès :**

L'atténuation des impacts causés par le trafic de construction devrait comprendre :

- Le contrôle d'accès, le nettoyage de la route, la définition des routes et pistes d'accès autorisé.
- Le contrôle d'accès nécessitera la restriction des mouvements tournants aux points d'accès autorisés, ainsi que l'amélioration éventuelle de l'agencement des points de jonction afin d'éviter et réduire les accidents.
- Certaines mesures concernant la maintenance de la route d'accès seront nécessaires afin que sa chaussée soit gardée en bon état. Les flaques d'huile, la boue et autres matériaux devront être nettoyés régulièrement.

En plus du programme de contrôle d'accès, l'entrepreneur devra soumettre un programme de maintenance de la route et de signalisation.

CHAPITRE VII

LES CUBATURES

CHAPITRE VIII : LES CUBATURES

VIII.1. Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle **les cubatures des terrassements**.

VIII.2. Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

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

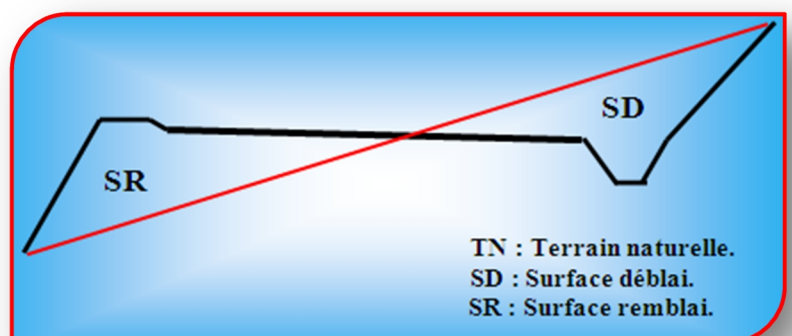
VIII.3. Méthode de calcul des cubatures :

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

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

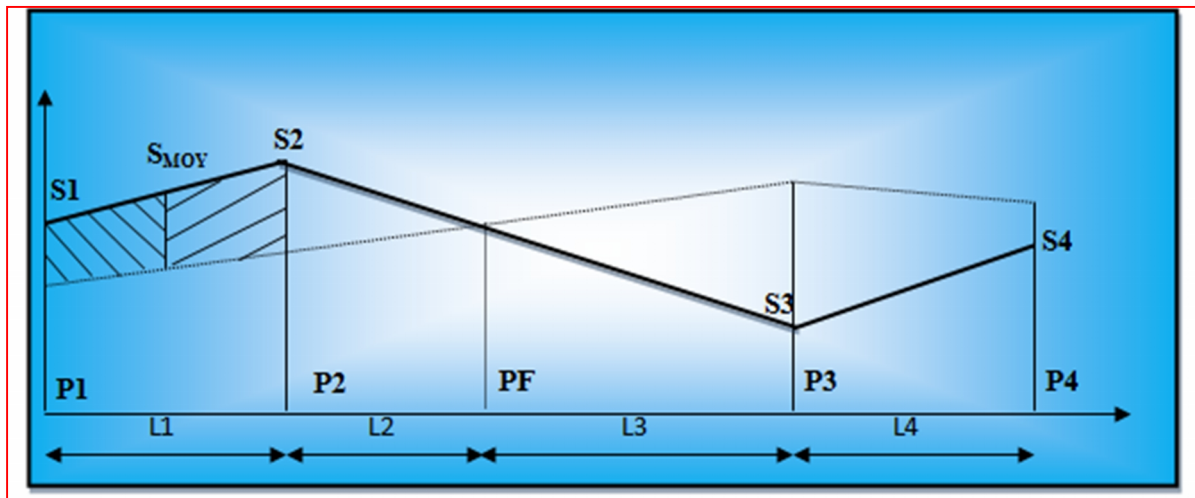
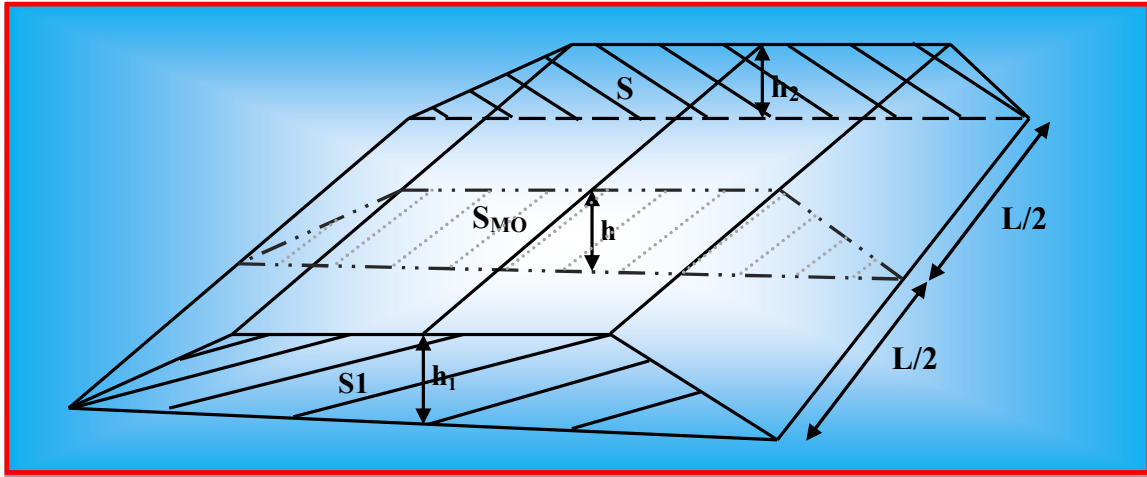
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



Formule de Mr SARRAUS

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

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



- ✓ PF: profil fictive, surface nulle.
- ✓ Si: surface de profil en travers Pi.
- ✓ Li : distance entre ces deux profils.
- ✓ S_{MOY} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

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

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

VIII.4. Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste 5.06 ».

Voir L'Annexe

CHAPITRE VIII

ASSAINISSEMENT

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

IX.1. Introduction :

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

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc....
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainant et canalisations drainant).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

IX.2. 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 de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

IX.3. Drainage des eaux souterraines :

VIII.3.a) Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

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

IX.3.b) Protection contre la nappe phréatique :

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

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

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

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

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

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

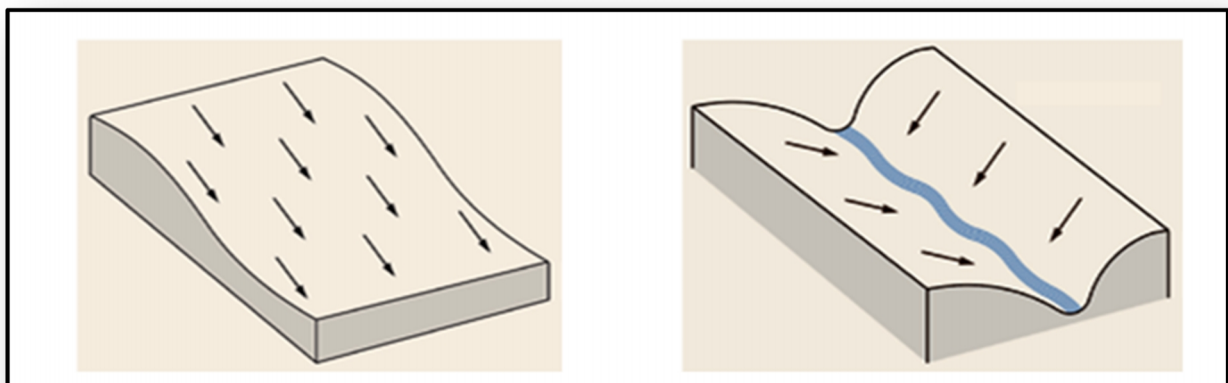
Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

IX.4. Quelques définitions :

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

▪ Bassin versant :

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



▪ **Collecteur principal (canalisation):**

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs.

Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

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

▪ **Chambre de visite (cheminée):**

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

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

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

▪ **Sacs:**

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

▪ **Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard :**

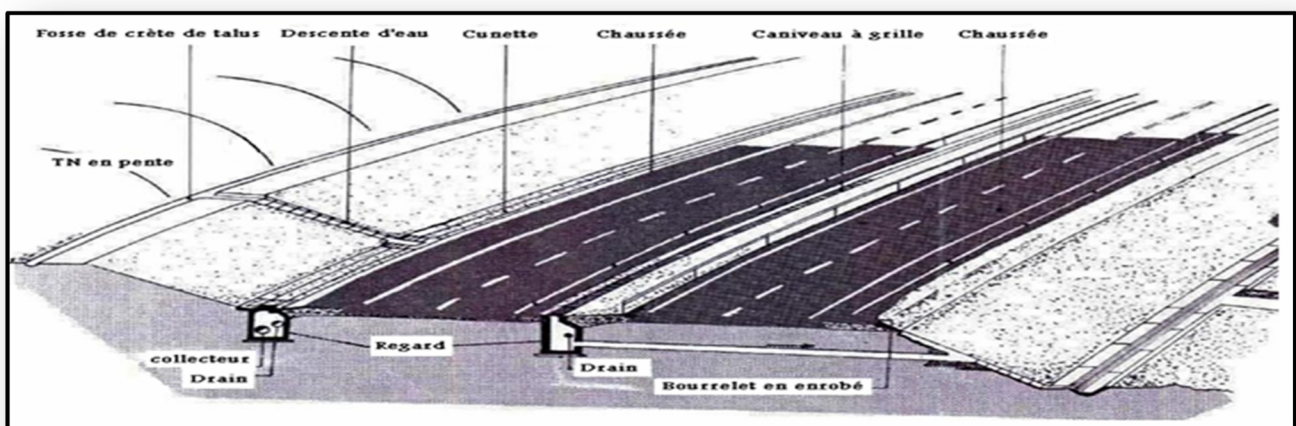
Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

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

Descente d'eau: Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

▪ **Le regard:**

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



IX.5. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, 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).

IX.5.a) Débits d'apports :

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).

Remarque importante :

D'après SETRA: cette formule est empirique elle a été faite pour les unités suivantes :

Q_a en (m^3/s) valable pour : i en (mm/h) ; A en (km^2) ; $K= 0.278$

Ou

Q_a en (L/s) valable pour : i en (mm/h) ; A en (ha) ; $K= 2.78$

❖ **Coefficient de ruissellement 'C' :**

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

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

Tableau - Coefficient de ruissellement 'C'-

❖ **Calcul de précipitation :**

La précipitation P_j (%) est obtenue par la formule suivante :

$$P_j(10\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec

- P_j : pluie moyenne journalier (mm).
- C_v : coefficient de variation climatique.
- U : variation de Gauss, donnée par le tableau ci-dessus.

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

Fréquence (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Variable de Gauss (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Tableau - les valeurs de en fonction de la fréquence -

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

❖ **Détermination de l'intensité :**

Calcul de la fréquence d'averse :

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$P_t (\%) = P_j (10\%) (t_c/24)^b$$

- P_t : hauteur de pluie de durée t (mm).
- b : l'exposant climatique de la région.
- t_c : temps de concentration.

Le tems de concentration :

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé ; Le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandoth, comme suit :

1) Lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$:

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

2) Lorsque : $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

3) Lorsque : $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

- T_c : Temps de concentration (heure).
- A : Superficie du bassin versant (km^2).
- L : Longueur de bassin versant (km).
- P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
- H : La différence entre la cote moyenne et la cote

L'intensité de l'averse pour une durée de retour de 10 ans et pour un temps de concentration de t_c :

$$I_t = I (t_c/24)^{b-1}$$

Avec: $I=Pj$ (%) / t

VIII.5.b) débit de saturation :

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

$$Q_s = S_m \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Tel que :

S_m : section mouillée.

K : coefficient de STRICKLER qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage

Avec :

- $K=30$: Paroi en terre.

- $K = 70$: Paroi en bétons (dalots).
- $K = 80$: Paroi en bétons (buses préfabriquées).

R : rayon hydraulique (m).

J : pente longitudinale du fossé.

IX.6. Application au projet :

Voici les données hydrologiques de la zone d'étude (la région de Batna) :

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 37.94 \text{ mm}$
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0.28$
- L'exposant climatique de la région $b = 0.3$
- temps de concentration $t_c = 0.155$ heures.

IX.6.a) calcul de précipitation journalière :

On a :

En général pour les routes principales on prend en compte la fréquence décennale (10 ans), donc la variable de Gauss $U = 1.28$ (tableau 1), $P_j = 37.94 \text{ mm}$ et $C_v = 0.28$

Donc : $P_j (10\%) = 51.96 \text{ mm}$

IX.6.b) fréquence d'averse $P_t (10\%)$:

Pour une durée de $t = 15 \text{ mn}$, on la détermine par la formule :

$$P_t = P_j (10\%) (t_c/24)^b$$

$$\text{AN: } P_t (10\%) = 51.96 (0.155/24)^{0.3} \longrightarrow P_t (10\%) = 11.447 \text{ mm.}$$

IX.6.c) L'intensité de l'averse I_t :

Pour une durée de 24 heures : $I_t = I (t_c/24)^\beta$

$$\beta = b - 1 = 0.3 - 1 = -0.70$$

$$t_c = 0.155 \text{ h}$$

$$I = P_j (\%) / t = 51.96/24 = 2.165 \text{ mm/heure.}$$

Donc : l'intensité de la pluie est :

$$I_t = I (0.155 / 24)^{b-1} = 2.165 \times (0.155/24)^{-0.70} = 73.85 \text{ mm / heure.}$$

IX.6.d) Dimensionnement du réseau de DRAINAGE :

i. Dimensionnement des fossés :

Dans notre projet le débit d'apport est rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus. La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de **500 m** on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

Donc : $Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$

Avec :

$$Q_c = K.I.C_c.A_c$$

$$Q_A = K.I.C_A.A_A$$

$$Q_t = K.I.C_t.A_t$$

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant :

Les dimensions du fossé sont obtenues d'après la formule si dessous :

$$Q_{a \max} = Q_s = K . S m . J^{1/2} . R^{2/3}$$

$$Q_{a \max} = 0.336 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Sachant que $Q_a = Q_c$ (chaussée) + Q_A (accotement) + Q_t (talus).

K : (coefficient de rugosité) pour notre cas: **K= 70** ouvrage en Béton.

J : pente longitudinale du fossé.

La surface mouillée :

$$S m = (n . h + b) . h$$

Surface d'apport	Surface (km ²)	Coef 'C'	Intensité (mm/h)	Débit (m ³ /s)	Total (m ³ /s)
Chaussée	0.0035	0,95	73.85	0.148	0.336
Accotement	0.0009	0.4	73.85	0.0408	
Talus	0.006	0.3	73.85	0.147	

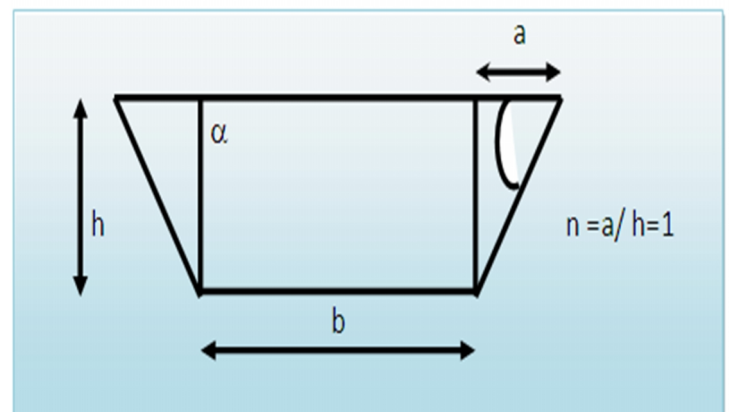
Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2 \times c$$

$$c = h \times \sqrt{n^2 + 1} \quad \alpha = 45^\circ \quad \text{donc: } n=1$$

Le rayon hydraulique :

$$R = \frac{S_n}{P}$$



Dimensions du fossé

$$Q_s = Q_a = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot S_m \cdot R_1^{2/3}$$

$$\Rightarrow h_i = Q_a / \left[(b + h_{i-1}) \times k \times j^{1/2} \left[\frac{h_{i-1}(b+h_{i-1})}{b+2h_{i-1} \times \sqrt{1+1^2}} \right]^{2/3} \right]$$

$$Q_a = 0.336 \text{ m}^3/\text{s}, J = 2\%$$

On prend $b=0,5\text{m}$ et on calcule la hauteur par itération on trouve :

$h = 0.39\text{m}$ et lorsque le terrain est montagneux on prend $h=0.5 \text{ m}$ pour la sécurité.

ii. Dimensionnement des ouvrages courants :

Après la sortie sur site on a remarqué qu'il y a plusieurs ouvrages busés, des Dalots et des ouvrages d'arts.

Cas d'une buse :

Pour dimensionner les buses, on a deux paramètres à envisager, Q et I.

Pour le débit Q, il est calculé par la formule : $Q = k \cdot C \cdot I \cdot A$

I : est la pente de radier qui est imposée par la pente du profil en travers qui prend au maximum une valeur de 4% (Manning Strickler) et ceci pour éviter les glissements des conduits sous l'effet des fortes charges. Avec un rapport de remplissage ($\rho=0,5$).

Selon la formule de MANNING STICKLER on a :

$$D = 2 \times \left(\frac{Q}{\pi \times \frac{2}{3} \times K_{ST} \times \frac{2}{105}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

I : pente de radier = 2%

Q : débit d'après la méthode rationnelle (écoulement 1) = 7.95 m³/s.

K: coefficient de MANNING = 80.

$$D = 1356 \text{ mm}$$

On prend :

$$D \cong 2\phi 800 \text{ mm}$$



2φ 800 mm



3φ 1000 mm

NB : Pour notre projet l'implantation des buses est résumé dans le tableau récapitulatif ci dessous.

Cas d'un dalot :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

iii. Recherche les dimensions des dalots :

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées. Pendant le temps de concentration (t_c).

Dans notre projet, les dalots sont en béton armé qui nous donne un coefficient de rugosité $K_{st}=70$.

La surface mouillée : $S_m = 0.8H \times B$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = 1.6H + B$$

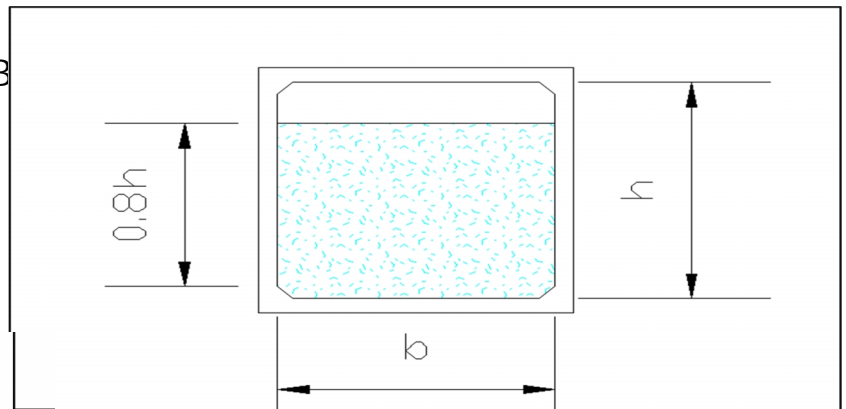
Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$

$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot S \cdot RH^{2/3}$$

Et par calcul itérative on tire la valeur de H qui vérifie cette inégalité.

On fixe $B=4m$ et on trouve : $H=2m$.



$$H = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

IX.6.e) Tableau récapitulatif des ouvrages courants :

DESIGNATION (PK)	OUVRAGE PROPOSE
E1 (3+ 180)	Buse 2Φ 800 mm
E2 (5 + 260)	Buse 2Φ 1000 mm
E3 (5+ 512)	Buse Φ 1000 mm
E4 (8+ 960)	Buse 3 Φ 1000 mm
E4 (10 + 08)	Dalot 2×(2×2)
E4 (10+ 440)	Dalot 2×(2×2)

CHAPITRE X

CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

CHAPITRE X : CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

X.1. Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection de 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.

X.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour :

Les données ci-dessous sont généralement à prendre en considération lors d'une étude de conception ou d'aménagement d'un carrefour existant. Toutes ces informations ne doivent pas, pour autant, faire l'objet d'un recueil de données systématique a priori.

Les données les plus importantes à examiner sont les suivantes :

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

X.3. Choix de l'aménagement :

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'usager.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité.

X.4. Les types de carrefours :

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

X.4.a) Carrefour à trois branches (en T) :

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

X.4.b) Carrefour à trois branches (en Y):

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

X.4.c) Carrefour à quatre branches (en croix) : C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

X.4.d) Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

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

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

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

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

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

X.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :

La conception des carrefours doit prendre en compte dans les différentes étapes de sa démarche, qu'il s'agisse de la conception générale ou de la conception géométrique, les principes fondamentaux suivants :

- Le respect de la **compatibilité avec le type de route, et les comportements** que ce type induit.
- **L'intégration et homogénéité** des aménagements, contribution au rythme et au sectionnement de l'axe.
- **La lisibilité** de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- **L'optimisation des conditions de sécurité** pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- Le respect d'un **niveau élevé de fluidité des flux prioritaires.**
- **La prise en compte des usagers particuliers** (piétons, cyclistes, transports en commun, poids lourd).

En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :

- ✓ Une signalisation appropriée dont le but est d'imposer une réduction de vitesse ou de changer les régimes de priorité.
- ✓ Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlots séparateurs ou débouché les voies non prioritaires).
- ✓ Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- ✓ Regrouper les points d'accès à la route principale.
- ✓ Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- ✓ Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- ✓ Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

X.5.a) La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui 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).

X.5.b) Triangle de visibilité :

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

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

X.5.c) 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 et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- ✓ Les conditions topographiques.

X.5.d) Les îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras 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 et la limite de la chaussée: 1m.
- ✓ Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- ✓ Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- ✓ Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

X.5.e) Ilot directionnel:

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

X.5.f) Les couloirs d'entrée et de sortie:

Largeur de couloirs :

- ✓ Entrée 4m.
- ✓ Sortie 5m.

X.6. Caractéristique Géométriques Des Carrefours Gératoires

X-6-1-Forme et dimension de l'îlot central :

- **La forme :**

L'îlot central est circulaire (la sécurité étant meilleur), plusieurs études de sécurité ont montré un taux d'accidents anormalement élevé sur les giratoire de forme non circulaires (ovales ou autres).

- **Les Dimensions :**

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour giratoire diffère d'un type à l'autre. Certaines généralités peuvent cependant être élaborées.

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour à entrecroisement dépendra de la distance disponible pour l'entrecroisement ainsi que du **débit** et de la **vitesse** de circulation souhaitée. Ainsi, plus on cherche à atteindre des débits élevés et une circulation rapide, plus la longueur d'entrecroisement doit être grande.

Ce qui engendre une augmentation du diamètre de l'îlot central, et donc de l'emprise nécessaire pour l'aménagement du carrefour.

Ce type de carrefour est donc utilisé principalement aux entrées et sorties des autoroutes, surtout en milieu périurbain ou rural, là où l'espace est largement disponible.

- **Dévers :**

- Le dévers de l'anneau de 1 à 2% est dirigé vers l'extérieur, pour les trois raisons suivantes:

-Amélioration de la perception de la chaussée annulaire

-Absence de la rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrées et de sorties.

- Facilité de gestion et d'écoulement des eaux de surface.

Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.

	Notions	Paramétrage	Valeur courantes (m)			
Rayon du giratoire	Rg	$12 \leq Rg \leq 25m$	12	15	20	25
Largeur de l'anneau	la	$6 \leq la \leq 9m$	7	7	7	8
Sur largeur franchissable	Sl _f	1.5m si $Rg \leq 15m$	1.5	1.5	-	-
Rayon intérieur	Ri	$Rg - la - Sl_f$	3.5	6.5	13	18
Rayon d'entrée	Re	$10 \leq Re \leq 15m$ et $\leq Rg$	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	le	le 4m	4	4	4	4
Rayon de sortie	Rs	$15 \leq Rs \leq 30m$ et $> Ri$	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	ls	$4m \leq ls \leq 5m$	4	4	4.5	5
Rayon de raccordement	Rr	$Rr = 4Rg$	48	60	80	100

X-6-2-Ilots séparateurs :

Fonctions :

Les îlots séparateurs remplissent 5 fonctions principales :

- Favoriser la perception du carrefour en situation d'approche
- Servir de refuge aux piétons, leur permettant de traverser en deux temps ;
- Éviter des collisions entre les deux sens de circulation des branches (surtout lorsque les rayons de sortie sont faibles), en séparant les courants entrants et sortants.
- Favoriser la capacité, en permettant aux conducteurs en attente devant la ligne d'effet du CEDEZ LE PASSAGE de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité .

Aménagement de l'îlot séparateur

- L'îlot séparateur doit être ceint de bordures basses, de préférence rétrofléchis sautés. Le marquage de rive des voies d'entrée et de sortie longent les bordures de l'îlot séparateur à une distance de 0,50 m (5 u au minimum), y compris le marquage de 3 u. Il ne doit pas supporter d'élément (de décor, de balisage ou de signalisation superflue) dans la zone de visibilité.

- La couleur de la surface des îlots séparateurs est de préférence claire, et doit présenter un contraste suffisant (de jour comme de nuit) avec la surface de la chaussée.

- Pour les branches très secondaires, il est possible de matérialiser l'îlot séparateur par un simple marquage.
- Les courbes qui permettent d'évaser la base de l'îlot sont respectivement parallèles aux bords droits des voies d'entrée et de sortie.

Tableau récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs

	notation	paramétrage	Values courantes (m)			
			Rg<15	Rg=15	Rg=20	Rg=25
Rayon giratoire	Rg		Rg<15	Rg=15	Rg=20	Rg=25
Hauteur du triangle de construction	H	H=Rg	12à15	15	20	25
Base de tringle de construction	B	B=Rg/4	3à3.75	3.75	5.00	6.25
Départ de l'îlot sur l'axe	d	$d=(0.5+Rg/50)/2$ ou 0	0	0.40	0.45	0.50
Rayon de raccordement des bordures	r	$R=Rg/50$	0.25	0.30	0.40	0.50

X.7. Application au projet :

X.7.a) Choix de type de l'aménagement:

D'après les données du trafic de chaque branche et L'environnement et la topographie du terrain d'implantation de chaque carrefour, notre choix de type d'aménagement est réparti comme suite :

- ✓ début de projet (intersection de l'évitement avec la RN31), on a Choisit un Carrefour giratoire pour les raison suivantes :
 - Le trafic sur la route est très important.
 - L'avantage de sécurité.
 - Diminuer la vitesse.

X.7.b) Caractéristique géométrique :

i. Forme et dimension de l'îlot central :

- **La forme :** Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleur sur les girations circulaires)
- **Dimensions :**
En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m en général suffisante pour notre cas, on a prit un rayon de 25m.

ii. Chaussée annulaire :

▪ Largeur :

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 8 m de largeur, constituée de deux voies matérialisées de 4m est suffisante.

Il faut éviter les voies supplémentaires de tourné à droite, direction qui pose des problèmes de priorité.

▪ **Dévers** : On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur

iii. Géométrie de l'entrée :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

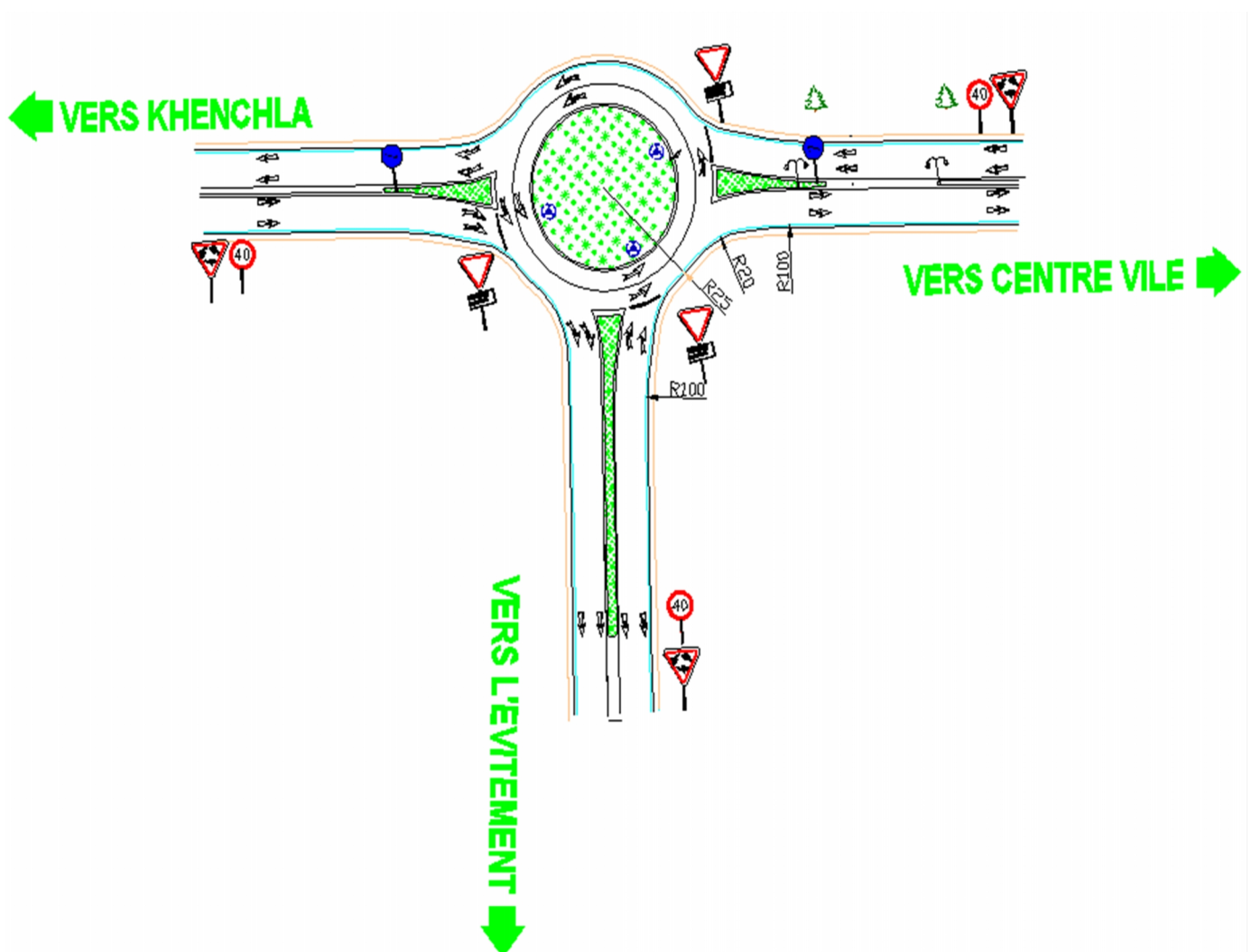
- Un rayon d'entrer de 15m
- largeur d'entrer de 4m.

iv. Géométrie de sortie :

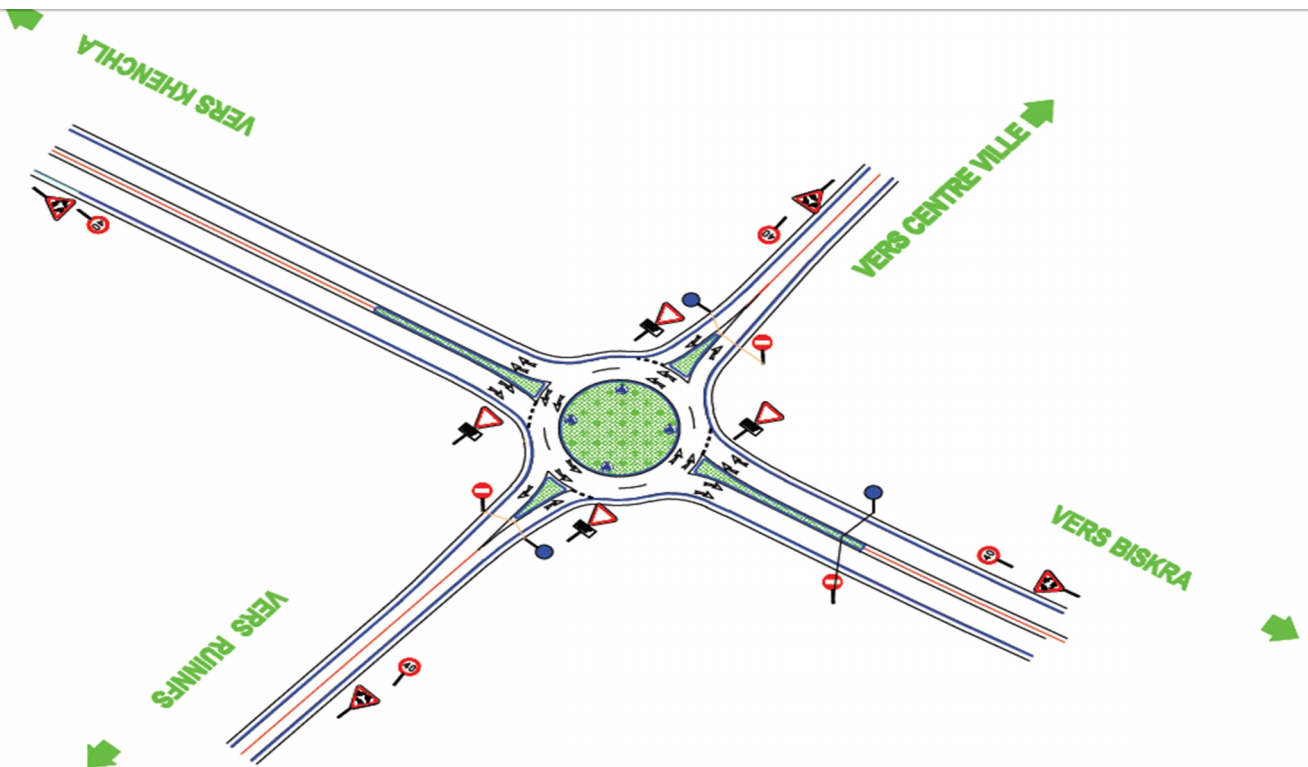
Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
- Une largeur de sortie de 5 m.

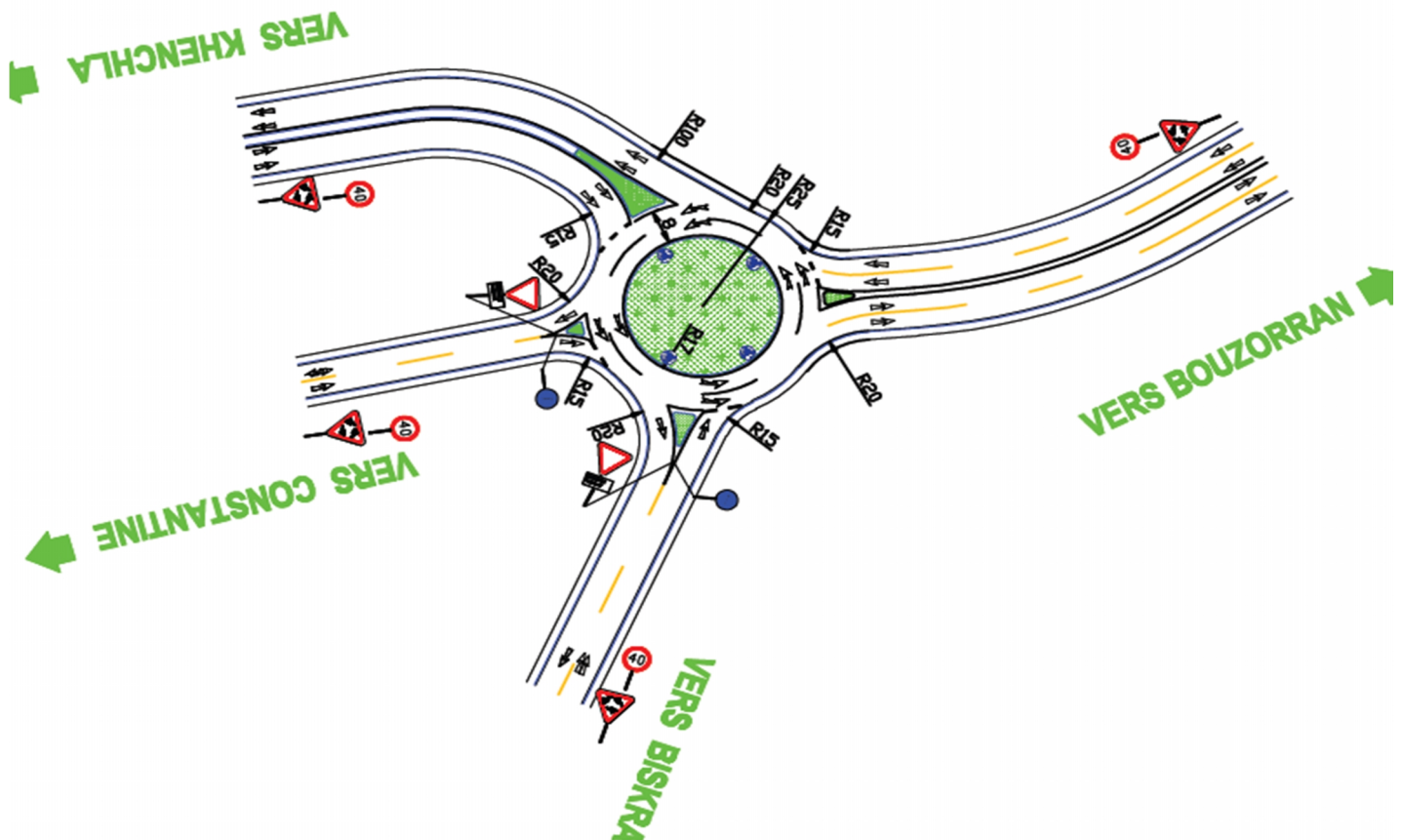
✓ Présentation du premier carrefour au PK 0+00(Début de l'AXE N° 01)



✓ Présentation du premier carrefour au PK 0+00 (Début de l'AXE N° 02)



✓ Présentation du premier carrefour au PK 5+293 (Fin de l'AXE N° 02)



CHAPITRE XI

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

CHAPITRE XI : SIGNALISATION ET ELAIRAGE

1^{ER} PARTIE : SIGNALISATION

XI.1. Introduction : Parmi, les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation.

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route.

XI.2. OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière à pour rôle:

- ✓ De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- ✓ De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- ✓ D'indique et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XI.3. Critères à respecter pour les signalisations

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- ✓ Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- ✓ Respecter les règles d'implantation
- ✓ Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- ✓ Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- ✓ Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité.

XI.4. Les types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ Signalisation verticale.
- ✓ Signalisation horizontale.

XI.4.a) Signalisations horizontales :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

1. Le jaune pour

- ✓ les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement,
- ✓ les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus,
- ✓ le marquage temporaire.

2. Le bleu éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

3. Le rouge pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

XI-4-a-1-Marquages longitudinales :

➤ **Lignes continues :**

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

➤ **Lignes discontinues :**

✓ Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

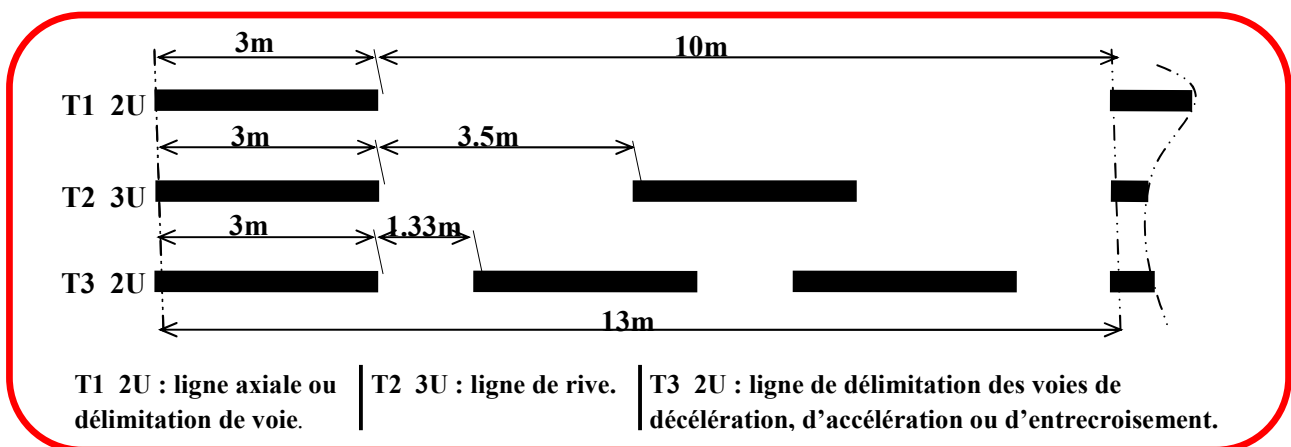
Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

✓ Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

✓ Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

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

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport Pleins/vides
Axial longitudinal	T ₁	3,00	10,00	1/3
	T' ₁	1,50	5,00	1/3
	T ₃	3,00	1,33	3
rive	T ₂	3,00	3,50	1
	T' ₃	20,00	6,00	3
	T ₄	39,00	13,00	3
transversal	T' ₂	0,50	0,50	3



Types de modulation Référence signalisation routière (art-144).

✓ **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, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne.

u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

u = 5 cm sur toutes les autres routes ;

u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ *u* ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

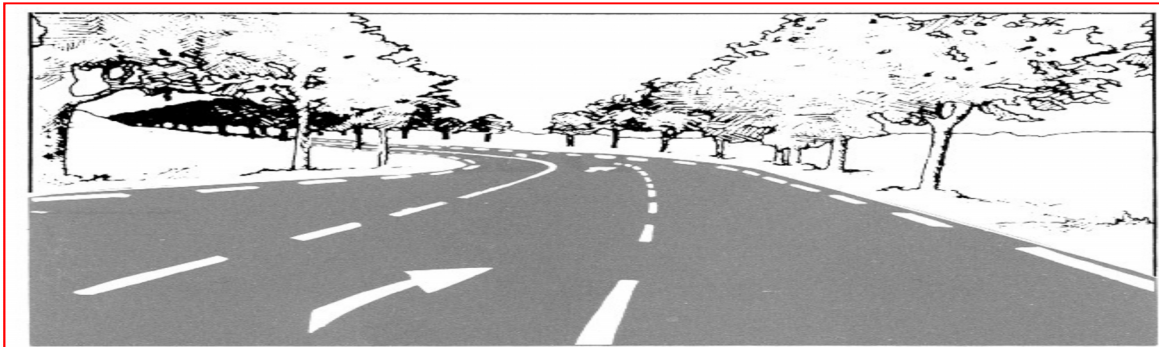
XI-4-a-2- Marquages transversales :

- **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

XI-4-a-3- Autres signalisation :

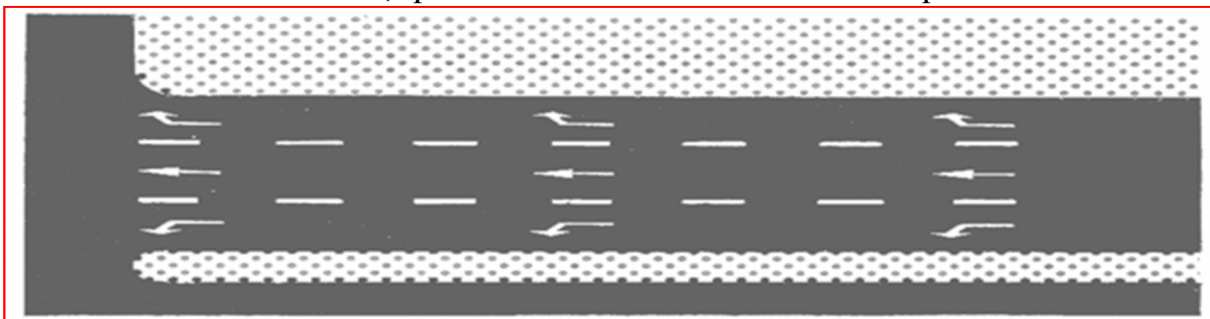
- **Les flèches de rabattement :**

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



- **Les flèches de sélection :**

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



- **Pour piétons,**
- **Pour cyclistes,**
- **Pour le stationnement,**
- **Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.**

XI.4.b) Signalisations verticales :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

XI.4.b.1 Signaux de danger : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

XI.4.b.2 Signaux comportant une prescription absolue : Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

XI.4.b.3 Signaux à simple indication : Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

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

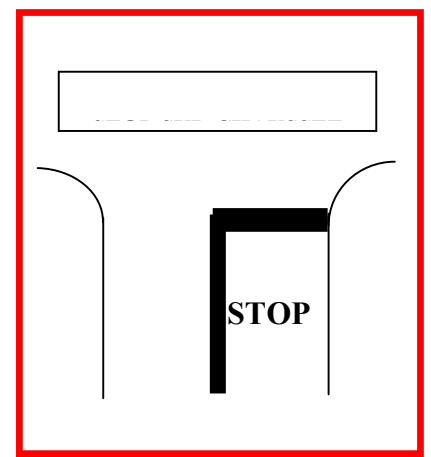
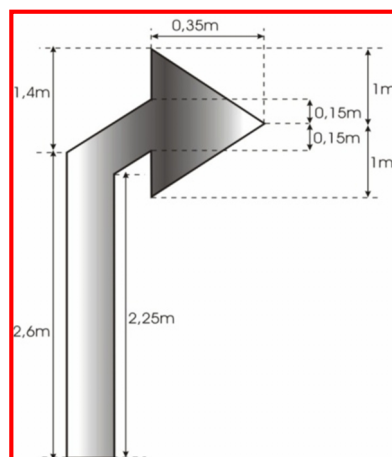
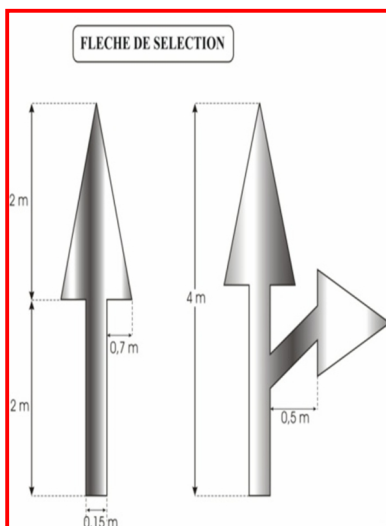
XI.4.b.4 Signaux de position des dangers : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

XI.5. Application au projet :

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

Exemple Des signalisations horizontales :



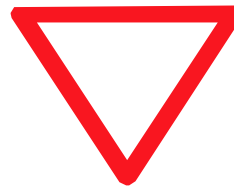
Exemple Des signalisations verticales :

Les signaux de danger type A



A24- Arrêt à 150 m

Les signaux de danger type B



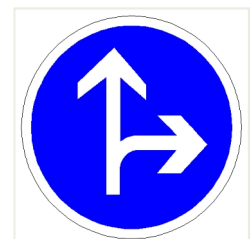
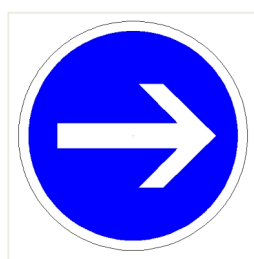
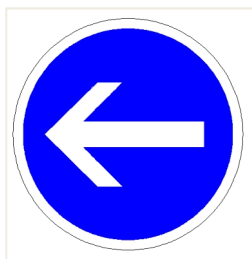
B2- Marquer arrêt

B1- Céder passage

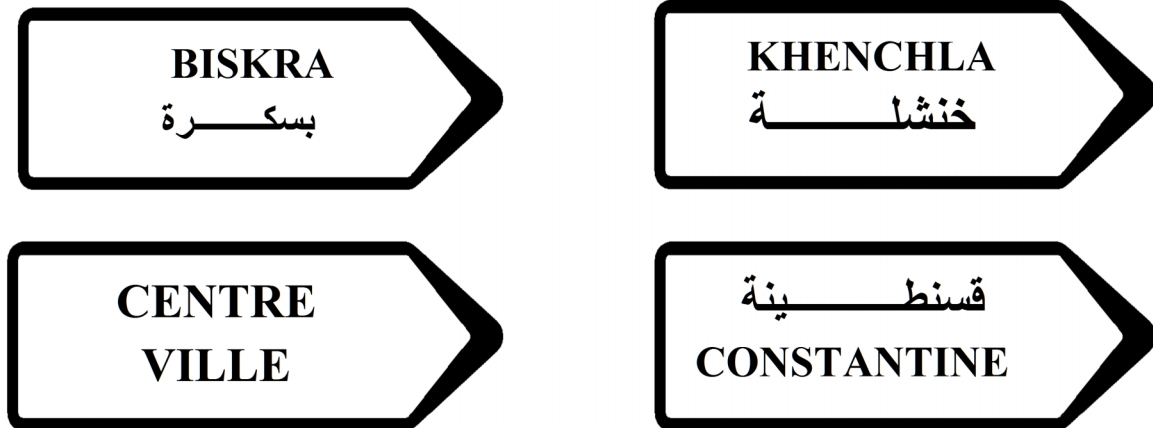
Les signaux de type c



Les signaux de type D



✚ Type E :



2^{EME} PARTIE : ECLAIRAGE

XI.1. Introduction :

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

XI.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, catégorie D.

XI.3. Paramètres de l'implantation des luminaires :

- L'espacement (**e**) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (**h**) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de **8 à 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.

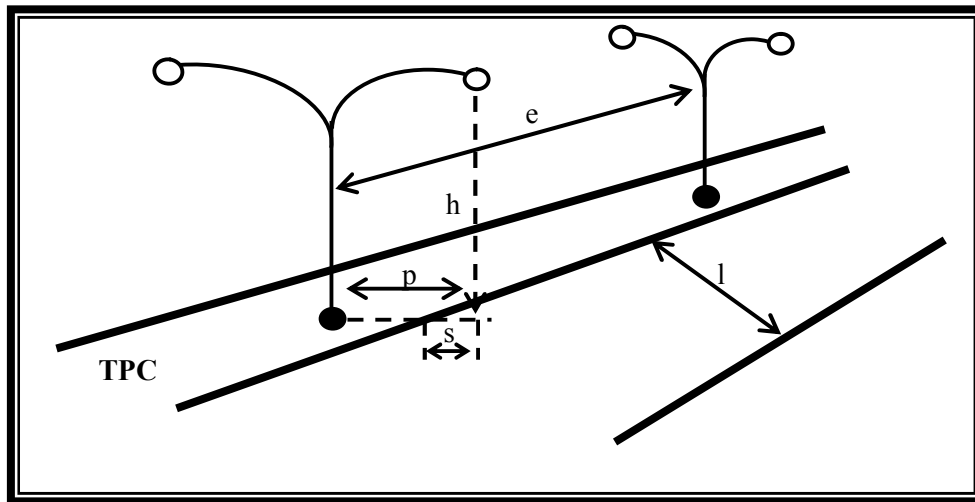


Figure - Paramètres de l'implantation des luminaires-

XI.4. Application au projet :

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

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 (L'évitement de la ville de BATNA).

DEVIS CONTITATIF ET ESTIMATIF					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	P, U (DA)	QUANTITE	MONTANT(DA)
1	Acquisition des terrains	M2	1000	425798	425798000
TOTAL 1					425 798 000
2	INSTALLATION DU CHANTIER				
	Forfait d'amenee du matériel et d'installation de chantier	forfait	1 500 000	/	1 500 000
	Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	forfait	500 000	/	500 000
TOTAL 2					2 000 000
	TERRASSEMENT				
3	decapage de la terre vegetale 20 a 30 cm	M3	80	74984	5998720
	deblai meuble mis en remblais	M3	0	269536	0
	Déblais en sol inutilisable mis en dépôt	M3	250	299822	74 955 500
TOTAL 3					80 954 220
4	CHAUSSEE				
	couche de fondation en GNT	M3	2500	68202	170 505 000
	couche de base en grave bitume (2,2t/m3)	T	4500	78958	355 311 000
	Couche d'imprégnation (0,8kg/m2)	T	45000	119,22344	5 365 055
	couche d'accrochage (0,2à0,3kg/m2)	T	35000	44,70879	1 564 808
	couche de roulement en BB (2,3t/m3)	T	5500	20697,7	113837350
	Matériaux sélectionnés pour accotements	M3	800	7269	5 815 200
TOTAL 4					652 398 412
5	Aménagements et équipements (carrefours, TPC)				
	Bordures préfabriqués pour TPC	ml	700	10644,95	7 451 465
	Bordures des carrefours	ml	650	505	328 250
TOTAL 5					7 779 715
6	Ouvrages d'art	M2	400 000	2208	883200000
TOTAL 6					883200000
7	Assainissement				
	Fossé en béton,	ML	2 000	6665	13 330 000

	Buses Ø=800 mm,	ML	10 000	76	760 000
	Buses Ø=1000 mm,	ML	17 000	180	3 060 000
	Dalots en béton armé	ML	100 000	60	6 000 000
	TOTAL 7				23 150 000
8	Signalisation	Forfait 5%	1 616 552 632		80827631,62
	TOTAL 8				80 827 632
	TOTAL BRUTE				2 156 107 979
	TVA FORFAIT (17% DU TOTAL BRUTE)				366 538 356
	TOTAL GENERAL				2.522.646.336,00

Le montant total du projet est de :

**Deux Milliard Cinq cent vingt deux millions six cent quarante
six mille trois cent trente six Dinars Algérien**

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GENERALE

Le programme de la relance économique qui a pour objet le développement durable du pays, donne une place importante et un grand intérêt au domaine des travaux publics, et cela en s'intéressant à l'amélioration et à l'aménagement d'infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les utilisateurs de la route, et qui répondent à l'offre et à la demande en matière de transport.

Sachant bien que notre pays souffre énormément des problèmes de trafic, notre projet vient donc pour donner un nouveau souffle à notre économie, en réalisant un évitement de la ville de Batna.

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps l'a prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.

Nous espérons ainsi continuer dans ce contexte et d'apprendre de plus en plus et collaborer dans les études et la réalisation dans le domaine des travaux publics.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **B40** Normes techniques d'aménagement des routes.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....**CTTP**.
- Anciennes thèses**E.N.S.T.P**
- Cours de routes 4^{ème} année**E.N.S.T.P**
- *Documents SETRA*

LOGICIELS UTILISES

- PISTE
- AUTOCAD
- ALIZE III