République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليـــم العالـــي و البحـــث العلمـــي

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 de la liaison entre la RN 47(Sidi Tifour) et la RN 23(Tadjrouna) avec conception de deux carrefours sur 8 km

Proposé par :

Mr BERREKLA LBERKANI

Présenté par :

MOUISSAT Med BAHA_EDDINE

HAMRERAS SLIMANE

Promotion 2012


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Louange à ALLAH (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

Nous exprimons toute notre gratitude à Mr BERREKLA LBERKANI pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanent.

Nous somme en particulier reconnaissant, à Mr MAHBOUBI de nous avoir aidé par les discussions fructueuses que nous avons eues dans le cadre de notre projet.

Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants de l'ENSTP pour toutes les informations qu'ils nous ont prodigué durant les cinq ans de notre formation.

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

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

إهـــــــداء

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الخلق وخاتم الأنبياء والمرسلين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى أله وصحبه أجمعين أما بعد أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع

إلى التي تعبت وربت وسهرت الليالى، إلى أغلى شيء في هذه الحياة ،إلى أحب شخص في هذه الدنيا،

إليك أمي الحبيب

إلى الذي جعل مني رجلا ،إلى الذي أفنى عمره من أجل راحتي ودراستي، إلى من أضاء لي درب الحياة وكان ومازال لي بمثابة دليلي في الحياة ،إليك أبي الغالي

أسأل الله العلي القديرأن يطيل في عمري وعمركما لكي أرد اليكما ولو جزءا من خيركما

إلى كل اخوتي وأخواتي الأعزاء

إلى كل عائلة حمرالراس وكل الأهل والأقارب

إلى من رافقني في إنجاز هذا العمل صديقي العزيز مويسات محمد بهاء الدين

إلى كل من عرفتهم وعرفوني في الحياة الجامعية: عبد الرحمان، محمد، ياسين، قادة، فاروق، سليمان وليد، فريد

إلى كل من أعاننا في إنجاز هذا العمل المتواضع

إلى كل الذين حواهم قلبي ولم تكفهم ورقتي أقول لهم إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى، فالقلب سكناهم، والذكرى ذكراهم، والقلب لن ينساهم وتجف أقلامي في الثناء عليهم

إهـــــــــــداء

بدأنا بأكثرمن أمل وقاسينا أكثر من هم وعانينا الكثير من الصعوبات وها نحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل المتواضع

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء.....، إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها.....، إلى من كللها الله بالهيبة والوقار..، إلى من علمتني العطاء بدون إنتظار...، إلى ملاكي في الحياة ..، إلى معنى الحب و الحنان.... ،إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي ...،إلى أغلى الحبايب أرجو من الله أن يمد في عمرها لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار،أمي الحبيبة خديجة

إلى من أحمل إسمه بكل إفتخار.....، إلى روح ابي الطاهرة بن طالب (رحمه الله ..)

إلى من كان أبا قبل أن يكون لي خال، إلى الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح، إلى الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر، إلى من أرى التفاؤل بعينه والسعادة في ضحكته...، إلى من كان وسيظل قدوة لي المهندس عاجب بلقاسم

إلى من بهن أكبر وعليهن أعتمد...، إلى شمعة متقدة تنير ظلمة حياتي، إلى من بوجودهن أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها، إلى ينابيع الصدق الصافي، إلى من عرفت معهن معنى الحياة أخواتي : أمال، حياة، هاجر.

إلى أبناء أخواتي : معتزبالله، نبيل، عمادالدين، والحبوبة آلاء

إلى توأما روحي ورفيقا دربي، إلى من رافقاني منذ أن حملنا حقائب صغيرة ومعهما سرت الدرب خطوة بخطوة وما زالا يرافقاني حتى الآن إخوتي : اسلام، عبد الرزاق

إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح ، إلى من تكا تفنا يداً بيد إلى أخي وصديقي حمرالراس سليمان

إلى الأخوة الذين لم تلدهم أمي ..، إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء، إلى من أشد بهم أزري إلى من معهم سعدت ، وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلى من كانوا معي على طريق النجاح

دليلة ، بلعابد ، شنتوفة ، فطوم ، بن طالب ، عبد الحق، حمزة ، حفصة ، مريم

إلى كل من عرفتهم في الحياة الجامعية وبالأخص عبد الرحمان، محمد قادة،فاروق، حميد، مشري ياسين مصطفى سليمان

إلى من علموني حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات إلى من صاغوالي علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لي سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتي الكرام

SOMMAIRE

Page

INTRODUCTION GENERALE 01

PRESENTATION GENERALE

I. Le contexte général. 02
II. Présentation du projet. 08
III. Objectif du projet 10

AVANT PROJET SOMMAIRE

I. Introduction. 11
II. Description du couloir. 11
III. Conclusion. 14

AVANT PROJET DETAIAIS

CHAPITRE I. ETUDE DE TRAFIC

I.1 Introduction. 15
I.2 Analyse du trafic. 15
I.3 Différents type de trafic. 18
I.4 Calcul de la capacité. 18
I.5 Données de projet. 20

CHAPITRE II. TRACE EN PLAN

II.1 Introduction. 23
II.2. Règles à respecter dans le tracé en plan. 23
II.3. Les éléments du tracé en plan. 24
II.4. Combinaison des éléments de tracé en plan. 29
II.5. La vitesse de référence (de base). 30
II.6. Paramètres fondamentaux. 30
II.7. Choix des éléments géométriques. 32
II.8. Calcul d'axe. 34

CHAPITRE III. PROFIL EN LONG

III.1. Introduction. 40
III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long. 40
III.3. Coordination du tracé en plan et profil en long. 41
III.4. Déclivités. 41
III.5. Raccordements en profil en long. 42
III.6. Détermination pratique du profil en long. 44
III.7. Choix des éléments géométrique. 46
III.8. Exemple de calcul de profil en long. 47

CHAPITRE IV. PROFIL EN TRAVERS

IV.1. Définition. 48
IV.2. Les éléments du profil en travers. 48
IV.3. Classification du profil en travers. 50
IV.4. Application au projet. 50

CHAPITRE V. ETUDE GEOTECHNIQUE

V.1. Introduction. 51
V.2. Les essais de la reconnaissance. 51
V.3. Les essais d'identifications. 51
V.4. Conditions d'utilisation des sols en remblais. 53
V.5. Les moyens de reconnaissance. 53

CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT DO CORPS DE CHAUSSÉE

VI.1. Introduction. 54
VI.2. La chaussée. 54
VI.3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée. 57
VI.4. Les principales méthodes de dimensionnement. 58
VI.5. Application au projet. 61
VI.6. Conclusion. 70

CHAPITRE VII. LES CUBATURES

VII.1. Introduction. 71
VII.2. Définition. 71
VII.3. Méthodes de calcul des cubatures. 71
VII.4. Calcul des cubatures de terrassement. 73

CHAPITRE VIII. ASSAINISSEMENTLES

VIII.1. Introduction. 74
VIII.2. Objectif de l'assainissement. 74
VIII.3. Drainage des eaux souterraines. 74
VIII.4. Quelques définitions. 75
VIII.5. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter. 77
VIII.6. Application au projet. 80

CHAPITRE IX. CHOIX ET CONCEPTION DES CARRFOUR

CARREFOUR

IX.1. Introduction. 86
IX.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour. 86
IX.3. Choix de l'aménagement. 86
IX.4. Les types de carrefours. 87
IX.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour. 87
IX.6. Application au projet. 89

CHAPITRE X. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1ER PARTIE SIGNALISATION

X.1. Introduction. 95
X.2. Dispositifs de retenue. 95
X.3. Signalisation. 95
X.4. Les types de signalisation. 96
X.5. Application au projet. 98

2EME PARTIE ELAIRAGE

X.1. Introduction. 102
X.2. Catégories d'éclairage. 102
X.3. Paramètres de l'implantation des luminaires. 102
X.4. Application au projet. 102

CHAPITRE XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF
..... 103

CONCLUSION GENERALE
..... 106

BIBLIOGRAPHIE
..... 107

ANNEXES

INTRODUCTION GENERALE

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 trois (03) 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 connait 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 de ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l'environnement.

Ce présent projet de fin d'études consiste à réaliser **une liaison entre la RN47 et la RN 23 sur 8 km** proposée par **bureau d'étude AIFA YOUCEF**.

Notre projet s'articulera sur deux axes principaux à savoir :

1) Phase d'Avant Projet Sommaire (**APS**).
2) Phase d'Avant Projet Détaillé (**APD**).

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

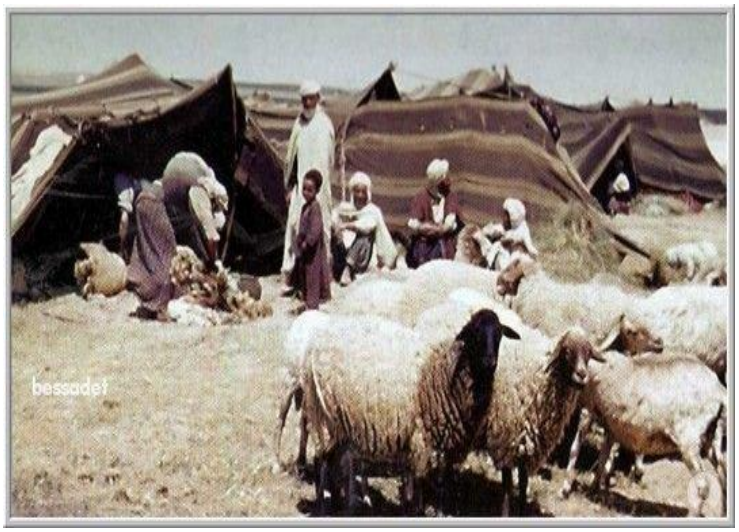
PRESENTATION GENERALE

I. Généralités sur la wilaya de Elbayadh :

I.1. Le contexte général :

I.1.a) Aperçu historique :

L'histoire nous rappelle que la région d'El Bayadh a été peuplée durant la période préhistorique comme en témoignent les différentes gravures rupestres éparpillées à travers la région. El Bayadh tirerait son nom d'une matière locale avec laquelle les premiers habitants lavaient leurs Burnous. D'autres sources avancent qu'El Bayadh évoque tout simplement les fortes précipitations de neige qui caractérisaient la région jadis.



Durant laquelle fut crée la ville d'El Bayadh dont l'appellation revient à la couleur blanche de la terre sur laquelle elle fut bâtie et qui verra l'arrivée de l'occupant Français dans la région, en 1845 sous le commandement du colonel
"Géry" qui poursuivait l'Emir Abdelkader, afin de l'empêcher de pénétrer dans le désert. Ce dernier se trouvait dans la région de Brezina où une bataille les opposa durant cette même année.
El Bayadh culmine à 1376 mètres, ce fut à l'origine un poste militaire fondé en 1852, sur ordre du Général Pélissier avec la construction d'un fort par le Lieutenant du Génie, futur Général Segretain. La 1ère pierre fut posée exactement le 25 Novembre 1852, appelée d'abord Ligny ville du nom de Lieutenant-Colonel Deligny, directeur des affaires arabes de la région, l'actuelle El Bayadh fut ensuite baptisée Géryville du nom du colonel Géry, qui avait fait une instruction avec une petite colonne en 1843. Elle était, alors le point le plus méridional qu'on peut atteint, après avoir été Poste Annexe Commune Mixte, commune et sous-préfecture en 1962. El Bayadh est aujourd'hui chef-lieu de Wilaya.



Ksar de Ghassoul



Ksar d'Arbaouet



Géryville Place Nationale l'Eglise

I.1.b) Situation géographique :

La wilaya d'elbayadh se situe au sud d'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 71 697 km^2 regroupant 22 communes et 8 daïras elle est limitée :

- au nord, par les wilayas de Saïda et de Tiaret ;
- à l'est, par les wilayas de Laghouat et de Ghardaïa ;
- au sud-est, par la wilaya d'Adrar ;
- au sud-ouest, par la wilaya de Béchar
- à l'ouest, par la wilaya de Naâma ;
- au nord-ouest, par la wilaya de Sidi Bel Abbès



Figure -1- situation géographique de la ville d'Elbayadh

I.1.c) Géologie :

La Wilaya d'El Bayadh est constituée de (03) zones distinctes qui sont :

- **Zone - I - Hautes Plaines**.
- **Zone - II - Atlas Saharien**.
- **Zone - III - Prés Saharienne**.

Le relief de la Wilaya est constitué en grande partie:

- Montagnes 6.111 km²
- Collines et piémonts 10.422 km² Les regs et terrasses.
- Plaines 47.254 km²
- Autres 7.910 km²

I.1.d) Hydrologie :

La Wilaya est inscrite sur deux versants, limités par la ligne de partage des eaux passant le long de l'Atlas Saharien. La zone Nord est drainée vers le Chott

Chergui qui constitue l'exutoire de tout le bassin versant des Hautes Plaines Oranais, les piémonts Sud de l'Atlas Saharien déversent leurs eaux de précipitations dans le bassin versant du Sahara où s'inscrivent les 3/4 du territoire de la Wilaya.

I.1.e) Les Oueds :

➢ D'Ouest en Est : Oued Kef Lazreg - Oued Tousmouline - Oued Kef Lahmar Oued Hamaimat - Oued Hanacha et Oued Mehairigua drainent les piémonts Nord Nord de l'Atlas Saharien vers Chott Echergui.

➢ Au Sud de l'Atlas Saharien, les oueds les plus importants sont :

- Oued Namous qui constitue la limite de la Wilaya avec celle de Naâma.
- Les Oueds El Gharbi - Mazar - El Kabech - Saggeur présentent un cours parallèle entre eux orientés vers le Sud - Est.

I.1.f) Climatologie :

Sur le plan climatologique, la Wilaya est caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important durant l'année à savoir :

✓ Un Hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige.
✓ Un Eté chaud et très sec.

i. Température:

Laisse apparaître des changements temporels (un Hiver froid de température moyenne de 6° C et un Eté chaud de 36° C).

ii. Pluviométrie :

Est très irrégulière et varie de 200 à 300 mm durant l'année ont peut assister à plusieurs mois de sècheresse ou d'années de suite.



L'Hiver à El Bayadh

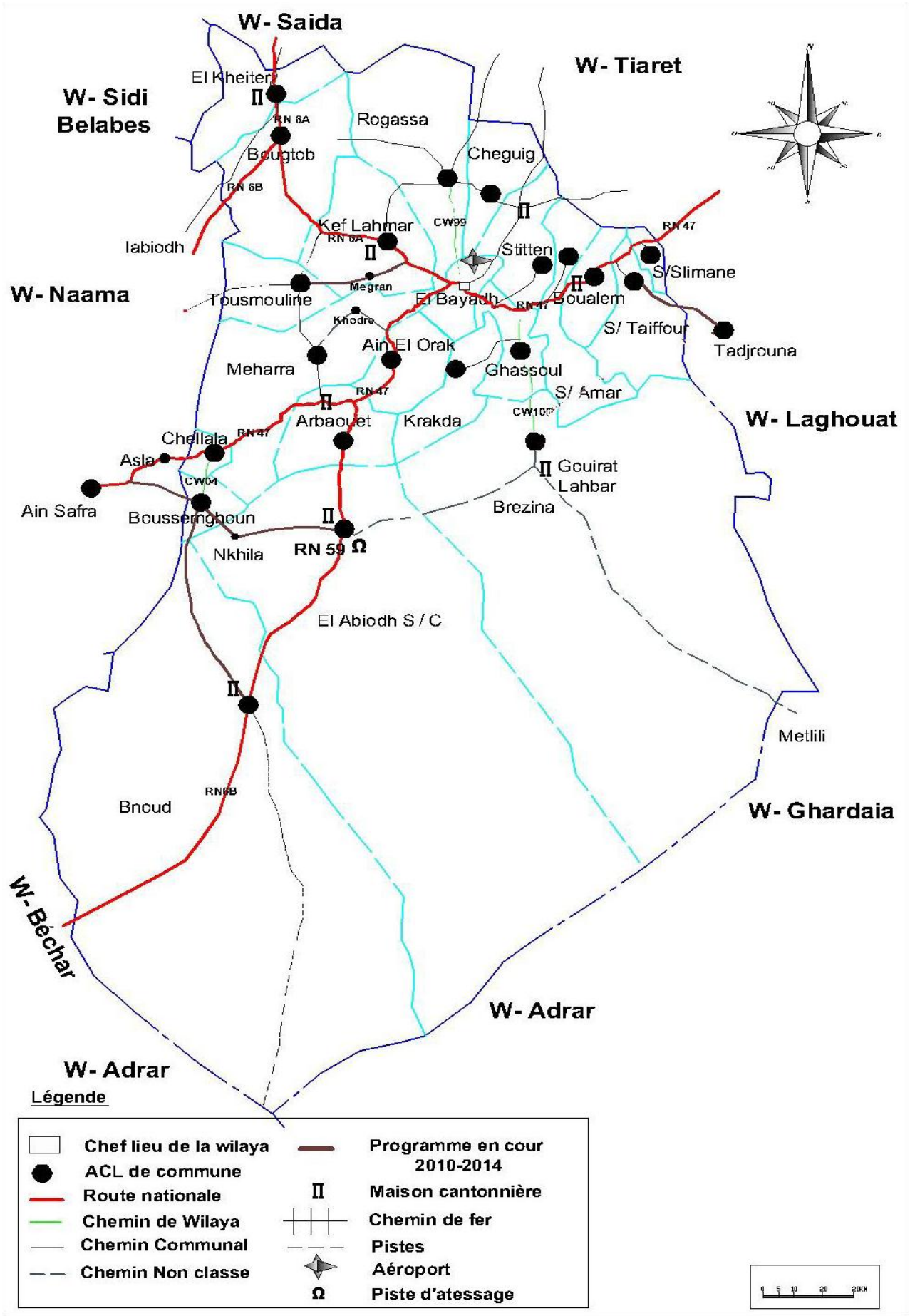
I.1.g) Population :

La population estimée au 31 Décembre 2010 est de 278 100 habitants, soit une évolution de population de 34 441 habitants, représentant un taux d'accroissement annuel moyen de 1,41 %.

I.1.h) Infrastructures de Transport :

- Route : 1 404,90 Km du réseau principal (dont 539,50 Km de RN).
- Rail : la seule voie ferrée existante traverse la Wilaya dans sa partie Nord sur une longueur de 61 kms.
- Aéroport :
  - ❖ Aérodrome Ksel:
    - ✓ Importance nationale.
    - ✓ Liaisons avec : Alger, Annaba, Illizi, Djelfa, Tamanrasset, Ain Amenas, Oran, Ain Saleh et Constantine.
- Le réseau routier se compose de 539,50 km de routes nationales, représentant 38,40 % de l'ensemble de réseau, de 130 km de chemins Wilaya, soit 09,25 % et 735,40 km de chemins de communaux, soit 52,35 % du réseau total.

Type	Longueur en km	%
Réseau primaire : R.N	539,50	38,40
Réseau secondaire : C.W	130	09,25
Réseau tertiaire : C.C	735,40	52,35
Ensemble	**1 404,90**	**100,00**


W- Saida
W- Tiaret
W- Sidi Belabes
W- Naama
W- Laghouat
W- Ghardaia
W- Bechar
W- Adrar
W- Adrar
El Kheiter
RN 6A
Rogassa
Bougtob
Cheguig
RN 6B
Kef Lahmar
RN 6A
CW99
RN 47
Iabiodh
Stitten
S/Slimane
Megran
Tousmouline
El Bayadh
RN 47
Boualem
Khodre
S/ Taiffour
Tadjrouna
Ain El Orak
Meharra
Ghassoul
S/ Amar
RN 47
CW105
Arbaouet
Krakda
Chellala
RN 47
Asla
Gouirat
Lahbar
CW04
Ain Safra
Bousseringhoun
Brezina
Nkhila
RN 59
El Abiodh S / C
Metlili
RN6B
Bnoud
Légende
Chef lieu de la wilaya
ACL de commune
Route nationale
Chemin de Wilaya
Chemin Communal
Chemin Non classe
Programme en cour 2010-2014
Maison cantonnière
Chemin de fer
Pistes
Aéroport
Piste d'atessage

I.2. le contexte local :

Le territoire de la commune de Sidi Tifour se situe au nord-est de la wilaya d'El Bayadh.



Figure -1- situation géographique de la ville de Sidi Tifour

II. Présentation du projet :

II.1. Introduction :

Comme tous les wilayas de la steppe ou' le milieu rural forme une richesse évolutif, la construction des nouvelles routes reliant la ville d'El Bayadh et sa périphérie rurale reflète l'Etat de développement et de croissance économique.

Les besoins de déplacement se développent fortement à long terme sous l'effet de :

- La croissance urbaine et extra, urbaine de la mobilité ou la Marge de développement de des grands villes est encore importante, taux du fait de l'expansion générale de la population rurale vers les villes, à cet effet l'Etat fait des efforts énormes dans l'amélioration de mode de vie dans le milieu rurale, afin de stabiliser les gens dans ce milieu et de les reliés à la ville par les constructions de ce genre de projets, Ainsi de relier les communes entre elles.

Cette croissance de déplacement posera de grands problèmes aux ingénieurs chargés de la conception des infrastructures, le problème sera d'autant plus difficile à résoudre que l'amélioration de l'accessibilité et la satisfaction des besoins en déplacement ne devra pas être obtenue au détriment de l'environnement.

Seule une étude spécifique est susceptible de répondre avec précision aux problèmes propres à chaque route, mais l'expérience acquise conduit à un certain nombre de conclusions ou recommandations, Elles portent sur la conception du réseau routier et des liaisons, inter wilaya et inter commune.





III. Objectif du projet :

L'objectif principal de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une partie du trafic de la RN47 vers la RN 23 et ce afin d'atténuer les problèmes cités plus haut que connaît cette région.
Cet objectif est défini comme suit :

- ✓ Améliorer de la sécurité et le confort de l'usager.
- ✓ Réduire des temps de parcours.
- ✓ Aider L'activité des zones agricoles.
- ✓ Relier directement les routes nationales RN 47 et RN 23.
- ✓ Décongestionner le trafic surtout au niveau des carrefours.
- ✓ Réduire le nombre d'accidents.
- ✓ Améliorer le cadre de vie des citoyens.

PHASE A.P.S

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.1. Description du couloir:

Le couloir choisi passe du coté nord de la ville (Sidi Tifour) a une largeur variante entre 100 m et 150 m, limité d'une part des montagnes et d'autre part par une zone urbaine dans sa partie sud, il franchit successivement les obstacles suivants :

- Chemin communal reliant la ville Sidi Tifour avec la ville de Dir El Husseyane (carrefour à projeter).
- Oued (ouvrage courant à projeter).



Figure -1-Des montagnes



Figure -2-Zone urbaine



Figure -3-Chemain communal

❖ Pour notre couloir on va proposer deux variantes :

✓ **Variante 01 :**

Cette variante franchit les obstacles suivants :

- Des constructions.
- Une zone contenant des arbustes.
- Un oued.
- Des réseaux (poteaux électriques ; téléphoniques).

D'après le calcule automatique fait par : autopiste 9.1, on a obtenu les résultats suivantes :

- longueur du tracé = 8059.733 m
- volume des terrassements :

  Déblais =30696 m^3

  Remblais = 31752 m^3

✓ **Variante 02 :**

Cette variante franchit les obstacles suivants :

- Des constructions, des habitations, et des terrains prives.
- Une zone contenant des arbustes.
- Un oued.
- Des réseaux (poteaux électriques ; téléphoniques ; assainissement).
- Des zones contenant des pâturages.

D'après le calcule automatique fait par : autopiste 5.05, on a obtenu les résultats suivantes :

- longueur du tracé = 8108.578 m.
- volume des terrassements :
  Déblais =64118 m^3.

  Remblais = 22891 m^3.

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes

Variante 1 :	**Variante 2 :**
-longueur de tracé : 8059.733m. -surface débroussaillage d'arbre : 140 m^2 -Tracé éloigné des habitations. -Déplacement des poteaux de haute tentions existants -le volume du remblai est important	-longueur de tracé : 8108.578m. -surface débroussaillage d'arbre : 180m^2 -plus loin de la ville -Déplacement des poteaux de haute tentions existants

III. 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 alors on peut conclure que la variante à retenir pour l'étude APD sera la variante01 (voir le schéma que représenté la variante retenu).

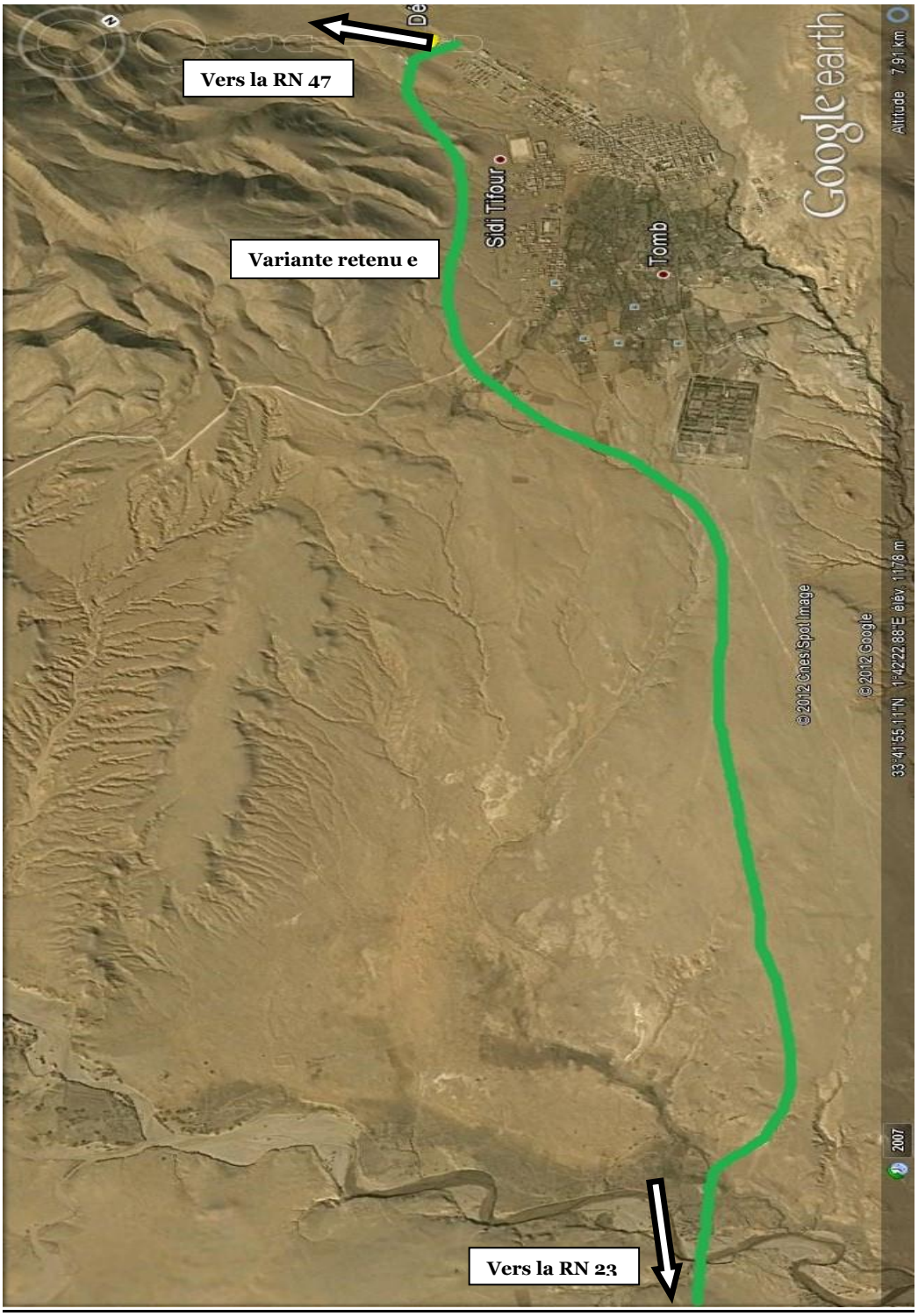


Figure -4- schéma que représenté la variante retenu

PHASE A.P.D

CHAPITRE I

ÉTUDE DE TRAFIC

CHAPITRE I: ETUDE DE TRAFIC

I.1. Introduction :

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

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

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

Apprécier la valeur économique des projets.
Estimer les coûts d'entretiens.
Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

I.2. Analyse du trafic :

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

I.2.1) La mesure du trafic :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

a)-**Les comptages** : sont permettent de quantifier le trafic.

b)-**Les enquêtes** : sont permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs.

a) - Les Comptages :

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

a) .1-Les comptages manuels.

a) .2-Les comptages automatiques.

a.1)- Les comptages manuels :

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

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

a.2) - Les comptages automatiques :

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

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

Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

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

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

b) - les Enquêtes Origine Destination :

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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination.

Il existe plusieurs types d'enquêtes :

b.1) – les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on

distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

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

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

b.2)- Relevé des plaques minéralogiques :

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

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

b.3)- interview des conducteurs :

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

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

b.4)- Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

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

I.3. 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 aménagé. 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. 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.

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

Tel que:

- ✓ $TJMA_n$: 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 déterminer en fonction du type de route et de l'environnement.

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

Tel que :

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

Le tableau si 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.

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

ii. Évaluation de l'offre:

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

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

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 « K1 »

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau -3- Coefficient « K2 »

	Catégorie de la route				
Environnement	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} »

Nombre des voies de la route	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 1800uvp/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 :

$$N = \frac{s.Q}{Q_{adm}}$$

Tel que :

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

I.5. APPLICATION AU PROJET:

I.5. Données de projet :

- Le trafic à l'année 2012 TJMA $_{total\ 2012}$ =2858v/j.
- Le pourcentage de poids lourds P_L=21%.
- Année de mise en service : 2013.
- Taux de croissance annuelle de trafic : **τ**= 4%.
- La durée de vie:20ans

Le de poids lourd reste constante toute la durée de vie de la route (20 ans).

On a :

P= 6 (Route à bonne caractéristique, environnement E_2)

K_1=0.85 (environnementE_1) ; K_2=0.99 (environnementE_2, catégorie C_2)

- **Calcul de TJMA horizon :**

$TJMA_n = (1+ \tau)^n \, TJMA_{2012}$

$TJMA_{2013} = (1+ 0.04)^1 \times 2858$

$TJMA_{2013} = 2972$ v/j

$TJMA_{2033} = (1+ 0.04)^{20} \, 2972$

$TJMA_{2033}$=6512 v/j

- **Calcul des trafics effectifs**

P = 6 (route de bonnes caractéristiques, E_2)

$T_{eff\ 2033}= [(1- 0.21) +6\times0.21] \, 6512$

$T_{eff\ 2033}$=133551 uvp/j

- **Débit de pointe horaire normal :**

$Q_{2033} = (1/n)\, T_{eff} = 0.12\times T_{eff}$

$Q_{2033} = 0.12\times 133551$

Q_{2033} =1602uvp/h

- **Capacité théorique :**

$$Q_{2031} < Q_{adm} \longrightarrow Q_{2031} < K_1 \times K_2 \times C_{th} \longrightarrow C_{th} > \frac{Q2033}{K1 \times K2}$$

Donc : **C_{th}>1903 uvp/h**.

Conclusion :

D'après le calcul de capacité de la pénétrante, on constate que son profil en travers est de :

Chaussée de 1 voie par sens (2×3.5m) et une largeur d'accotement de 1.8 de chaque coté

- **L'année de saturation**

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

$Q_F = Q_D$

1- Calcul de Q_F :

$Q_F = K_1 \times K_2 \times C_{th}$

$Q_F = 0.85 \times 0.99 \times 2000 = 1683$ uvp/j.

2- Calcul de Q_D :

$Q_{D2012} = 0.12\ T_{effe\ n}$

$Q_{D2012} = 0.12 \times ((1- Z) + P \times Z)) \times TJMA_n$

$Q_{D2012} = 0.12 \times ((1- 0.21) + 6 \times 0.21)) \times TJMA_n$

$Q_{D2012} = 0.246 \times TJMA_n$

$TJMA_n = TJMA_{2012}\ (1+ \tau)^n$

$TJMA_n = 2858\ (1.04)^n$

$Q_{D2010} = 703.068\ (1.04)^n$

$Q_F = Q_D \iff 1683 = 703.068\ (1.04)^n$

$n = \log(2.39)/\log(1.04) = 22$ ans.

Donc l'année de saturation = 2012+22=**2034**

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.

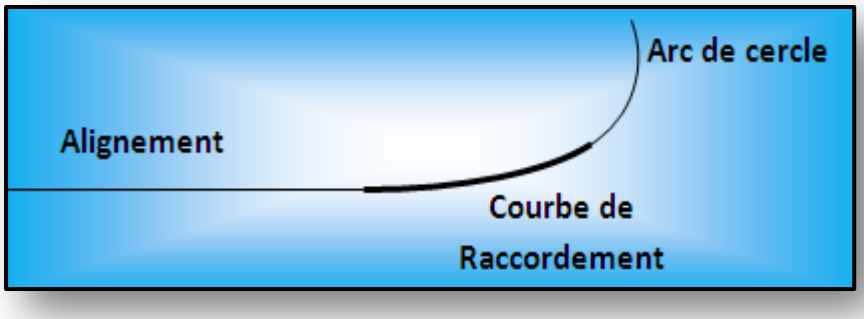
II.2. Règles à respecter dans le trace en plan :

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 RHnd (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 $\mathbf{L_{min}}$ 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 $\mathbf{L_{max}}$ est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

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

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

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 dérapage des véhicules.

ii. Rayon horizontal minimal absolu :

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

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**

$$RHnd = \frac{V_r{}^2}{127(f' - d_{min})}$$ **Pour les catégories 3-4-5**

Avec : f'= 0.07 cat 3

f'= 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 ≥ à RHN.
- ✓ Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondi à 0,5% prés.

- **Si RHm < R < RHN :**

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

- **Si RHN < R< RHd :**

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

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d_{min}.
- ✓ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun 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 préconise.

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 croit linéairement de R=∞ jusqu'à R=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 assurer ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

i. Expression de la clothoïde :

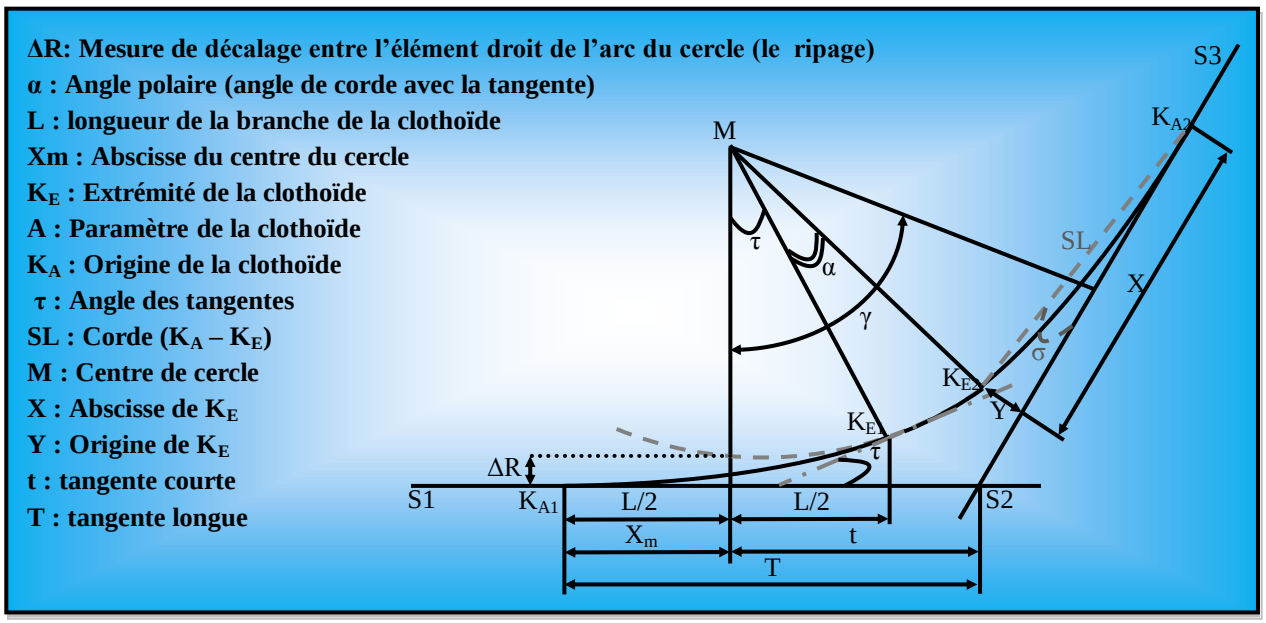
La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L(ou longueur de la clothoïde).

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

On pose : $\frac{1}{C} = A^2$ ⇒ $\mathbf{A^2 = L.R}$

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

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.

$\tau \geq 3°$ soit $\tau \geq 1/18$ rad.

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

$R/3 \leq A \leq R$

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

Pour **$1500 < R \leq 5000m$**, **$\tau = 3°$** c'est-à- dire **$L = R/9$**

Pour **$R > 5000m \Rightarrow \Delta R$** 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 : $\left(\frac{V^2}{R} - g.\Delta d\right)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$

Avec une gravitation g = 9.8m/s on opte :

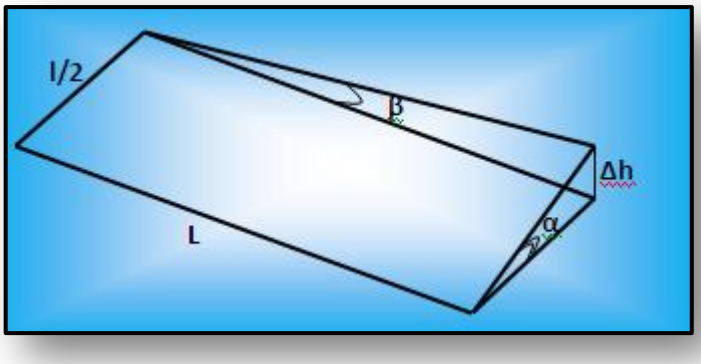
$$L \geq \frac{V_B^2}{18}\left(\frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d\right)$$

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

❖ 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 :

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

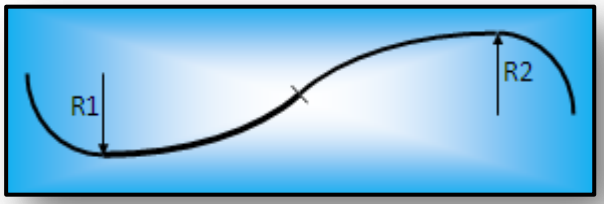
l : largeur de chaussée

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

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

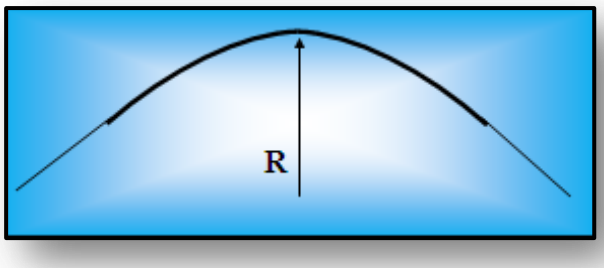
II.4.a) Courbe en S :

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



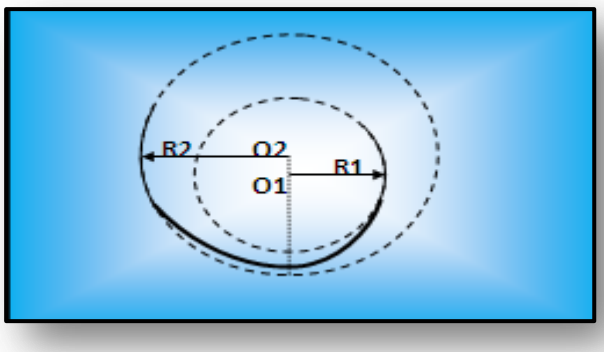
II.4.b) Courbe à sommet :

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



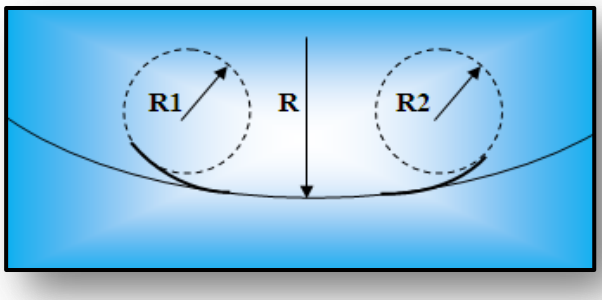
II.4.c) Courbe en Ovale:

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'usager (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 bonne conditions normales.

II.6. Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C2, dans un environnement E2, avec une vitesse de base **V_B = 80 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**	**km/h**
Longueur minimale	**Lmin**	**111**	**m**
Longueur maximale	**Lmax**	**1333**	**m**
Devers minimal	**dmin**	**2.5**	**%**
Devers maximal	**dmax**	**7**	**%**
Temps de perception réaction	**t1**	**2**	**S**
Frottement longitudinal	f_L	**0.39**	
Frottement transversal	f_t	**0.13**	
Distance de freinage	**d0**	**65**	**m**
Distance d'arrêt	**d1**	**109**	**m**
Distance de visibilité de dépassement minimale	**dm**	**325**	**m**
Distance de visibilité de dépassement normale	**dN**	**500**	**m**
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	**dMd**	**200**	**m**
RHm	**RHm**	**250 (7 %)**	**m (%)**
RHN	**RHN**	**450 (5 %)**	**m (%)**
RHd	**RHd**	**1000 (2.5 %)**	**m (%)**
RHnd	**RHnd**	**1400 (-2.5 %)**	**m (%)**

Tableau -1- paramètres du tracé en plan.

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

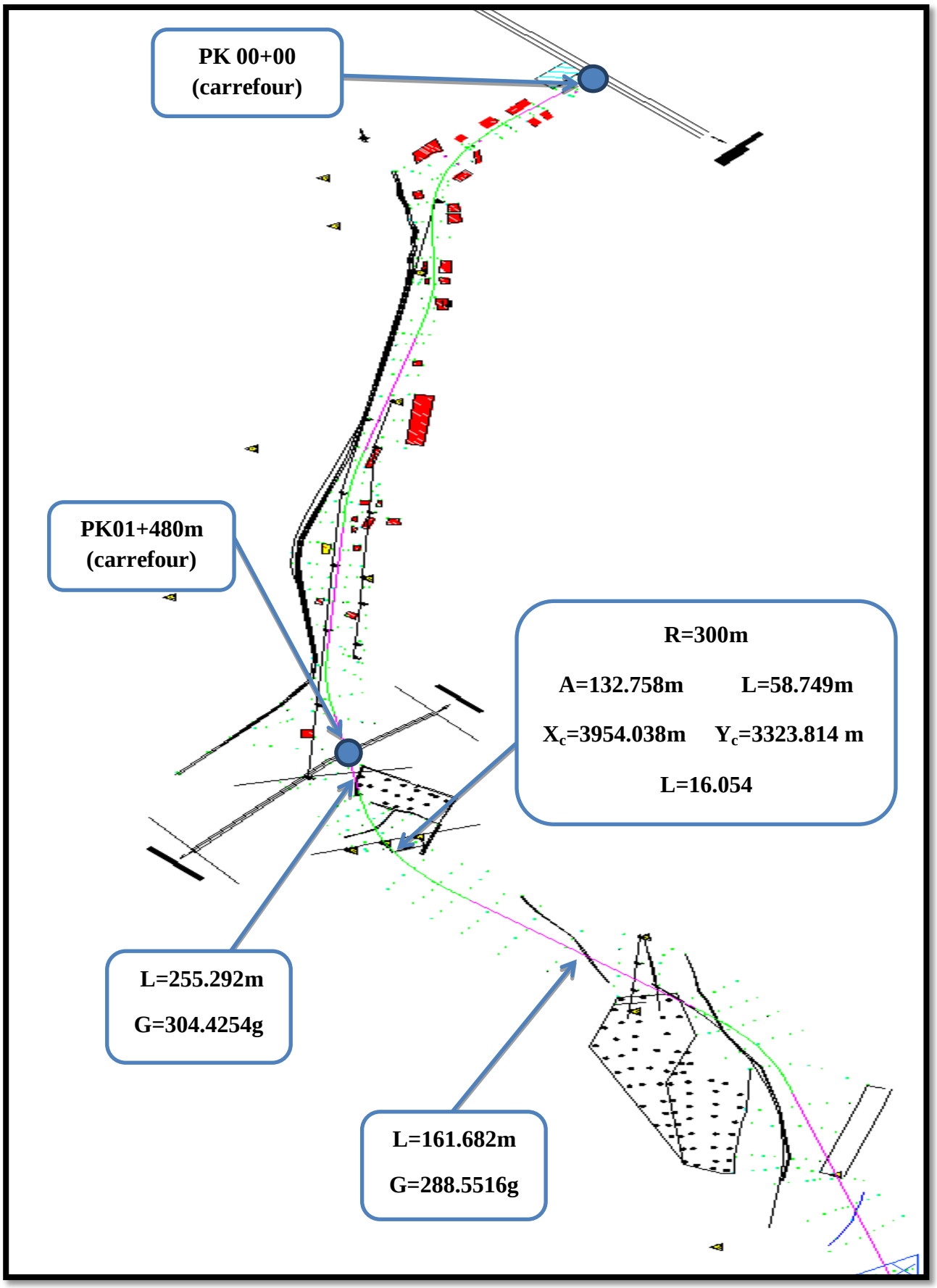
❖ Les rayons :

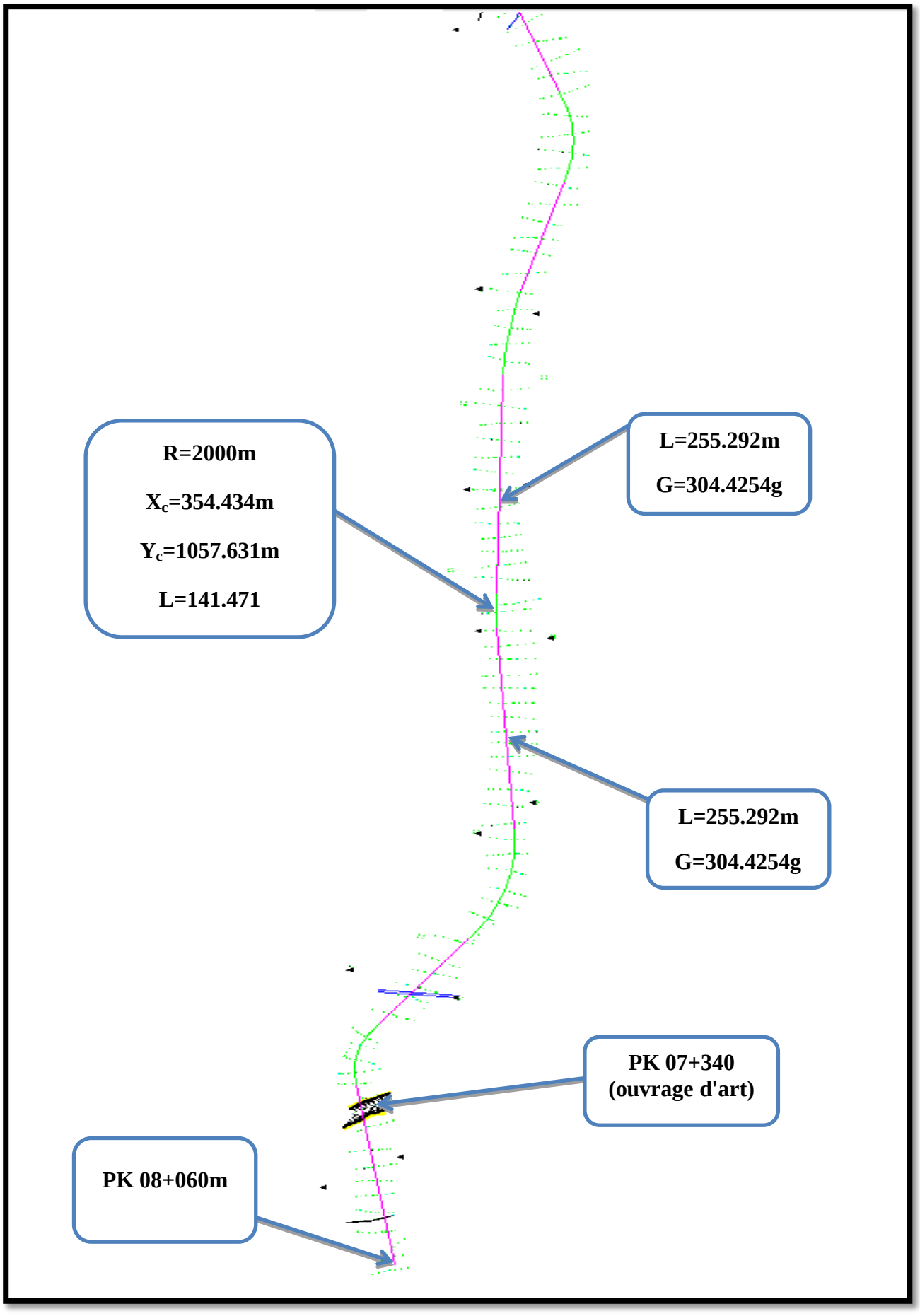
Rayons (m)	**260**	**400**	**500**	**300**	**300**	**270**	**600**	**1700**	**2000**	**700**
Dévers associé (%)	**6.45**	**4.15**	**3.29**	**5.57**	**5.57**	**6.21**	**2.72**	**2.5**	**2.5**	**2.5**

❖ les alignements (max et min) :

- L_{max} = **927.46 m** < L_{max}(B40).
- L_{min} = **113.13m** > L_{min}(B40).

II.7. Choix des éléments géométriques :



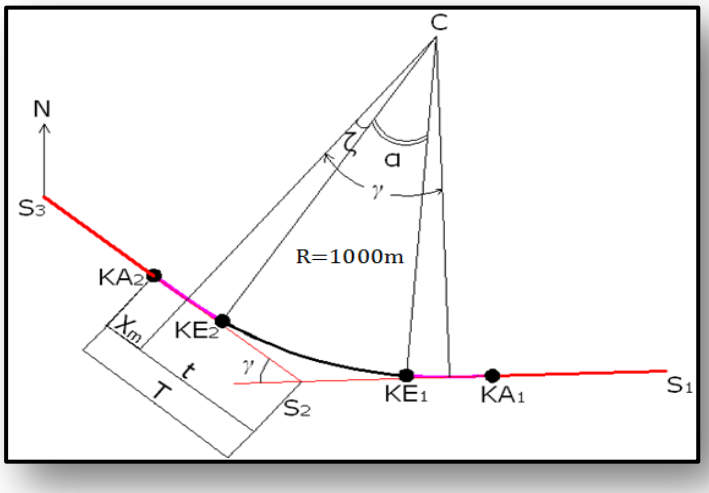

R=2000m
Xc=354.434m
Yc=1057.631m
L=141.471
L=255.292m
G=304.4254g
L=255.292m
G=304.4254g
PK 07+340
(ouvrage d'art)
PK 08+060m

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 =80 km/h	X(m)	Y(m)	R_1(m)
S_1 (P_1)	4335.658	3598.4504	300
S_2 (P_2)	3937.3427	3626.1834	
S_3 (P_3)	3576.9843	3560.6721	

❖ **Détermination de L :**

▪ **Condition de confort optique :**

R≤1500m ⇒ $\sqrt{24 \times R \times \Delta R}$

On prendre $\Delta R = 1m$

Donc $L \geq \sqrt{24 \times 300 \times 1}$ = **84.85m.....** (1)

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

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

RHN ≤ R ≤ RHd

$\Delta d = d - (-2.5)$, $d = d_{min} + (\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}) \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$ ⇒ **d= 6.25%**

$$L \geq \frac{5}{36} . (6.25\% - (-2.5\%)) .80$$

L ≥ 97.22m..... (2)

L = max (84.85, 97.22).

Donc on prend : **L =98m**

❖ **Calcul du paramètre A :**

On sait que : $A^2 = L.R$

$A = \sqrt{L.R} = 170.87$

Donc on prend : **A = 171**

La condition $R/3 \leq Amin \leq R$ elle est vérifiée, $(100 \leq Amin \leq 300)$

❖ **Calcul de ΔR :**

$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{98^2}{24 \times 300}$ ⇒ **ΔR = 1.33 m**

❖ 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.

$$G_{S1}^{S2} = 200 + \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = 200 + \text{arctg}\left(\frac{|\ 3576.9834 - 3937.3427\ |}{|\ 3560.6721 - 3626.1834\ |}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 288.5516 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = 200 + \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = 200 + \text{arctg}\left(\frac{|3192.2410\ - 3576.9834|}{|3103.6280 - 3560.6721|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 244.5455\text{gr}$$

❖ Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = \left|G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}\right| = 44.0061\text{gr}$$

❖ Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{98}{2\,.300} \times \frac{200}{\pi} = 10.39 \text{ gr}$$

❖ Vérification de non chevauchement :

$\tau = 10.39$ gr

$^{\gamma}/_{2} = 44.006/2 = 22.003\text{gr}$ D'où : $\tau < {}^{\gamma}/_{2}$ ⇒ **pas chevauchement**

❖ Calcul des distances :

$$\overline{s1\ s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(-360.3593)^2 + (-65.5113)^2} = 366.2648\text{m}$$

$$\overline{s2\ s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(-384.7424\ )^2 + (-457.0441\ )^2} = 597.425\text{m}$$

❖ Calcule de l'abscisse du centre du cercle :

$$Xm = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 49\text{m}$$

❖ Abscisse de KE :

$$x = L\left(1 - \frac{L}{40.R^2}\right) = 98\text{m}.$$

❖ **Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 5.33m$$

❖ **Calcule de la tangente :**

$T = Xm + (R + \Delta R)\ tg\left(\frac{\gamma}{2}\right)$, On a: $L/R = 0.326$

À partir des tables des clothoïdes ligne N°443, on tire les valeurs suivantes :

$$\begin{cases} \Delta R/R = 0.004439 \Rightarrow \Delta R = 1.3317 \\ Xm/R = 0.16312 \Rightarrow Xm = 48.936 \\ X/R = 0.325661 \Rightarrow X = 97.6983 \\ Y/R = 0.017737 \Rightarrow Y = 5.3211 \end{cases}$$

Donc : $T = 48.936 + (300+1.3317).tg(22.003) = 157.438m.$

❖ **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(97.6983)^2 + (5.3211)^2} = \mathbf{97.843m}.$$

❖ **Calcul de σ :**

$$\sigma = arctg\left(\frac{y}{x}\right) = arctg\left(\frac{5.3211}{97.6983}\right) = \mathbf{3.464\ gr.}$$

❖ **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 44.0061 - 2(10.39) = \mathbf{23.2261gr}.$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R.\pi.\alpha}{200} = \frac{300\times\pi\times23.2261}{200} = \mathbf{109.450m.}$$

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

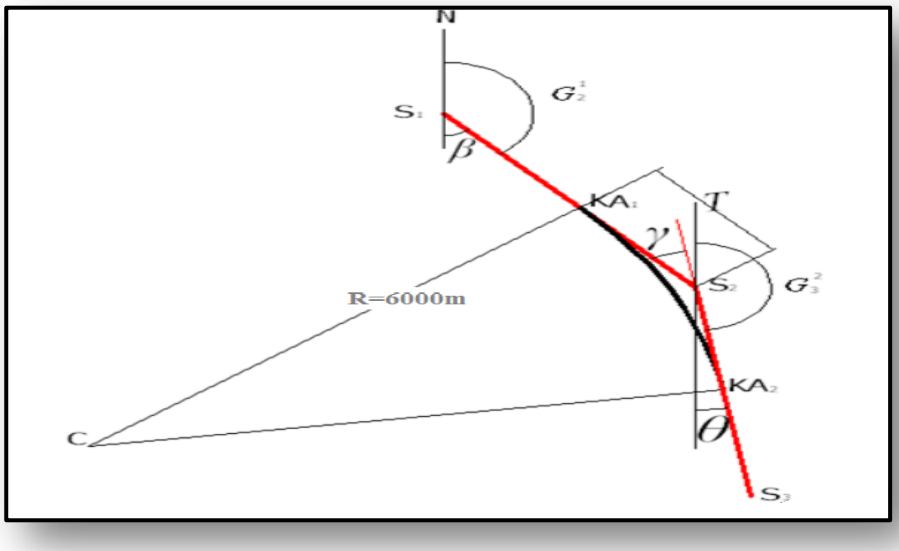
$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + \overline{(s1\ s2} - T)\sin\left(G_{S1}^{S2}\right) = 4130.1987m. \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + \overline{(s1\ s2} - T)\cos\left(G_{S1}^{S2}\right) = 3561.0989m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T\sin\left(G_{S2}^{S3}\right) = 3835.9522m. \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T\cos\left(G_{S2}^{S3}\right) = 3505.7397m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL\sin\left(G_{S1}^{S2} - \sigma\right) = 4035.0278m. \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL\cos\left(G_{S1}^{S2} - \sigma\right) = 35.38.3888m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL\sin\left(G_{S2}^{S3} + \sigma\right) = 3902.9410m. \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL\cos\left(G_{S2}^{S3} + \sigma\right) = 3577.0542m. \end{cases}$$

- **Courbe sans Clothoïde**



V_B =80 km/h	x(m)	Y(m)	R_1(m)
S_1 (P_1)	1206.8322	3103.1187	2000
S_2 (P_2)	324.4620	3058.6584	
S_3 (P_3)	-855.1622	2999.2202	

❖ **Calcul des gisements :**

$$\begin{cases} G_{S1\text{-}S2} = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) = 301.2981gr \\ G_{S2\text{-}S3} = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) = 296.7949gr \\ \gamma = 4.5032gr \end{cases}$$

❖ **Calcul de tangente :**

$$\begin{cases} T = R \times tg\,(\gamma/2) \\ T = 2000 \times tg\,(2.251) = 70.7467m \end{cases}$$

❖ **Calcul de tangente :**

$$L = \gamma \frac{\pi}{200} R = 4.5032 \frac{\pi}{200} 2000 = 141.471m$$

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

$$\begin{cases} G_{S1\text{-}S2} = 301.2981\ gr \\ X_{KA1} = X_{S2} - T \times \sin(G_{S1\text{-}S2}) = \mathbf{324.4620} - 70.7467 \times \sin(301.298) = 395.213\ \mathbf{m} \\ Y_{KA1} = Y_{S2} - T \times \cos(G_{S1\text{-}S2}) = \mathbf{3058.6584} - 70.7467 \times \cos(301.298) = 3057.216\ \mathbf{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{S2\text{-}S3} = 296.7949gr \\ X_{KA2} = X_{S2} + T \times \sin(G_{S2\text{-}S3}) = \mathbf{324.4620} + 70.7467 \times \sin(296.794) = 253.786\ \mathbf{m} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \times \cos(G_{S2\text{-}S3}) = \mathbf{3058.6584} + 70.7467 \times \cos(296.794) = 3055.0972\ \mathbf{m} \end{cases}$$

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 : $R_{vertical} > 6\ R_{horizontal}$ 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 conversation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieur 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_{max} =5%) dans le franchissement de la côtière

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

Tableau -1- Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base

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 :

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

D'où : $\boxed{R_v = 0{,}3\ V^2}$ **(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 a une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_V \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})} \approx 0.27 d^2$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)
h_a : Hauteur de l'œil au-dessus de la chaussée = 1.10 m
h_g: Hauteur de l'obstacle =1.20 m

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnel et pour une vitesse de bas Vr=80Km/h et pour la catégorie 2 on a :

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R_{vm}	4500
Min- normal	R_{vN}	10000
Dépassement	R_{vd}	11000

III.5.b) Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

$$R'_V = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035 d_1)}$$

Pour une vitesse Vr = 80Km/h et catégorie 2 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min -normal	R'_{vn}	3000

III.6. Determination pratique du profil en long :

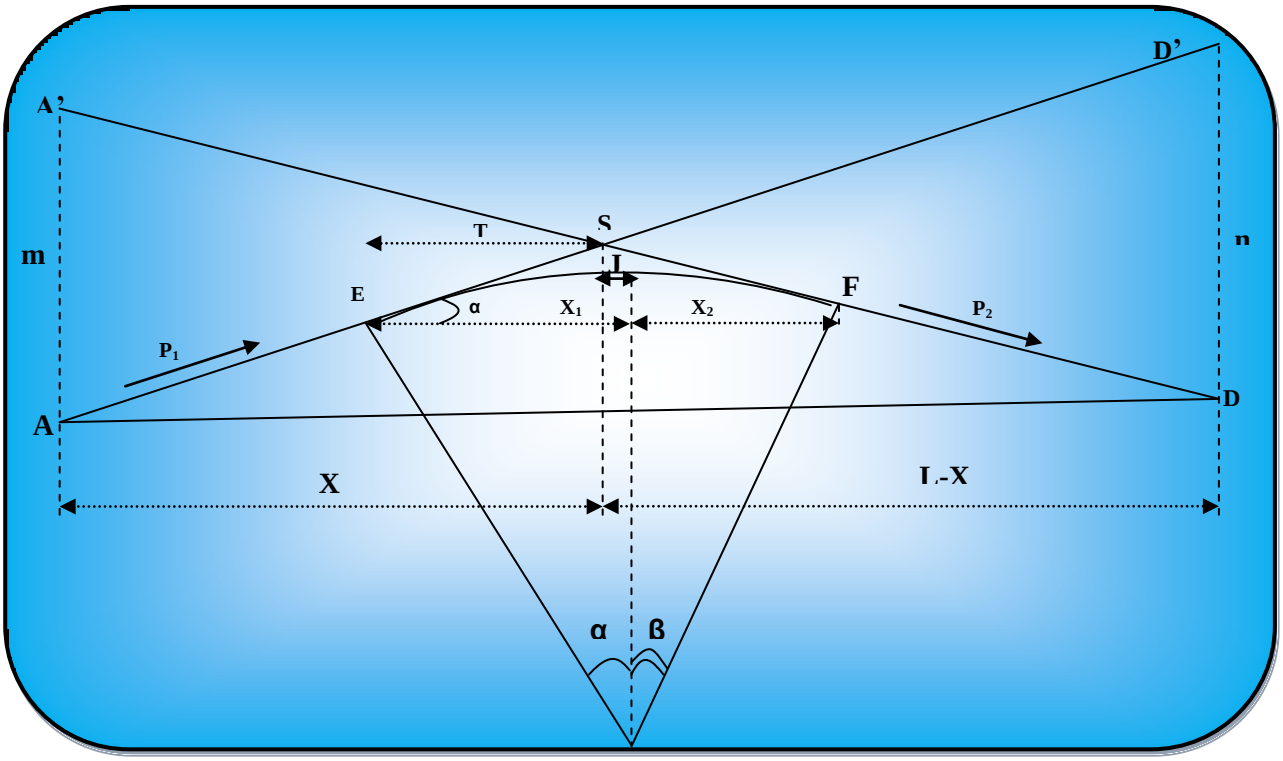
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

À l'équation de la parabole $X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = X^2/2R$

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

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- ✓ Donnée La pente P_1 de la droite (AS).
- ✓ Donnée la pente P_2 de la droite (DS).
- ✓ Donnée le rayon R.



III.6.a) Détermination de la position du point de rencontre (s) :

$$Z_{A'} = Z_A + L.P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{D'} = Z_D + L.P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L - x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m + n}$$

$$S \begin{cases} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1.x + z_A \end{cases}$$

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.

$$E \begin{cases} X_E = x_S - T \\ ZE = Z_S - T.P1 \end{cases} \qquad F \begin{cases} X_F = x_S + T \\ ZF = Z_S + T.P2 \end{cases}$$

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 :

$$M \begin{cases} H_M = \dfrac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + X.P_1 - \dfrac{X^2}{2R} \end{cases}$$

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

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

$$J \begin{cases} X_J = X_E + R.P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1.P_1 - \dfrac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

Avec : $X_1 = R.P_1$
$X_2 = R.P_2$

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 a 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**:

R_v concaves (m)	**12500**	**4500**	**8000**	**60000**	**1000000**	**100000**	**30000**	**30000**	
R_v convexes (m)	**65000**	**4500**	**70000**	**30000**	**2000000**	**45000**	**15000**	**8000**	**20000**

✓ **La déclivité (max et min):**

I_{max} = 3.69 % < I_{max}(B40).

I_{min}= 0.52% ≥ I_{min}(B40).

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

III.8.a) Cas d'un Raccordements

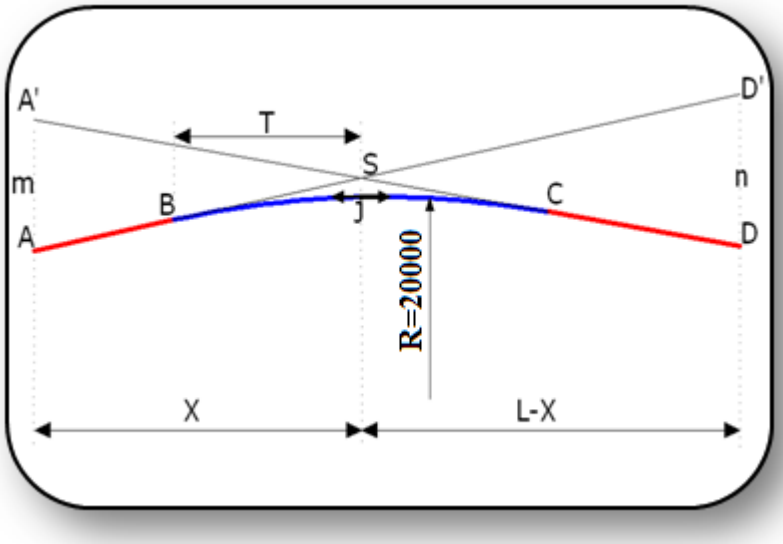
- **Raccordement N°1 :**

R=20000 m

A: $\begin{cases} S_A = 00.00 \text{ m} \\ Z_A = 946.95 \text{ m} \end{cases}$

S: $\begin{cases} S_S = 247.15 \text{ m} \\ Z_S = 950 \text{ m} \end{cases}$

D: $\begin{cases} S_D = 423.75 \text{ m} \\ Z_D = 948.4 \text{ m} \end{cases}$



✓ Calcul des pentes :

$i_1 = \left| (Z_S - Z_A)/(S_S - S_A) \right| = \left| (80.75 - 68.01)/(3920.19 - 2499.14) \right| = 1.23\%.$

$i_2 = \left| (Z_S - Z_D)/(S_S - S_D) \right| = \left| (80.75 - 74.43)/(3920.19 - 5134.34) \right| = 0.90\%$

✓ Calcul des tangentes :

$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|1.23\%| + |-0.9\%|) \times 12500/2 = 133.125\text{m}.$

✓ Calcul des flèches :

$H = T^2/2R = (133.125)^2/(2\times12500) = 0.708\text{m}.$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- Calcul des coordonnées du point B:

$\begin{cases} S_B = Ss - T = 247.15 - 133.125 = 114.025 \text{ m}. \\ Z_B = Zs - T\times|i_1\%| = 950 - 133.125\times|1.23\%| = 948.36 \text{ m}. \end{cases}$

- Calcul des coordonnées du point C :

$\begin{cases} S_C = Ss + T = 247.15 + 133.125 = 380.275 \text{ m} \\ Z_C = Zs - T\times|i_2\%| = 950 - 133.125\times|-0.90\%| = 948.80 \text{ m} \end{cases}$

✓ Calcul de la longueur de la courbe :

$L = 2\times T = 2\times133.125 = 266.25\text{m}.$

Les résultats de calcul sont joints en annexe

CHAPITRE IV

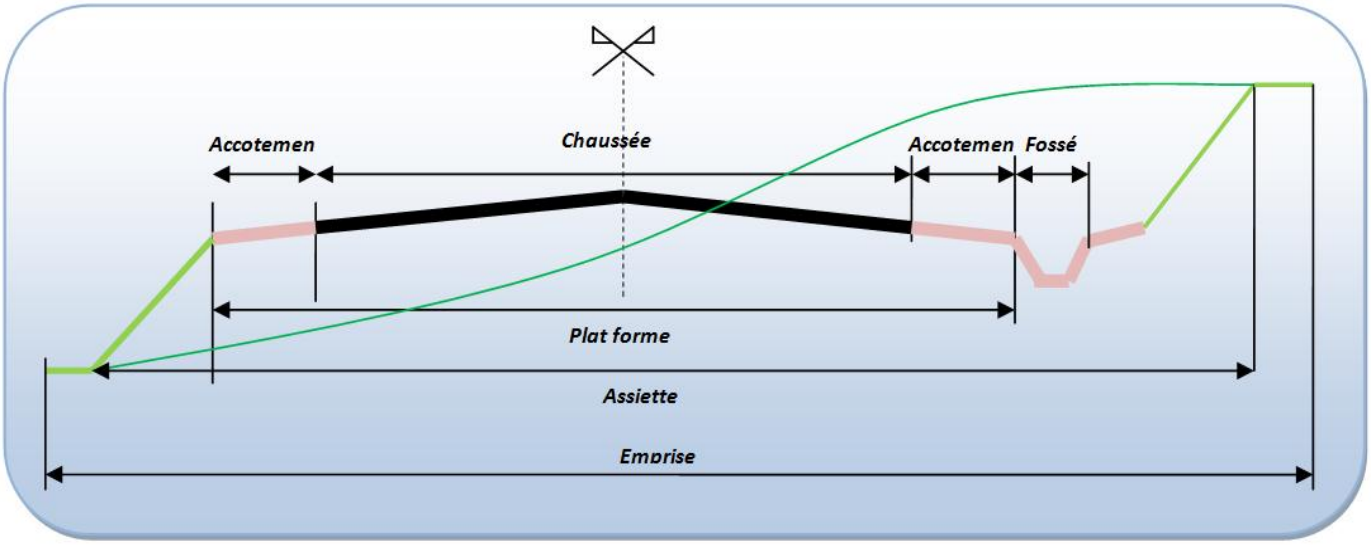
PROFIL EN TRAVRS

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 chaussé 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 seul couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux diffèrent.

Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autre 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 bon caractéristiques mécanique.

✓ **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 x 3.5) = 7.00m.
- ✓ accotement de 1.80m : 2 x 1.8 = 3.60m.

La largeur de la plate-forme de l'évitement est de 10.6m.

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 80µm) 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 doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80mm.
- Matériaux plastique I_P > 20% ou organiques.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à fort teneur en argile.

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

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

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.

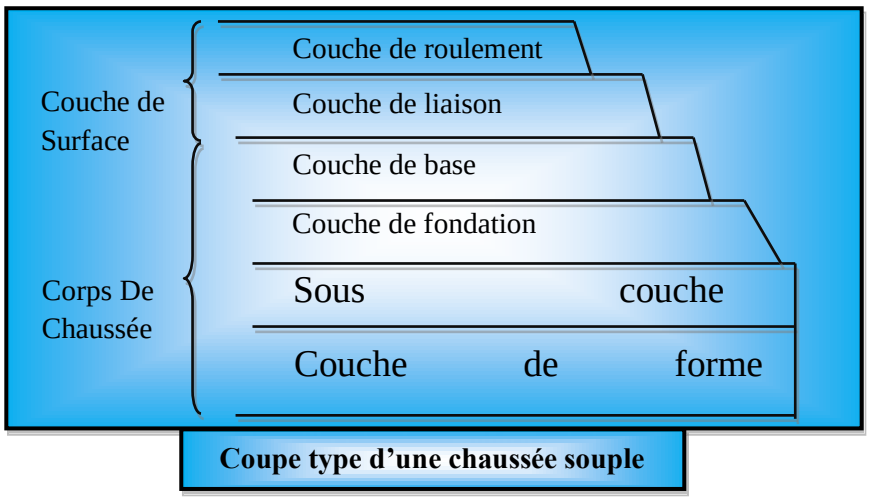
❖ Couche de fondation :

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 40et 70 cm



Coupe type d'une chaussée souple

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.

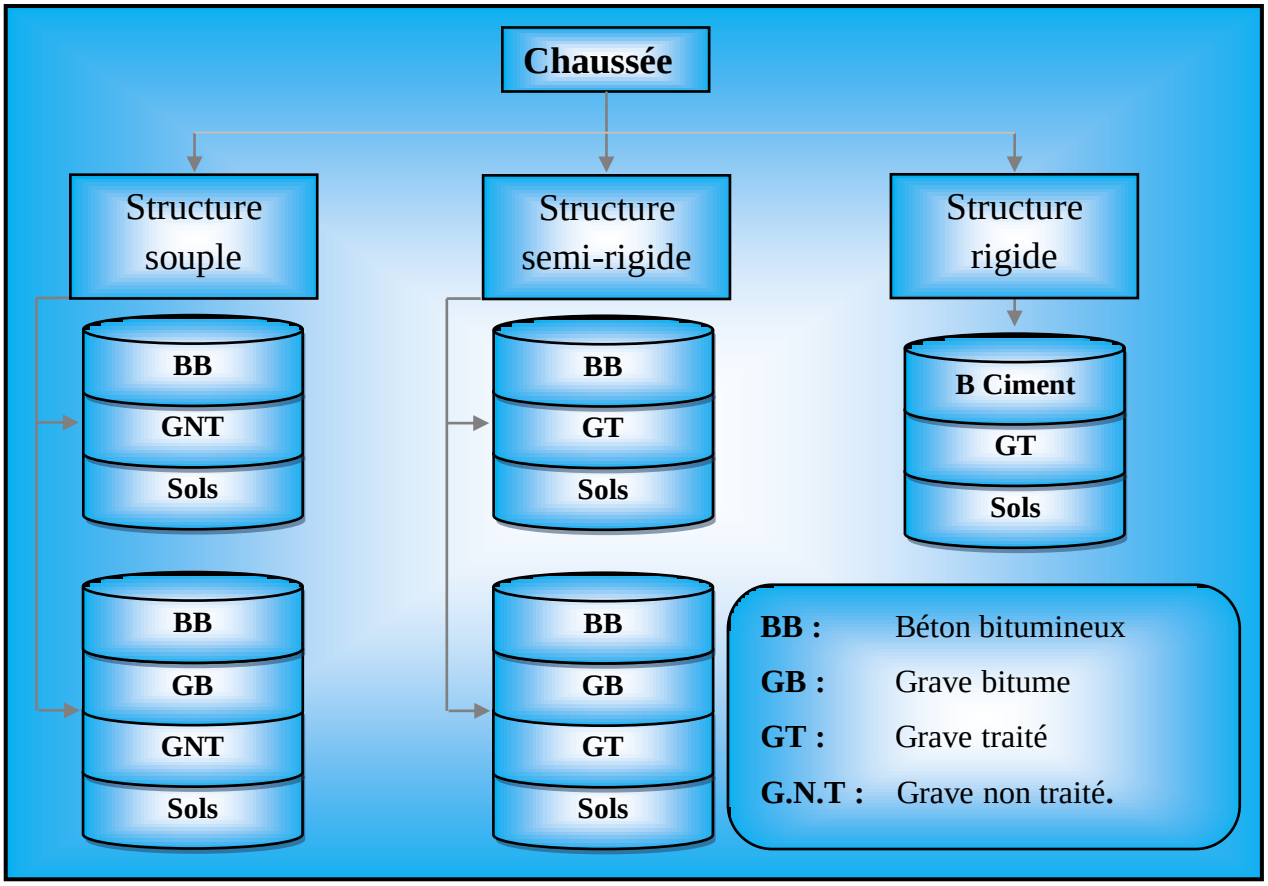


Schéma récapitulatif

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 :

$$N = T.A.C$$

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

$$C = [(1+ \tau)^{p} - I] / \tau$$

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 » constitue 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:

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

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:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

❖ **Coefficient d'équivalence :**

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

Matériaux utilises	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 -1- : Coefficients d'équivalence

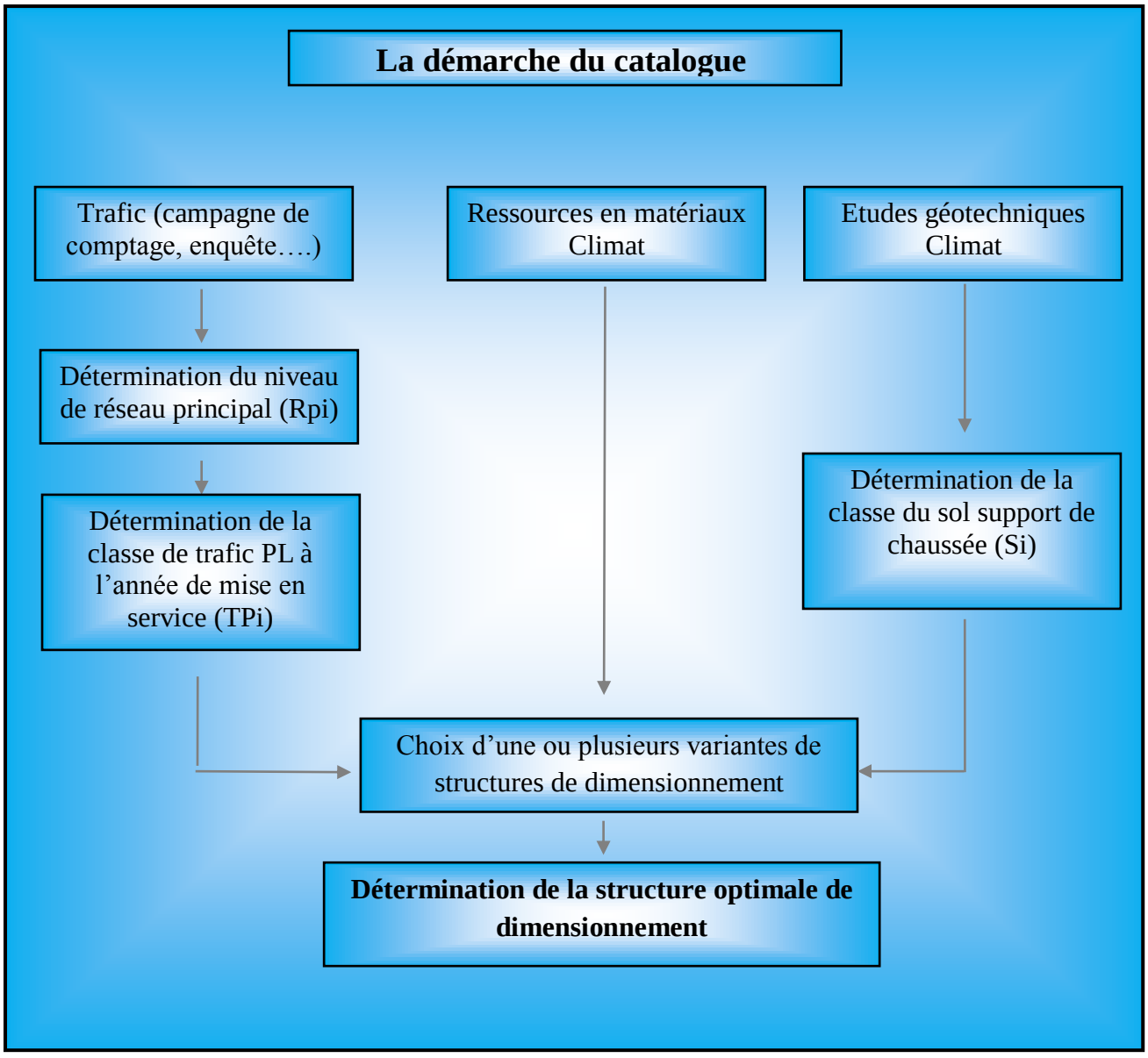
VI.4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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 : 2012.
- $TJMA_{2012}$=2885 v/j
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4\ \%$
- Pourcentage de poids lourds : Z = 21 %
- I_{CBR}=10 (imbibé a 4 jours). I_{CBR}=27 (immédiat)

❖ **Détermination de N_{PL2031} :**

$$TJMA_{2013} = TJMA_{20012}\ (1 + \tau)^{1}$$
$$= 2858\ (1 + 0.04)^{1}$$
$$= 2972\ v/j$$

$$N_{PL2033} = TJMA_{2013} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20}$$
$$= 2972 \times 0.5 \times 0.44 \times (1 + 0.04)^{20}$$
$$= 684\ PL/j/sens$$

❖ **Détermination de l'épaisseur équivalente :**

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

$$E_{équi} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}}\ (75 + 50 \log_{10} (684/10)] / (27+ 5)$$

$$E_{équi} = 16.4cm$$

Donc l'épaisseur équivalente : $a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3 = 17cm$

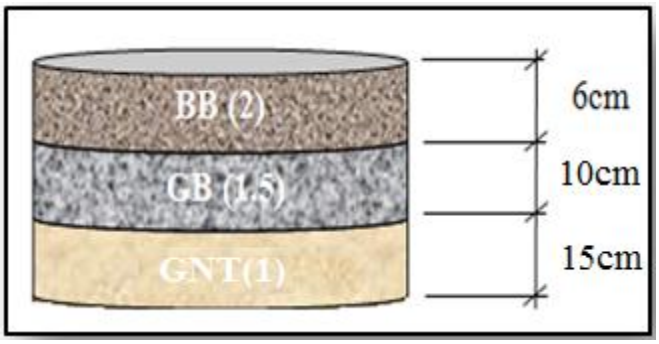
Où

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	15

E=6*2+10*1.5+15*1=42cm>17cm => **E**> $\mathbf{E_{équi}}$ (CBR) accepte



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

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2012.
- TJMA2012= 2858 v/j
- Mise en service : 2013
- TJMA2013=2972v/j
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4\ \%$
- Pourcentage de poids lourds : Z = 21 %
- $I_{CBR\ imbibé}$ =10. , $I_{CBR\ immédiat}$ =27.

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**

$\mathbf{TJMA_{2013}}$ = 2972 (V/j).

2972(V/j) > 1500(V/j) ⟶ 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.

- **$TJMA_{2013}$** =2972 v/j.
- **τ**= 4 %.
- **Z**=21%.
- **TPL**= 2972×0.21= 624 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 bidirectionnelles à 2 voies :** 50% du trafic PL.

TPL2011= 624×0.5 = 312(PL/j/sens).

Détermination de la classe de trafic (TPLi) :

Les classes de trafic (TPLi) 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= 321 (PL/j/sens). ⟶ La classe de trafic est TPL_4.

Détermination de la zone climatique :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique III (350>100 mm/an).

$I_{CBR\ immédiat}$ pour les zones climatiques III et IV.

- **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 S_4 à S_0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

Portance (S_i)	I_{CBR}
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir : S_3, S_2, S_1, S_0. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E\ (MPA) = 5.I_{CBR}$$

Classes de sol-support	S_3	S_2	S_1	S_0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

E (MPA) = 5×27 = 135 (MPA) ⟶ S_1.

- **Choix de différentes couches constitue de la chaussée**

Tableau 1 - Réseau principal de niveau 1 (RP1)

Types de Matériaux	Fiche structure n°	Type structure	Zones climatiques (*)
1 - MTB (Matériaux traités au bitume)	1	GB/GB	I , II
	2	GB/GNT	I , II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SG1	IV
	5	GB/TUF1	III
2 - MTLH (matériaux traités liants hydrauliques)	6	GL/GL	I , II
	7	BCg/GC	I , II

GB : Grave Bitume, GNT : Grave non traitée, SG1 : Sable gypseux de classe 1, GL : grave-laitier, GC : grave ciment, BCg : béton de ciment goujonné, TUF 1 : Tuf de classe 1.

Nous avons proposé la structure (3) :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique III, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S1) et une classe de trafic (TPL4).

3 RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1) GB/GNT

FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE

Type MTB
Zone climatique III
Durée de vie 20 ans taux d'accroissement 4%

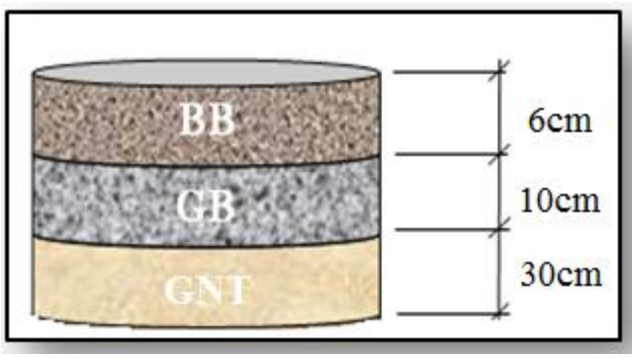
TPLi / PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7 3000				
3000 TPL6 1500				
1500 TPL5 600			6 BB / 12 GB / 35 GNT	6 BB / 10 GB / 20 GNT
600 TPL4 300			6 BB / 10 GB / 30 GNT	6 BB / 10 GB / 15 GNT
300 TPL3 150			6 BB / 10 GB / 20 GNT	6 BB / 10 GB / 15 GNT

Si : Classe de sol support, TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens
BB : Béton bitumineux, GB : Grave bitume (0/20), GNT : Grave non traitée
Epaisseurs de mise en œuvre : GB (min = 10, max = 15), GNT : (min = 15, max = 25)

Toutes les épaisseurs sont données en cm

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé la structure suivante:

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB = 10 cm.
- couche de fondation : GNT= 30 cm.

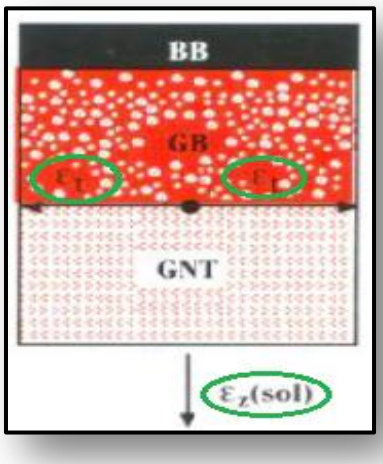


- **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

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

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

$$\varepsilon_{t.ad} = \varepsilon_6(10°C\ ,\ 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$



Calcule de la déformation admissible sur le sol support :

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

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

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

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	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
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0,6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0,4
RP1 et RP2	Sol support (Calcul de $\varepsilon_{z,ad}$)	0,6

Donc **TCEi** =2.034676 $\times 10^6$ **essieux équivalents de 13 tonnes**

$$\varepsilon_{z.ad}=22.10^{-3}\times(2.034676\times10^{6})^{-0.235} = 7.24\times10^{-4}$$

Calcul de la déformation admissible εt.ad à la base de GB :

Tableau 8 : Choix des températures équivalentes

	Zone climatique		
Température équivalente θeq (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau 13 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E (30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	ε_6(10°, 25Hz) (10^{-6})	-1/b	SN	Sh (cm)	υ	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

- Risques adoptes pour le RP1

Tableau 5 : Risques adoptés pour le réseau RP1

	Classe de trafic (TPL) (PL/J/sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

$\varepsilon_{t.ad} = \varepsilon_6(10°C , 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$

b = -0.146

Kne = $\left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{2.04x\ 10^6}{10^6}\right)^{-0.146}$ = 0.9

Kθ = $\left(\frac{E(10°C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{5500}\right)^{0.5}$ = 1.507

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

Tableau 16 : Valeurs de t = f (r%)

r%	2	3	5	7	10	12	15
t	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	-1,036
r%	20	23	25	30	35	40	50
t	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

Avec r = 15% => t = -1.036

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

$$\delta = \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2\right)} = 0.609$$

Donc: **Kr** = $10^{-0.146 \times 1.036 \times 0.69}$ = 0.809

$$\varepsilon_{t.ad} = 100.10^{-6} \times 0.9 \times 1.507 \times 0.809 \times 1.3 = 1.43 \times 10^{-4}$$

Résultats de calcul par Alize III :

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson ν
Couche de roulement	6 BB	3500	0.35
Couche de base	10GB	5500	0.35
Couche de fondation2	5 GNT	500	0.25
Couche de fondation1	25 GNT	337.5	0.25
Sol support	Sol	135	0.35

Résultats de la simulation:

```
                PFE 2012 CBR=27 v=0.35
                POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
                A SOUS UNE ROUE SIMPLE
                B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
                C AU CENTRE DU JUMELAGE
                   A=  12.500  D=  37.500  Q=   6.620
                NOMBRE DE COUCHES  5
```

Z		EPSILONT	SIGMAT	EPSILONZ	SIGMAZ
.00	E= 35000. NU= .35 H1= 6.00	.161E-03C	.113E+02B	-.115E-03C	.662E+01A
6.00		.463E-04C	.485E+01B	-.448E-04C	.552E+01B
6.00	COLLE	.463E-04C	.592E+01B	-.476E-04C	.552E+01B
16.00	E= 55000. NU= .35 H2= 10.00	-.132E-03B	-.943E+01B	.135E-03B	.146E+01B
16.00	COLLE	-.132E-03B	-.337E+00B	.316E-03B	.146E+01B
21.00	E= 5000. NU= .25 H3= 5.00	-.141E-03C	-.486E+00B	.256E-03B	.108E+01B
21.00	COLLE	-.141E-03C	-.216E+00C	.342E-03B	.108E+01B
46.00	E= 3375. NU= .25 H4= 25.00	-.137E-03C	-.444E+00C	.190E-03C	.439E+00C
46.00	COLLE	-.137E-03C	-.326E-01C	.334E-03C	.439E+00C
	E= 1350. NU= .35 H5=INFINI				

D	35.22MM/100	R*D	
R	405.49M		14281.03M*MM/100

MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

	Défotmations admissibles	Défotmations calculées
ε_z sol support	7.24×10^{-4}	3.34×10^{-4}
ε_t à la base de GB	1.43×10^{-4}	1.32×10^{-4}

Donc La structure **6BB + 10GB + 30 GNT** est donc vérifiée, car :

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

indice CBR	C.B.R	C.T.T.P
27	6BB+10GB+15GNT	6BB+10GB+30GNT

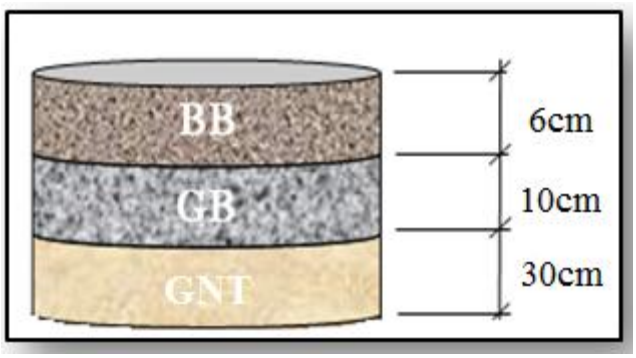
VI.6) CONCLUSION :

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importante.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuis sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes.

- ✓ Augmentation de la longévité de la route.
- ✓ Disponibilité de crédit d'investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d'un investissement différé à long terme.
- ✓ Minimiser les coûts d'entretien.
- ✓ Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.
- ✓ Un meilleur comportement à l'agressivité des charges son cesse croissantes (l'orniérage).

En conclusion, le Ministère des Travaux publics étant à l'origine de l'initialisation de l'élaboration de cette méthode, pour des raisons évidentes de manque de support technique propre à notre pays, nous ne pouvons qu'adhérer et contribuer à la vulgarisation de cette dernière. Cependant, par ce modeste travail nous souhaiterions faire une suggestion à l'administration par le biais des maître d'ouvrage pour la mise en place d'une cellule de suivi de comportement des chaussées par l'entremise d'instrumentations appropriées à même de répondre aux questionnements de l'efficacité de cette méthode par rapport à la méthode CBR ; les générations à venir ne seront que bénéficiaire d'un tel retour de l'information.



CHAPITRE VII

LES CUBATURES

CHAPITRE VII : LES CUBATURES

VII.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.**

VII.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.

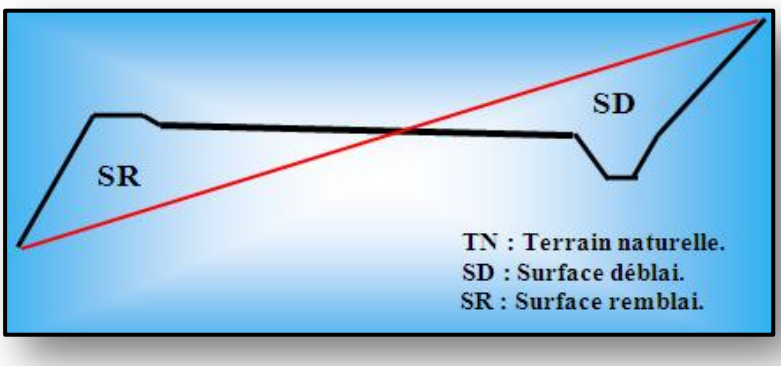
VII.3. Méthode de calcul des cubatures :

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.

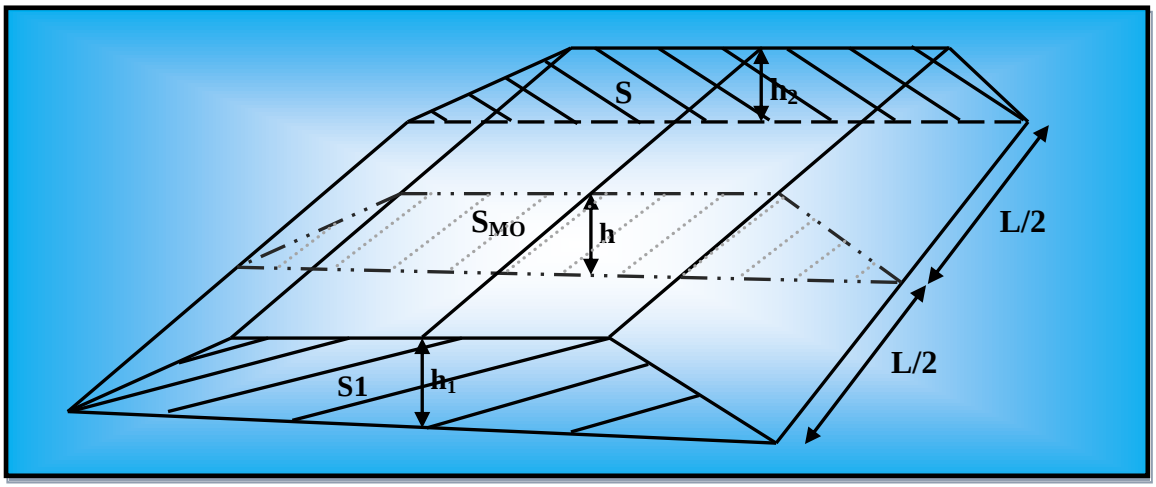
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

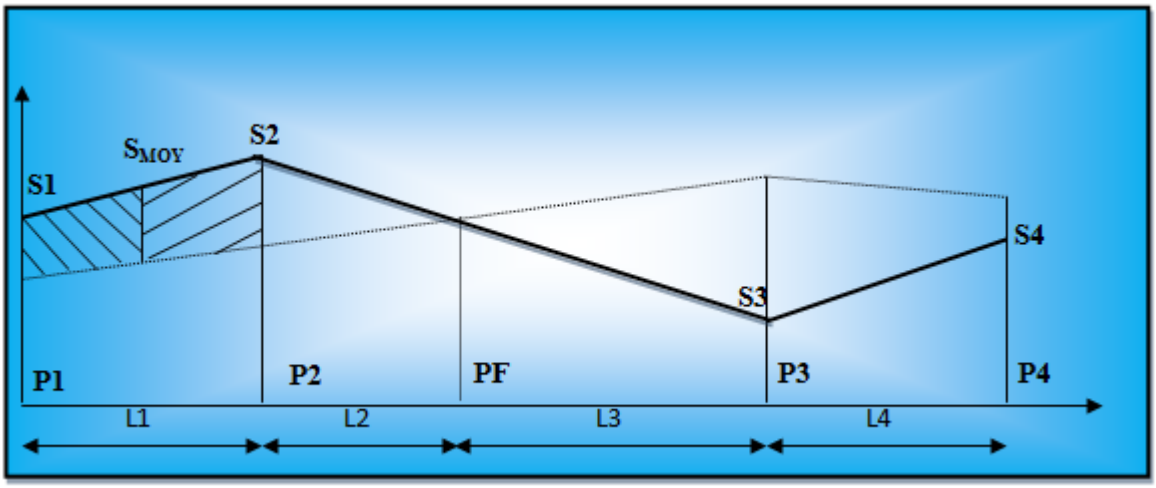


Formule de Mr SARRAUS :

Cette méthode « formule des trois niveaux »consiste a calculé 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 $\frac{(S1+S2)}{2}$.

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

VII.4. Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel «**AutoPiste 9.1** ».

Voir L'Annexe

CHAPITRE VIII

ASSAINISSEMENT

CHAPITRE VIII : ASSAINISSEMNT

VIII.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, …**)**

VIII.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 amant de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

VIII.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 détrempent la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

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

VIII.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.

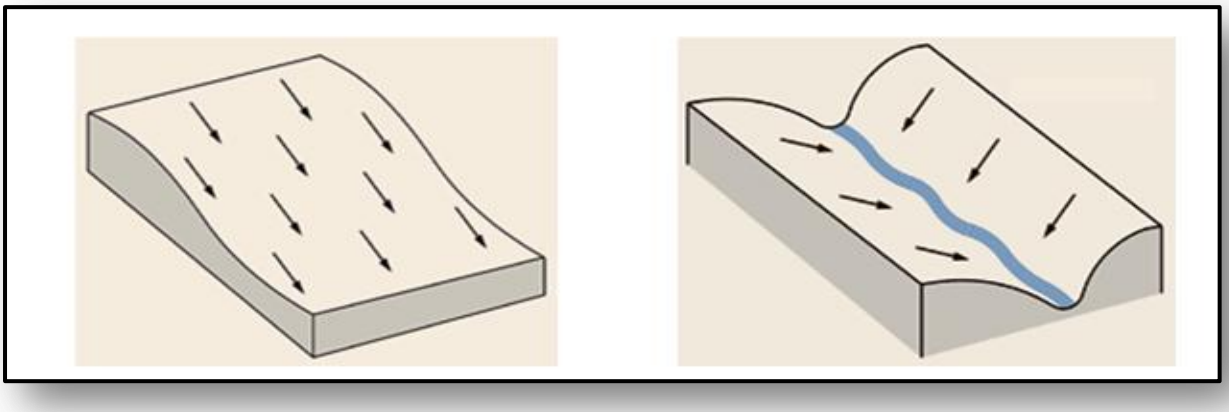
Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

VIII.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 considérer.

- **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 considérer.



- **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 entraîné 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.

VIII.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:

Qa =Qs

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

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

VIII.5.a) Débits d'apports :

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

Qa = 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 (m2).

Remarque importante :

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

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

Ou

Qa 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 -1- Coefficient de ruissellement 'C'

❖ **Calcul de précipitation :**

La précipitation Pj (%) 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

- **Pj** : pluie moyenne journalier (mm).
- **Cv** : 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 -2- 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 temps 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 km² :**

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

2) **Lorsque : 5km² ≤ A < 25 km² :**

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

3) **Lorsque : 25 km² ≤ A < 200 km² :**

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

- Tc : Temps de concentration (heure).
- A : Superficie du bassin versant (km²).
- 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: $I=P_j\,(\%) / t$

VIII.5.b) débit de saturation :

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

$$Q_s = S.K.R^{2/3}.j^{1/2}$$

Tel que :

S : 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.

VIII.6. Application au projet :

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

- Les précipitations moyennes de 24h :P24 =P_j = 12.37 mm
- Le coefficient de variation de la région considérée Cv = 0.47
- L'exposant climatique de la région b = 0.22
- La longueur de fossé =400m

VIII.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=1.282 (tableau 1), P_j = 12.37 mm et Cv=0.47

Donc : $P_j(10\%)=\frac{12.37}{\sqrt{(0.47)^2+1}}e^{1.282\sqrt{\ln((0.47)^2+1)}}$

P_j (10%)= 19.85mm

VIII.6.b) fréquence d'averse P_t (10%) :

On la détermine par la formule :

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

AN: $P_t\,(10\%) = 19.85\,(0.25/24)^{0.22} \longrightarrow$ Pt (10%) = 7.27mm.

VIII.6.c) L'intensité de l'averse I_t :

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

β =b-1=0.22-1= -0.78

$\mathbf{t_c}= 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ (Le temps de concentration pour les bassins versant ≤5 Km^2)

I=P_j (%) / t = 19.85/24 =0.827mm/heure.

Donc : l'intensité de la pluie est :

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

Bassin versant	Superficie du bassin versant	Pente moyenne du bassin versant	Le temps de concentration	Intensité (mm/h)
Chaussée	**0,00224**	**0,025**	**0,038015239**	**126,3872464**
Accotement	**0,001152**	**0,04**	**0,021552615**	**196,7615819**
Talus	**0,000231**	**0,666**	**0,002365226**	**1102,680395**

VIII.6.e) 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 640m on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

Donc : $\mathbf{Q_a = Q_c + Q_A + Q_t}$

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 :

Surface d'apport	Surface (km^2)	Coef 'C'	Intensité (mm/h)	Débit (m^3/s)	Total (m^3/s)
Chaussée	**0,0014**	**0,95**	**126,3872464**	**0,0748**	**0,1212**
Accotement	**0,00072**	**0,4**	**196,7615819**	**0,0252**	
Talus	**0,000184**	**0,3**	**1102,680395**	**0,0212**	

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

$\mathbf{Q_{a\,max}} = Q_s = K\,.Sm.\,J^{1/2}\,.R^{2/3}$

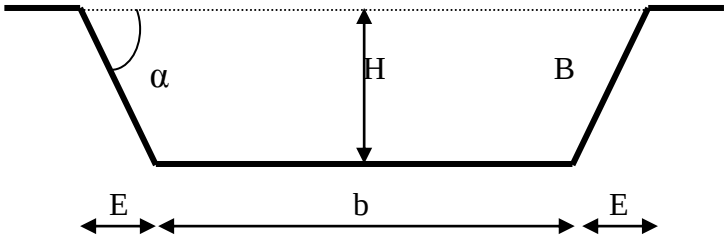
$\mathbf{Q_{a\ max}}$= 0.1212 m^3/s.

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

K : (coefficient de rugosité) pour notre cas: **K= 30** ouvrage en terre.

J : pente longitudinale du fossé pour notre projet **J=0.5%**

Fossé trapézoïdal en terre



Pente de paroi : Tgα=1/n ➔ e = n × h

La surface mouillée :

$S_m = H(b + nH)$.

Le périmètre mouillé :

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

Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{H(b+nH)}{b+2H\sqrt{1+n^2}}$$

Avec n=1 et $K_{st} = 70$ et J=0.5%

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

$$= K_{st}.J^{1/2}.H(b + nH).\left[\frac{H(b+nH)}{b+2H\sqrt{1+n^2}}\right]^{2/3} \rightarrow$$

$$\boldsymbol{H=}\left(\frac{0.1221\times(0.5+2\times\sqrt{2}\times H)^{\frac{2}{3}}}{30\times\sqrt{0.005}\times(0.5+H)^{\frac{5}{3}}}\right)^{\frac{3}{5}}$$

D'après un calcul itératif on trouve la hauteur H≈0.2573401174378

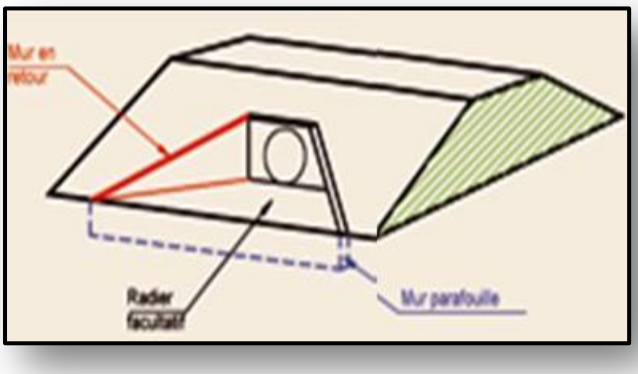
An pondre **H=0.3m**

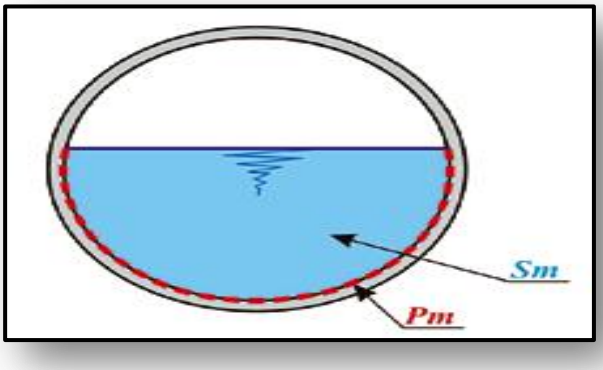
NB : Vu le climat qui caractérisé la région d'Elbayad-Laghouat (pluviométrie faible), et les pentes du profil en long ne dépassant pas 4%, il est recommandé de prévoir des fossés en terre de forme trapézoïdal en au niveau des sections en déblais.

ii. Dimensionnement des ouvrages courants :

Après la sortie sur site, on a remarqué que le débit des écoulements été peu important (zone climatique III), cependant on a réalisé seulement des buses, sauf un seul écoulement au PK 07+340 qu'il faut réaliser un ouvrage d'art à fin d'assurer un drainage judicieux sur tout le long de l'itinéraire.

Cas d'une buse :





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

Pour le débit Q, il est calculé par la formule : **Q= k .C.I.A**

I : est la pente de radier qui est imposé 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 (ρ=0,5).

L'intensité de l'averse I_t : les surfaces et les pontes de bassin versant et calcule à l'aide AutoCAD Civil 3D et Google Earth

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

β =b-1=0.22-1= -0.78

$\mathbf{t_c}= 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ (Le temps de concentration pour les bassins versant ≤5 Km^2)

I=P_j (%) / t = 19.85/24 =0.827mm/heure.

Donc : l'intensité de la pluie est

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

$Q_{max} = Q_{bassin\ versant} + Q_{chaussée + accotement + talus}$

Désignation	Superficie du bassin versant	Pente moyenne du bassin versant	Le temps de concentration	Intensité (mm/h)	Coef 'C'	Débit (m3/s)	Débit max (m3/s)
PK 00+280	**0,35**	**0.04**	**0,375671066**	**21,16996963**	**0.2**	**0.41**	**0.53**
PK 00+680	**0.27**	**0.04**	**0,329955679**	**23,42474675**	**0.2**	**0.35**	**0.47**
PK 00+760	**0.825**	**0.04**	**0,576767392**	**15,15268979**	**0.2**	**0.69**	**0.81**
PK 01+260	**0.361**	**0.04**	**0,3815288**	**20,91601592**	**0.2**	**0.42**	**0.54**
PK 06+600	**0.76**	**0.04**	**0,553580166**	**15,64550088**	**0.2**	**0.66**	**0.78**
PK 07+860	**0.432**	**0.04**	**0,417364589**	**19,50150421**	**0.2**	**0.47**	**0.59**
PK 08+000	**0.521**	**0.04**	**0,458345094**	**18,12758959**	**0.2**	**0.52**	**0.64**

Selon la formule de MANNING STICKLER on a :

La surface mouillée :

$$S_m = \frac{\pi R^2}{2}$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = \pi R$$

Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{R}{2}$$

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

$$\boldsymbol{D = 2 \times \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q}{\pi \times K\text{st}\, I^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}}$$

I : pente de radier = 2%

Q : débit d'après la méthode rationnelle

K: coefficient de MANNING = 80.

Désignation	Débit max (m3/s)	Diamètres des buses(m)
PK 00+280	**0.53**	**0.491**
PK 00+680	**0.47**	**0.469**
PK 00+760	**0.81**	**0.576**
PK 01+260	**0.54**	**0.495**
PK 06+600	**0.78**	**0.568**
PK 07+860	**0.59**	**0.511**
PK 08+000	**0.64**	**0.527**

D'après le tableau, On bien constate que le débit est assuré pour des buses dont les diamètres sont égaux à 500mm et de 600mm.

Pour des raisons de sécurité on choisit des buses de 600mm.

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

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

DESIGNATION	OUVRAGE PROPOSE
PK 00+280	**Buse ø 600 mm**
PK 00+680	**Buse ø 600 mm**
PK 00+760	**Buse ø 600 mm**
PK 01+260	**Buse ø 600 mm**
PK 06+600	**Buse ø 600 mm**
PK 07+340	**Ouvrage d'art**
PK 07+860	**Buse ø 600 mm**
PK 08+000	**Buse ø 600 mm**

CHAPITRE IX

CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

CHAPITRE IX : CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

1ERE PARTIE : CARREFOUR

IX.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.

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

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches, l'intensité des mouvements tournant et leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant (point accidentogènes).
- Des caractéristiques de sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité du tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

IX.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.

IX.4. Les types des carrefours :

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

IX.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.

IX.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°).

IX.4.c) Carrefour à quatre branches (en croix) :

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

IX.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 rondpoint.

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.

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

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.

- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

IX.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.

IX.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.

IX.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.

IX.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.

IX.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 à1m.

IX.5.f) Les couloirs d'entrée et de sortie:

Largeur de couloirs :

- ✓ Entrée 4m.
- ✓ Sortie 5m.

IX.6. Application au projet :

IX.6.a) Choix de type de l'aménagement:

D'après les données du trafic de chaque bronche 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 on a choisi un carrefour en T : L'intersection du tracé avec la RN 47 (entre ELBAYADH et SIDI TAYFOUR) pour les raisons suivantes :

- Le trafic sur la route secondaire est peu important.
- Notre carrefour sera implanté dans une zone urbaine.
- L'avantage de sécurité.



✓ Dans le pk 01+480m (intersection de la liaison avec Chemin Communale), on a Choisit un Carrefour giratoire pour les raison suivantes :

- Le trafic sur la route est très important.
- L'avantage de sécurité.
- Stockage de véhicule a l'intérieure de lui.
- Diminuer la vitesse.



IX.6.a) Caractéristique géométrique Carrefour giratoire :

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 à30 m en général suffisante pour notre cas, on a pris un rayon de 20m.

ii. Chaussée annulaire :

- **Largeur :**

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de7 m de largeur, constituée de deux vois matérialisées de 3.5m est suffisante.

Il faut éviter les vois supplémentaire de tourné à droite, direction qui pose des problèmes de priorité.

- **Dévers :**

On a choisi 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 :

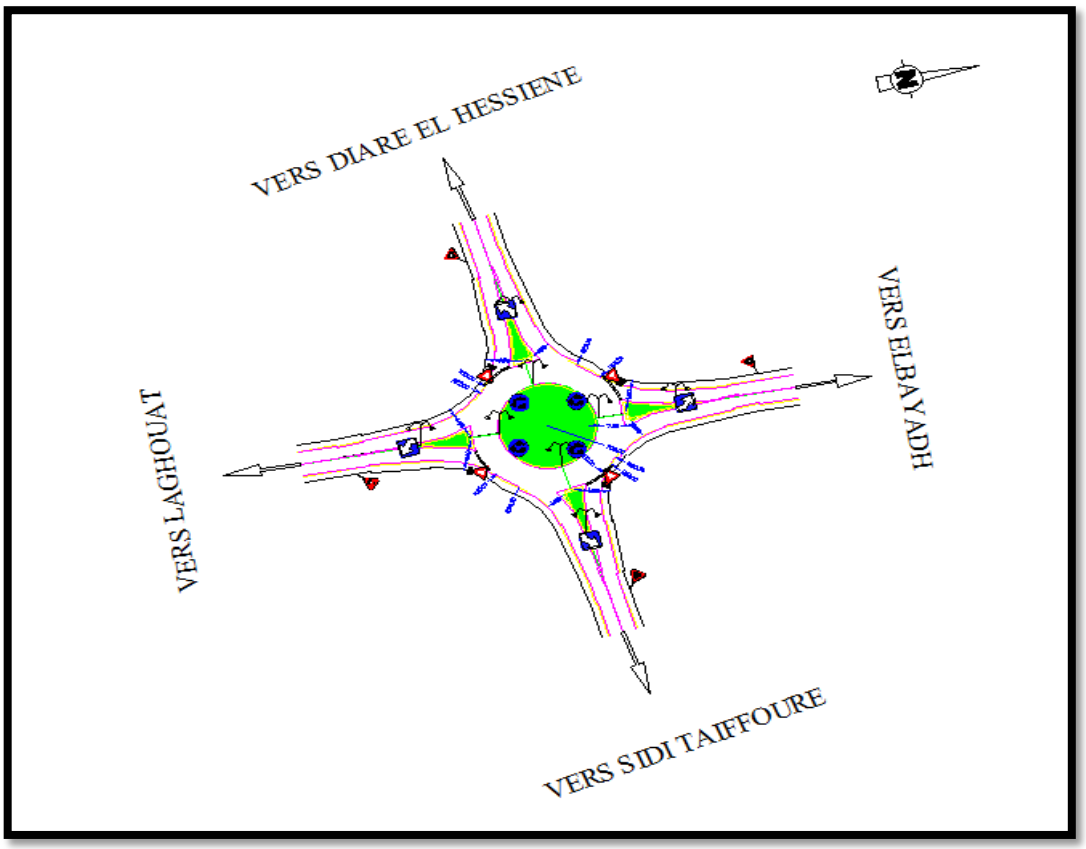
- Un rayon d'entrer de 15m
- largeur d'entrer de 4m

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

Notre carrefour giratoire qu'a été choisi



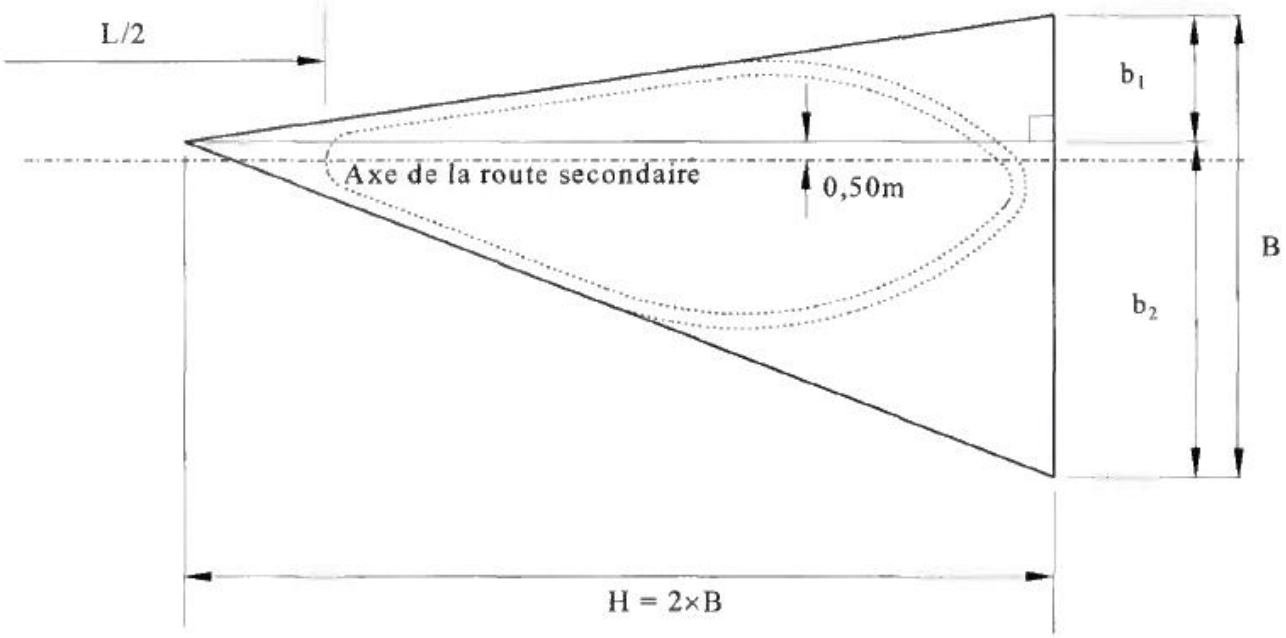
Carrefour giratoire au PK 01+480

IX.6.b) Caractéristique géométrique carrefour en T :

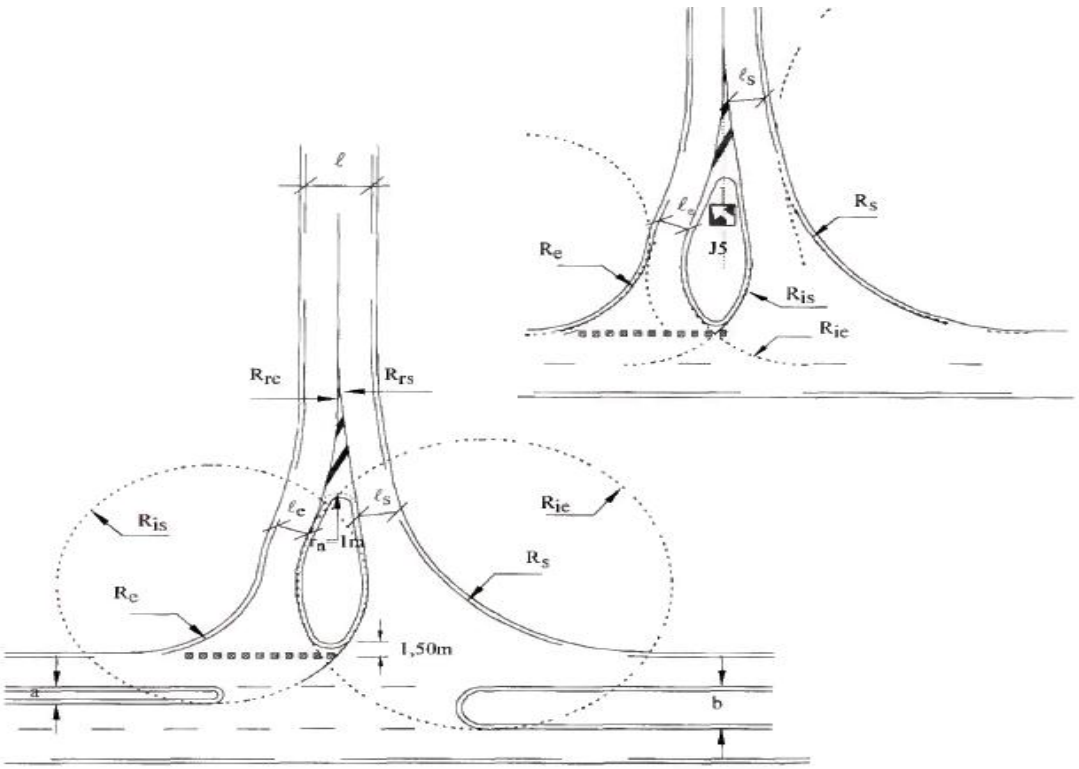
L'îlot séparateur :

Pour être efficace (perception, respect...), l'îlot doit être réalisé en saillie, et délimité par des bordures basses chanfreinées dont le profil limite l'agressivité.

- **Dimensions :**
  - **Triangle de construction (*D'après SETRA*)**



Le schéma ci-après donne le mode de construction de l'îlot séparateur à partir du triangle de construction.

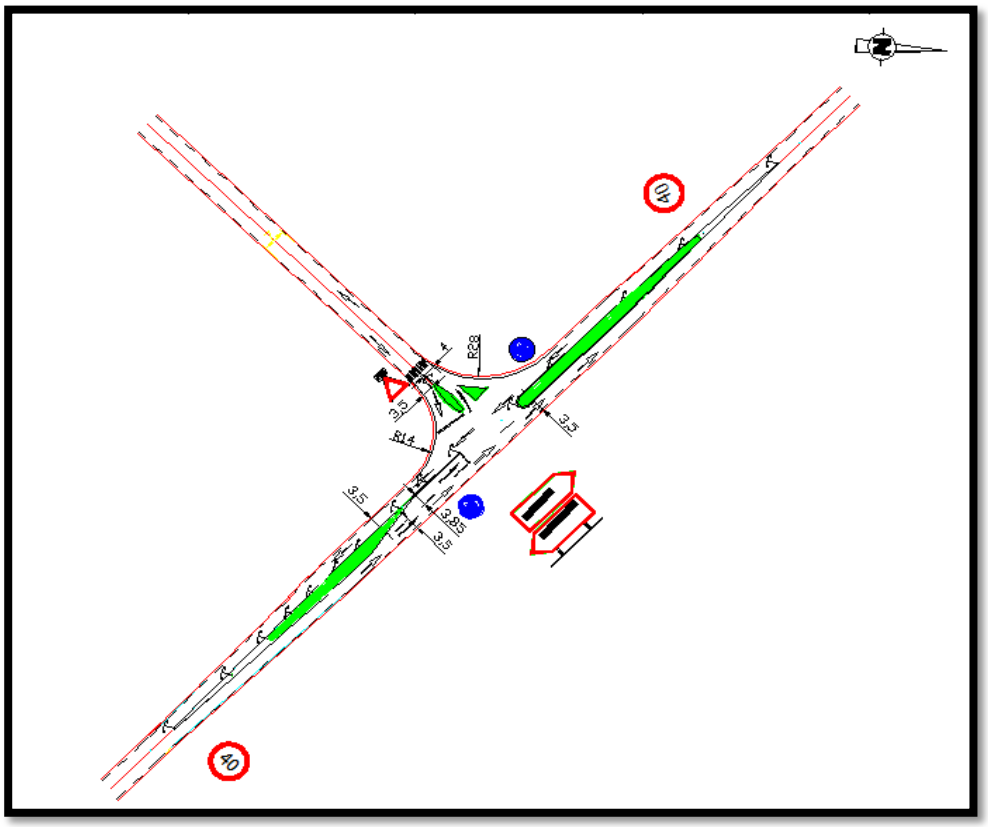


	Notation	Paramétrage	Valeurs
Largeur de la chaussée de la voie secondaire	l	$l \leq 7$	**7**
Vitesse d'approche (conventionnelle)	V	--	**80**
Longueur de présignalisation de l'îlot	L_P	3L/2	**175.5**
	Paramètres de l'Ilot		
Hauteur du triangle de construction	H	4 l	**28**
Base du triangle de construction	B	h/2 = 2 l	**14**
Demi-base du triangle de construction côté sortie	b_1	0.55 l	**3.85**
Demi-base du triangle de construction côté entrée	b_2	1.45 l	**10.15**
Rayon de l'îlot en sortie à gauche	R_{is}	2 l +a	**14+a**
Rayon de l'îlot en entrée à gauche	R_{ie}	2 l +b	**14+b**
Rayon du nez d'îlot	r_n	--	**1**
Rayon de raccordement à l'îlot en entrée	R_{re}	≈8 l	**56**
Rayon de raccordement à l'ilôt en sortie	R_{rs}	≈16 l	**110**
	Paramètres des voies d'entrée / sortie		
Rayon de sortie vers la voie secondaire à gauche	R_s	4 l	**28**
Rayon d'entrée sur la voie principale à droite	R_e	2 l	**14**
Largeur de la voie de sortie	l_s	l/2+0.5	**4**
Largeur de la voie d'entrée	l_e	Sup(l/2 ;3)	**3.5**

- **Dévers :**

On a choisi un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur

Notre carrefour en T qu'a été choisi



Carrefour en T au PK 00+00

CHAPITRE X

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

CHAPITRE X : SIGNALISATION ET ELAIRAGE

1ER PARTIE : SIGNALISATION

X.1. Introduction :

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'usager puisse toujours la comprendre.

X.2. Dispositifs de retenue :

Les dispositifs de retenue ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie car eux-mêmes constituent des obstacles.

Il existe deux catégories de dispositifs de retenue :

- Les dispositifs souples qui se déforment sous l'effet du choc (cas des glissières métalliques).
- Les dispositifs rigides (cas des glissières en béton adhérent et des barrières lourdes en béton adhérent).

Pour notre cas, des glissières de sécurité rigides sont prévues pour le long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 3m il convient d'adopter un dispositif de retenue constitué d'une glissière en béton.

On doit prévoir des sections revêtues et protégées dans le TPC qui seront utilisées en cas d'urgence ou d'accident, pour permettre aux éléments de la protection civile d'évacuer les blessés vers l'hôpital le plus proche.

X.3. Signalisation :

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre (à l'introduction du chapitre).

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité).

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'usager par une utilisation abusive de signaux.

X.4. Les types de signalisation :

On distingue deux familles de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

X.4.a) Signalisations horizontales :

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

❖ **Lignes longitudinales :**

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

▪ **Les lignes continues :**

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

▪ **Les lignes discontinues :**

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive).voir le tableau de sous :

✓ **Modulation des lignes discontinues :**

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

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T_1	3.00	10.00	1/3
T_2	3.00	3.5	1
T_3	3.00	1.33	3

✓ **Marques sur chaussée :**

▪ **Les lignes mixtes :**

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

❖ **Lignes transversales :**

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

- **Ligne stop :**

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

❖ **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 doive suivre la direction indiquée.

✓ **Largeur des lignes :**

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

- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 6cm.

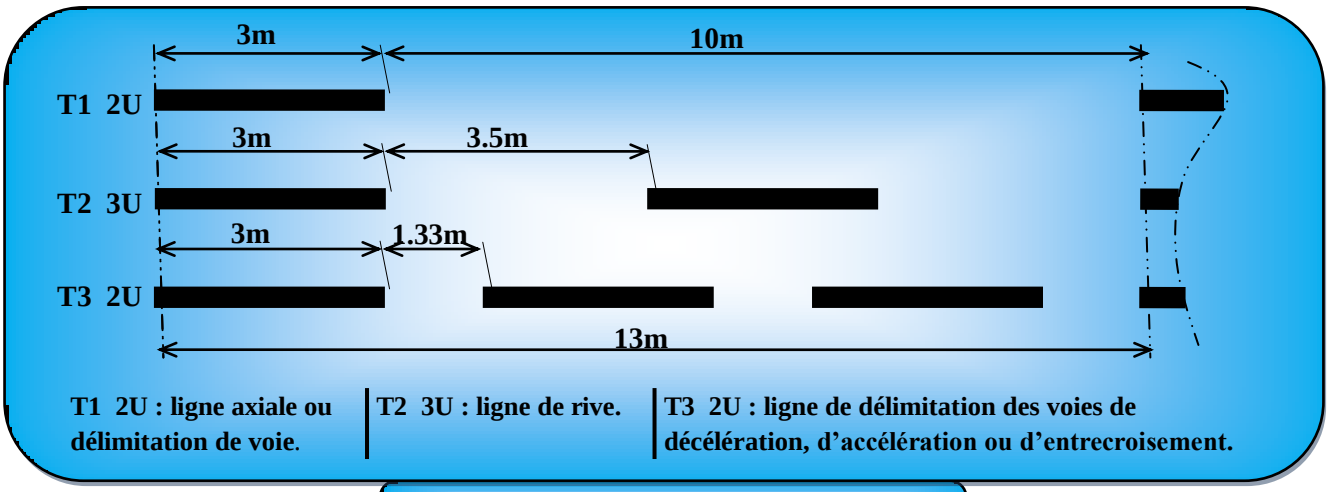


Fig -1- ypes de modulation
Référence signalisation routière (art-144)

X.4.b) Signalisations verticales :

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

❖ **Signalisation avancée :**

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

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

❖ **Signalisation de position :**

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

❖ **Signalisation de direction :**

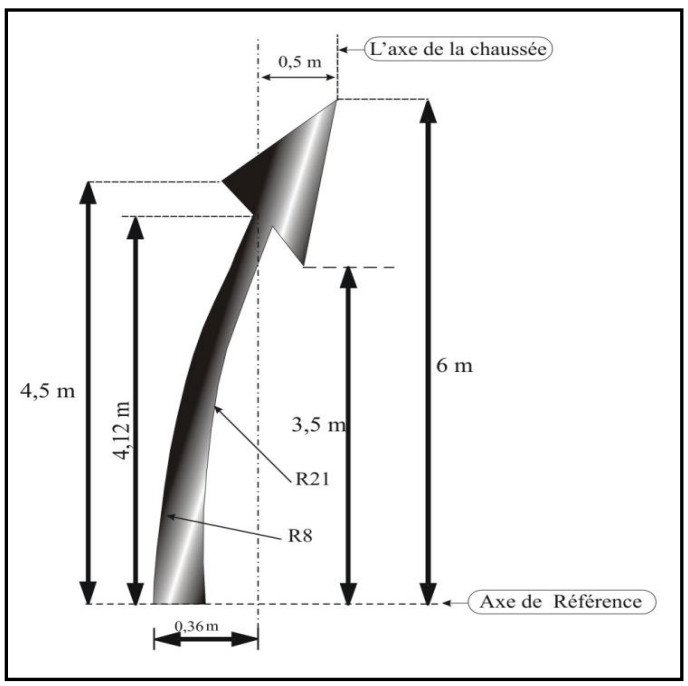
L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

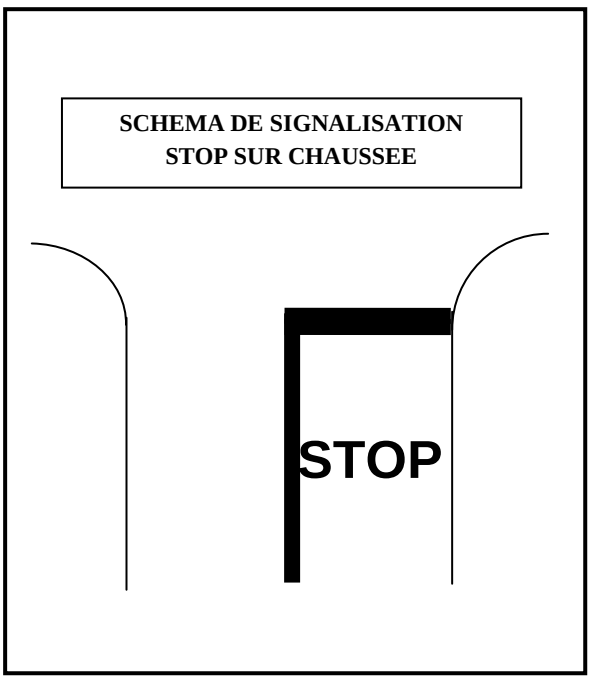
X.5. Application au projet :

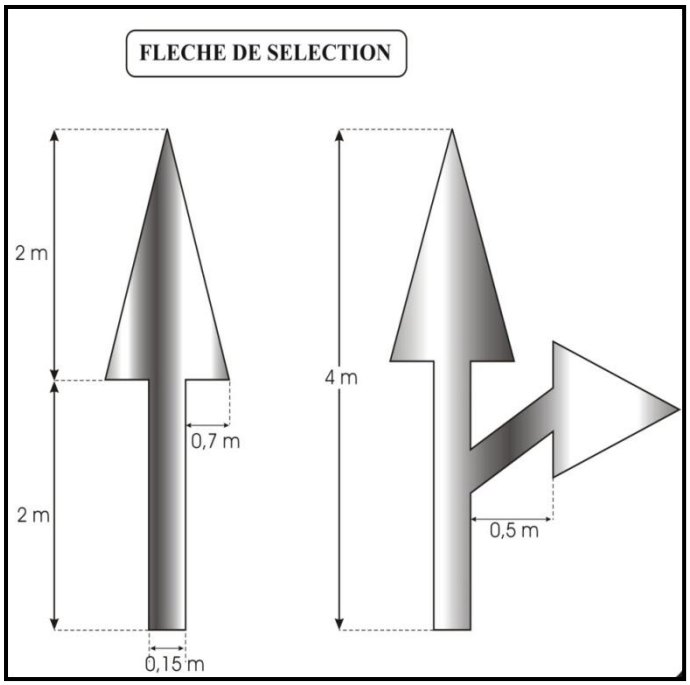
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

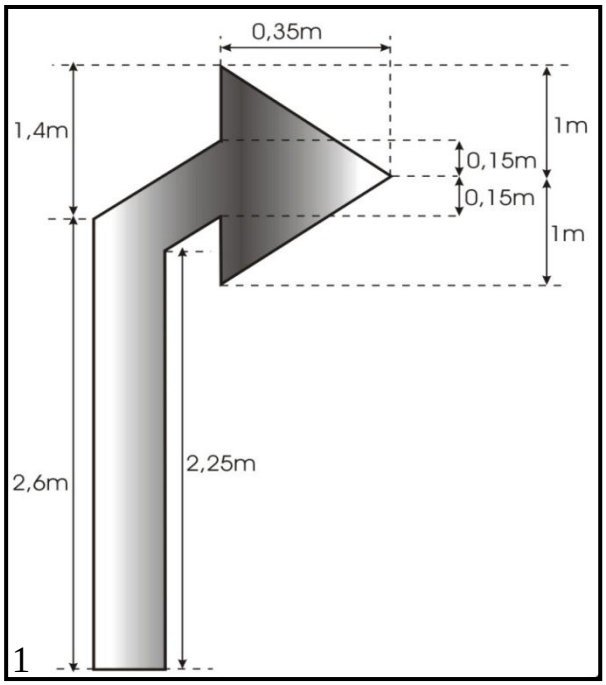
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

Exemple Des signalisations horizontales :







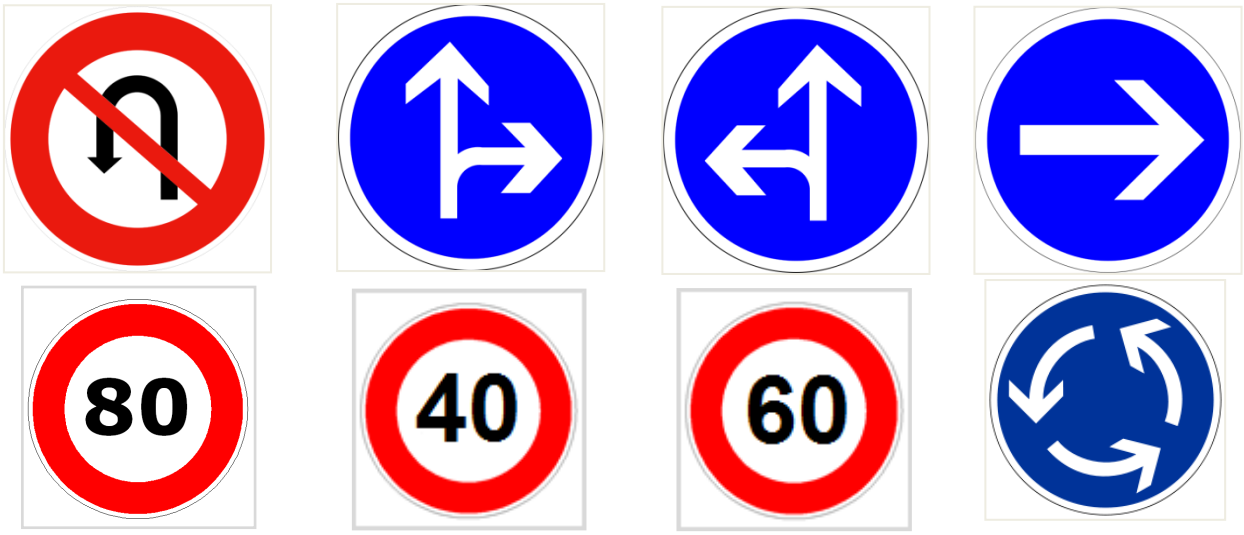


Exemple Des signalisations verticales :

- **Type A: Panneaux de danger.**



- **Type B : Panneaux de prescription.**



- **Type AB :Panneaux d'intersection et de priorité .**







- **Type C : Panneaux d'indications utiles pour la conduite des véhicules.**



- **Type E : Panneaux de localisation.**

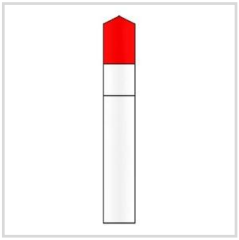


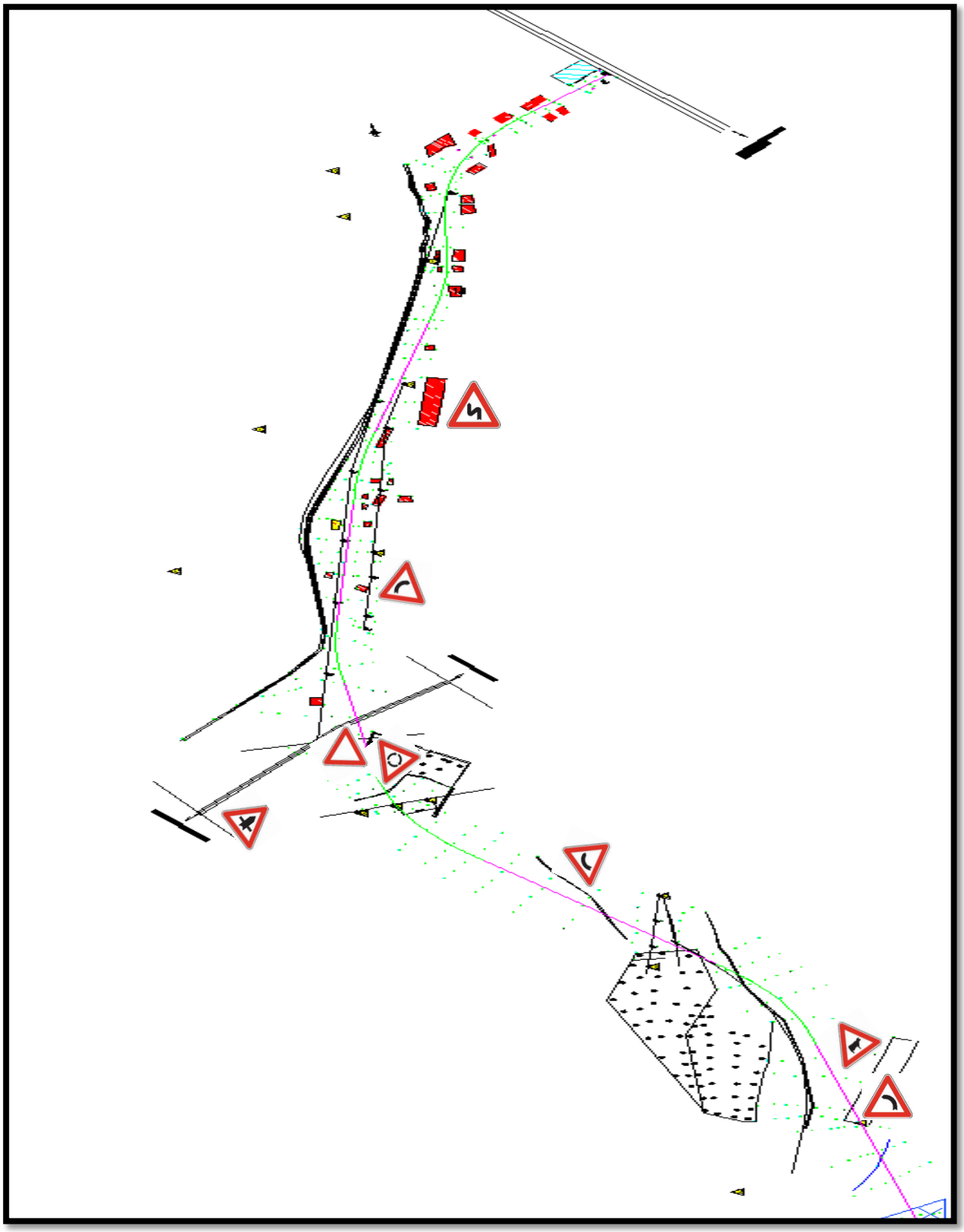






- **Type J :Balises.**





2EME PARTIE : ECLAIRAGE

X.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.

X.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.

X.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.

X.4. Application au projet :

- **Eclairage de giratoire** :

Pour les carrefours on implante des candélabre avec cross multiple, au périmètre de l'anneau central pour faire éclairer la demi chaussée intérieure du carrefour et des lampadaires dans chacun des quatre trottoir pour éclairer le demi chaussée extérieure.

CHAPITRE XI

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DESIGNATION	U	QTE	P.U EN CHIFFRES (DA)	MONTANT GLOBAL
SECTION 1 : INSTALLATION DU CHANTIER				
Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	F (3%)	1		656012,8
TOTAL				**656012,8**

SECTION 2 : Acuisition de terrain				
Acuisition de terrain	m^2	13350	2000	26700000
TOTAL				**26700000**

SECTION 3 : préparation du terrain				
Débroussaillage d'arbre	m^2	140	250	35000
Déplacement des poteaux électriques	unité	4	300000	1200000
TOTAL				**1235000**

SECTION 4 : TERRASSEMENT				
Décapage de terre végétale (e = 20 cm)	m^2	112977	80	9038160
Remblais d'empunt	m^3	31752	500	15876000
Déblais excédentaires en terrain meuble mis en remblai	m^3	30696	400	12278400
TOTAL				**37192560**

SECTION 5 : CHAUSSEE				
Couche de fondation en GNT	m^3	18956	2500	27620000
accotement en TUF	m^3	11048	600	6628800
Couche d'imprégnation en Cut buck 0.8kg/m2	T	59420	150	8913000
Couche de base en grave bitume	m^2	13308	4500	59886000
Couche d'accrochage 0,3 kg/m2	m^2	59420	120	7130400
Couche de revêtement en béton bitumineux	T	8193	6000	49158000
TOTAL				**179706200**

SECTION 6 : OUVRAGE D'ART				
Ponts en béton armé	m^2	855	1000000	85500000
TOTAL				**85500000**

SECTION 7 : Ouvrage d'art courant et assainissement				
	F	(10%)		21753376
TOTAL				**21753376**

SECTION 9 : Déviation des réseaux				
	F	(3%)		6526012,8
TOTAL				**6526012,8**

SECTION 10 : Eclairage: signalisation et équipements routiers				
	F	(5%)		10876688
TOTAL				**10876688**

SECTION 11 : Contrôle (bureau d'etude et laboratoire)				
	F	(2%)		4350675,2
TOTAL				**4350675,2**

SECTION	DESTINATION	PRIX TOTAL (DA)
section 1	Installation du chantier	656012,8
section 2	Acuisition de terrain	26700000
section 3	préparation du terrain	1235000
section 4	Terrassement	37192560
section 5	Chaussée	179706200
section 6	Ouvrage d'art	85500000
section 7	Assainissement	21753376
section 8	Déviation des réseaux	6526012,8
section 9	Eclairage et signalisation	10876688
section 10	Contrôle BET	4350675,2
TOTAL		**379766524,8**

TOTAL (1) = 379766524,8 (DA)

TVA 17% (2) = 64560309,22 (DA)

TOTAL TTC = (1) + (2) = 444326834 (DA)

QUATRE CENT QUARANTE QUATRE MILLIONS TROIS CENT VINGT SIX MILLE HUIT CENT TRENTE QUATRE DINARS ALGERIEN

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 une liaison entre la RN 47 et la RN 23.

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 la 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.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- Cours de routes de 4ème année ENSTP.
- Cours de 5éme année ENSTP.
- Cours d'hydraulique de 4ème année ENSTP.
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ENSTP : anciens mémoires de Fin d'étude.
- Aménagement des carrefours (SETRA).
- Cours de l'ENTPE (tome 01, tome 02).
- Site internet :

  www.google.com.

  www.SETRA.com.