

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure  
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code : .....

# Projet de Fin d'Études

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

## Thème

**Etude APS ET APD de l'évitement de la ville de SAOULA  
sur 6 Km avec conception de 3 carrefours.**

*Proposé par :*

**LOUNIS ABD SLAME**

*Présenté par :*

**LARBI ZOUHIR**

**ALLIOUCHE BOUBEKEUR**

**Promotion 2012**

*Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.*



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# *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 LOUNIS ABD SLAME pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanent.*

*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.*

*MERCIÉ*

## **DEDICACES**

*Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir donné la force d'accomplir ce travail, que je dédie à Mes parents pour leur amour, leur soutiens et leur confiances.*

*Rien n'aurait été possible sans eux,*

*A ma chère mère qui n'a pas cessé de m'encourager et de se sacrifier pour que je puisse franchir tout obstacle durant toutes mes années d'études, que dieu me le garde en très bonne santé.*

*A mon père qui me donne l'aide a contenue le parcours et je lui souhaite une longue vie.*

*A mes frères et mes sœurs.*

*A toute ma grande famille, qui m'a accompagnée durant ce long parcours, celle qui m'a offerte tout l'amour.*

*Une deuxième personne qui a partagé ce travail avec moi dans les bons et mauvais moments ; à mon binôme ZOUHIR et toutes sa familles.*

*A tout mes amies ,surtout plus proches et les amis on ma accompagnée dans tous ma formation.*

*Merci à tous.*

*ALLIOUCH BOUBEKEUR*



## **DEDICACES**

Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir donné la force d'accomplir ce travail, que je dédie à Mes parents pour leur amour, leur soutien et leur confiance.

Rien n'aurait été possible sans eux.

A ma plus belle étoile qui puisse exister dans l'univers ma chère mère FATIMA qui n'a pas cessé de m'encourager et de se sacrifier pour que je puisse franchir tout obstacle durant toutes mes années d'études, que Dieu me la garde en très bonne santé.

A mon père HAMIDOU qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans le parcours d'étude. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments rudes de ma vie.

A mes frères HAGOU et TOUTOU et ma petite sœur REEMA que je l'aime beaucoup.

A mon meilleur ami et mon frère que je le déteste HAMZA.

A mes frères mohamed et moustafa.

A toute la famille LARBI ET SELAME, surtout ma grand mère MBARKA.

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

A mon frère MIMISSOU qui j'ai partagé avec lui les bons moments de l'instp.

A mes amies : redouane, toto, belkacem, abd ali, abd latif, gzail, tigana, yusef, fares, khaled, abd nour, hamada, 3ass, kheladi, elhadi, saad, krimo, saleh eddine, slimane.

A tous ceux que j'ai oubliés qui m'ont apporté d'aide et soutien durant ces années de formation.

A tous les gens qui m'aime et pour les gens qui ne m'aime pas pourquoi ?

Merci à tous.

LARBI ZOUIR



## **SOMMAIRE**

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>1</b>
<b>PRESENTATION ET JUSTIFICATION DU PROJET</b>	
1) <i>Présentation de la ville SAOULA .....</i>	<i>2</i>
2) <i>Histoire de la ville de Saoula .....</i>	<i>3</i>
3) <i>problématique de la ville de SAOULA.....</i>	<i>3</i>
4) <i>Définition de l'évitement.....</i>	<i>7</i>
5) <i>Objectif de projet.....</i>	<i>7</i>
6) <i>L'intérêt en terme d'aménagement du territoire.....</i>	<i>7</i>
<b>PARTIE I : PHASE APS</b>	
1) <i>Introduction .....</i>	<i>11</i>
2) <i>Géographie et hydrologie de la zone d'étude .....</i>	<i>11</i>
3) <i>Types de contraintes rencontrées .....</i>	<i>11</i>
4) <i>choix de couloire .....</i>	<i>12</i>
5) <i>Trace en plan .....</i>	<i>13</i>
6) <i>Profil en long .....</i>	<i>14</i>
7) <i>Profil en travers type .....</i>	<i>15</i>
8) <i>Estimation des couts .....</i>	<i>16</i>
9) <i>Comparaison et analyse multicritère des variantes .....</i>	<i>17</i>
10) <i>Conclusion .....</i>	<i>18</i>
<b>PARTIE II : PHASE APD</b>	
<b>Chapitre I : ETUDE DE TRAFIC.....</b>	<b>19</b>
1) <i>Introduction.....</i>	<i>19</i>
2) <i>Analyse du trafic.....</i>	<i>19</i>
3) <i>Différents type de trafic. ....</i>	<i>20</i>
4) <i>Modèles de présentation de trafic. ....</i>	<i>20</i>
5) <i>Les données de trafic.....</i>	<i>22</i>
6) <i>Calcule de la capacité. ....</i>	<i>22</i>
7) <i>L'année de saturation. ....</i>	<i>26</i>
<b>Chapitre II : TRACE EN PLAN.....</b>	<b>27</b>
1) <i>Introduction.....</i>	<i>27</i>
2) <i>Règles à respecter dans le tracé en plan.....</i>	<i>27</i>
3) <i>Les éléments du tracé en plan.....</i>	<i>27</i>
4) <i>Règles pour l'utilisation des rayons en plan.....</i>	<i>29</i>
5) <i>Surlargeur.....</i>	<i>29</i>
6) <i>Combinaison des éléments de trace en plan.....</i>	<i>32</i>

7) La vitesse de référence (de base).....	33
8) Paramètres fondamentaux.....	33
9) Choix des éléments géométriques.....	34
10) Calcule d'axe.....	41
<b>Chapitre III : PROFIL EN LONG.....</b>	<b>47</b>
1) Définition.....	47
2) Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	47
3) Coordination du tracé en plan et profil en long .....	48
4) Déclivités.....	48
5) Raccordements en profil en long .....	49
6) Détermination pratique du profil en long .....	51
7) Choix des éléments géométriques .....	53
8) exemple de calcul de profil en long .....	59
<b>Chapitre VI: PROFIL EN TRAVERS.....</b>	<b>64</b>
1) définition.....	64
2) les éléments du profil en travers .....	64
3) Classification du profil en travers .....	65
4) Application au projet .....	66
<b>Chapitre V: ETUDE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>68</b>
1) Introduction .....	68
2) La géotechnique.....	68
3) Objectifs .....	68
4) Réglementation algérienne en géotechnique .....	68
5) Condition d'utilisation des sols en remblais .....	71
<b>Chapitre VI: DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.....</b>	<b>74</b>
1) Introduction .....	73
2) La chaussée .....	73
3) Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée .....	76
4) Les principales méthodes de dimensionnement .....	78
a- La méthode CBR.	
b- La méthode du catalogue algérien.	
5) Conclusion .....	90
<b>Chapitre VII: CUBATURE.....</b>	<b>91</b>
1) Introduction.....	91
2) Définition .....	91
3) Méthode de calcul des cubatures .....	91
4) Calcul des cubatures de terrassement .....	92
<b>Chapitre VIII: CHOIX ET CONCEPTION DU CARREFOUR.....</b>	<b>101</b>
1) Introduction .....	101
2) Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour.....	101
3) Choix de l'aménagement.....	101
4) Les types de carrefours .....	101
5) Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.....	102
6) Application au projet .....	103

<b>Chapitre IX: ASSAINISSEMENT</b> .....	107
1) Introduction.....	107
2) Objectif de l'assainissement .....	107
3) Assainissement de la chaussée.....	108
4) Définition des termes hydraulique .....	109
5) Dimensionnement de Réseau d'assainissement à projeter.....	110
<b>Chapitre X: SIGNALISATION ET ECLAIRAGE</b> .....	120
<b>A- Signalisation :</b>	
1) Introduction.....	120
2) Dispositifs de retenue .....	120
3) Signalisation .....	120
4) les types de signalisation .....	120
5) Application au projet .....	122
<b>B- Eclairage :</b>	
1) Introduction .....	129
2) Eclairage d'un point singulier.....	129
3) Paramètre de l'implantation des luminaires .....	129
4) Application au projet.....	130
 <b>DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF</b> .....	131
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	133
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	134
<b>ANNEXE</b>	

## **INTRODUCTION GENERALE**

*A La fin de chaque cycle de formation, l'école 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'intégrer au monde du travail.*
- ✓ connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en travaux publics. De ce fait l'élève ingénieur est appelé à fournir beaucoup d'effort, faire des observations; des remarques afin de présenter un travail qui est digne de son nom. C'est dans ce cadre que la direction des travaux publics d'Alger nous a proposé un projet de fin d'étude qui consiste en :*

***Etude APS et APD de l'évitement de la ville de SAOULA sur 6 km .***

***Avec conception de 3 carrefours.***

*Le projet consiste à contourner la ville SAOULA, située sur l'axe (RN 63) reliant la RN 01 et la Rocade sud d'Alger.*

*Les avantages qui découlent de notre projet sont de deux ordres à savoir:*

**Les avantages directs :** *qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)*

**Les avantages indirects :** *qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.*

*Notre étude consiste à faire les deux phases suivantes:*

- Phase d'avant projet sommaire (APS) .*
- Phase d'avant projet détailler (APD).*

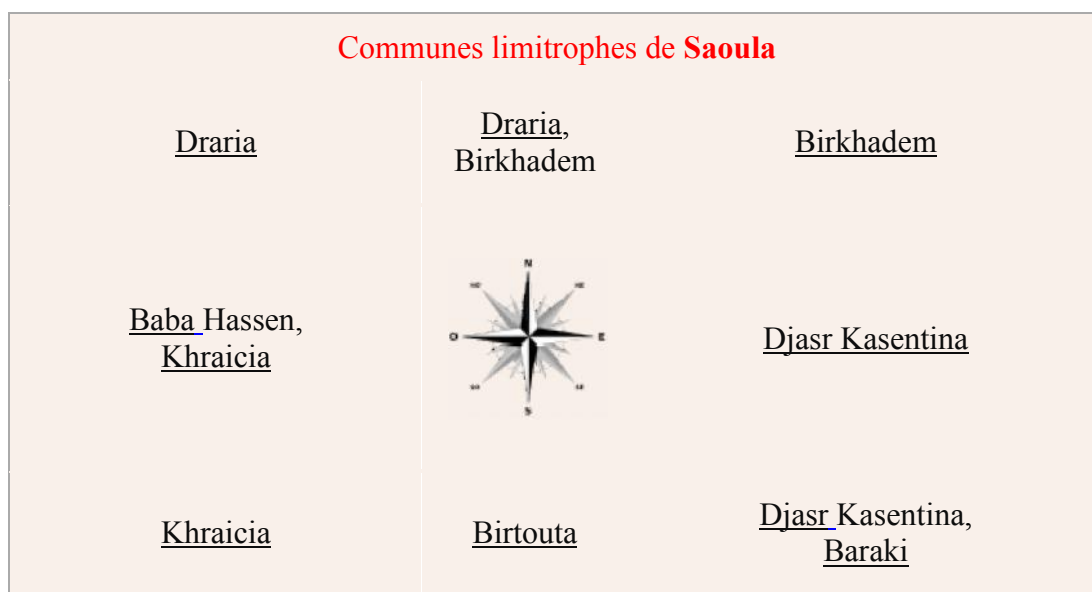
# PRESENTATION ET JUSTIFICATION DU PROJET

## 1) Présentation de la ville de SAOULA:

La ville SAOULA est située à environ 11 km au sud d'Alger, sur les contre forts du sahel algérois, La commune est limitée au nord-est par l'écoulement de l'oued El Kerma et au sud-est par l'Oued El Harrach, Plusieurs affluents de l'Oued El Kerma traversent la commune : Oued Guettet Salah, Oued Rouaïss et un affluent de l'Oued El Harrach : Oued Terro. SAOULA est une commune avec une superficie de 20,76 Km<sup>2</sup> et une population de 41 690 hab (estimation des statistiques de 2008), se trouvent en site vallonné (montagneux) dont les altitudes moyennes varient entre (120 et 135 m) .

La ville de SAOULA est limitrophe avec :

- La ville de bir khadem et Draria au Nord.
- La ville de Birtouta au Sud.
- La ville Djasr Kasentina à l'Est.
- La ville Baba Hassen et Khraicia à l'Ouest.



La ville de SAOULA est desservie par des axes routiers importants à savoir :

- Vers le Nord la CW 116 qui relie Birkhadem avec Draria .
- Vers l'Est le RN 01 qui relie wilaya d'ALGER et la wilaya de BLIDA (point de départ de l'évitement).
- Vers l'Ouest le RN 63 qui relie la RN 01 a Khraicia en passant par Saoula (point de raccordement de l'évitement).
- Vers le Sud la CW 114 qui relie Baba ali avec draria en passant par Saoula.



Carte représente les réseaux routière

## 2) Histoire de la ville de SAOULA :

Un centre de population nommé SAOULA est créé en 1843 et rattaché à la commune de Birkhadem. SAOULA devient une commune de plein exercice qu'en 1884. Le 31 mai 1963, la commune est de nouveau intégrée à celle de Birkhadem mais le 2 décembre 1963, SAOULA redevient une commune indépendante. En 1974, SAOULA est intégrée à la wilaya de Blida. En 1984, la commune est intégrée à la wilaya de Tipaza nouvellement créée. En 1997, à la création du gouvernorat du Grand-Alger, la commune est détachée de la wilaya de Tipaza, pour rejoindre à nouveau celle d'Alger.

## 3) problématique de la ville de SAOULA :

Notre étude a pour objet de trouver les solutions nécessaires pour éviter les problèmes qui se posent sur l'axe (RN 63) qui passe par la ville de SAOULA sur 3,4 Km, axe reliant la RN 01 à la ville de KRAICIA en passant par le centre ville de SAOULA et augmenter le niveau de service jusqu'à Khraicia.

*Les problèmes posés sont les suivants :*

- *Saturation de la RN 63 par la présence d'un grand nombre de véhicules qui transitent par la ville et qui engendrent une congestion de la circulation.*



- *L'augmentation du nombre d'accidents au niveau de la RN 63.*
- *La pollution qui crée des maladies respiratoires à cause des gaz d'échappement des véhicules et la poussière.*



- *Le Bruit des véhicules (nuisances sonores).*
- *La dégradation de la chaussée a cause du l augmentation de circulation des véhicules et de poids lourd qui traversent la route quotidiennement .*



La préconisation d'un évitement de la ville de SAOULA constitue la solution indiquée et recommandée pour répondre à ces préoccupations avec évidemment la prise en compte des aménagements appropriés aux niveaux des intersections des différents axes routiers (tels que énoncé plus haut) par la projections de giratoires et un échangeur, toute fois en respectant les règles sur l'environnement.

#### **4) Définition de l'évitement :**

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

#### **5) Objectif du projet :**

*L'objectif principal de notre projet est de créer un évitement assurant le transfert d'une partie du trafic de la RN63 transitant par la ville de SAOULA et ce afin, de résoudre les problèmes cités plus haut que connaît cette ville.*

*Cet objectif sera défini comme suite:*

- *Décongestionner le trafic surtout au niveaux d'échangeur de Birkhadem .*
- *Réduire le temps de parcours (3.4 Km dans la ville).*
- *Assurer la régularité dans les déplacements des usagers.*
- *Réduire le nombre d'accidents.*
- *Améliorer le cadre de vie des citoyens.*
- *Diminution du trafic sur la section de RN 63 devrait permettre une désaturation surtout au niveau la ville de SAOULA.*
- *Améliorer les conditions de sécurité sur la section RN 63.*
- *L'avantage de notre projet pour les usagers de la territoire (khraicia , baba hssen draria ) ils proviennent des gains de temps, de consommation de carburant , de confort, et des gains de sécurité .*
- *L'accès à la rocade sud pour les usagers venant du Alger ou Blida sera possible à partir de notre évitement Sant passant au nord par la ville de Saoula (RN 63) et au sud par l'autoroute ouest .*

#### **6) L'intérêt en termes d'aménagement du territoire :**

##### **a-aménagement du territoire :**

*les principe assigne se résume comme suite :*

- *Création d'une trame viaire et hiérarchisée permettant de doter de la zone d'étude d une structure de base (toile fond).*

- Réorganisation de la zone avec la mise en place d'une nouvelle structure qui mettrait en valeur d'option d'une centralité secondaire par rapport au centre de Saoula.
- Eradication de l'habitat précaire et de bidonvilles.
- La restructuration du tissu existant formait notamment par les nouveaux lotissement et l'habitat spontané.
- Projection d'habitat à forte et moyenne densité pour répondre aux besoins de développement de la population.
- Doter la zone en équipement d'accompagnement.
- L'aménagement des espaces publics (place, espace vert, aire de jeux) avec la mise en place d'un mobilier urbain adéquat.
- Améliorer la lisibilité dans le site par la création de nœud et des points de repères.
- Déplacement des activités nuisantes en dehors du site, ces activités seront prises en charge dans la zone d'activité projetée dans l'aire de Saoula.
- Prise en charge des zones de protection des différentes servitudes.
- La zone sera équipée par des lignes de transport collectif pour permettre d'une part la liaison avec le centre central du chef-lieu, l'agglomération ouled belhadj ainsi qu'avec le commerce environnant.

### 6-Effets sur la démographie et l'urbanisme :

Les villes de khraicia, baba hssen, draria et saoula sont des territoires en croissance démographique et recensés par les différents documents de planification comme des territoires sensibles en matière d'étalement urbain.

**Exemple** : évolution démographique de la ville de saoula

<i>Évolution démographique ( Source POS SAOULA )</i>			
<i>1987</i>	<i>1998</i>	<i>2003</i>	<i>2008</i>
<b>20 143</b>	<b>31 388</b>	<b>38162</b>	<b>41 690</b>

La réalisation de l'évitement favorisant le délestage du nœud de Birkhadem et donc l'accès à l'agglomération de SAOULA, devrait contribuer à renforcer de manière indirecte (seulement) l'attractivité de ces territoires, proches de l'agglomération.

L'augmentation remarquable de la population du territoire engendre une croissance urbaine de toutes les villes du territoire avec une zone urbanisée constituée de 21,9% de la superficie totale et avec une terrain libre constituant

*de 78% de la superficie totale, les espaces libres dans le site sont en majorité du domaine public et sont occupés par des vergers .*

### **c-Effets sur la population active :**

*Elle favorisera le développement économique du territoire ouest qu'il génère beaucoup de passagers supplémentaires dans les prochaines années entraînerait la création des emplois.*

*La réalisation de l'évitement de Saoula favorisera les relations Est /Ouest de l'agglomération. Si les migrations alternantes sont actuellement encore peu nombreuses selon cet axe, car principalement orientées vers le centre de l'agglomération, la réalisation de l'infrastructure peut à long terme favoriser une diversification des origines/destinations des échanges quotidiens l'infrastructure met en relation des territoires périurbains résidentiels et des pôles d'emplois tels qu'au Ouest, l'agglomération de Saoula , khraicia, baba hssen et draria.*

### **d-Effets sur le développement des zones d'activités :**

*La réalisation de notre projet représente une opportunité pour développer et intensifier les échanges est /Ouest et susciter des synergies nouvelles entre ces différents pôles économiques.*

*Le territoire ( khraicia, baba hssen ,draria ) devraient bénéficier le plus rapidement des effets de la mise en service complète de notre évitement .*

*Il est important de noter que l'évitement de Saoula crée un nouvel itinéraire, elle améliore les relations déjà existantes de l'Est vers l'Ouest en aidant à une meilleure répartition des flux ,L'impact en terme de remplissage de zone d'activité est donc à relativiser .*

### **e-Effets prévisibles sur l'agriculture :**

*Notre territoire est zone agricole avec 78% de la superficie totale avec des domaines privés et l'autre public situés en majorité au sud de notre agglomération sur tous sur le plateau de ouled belhadj , meridja , swayeh et beni slimane , généralement se sont de petites fermes agricoles individuelles .*

### **f-Effets prévisibles sur le commerce :**

*La réalisation de l'évitement de Saoula améliore les échanges commerciaux entre l'Est et l'Ouest aussi développe le commerce dans toute le territoire et surtout dans la ville de Saoula et facilite le commerce en terme du*

*temps et moderniser le commerces traditionnel déjà existe dans le territoire sachant que cette région est déjà connue par le commerce de bois qui est une grande partie de l'économie de la région et aussi des activité commerciale intègrent aux habitation celle-ci se liées principalement aux commerce de première nécessité .*

PARTIE I :

PHASE APS

## PHASE APS

### 1) Introduction :

La phase APS est l'étape qui précède la phase APD, 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 carte d'état majeure, de 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.
- L'aspect économique 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.

### 2) Géographie et hydrologie de la zone d'étude :

**Géographie :** La zone nord de ville saoula est encombrée avec les habitats donc c'est impossible de trouver une couloir pour notre route, au contraire le sud par laquelle passe notre tracé est un terrain de relief vallonné des montagnes tout le long du sud de la ville, avec des habitats dispersés.

**Hydrologie :** La commune de Saoula est limitée au nord-est par l'écoulement de l'oued El Kerma et au sud-est par l'Oued El Harrach. Plusieurs affluents de l'Oued El Kerma traversent la commune et écoulent de l'est vers l'ouest tout le long de notre zone d'étude : Oued Guettet Salah, Oued Rouaiss et un affluent de l'Oued El Harrach : Oued Terro.

### 3) Types de contraintes rencontrées :

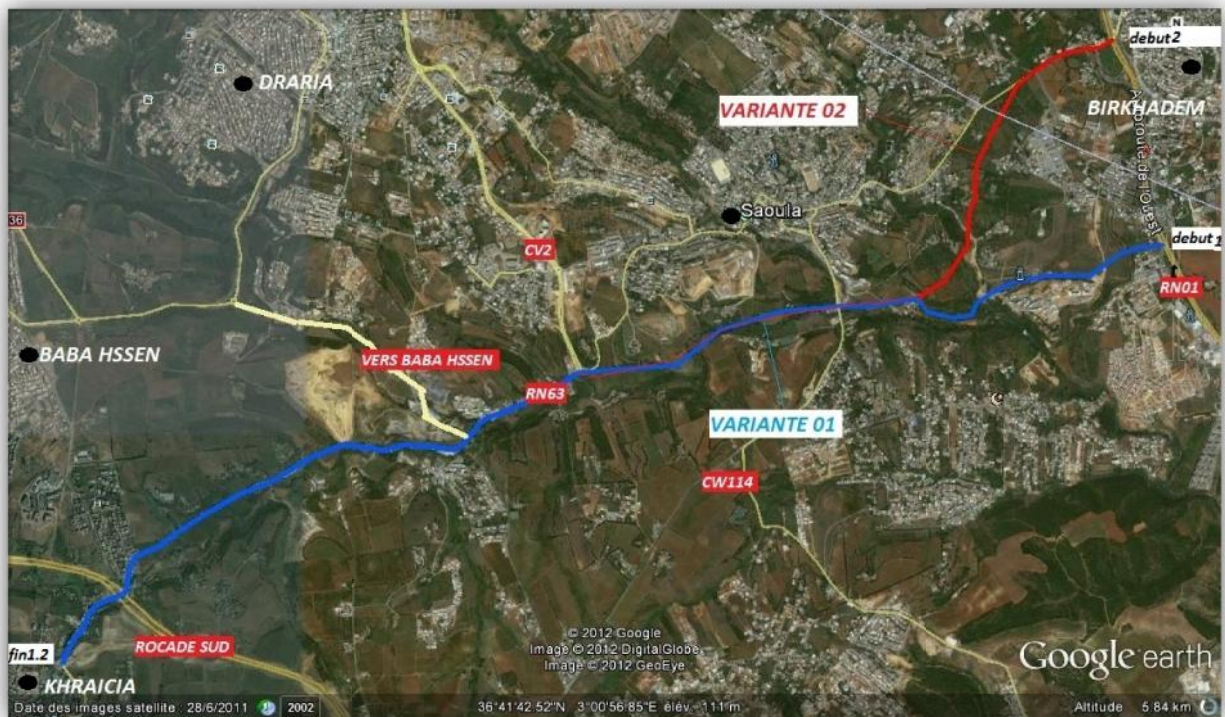
L'investigation sur le site a permis de constater généralement que la zone concernée par le projet est une zone de relief vallonné, il n'y a pas de risques géologiques très marqués et il n'y a pas de points sensibles qui influencent le tracé non plus.

Les principales contraintes sur le tronçon sont comme suit :

- Les routes nationales et chemins de wilaya sur le long du tracé (RN01, RN63, CW114, CV2, route vers BABA HSEN).
- Les réseaux (électricité, conduites d'eau)
- l'oueds et cours d'eau (l'Oued El Kerma, Oued Guettet Salah)
- les montagnes le long de trace.

#### 4) choix de couloir :

Dans cette phase, on va étudier deux variantes qui passent au sud de Saoula afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet. En fonction des enjeux économique et le développement de la ville, l'expansion du développement de la ville de Saoula s'étant effectué vers le sud, les possibilités d'entrevoir des couloirs possibles sont limitées.



##### a) Variante 01 :

L'origine de la variante 01 est la route nationale 01 (RN01) depuis l'ouest en passant par la CW114 au Sud de la ville de Saoula, l'évitement contourne cette ville vers le côté Est de environ 3.3 Km finalement en rejoignent la RN 63 au carrefour de Draria et terminer par le dédoublement de la RN 63 jusqu'à

*KHRAICIA en passant par un passage inférieur au dessus de La Rocade Sud et on la rejoigne par un échangeur prévue de la réalise.*

### **6) Variante 02 :**

*L'origine de la variante est l'échangeur de la ville de Birkhadem ( tu es obliger de traverser la ville de Birkhadem afin de rejoigne la RN01 vers Alger)en dédoublent la RN 63 environ 600m puis en passant par la CW114 au Sud de la ville de Saoula l'évitement contournée cette ville vers le coté Est de environ 3.3 Km finalement en rejoignent la RN 63 au carrefours de Draria et terminer par le dédoublement de la RN 63 jusqu'a KHRAICIA en passant par un passage inférieur au dessus de La Rocade Sud et on la rejoigne par un échangeur prévue de la réalise.*

### **5) Trace en plan :**

*Les principaux données de base du projet sont :*

- *Environnement E2.*
- *Catégorie C1.*
- *Vitesse de base  $V_b = 80 \text{ Km}^2$ .*

*Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à notre donnée de base. En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :*

- *Pour assurer une bonne visibilité, une économie de temps et carburant et pour évitera la fatigue –impatience on doit respecter une longueur minimale et maximale entre deux courbes :*

$$L_{max} = 1333 \text{ m} \text{ et } L_{min} = 111 \text{ m}$$

- *assure une bonne stabilité, visibilité et une surlargeur permettant l'inscription des véhicules dans le rayon R pour notre variante on a utilisée des rayons varie entre :*

$$RHm = 250 \text{ m} \text{ et } RHndt 1400\text{m}.$$

➤ Les caractéristiques de la variante 01 sont :

- longueur de trace : 8261.162 m

- volume de terrassement :

$$\text{Déblai} = 13522\text{m}^3$$

$$\text{Remblai} = 9753\text{m}^3$$

- les 11 alignements varient entre le minimale 222.46m et le maximale 859.75m.

- les 12 rayons avec des clothoide varient entre le minimale 250m associe de clothoide  $A=163\text{m}$  et maximale de 700m associe de clothoide  $A=300\text{m}$ .

➤ Les caractéristiques de la variante 02 sont :

- longueur de trace : 8686.946 m

- volume de terrassement :

$$\text{Déblai} = 198519\text{m}^3$$

$$\text{Remblai} = 105385\text{m}^3$$

- les 11 alignements varient entre le minimale 182.83m et le maximale 936.62.

- les 10 rayons avec des clothoide varient entre le minimale 250m associe de clothoide  $A=163\text{m}$  et maximale de 600 m associe de clothoide  $A=168\text{m}$ .

6) Profil en long :

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

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

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

<i>Rayons en profils en long</i>	<i>Valeur</i>
<i>Déclivité maximum</i>	<i>6 %</i>
<i>Déclivité minimum au devers nul</i>	<i>0.5 %</i>
<i>Rayon en angle saillant (m)</i>	
<i>Minimum absolu</i>	<i>2 500</i>
<i>Minimum normal</i>	<i>6 000</i>
<i>Rayon en angle rentrant (m)</i>	
<i>Minimum absolu</i>	<i>2 400</i>
<i>Minimum normal</i>	<i>3 000</i>

➤ Variante 01 :

- *Pente minimale 0. 5% et maximale 5.81%.*
- *Rampe minimale 2.47% et maximale 4.49%.*
- *Concave minimale 2500 m et maximale 8000 m*
- *Convexe minimale 2500 m et maximale 4000m*

➤ Variante 02 :

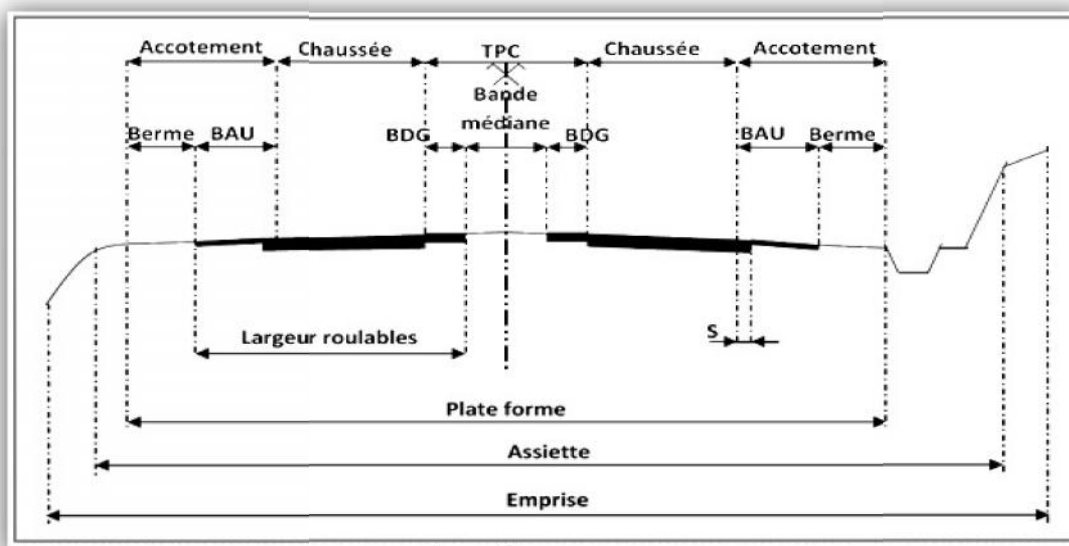
- *Pente minimale 1.40% et maximale 4.62%.*
- *Rampe minimale 0.68% et maximale 5.13%.*
- *Concave minimale 2500 m et maximale 4000 m*
- *Convexe 2500 m*

### 7) Profil en travers type :

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

*Les éléments constitutifs du profil en type sont :*

- *2 chaussées de 7m de largeur.*
- *Bande d'Arrée d'urgence de 2.5 m.*
- *Un TPC de 3 m de largeur.*
- *Berme de 0.5 m .*



profil en travers type

8) Estimation des couts :

<b><i>Variante 01 :</i></b>		
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>MONTANT</b>
<b>1</b>	<i>acquisition de terrain</i>	<i>285004500</i>
<b>2</b>	<i>installation de chantier</i>	<i>20436986.6</i>
<b>3</b>	<i>dégagement de l'emprise</i>	<i>6441_</i>
<b>4</b>	<i>terrassement</i>	<i>172984451</i>
<b>5</b>	<i>chaussée</i>	<i>664184020</i>
<b>6</b>	<i>ouvrage d'art courants et assainissement</i>	<i>681232889</i>
<b>7</b>	<i>impact sur l'environnement (aménagement des paysages et plantation)</i>	<i>68123288.9</i>
<b>8</b>	<i>déviations des réseaux</i>	<i>20436986.67</i>
<b>9</b>	<i>éclairage, signalisation et équipement routiers</i>	<i>20436986.67</i>
<b>10</b>	<i>contrôle (bureau d'étude et l'laboratoire)</i>	<i>136246577.8</i>
	<b><i>Totale du montant</i></b>	<b><i>1913151104.71</i></b>

<b><i>Variante 02 :</i></b>		
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>MONTANT</b>
<b>1</b>	<i>acquisition de terrain</i>	<i>288316879</i>
<b>2</b>	<i>installation de chantier</i>	<i>3125451</i>
<b>3</b>	<i>dégagement de l'emprise</i>	<i>31170</i>
<b>4</b>	<i>Terrassement 1041817705</i>	<i>162628994</i>
<b>5</b>	<i>chaussée</i>	<i>879157541</i>
<b>6</b>	<i>ouvrage d'art courants et assainissement</i>	<i>104181770</i>
<b>7</b>	<i>impact sur l'environnement (aménagement des paysages et plantation)</i>	<i>10418177</i>
<b>8</b>	<i>déviations des réseaux</i>	<i>31254531</i>
<b>9</b>	<i>éclairage, signalisation et équipement routiers</i>	<i>31254531</i>
<b>10</b>	<i>contrôle (bureau d'étude et l'laboratoire)</i>	<i>20836354</i>
	<b><i>Totale du montant</i></b>	<b><i>2004596315.42</i></b>

### 9) Comparaison et analyse multicritère des variantes :

on effectue une analyse multicritère entre les deux variantes :

<b>Désignation</b>	<b>Variante1</b>	<b>Variante2</b>
<b>Longueur Total (m)</b>	<i>8261.162 m</i>	<i>8686.946 m</i>
<b>Nombre de virages</b>	<i>12</i>	<i>10</i>
<b>Volume des Remblais (m<sup>3</sup>)</b>	<i>97537</i>	<i>105385</i>
<b>Volume des déblais (m<sup>3</sup>)</b>	<i>13522</i>	<i>198519</i>
<b>Coût total de construction (DA)</b>	<i>1913151104.71</i>	<i>2004596315.42</i>

- Variante 01 :

*on avait plus d'obstacle que la 2eme variante et plus d'ouvrage d'assainissement mais loin a la prolongement de la ville de saoula donc ne pose pas un problème pour ca et ouvre nouvelle choix pour les gens de la région et diminuer la charge a la ville de Birkhadem au point du giratoire qui traverse la ville.*

- Variante 2 :

*on avait moins d'obstacle et d'ouvrage d'assainissement mais son début déjà est un grand problème pour la ville de Birkhadem q' on va l'encombrer encore plus avec notre trace, d'après le POS de la ville de Saoula, la ville a des aménagement a l'proximité de notre trace (nouveaux habitat 300 lots de Maredja ), donc on va gêner les projet de l'aménagement et encore plus depuis le début (dédoublement) on es obliger de démolir au minimum 7 habitat pour dédoubler la RN63.*

## **10) Conclusion :**

*Apparemment la zone que traversent les deux tracés est de mêmes caractéristiques géométriques (terrain vallonnée), toutefois une différence se situe au niveau du début des deux variante , L'analyse comparative des deux variantes, nous a permis d'opter pour la variante 01 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses.*

PARTIE II :

PHASE APD

# Chapitre I:

## ETUDE DE TRAFIC

## Chapitre I: Etude de trafic

### 1) Introduction:

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

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

### 2) Analyse du trafic :

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

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

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

#### a) - Les Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude du trafic, on distingue deux types de comptage : Les comptages manuels et 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 des poids lourds et les transports communs.

Le trafic est exprimé en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

### a.2) - Le comptage automatique

Il est effectué à l'aide des appareils d'enregistrement comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu aux extrémités de la chaussée.

#### b) - les Enquêtes Origine-Destination :

Elle est plus souvent opportune de compléter les informations recueillies à travers les 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 surtout 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 zone, en définissant leur origine et destination.

### 3) Différents type de trafic :

On distingue deux types de trafic:

#### a) Trafic normal:

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

#### b) Trafic dévié:

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfère entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

a) Trafic total: C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

### 4) Modèles de présentation de trafic :

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

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

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

**a) Prolongation de l'évolution passée:**

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

Le trafic  $T_n$  à l'année  $n$  sera:

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

Où :

$$\left\{ \begin{array}{l} T_0 : \text{est le trafic à l'arrivée pour l'origine.} \\ \tau : \text{est le taux de croissance.} \end{array} \right.$$

**b) Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques:**

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

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

**c) Modèle gravitaire:**

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

**d) Modèle de facteurs de croissance:**

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

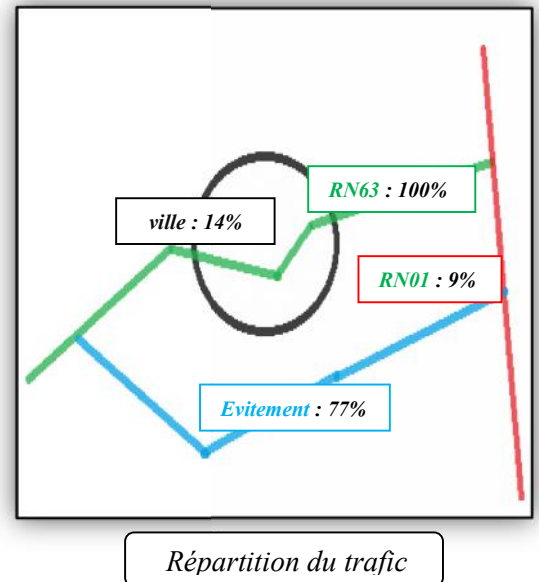
- ✓ Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- ✓ Le nombre d'emploi.
- ✓ La population de la zone.

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

### 5) Les données de trafic :

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la S.A.E.T.I nous avons :

- ✓ La RN 63 :  $TJMA_{2011} = 5847$  v/j  $\longrightarrow$  100%.
  - Vers la ville  $TJMA_{2011} = 800$  v/j  $\longrightarrow$  14%.
  - Trafic dévier par RN 01 = 510 v/j  $\longrightarrow$  9%
  - Vers l'évitement  $TJMA_{2011} = 4537$  v/j  $\longrightarrow$  77%.
- ✓ Année de référence : 2011.
- ✓ Année de mise en service : 2013.
- ✓ Le pourcentage des poids lourds :  $Z = 20\%$ .
- ✓ Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau = 4\%$ .
- ✓ La durée de vie : 20 ans.



### 6) Calcul de la capacité :

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

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

#### La capacité dépend :

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

- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Les caractéristiques transversales réduites, par exemple largeur de voies Inférieure à 3,50m ou absence d'accotement.

**a) Trafic à un horizon donné:**

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

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

Tel que:

- ✓  $TJMA_n$  : trafic journalier moyen à l'année  $n$ .
- ✓  $TJMA_0$  : trafic journalier moyen à l'année 0.
- ✓  $\tau$  : taux d'accroissement annuel.
- ✓  $n$  : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

Application numérique :

$$TJMA_{2013} = 5847 (1 + 0.04)^2$$

$$TJMA_{2013} = 6324 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2033} = 6324 (1 + 0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2033} = 13856 \text{ v/j.}$$

**b) Trafic effectif:**

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

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

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

Tableau 1 : Coefficient d'équivalence « P »

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

On prend :

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

Application numérique :

$$T_{eff2033} = [(1 - 0.20) + 6 \times 0.20] 13856$$

$$T_{eff2033} = 27709 \text{ uvp/j.}$$

**c) Evaluation de la demande:**

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

$$Q = 0.12 T_{eff}$$

Application numérique :

$$Q_{2033} = 0.12 \times 27709$$

$$Q_{2033} = 3363 \text{ uvp/h.}$$

**d) Evaluation 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
<b>K1</b>	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau 3 : Coefficient « K2 »

Catégorie de la route					
Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
<b>E1</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>E2</b>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
<b>E3</b>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 4 : Capacité théorique « C<sub>th</sub> »

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

On prend :

$K1 = 0,85$  (environnement E2).

$K2 = 0,99$  (E2, C1).

**e) 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 :

$$Q \leq Q_{adm}$$

Application numérique :

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

$$C_{th} = Q / (K1 \times K2).$$

$$C_{th} \geq 3326 / (0.85 \times 0.99).$$

$$C_{th} \geq 3952 \text{ uvp/h.}$$

On prend :

$$C_{th} = 4000 \text{ uvp/h.}$$

Tableau récapitulatif :

$TJMA_{2011}$	$TJMA_{2013}$	$TJMA_{2033}$	$T_{eff}^{2033}$	$Q_{2033}$	$C_{thé}$
5847	6324	13856	27709	3363	4000

D'après **B40** on adopte pour l'évitement un profil de 2 voies de 3,5 m de largeur et 2,5 m pour une bande d'arrêt d'urgence .

**7) L'année de saturation :**

On détermine la durée de vie avant saturation de l'évitement en 2 voies par la formule suivante :

$$Q_F = Q_D$$

1- Calcul de  $Q_F$  :

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

$$Q_F = 0.85 \times 0.99 \times 4000 = 3366 \text{ uvp/j}$$

2- Calcul de  $Q_D$  :

$$Q_{D2013} = 0.12 T_{eff}^n$$

$$Q_{D2013} = 0.12 \times ((1 - Z) + P \times Z) \times TJMA_n$$

$$Q_{D2013} = 0.12 \times ((1 - 0.27) + 6 \times 0.27) \times TJMA_n$$

$$Q_{D2013} = 0.282 \times TJMA_n$$

$$TJMA_n = TJMA_{2013} (1 + \tau)^n$$

$$TJMA_n = 5382(1.04)^n$$

$$Q_{D2010} = 1517,72 (1.04)^n$$

$$Q_F = Q_D$$

$$3366 = 1517,72(1.04)^n \Rightarrow n = \log(2,217)/\log(1.04) = 21 \text{ ans.}$$

Donc :

$$l'année \text{ de saturation} = 2013 + 21 = 2034.$$

Chapitre II :

TRACE EN PLAN

## Chapitre II: Trace en plan

### 1) Introduction :

Le tracé en plan est une succession des 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.

### 2) Règles à respecter dans le tracé 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.

- ✓ 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 totale de tracé.

### 3) Les éléments du tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles :

#### a- Les alignements :

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

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

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

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

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

### b- Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

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

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

- Rayon horizontal minimal absolu :

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

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

- Rayon minimal normal :

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

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

- Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé  $d_{\min} = 2.5\%$ .

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

- Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127,0,035} \longrightarrow \text{Cat 1-2}$$

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f' - d \text{ min})} \longrightarrow \text{Cat 3-4-5}$$

Avec :

$$f' = 0.07 \longrightarrow \text{cat 3}$$

$$f' = 0.075 \longrightarrow \text{cat 4-5}$$

#### 4) Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

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

Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{max}$  et  $d_{(RHm)}$ .

Si  $RHm < R < RHn$  :

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

Entre  $d$  (RHn) et  $d_{min}$  si  $RHn < R < RHd$  :

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

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

#### Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

#### 5) 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  $\leq 200$  m.

### c- Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :

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

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

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

#### • Expression de la Clothoïde :

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

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

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

$$A^2 = L.R$$

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

• Les éléments de la Clothoïde :

$\Delta R$ : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)

$\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

$L$  : longueur de la branche de la Clothoïde

$X_m$  : Abscisse du centre du cercle

$K_E$  : Extrémité de la Clothoïde

$A$  : Paramètre de la Clothoïde

$K_A$  : Origine de la Clothoïde

$\tau$  : Angle des tangentes

$SL$  : Corde ( $K_A - K_E$ )

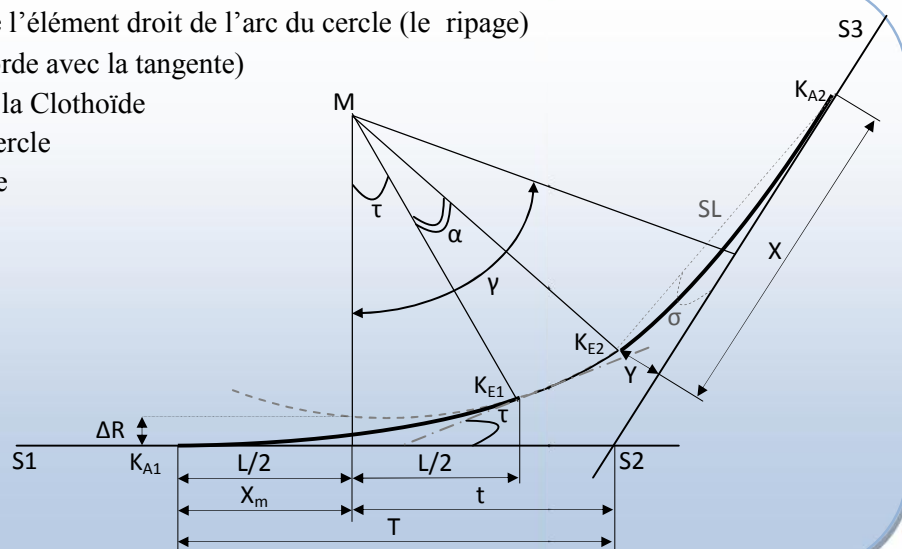
$M$  : Centre de cercle

$X$  : Abscisse de  $K_E$

$Y$  : Origine de  $K_E$

$t$  : tangente courte

$T$  : tangente longue



• Les conditions de raccordement :

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

- Condition optique :

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

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

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

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

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

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

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

Pour  $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$  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 :  $(\frac{v^2}{R} - g \cdot \Delta \alpha)$  Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur  $Kg = g/0.2V_B$

Avec une gravitation  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  on opte :

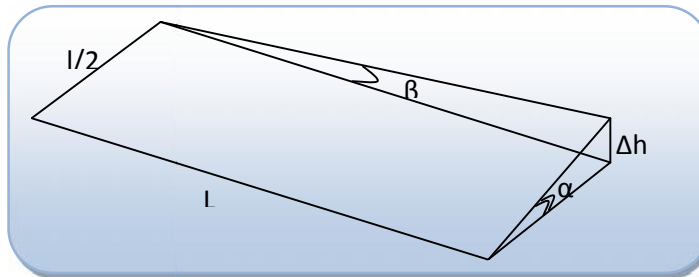
$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$$

$V_B$  : vitesse de base (Km/h).

$R$  : le rayon (m).

$\Delta d$  : 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 :

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B \quad l : \text{largeur de chaussée}$$

6) Combinaison des éléments de trace en plan :

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

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

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.

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.

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.

### 7) 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.

### 8) Paramètres fondamentaux :

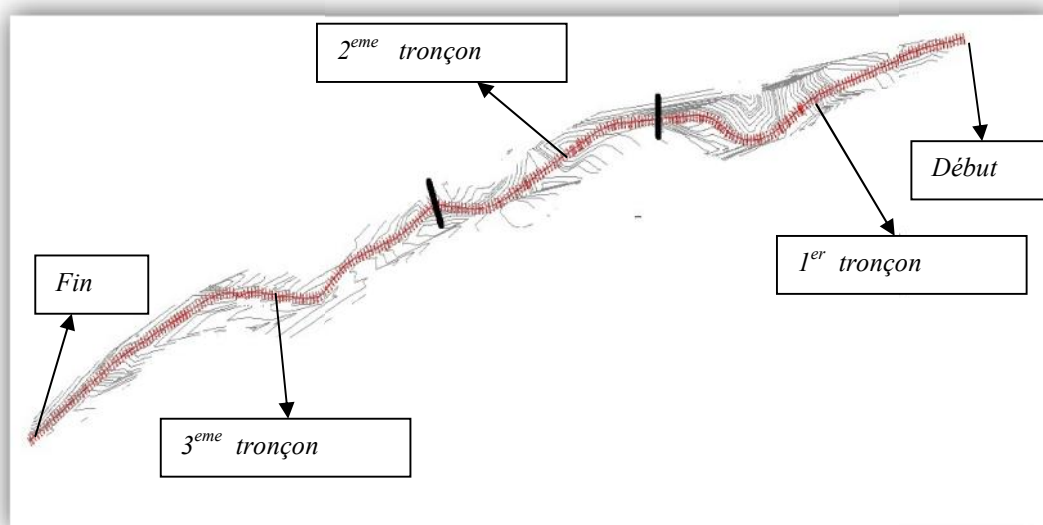
Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E2**, avec une vitesse de base  $V_B = 80$  km/h.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40** :

Paramètres	Symboles	Valeurs
• Vitesse (km/h)	$V_B$	80
• Longueur minimale (m)	$L_{min}$	112
• Longueur maximale (m)	$L_{max}$	1333
• Devers minimal (%)	$d_{min}$	2.5
• Devers maximal (%)	$d_{max}$	7
• Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2
• Frottement longitudinal	$f_l$	0.39
• Frottement transversal	$f_t$	0.13
• Distance de freinage (m)	$d_0$	65
• Distance d'arrêt (m)	$d_1$	109
• Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$d_m$	325
• Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$d_n$	500
• Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$d_{md}$	200
• RHm (m) (devers associe %)	RHm	250 (7 %)
• RHN (m) (devers associe %)	RHN	450 (5 %)
• RHd (m) (devers associe %)	RHd	1000(2.5 %)
• RHnd (m) (devers associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

### 9) Choix des éléments géométriques :

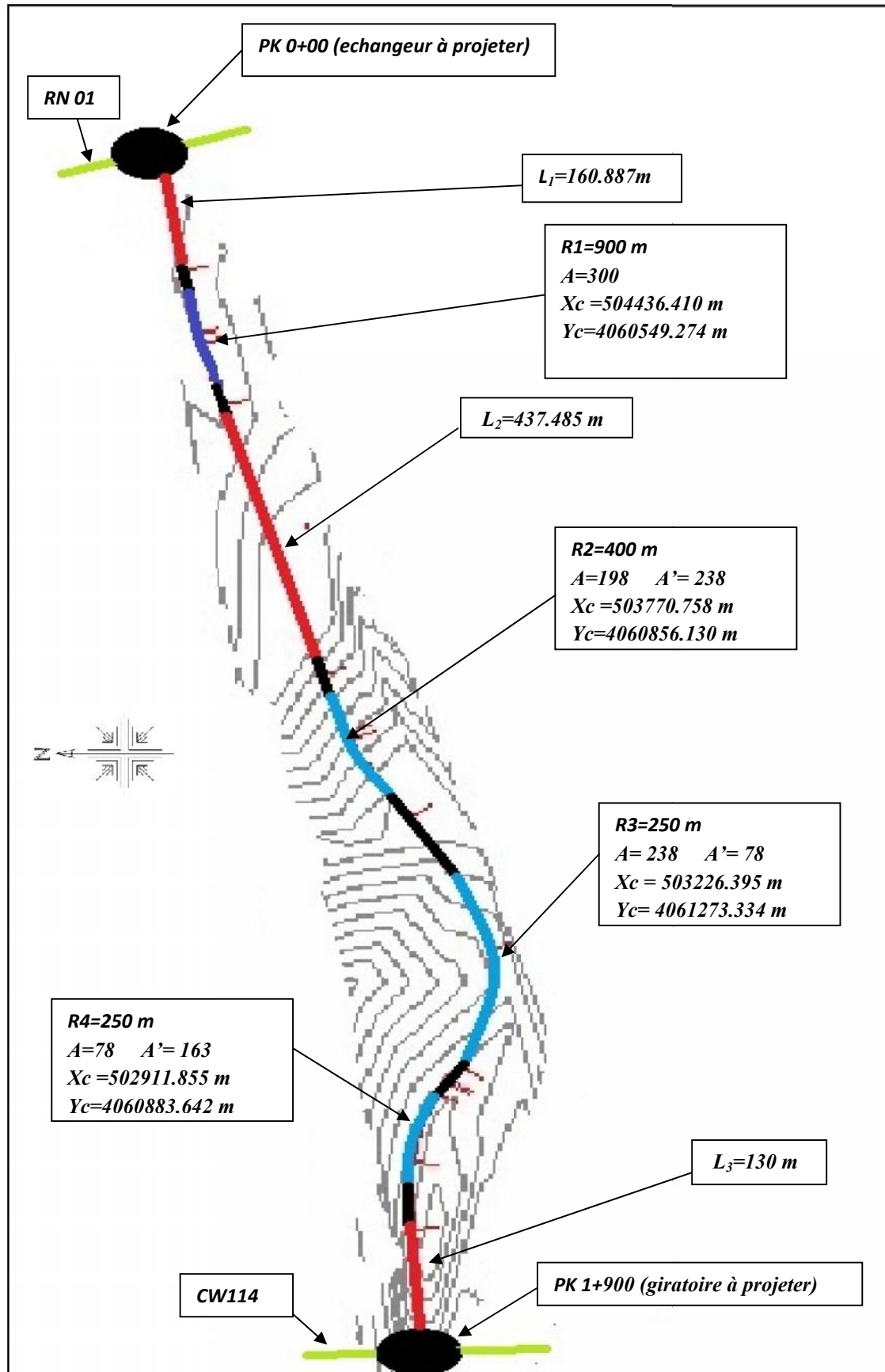
La forme générale de notre tracé composée de trois tronçons, selon la direction, les contraintes à franchir et la topographie du terrain, donc on a traité chacun à part.



➤ Le 1<sup>er</sup> tronçon du tracé entre le PK 0+00 et le PK 1+900 c'est un endroit où la topographie est un peu difficile où on a beaucoup d'obstacle (il faut éviter des habitations le long de l'axe et des oueds et des montagnes à la fois). c'est pas possible de faire un alignement droit entre les deux PK. donc on met des alignements et de rayon intermédiaires.

Donc notre 1<sup>er</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- Le 1<sup>er</sup> alignement  $L_1=161$  m entre le PK 0+00 (échangeur à projeter) et le PK 0+161 .
- Le 1<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_1=900$  m et avec un Clothoïde de  $A=300$  entre le PK 0+161 et le PK 0+375.
- Le 2<sup>ème</sup> alignement  $L_2=438$  m entre le PK 0+375 et le PK 0+813 .
- Le 2<sup>ème</sup> virage à gauche de  $R_2=400$  m et avec un Clothoïde d'entrée  $A=198$  et de sortie  $A=238$  entre le PK 0+813 et PK 1+064 .  
Courbe en S entre  $R_2=400$  m et  $R_3=250$  m .
- Le 3<sup>ème</sup> virage à droite de  $R_3=250$  m et avec un Clothoïde d'entrée de  $A=238$  et de sortie  $A=78$  entre le PK 1+064 et PK 1+509 .  
Courbe en S entre  $R_3=250$  m et  $R_4=250$  m .
- Le 4<sup>ème</sup> virage à gauche de  $R_4=250$  m et avec un Clothoïde d'entrée  $A=78$  et de sortie  $A=163$  entre le PK 1+509 et PK 1+751 .
- Le 3<sup>ème</sup> alignement  $L_3=149$  m entre le PK 1+751 et le PK 1+900 (Intersection avec le CW114, giratoire à projeter).

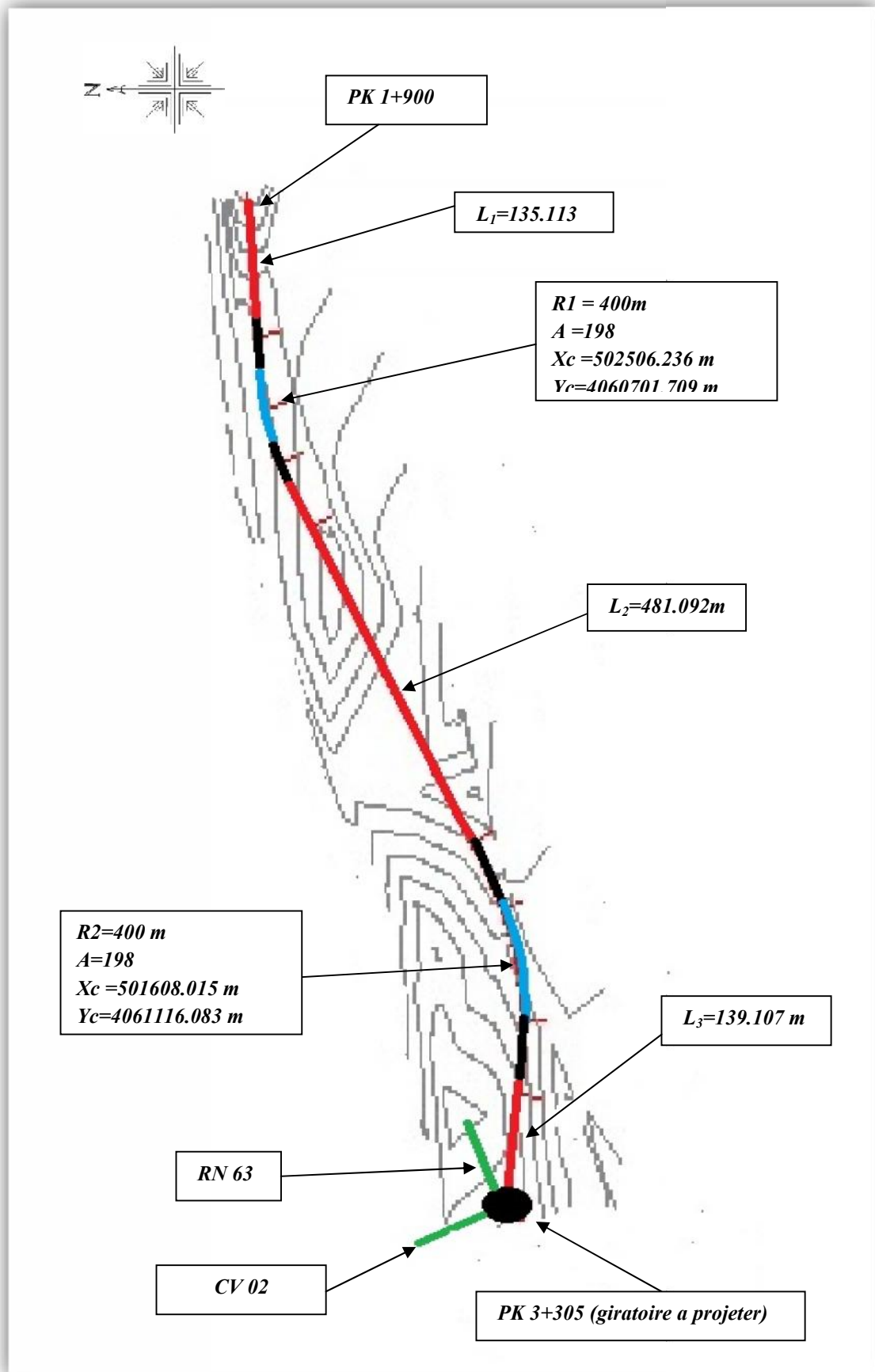


Le 1<sup>er</sup> tronçon entre le PK 0+00 et le PK 1+900

➤ Le 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé entre le PK 1+900 et le PK 3+305. c'est un endroit où la topographie est moyenne où on a moins d'obstacle, Donc on a essayé de suivre le maximum possible les courbes de niveau pour minimiser les volumes de terrassement et optimiser la longueur totale du tracé.

Donc notre 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- Le 1<sup>er</sup> alignement  $L_1=168m$  entre le PK 1+900 (giratoire a projeté ) et le PK 2+ 068 .
- Le 1<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_1=400 m$  et avec un Clothoïde de  $A =198$  entre le PK 2+068 et le PK 2+340 .
- Le 2<sup>ème</sup> alignement  $L_2= 481 m$  entre le PK 2+340 et le PK 2+821 . On est passé au PK 2+390 par un alignement droit sur un Oued (ouvrage d'art à projeter) pour éviter la construction d'un ouvrage d'art en courbe et prendre par considération la longueur de la brèche .
- Le 2<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_1=400 m$  et avec un Clothoïde de  $A =198$  entre le PK 2+821 et le PK 3+166 .
- Le 3<sup>ème</sup> alignement  $L_3=139 m$  entre le PK 3+166 et le PK 3+305 ( giratoire a projeter ).



Le 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé entre le PK 1+900 et le PK 3+305

- Le 3<sup>ème</sup> tronçon du tracé entre le PK 3+305 et le PK 5+997 (fin de projet), cette tronçon réellement c'est une dédoublement de la RN 63, c'est un endroit où la topographie est moyenne où on a quelque obstacle dépende essentiellement de l'ancien route qui n'est pas construit aux règlement B40

Donc notre 3<sup>ème</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- Le 1<sup>er</sup> alignement  $L_1=110.518$  m entre le PK 3+305 et PK 3+416 .
- Le 1<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_1=500$  m et avec un Clothoïde de  $A =234$  entre le PK 3+416 et le PK 3+666 .
- Le 2<sup>ème</sup> alignement  $L_2= 137.233$  m entre le PK 3+666 et le PK 3+803.
- Le 2<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_2=200$  m et avec un Clothoïde d'entrer  $A=133$  et de sortie  $A'=134$  entre le PK 3+803 et le PK 2+982 ( parce que on a diminuer la vitesse de base qui devient  $V_B= 60$  km/h a cause de l'ancien route ) .

Courbe en s entre le  $R_2=200$ m et  $R_3=200$ m

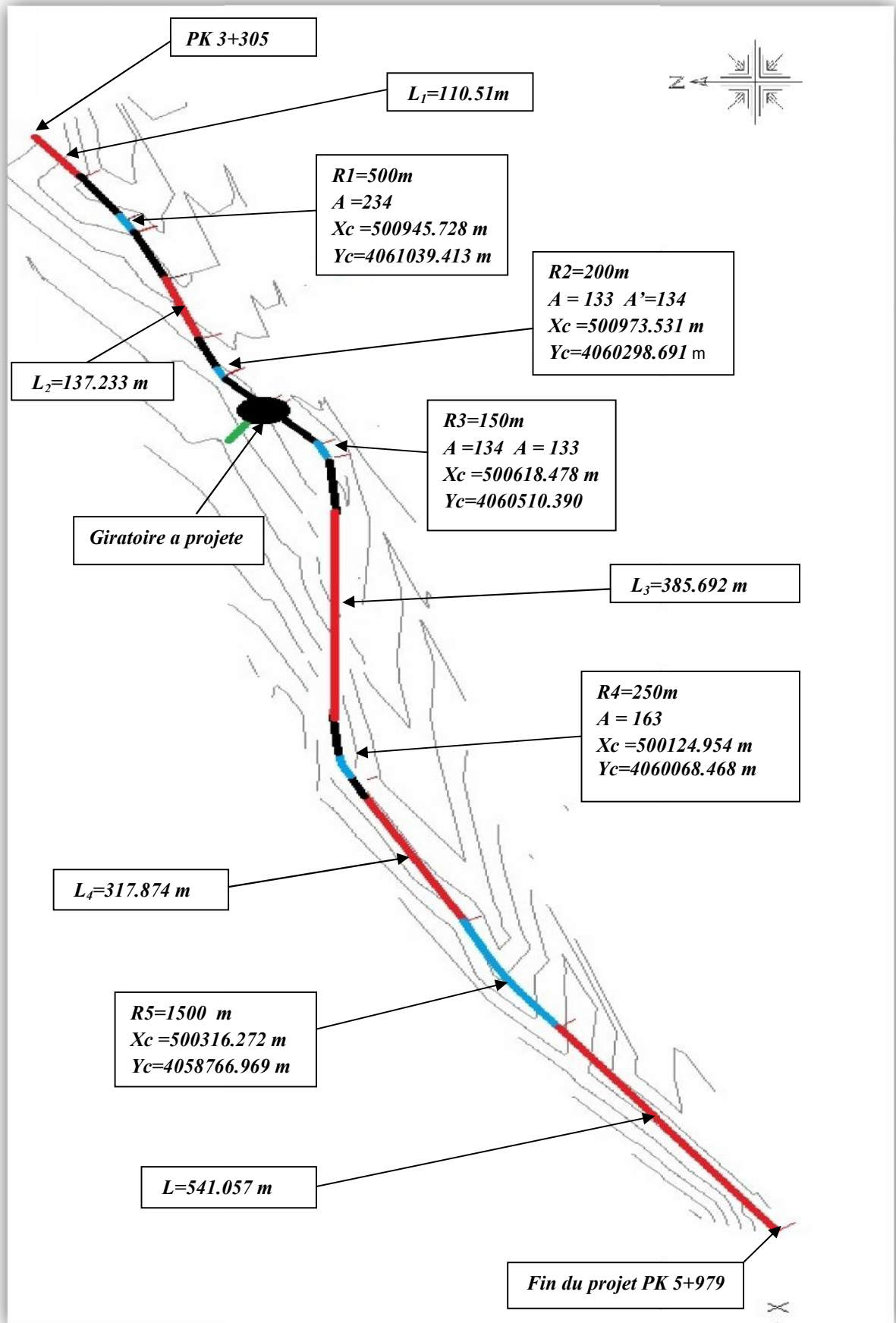
- Le 3<sup>er</sup> virage à droite de  $R_3=200$  m et avec un Clothoïde d'entrer  $A =134$  et sortie  $A' =133$  entre le PK 3+982 et le PK 4+239 .
- Le 3<sup>ème</sup> alignement  $L= 385.692$ m entre le PK 4+239 et le PK 4+625.
- Le 4<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_4=250$  m et avec un Clothoïde  $A =163$  et de entre le PK 4+625 et le PK 4+855 .
- Le 4<sup>ème</sup> alignement  $L= 337.219$  m entre le PK 4+855 et le PK 5+173.
- Le 5<sup>er</sup> virage à gauche de  $R_5=1500$  m entre le PK 5+173 et le PK 5+432.
- Le 5<sup>ème</sup> alignement  $L= 541.057$  m entre le PK 5+432 et le PK 5+979 (la fin de projet ).

D'après l'analyse du trace de la dédoublement on a prit la décision d'augmente le niveaux de service du route, donc on a choisit de faire des traces neuf avec des rayon de norme B40 en augmentent la vitesse de base de 60 a 80 km/h .comme suite :

- Entre le PK 3+305 et PK 3+665 et Entre le PK 3+803 et PK 4+239 et Entre le PK 4+625 et PK 4+855.

Donc on a :

- une trace neuf de longueur 1.026 km.
- une longueur a de double de 1.648 km.



Le 3<sup>eme</sup> tronçon entre le PK 3+305 et le PK 5+979

## 10) 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  $\gamma$  entre alignements.
- Calcul de la tangente  $T$ .
- Calcul de la corde  $SL$ .
- Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ .
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- calcul de kilométrage des points particuliers.

### Exemple de Calcul manuel des raccordements:

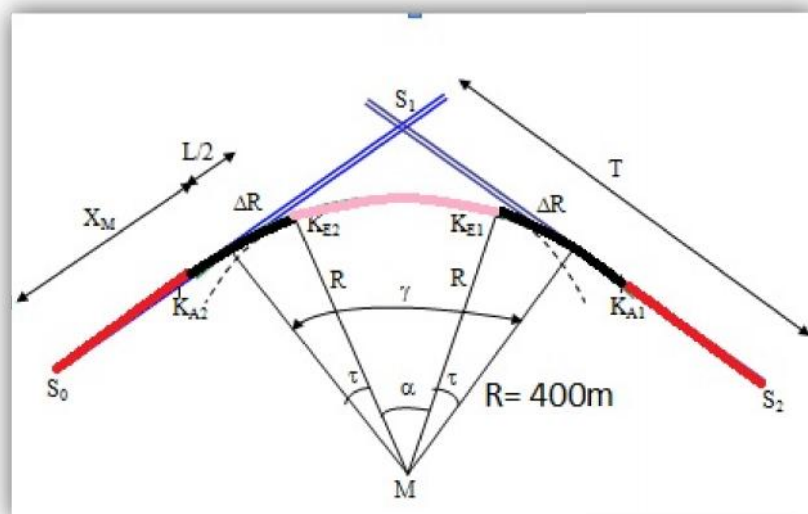
#### ❖ Courbe avec Clothoïde :

##### Liaison 1 :

Le premier rayon dans  
la 2<sup>ème</sup> tronçon

Rayon  $R = 400\text{ m}$

$V_B = 80\text{ km/h}$



Droite d1 :

$$\begin{cases} S1 & X_{S1}=502692.9162 & Y_{S1}=4061118.9018 \\ S2 & X_{S2}=502386.2782 & Y_{S2}=4061094.4026 \end{cases}$$

Droite d2 :

$$\begin{cases} S2 & X_{S2}=502386.2782 & Y_{S2}=4061094.4026 \\ S3 & X_{S3}=502032.9808 & Y_{S3}=4060895.2882 \end{cases}$$

$$\Delta X_{S2S1} = |X_{S2}-X_{S1}| = |502386.2782 - 502692.9162| = |-306.64|$$

$$\Delta Y_{S2S1} = |Y_{S2}-Y_{S1}| = |4061094.4026 - 4061118.9018| = |-24.5|$$

$$\Delta X_{S3S2} = |X_{S3}-X_{S2}| = |502032.9808 - 502386.2782| = |-353.30|$$

$$\Delta Y_{S3S2} = |Y_{S3}-Y_{S2}| = |4060895.2882 - 4061094.4026| = |-199.11|$$

Caractéristiques de la courbe de raccordement

- calcul du paramètre A :

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

- Détermination de L :

1. Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad D'où : 133.33 \leq A_{\min} \leq 400$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{Comme : } R = 400m < 1500m \quad \Delta R = 1$$

$$\text{Donc : } L \geq \sqrt{24 \times 400 \times 1} \approx 97.979m = 98m \dots\dots\dots 1$$

2. Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq (5/36) \Delta d VB$$

$$RHm \leq R \leq RHN$$

$$\Delta d = d - (-2.5)$$

$$d = ?$$

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

$$d = 5.31 \%$$

$$\Delta d = 5.31 - (-2.5) = 7.81$$

$$L \geq (5/36) \times 7.81 \times 80 = 87 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

De 1 et 2 on aura :  $L \geq 98 \text{ m}$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 197.98$$

On prend :  $A = 198 \text{ m}$        $L = A^2/R$     donc :     $L = 98.01 \text{ m}$

Calcul de  $\Delta R$

$$\Delta R = L^2 / 24R = 98.01^2 / (24 \times 400) = 1.0006 \text{ m}$$

$$\Delta R = 1.0006 \text{ m}$$

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.

- S2S1 :

$$\Delta X_{S1S2} = |X_{S2} - X_{S1}| = |502386.2782 - 502692.9162| = 306.64$$

$$\Delta Y_{S1S2} = |Y_{S2} - Y_{S1}| = |4061094.4026 - 4061118.9018| = 24.5$$

- S3S2 :

$$\Delta X_{S2S3} = |X_{S3} - X_{S2}| = |502032.9808 - 502386.2782| = 353.30$$

$$\Delta Y_{S2S3} = |Y_{S3} - Y_{S2}| = |4060895.2882 - 4061094.4026| = 199.11$$

D'où:

$$G_{S1}^{S2} = 200 + \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 200 + 95 = 295 \text{ grades}$$

$$G_{s_2}^{s_3} = 200 + \arctg \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = 200 + 67.32 = 267.32 \text{ grades}$$

Calcul de l'angle  $\gamma$ :

$$\gamma = |G_{s_2}^{s_3} - G_{s_1}^{s_2}| = 267.32 - 295 = 27.68 \text{ grades}$$

Calcul de l'angle  $\tau$ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{98.01}{2 \times 400} \times \frac{200}{\pi} = 7.803 \text{ grades}$$

Vérification de non chevauchement:

$$\begin{cases} \tau = 7.803 \text{ gra} \\ \gamma/2 = 27.68/2 = 13.84 \text{ gra} \end{cases}$$

D'où :  $\tau < \gamma/2$  (pas de chevauchement).

Calcul Des distances :

$$\begin{cases} D_{S1-S2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(306.64)^2 + (24.5)^2} = 307.62 \text{ m} \\ D_{S2-S3} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(353.3)^2 + (199.11)^2} = 405.54 \text{ m} \end{cases}$$

Caractéristiques de la courbe de raccordement

$$\text{on a : } L/R = 98.01/400 = 0.245$$

a partir des tables des Clothoïde ligne N° 406, on tire les valeurs suivantes :

$$\begin{cases} \Delta R/R = 0.002482 \Rightarrow \Delta R = 0.9928 \text{ m} \\ X_m/R = 0.122015 \Rightarrow X_m = 48.806 \text{ m} \\ X/R = 0.243789 \Rightarrow X = 97.5156 \text{ m} \\ Y/R = 0.009924 \Rightarrow Y = 3.9696 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{La corde polaire } S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(97.5156)^2 + (3.9696)^2} = 97.59636247 \text{ m}$$

$$\text{L'angle polaire } \delta = \arctg(Y/X) = \arctg(3.9696/97.5156) = 2.590079275 \text{ gra}$$

Calcul de la longueur de l'arc du cercle :

$$L = R(\gamma - 2\tau) \times \pi/200 = 400(27.68 - 2 \times 7.803) \times 3.14/200 = 75.82 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées du début de la Clothoïde :

$$T = X_m + t$$

$$t = (R + \Delta R) \times \text{tg}(\gamma/2) = (400 + 0.9928) \times \text{tg}(13.84) = 88.57 \text{ m}$$

$$T = 48.806 + 88.57 = 137.381$$

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S2} + T \times \sin(G_{S2}^{S1} - 200) = 502386.2782 + 137.381 \times \sin(95) = 502523.235 \text{ m} \\ Y_{KA1} = Y_{S2} + T \times \cos(G_{S2}^{S1} - 200) = 4061094.4026 + 137.381 \times \cos(95) = 4061105.181 \text{ m} \\ G_{KA1}^{KE1} = G_{S2}^{S1} + \delta = 295 + 2.59 = 297.59 \text{ g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \times \cos(G^{KE1}_{KA1} - 300) = 502523.235 - 97.596 \times \cos(-2.41) = 502425.71m \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \times \sin(G^{KE1}_{KA1} - 300) = 4061105.181 + 97.596 \times \sin(-2.41) = 4061101.48m \end{cases}$$

Calcul des coordonnées de la fin de la Clothoïde :

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} - T \times \sin(400 - G^{S2}_{S3}) = 502386.2782 - 137.381 \times \sin(132.68) = 502266.60m \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \times \cos(400 - G^{S2}_{S3}) = 4061094.4026 + 137.381 \times \cos(132.68) = 4061026.94m \\ G^{KE2}_{KA2} = G^{S2}_{S3} - \delta = 267.32 - 2.59 = 264.73g \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} + S_L \times \cos(G^{KE2}_{KA2} - 300) = 502266.60 + 97.596 \times \cos(-35.27) = 502349.59m \\ Y_{KE2} = X_{KA2} - S_L \times \sin(G^{KE2}_{KA2} - 300) = 4061026.94 - 97.596 \times \sin(-35.27) = 4061078.28m \end{cases}$$

✓ Les résultats de calcul d'axe sont :

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 287.8251 g	160.877	0.000	504472.278	4061473.403
Clothoïde 1	Paramètre 300.000	100.000	160.877	504314.334	4061442.823
Arc 1	Rayon 900.000 m Centre X 504436.410 m Centre Y 4060549.274 m	13.854	260.877	504216.539	4061422.003
Clothoïde 2	Paramètre -300.000	100.000	274.731	504203.132	4061418.516
Droite 2	Gisement 279.7716 g	437.485	374.731	504107.588	4061389.041
Clothoïde 3	Paramètre 198.000	98.010	812.216	503692.003	4061252.359
Arc 2	Rayon 400.000 m Centre X 503770.758 m Centre Y 4060856.130 m	10.803	910.226	503600.288	4061217.986
Clothoïde 4	Paramètre -238.560	142.277	921.029	503590.579	4061213.250
Clothoïde 5	Paramètre -238.560	227.643	1063.306	503472.194	4061134.695
Arc 3	Rayon -250.000 m Centre X 503226.395 m Centre Y 4061273.334 m	192.820	1290.948	503273.567	4061027.825
Clothoïde 6	Paramètre 78.142	24.424	1483.768	503089.086	4061064.418
Clothoïde 7	Paramètre 78.142	24.424	1508.192	503069.125	4061078.488
Arc 4	Rayon 250.000 m Centre X 502911.855 m Centre Y 4060883.642 m	111.827	1532.617	503049.164	4061092.559
Clothoïde 8	Paramètre -163.000	106.276	1644.444	502945.290	4061131.396
Droite 3	Gisement 294.9244 g	317.113	1750.720	502839.230	4061130.592
Clothoïde 9	Paramètre 198.000	98.010	2067.833	502523.124	4061105.336
Arc 5	Rayon 400.000 m Centre X 502506.236 m Centre Y 4060701.709 m	75.386	2165.843	502425.891	4061093.557
Clothoïde 10	Paramètre -198.000	98.010	2241.229	502353.900	4061071.565
Droite 4	Gisement 267.3276 g	481.092	2339.239	502266.682	4061027.000
Clothoïde 11	Paramètre -198.000	98.010	2820.330	501847.569	4060790.792
Arc 6	Rayon -400.000 m Centre X 501608.015 m Centre Y 4061116.083 m	149.971	2918.340	501760.351	4060746.227
Clothoïde 12	Paramètre 198.000	98.010	3068.311	501614.326	4060716.133
Droite 5	Gisement 306.7950 g	139.107	3166.321	501516.594	4060722.583
			3305.428	501378.278	4060737.403
Longueur totale de l'axe 3305.428 mètre(s)					

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 259.0863 g	110.518	3305.428	501378.278	4060737.403
Clothoïde 1	Paramètre -234.030	109.540	3415.946	501289.809	4060671.165
Arc 1	Rayon -500.000 m	30.915	3525.486	501199.830	4060608.795
	Centre X 500945.728 m				
	Centre Y 4061039.413 m				
Clothoïde 2	Paramètre 234.030	109.540	3556.401	501172.737	4060593.917
Droite 2	Gisement 276.9716 g	137.233	3665.941	501071.823	4060551.460
Clothoïde 3	Paramètre 133.000	88.445	3803.174	500943.471	4060502.894
Arc 2	Rayon 200.000 m	0.824	3891.619	500863.452	4060465.671
	Centre X 500973.531 m				
	Centre Y 4060298.691 m				
Clothoïde 4	Paramètre -134.476	90.418	3892.443	500862.764	4060465.216
Clothoïde 5	Paramètre -134.476	90.418	3982.861	500796.005	4060404.540
Arc 3	Rayon -200.000 m	77.916	4073.280	500729.245	4060343.864
	Centre X 500618.478 m				
	Centre Y 4060510.390 m				
Clothoïde 6	Paramètre 133.000	88.445	4151.196	500657.699	4060314.273
Droite 3	Gisement 301.5105 g	385.692	4239.641	500569.556	4060309.867
Clothoïde 7	Paramètre 163.000	106.276	4625.332	500183.973	4060319.018
Arc 4	Rayon 250.000 m	17.457	4731.608	500078.028	4060314.025
	Centre X 500124.954 m				
	Centre Y 4060068.468 m				
Clothoïde 8	Paramètre -163.000	106.276	4749.066	500061.009	4060310.152
Droite 4	Gisement 270.0021 g	317.874	4855.342	499963.334	4060268.812
Arc 5	Rayon 1499.209 m	264.970	5173.215	499680.102	4060124.509
	Centre X 500316.272 m				
	Centre Y 4058766.969 m				
Droite 5	Gisement 260.5813 g	541.057	5438.185	499451.329	4059991.510
			5979.242	499010.719	4059677.495
Longueur totale de l'axe 2673.814 mètre(s)					

La longueur totale de l'axe en plan est : 5979.242 mètres

Chapitre III :

# PROFIL EN LONG

## Chapitre III: Profil en long

### 1) Définition:

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

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

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

### 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.*

### 3) Coordination du tracé en plan et profil en long :

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

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

- ✓ Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- ✓ Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$$R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}} \text{ pour éviter un défaut d'inflexion.}$$

- ✓ 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.

### 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.

#### a) Déclivité minimum :

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

#### 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 ( $I_{max} = 6\%$ ) 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

Pour notre cas la vitesse  $V_r = 80$  Km/h donc la pente maximale  $I_{max} = 6\%$ .

**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 :

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.

• Condition de confort :

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

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

D'où :

$$R_v \geq 0,3 V^2 \quad (\text{cat 1-2})$$

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

tel que :

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m).

$V$  : vitesse de référence (km /h).

- Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

$d$  : distance de visibilité nécessaire (m)

$h_0$  : hauteur de l'œil (m)

$h_1$  : hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base  $V_r=80$  Km/h et pour la catégorie I on a :

Rayon	symbole	Valeur
<b>Min-absolu</b>	$R_{vm}$	<b>2500</b>
<b>Min- normal</b>	$R_{vN}$	<b>6000</b>
<b>Dépassement</b>	$R_{vd}$	<b>11000</b>

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 assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

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

Pour une vitesse  $V_B = 80$  Km/h et catégorie I on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
<b>Min-absolu</b>	$R'_{vm}$	<b>2400</b>
<b>Min -normal</b>	$R'_{vn}$	<b>3000</b>

### 6) Détermination pratique du profil en long :

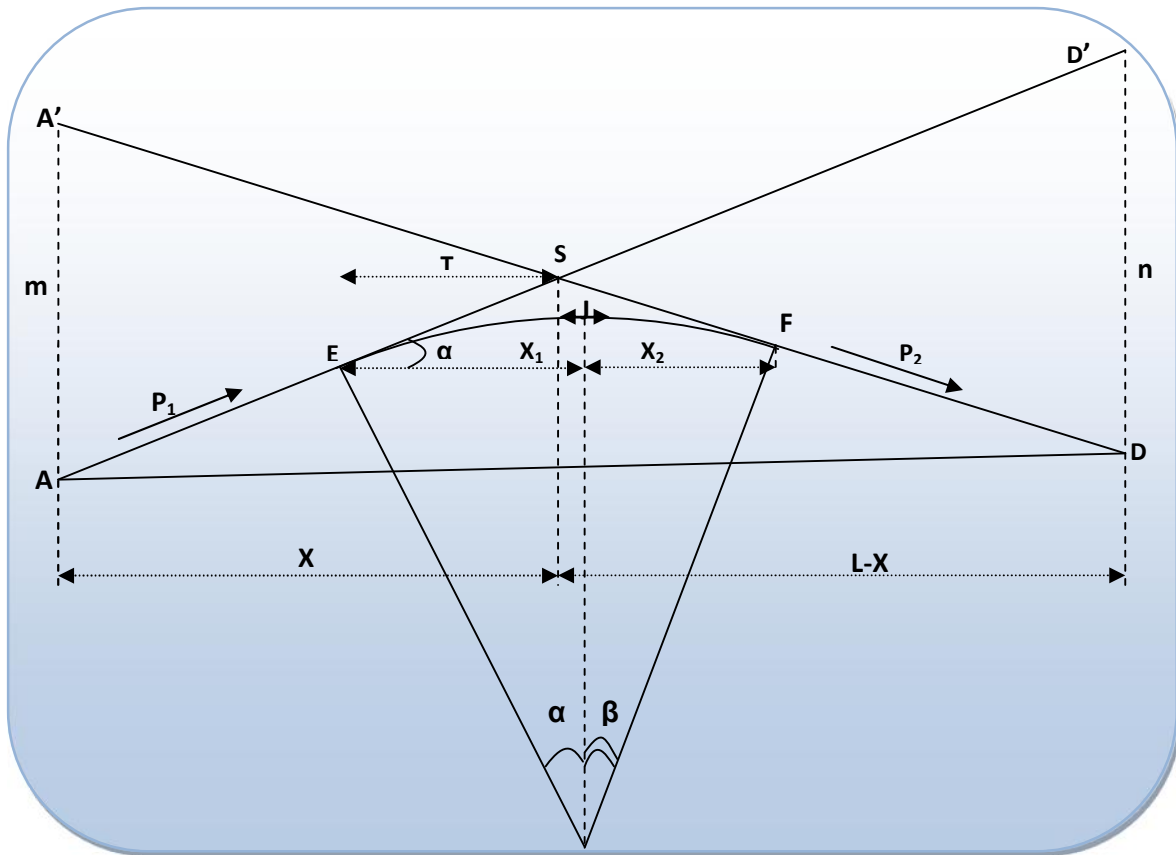
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

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

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

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

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



#### a) Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a :

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

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

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

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

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

b) Calcul de la tangente :

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

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

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

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

c) Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

d) Calcul de la flèche :

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

e) Calcul de la flèche et point courant M sur la courbe :

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_x = \frac{x^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + F + X \cdot \frac{x}{2R} \end{array} \right.$$

f) Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

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

$$J \left\{ \begin{array}{l} X_1 = X_E + R.P_1 \\ Z_1 = Z_E + F + X_1 \cdot P_1 \end{array} \right.$$

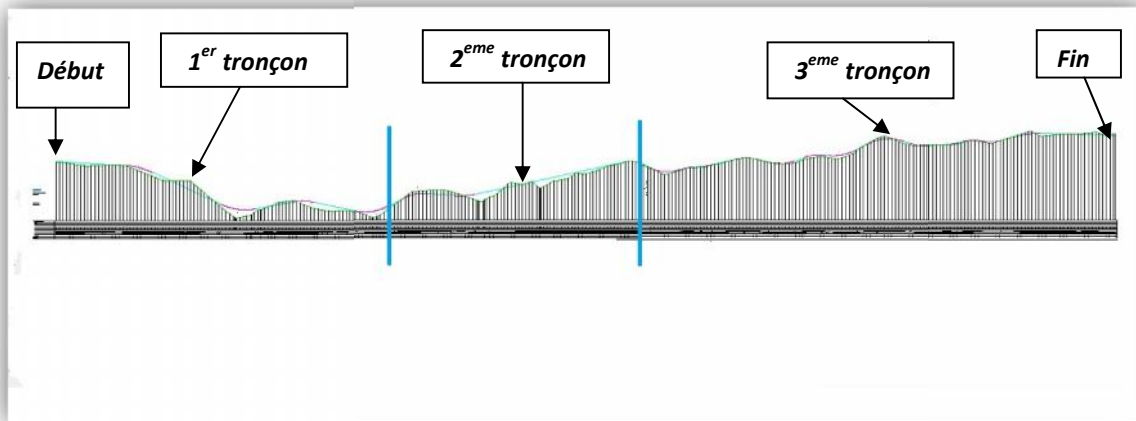
Avec :  $X_1 = R.P_1$

$$X_2 = R.P_2$$

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

## 7) Choix des éléments géométriques :

La forme générale de notre tracé est composée de trois tronçons, selon la topographie du terrain et les contraintes à franchir, donc on a traité chaque section séparément.



➤ Le 1<sup>er</sup> tronçon du tracé d'un linéaire d'environ 1.9 km à partir de l'origine du projet, se caractérise par une topographie accidentée et il présente un petit obstacle. Le traitement de cette section s'est fait selon les critères suivants :

- Déclivité :

Entre le PK 0+00 et le PK 0+387 on a utilisé une droite de pente de 0.6 % et d'une longueur de 387. m, pour assurer une bonne visibilité par rapport au point de départ (échangeur à projeter) et permettre l'évacuation des eaux de ruissellement.

Entre PK0+548 et PK0+930 d'une longueur 421m et pente de 4.65% c'est la pente maximale tout le long du tronçon.

Entre PK1+125 et PK1+337 d'une longueur 216m et rampe de 1.84%.

Entre PK1+457 et PK1+712 d'une longueur 249m et pente 2.19%.

- Terrassements:

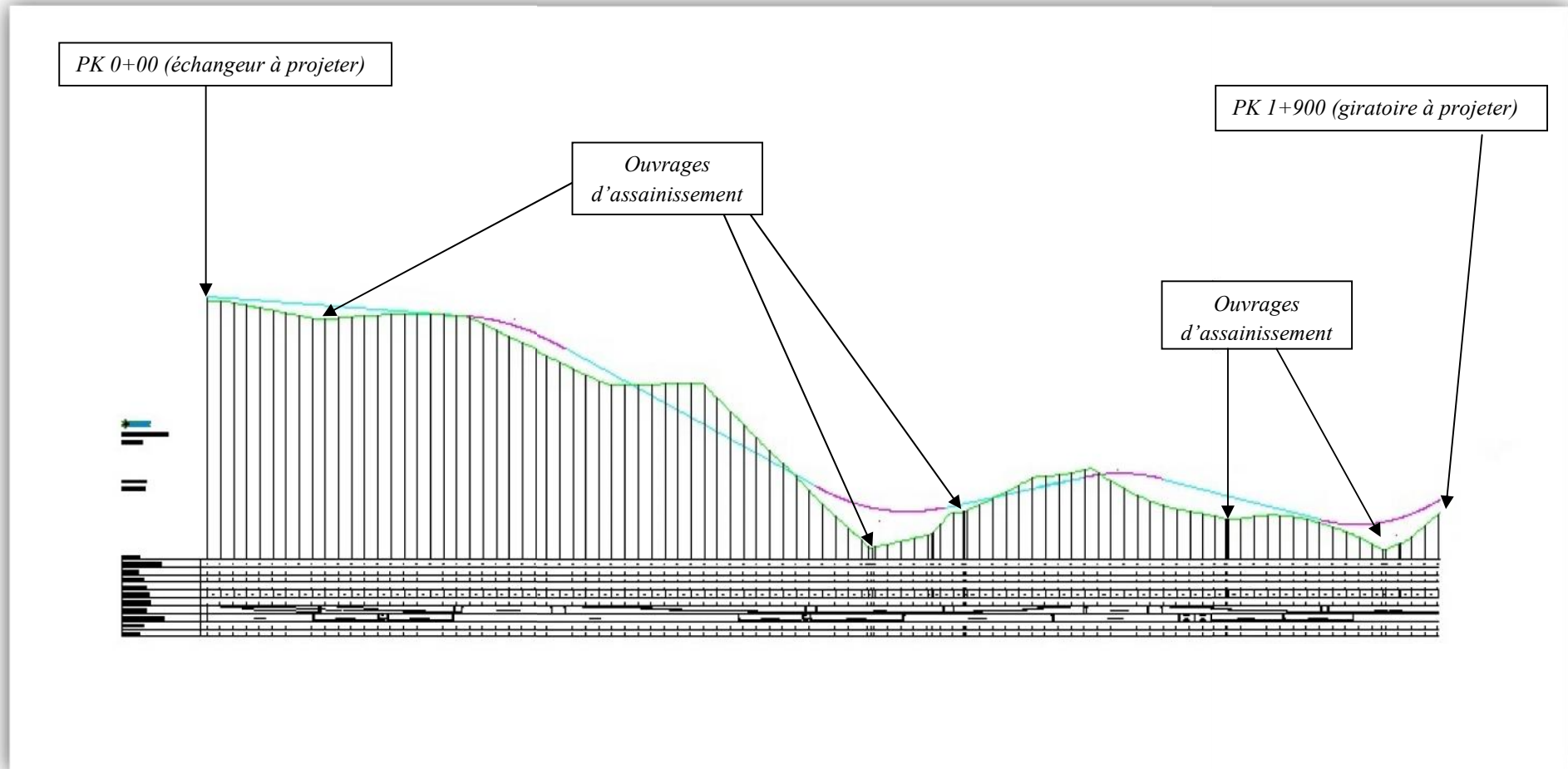
Le profil en long de cette section a été élaboré de manière à utiliser un léger remblai sauf au droit des ouvrages d'assainissement, ou on enregistre une hauteur maximale de 5.13m .et un déblai maximale 5.19m.

- Raccordement parabolique :

Dans ce 1<sup>er</sup> tronçon, on a utilisé des rayons verticaux :

$$R_{V_{max}} = 4\ 000\ m. \quad R_V = 3\ 000\ m$$

$$2R_{V_{min}} = 2\ 500\ m.$$



Le 1<sup>er</sup> tronçon entre le PK 0+00 et le PK 1+900

➤ Le 2<sup>ème</sup> tronçon du tracé d'un linéaire d'environ 1.4 km, se caractérise par une topographie moyennant accidentée et il présente aussi des ouvrages d'assainissement, Le traitement de cette section s'est fait selon les critères suivants :

• Déclivité :

Entre le PK 1+886 et le PK 1+962 on a utilisé une droite de rampe de 5.19 % c'est la grande rampe de cette tronçon et d'une longueur de 84 m.

Entre le PK 2+112 et le PK 2+253 on a utilisé une droite de pente de 0.91 % d'une longueur de .

Entre le PK 2+375 et le PK 3+177 on a utilisé une droite de rampe de 2.15 % et d'une longueur de 799 m.

• Terrassements:

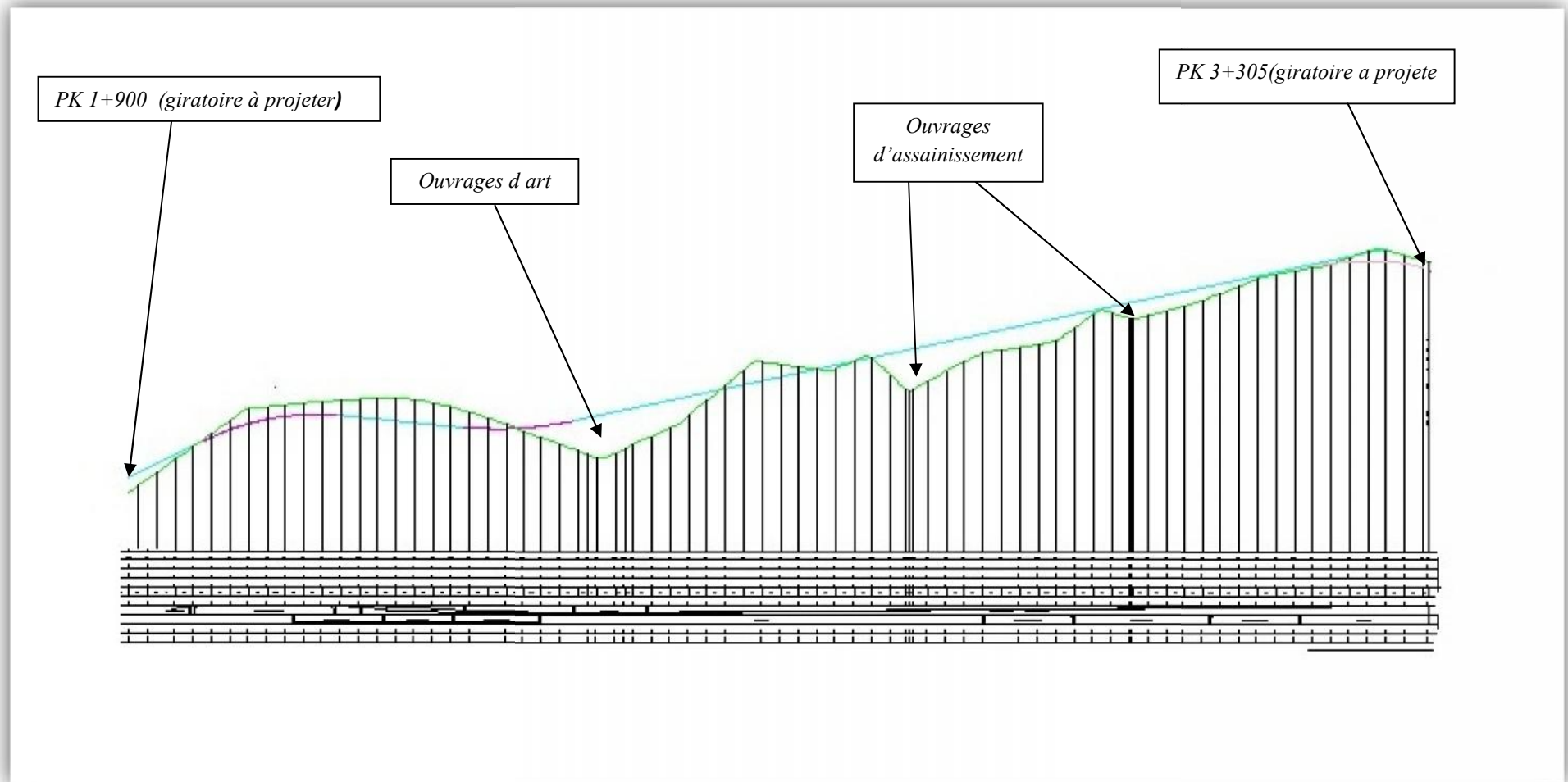
Ce 2<sup>ème</sup> tronçon caractérisé par un relief moyen, nous avons choisit d'épouser au maximum possible le niveau du terrain naturel afin de minimiser les volumes de terrassement et faire une équilibre entre le déblai et le remblai, On enregistre respectivement un déblai de hauteur maximum de 2.61 m et un remblai de hauteur maximum de 3.18 m, sachant qu'on a un ouvrage d'art de 40m

• Raccordement parabolique :

Dans ce 2<sup>ème</sup> tronçon on a utilisé des rayons verticaux :

$$R_{V_{max}} = 4\ 000m.$$

$$2R_{V_{min}} = 2\ 500m.$$



Le 2<sup>eme</sup> tronçon entre le PK 1+900 et le PK 3+305

➤ Le 3<sup>ème</sup> tronçon du tracé d'un linéaire d'environ 2.7 km, se caractérise par une topographie moyennant accidentée et il présente quelque obstacle comme pour notre étude donc on a essayé le maximum de suivre l'ancien route, Le traitement de cette section s'est fait selon les critères suivants :

- Déclivité :

On a essayer le maximum de suivre l ancien route donc les cote de l'anciens si pour ca on trouve pas des grande longueur sauf au bon zone comme Au PK 4+119 et PK 4+335 on a un utilise une rampe de 1.25 % et d'une longueur 215m, et au PK5+629 et PK5+979 on a utilise une pente de 0.64 % d'une longueur 349 m, on a utilise une rampe minimale de 0.57% aussi dans ce tronçon on a une pente maximale de 3.99 %.

- Terrassements:

Dans ce 3<sup>ème</sup> tronçon on est passé par un léger remblai et déblai parce que on suivre l'ancien route.

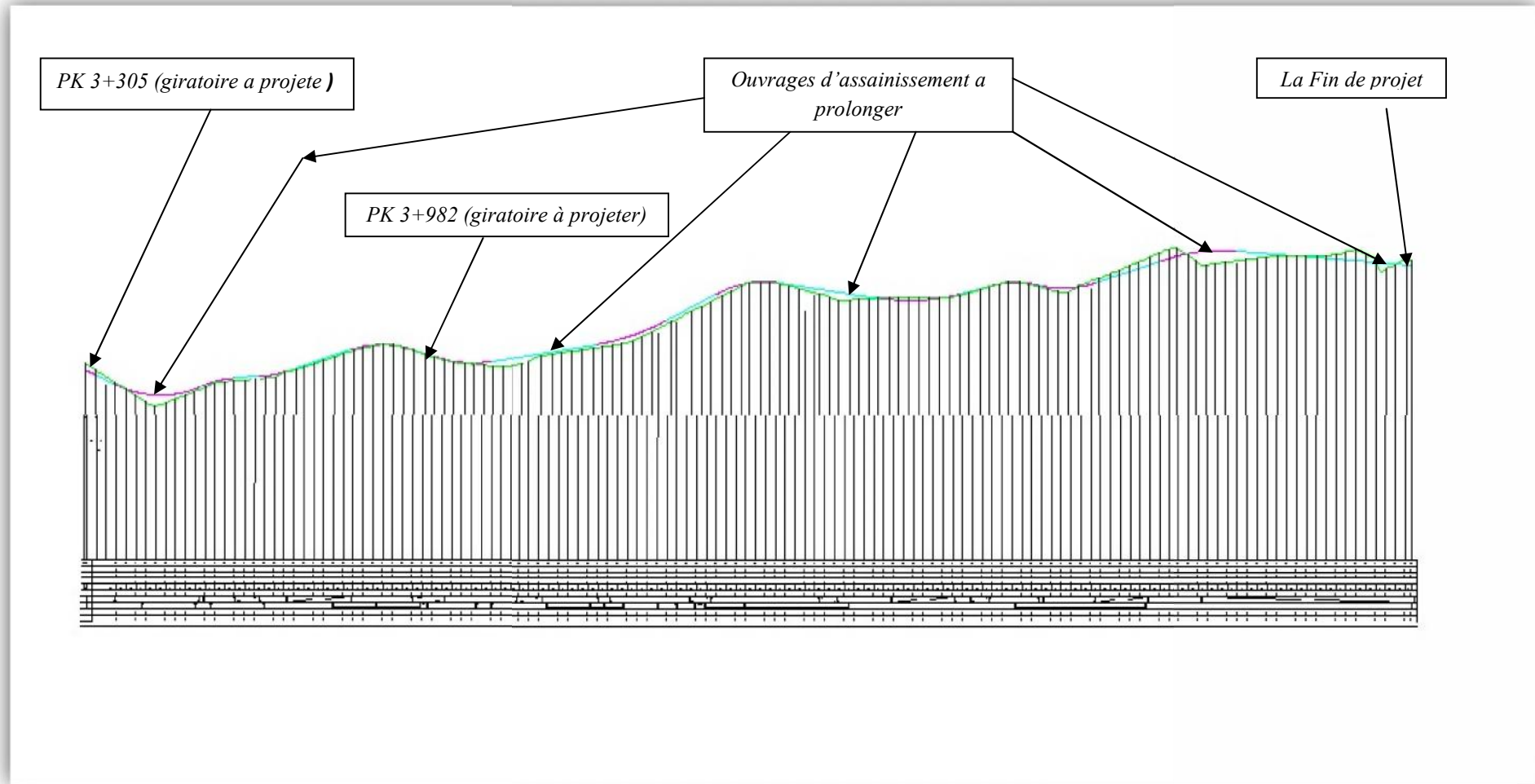
- Raccordement parabolique :

Dans ce 3<sup>ème</sup> tronçon on a utilisé des rayons verticaux :

$$3R_{Vmax} = 5\ 000\ m.$$

$$7R_{Vmin} = 2\ 500\ m.$$

$$2R_V = 3\ 000\ m.$$



Le 3<sup>eme</sup> tronçon entre le PK 3+305 et le PK 5+979



Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)/(S_S - S_A)} \right| = \left| \frac{(106.87-108.07)/(467.81-270.18)} \right| = 0.61 \%$$

$$i_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)/(S_S - S_D)} \right| = \left| \frac{(106.87-99.10)/(467.81-635.04)} \right| = 4.65 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|0.6\%| + |4.6\%|) \times 4000/2 = 80.78 \text{ m.}$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2/2R = (80.78)^2 / (2 \times 4000) = 0.81 \text{ m.}$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

Calcul des coordonnées du point B:

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = 467.81 - 80.78 = 387.028 \text{ m.} \\ Z_B = Z_S - T \times |i_1\%| = 106.87 - 80.78 \times |0.6\%| = 107.561 \text{ m.} \end{cases}$$

Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_S + T = 467.81 + 80.78 = 548.492 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \times |i_2\%| = 106.87 - 80.78 \times |4.6\%| = 113.117 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 80.78 = 161.56 \text{ m.}$$

- Cas d'un Raccordements concave :

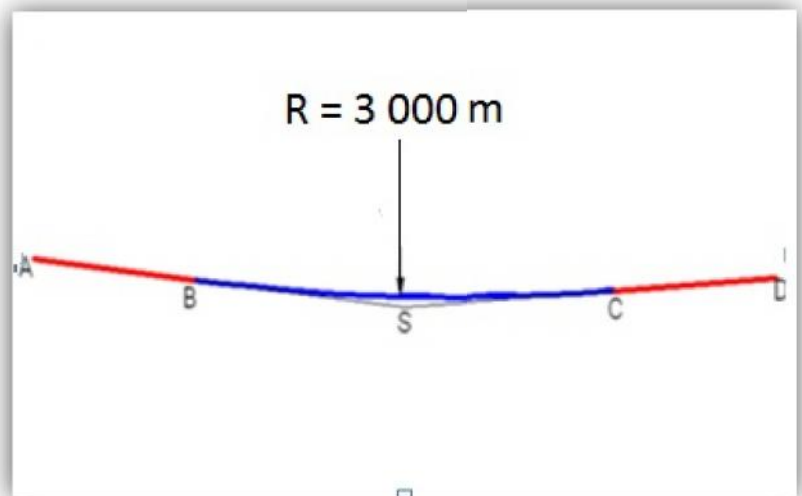
Raccordement 02 du 1<sup>eme</sup>troncon :

$$R = 3000 \text{ m}$$

$$A : \begin{cases} S_A = 788.11 \text{ m} \\ Z_A = 91.98 \text{ m} \end{cases}$$

$$S : \begin{cases} S_S = 1027.49 \text{ m} \\ Z_S = 80.86 \text{ m} \end{cases}$$

$$D : \begin{cases} S_D = 1195.01 \text{ m} \\ Z_D = 83.94 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)/(S_S - S_A)} \right| = \left| \frac{(80.86 - 91.98)/(1027.49 - 788.11)} \right| = 4.65 \%$$

$$i_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)/(S_S - S_D)} \right| = \left| \frac{(80.86 - 83.94)/(1027.49 - 1195.01)} \right| = 1.84 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|4.65\%| + |1.84\%|) \times 3000/2 = 97.26 \text{ m.}$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2/2R = (97.26)^2 / (2 \times 3000) = 1.57 \text{ m.}$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

Calcul des coordonnées du point B :

$$\begin{cases} S_B = S_s - T = 1027.49 - 97.26 = 930.23 \text{ m} \\ Z_B = Z_s + T \times |i_1\%| = 80.86 + 97.26 \times |4.65\%| = 85.38 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = 1027.49 + 97.26 = 1124.75 \text{ m} \\ Z_C = Z_s + T \times |i_2\%| = 80.86 + 97.26 \times |1.84\%| = 82.45 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 97.26 = 194.52 \text{ m.}$$

✓ Les résultats de calcul d'axe sont :

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.60 %	386.895	0.000	109.700
Parabole 1	Pente -0.60 %	161.823	386.895	107.366
	Rayon -4000.000 m			
	Sommet Absc. 362.763 m			
	Sommet Alt. 107.439 m			
	Pente -4.65 %			
Pente 2	Pente -4.65 %	381.409	548.718	103.116
Parabole 2	Pente -4.65 %	194.739	930.126	85.385
	Rayon 3000.000 m			
	Sommet Absc. 1069.593 m			
	Sommet Alt. 82.143 m			
	Pente 1.84 %			
Pente 3	Pente 1.84 %	212.651	1124.866	82.653
Parabole 3	Pente 1.84 %	120.846	1337.517	86.571
	Rayon -3000.000 m			
	Sommet Absc. 1392.790 m			
	Sommet Alt. 87.080 m			
	Pente -2.19 %			
Pente 4	Pente -2.19 %	243.376	1458.363	86.363
Parabole 4	Pente -2.19 %	184.471	1701.740	81.043
	Rayon 2500.000 m			
	Sommet Absc. 1756.384 m			
	Sommet Alt. 80.446 m			
	Pente 5.19 %			
Pente 5	Pente 5.19 %	74.513	1886.210	83.817
Parabole 5	Pente 5.19 %	152.672	1960.723	87.687
	Rayon -2500.000 m			
	Sommet Absc. 2090.549 m			
	Sommet Alt. 91.058 m			
	Pente -0.91 %			
Pente 6	Pente -0.91 %	140.842	2113.395	90.953
Parabole 6	Pente -0.91 %	122.451	2254.237	89.666
	Rayon 4000.000 m			
	Sommet Absc. 2290.791 m			
	Sommet Alt. 89.499 m			
	Pente 2.15 %			

Pente 7	Pente	2.15 %	799.656	2376.688	90.421
Parabole 7	Pente	2.15 %	129.084	3176.344	107.594
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	3230.030 m			
	Sommet Alt.	108.170 m			
	Pente	-3.02 %			
				3305.428	107.033
Longueur totale de l'axe 3305.428 mètre(s)					

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 1	Pente	-3.01 %	22.745	3305.428	107.034
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	3230.090 m			
	Sommet Alt.	108.170 m			
	Pente	-3.92 %			
Pente 1	Pente	-3.76 %	34.211	3328.179	106.245
Parabole 2	Pente	-3.76 %	171.575	3362.390	104.961
	Rayon	2500.000 m			
	Sommet Absc.	3456.270 m			
	Sommet Alt.	103.198 m			
	Pente	3.11 %			
Pente 2	Pente	3.11 %	8.291	3533.965	104.405
Parabole 3	Pente	3.11 %	63.377	3542.256	104.663
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	3619.951 m			
	Sommet Alt.	105.870 m			
	Pente	0.57 %			
Pente 3	Pente	0.57 %	48.593	3605.633	105.829
Parabole 4	Pente	0.57 %	57.184	3654.227	106.107
	Rayon	3000.000 m			
	Sommet Absc.	3637.045 m			
	Sommet Alt.	106.058 m			
	Pente	2.48 %			
Pente 4	Pente	2.48 %	129.157	3711.411	106.980
Parabole 5	Pente	2.48 %	125.210	3840.568	110.182
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	3902.539 m			
	Sommet Alt.	110.950 m			
	Pente	-2.53 %			
Pente 5	Pente	-2.53 %	40.395	3965.778	110.150
Parabole 6	Pente	-2.53 %	113.350	4006.172	109.128
	Rayon	3000.000 m			
	Sommet Absc.	4082.059 m			
	Sommet Alt.	108.168 m			
	Pente	1.25 %			
Pente 6	Pente	1.25 %	215.921	4119.522	108.402
Parabole 7	Pente	1.25 %	136.964	4335.444	111.098
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	4273.005 m			
	Sommet Alt.	110.709 m			
	Pente	3.99 %			

Pente 7	Pente	3.99 %	102.254	4472.407	114.685
Parabole 8	Pente	3.99 %	128.684	4574.661	118.763
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	4674.362 m			
	Sommet Alt.	120.751 m			
	Pente	-1.16 %			
Pente 8	Pente	-1.16 %	206.690	4703.345	120.583
Parabole 9	Pente	-1.16 %	156.452	4910.035	118.187
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	4968.001 m			
	Sommet Alt.	117.851 m			
	Pente	1.97 %			
Pente 9	Pente	1.97 %	64.152	5066.487	118.820
Parabole 10	Pente	1.97 %	91.096	5130.639	120.084
	Rayon	-2500.000 m			
	Sommet Absc.	5179.882 m			
	Sommet Alt.	120.569 m			
	Pente	-1.67 %			
Pente 10	Pente	-1.67 %	9.989	5221.735	120.219
Parabole 11	Pente	-1.67 %	104.728	5231.723	120.052
	Rayon	2500.000 m			
	Sommet Absc.	5273.576 m			
	Sommet Alt.	119.701 m			
	Pente	2.52 %			
Pente 11	Pente	2.52 %	135.276	5336.451	120.492
Parabole 12	Pente	2.52 %	157.945	5471.727	123.894
	Rayon	-5000.000 m			
	Sommet Absc.	5597.478 m			
	Sommet Alt.	125.475 m			
	Pente	-0.64 %			
Pente 12	Pente	-0.64 %	349.570	5629.672	125.372
				5979.242	123.121
Longueur totale de l'axe 2673.814 mètre(s)					

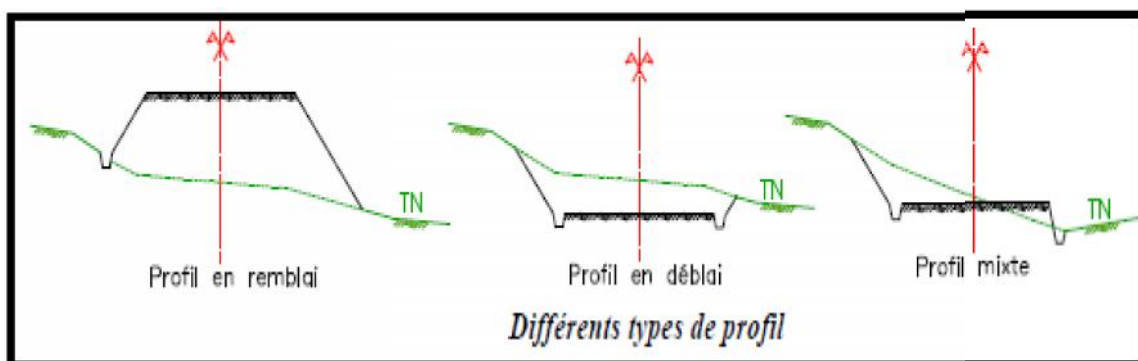
*Chapitre IV :*

# *PROFIL EN TRAVER*

## Chapitre VI: profil en travers :

### 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....).



### 2) les éléments du profil en travers :

#### 1- La chaussée:

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

#### 2- La largeur roulable:

Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.

#### 3- Plate forme:

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

#### 4- L'assiette:

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

#### 5- L'emprise:

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, Chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

#### 6- Les accotements:

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

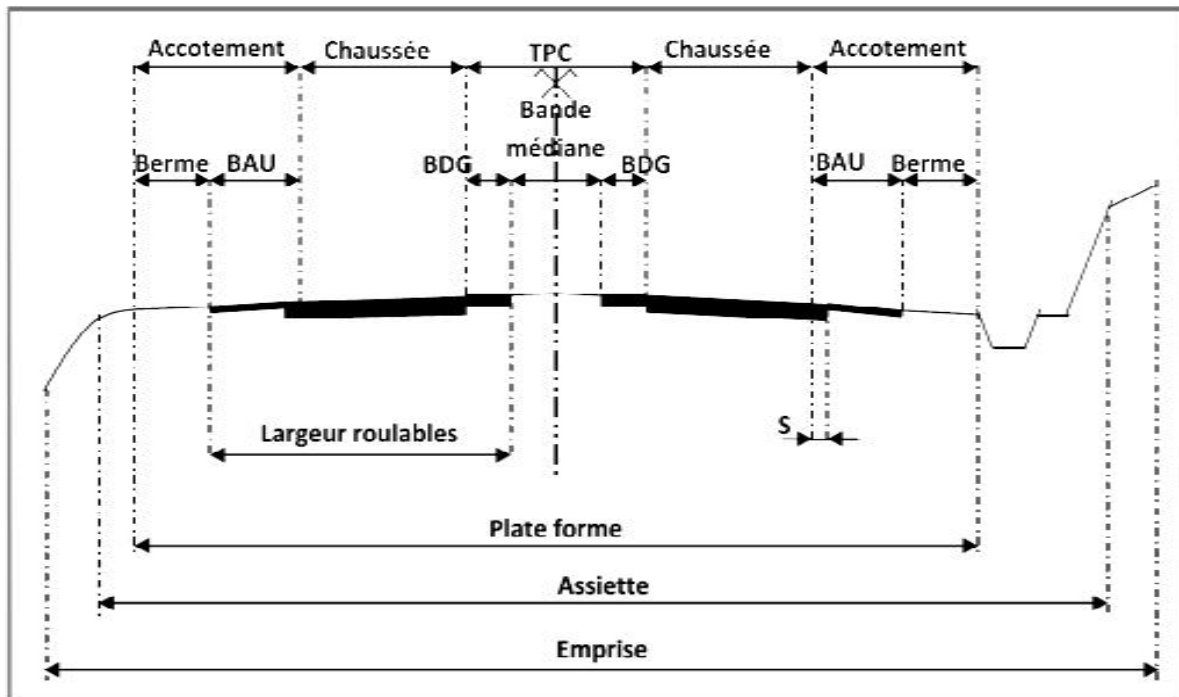
### 7- Le terre-plein central:

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- Les sur largeurs de la chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

### 8- Le fossé :

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



Le profil en travers type

### 3) Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

#### 1- 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.

#### 2- Le profil en travers courant :

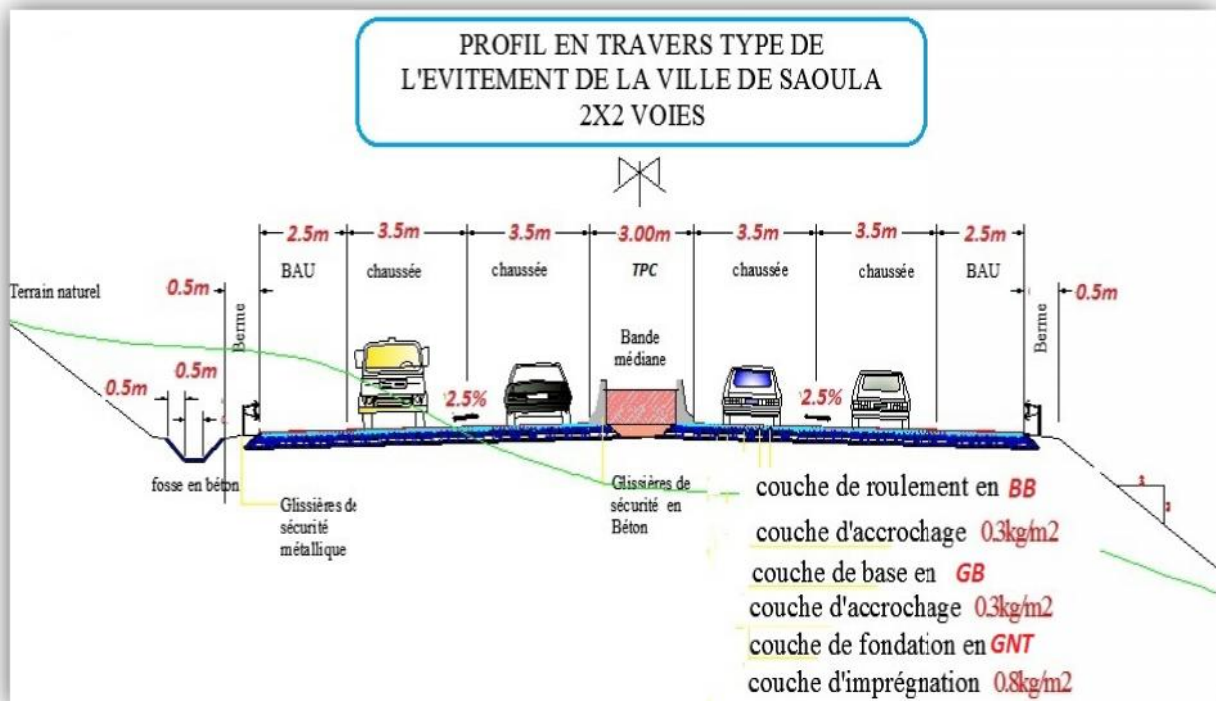
Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20,25m...).qui servent à calculer les cubatures.

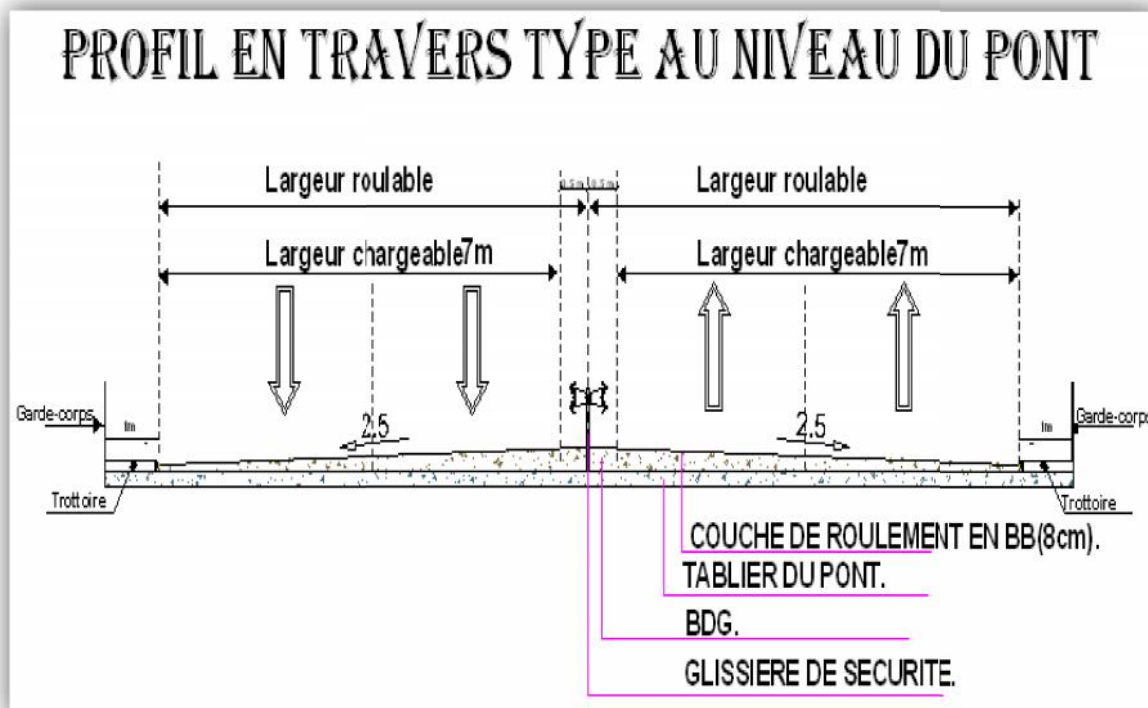
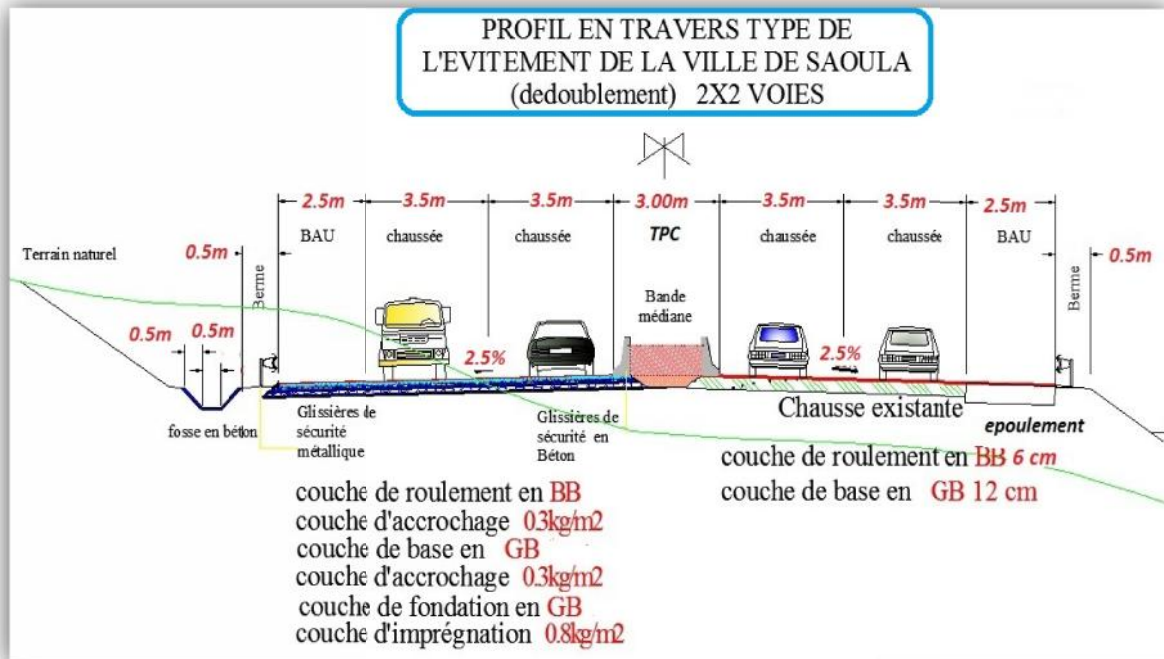
#### 4) Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera composé d'une chaussée constitué des comme suite :

- Deux chaussées de deux voies de 3,5m chacune donc 14 m .
- Un terre-plein central de 03 m. comprenant :
  - Bande dérasé BDG de 0.5m par cote .
  - Bande médiane de 2 m
- Accotement de 3 m comprenant :
  - Une Bande d'Arrêt d'Urgence de 2.5 m par cote .
  - Une berme 0.5 m par cote .

**La largeur total de notre plate forme de route et égale à 23 m.**





*Chapitre V :*

***ETUDE GEOTECHNIQUE***

## Chapitre V : Etude géotechnique

### 1) Introduction :

La géotechnique routière a pour objectif de définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs, appliquée aussi bien au sol que l'on rencontre dans la nature et qui supporte de construction d'une route et des massifs de terres artificiels (remblai).

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

Pour cela on fait des essais en laboratoire qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.

### 2) La géotechnique

La géotechnique est l'ensemble des activités liées aux applications de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la géologie de l'ingénieur.

La géotechnique s'appuie principalement sur deux sciences :

- ✓ La géologie qui retrace l'histoire de la terre, précise la nature et la structure des matériaux et leur évolution dans le temps,
- ✓ La mécanique des sols et des roches qui modélise leur comportement en tant que déformabilité et résistance des matériaux.

### 3) Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- ✓ le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement,
- ✓ la sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais,
- ✓ l'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de gisement,

### 4) Réglementation algérienne en géotechnique :

La géotechnique couvre un grand champ d'activité qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place.

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisées en laboratoire dans le cadre des études géotechniques ; par exemple :

- ✓ Les essais en place( in situ ) : essais pénétromètre statique ou dynamique .....etc.,
- ✓ Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

### A. Les différents essais en laboratoires :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

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

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

Les essais seront 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.

#### 1. Les essais d' identifications :

##### a) Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80 mm) 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.

##### b) Equivalent de sable :

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

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 ( $IP = W_L - W_p$ ), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

**B. Les essais mécanique :**

a) 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 ».

b) Essai C.B.R. (California Bearing Ratio) :

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

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

Il ne concerne que les sols cohérents.

c) Essai Los Angeles :

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

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

d) Essai Micro Deval :

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

**2. Les essais en situ :**

a) Les essais de plaque :

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol  $E$  en

interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie  $Z$ , le déplacement, la pression  $q_0$  le rayon de charge  $a$  et les caractéristiques du massif  $E_2$ ,  $\nu_2$ . Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante :  $E = 5\text{CBR}$ .

b) Les essais pressiométriques :

Pénétromètre statique ou dynamique.

### 5) Condition d'utilisation des sols en remblais :

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

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

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

Notre site d'empreinte remblais est situé à la proximité de notre trace justement à la sortie de BABA HSEN :



Les résultats des essais au laboratoire sur le matériau de remblai de BABA AHCEN sont comme suite :

✓ **Teneur en eau :**

$$w_{nat}=11.41\%$$

$$w_{opt}=11\%$$

✓ **Granulométrie :**

% des passants < 80.00 $\mu$  : 19.7%

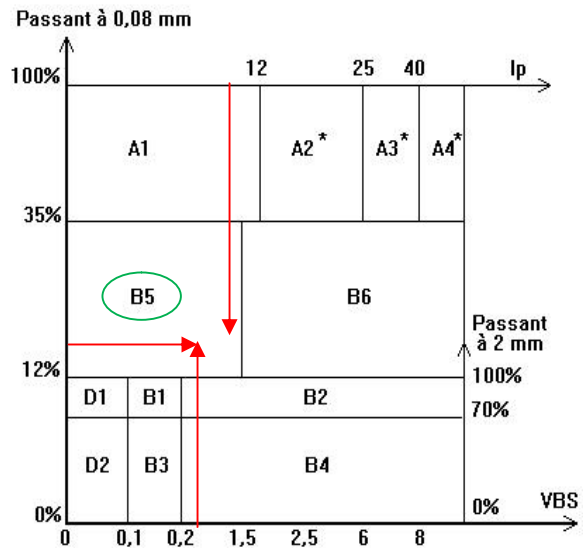
✓ **Limite d'Atterberg:**

L'indice de plasticité :  $I_p=11$

✓ **Valeur de bleu méthylène :**

$$VBS=0.49$$

✓ **CBR=11**



➤ **Classement de notre matériau selon GTR**

tamisat à 80 $\mu$ m compris entre 12 et 35% tamisat à 2 mm $\leq$ 70% <b>VBS &lt; 1,5 (*)</b> ou $I_p \leq 12$	<b>B<sub>5</sub></b>  Sables et graves très silteux...	$IPI^{(*)} \leq 5$ ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	B <sub>5</sub> th	LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	B <sub>51</sub> th
		$5 < IPI^{(*)} \leq 12$ ou $1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,25 w_{OPN}$	B <sub>5</sub> h	LA > 45 et MDE > 45	B <sub>52</sub> th
		$12 < IPI^{(*)} \leq 30$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,10 w_{OPN}$	<b>B<sub>5</sub> m</b>	LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	B <sub>51</sub> m
		$0,6 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	B <sub>5</sub> s	LA > 45 et MDE > 45	B <sub>52</sub> m
				LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	B <sub>51</sub> s
				LA > 45 et MDE > 45	B <sub>52</sub> s
		$w_n < 0,6 w_{OPN}$	B <sub>5</sub> ts	LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	B <sub>51</sub> ts
				LA > 45 et MDE > 45	B <sub>52</sub> ts

Donc notre sol est un sol **B<sub>5</sub>m** (sables et graves très silteux) de **CBR= 11**

D'où :

*m* : L'état d'humidité moyenne (m) qui correspond à un état d'humidité optimale (minimum de contraintes pour la mise en œuvre).

# Chapitre VI :

## DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSE

## Chapitre VI: dimensionnement du corps de chaussée

### 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.

### 2) La chaussée :

#### 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 définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

#### 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.

### 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) de 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, 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.

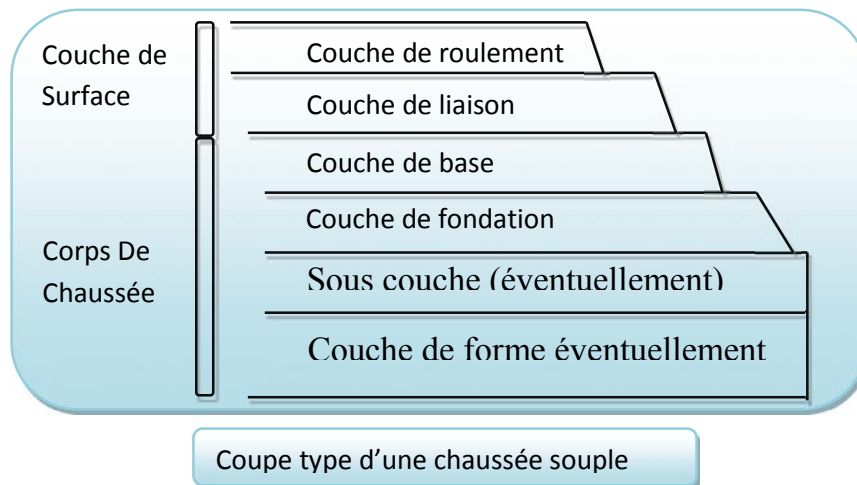
#### ❖ Couche de fondation :

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

### ❖ Couche de forme :

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

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



### Chaussée semi-rigide

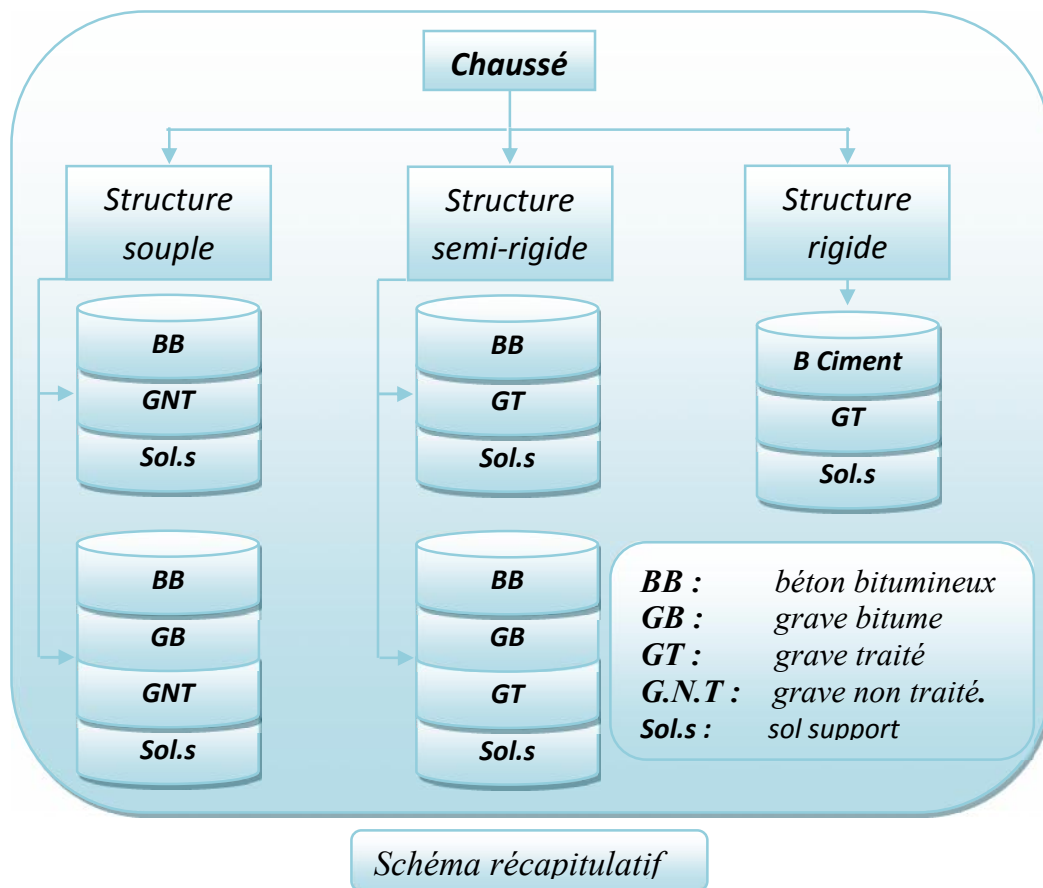
On distingue :

- 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.

### Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en 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 ; elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).



### 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 :

#### 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 :

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

$\tau$  : Taux de croissance du trafic.

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

#### 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.

#### c) Le Sol Support :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

#### d) Matériaux :

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

#### 4) Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles de 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.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée, on a utilisé deux méthodes :

##### 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  $P = 6.5 \text{ t}$  (essieu 13 t)
- $\text{Log}$  : 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 :

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

Application au projet :

Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2011} = 5847$  v/j/s.
- Mise en service : 2013.
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 20 \%$

Répartition de trafic :

$$TJMA_{2011} = 5847 \text{ (V/j/s) .}$$

$$TPL_{2011} = 0.20 \times 5847 = 1170 \text{ PL /j/sens}$$

$$TPL_{2033} = (1 + \tau)^{22} \cdot PL_{2011} = (1 + 0,04)^{22} \times 1170 \approx 2772 \text{ (PL/j/sens)}$$

- On a un C.B.R = 8

$$E_{\text{totale}} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \left[ 75 + 50 \log \left( \frac{2772}{10} \right) \right]}{8 + 5}$$

$$E_{\text{totale}} = 45.9 \approx 46 \text{ cm.}$$

Epaisseur équivalente :

$$E_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

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

$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 46 \text{ cm.}$$

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

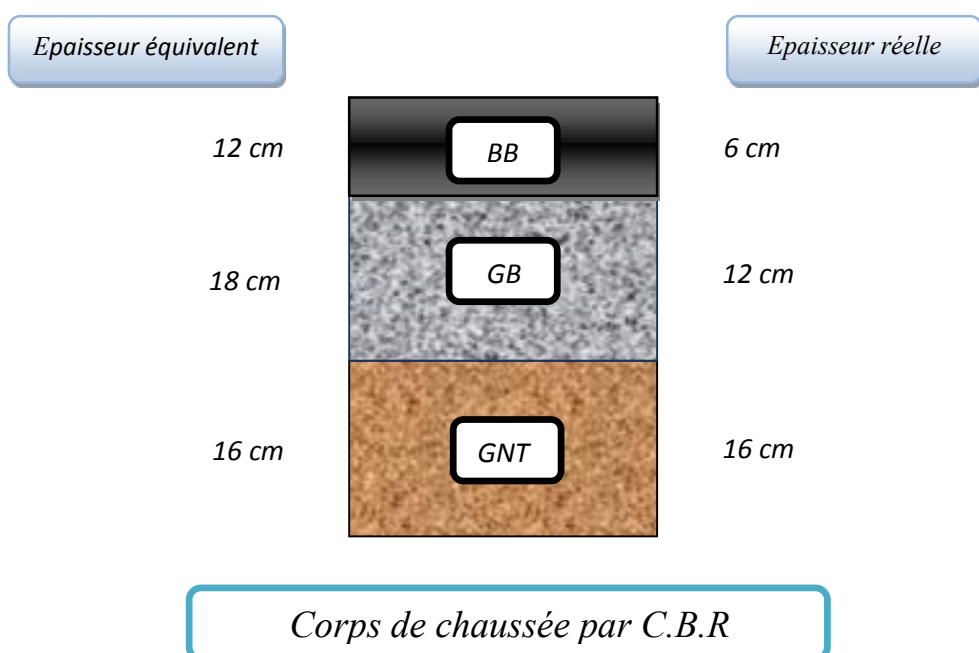
Couche de roulement en béton bitumineux (BB) :  $a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm.}$

Couche de base en grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 12 \times 1.5 = 18 \text{ cm.}$

Donc l'épaisseur de la couche de fondation (GNT) est de :

$$e_3 = \frac{46 - e_1 \cdot a_1 - e_2 \cdot a_2}{a_3} = \frac{46 - 2 \times 6 - 1,50 \times 12}{1} = 16$$

$$E_{\text{équivalent}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 12 \times 1.5 + 16 \times 1 = 46 \text{ cm.}$$



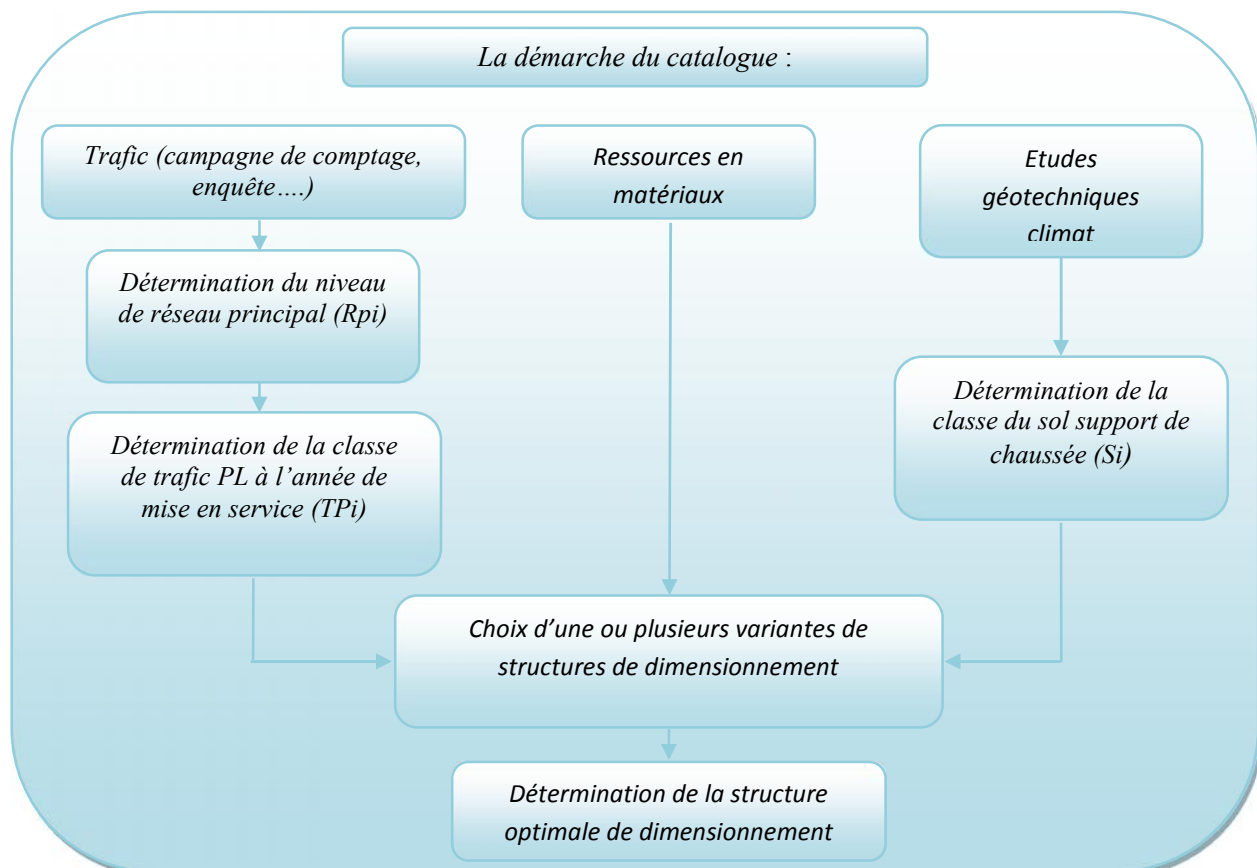
b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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.



## Application au projet :

### Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2011} = 5847$  v/j /s
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4\%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 20\%$

### ✓ Détermination du type de réseaux principaux :

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

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

$$TJMA_{2011} = 5847 (V/j/s).$$

$$5847 (V/j/s) > 1500 (V/j) \longrightarrow \text{le réseau principale est RP1.}$$

### ✓ 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.

$$TJMA_{2011} = 5847 (V/j/sens).$$

$$TPL_{2011} = 0,20 \times 5847 = 1170 \text{ PL/j/sens.}$$

$$TPL_{2013} = (1 + \tau)^2 \cdot PL_{2011} = (1 + 0,04)^2 \cdot 1170 \approx 1265 \text{ (PL/j/sens).}$$

#### ▪ 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 unidirectionnel à 2x2 voies : 90% du trafic PL.

$$TPL_{2013} = 1265 \times 0.9 = 1138 \text{ (PL/j/sens).}$$

$$TPL_{2013} = 1138 \text{ (PL/j/sens)}$$

▪ détermination de la classe de trafic ( $TPL_i$ ) :

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

Classe  $TPL_i$  pour RP1 :

$TPL_i$	$TPL_3$	$TPL_4$	$TPL_5$	$TPL_6$	$TPL_7$
<b>PL/j/sens</b>	<b>150-300</b>	<b>300-600</b>	<b>600-1500</b>	<b>1500-3000</b>	<b>3000-6000</b>

$TPL_{2013} = 1138 \text{ (PL/j/sens)}$ .  $\longrightarrow$  La classe de trafic est  $TPL_5$ .

▪ détermination de la portance de sol-support de chaussée :

- Présentation des classes de portance des sols :

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

<b>Portance (<math>S_i</math>)</b>	<b>CBR</b>
<b>S4</b>	<b>&lt;5</b>
<b>S3</b>	<b>5-10</b>
<b>S2</b>	<b>10-25</b>
<b>S1</b>	<b>25-40</b>
<b>S0</b>	<b>&gt;40</b>

- classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

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

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

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

Classes de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E \text{ (MPA)} = 5 \times 8 = 40 \text{ (MPA)}$$

$25 < 40 < 50$  —————> la classe de portance de sol support est de S3.

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de  $CBR = 8$ , donc la portance de sol support est de S3. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 40 cm (en deux couches), pour améliorer la portance de sol support.

▪ Amélioration de la portance du sol support :

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes

Le CTTTP a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans tableau suivant :

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF Ecf	Portance
<S4	Non traité	50cm (2couches)	S3
S4	Non traité	35cm	S3
S4	Non traité	60cm (2couches)	S2
S3	Non traité	40cm (2couches)	S2
S3	Non traité	70cm (2couches)	S1

Remarque : Nous avons choisit le matériau non traité pour des conditions économiques.

Pour notre cas on a un  $CBR=8$  ; S3 (tableau au dessus) ; nous proposons  $E_{cf} = 40$  cm de T.V.O pour obtenir un CBR compris entre 10 et 25 ; S2 (tableau au dessus).

✓ Choix de différentes couches constitue de la chaussée :

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

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

▪ Détermination de la zone climatique :

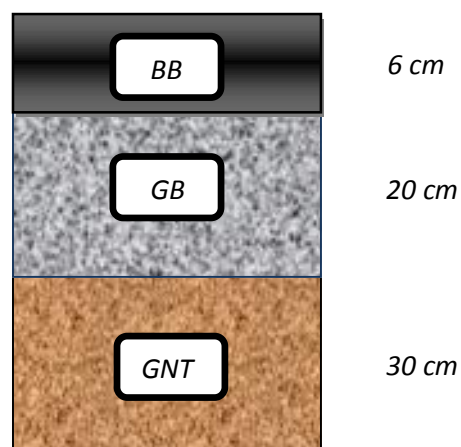
D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique I ( $600 > 350$  mm/an).

▪ Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL<sub>5</sub>).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB = 20cm.
- couche de fondation : GNT = 30 cm.



Corps de chaussée par Catalogue

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

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

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{hZ}) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

$$TCE_i = TC_i \times A = TPL_i \times 365 \times A \times ((1 + \tau)^n - 1) / \tau$$

Niveau de réseau principal(RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
<b>RP1</b>	Chaussées a matériaux traites au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC	<b>0.6</b>
<b>RP2</b>	Chaussées a matériaux traites au liants hydraulique : GL/GL, BCg / GC	<b>1</b>

Alors :

$$TCE_{2033} = 1138 \times 365 \times 0.6 \times ((1 + 0.04)^{20} - 1) / 0.04$$

$$TCE_{2033} = 7.42 \times 10^6$$

Déformation admissible verticale :

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (7.42 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 0.53 \times 10^{-3}$$

- Choix des températures équivalentes :

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

Pour notre projet on a une zone climatique I donc :  $\theta_{eq}$  (°C) = 20 °C

- Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

Matériau	$E(30^\circ, 10\text{HZ})$ (MPa)	$E(25^\circ, 10\text{HZ})$ (MPa)	$E(20^\circ, 10\text{HZ})$ (MPa)	$E(10^\circ, 10\text{HZ})$ (MPa)	$\epsilon_6(10^\circ\text{c}, 25\text{hZ})$ 10-6	-1/b	SN	SH (cm)	$\nu$	Kc calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Alors d'après Catalogue de DIMENSIONNEMENT des Chaussées Neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- $\theta_{eq}$  = température équivalente ( $\theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$ )  $\Rightarrow E(20^\circ, 10\text{HZ}) = 7000\text{MPa}$ .
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adopté pour réseau RP1 (R%=10).
- C : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté ( $t = -1.282$ ).

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

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

$$\delta = 0.609$$



Déformation admissible calculée	Déformation calculée par Alizé III
$\varepsilon_{t,adm} = 0.99 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_t = -0.709 \times 10^{-4}$
$\varepsilon_{z,adm} = 5.30 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_z = 0.338 \times 10^{-4}$

D'après les résultats précédents :

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm} \\ \varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm} \end{array} \right.$$

### Résumé :

L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants:

$$CBR = 8$$

Méthode	
C.B.R	Catalogue
<b>6BB+12GB+16GNT</b>	<b>6BB+20GB+30GNT</b>

Pour les tronçons du dédoublement on fait un deflanchage pour régler le devers de la chaussée existante qui a été au d'origine une chaussée bidirectionnelle de 7 m et 2.5 % de divers pour chaque cote, et aussi des épaulements pour l'accotement avec les même couche de notre chaussée neuf parce que on avait dans notre trace une bande d'arrêt d'urgence et on a rectifié le trace.

## 5) 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 et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes .*

*La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie 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 :

CUBATURE

## Chapitre VII: Cubature

### 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)).

### 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.

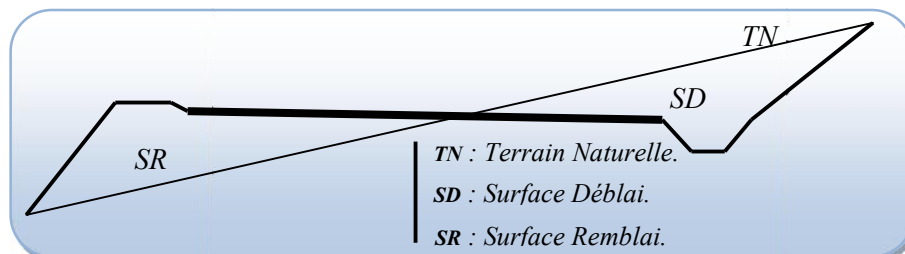
### 3) Méthode de calcul des cubatures :

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.

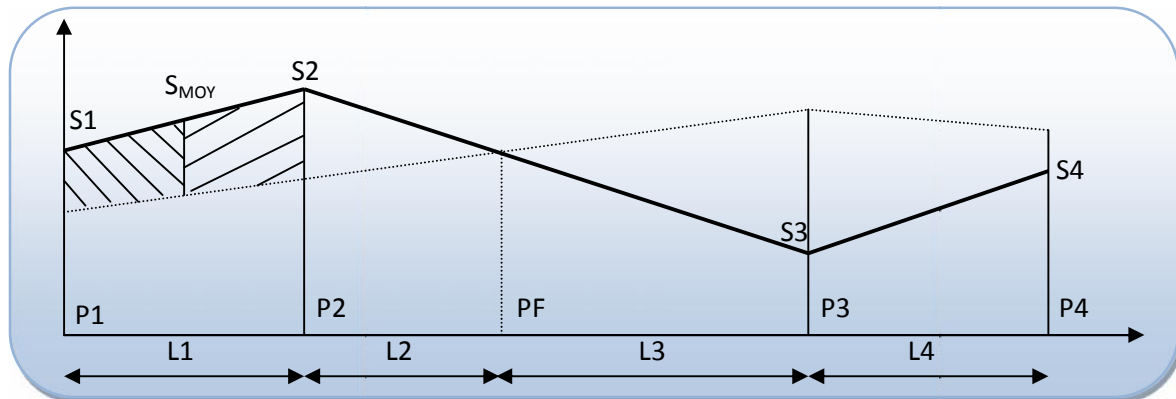
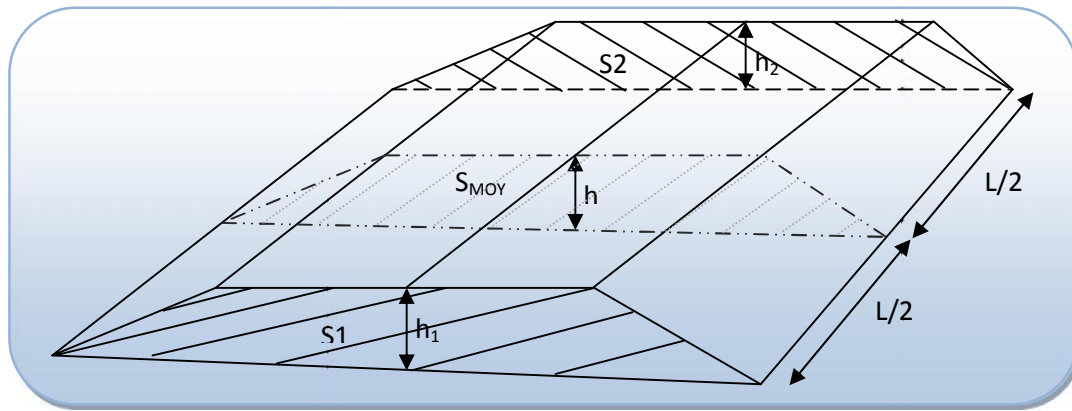
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



- 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<sub>MOY</sub> : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

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

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

#### 4) Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste 5.06 » et les résultat sont :

N° PROF	CURVILIGN	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE
1	0	0	52.2	77.4
2	20	1.4	201.2	169.1
3	40	0.5	188.5	170.2
4	60	38.3	104.7	170.4
5	80	249.2	2.8	147.1
6	100	355.7	0	151.1
7	120	469.4	0	154.9
8	140	587.5	0	158.8
9	160	709.3	0	162.8
10	180	728.6	0	163.9
11	200	595.3	0	160.4
12	220	461.3	0	156.4
13	240	341.6	0	152.6
14	260	236.1	0	149.1
15	280	20.8	73.6	159.1
16	300	1.5	174.2	168.7
17	320	0.5	278.7	169.9
18	340	0.5	354.7	172.2
19	360	0.5	379	173.7
20	380	0.2	392	174
21	400	0.2	331.6	169.8
22	420	199.6	23	159.5
23	440	428.8	0	153.6
24	460	636.2	0	160.5
25	480	795.8	0	165.5
26	500	901.1	0	168.8
27	520	948.9	0	170.3
28	540	937.7	0	169.9
29	560	875.5	0	167.5
30	580	786.4	0	163.4
31	600	648.5	0	154.8
32	619.03	448.3	0	151
33	640	0	183.8	146.4
34	660	0.9	718.8	176
35	680	0.9	1302.4	193.4
36	700	0.9	1941.5	210.7
37	720	0.9	2636.7	228
38	740	0.9	3385.6	245.1
39	760	0.8	3813.2	262.4
40	780	0.9	3455.6	262.9
41	800	1.1	2810	249

42	820	0.9	2209.6	218.6
43	840	0.9	1628.8	202.9
44	860	0.9	1110.1	187.7
45	880	3.2	654.7	173
46	900	2.1	245.2	165.7
47	920	376.4	0	153.2
48	940	826.7	0	166.5
49	960	1321.8	0	182.1
50	980	1883.1	0	197.7
51	1000	2629.2	0	236
52	1020	3009.4	0	243.1
53	1040	2454.3	0	223.5
54	1060	2024.1	0	210.7
55	1080	1755.5	0	193.1
56	1100	1552.4	0	185.2
57	1120	932.5	0	170.6
58	1140	417.7	29.3	171.6
59	1160	393.4	18.5	167.1
60	1180	138.6	102.3	175
61	1200	40.3	252.2	175.9
62	1220	0.5	482.6	176.7
63	1240	0.5	753.5	168
64	1260	0.4	1041.9	178.3
65	1280	0.4	1065.6	190.5
66	1300	0.5	945.2	192
67	1320	0.5	889.2	191.8
68	1340	0.5	903.6	191.2
69	1360	89.4	584.5	193
70	1380	544.3	95	183.2
71	1400	1106.8	0	190.4
72	1420	1626.5	0	204.8
73	1440	1986.2	0	214.2
74	1460	2136.6	0	215.6
75	1480	2143.9	0	214
76	1500	1891.4	0	207.7
77	1520	1738.2	0	204.3
78	1540	1640.1	0	202.9
79	1560	1590	0	199.2
80	1580	1263.4	0	181.3
81	1600	822.9	0	169
82	1620	483.2	0	158.1
83	1640	261	0	150.5

84	1660	86.8	130	177
85	1680	97.1	192.4	181.1
86	1700	126	216.2	184.5
87	1720	169.1	192.2	185.4
88	1740	404.9	36.1	172.5
89	1760	738.1	0	165
90	1780	1327.1	0	202.2
91	1800	1936	0	208.1
92	1820	1713.3	0	198.5
93	1840	1366.1	0	176.9
94	1860	969.2	0	166.3
95	1880	674.3	0	158.3
96	1900	450.5	0	151.9
97	1920	235.4	0.3	144.8
98	1940	1	176.4	155.3
99	1960	1.1	417.7	171.1
100	1980	1.1	728.7	182.5
101	2000	0.9	1160.9	194.1
102	2020	0.8	1381.8	194.3
103	2040	0.9	1330.1	196.1
104	2060	1	1227.7	194.7
105	2080	1	1198.4	193.3
106	2100	1	1252.1	194.1
107	2120	1	1392.1	197.1
108	2140	1	1555.1	200.7
109	2160	0.9	1713.9	204.5
110	2180	0.9	1843.1	207.1
111	2200	0.9	1861	207.8
112	2220	0.9	1748.5	205.4
113	2240	0.9	1569.2	200.2
114	2260	0.9	1311.3	193.1
115	2280	0.9	988.7	183.7
116	2300	0.5	628.7	170.3
117	2320	12.5	230	174.7
118	2340	458	0.1	154.8
119	2360	1026.7	0	169.9
120	2380	0	0	0
121	2400	0	0	0
122	2420	2420.9	0	211.4
123	2440	2235.6	0	215.2
124	2460	1885.9	0	208.5
125	2480	1534.6	0	197.9

126	2500	914	0	169.2
127	2520	245.4	16.2	160.3
128	2540	2.6	641.1	173.3
129	2560	0.9	1393	196.3
130	2580	0.8	1673.3	202.2
131	2600	0.9	1227.9	191.2
132	2620	0.9	803	178.7
133	2640	1.1	445.4	171.5
134	2660	0.7	355.7	174.6
135	2680	0.6	506.4	183.1
136	2700	0.4	350.9	168
137	2720	1082.5	0	173.9
138	2740	2291	0	211.1
139	2760	2163.7	0	215.3
140	2780	1697.5	0	203.6
141	2800	1251.9	0	179.9
142	2820	933	0	172
143	2840	1044	0	187.4
144	2860	1188.5	0	192.1
145	2880	1226.6	0	176.9
146	2900	1016.2	0	167.7
147	2920	593.6	0	157.2
148	2940	28.6	121	159.6
149	2960	253.2	204.9	186.9
150	2980	855.5	0.1	169.6
151	3000	946.1	0.1	184.2
152	3020	898.4	0.3	184
153	3040	798.2	2.2	168.3
154	3060	670.6	27.6	180.6
155	3080	497.4	53.9	177.7
156	3100	219.3	178.4	187.7
157	3120	158.4	315.3	191.2
158	3140	150.3	427.5	195.2
159	3160	141.1	442.3	198.8
160	3180	151.5	408.5	198.6
161	3200	127.8	444.3	198.2
162	3220	31.4	693	197.3
163	3240	0.4	985.6	176.8
164	3260	0.8	1083.9	183.9
165	3280	0.9	1017.5	185.5
166	3300	0.6	627.9	117.4
167	3305.428	0.1	135.2	25.1

168	3305.428	0.4	492.2	92.1
169	3325.428	0.9	818.1	179.1
170	3345.428	0.9	697	175.4
171	3365.428	0.9	576.1	171.6
172	3385.428	2.8	403.6	165.9
173	3405.428	0	154.4	152.7
174	3425.428	372.6	0	152.2
175	3445.428	640.1	0	160.5
176	3465.428	465.6	0	156.3
177	3485.428	294.9	16.3	163.4
178	3505.428	123.6	149.7	177
179	3525.428	117.1	208.5	179.3
180	3545.428	108.5	213.1	179
181	3565.428	66.7	252.1	178.1
182	3585.428	93.4	236.8	180
183	3605.428	89	202.4	178.5
184	3625.428	58.5	208	177
185	3645.428	27.6	221.7	175.6
186	3665.428	5.7	234.7	174.2
187	3685.428	22.5	14	88.3
188	3705.428	3.7	58.6	87.5
189	3725.428	6.8	39.7	87.6
190	3745.428	5.6	35.3	87.4
191	3765.428	4.1	37.8	87.3
192	3785.428	2.7	40.8	87.1
193	3805.428	1.8	44.2	86.8
194	3825.428	0.9	269.3	173.9
195	3845.428	2.9	220.2	171.7
196	3865.428	1.4	227.6	167.8
197	3885.428	2.7	260.4	154.5
198	3905.428	0.5	326.6	156.3
199	3925.428	0.5	351.1	157.2
200	3945.428	0.5	326.6	168
201	3965.428	0.5	354.7	170.1
202	3985.428	0.5	402.8	172.5
203	4005.428	0.6	376.9	172.6
204	4025.428	0.6	355.1	161.8
205	4045.428	0.6	376.4	161
206	4065.428	0.6	394.5	161.6
207	4085.428	0.6	343.6	161.4
208	4105.428	0.6	232.3	170.4
209	4125.428	244.3	64	162.6

<b>210</b>	4145.428	443.3	41.1	167.3
<b>211</b>	4165.428	526.6	19.4	170.8
<b>212</b>	4185.428	479.9	2.3	157.3
<b>213</b>	4205.428	266.5	42.8	167.7
<b>214</b>	4225.428	118.2	248	182.7
<b>215</b>	4245.428	93.4	291.6	185.3
<b>216</b>	4265.428	89.6	8.1	91.7
<b>217</b>	4285.428	96.7	6.8	92.3
<b>218</b>	4305.428	110	5.7	92.9
<b>219</b>	4325.428	114.8	4.6	93.4
<b>220</b>	4345.428	122.1	3.3	94.1
<b>221</b>	4365.428	149.1	0.6	95.4
<b>222</b>	4385.428	282	0	97.3
<b>223</b>	4405.428	299.9	0	97.7
<b>224</b>	4425.428	255	0	95.5
<b>225</b>	4445.428	137.2	0.2	94.2
<b>226</b>	4465.428	123.4	1	93.6
<b>227</b>	4485.428	127.4	0.7	93.6
<b>228</b>	4505.428	132.7	0.4	93.7
<b>229</b>	4525.428	138.3	0.2	93.8
<b>230</b>	4545.428	144.1	0	94
<b>231</b>	4565.428	230.2	0	93.2
<b>232</b>	4585.428	230.2	0	93.5
<b>233</b>	4605.428	181.2	2.7	92.4
<b>234</b>	4625.428	99.9	22.3	95.1
<b>235</b>	4645.428	129.9	403	192.9
<b>236</b>	4665.428	140.1	382.2	195.4
<b>237</b>	4685.428	125.7	348.7	191.9
<b>238</b>	4705.428	68.1	332.2	186.1
<b>239</b>	4725.428	17.3	276.4	179.1
<b>240</b>	4745.428	3	169.8	173
<b>241</b>	4765.428	171	3	143.1
<b>242</b>	4785.428	250.4	0	148.5
<b>243</b>	4805.428	365.6	0	153.5
<b>244</b>	4825.428	520	0	157
<b>245</b>	4845.428	371.3	25	168.5
<b>246</b>	4865.428	226.5	94.3	169.5
<b>247</b>	4885.428	43.7	18.8	90.5
<b>248</b>	4905.428	0.1	81	87
<b>249</b>	4925.428	0	155.9	84.5
<b>250</b>	4945.428	0	171.2	73.1
<b>251</b>	4965.428	0	177.5	73

<b>252</b>	4985.428	0	178.4	83.6
<b>253</b>	5005.428	0	144.6	84.4
<b>254</b>	5025.428	0	112.7	85
<b>255</b>	5045.428	0.5	79.2	86.1
<b>256</b>	5065.428	11.2	36.6	88.1
<b>257</b>	5085.428	14.1	39.9	88.6
<b>258</b>	5105.428	7.4	50	88
<b>259</b>	5125.428	2	61.5	87.4
<b>260</b>	5145.428	0.1	88.5	86.4
<b>261</b>	5165.428	0	142	86.1
<b>262</b>	5185.428	14.7	69.7	89.5
<b>263</b>	5205.428	44.6	37.3	91
<b>264</b>	5225.428	57.4	28.5	91.7
<b>265</b>	5245.428	79.9	19.8	92.5
<b>266</b>	5265.428	94.8	2.6	88.9
<b>267</b>	5285.428	5.5	50.5	71.3
<b>268</b>	5305.428	0.1	339.3	89.8
<b>269</b>	5325.428	0	434.8	94.1
<b>270</b>	5345.428	0	467.8	95.1
<b>271</b>	5365.428	0	497.9	95.9
<b>272</b>	5385.428	0	532.6	97
<b>273</b>	5405.428	0	572.1	98.1
<b>274</b>	5425.428	0	616.1	99.3
<b>275</b>	5445.428	0	667.7	101.1
<b>276</b>	5465.428	0	722.3	102.9
<b>277</b>	5485.428	0	712.4	97.5
<b>278</b>	5505.428	0	410.6	86
<b>279</b>	5525.428	0.9	74.2	85.4
<b>280</b>	5545.428	386.3	0	97.5
<b>281</b>	5565.428	706.1	0	108.8
<b>282</b>	5585.428	707.3	0	112.2
<b>283</b>	5605.428	639.5	0	110.1
<b>284</b>	5625.428	546.2	0	107.1
<b>285</b>	5645.428	438	0	103.6
<b>286</b>	5665.428	333.1	0	100
<b>287</b>	5685.428	156.3	1.7	97
<b>288</b>	5705.428	106	17.3	95.3
<b>289</b>	5725.428	76.2	33.1	93.7
<b>290</b>	5745.428	43.5	53.8	92
<b>291</b>	5765.428	20.5	79.6	90.4
<b>292</b>	5785.428	4.2	110.6	88.7
<b>293</b>	5805.428	0	150.5	87.1

<b>294</b>	5825.428	0	207.9	85.4
<b>295</b>	5845.428	0	309.4	76.6
<b>296</b>	5865.428	0.7	406.7	80.1
<b>297</b>	5885.428	0	280.2	72.4
<b>298</b>	5905.428	0.3	160.1	71.8
<b>299</b>	5925.428	12.8	38.8	72.1
<b>300</b>	5945.428	0.8	111	70.2
<b>301</b>	5965.428	0	345	74.8
<b>302</b>	5985.428	0	158.1	31.5
	<b>TOTALE</b>	<b>107686.3</b>	<b>98112.1</b>	46246.2

## Chapitre VIII :

# CHOIX DU CONCEPTION DE CARREFOUR

## Chapitre VIII: Choix et conception du carrefour

### 1) Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

### 2) Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour :

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

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approches à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacents et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité de tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

### 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.
- Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectifs de la capacité choisis.
- Objectifs de sécurité.

### 4) Les types de carrefours :

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

#### 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.

#### 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°).

c) Carrefour à quatre branches (en croix) :

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

d) Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

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

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

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

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

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

5) Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  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.

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.

**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.*

**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.*

**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.*

**e) Ilot directionnel:**

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

**f) Les couloirs d'entrée et de sortie:**

*Largeur de couloirs :*

- *Entrée 4.5 m (accotement dérasé 1.5m).*
- *Sortie 5.5 m (accotement dérasé 0.5m).*

**6) Application au projet :****❖ Carrefour giratoire 01 au PK 1+900 :**

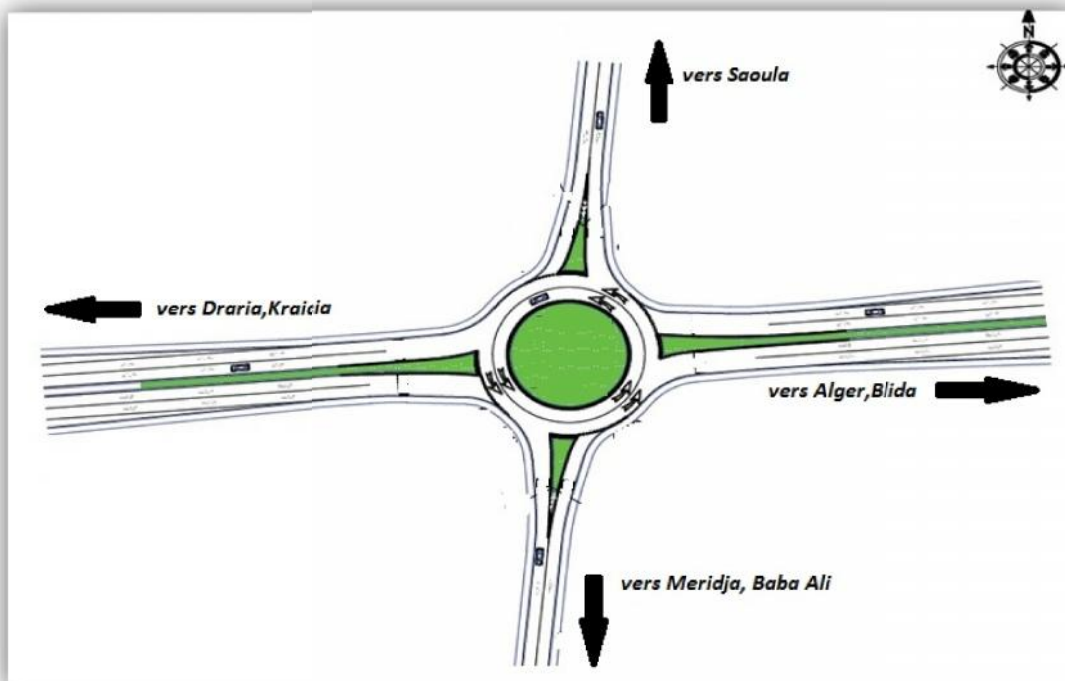
*Pour assurer l'écoulement du trafic au niveau des jonctions, nous avons prévu d'aménager un carrefour en type giratoire et offrent la priorité au contournement. En effet, ces aménagements seront mis en place dans le but d'améliorer les conditions de circulation au niveau de cette intersection des routes avant même qu'elles ne deviennent des points noirs.*

*L'étude d'aménagements du carrefour situés a l'intersection avec cw114 correspondant a PK 1+900, consiste à aménager le contournement de la ville de Saoula par un carrefour giratoire de quatre branches :*

- *CW 114 (vers la ville de SAOULA).*
- *RN82 (vers la ville de Baba ali ).*

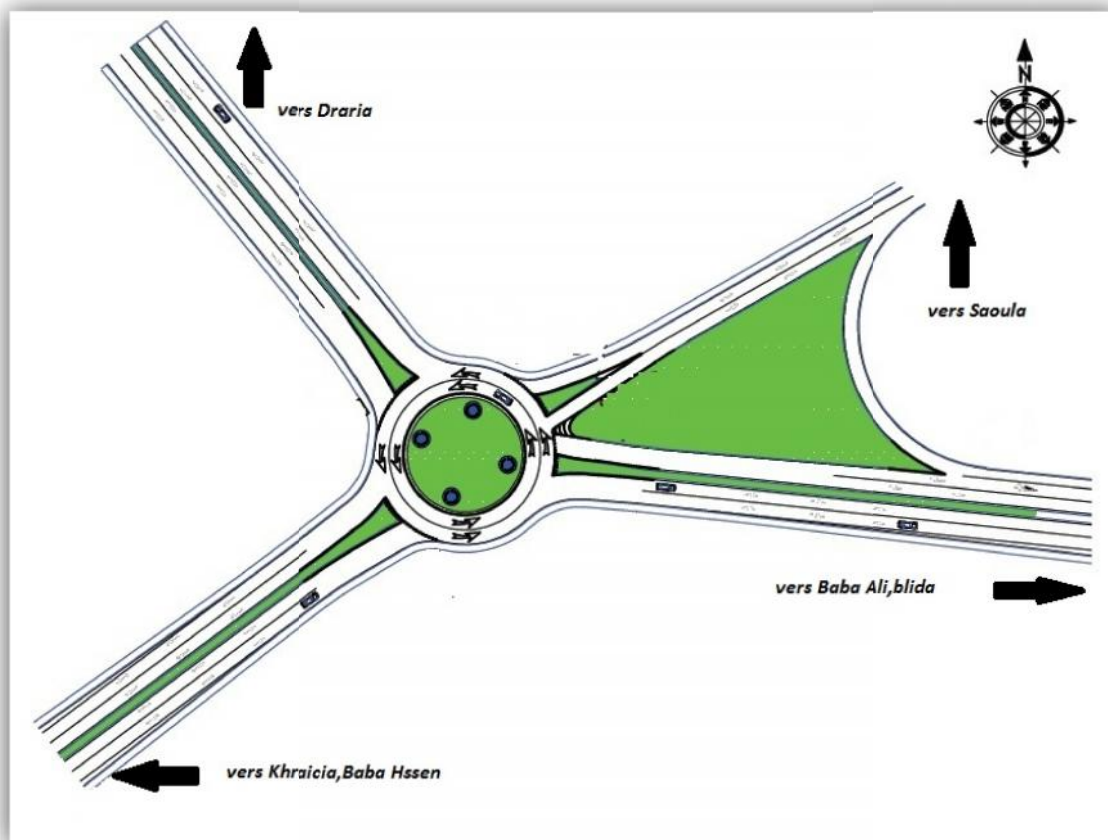
- Evitement (vers Draria ou KHRAICIA ou Baba hssen).
- Evitement (vers Alger ou Blida ).

Géométrie de giratoire 01		
<b>Coordonnées du centre</b>	X	502690.4242 m
	Y	4061118.7027m
<b>Rayon extérieur</b>	25.000 m	
<b>Rayon intérieur</b>	17.000 m	
<b>Largeur d'anneau</b>	8.000 m	
<b>Surlageur franchissable</b>	0.000 m	
<b>Distance marquage extérieur</b>	0.250 m	
<b>Distance marquage intérieur</b>	0.500 m	



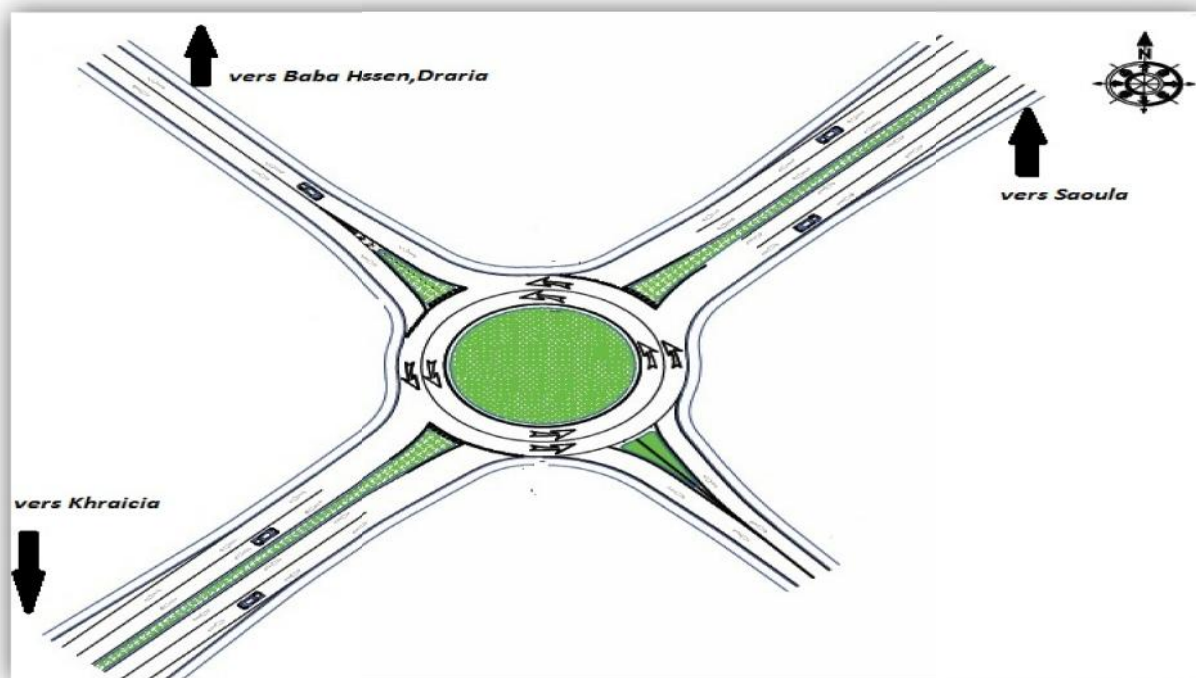
❖ Carrefour giratoire 02 au PK 3+305 :

Géométrie de giratoire 02		
<b>Coordonnées du centre</b>	X	501378.2782 m
	Y	4060737.4026
<b>Rayon extérieur</b>	25.000 m	
<b>Rayon intérieur</b>	17.000 m	
<b>Largeur d'anneau</b>	8.000 m	
<b>Surlageur franchissable</b>	0.000 m	
<b>Distance marquage extérieur</b>	0.250 m	
<b>Distance marquage intérieur</b>	0.500 m	



❖ Carrefour giratoire 03 au PK 3+982 :

Géométrie de giratoire 03		
Coordonnées du centre	X	500794.2374 m
	Y	4060402.6790m
Rayon extérieur		25.000 m
Rayon intérieur		17.000 m
Largeur d'anneau		8.000 m
Surlageur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.250 m
Distance marquage intérieur		0.500 m



Chapitre IX :

ASSAINISSEMENT

## Chapitre IX: Assainissement

### 1) Introduction:

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

*L'eau est la première ennemie de la route car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation. Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :*

#### *a) Pour les chaussées :*

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

#### *b) Pour les talus :*

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

*Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.*

### 2) Objectif de l'assainissement :

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

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

### 3) Assainissement de la chaussée:

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc. dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

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

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

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

#### a) Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

#### b) Fossé de crête de déblai :

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

#### c) Fossé de pied de talus de remblai :

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

#### d) Drain :

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

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

#### e) Descentes d'eau :

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

#### 4) Définition des termes hydraulique :

##### a) Bassin versant :

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

##### b) Collecteur principal (canalisation) :

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

##### c) Chambre de visite (cheminée) :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

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

##### d) Sacs :

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

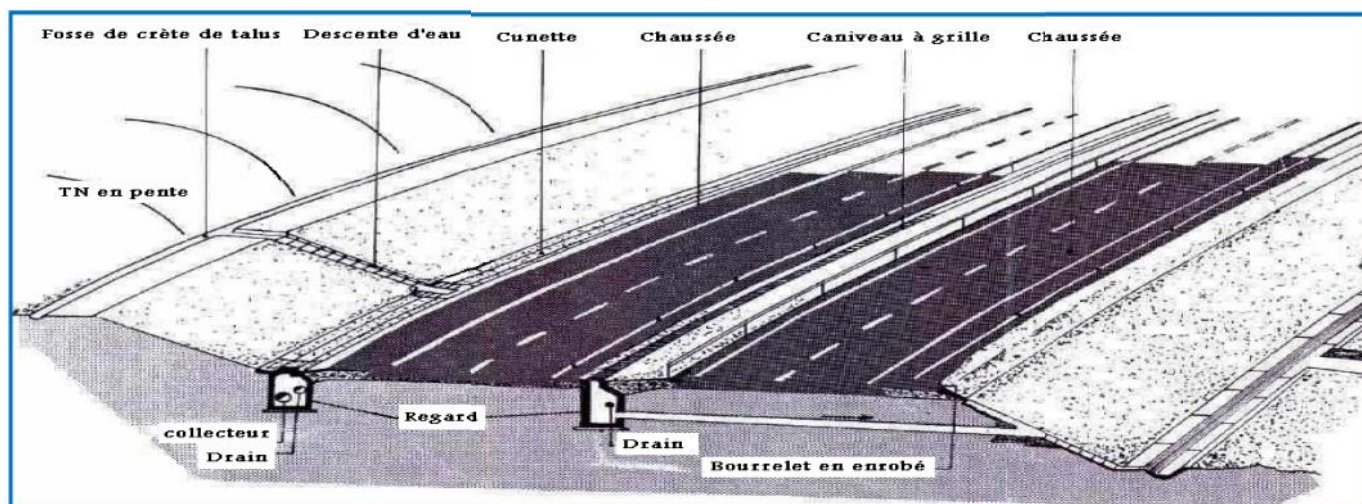
##### e) Fossés de crêtes :

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

f) Décence d'eau : Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

##### g) Les regards :

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



## 5) Dimensionnement de Réseau d'assainissement à projeter :

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

$$Q_a = Q_s$$

Avec :

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

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

### ✓ Calculs des débits :

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

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

Avec :

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

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

$C$  : coefficient de ruissellement.

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

### 1-Coefficient de ruissellement 'c' :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :  
la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.35
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.25
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

## 2- Intensité de la pluie:

### Données pluviométriques:

D'après les observations effectués à la station de SAOULA les données climatiques sont :

$P_j$  : pluie journalière moyenne exprimée en (mm) = 63.4 mm

$C_v$  : de variation ..... = 0.32

$b$  : l'exposant climatique ..... = 0.43

Pour le dimensionnement des fossés on prend un temps de concentration égale à 15min. Alors  $t_c = 0.25h$ . Et une période de retour de 10ans.

Période	15min	30min	1H	2H	3H	6H	12H	24H
<b>5ans</b>	38.29	27.2	19.33	13.73	11.24	7.986	5.674	<b>4.031</b>
<b>10ans</b>	54.81	31.83	22.62	16.07	13.16	9.346	6.64	<b>4.717</b>
<b>50ans</b>	61.06	36.28	25.77	18.31	14.99	10.65	7.566	<b>5.375</b>
<b>100ans</b>	75.22	46.33	32.92	23.39	19.15	13.6	9.664	<b>6.866</b>

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

### a) Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

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

Avec :

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

$C_v$  : Coefficient de variation.

$\ln$  : Log. Népérien.

$U$  : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
<b>Période de retour (années)</b>	2	5	10	20	50	<b>100</b>
<b>Variable de GAUSS (U)</b>	0	0.841	1.282	1.645	2.057	<b>2.327</b>

### La période de retour :

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

Application sur le projet :▪ Pendant 10 ans

$$u = 1.28 \quad C_v = 0.32 \quad P_j = 63 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{63}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \exp(u \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$P_j (10\%) = 89.48 \text{ mm}$$

▪ Pendant 50 ans

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.32 \quad P_j = 63 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{63}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \exp(u \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$P_j (02\%) = 113.80 \text{ mm}$$

▪ Pendant 100 ans

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.32 \quad P_j = 63 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{63}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \exp(u \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$P_j (01\%) = 124.08 \text{ mm}$$

b) Calcul de fréquence d'averse :

Pour une durée de ( $t=15 \text{ mn}=0.25 \text{ h}$ ), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

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

Avec :  $t = 0.25 \text{ h}$ ,  $b = 0.43$

$P_j$  : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

$b$  : Exposant climatique.

$P_t$  : pluie journalière maximale annuelle.

$t_c$  : Temps de concentration (heure).

Application sur le projet :

Avec :  $t=0.25$  h,  $b=0.43$

- $P_t (10\%) = 89.48 (0.25/24)^{0.43} = 12.57$  mm
- $P_t (2\%) = 113.80 (0.25/24)^{0.43} = 15.87$  mm
- $P_t (1\%) = 124.08 (0.25/24)^{0.43} = 17.43$  mm

c) Temps de concentration :

La durée ' $t_c$ ' 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, Giandothi, comme suit :

1) Lorsque :  $A < 5$  km<sup>2</sup> :

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

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

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

3) Lorsque :  $25$  km<sup>2</sup>  $\leq A < 200$  km<sup>2</sup> :

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

- $T_c$  : Temps de concentration (heure).
- $A$  : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).
- $L$  : Longueur de bassin versant (km).
- $P$  : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

d) L'intensité de l'averse :

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

$$I_t = I \cdot (t_c/24)^B$$

Avec :

$I$  : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

Sachant :  $I = P_j/24$

Application sur le projet :

$$B = b - I = 0.43 - I = -0.57$$

- Pour  $P_j(10\%) = 89.48 \text{ mm}$   
 $I = 89.48/24 = 3.73 \text{ mm/h}$
- Pour  $P_j(02\%) = 113.80 \text{ mm}$   
 $I = 113.80/24 = 4.74 \text{ mm/h}$
- Pour  $P_j(01\%) = 124.08 \text{ mm}$   
 $I = 124.08/24 = 5.17 \text{ mm/h}$

Calcul de la surface du bassin versant:

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

$$A_C = 0.0095 \times 0.270 = 0.00256 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 0.0093 \times 0.270 = 0.00251 \text{ Km}^2$$

Le débit apporté par la chaussée :

$$C = 0,9 \quad P = 2,5 \% \quad I (10\%) = 3.73 \text{ mm/h} \quad A = 0.00256 \text{ km}^2$$

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0.00256}{2,5}} \Rightarrow t_c = 0.0041 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.73 \times \left(\frac{0.0041}{24}\right)^{0.43-1} \Rightarrow I_t = 523.77 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{chaussée}} = 0.278 \times 0,9 \times 523.77 \times 0.00256$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{\text{chaussée}} = 0.335 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit apporté par Le talus :

$$C = 0,3 \quad P = 66,67\% \quad I (10\%) = 3.73 \text{ mm/h} \quad A = 0.00251 \text{ km}^2$$

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0.00251}{66,67}} \Rightarrow t_c = 0.0008 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.73 \times \left(\frac{0.0008}{24}\right)^{0.43-1} \Rightarrow I_t = 1329.4 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_{\text{talus}} = 0.278 \times 0,3 \times 1329.4 \times 0.00251$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{\text{talus}} = 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = (Q_a)_{chaussée} + (Q_a)_{talus} = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

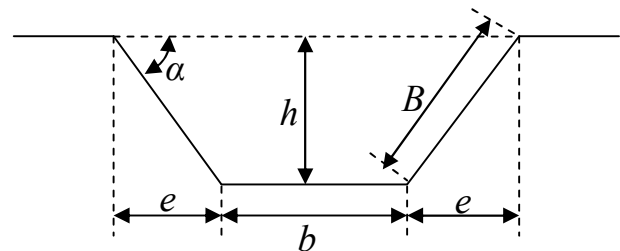
	<i>P (%)</i>	<i>L(M)</i>	<i>T<sub>c</sub> (h)</i>	<i>I<sub>t</sub>(mm /h)</i>	<i>K</i>	<i>C</i>	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Q<sub>a</sub>(m<sup>3</sup>/s)</i>
<b>Chaussée</b>	2.5	270	0.0041	523.77	0.278	0.9	0.00256	0.335
<b>Talus</b>	66.7	270	0.0008	1329.4	0.278	0.3	0.00251	0.28
							<b>sommes</b>	<b>0.61</b>

### 1) Calcul des dimensions des fossés :

La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire.

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER :

$$Q_s = k_{st} \cdot S \cdot R_h i^{1/2}$$



Avec :

$R_h$  : rayon hydraulique.

$i$  : pente de l'ouvrage d'évacuation  $i = 3\%$

$K_{st}$  : coefficient de rugosité

$K_{st}$  : 70 en bétons (dalots).

$K_{st}$  : 80 en bétons (buses préfabriquées).

$R_h$  : section du profil mouille / périmètre du profil mouille

$S$  : section transversale de l'écoulement.

D'où  $Q = F(h)$ .

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

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

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

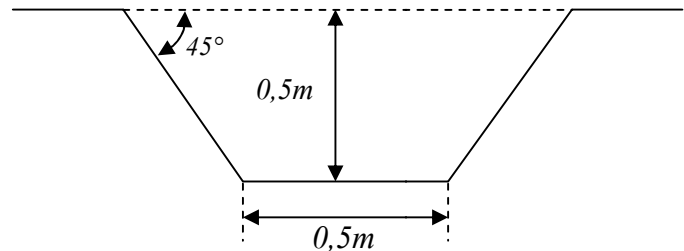
$$Q_a = Q_s = h \cdot (K_{st} i^{1/2}) (b + n \cdot h) \cdot \left( \frac{h \cdot (1+n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right)^{2/3}$$

$$\text{Donc: } h = \left[ \frac{Qa}{kst.b \sqrt{I}} \right]^{3/5} \frac{\left( 1 + \frac{2H\sqrt{2}}{b} \right)^{2/5}}{1+2H}$$

D'après le calcul itératif on trouve  $h = 0.48 \text{ m}$ .

Donc la hauteur de la fosse est  $h = 0.5 \text{ m}$  et la base est  $b = 0.5 \text{ m}$

$$\begin{aligned} h &= 0.5 \text{ m} \\ b &= 0.5 \text{ m} \end{aligned}$$



## 2) Dimensionnement des buses :

Les eaux de ruissellement sont acheminées à l'aide des descentes préfabriquées. Les canalisations se feront à l'aide de BUSES en directions du fossé principal. Le diamètre de la canalisation est fonction du débit maximum à évacuer.

Pour dimensionner les buses on prend  $Qa=Qs$

$$Qa = K.C.I.A$$

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

$$S_m : \text{surface mouillée} = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$$

(pour une hauteur de remplissage égale à  $0.5 \Phi$ )

$$R_h : \text{rayon hydraulique} = R/2 \quad R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi R^2 / 2}{2\pi(R/2)} = R/2$$

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

$I$  : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à  $4\text{m/s}$ . pour notre cas ; On a  $I = 3 \%$

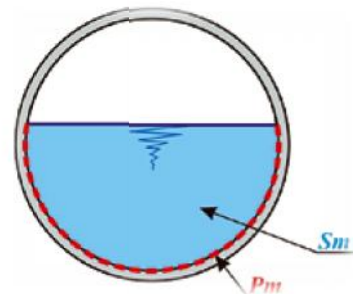
Nous avons :

$$A = 0.302 \text{ Km}^2$$

$$P = 3 \%$$

$$I (10\%) = 3.73 \text{ mm/h}$$

$$B = (b-1) = -0.57$$



Application numérique :

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

$$\text{On a : } A = 0.302 \text{ Km}^2 \quad P = 3\% \quad K = 0.2778 \text{ et } C = 0.2$$

le temps de concentration pour les bassins versant inférieur a  $5\text{Km}^2$

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

$$\text{Donc : } t_c = 0.040 \text{ h}$$

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

$$\text{Donc : } I_t = 142.97 \text{ mm/h}$$

$$\text{Donc : } Q_a = 2.39 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$Q_s = Q_a = 80.(R/2)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (0.03)^{1/2}$$

$$R = \left[ \frac{(2)^{2/3} \times Q_a}{\pi \times 80 \times (i)^{1/2}} \right]^{3/8}$$

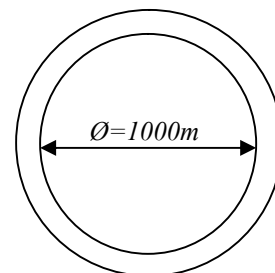
$$R = \left[ \frac{(2)^{2/3} \times 2.39}{\pi \times 80 \times (0.01)^{1/2}} \right]^{3/8} = 0.49\text{m}$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :

$\emptyset 400, \emptyset 500, \emptyset 800, \emptyset 1000, \emptyset 1200, \emptyset 1500 \dots \text{etc.}$

Donc: on prend  $R = 500 \text{ mm}$  D'où:

**$\emptyset = 1000 \text{ mm}$**



### 3) Dimensionnement des dalots :

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

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

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

- Calcul de la surface du bassin versant :

Surface de la chaussée :  $A_c = 0.0095 \times 0.390 = 0.0037 \text{ km}^2$

Surface du bassin versant :  $A_{bv} = 0.38 \text{ km}^2$

- Calcul du débit d'apport ( $Q_a$ ):

Débit de la chaussée :  $Q_c = 0.58 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Débit du bassin versant :  $Q_{bv} = 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

$$D'où : Q_a = Q_c + Q_{ac} + Q_{bv} = 0.58 + 1.4 = 1.98 \text{ m}^3/\text{s}.$$

- Calcul du débit de saturation ( $Q_s$ ):

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

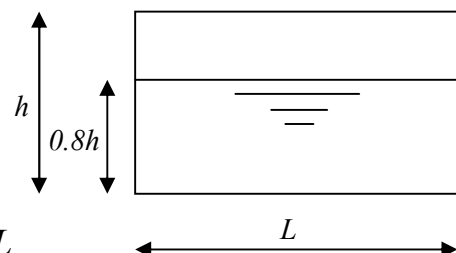
Avec :

- $K_{ST}$  : pour les dalots (béton armé) nous avons pris un coefficient de rugosité égal à 70.
- Pour les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

$$H_r = 0,80 h \quad \text{si } h < 2 \text{ m}$$

$$H_r = h - 0.50 \quad \text{si } h > 2 \text{ m}$$

$h$  : hauteur du dalot.



Donc:

- Périmètre mouillé :  $P_m = 2 \times 0.8 \times h + L$
- Section mouillée :  $S_m = 0.8 \times h \times L$
- Rayon hydraulique :  $R_h = S_m / P_m = (0.8hL) / (1.6h + L)$
- Pente longitudinale de l'ouvrage  $I = 0.1\%$

Donc  $Q_s$  deviendra :

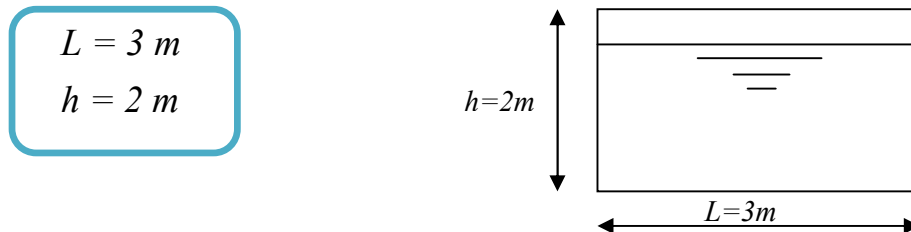
$$Q_s = K_{st} \cdot I^{1/2} \times 0.8hL [0.8hL / (1.6h + L)]^{2/3}$$

Le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre  $L$  et on calcule le paramètre  $h$  en prenant  $Q_s = Q_a$  sachant que :  $Q_a = 1.98 \text{ m}^3/\text{s}$ . on trouve :

En fixant la largeur  $L = 3 \text{ m}$

D'après l'itération on trouve :  $h = 1,9 \text{ m}$

Donc on prend :  $h = 2 \text{ m}$



- Les résultats calculés dans le cadre de notre projet sont récapitulés dans le tableau suivant :

PK	DISIGNATION	DIMENSIONS
0+170	Buse	$\varnothing = 1000 \text{ mm}$
1+010	Dalot	$L = 5 \text{ m}, h = 3 \text{ m}$
1+110	Buse	$\varnothing = 1500 \text{ mm}$
1+560	Dalot	$L = 3 \text{ m}, h = 2 \text{ m}$
1+800	Dalot	$L = 4 \text{ m}, h = 2.5 \text{ m}$
2+380	Pont	$L = 40 \text{ m}$
2+740	Dalot	$L = 5 \text{ m}, h = 3 \text{ m}$
2+980	Buse	$\varnothing = 1000 \text{ mm}$
3+445	Prolongement Buse	$\varnothing = 800 \text{ mm}$
4+145	Prolongement Buse	$\varnothing = 800 \text{ mm}$
4+820	Prolongement Buse	$\varnothing = 1000 \text{ mm}$
5+565	Prolongement Buse	$\varnothing = 800 \text{ mm}$
5+905	Prolongement Buse	$\varnothing = 1000 \text{ mm}$

# Chapitre X :

## SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

## Chapitre X: Signalisation et éclairage

### A- Signalisation :

#### 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'utilisateur puisse toujours la comprendre.

#### 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, et aussi des dispositifs souples (glissières de sécurité) sont prévues le long de l'itinéraire, elle sont implantées sur le berme.

#### 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'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

#### 4) les types de signalisation :

On distingue deux familles de signalisation :

- ✓ Signalisation horizontale.
- ✓ Signalisation verticale.

##### 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 lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où 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 <sub>1</sub>	3.00	10.00	~1/3
T <sub>2</sub>	3.00	3.5	~1
T <sub>3</sub>	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 doit suivre la direction indiquée.

- **Largeur des lignes :**

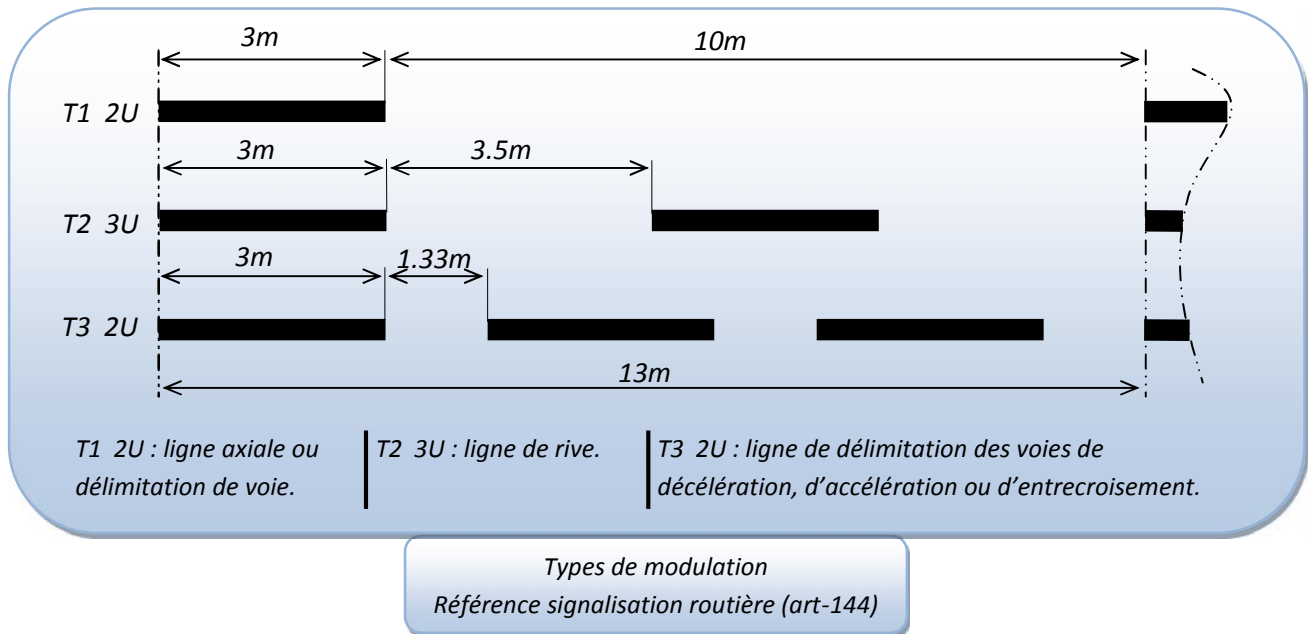
La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

✓ U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

✓ U=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.



#### 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 signal 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°.

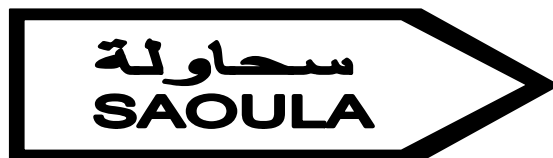
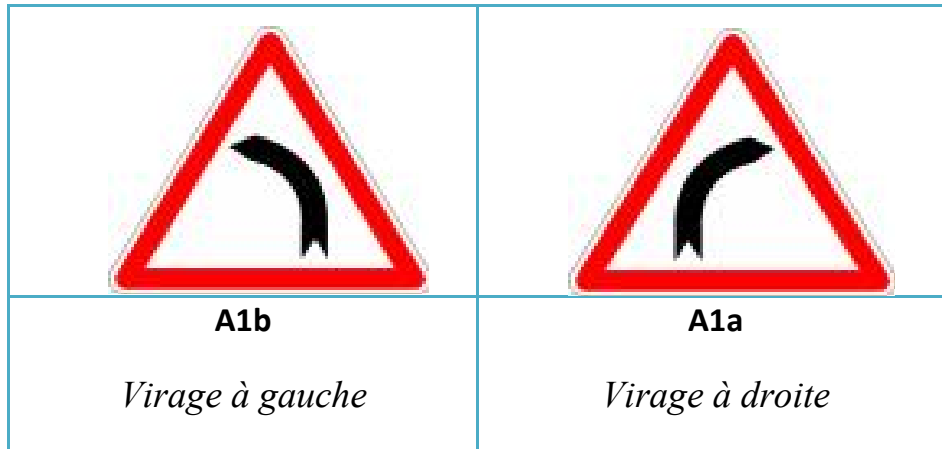
#### 5) Application au projet :

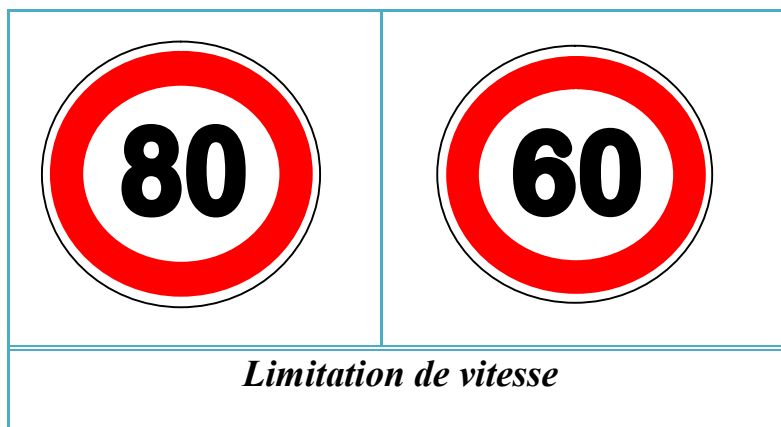
Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation Signalisation et marquages routière Algérienne.

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





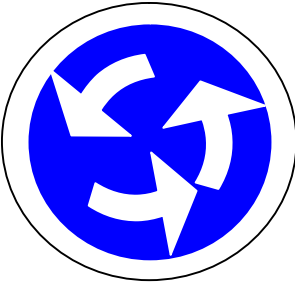
a) Signalisation verticale

❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour l'évitement sont :



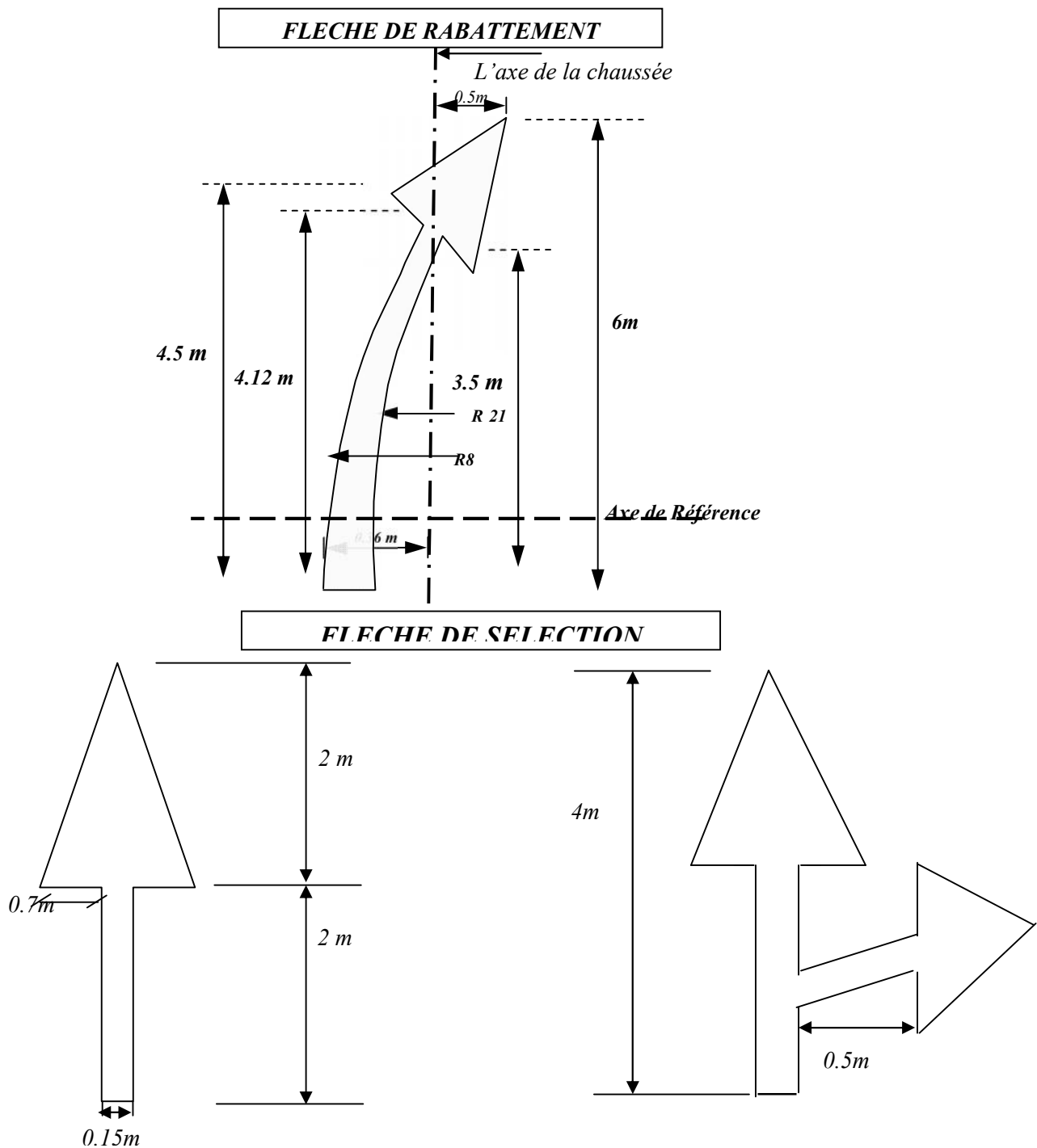


❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour le carrefour sont :

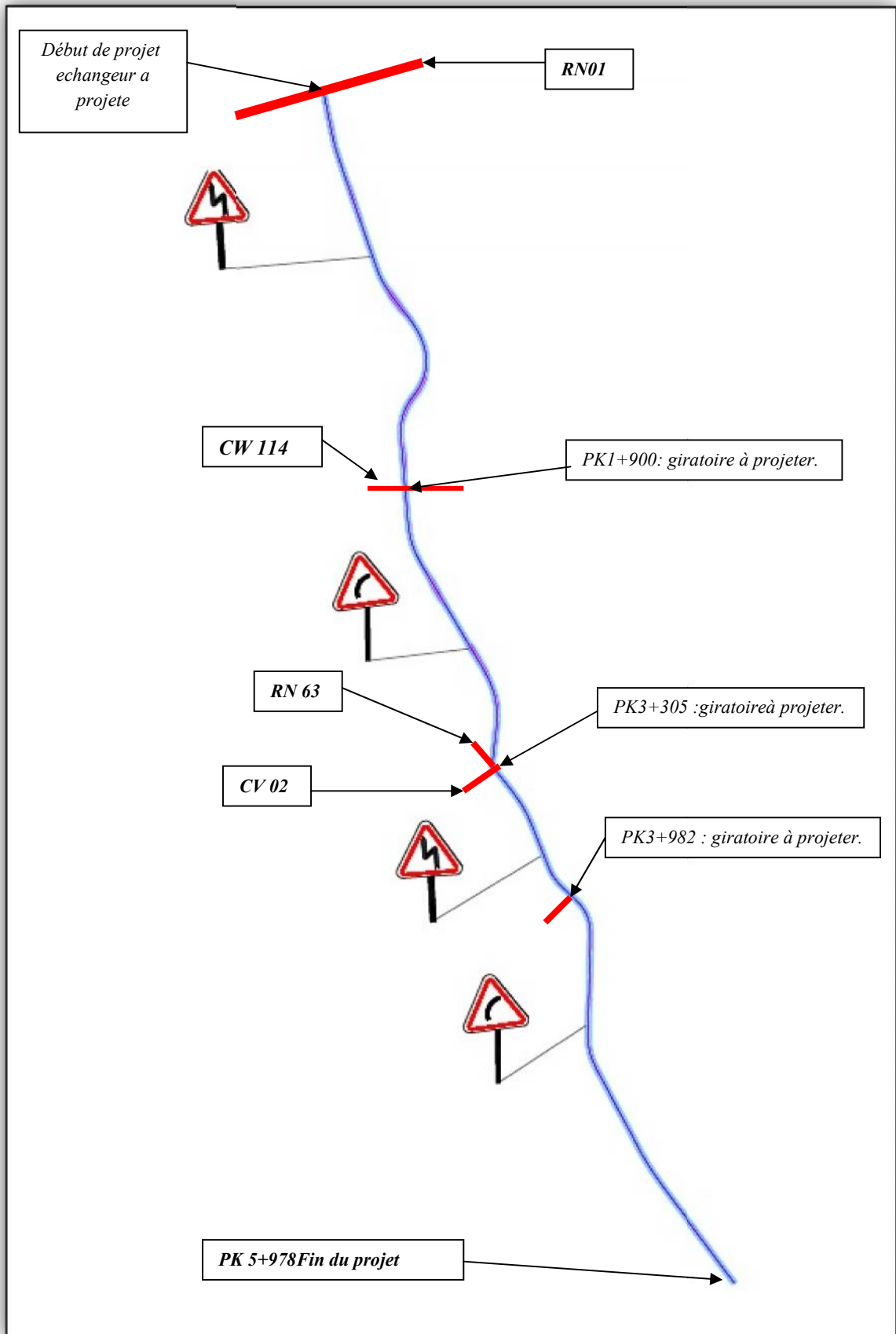
		
<b>B1</b> <i>Sens interdit à tout véhicule</i>	<b>B21-1</b> <i>Obligation de tourner à droite avant le panneau.</i>	<b>AB3a</b> Cédez le passage à l'intersection. Signal de position
		
<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>Giratoire</b>	



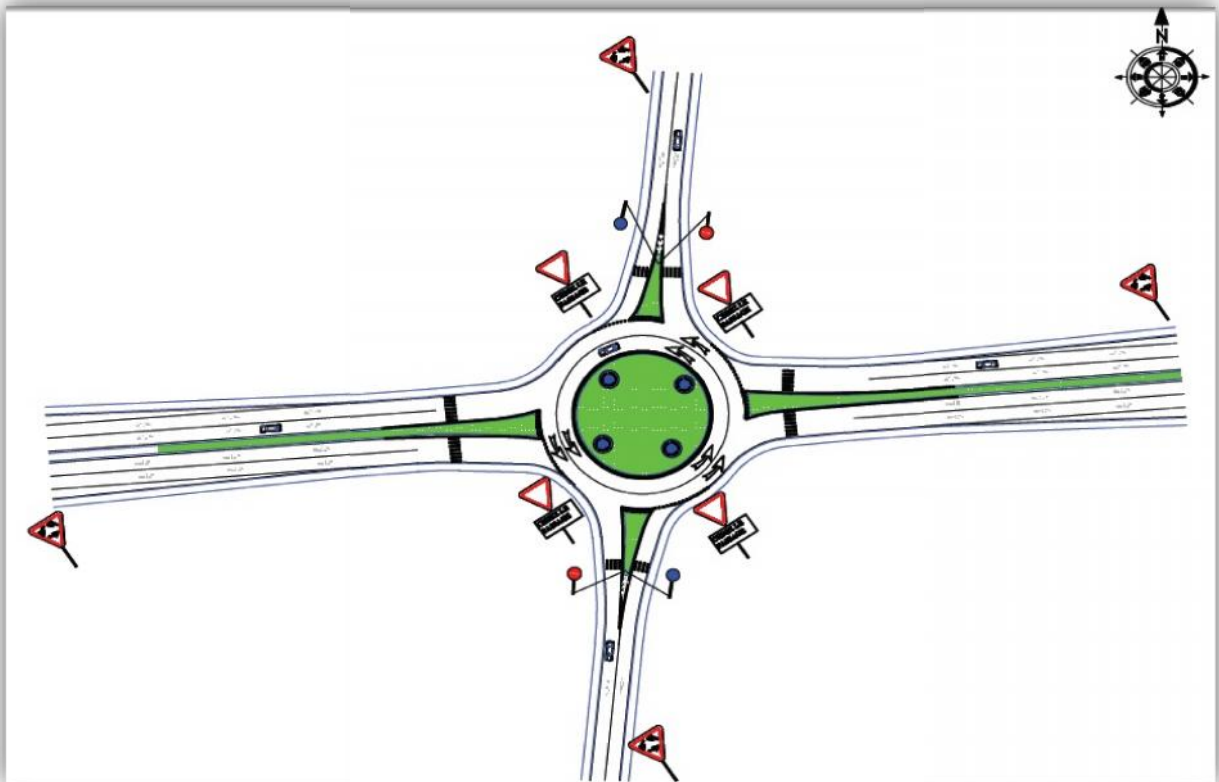
b) Signalisation horizontale



❖ Détail de signalisation verticale le long du tracé dans un seul sens :



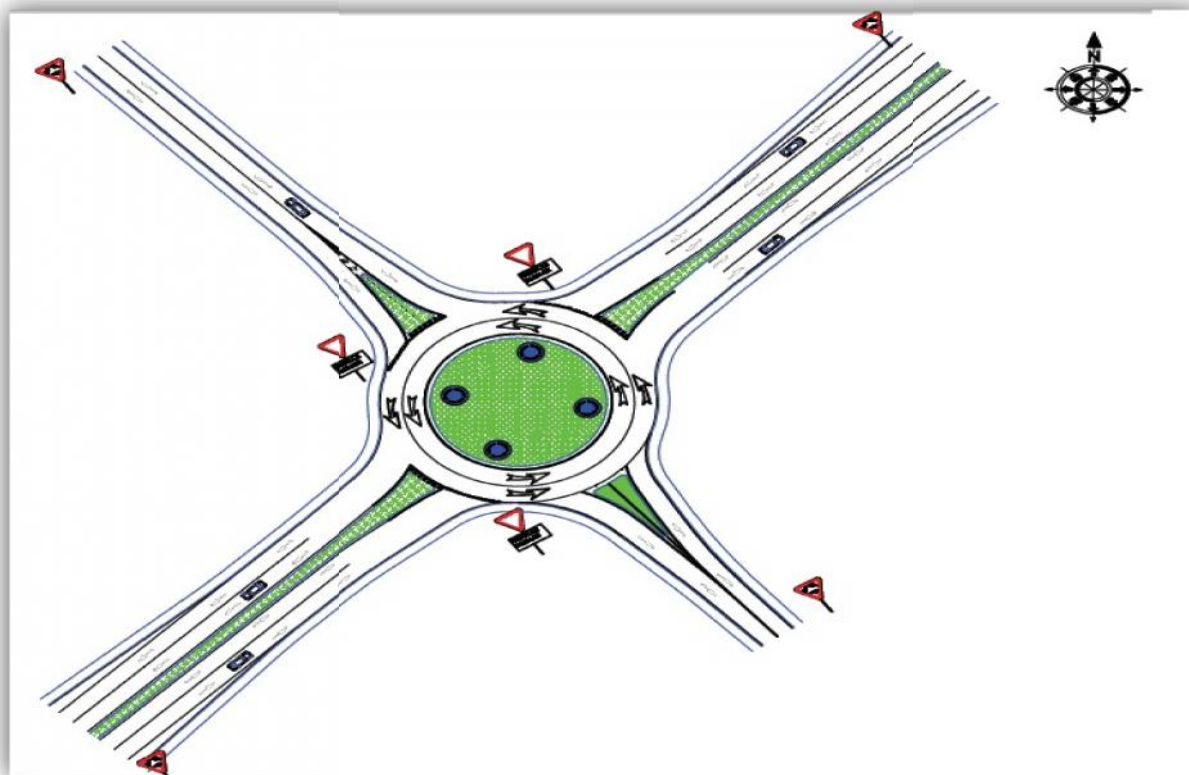
❖ Détail de signalisation du giratoire PK 1+900 :



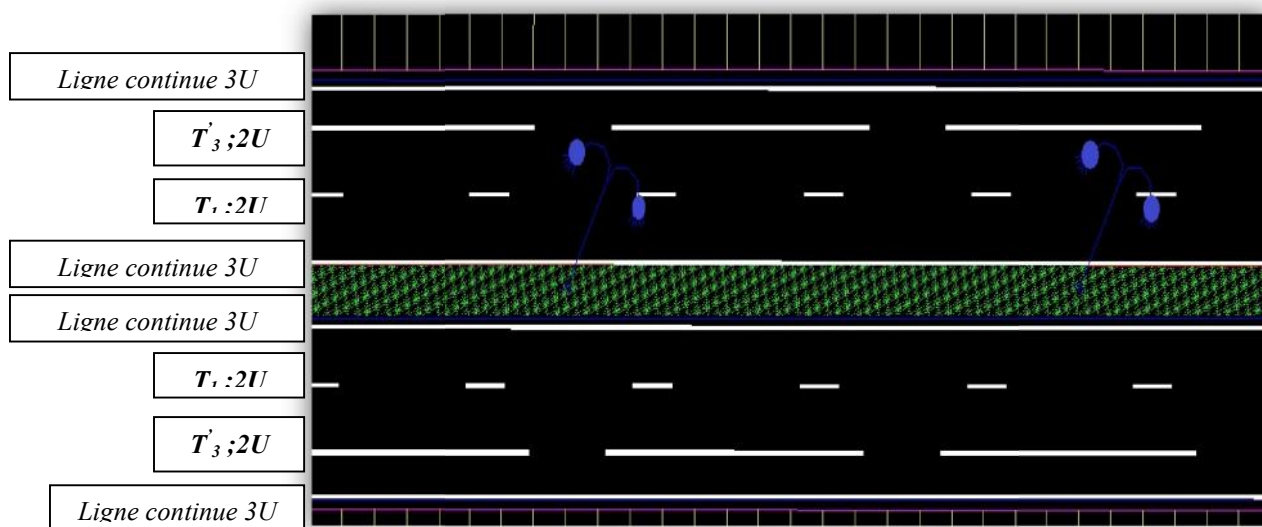
❖ Détail de signalisation du giratoire PK 3+305 :



❖ Détail de signalisation du giratoire PK 3+982 :



❖ Détail de signalisation horizontale d'une partie :



**B- Eclairage :****1) Introduction :**

*L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est –à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi pour voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).*

*Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.*

*Il existe quatre classes d'éclairage public :*

- *Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.*
- *Classe B : éclairage urbain (voierie artérielle et de distribution).*
- *Classe C : éclairage des voies dessertes.*
- *Classe D : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.*

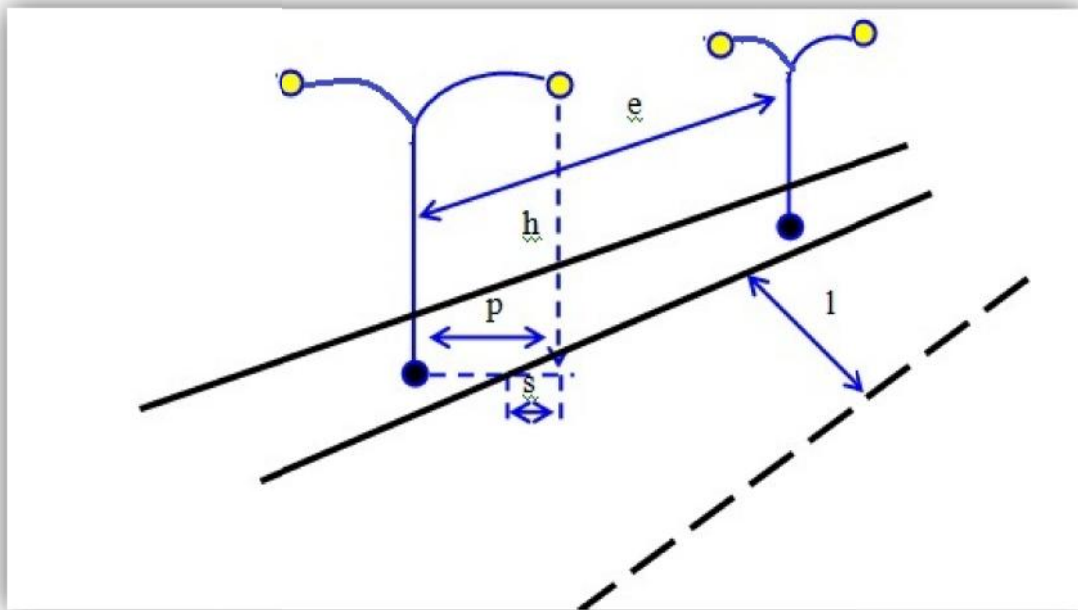
**2) Eclairage d'un point singulier :**

*Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :*

- *A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.*
- *A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.*
- *A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.*
- *A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.*

**3) Paramètre de l'implantation des luminaires :**

- ✓ *L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.*
- ✓ *La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.*
- ✓ *La largeur (l) de la chaussée*
- ✓ *Le porte à faux (p) du foyer par rapport au support.*
- ✓ *L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.*



Paramètres de l'implantation des luminaires

#### 4) Application au projet :

##### 1- Eclairage de la voie (le long de la CW233) :

Pour l'éclairage de la voie (le long de l'évitement) des lampadaires sont implantés dans le terre plein central avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

##### 2- Eclairage des trottoirs et passage pour piétons :

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux et on place des foyers de d'ordre de 12m de hauteur pour tous les sens. On prévoit aussi plusieurs foyers pour assurer un bon éclairage aux passages pour piétons placés de part et d'autre.

##### 3- Eclairage des carrefours :

Pour les carrefours dont les îlots centraux sont importants, on place en retrait de leurs courbures des foyers A, dans l'alignement de foyers B sur la bordure extérieure, pour que les usagers identifient les différentes voies d'accès (appareil défilé).

*DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATI*

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	P. U (DA)	QUANTITE	MONTANT(DA)
<b>Section 1 : TRAVEAUX PREPARATOIRES</b>					
	Acquisition des terrains	M2	1000	227202	227202000
	Abattage des arbres 20 à 40 cm	U	480	261	125280
<b>Sous totale 1</b>					<b>227 202 000</b>
<b>Section 2 :INSTALLATION DU CHANTIER</b>					
	Forfait d'amenée du matériel et d'installation de chantier	forfait	1 500 000	/	1 500 000
	Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	forfait	500 000	/	500 000
<b>Sous totale 2</b>					<b>2 000 000</b>
<b>Section 3 : TERRASSEMENT</b>					
	Decapage de la terre vegetale 20 a 30 cm	M3	80	46246.2	3699696
	Déblais en sol inutilisable mis en dépôt	M3	250	98112.1	24 528 025
	Remblais en provenance d'emprunts	M3	350	107686.3	37 690 205
<b>Sous totale 3</b>					<b>65 917 926</b>
<b>section 4 : CHAUSSEE</b>					
	Couche de forme	M3	720	37600	27 072 000
	Couche de fondation en GNT	M3	2500	32721.9	81 804 750
	Couche de base en grave bitume (2,2t/m3)	T	4500	47672.2	214 524 900
	Couche d'imprégnation (0,8kg/m2)	T	45000	86.097	3 874 365
	Couche d'accrochage (0,2à0,3kg/m2)	T	35000	32.286	1 130 010
	Couche de roulement en BB (2,3t/m3)	T	5500	15746.26	86604430
	Matériaux sélectionnés pour accotements	M3	720	7008	5 045 760
<b>Sous totale 4</b>					<b>420 056 215</b>
<b>Section 5 :Aménagements et équipements (carrefours, TPC)</b>					
	Glissière en béton	ML	7 000	11356	79492000
	Glissière en métalle	ML	3 500	11356	39746000
<b>Sous totale 5</b>					<b>119 953 000</b>
<b>Section 6 : Ouvrages d'art</b>		M2	400 000	720	288000000

				<b>Sous totale 6</b>	<b>288000000</b>
<b>Section 7 : Assainissement</b>					
Fossé en béton,	ML	2 000	11778	23 556 000	
Buses Ø=800 mm,	ML	12 500	40	500 000	
Buses Ø=1000 mm,	ML	14 000	86	1 204 000	
Buses Ø=1500 mm,	ML	23 600	26	613 600	
Dalots en béton armé (3x2)	ML	85 000	27	2 295 000	
Dalots en béton armé (4x2.5)	ML	135 000	30	4 050 000	
Dalots en béton armé (5x3)	ML	179 000	33	5 907 000	
				<b>Sous totale 7</b>	<b>38 125 600</b>
<b>Section 8 : Signalisation et éclairage</b>		<b>Forfait 5%</b>	<b>773 974 141</b>	<b>38698707.05</b>	
				<b>Sous totale 8</b>	<b>38 698 707</b>
				<b>TOTAL BRUTE</b>	<b>1 199 953 448</b>
				<b>TVA FORFAIT (17% DU TOTAL BRUTE)</b>	<b>203 992 086</b>
				<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1 403 945 534</b>

**Le montant total du projet est de :**

*Un milliard quatre cent trois millions neuf cent quarante cinq mille cinq cent trente quatre Dinars Algérien*

### *Conclusion générale :*

*Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'école nationale supérieur des travaux publics.*

*Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le PISTE, AUTOPISTE, COVADIS et l'AUTOCAD ainsi que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.*

*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 :*

- ❖ *Cours de routes de 4<sup>ème</sup> année ENSTP.*
- ❖ *Cours de 5<sup>ème</sup> année ENSTP.*
- ❖ *Cours d'hydraulique de 4<sup>ème</sup> année ENSTP.*
- ❖ *B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).*
- ❖ *Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).*
- ❖ *Les Signaux Routiers (SETRA).*
- ❖ *ENSTP : anciennes mémoires de Fin d'étude.*
- ❖ *Aménagement des carrefours (SETRA).*
- ❖ *Le POS de la ville de SAOULA.*