

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## Mémoire de Master

Présenté à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrages d'Art

Présenté par : OUELAA MEHDI & DJAMA NORHANE

---

### **Nouvelle liaison routière RN20, RN80, CW123 et la nouvelle ville de Guelma : Etude en APD**

---

Sous la direction de : Dr. BOUTELDJA FATHE

---

Juin 2023

---

# REMERCIEMENT

*Nous remercions tout d'abord **Allah** de nous avoir donné la volonté, le courage et la passion de bien mener ce travail.*

*Nous tenons à remercier en premier temps notre encadreur <<**BOUTHELJA. FATHE**>> pour l'aide qu'il a su nous transmettre. Nous le remercions également pour sa disponibilité et les conseils qui nous ont donné.*

*Nous remercions également tous les enseignants qui ont contribué à Notre formation durant notre cursus universitaire.*

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

*Nous tenons également à remercier l'ensemble de personnel de la **DTP DE LA WILAYA DE GUELMA.***

*Nous souhaitons adresser nos remerciements au corps professoral et administratif du **DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE***

## **DEDICACES**

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon DIEU qui m'a donné  
Le courage et la patience pour arriver à ce stade de fin  
D'études.*

*Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon très **cher père** (رحمه  
الله)*

*C'est avec un plaisir que je dédie ce modeste travail :  
A l'être le plus cher de ma vie **Ma mère***

*A ma précieuse sœur : **NARDJESSE***

*A mes chers frères : **ABD EL KADER et MOHAMED NIDALE***

*A mon fiancé : **AKRAM***

*A mon binôme : **OUELAA MAHDI** et mon camarade de classe :  
**CHIHAB SAIF***

*Sans oublier tous mes amis(es) avec qui j'ai passé des moments  
inoubliables durant tout mon cursus du primaire à l'université et à  
tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail.*

**NOR-HANE**

## **DEDICACES**

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon DIEU qui m'a donné  
Le courage et la patience pour arriver à ce stade de fin  
D'études.*

*C'est avec un plaisir que je dédie ce modeste travail :  
A l'être le plus cher de ma vie **Ma mère SIHAME et mon père AISSA***

*A mes chers frères : **HOUSSEM EDINNE et MOHAMED***

*A mes chers source : **IMEN ET NABILA ET HIND***

*A mon binôme : **DJAMA NORHANE***

*Sans oublier tous mes amis(es) avec qui j'ai passé des moments  
inoubliables durant tout mon cursus du primaire à l'université et à  
tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail.*

**OUELAA MEHDI**

# Le Sommaire

## Chapitre1: présentation de projet

1.1. Définition et localisation du projet .....	2
1.2. Problématique de l'étude .....	3
1.3. Objectif de l'étude.....	4

## Chapitre2: Phase-APS

2.1. Introduction .....	5
2.2. Méthode de l'étude.....	5
2.3. Localisation du couloir retenu.....	6
2.4. Description du couloir.....	7
2.5. Présentation des variantes .....	10
2.6. Conclusion.....	20

## Chapitre3 : Etude du trafic

3.1. Introduction .....	21
3.2. Notion et principe.....	21
3.3. Différents types de trafics .....	21
3.4. Analyse du trafic .....	22
3.5. Calcul de la capacité.....	24
3.6. Calcul du nombre de voies.....	27
3.7. Application à notre projet.....	27

## Chapitre4: trace en plan

4 .1 Introduction .....	31
4.2 Définition du tracé en plan.....	31
4.3 Règles à respecter dans un tracé en plan .....	31
4.4 Les éléments du tracé en plan .....	32
4.5 Combinaison des éléments de trace en plan.....	38
4.6 Notion de devers .....	40
4.7 La visibilité .....	42

4.8 Paramètres fondamentaux .....	45
4.9 Description du tracé .....	45
4.10 Exemple de calcul .....	50

### **Chapitre5: profil en long**

5.1 Introduction .....	53
5.2 Définition du profil en long .....	53
5.3 Établissement du profil en long.....	54
5.4 Indication du profil en long.....	55
5.5 Règles à respecter et les principaux paramètres de choix d'un profil en long.....	55
5.6 Déclivités.....	56
5.7 Raccordements en profil en long.....	57
5.8 Descriptions du Profil en long de la route.....	60

### **Chapitre6: Profil en travers**

6.1 Introduction .....	66
6.2 Définition .....	66
6.3 Détermination des profils en travers .....	66
6.4 Classification du profil en travers .....	66
6.5 Les éléments du profil en travers .....	67
6.6 Application au projet.....	72
6.7 Conclusion .....	72

### **Chapitre7: corps chaussee**

7.1 Introduction .....	77
7.2 Principe de la constitution des chaussées.....	77
7.3 Différents types des chaussées .....	77
7.4 Facteurs de dimensionnement de la chaussée .....	80
7.5 Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée .....	81
7.6 Méthode CBR (California Bearing Ratio) .....	81
7.8 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CCTP).....	84

## **Chapitre8: Cubatures**

8.1 Introduction.....	92
8.2 Définition des cubatures.....	92
8.3 Méthodes de calcul des cubatures.....	92
8.4 Calcul.....	95

## **Chapitre9: Assainissement**

9.1. Introduction.....	96
9.2. Objectifs de l'assainissement.....	96
9.3. Les ouvrages d'assainissement.....	96
9.4. Dimensionnement des réseaux d'assainissement.....	98
9.5 Application au projet.....	105

## **Chapitre10: Amenagement carrefours**

10.1 Définition.....	107
10.2 Différents types des carrefours.....	107
10.3 Application au projet.....	120

## **Chapitre11: SIGNALISATION et Éclairage**

11.1.Signalisation.....	122
11.1.1.Introduction :.....	122
11.1.2.L'objectif de la signalisation routière :.....	122
11.1.3.Principes de la signalisation routière :.....	123
11.1.4.Règle a respecté pour la signalisation :.....	123
11.1.5.Catégories de signalisation :.....	124
11.1.6.LES TYPES DE SIGNALISATION :.....	124
11.1.7 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MARQUES :.....	130
11.1.8.APPLICATION AU PROJET :.....	131
11.2. ECLAIRAGE :.....	133
11.2.1INTRODUCTION :.....	133
11.2.2.CATEGORIES D'ECLAIRAGE :.....	133
11.2.3L'éclairage public solaire :.....	133

11.2.4 Conclusion.....	136
------------------------	-----

## **Chapitre12: Estimation du projet**

12.1 Introduction.....	137
------------------------	-----

12.2 Devis quantitatif et estimatif .....	137
---	-----



## ***LISTE DES TABLEAUX***

### **Chapitre2: Phase-APS**

Tableau 2-1 : Comparaison des trois variantes ..... 13

Tableau 2-2 : Analyse multicritère entre les trois variantes..... 19

### **Chapitre3:Etude du trafic**

Tableau 3.1 : coefficient d'équivalence « p ». .....26

Tableau 3-2 : Valeurs de coefficient K1 .....26

Tableau 3-3 : Valeurs de coefficients de réduction de capacité K2.....26

Tableau 3-4 : Valeurs de la capacité théorique Cth .....27

Tableau 3.5 : Récapitulatif des résultats de l'étude de trafic .....30

### **Chapitre4: trace en plan**

Tableau 4-1 : Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan .....33

Tableau 4-2 : Valeurs des rayons RHm, RHn, RHd et RHnd selon B40.....35

Tableau 4-3 : Variations des distances de freinage, d'arrêt en alignement droit (d1) et en courbe (d3) selon B40.....43

Tableau 4-4 : Variations des « Ddmin » en fonction de la vitesse.....44

Tableau 4-5 : selon B40 les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse .....44

Tableau 4-6 : Valeurs de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (km/h )..45

Tableau 4-7 : Paramètres fondamentaux de la route.....45

Tableau 4-8 : Axe en plan de la branche1 .....46

Tableau 4-9 : Axe en plan de la branche2.....47

Tableau 4-10 : Axe en plan de la branche3.....49

### **Chapitre5: profil en long**

Tableau 5-1 : Déclivité maximale selon le B40 ..... 57

Tableau 5-2 : Les rayons verticaux concaves et convexes du profil en long ..... 59

Tableaux 5-3 : calcul de l'axe en long du 1ère branche ..... 60

Tableaux 5-4 : calcul de l'axe en long du 2ème branche..... 62

Tableaux 5-4 : calcul de l'axe en long du 3ème Axe..... 63

## **Chapitre7: corps chaussee**

Tableau 7-1 : Coefficient d'équivalence pour chaque matériau .....	82
Tableau 7-2 : épaisseurs réelles et équivalentes de la chaussée.....	84
Tableau 7-3 : Zones climatiques de pluviométrie .....	85
Tableau 7-4 : Choix des températures équivalentes.....	86
Tableau 7-5 : Classes des réseaux principaux.....	86
Tableau 7-6: Valeur du coefficient d'agressivité A .....	88
Tableau 7-7 : Durées de vie adoptées (fascicule N° 2 -CCTP ).....	88
Tableau 7-8 : Présentation des classes de portance des sols .....	89
Tableau 7-9 : Sur-classement avec couche de forme en matériau non traité .....	89
Tableau 7-10 : Risque adopté pour le réseau RP1 .....	90

## **Chapitre8: Cubatures**

Tableau 8-1 : Cubatures Déblai Remblai axe 2 .....	95
--	----

## **Chapitre9: Assainissement**

Tableau 9-1 : Coefficients de ruissellement.....	99
Tableau 9-2 : la variable de Gauss .....	101

## **Chapitre10: Aménagement carrefours**

Tableau 10-1 : Valeur du rayon de giratoire .....	113
Tableau 10-2 : Choix entre les différents types des bretelles.....	119
Tableau 10-3 : Caractéristiques géométriques des voies de décélération diagonal .....	120
Tableau 10-4 : Caractéristiques géométriques des voies d'insertion parallèle .....	120

## **Chapitre11: SIGNALISATION et Éclairage**

Tableau 11.1 : modulation des lignes.....	130
---	-----

## **Chapitre12: Estimation du projet**

Tableau 12.1 : estimation de projet de route .....	140
Tableau 12.2 : estimation du premier pont.....	142
Tableau 12.3 : estimation du deuxième pont .....	143
Tableau 12.4 : estimation du troisième pont .....	144
Tableau 12.5 : estimation du quatrième pont .....	145
Tableau 12.6 : estimation du cinquième pont.....	146

## ***LISTE DES FIGURES***

### **Chapitre1: présentation de projet**

Figure 1-1 : Localisation du projet.....	2
Figure 2-2 : Problématique de l'étude.....	4

### **Chapitre2: Phase-APS**

Figure 2-1: Images Google Earth Pro .....	5
Figure 2-2 : Carte Topographique et urbanistique (URBACO – 2007).....	6
Figure 2-3 : Délimitation du couloir des variantes proposées (image Google Earth Pro) .....	6
Figure 2-4 : Relief et nature des terrains du couloir des variantes.....	7
Figure 2-5 : Représentation des contraintes situées dans le couloir de l'étude.....	9
Figure 2-6 : Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 1 .....	11
Figure 2-7 : Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 2.....	12
Figure 2-8 : Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 3.....	13
Figure 2-9 : Schéma synoptique des variantes .....	14
Figure 2-10 : Conception des axes en plan des trois variantes sur Covadis .....	15
Figure 2-11 : Conception des profils en long de la première variante sur Covadis.....	16
Figure 2-12 : Conception des profils en long de la deuxième variante sur Covadis.....	17
Figure 2-13 : Conception de profil en long de la troisième variante sur Covadis .....	18

### **Chapitre3 : Etude du trafic**

Figure 3-1 : Comptages automatiques en section de route par caméras .....	23
Figure 3-2 : Comptages automatiques directionnels par caméras ou drones.....	23

### **Chapitre4: trace en plan**

Figure 4-1 : Les éléments du tracé en plan. ....	32
Figure 4-2 : Eléments de la Clothoïde. ....	37
Figure 4-3 : Courbe en S .....	39
Figure 4-4 : courbe à sommet .....	39
Figure 4-5 : courbe en $CO(R1)$ .....	40
Figure 4-6: Courbe en ovc) .....	40
Figure 4-6: Courbe en ovc.....	40

### **Chapitre5: profil en long**

Figure 5-1 : Eléments géométriques du profil en long.....	53
Figure 5-2 : Représentation graphique et nominations des éléments du profil en long.....	54
Figure 5-3 : les éléments de profil en long.....	58

Figure 5-4 :profil en long du 1ère branche .....	60
Figure 5-5 :profil en long du 2ème branche.....	61
Figure 5-6 :profil en long du 1ère tronçon de 3ème AXE .....	62
Figure 5-7 :profil en long du 2ème tronçon de 3ème AXE .....	63
Figure 5-8 :profil en long du 3ème tronçon de 3ème AXE .....	63

### **Chapitre6: Profil en travers**

Figure 6-1 : Différents types de profil en travers courant.....	67
Figure 6-2 : Les éléments constitutifs du profil en travers type.....	67
Figure 6-3 : Schématisation des différentes variations le long de l'axe en plan.....	71
Figure 6-4 : Profil en travers mixte .....	73
Figure 6-5 : Profil en travers remblai .....	74
Figure 6-6 : Profil en travers déblai .....	75
Figure 6-7 : Profil en travers mixte .....	76

### **Chapitre7: corps chaussee**

Figure 7-1 : Les éléments de la chaussée .....	77
Figure 7-2 : Schéma récapitulatif des différents types de chaussée.....	80
Figure 7-3 : la démarche du catalogue .....	85
Figure 7-4 : Matériaux traités au bitume (MTB) (fascicule 02 – CCTP).....	90
Figure 7-5 : Matériaux traités au liants hydraulique(MTLH) (fascicule 02).....	91
Figure 7-6 : Les épaisseurs des couches de la structure GL/GL .....	91
Figure 7-7 : Les épaisseurs des couches de la structure GL/GL .....	91

### **Chapitre8: Cubatures**

Figure 8-1 : Eléments d'un profil en travers .....	93
Figure 8-2 : profil en long du tracé routier.....	94

### **Chapitre9: Assainissement**

Figure 9-1 : Réseaux d'assainissement d'une chaussée routière.....	97
Figure 9-2 : Schéma d'une buse.....	10
Figure 9-3 : Schéma d'un fossé.....	103
Figure 9-4 : Schéma d'un dalot.....	104

### **Chapitre10: Aménagement carrefours**

Figure 10-1 : Photo du Carrefour du pont Salah Bay (Constantine).....	107
Figure 10-2 : Différents types de carrefours plans ordinaires (formes X, Y, T).....	108
Figure 10-3 : Triangle de visibilité des carrefours plans ordinaires.....	109
Figure 10-4 : Principe d'aménagement des carrefours sur une route à 2 voies .....	110

Figure 10-5 : Principe d'aménagement des carrefours sur les routes à 3 voies .....	110
Figure 10-6 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire .....	111
Figure 10-7 : Alignement radial des branches .....	111
Figure 10-8 : Configuration des branches d'un giratoire en Té décalé.....	111
Figure 10-9 : Configuration des branches d'un giratoire en Y .....	112
Figure 10-10 : Aménagement des passages piétons et des arrêts des transports en commun dans les carrefours giratoires.....	113
Figure 10-11 : Echangeur de forme trèfle complet .....	115
Figure 10-12 : Echangeur de forme trompette .....	115
Figure 10-13 : Echangeur de forme losange (traditionnel et indonésien).....	116
Figure 10-14 : Echangeur de forme de demi-trèfle.....	116
Figure 10-15 : Différents types de bretelles .....	119
Figure 10-16 : Voies de décélération de type parallèle.....	119
Figure 10-17 : Voies de décélération type diagonal.....	120
Figure 10-18 : Voies d'insertion parallèle .....	120

## **Chapitre11: SIGNALISATION et Éclairage**

Figure 11.1 : Panneaux verticaux triangulaire .....	127
Figure 11.2 : Panneaux de forme circulaire. ....	127
Figure 11.3 : Signaux de position des dangers.....	128
Figure 11.4 : Signaux de position des dangers.....	129
Figure 11.5 : Ligne discontinue .....	130
Figure 11.6 : Types de modulation .....	131
Figure 11.7 : flèche de rabattement.....	132
Figure 11.8 : Flèche de section. ....	132
Figure 11.9 : marquage par hachure.....	133
Figure 11.10 : signalisation du projet (Covadis).....	134
Figure 11.11 : signalisation du projet (Covadis).....	134
Figure 12.11 : signalisation du projet (Covadis).....	134
Figure 11.12 : signalisation du projet (Covadis).....	135
Figure 11.13 : signalisation du projet (Covadis).....	135
Figure 11.14 : exemple de système d'éclairage solaire.....	137
Figure 11.15 : les composants de système d'éclairage public. ....	138

## Résumé

Le tronçon routier de la RN80 entre le grand carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader et l'intersection avec la route de Belkheir (au niveau de l'usine Cycma) pose de nombreux problèmes aux automobilistes qui empruntent cette route très fréquentée par les poids lourds. Cet axe routier est le seul moyen de relier la RN20 à la fois à la RN80 au carrefour giratoire de la cité Khalla et à la CW123 au carrefour de l'hôpital mère et enfant. Chaque année, le trafic routier, en particulier le nombre de poids lourds de grand tonnage, augmente continuellement en raison du trafic de transit, de la présence de plusieurs zones d'activités, de la construction de la nouvelle cité AADL de Hdjar Mangoub, des carrières le long de la CW123 et de l'expansion sud de la ville de Guelma. Les nuisances sonores et les dangers causés par le passage de ces poids lourds en milieu urbain sont des problèmes supplémentaires qui justifient la recherche d'une solution durable à cette situation.

L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle liaison routière qui permet de fluidifier la circulation routière sur cet axe et éloigner la circulation des poids lourds du milieu urbain.

Une solution potentielle serait de construire une nouvelle route reliant la RN20 à la CW123, contournant ainsi la zone urbaine et permettant aux poids lourds d'éviter de passer à travers la ville de Guelma. Cette nouvelle route pourrait être conçue avec des caractéristiques spécifiques pour accommoder le trafic des poids lourds, telles que des voies de dépassement dédiées et des aires de stationnement pour les camions. En outre, des études de faisabilité devraient être menées pour évaluer les différents tracés possibles, les coûts de construction, les impacts environnementaux et les avantages potentiels. La coordination entre les autorités locales, les entreprises et les résidents est également essentielle pour assurer la réussite de ce projet et son acceptation par la communauté. Il convient de noter que ce n'est qu'un exemple et qu'une étude plus détaillée est nécessaire pour évaluer la faisabilité et les détails spécifiques d'une nouvelle liaison routière dans cette région.

Mot-clé : Liaison routière, RN20, RN80, CW123, nouvelle ville, APD

## الخلاصة

يواجه السائقون الذين يستخدمون الطريق الوطنية رقم 80 بين الدوار الكبير لمدينة أمير عبد القادر وتقاطع طريق بلخير (عند مصنع سيكما) العديد من المشاكل نتيجة الشاحنات التي تزدحم هذه الطريق المزدهمة. هذا المحور الطرقي هو الوسيلة الوحيدة لربط الطريق الوطني رقم 20 بكل من الطريق الوطني رقم 80 في الدوار الكبير لمدينة خلة والطريق الولائي رقم 123 في دوار مستشفى الأم والطفل. كل عام، يزداد حجم حركة المرور، وخاصة عدد الشاحنات ذات الحمولة الكبيرة، بشكل مستمر بسبب حركة العبور، ووجود عدة مناطق نشاطات اقتصادية، وبناء المدينة الجديدة للإسكان العمومي في حجار منقوب، والمقالع على طول الطريق الولائي رقم 123، والتوسعة الجنوبية لمدينة قالمة. الضوضاء والمخاطر الناجمة عن مرور هذه الشاحنات في البيئة الحضرية هي مشاكل إضافية تبرر البحث عن حل مستدام لهذا الوضع.

هدف هذا العمل هو اقتراح رابط طرقي جديد يسهل حركة المرور على هذا الطريق ويبعده عن البيئة الحضرية. إحدى الحلول المحتملة هي بناء طريق جديد يربط الطريق الوطني رقم 20 بالطريق الولائي رقم 123، وبذلك يتجنب الشاحنات المرور عبر مدينة قالمة. يمكن تصميم هذا الطريق الجديد بميزات خاصة لاستيعاب حركة الشاحنات، مثل ممرات التجاوز المخصصة ومناطق وقوف الشاحنات. علاوة على ذلك، يجب إجراء دراسة على الأقلية متعمقة لتقييم المسارات الممكنة المختلفة، وتكاليف البناء، والتأثيرات البيئية، والفوائد المحتملة. ومن الضروري أيضاً التنسيق بين السلطات المحلية والشركات والسكان لضمان نجاح هذا المشروع وقبوله من قبل المجتمع. يجب أن يتم الإشارة إلى أن هذا هو مجرد مثال وأنه يتطلب دراسة أكثر تفصيلاً لتقييم الجوانب الفنية والتفاصيل المحددة لرابط طرقي جديد في هذه المنطقة.

كلمات مفتاحية: رابط طرقي، الطريق الوطني 20، الطريق الوطني 80، الطريق الإقليمية 123، المدينة الجديدة، الدراسة الأولية



## **Abstract**

The road section of RN80 between the large roundabout of Cité Amir Abdelkader and the intersection with Belkheir Road (near the Cycma factory) presents numerous challenges for motorists who travel on this heavily trafficked route, particularly due to the presence of heavy goods vehicles. This road is the only link connecting RN20 with both RN80 at the roundabout of Cité Khalla and CW123 at the intersection of the Mother and Child Hospital. The annual traffic, especially the number of heavy trucks, continues to increase due to transit traffic, multiple industrial zones, the construction of the new AADL housing development in Hdjar Mangoub, quarries along CW123, and the southward expansion of Guelma.

The excessive noise and dangers caused by heavy trucks passing through urban areas are additional issues that justify finding a sustainable solution to this problem.

The objective of this project is to propose a new road connection that can improve traffic flow along this axis and redirect heavy vehicle traffic away from urban areas.

One potential solution would be to construct a new road connecting RN20 to CW123, bypassing the urban zone and allowing heavy trucks to avoid passing through the city of Guelma. This new road could be designed with specific features to accommodate heavy vehicle traffic, such as dedicated overtaking lanes and truck parking areas.

Furthermore, feasibility studies should be conducted to evaluate different possible routes, construction costs, environmental impacts, and potential benefits. Effective coordination among local authorities, businesses, and residents is also crucial to ensure the success of this project and its acceptance by the community.

It should be noted that this is just an example, and a more detailed study is required to assess the feasibility and specific details of a new road connection in this region.

Keywords: Road link, RN20, RN80, CW123, new town, APD

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

### Introduction générale

Le trafic routier sur le tronçon de la RN80 entre le grand carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader et l'intersection avec la route de Belkheir pose de nombreux problèmes dans cette zone de la ville. En effet, ce tronçon connaît fréquemment des embouteillages puisqu'il est le seul point de liaison entre RN20 et RN80 au niveau du carrefour giratoire de la cité Khalla et la CW123 au niveau du carrefour de l'hôpital « Mère et Enfant ». Le trafic routier des poids lourds est en continuelle augmentation annuelle sur cet axe routier à cause du trafic de transit (Skikda – Guelma - Tebessa) et la présence de zones d'activités économiques de Guelma.

L'objectif de notre travail de PFE est de trouver une solution pérenne à cette problématique en proposant l'étude d'une nouvelle liaison routière qui permet de fluidifier la circulation routière sur cet axe et contourner la circulation des poids lourds du milieu urbain. Cette nouvelle route permettra de faciliter la circulation et d'assurer une liaison rapide entre le grand giratoire et la nouvelle ville de Guelma.

Dans le premier chapitre de ce mémoire nous avons présenté globalement le projet. La localisation, la problématique et les objectifs du projet sont clairement décrites afin de mieux cerner le projet.

Le deuxième chapitre présente l'étude d'avant-projet sommaire qui permet de définir le tracé le plus approprié et le plus économique pour notre nouvelle liaison routière. L'analyse multicritères a permis de dégager la variante la plus avantageuse.

La variante avantageuse a fait l'objet d'étude d'avant-projet détaillé dans la suite des chapitres où le troisième chapitre est consacré à l'étude du trafic.

Les chapitres 4, 5 et 6 présentent l'étude géométrique du tracé proposé de la route selon les règles techniques Algériennes du B40.

Le chapitre sept expose le dimensionnement du corps de chaussée de la route proposé où deux structures de chaussée ont été étudiées.

Les chapitres 8 et 9 présentent respectivement les calculs des cubatures et le dimensionnement des ouvrages d'assainissement.

Dans le chapitre 10, l'étude de deux carrefours dénivelés a été réalisée ; le premier au niveau de l'intersection du nouveau axe avec le RN80 et le deuxième au niveau de l'intersection avec le CW123.

Le chapitre 11 a été consacré à la signalisation horizontale et verticale ainsi que l'éclairage.

Enfin le dernier chapitre présente le devis quantitatif et estimatif de la nouvelle route et le mémoire est terminé par une conclusion générale qui résume le travail réalisé

# CHAPITRE 1

## PRÉSENTATION DU PROJET

## 1.1. Définition et localisation du projet

Notre projet de fin d'étude consiste à étudier la possibilité de créer un nouveau axe routier de la route nationale N°80 (RN 80) au niveau de la zone péri-urbaine de la ville de GUELMA. Ce nouveau axe permet la déviation du trafic routier de transit provenant de la RN 21 (Annaba) et RN 20 (Constantine – Skikda) et qui se dirige :

- vers la commune de Sedrata (wilaya de Souk Ahras) en passant par les communes de Khezara, Bouhachana et Ain Sendel (sens aller-retour sur la RN 80).
- vers la commune de Ain Larbi dans wilaya de Guelma (sens aller-retour sur la CW123).
- Vers le nouveau pôle urbain de la ville de Guelma (nouvelle ville) qui est relié par un grand boulevard avec la CW 162 qui mène à la commune de Bendjerah.

La localisation du projet est présentée dans l'image Maps suivante.

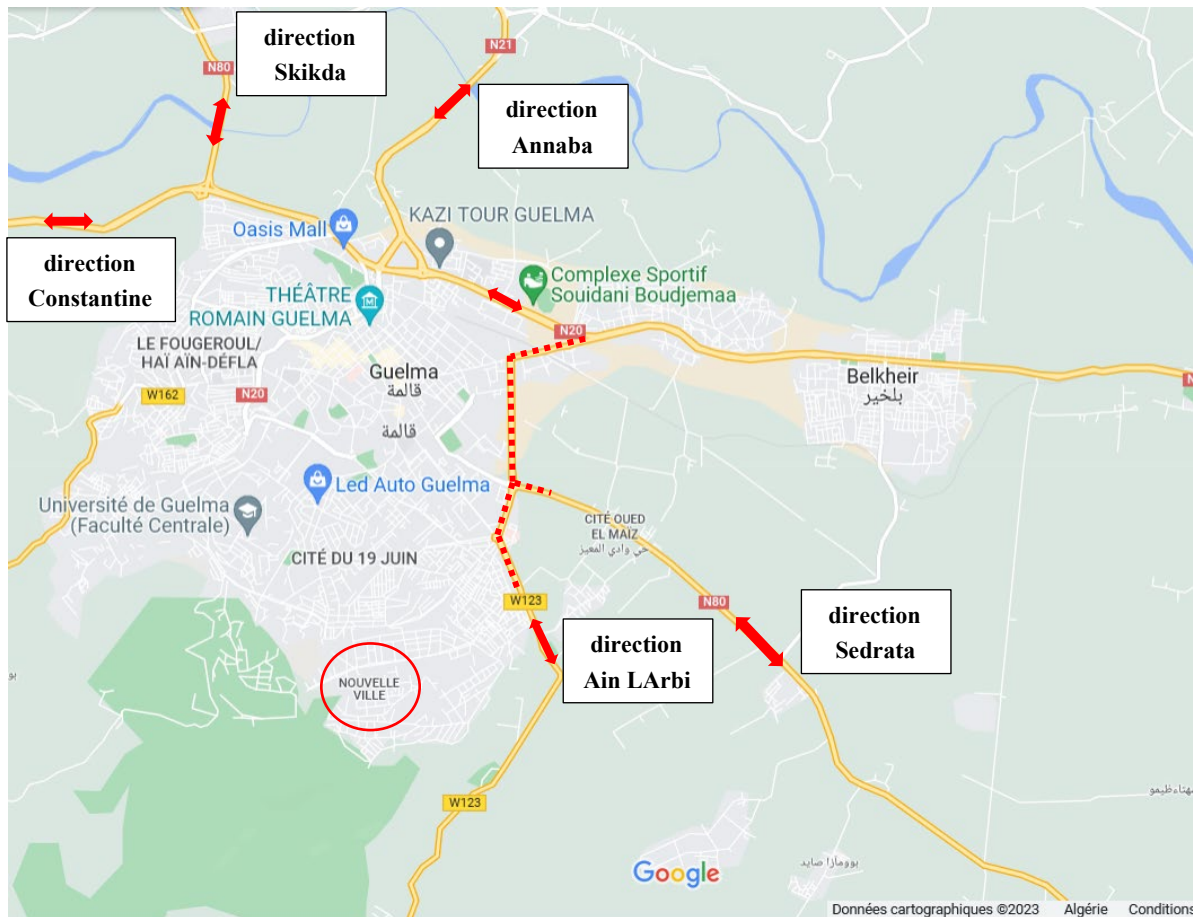


Figure 1-1 : Localisation du projet

## 1.2. Problématique de l'étude

Le tronçon routier de la RN80 situé entre le grand carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader et l'intersection avec la route de Belkheir (au niveau de l'usine Cycma) constitue un casse-tête pour les automobilistes qui empruntent cet axe routier très fréquenté par les poids lourds. En effet, ce tronçon routier connaît tous les jours un trafic dense et des embouteillages car c'est le seul point de liaison entre la RN 20 avec la RN 80 au niveau du carrefour giratoire de la cité Khalla et la CW 123 au niveau du carrefour de l'hôpital « Mère et Enfant » ainsi que la nouvelle ville de Guelma.

Le trafic routier notamment le nombre de poids lourds de grand tonnage est en continuelle augmentation annuelle sur cet axe routier à cause :

- du trafic de transit dans le sens aller-retour (Skikda → Guelma → Sedrata → Tebessa),
- la présence de plusieurs zones d'activités sur la RN 80 (usines, terres agricoles, ...)
- la développement de nouveaux pôles urbains (la nouvelle cité AADL de Hdjar Mangoub),
- les carrières des agrégats présentes sur la CW123,
- l'extension sud de la ville de Guelma et sa liaison avec la commune de Ben Djerah et les carrières situées dans cette zone.

Les nuisances sonores et le danger provoqués par le passage de ces poids lourds en milieu urbain sont des causes complémentaires qui justifient la recherche d'une solution pérenne à cette problématique.

L'image satellite de Google Earth présente le tronçon de la route concerné par cette étude.

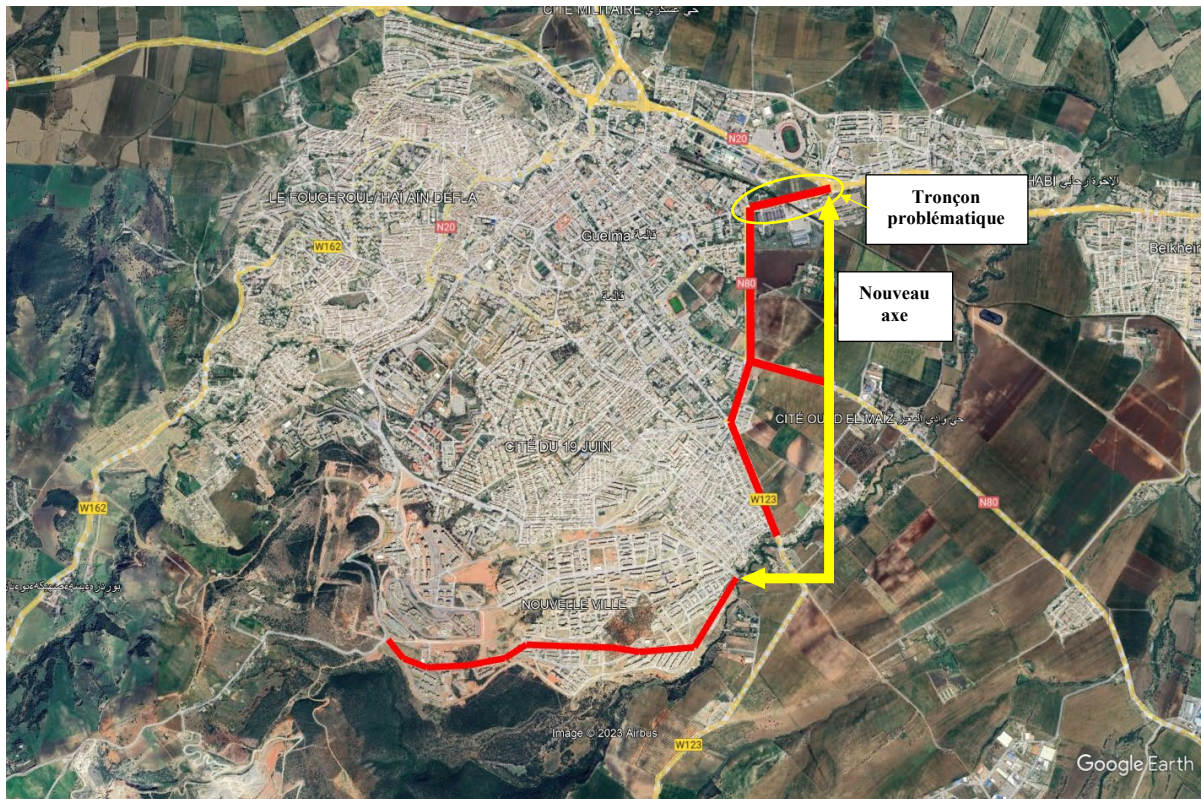


Figure 2-2 : Problématique de l'étude

### 1.3. Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle liaison routière qui permet de fluidifier la circulation routière sur cet axe et éloigner la circulation des poids lourds du milieu urbain.

La nouvelle route permet de faciliter la circulation et acheminement des différentes marchandises ce qui permet de stimuler l'économie locale en créant de nouvelles opportunités d'affaires aux services des résidents de la ville. Elle contribue également à l'amélioration de la qualité de vie de ses habitants et assurer une liaison rapide entre le grand giratoire et la nouvelle ville de Guelma.

# CHAPITRE 2

## PHASE AVANT-PROJET SOMMAIRE



## 2.1. Introduction

La phase Avant-projet sommaire (APS), consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure notamment la recherche des couloirs de passage ; et de définir le tracé le plus approprié et le plus économique et de préciser le cadre de dimensionnement applicable au projet.

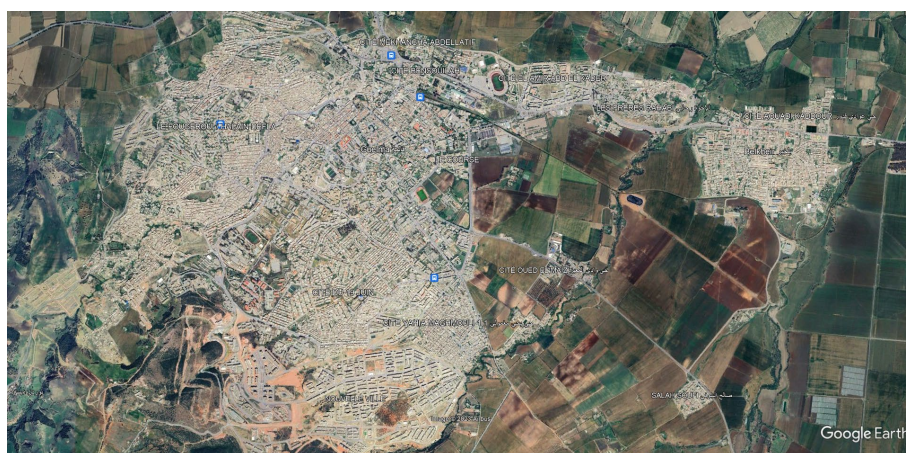
La conclusion de cette étape consiste à tirer une proposition plus ou moins avantageuse afin de passer à une étude très spécifique et très détaillée, dite étude d'avant-projet détaillé (APD). Pour cela, on devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivants :

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

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

## 2.2. Méthode de l'étude

Les tracés des variantes au stade de l'APS est réalisé sur la base des documents de cartographie (carte topographique) et des images satellite. Dans notre cas, nous avons utilisé les images de Google Earth Pro et une carte urbanistique et topographique réalisé par URBACO – Constantine en 2007. Le choix des variantes est arrêté en tenant compte des exigences répondant, d'une part, aux critères socioéconomique, techniques et environnementaux, et d'autre part, aux contraintes topographiques et urbanistique.



**Figure 2-1:** Images Google Earth Pro

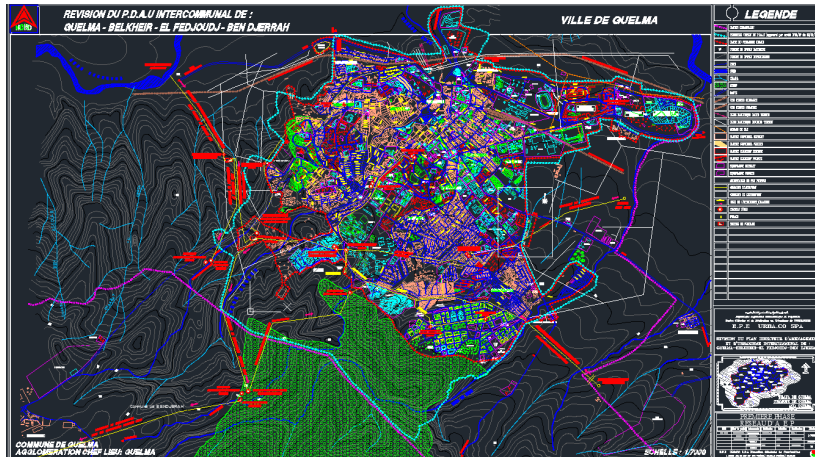


Figure 2-2 : Carte Topographique et urbanistique (URBACO – 2007)

### 2.3. Localisation du couloir retenu

Le couloir retenu des variantes s'étend sur une surface d'environ 3,24 km<sup>2</sup> pour un périmètre de 8,52 km comme montré sur la figure 2-3. Ce couloir a été choisi en fonction du point de départ situé au niveau du carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader (point haut gauche) et la nouvelle ville de Guelma (point bas à gauche) en passant par la RN 80 et CW123.

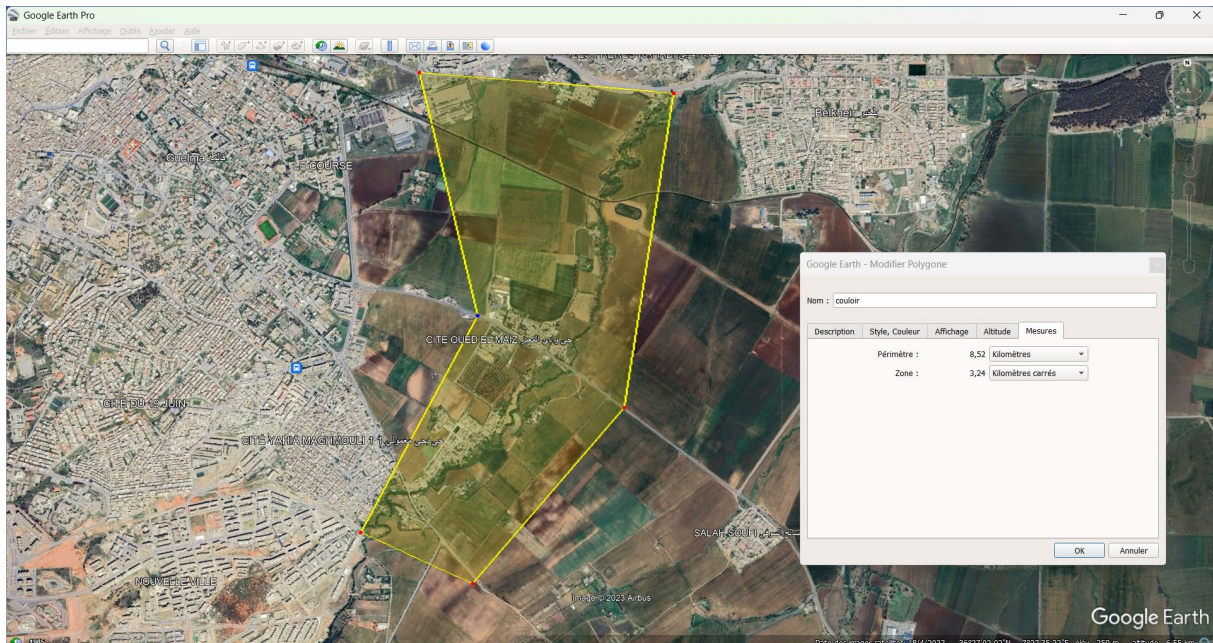


Figure 2-3 : Délimitation du couloir des variantes proposées (image Google Earth Pro)

## 2.4. Description du couloir

### 2.4.1. Relief

La topographie du terrain formé par le couloir du projet est caractérisée par un relief très peu vallonné du début de projet (nord) à la fin du projet (sud) avec des pentes moyennes du terrain naturel autour de 3%. Les altitudes min et max sont respectivement 231m et 325m soit un gain d'élévation d'environ 93m entre le début et la fin du projet sur l'axe médian du couloir.

Les terrains traversés sont en majeure partie des champs cultivés de nature agricole.

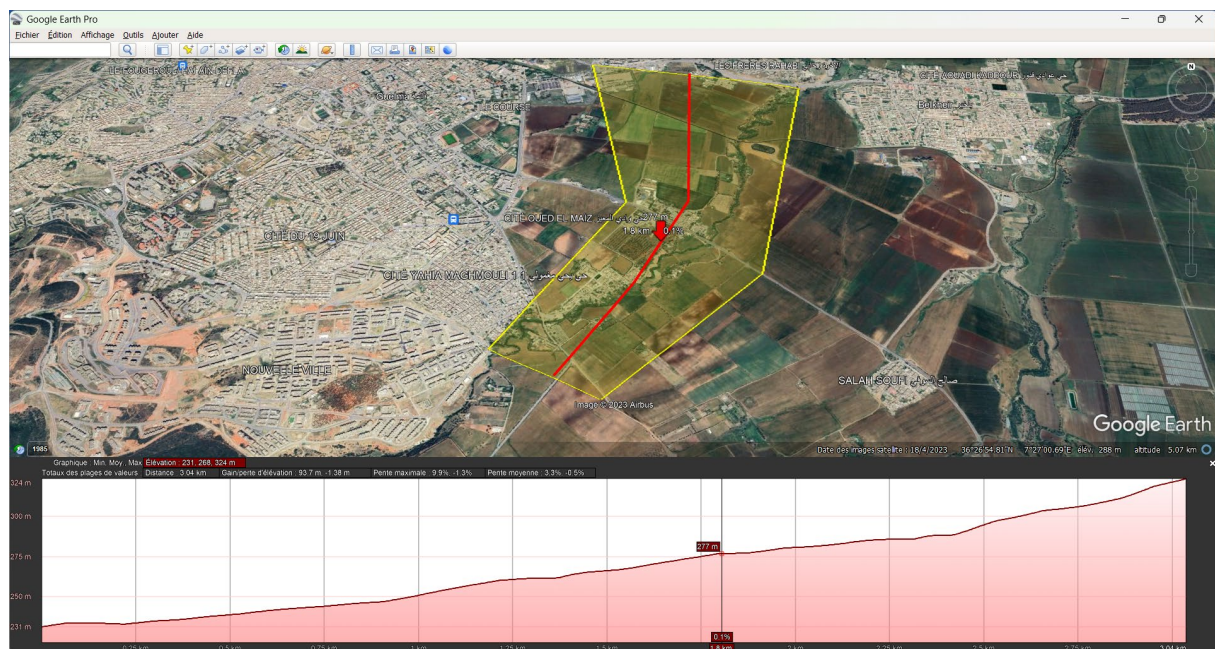


Figure 2-4 : Relief et nature des terrains du couloir des variantes

### 2.4.2. Contraintes et réseaux divers

La conception d'un nouveau tracé routier est conditionnée par l'existence de contraintes et des réseaux divers sur les terrains traversés. Les visites sur terrain visant à identifier les contraintes gênant le passage de la future liaison, plusieurs contraintes de natures variées sont recensées. Il s'agit principalement :

- Le carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader qui doit rester fonctionnel après la conception des variantes.
- Les habitations et les exploitations agricoles, ... etc.
- La ligne de chemin de fer Bouchegouf vers Elkhroub via la ville de Guelma. Son tracé doit être conservé sans modification car elle va être prochainement réhabilitée.
- La piste de l'aérodrome de Guelma.
- Oued Maiz et les autres petits cours d'eau naturels.
- Les conduites d'eau potable et l'emplacement des forages.

- Les lignes électriques de moyenne tension.
- Les arbres fruitiers et les arbres d'aspect paysager qui doivent être préservés.

L'ensemble de ces contraintes sont illustrées dans la figure suivante. L'ensemble de ces éléments seront pris en compte dans la proposition des axes des variantes.

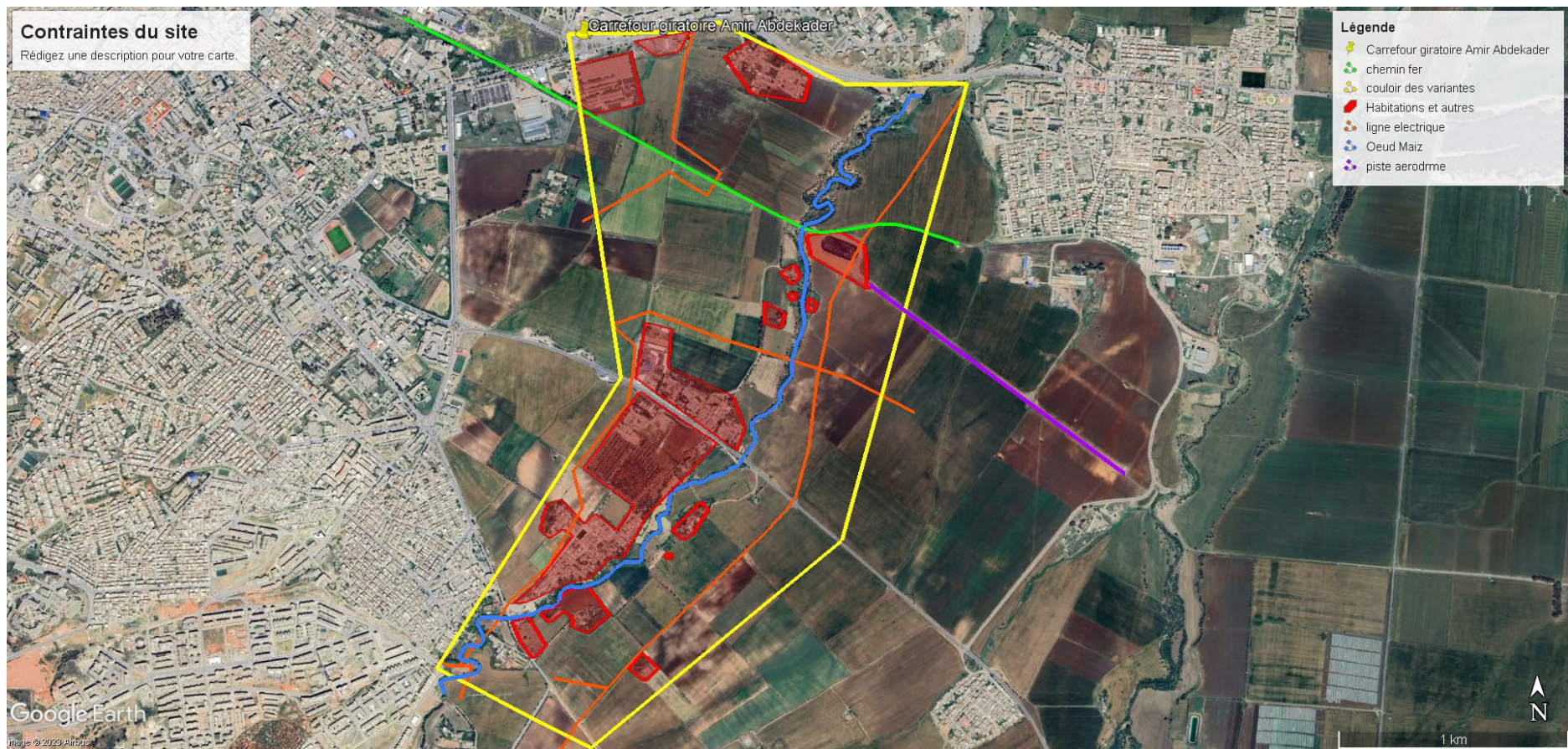


Figure 2-5 : Représentation des contraintes situées dans le couloir de l'étude

## 2.5. Présentation des variantes

Dans cette partie et sur la carte de Google Earth Pro, nous avons projeté trois tracés différents afin de retenir la variante la plus avantageuse qui répond aux critères techniques et économiques.

### 2.5.1. Variante 1

Le tracé de la variante 1 de **3300+525 m** de long, illustrée en rouge, débute au niveau des deux giratoires de la cité Amir Abdelkader sur la RN 20. La branche de gauche qui mène vers le premier carrefour assure uniquement le passage du trafic dans le sens Constantine (aller-retour). En revanche, la brache qui mène vers le deuxième carrefour permet d'avoir une liaison avec le trafic provenant de Belkheir (aller-retour sens Souk Ahras). Les deux branches se fusionne dans une seule branche plus loin sur l'axe (à 650 m environ). Cette dernière branche continue tout droit en traversant les terres agricoles et croise la RN 80 à proximité d'une station d'essence puis elle continu a monté le relief sur les champs jusqu'au croisement avec la CW 123 à proximité du premier cimetière d'Oued Maiz. Ensuite, le tracé se raccorde avec le grand boulevard de la nouvelle ville après le croisement à plusieurs reprises d'oued Maiz (lit de l'oued très sinueux).

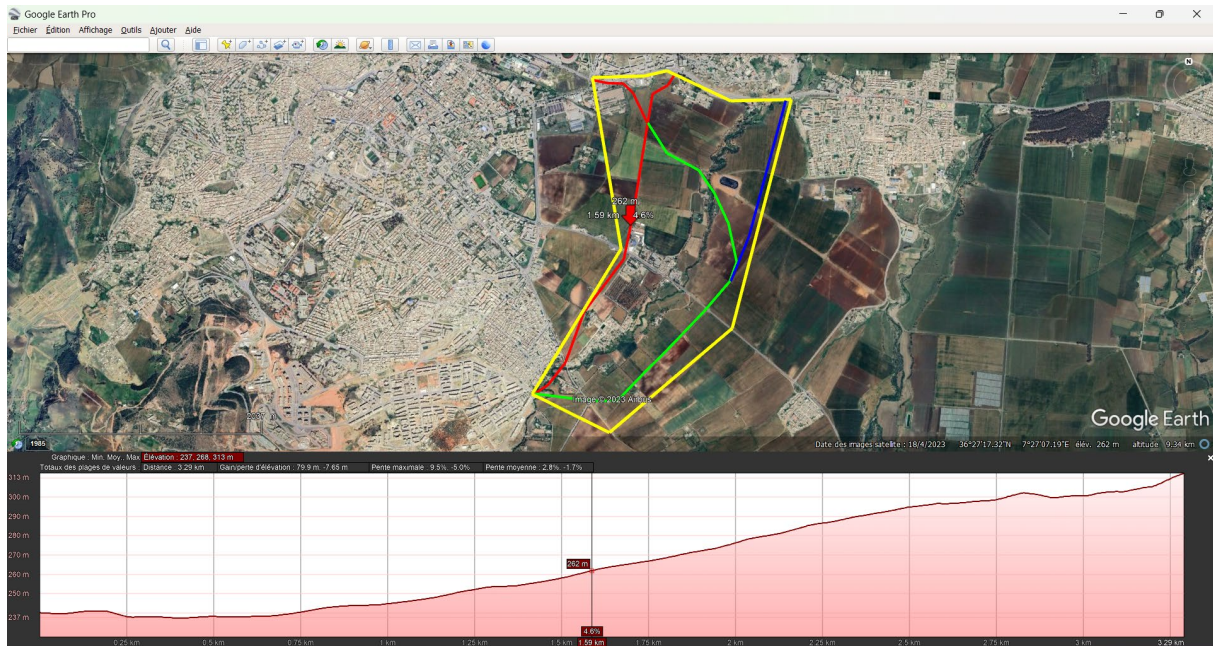
En raison de la topographie peu vallonnée du site traversé par le tracé en plan, cette variante a été projetée sur le logiciel Covadis avec 8 courbes planes (virages) avec des raccordements progressifs sous forme de clothoïdes. Pour la première branche de la route reliant le carrefour de la cité Amir Abdelkader avec le nouveau carrefour de l'axe créé les rayons sont dans l'ordre : 200 m, 100 m et 1000 m. Pour la deuxième branche qui mène au deuxième giratoire les rayons sont : 250 m et 150 m. Pour le reste du tronçon les rayons sont : 400 m, 500 m et 450 m.

Pour le profil en long, la déclivité maximale est de 3% avec des rayons verticaux minimales en angle saillant de 1200 m et en angle rentrant 2100 m.

Pour cette première variante, on peut considérer les sous variantes suivantes :

- Sous variante avec passage supérieur ou inférieur (pont ou trémi) en dessus ou dessous du carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader en début de projet.
- Sous variante sans passage supérieur ou inférieur en début de projet ce qui permet de supprimer la deuxième branche qui mène au deuxième giratoire car l'accès au nouveau axe du trafic provenant de Belkheir sera possible à partir du premier giratoire.

- Sous variante avec le début du projet au niveau du deuxième carrefour ce qui permet de supprimer la première branche qui mène au premier giratoire car l'accès au nouveau axe du trafic provenant du sens Constantine-Annba-Skikda et du sens Belkheir sera possible directement à partir du deuxième giratoire.



**Figure 2-6 : Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 1**

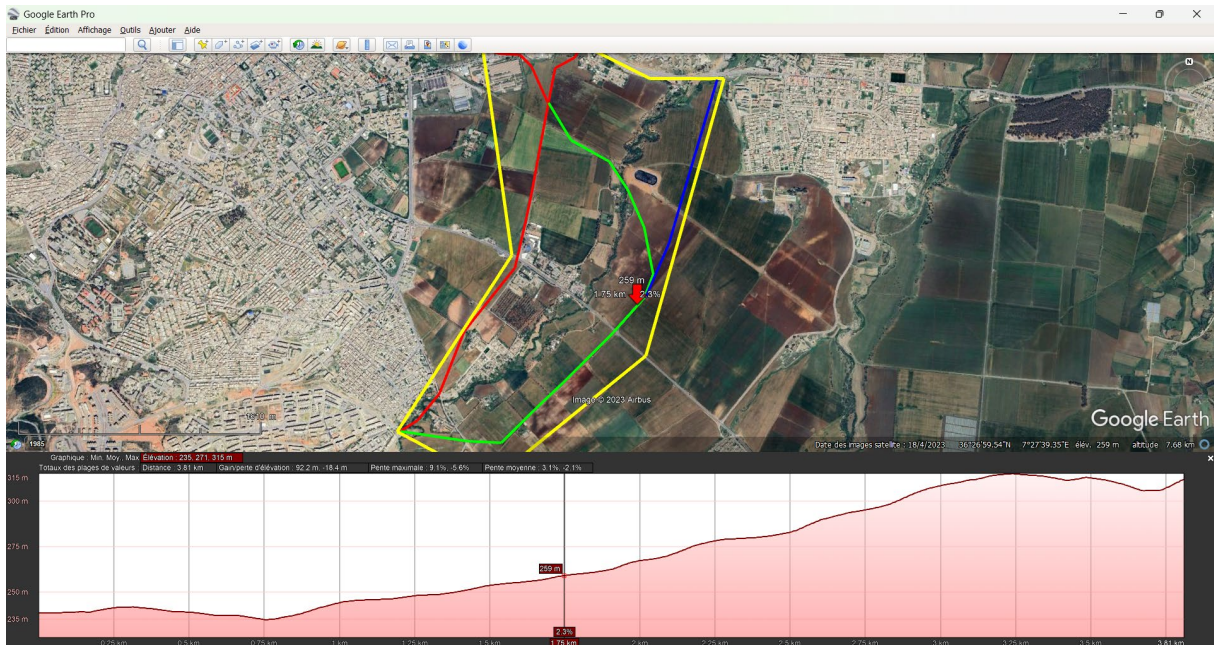
## 2.5.2. Variante 2

Le tracé de la variante 2 de **4500+525 m** de long, illustré en couleur verte, est identique à la variante 1 pour les deux branches de début de projet puis il bifurque à droite et suit le tracé du chemin de fer sur environ 350 m (en parallèle). Ensuite, le tracé traverse Oued Maiz à proximité de la nouvelle retenue d'eau réalisée pour la prévention contre les feux de forêt. Cela est avantageux car il permet un accès rapide aux troupes de pompiers et aussi pour le ravitaillement des avions de lutte contre les incendies. L'axe continu tout droit en traversant les terres agricoles et croise la RN 80 puis la CW 123 à proximité du premier cimetière d'Oued Maiz. Ensuite, le tracé se raccorde avec le grand boulevard de la nouvelle ville en traversant en une seul point oued Maiz.

Cette variante a été projetée sur le logiciel Covadis avec 8 virages avec des raccordements progressifs sous forme de clothoïdes. Les deux premières branches sont identiques à la variante 1. Pour le reste de l'axe les rayons sont : 850 m, 650 m et 300 m.

Pour le profil en long, la déclivité maximale est de 3,5% avec des rayons verticaux minimaux en angle saillant de 1200 m et en angle rentrant 2100 m.

Pour cette variante 2, on peut considérer les mêmes sous variantes précédentes de la variante 1 car les deux variantes ont les deux premières branches en commun.



**Figure 2-7 :** Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 2

### 2.5.3. Variante 3

Le tracé de la variante 3 de **3800 m** de long, illustré en partie en couleur bleu, débute plus loin sur la RN 20 à environ 1,7 km par rapport au point de début des variantes 1 & 2. Il commence exactement au carrefour giratoire situé entre la cité Amir Abdelkader et la commune de Belkheir (carrefour du marché hebdomadaire de Guelma). L'axe de la route traverse les terres agricoles et coupe le chemin de fer ainsi que la piste de l'aérodrome de Guelma pour rejoindre enfin le tracé de la variante 2 avant le croisement avec la RN 80. La suite du tracé est identique à la variante 2.

Cette variante a été projetée sur le logiciel Covadis en 3 virages avec des raccordements progressifs sous forme de clothoïdes. Les rayons sont : 1400 m, 600 m et 250 m.

Pour le profil en long, la déclivité maximale est de 4% avec des rayons verticaux minimaux en angle saillant de 8500 m et en angle rentrant 9000 m.

Aucune sous variante a été considérée pour cet axe.



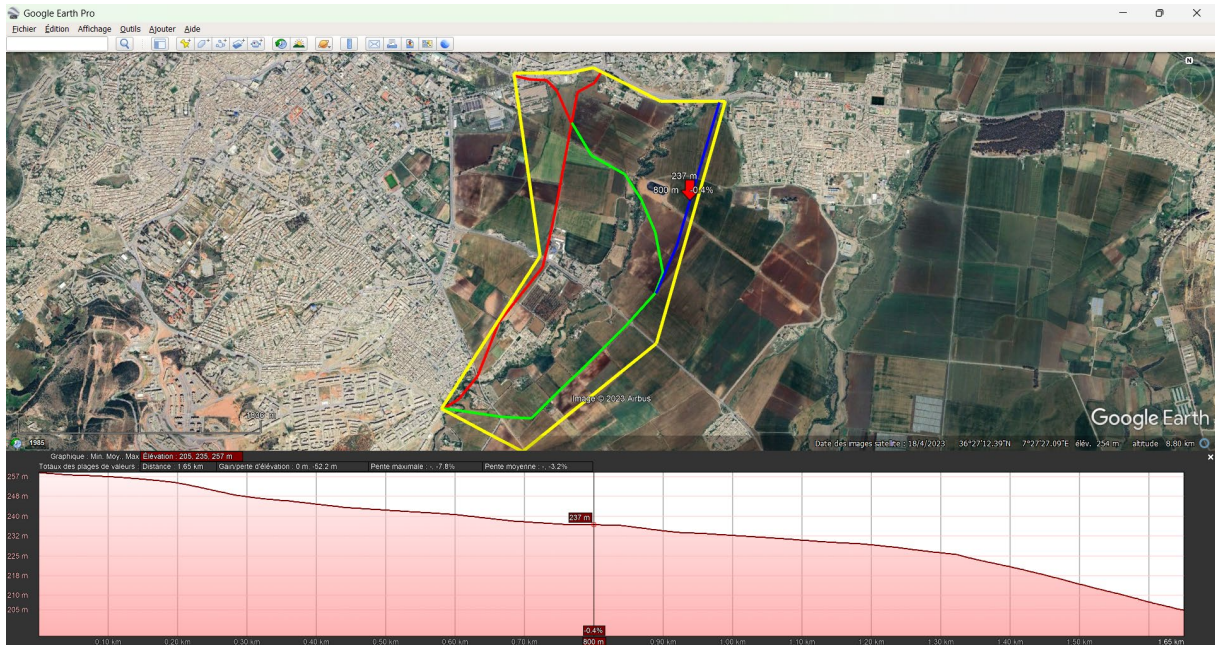


Figure 2-8 : Axe en plan et profil terrain naturel de la variante 3

Tableau récapitulatif des propriétés des trois variantes proposées :

Désignations	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Longueur totale (m)	3300+525	4500+525	3800
Rayon minimal utilisé dans le tracé en plan (m)	100	100	250
Déclivité maximale (%)	3	3.5	4
Volume des remblais (m <sup>3</sup> )	26297	58981	33520
Volume des déblais (m <sup>3</sup> )	54787	80821	106523
Hauteur maximale de déblai (m)	2,5	2,5	5,0
Hauteur maximale de remblai (m)	3,5	6,3	4,3
Nombre d'ouvrages d'art	4	6	4

Tableau 2-1 : Comparaison des trois variantes

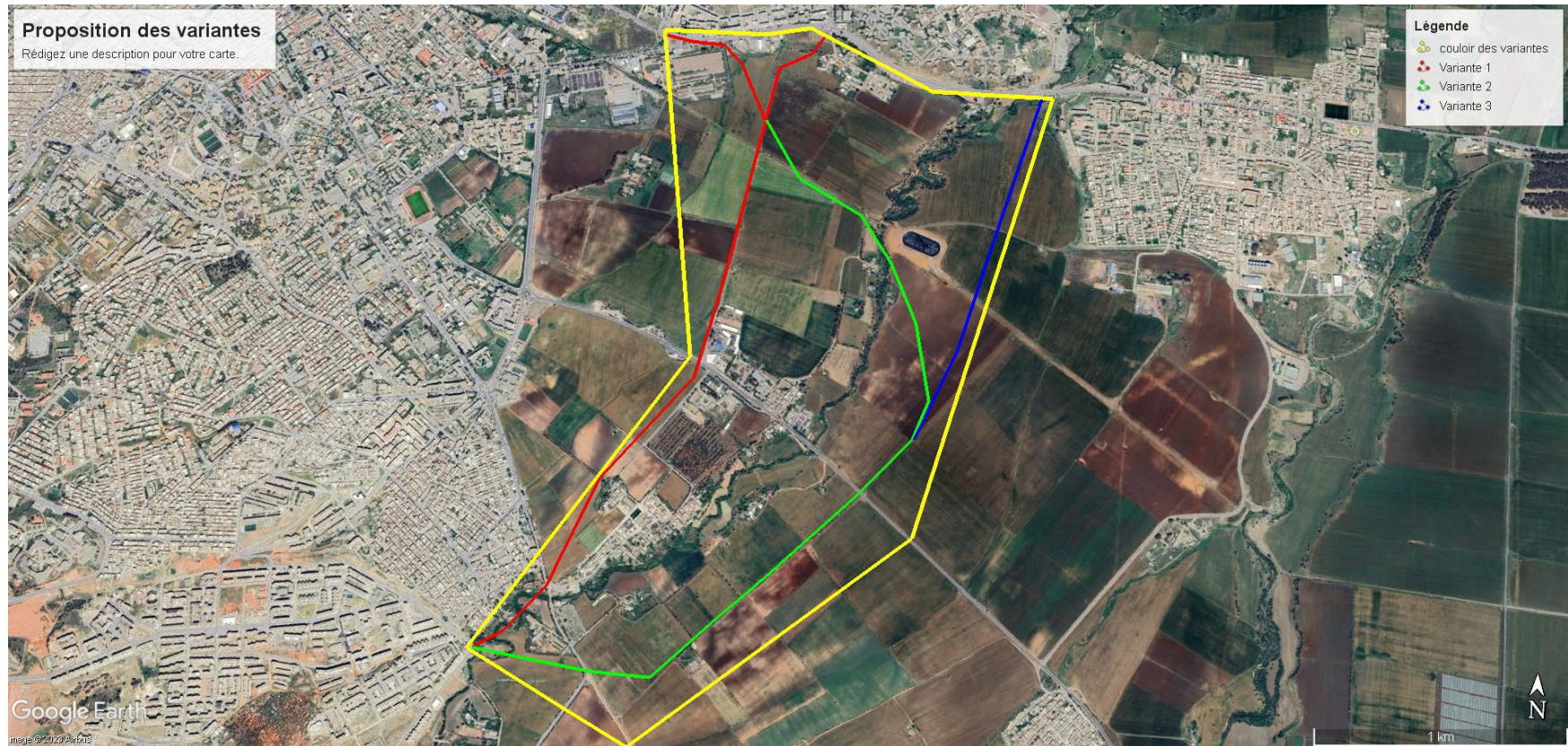


Figure 2-9 : Schéma synoptique des variantes

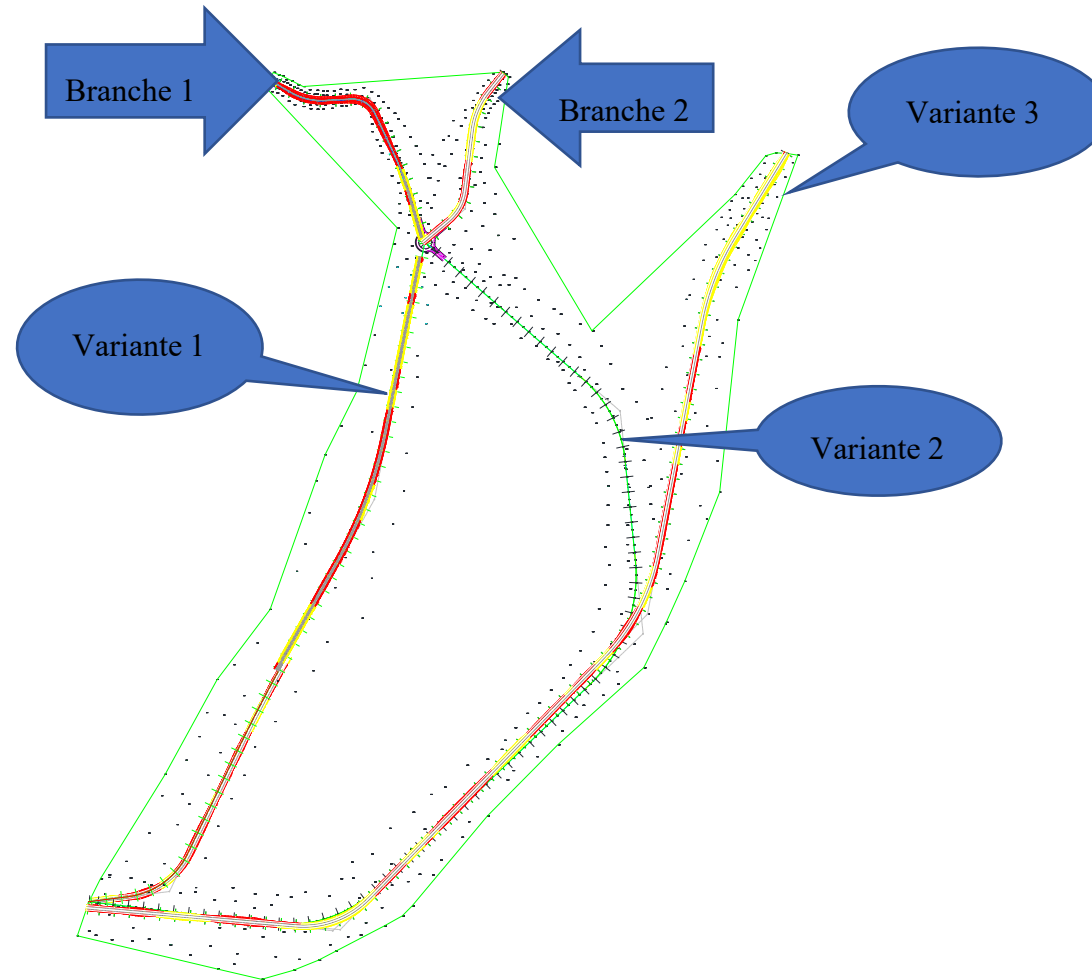
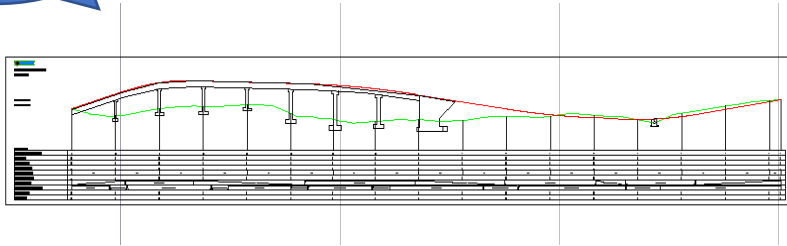
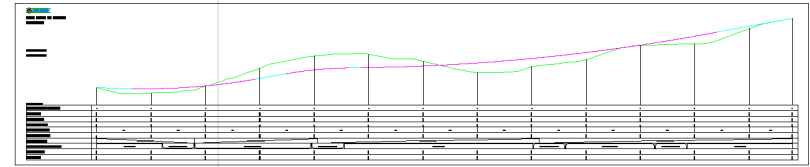


Figure 2-10 : Conception des axes en plan des trois variantes sur Covadis

Branche 1



Branche 2



Variante 1

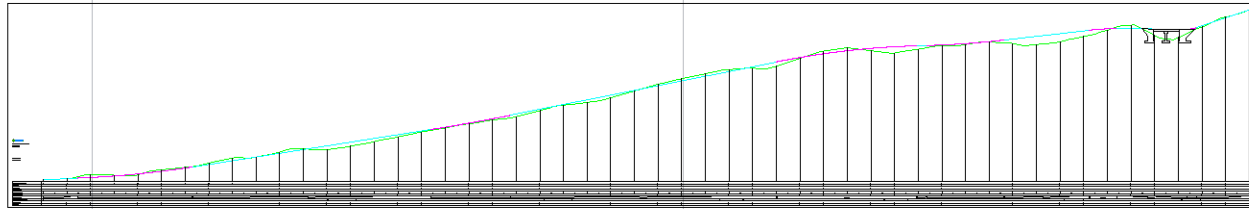
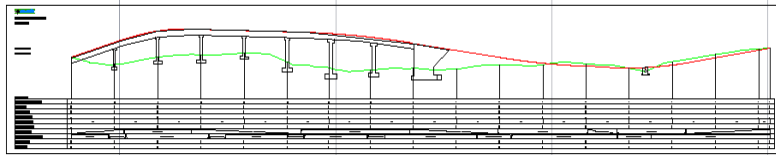
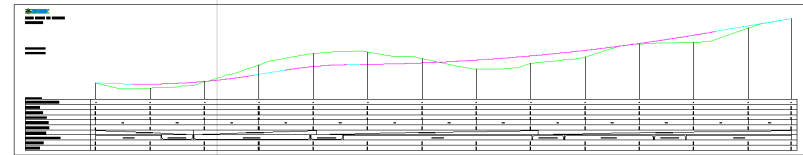


Figure 2-11 : Conception des profils en long de la variante 1 sur Covadis

Branche 1



Branche 2



Variante 2

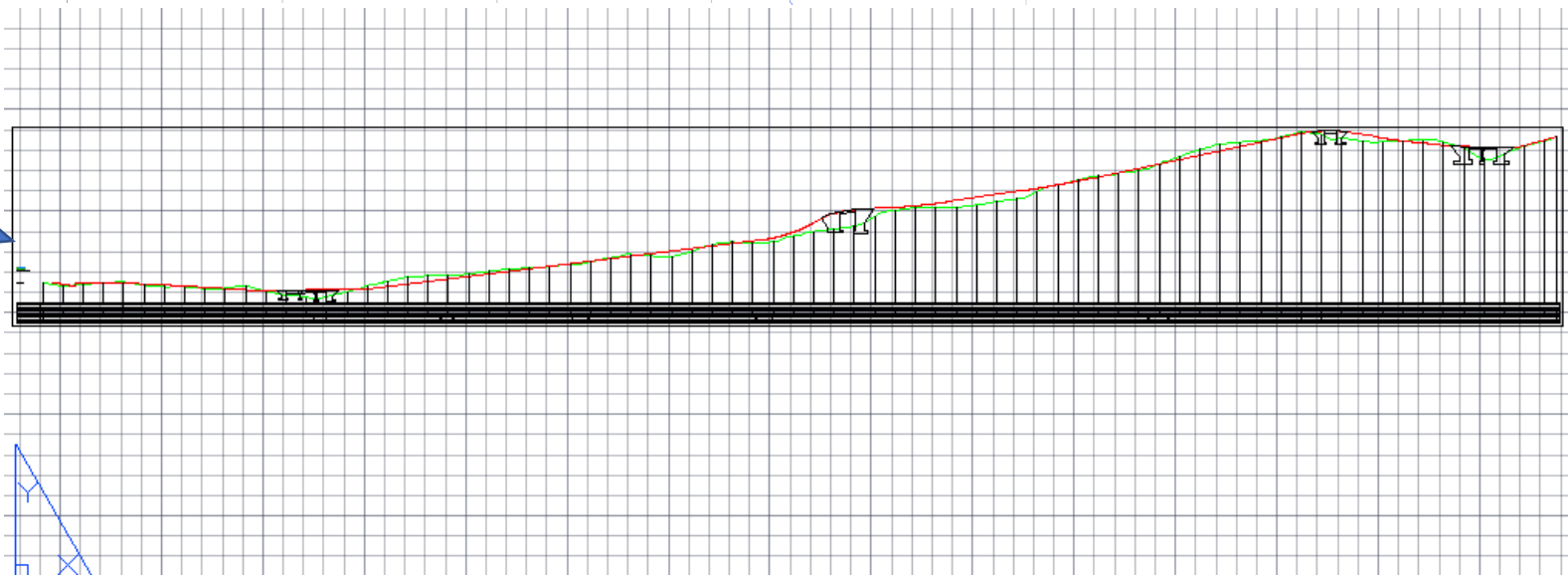
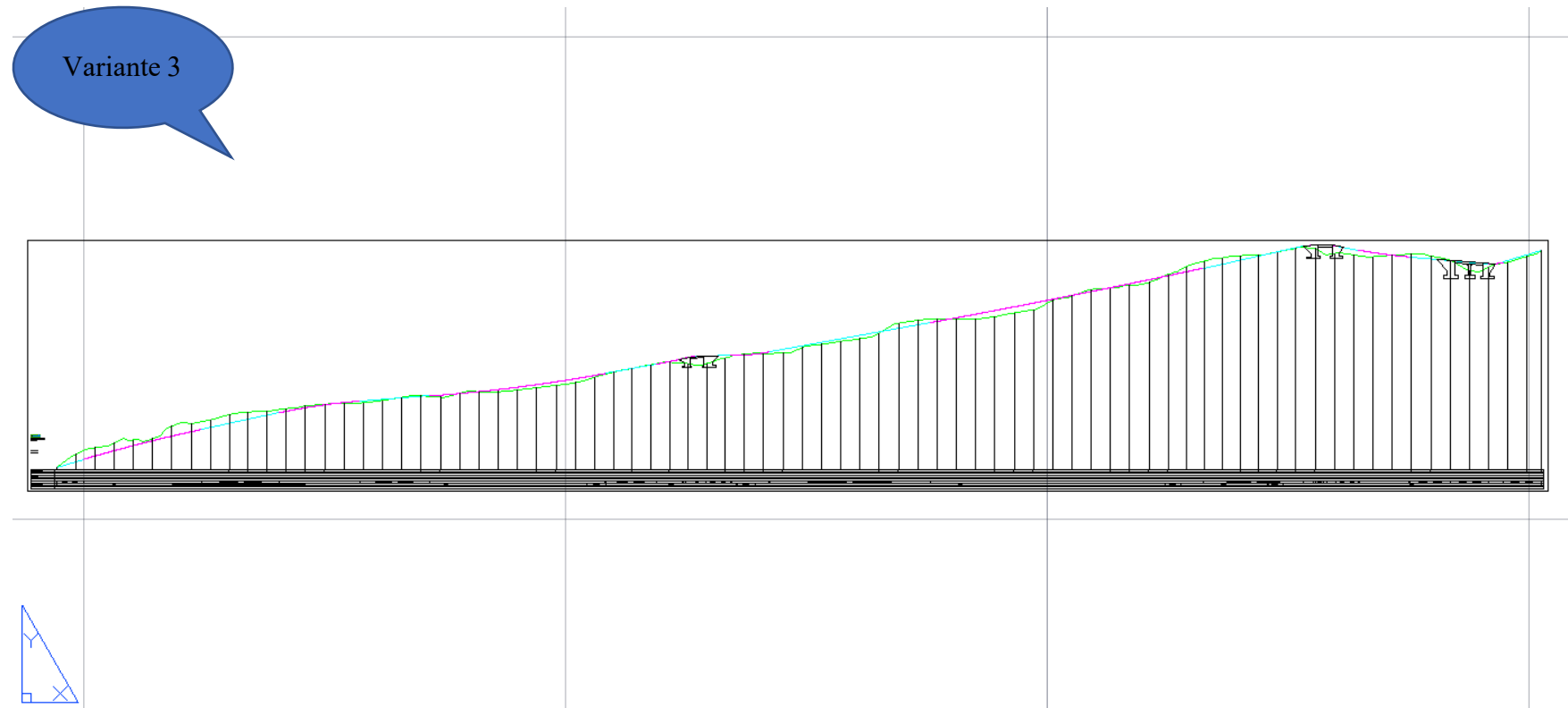


Figure 2-12 : Conception des profils en long de la variante 2 sur Covadis



**Figure 2-13** : Conception de profil en long de la 3 variante sur Covadis

### 2.5.4. L'analyse multicritères

L'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision. Elle permet de dépasser le cadre de la rentabilité économique pour toucher à la fois l'efficacité sociale, sécuritaire, environnementale et territoriale. Plusieurs critères, différents selon que les projets sont en campagne, périurbain ou en milieu urbain, permettent d'obtenir une évaluation de cette efficacité. Chaque critère est apprécié, de manière quantitative ou qualitative. En milieu urbain, les indicateurs de chaque critère sont évalués à partir de l'année de mise en service et vingt ans après.

Critères	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Amélioration du fonctionnement de l'agglomération (saturation, fluidité, embouteillage, dévier le trafic poids lourd, dévier le trafic de transit)	+	++	+
Sécurité (visibilité, lisibilité, sinuosité, sécurité piétons)	+	+	+
Satisfaction de l'utilisateur (temps de parcours et de trajet, confort de conduite, déclivités)	+	+	+
Environnement : - impacts sur sol, eau, air, faune, flore (couverture végétale) - désorganisation du territoire agricole - impact sur le milieu urbain (bruit, vibration, poussière)	-	+	0
Aménagement du territoire et développement économique (échanges commerciaux entre zones, déserte des zones d'activités économiques)	+	+	+
Coût global du projet	+	-	+
Respect des contraintes du site	-	++	-
Total	3+	7+	4+
++ très favorable ; + Favorable ; 0 Neutre ; - Défavorable ; -- très défavorable			

**Tableau 2-2 : Analyse multicritère entre les trois variantes**

- Le premier critère est très favorable pour la variante 2 et favorable pour les deux autres variantes (1&3). L'avantage de la variante 2 sur les autres variantes c'est que d'une part la variante 1 ne permet pas de dévier le trafic de la première petite agglomération sur la RN 80, et d'autre part, la variante 3 prolonge le trajet du trafic d'environ 2 km sur la RN 20 à proximité de la cité Amir Abdelkader ce qui impact négativement les conditions de circulation sur ce tronçon important de cette route (saturation et fluidité).

- Concernant le deuxième critère qui est la sécurité, il est favorable pour les trois variantes. Les trois axes proposés sont peu sinueux, visibles et lisibles à l'utilisateur de la route.
- Le troisième critère est identique au précédent c-à-dire qu'il est favorable pour l'ensemble des variantes. Les usagers seront satisfaits des nouveaux axes car le temps de parcours et de trajet seront réduits ainsi que le confort de conduite (faibles déclivités et virages).
- Pour l'environnement, la variante 1 est défavorable car elle passe à travers un champ d'arbres fruitiers et à proximité de la cité Oued Maiz ainsi que le cimetière. La réalisation de cette variante impactera également le lit de l'oued Maiz ce qui influe sur les écoulements des eaux. La variante 2 est favorable car elle désorganise très peu le territoire agricole en passant par les pistes agricoles existantes. La variante 3 est neutre car son impact est moyen.
- Toutes les variantes sont favorables pour développement économique et aménagement du territoire.
- En revanche, le coût de la variante 2 est défavorable par rapport aux deux autres variantes car elle est plus longue et elle nécessite la réalisation de plusieurs ouvrages d'art (ponts, trémie, dalots, ...). Cet désavantage est dû au respect des contraintes de site où cette variante (2) est très favorable comparativement aux deux autres (pas assez d'espace pour l'aménagement d'un échangeur (carrefour dénivelé) à l'intersection de la variante 1 avec la RN 80, la variante 3 passe par la piste de l'aérodrome de Guelma qui sera prochainement réaménagé pour lutter contre les incendies des forêts).

### 2.6. Conclusion

A partir de l'analyse multicritère, nous pouvons conclure que la variante 2 est la plus avantageuse comparativement aux deux autres variantes malgré le coût plus important de celle-ci. Cette variante offre un bon parcours que celui des variantes 1 et 3, donc elle est retenue pour l'étude en APD du projet.



# CHAPITRE 3

## ETUDE DU TRAFIC

## 3.1. Introduction

L'étude du trafic est une phase essentielle qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient ainsi que les caractéristiques à donner à au futur axe tel que le nombre de voie et les épaisseurs des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude du trafic constitue donc un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification », sur la prévision des trafics, sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

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

## 3.2. Notion et principe

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

## 3.3. Différents types de trafics

On distingue quatre types de trafic :

### ❖ **Trafic normal**

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

### ❖ **Trafic induit**

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

### ❖ **Trafic dévié**

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

#### ❖ **Trafic total**

C'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.

### **3.4. Analyse du trafic**

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage.

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire.

Mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires :

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

#### **3.4.1. Les comptages**

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

- Les comptages automatiques ;
- Les comptages manuels.

##### **a) Les comptages automatiques**

Ils s'effectuent au moyen de compteurs automatiques traditionnels. Ils permettent un comptage continu, mais les informations sont moins précises, ces compteurs peuvent être des câbles pneumatiques qui enregistrent à chaque passage d'un véhicule les impulsions d'air qu'il provoque sur le tube pneumatique installé en travers de la chaussée et raccordé à l'appareil, des cellules photoélectriques, des radars, etc.

Les nouvelles technologies sont utilisées actuellement pour le recueil de données de comptages automatiques pour aboutir à des résultats fiables et rapides. Parmi ces nouvelles méthodes on trouve :

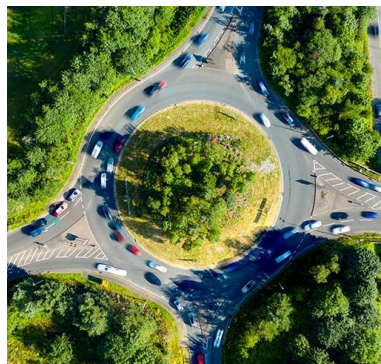
- **Comptages en section de routes avec caméras** qui permet de quantifier le trafic à travers des comptages simple ou double sens, de classer les véhicules, et de mesurer la vitesse et la distance inter-véhicules... La fréquence du relevé et sa durée sont ajustables de quelques heures à plusieurs semaines afin d'obtenir des mesures fiables et

représentatives (moyennes horaires et journalières, identification des jours et heures de pointe, analyse de périodes spécifiques : week-end, vacances...).



**Figure 3-1 :** Comptages automatiques en section de route par caméras

- Le comptage directionnel par des caméras ou des drones permet de relever la totalité des mouvements tournants au niveau d'un carrefour quel que soit son aménagement (carrefour simple, à feux, giratoire...).



**Figure 3-2 :** Comptages automatiques directionnels par caméras ou drones

- **Comptages spécifiques** sur-mesure pour analyser des catégories spécifiques de véhicules (véhicules transportant des matières dangereuses, convois exceptionnels, engins agricoles...).

### b) Les comptages manuels

Ils sont réalisés par des enquêteurs qui inscrivent sur fiches le nombre de véhicules qui emprunte la route selon la composition de trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques traditionnels. Cette méthode, permet la comptabilisation des volumes de trafic (le comptage) en distinguant les différentes catégories. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

## 3.4.2. Les enquêtes origine destination

Elles sont plus souvent opportunes 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.

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

### ❖ Enquêtes papillons ou distributions

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

### ❖ Relevé des plaques minéralogiques

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

### ❖ Interview avec des conducteurs

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées.

### ❖ Enquêteurs à domicile – Enquête ménage

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

## 3.5. Calcul de la capacité

### 3.5.1. Définition de la capacité

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicule qu'on est en droit de s'attendre à voir circuler dans une section donnée, dans une direction et pendant une période de temps définie (en générale ¼ heure).

Elle est fonction du nombre de voies de circulation, de la largeur de ces voies, du dégagement latéral, de la pente, du pourcentage de camions et d'autobus, de la visibilité et du contrôle des accès.

La capacité dépend également :

- des conditions du trafic ;
- des conditions météorologiques ;
- le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire ;
- des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre) ;
- des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

### 3.5.2. Evaluation de la demande

#### 3.5.2.1. Trafic moyen journalier (TJMA) horizon

Du fait de la croissance annuelle du trafic, le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est donné par la formule suivant :

$$TJMA_h = TJMA_0 (1+\tau)^n \dots\dots\dots(3.1)$$

Avec :

**TJMA<sub>h</sub>**: le trafic à l'année horizon ;

**TJMA<sub>0</sub>**: le trafic à l'année de référence ;

**n** : nombre d'année ;

**τ** : taux d'accroissement du trafic (%).

#### 3.5.2.2. Calcul du trafic effectif

C'est le trafic exprimé en unité de véhicule particulier (**uvp**), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (**uvp**).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] TJMA_h \dots\dots\dots(3.2)$$

Avec :

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'année horizon en (**uvp**) ;

**z** : pourcentage de poids lourd ;

**p** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend de la nature de la route.

Le tableau 3-1 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.

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

**Tableau 3.1** : coefficient d'équivalence « p ».

**3.5.2.3. Débit de pointe horaire normal**

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon. Il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

$$Q_n = (1/n) T_{eff} \dots\dots\dots(3.3)$$

- Q : débit de pointe horaire exprimé en uvp/h ;
- n : nombre d'heure, (en général n =8 heures) donc : **1/n = 0,12** ;
- T<sub>eff</sub> : trafic effectif.

**3.5.3. Evaluation de l'offre**

**3.5.2.4. Débit horaire admissible**

Le débit horaire maximal admissible par voie est déterminé par l'application de la formule :

$$Q_{adm} = k_1 k_2 C_{th} \dots\dots\dots (4.4)$$

- K<sub>1</sub> : coefficient lié à l'environnement
- K<sub>2</sub> : coefficient de réduction de capacité traduisant la différence entre caractéristique réelle et idéales de circulation.
- C<sub>th</sub> : capacité effective, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

**Tableau 3-2** : Valeurs de coefficient K<sub>1</sub>

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1 : facile	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2 : moyen	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98

E3 : difficile	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98
----------------	------	------	------	------	------

**Tableau 3-3 :** Valeurs de coefficients de réduction de capacité  $K_2$

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

**Tableau 3-4 :** Valeurs de la capacité théorique  $C_{th}$

### 3.6. Calcul du nombre de voies

#### 3.6.1. Cas d'une chaussée bidirectionnelle

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

$$Q_{adm} \geq Q \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

#### 3.6.2. Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voies par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

$$n = \frac{Q}{Q_{adm}} \times S \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Avec :

$S$  : coefficient de dissymétrie, en général :  $S = 2/3$  ;

$Q_{adm}$ : débit admissible par voie.

### 3.7. Application à notre projet

Connaissant le débit actuel et son développement dans l'avenir, on peut déterminer la largeur et le nombre de voie de la chaussée pour qu'elle puisse écouler dans les conditions acceptables des fortes circulations prévisibles.

Pour effectuer ces calculs qui nous donnerons le nombre des voies à adopter pour ce tronçon, nous exploiterons les résultats obtenus à partir des comptages effectués par le service concerné de la Direction des Travaux Publics de Guelma et ceci par application des formules citées ci-dessus.



### 3.7.1. Résultat des comptages

- Année de comptage : **2023**
- Année de mise en service : **2027**
- Année horizon : **2047 (20 ans)**
- Taux de croissance :  $\tau = 1\%$  (**2023-2047**)
- Pourcentage en poids lourds :  $z = 15\%$
- Trafic journalier **TJMA (2023) = 15 204 véh/j**

### 3.7.2. Evaluation de la demande

#### 3.7.2.1. Calcul du trafic journalier moyenne à horizon TJMAh

✚ Année de mise en service :

La formule (3.1) donne le trafic journalier Moyen annuel à l'année horizon **n** est :

$$\mathbf{TMJA_h = TMJA_0 (1+\tau)}$$

L'année de mise en service (**2027**) :

$$\mathbf{TJMA_{2027} = TJMA_{2023} (1+\tau)^4}$$

$$\mathbf{TJMA_{2027} = 15\ 204 \times (1+0,01)^4}$$

$$\mathbf{TJMA_{2027} = 15\ 822\ v/j}$$

✚ Année à horizon :

$$\mathbf{TJMA_{2047} = TJMA_{2027} \cdot (1+\tau)^{20}}$$

$$\mathbf{TJMA_{2047} = 15\ 822 \times (1+0,01)^{20}}$$

$$\mathbf{TJMA_{2047} = 19\ 305\ v/j}$$

#### 3.7.2.2. Calcul de trafic effectif

D'après la formule (3.2) on a :

✚ Année de mise en service :

$$\mathbf{T_{eff} = [(1-Z) + P.Z].TJMA_h}$$

$$\mathbf{T_{eff} = [(1-0,15) + (3 \times 0,15)]. 15\ 822}$$

$$T_{\text{eff } 2033} = 20\,569 \text{ uvp/j}$$

Avec :  $z$  : pourcentage de poids lourds (15%) ;

$P = 3$  (route de bonnes caractéristiques, E1 terrain vallonné).

✚ **Année à horizon :**

$$T_{\text{eff } 2047} = [(1-0,15) + 3 \times 0,15] \cdot 20\,569 = 19\,305$$

$$T_{\text{eff } 2047} = 25\,097 \text{ uvp/j}$$

### 3.7.2.3. Débit de pointe horaire normal

D'après la formule (3.3) :

✚ **Année de mise en service :**  $Q = (1/n) \times T_{\text{eff } 2027}$

$$Q = 0,12 \times 20\,569 = 2\,469 \text{ uvp/j}$$

$$Q = 2\,469 \text{ uvp/j}$$

Avec :  $1/n$ : coefficient de pointe horaire pris est égal à **0,12**

✚ **Année à horizon :**  $Q = (1/n) \times T_{\text{eff } 2047}$

$$Q = 0,12 \times 25\,097 = 3\,012 \text{ uvp/j}$$

$$Q = 3\,012 \text{ uvp/j}$$

### 3.7.3. Évaluation de l'offre

#### ➤ Débit admissible

De la formule (3.4) le débit que supporte une section donnée :  $Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$

Avec :

$K_1$ : coefficient correcteur pris égal à **0,75** pour  $E_1$

$K_2$ : coefficient correcteur pris égal à **1** pour environnement ( $E_1$ )

$C_{\text{th}}$ : capacité théorique (route à chaussées séparées)

$$Q_{\text{adm}} = 0,75 \times 1 \times 1500$$

$$Q_{adm} = 1125 \text{ uvp/h}$$

➤ Nombre de voies : de la formule (3.5) on calcule le nombre de voie

$$n = \frac{Q}{Q_{adm}} \times S \qquad n = \frac{2 \times 3012}{3 \times 1125}$$

$$n = 1.78$$

Donc, d’après le calcul de la capacité du nouveau axe, on constate que son profil en travers est de 2x2 voies.

### 3.7.4. Calcul de l’année de saturation

On a :

$$T_{eff} (2027) = 20\,569 \text{ uvp /j.}$$

$$Q_{prévisible} (2027) = 2469 \text{ upv /j}$$

$$Q_{adm} = 1125 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} \quad \Rightarrow \quad Q_{saturation} = 4 \times 1125 = 4500 \text{ uvp/j}$$

Et on a :  $Q_{saturation} = (1 + \tau)^N \times Q_{prévisible} (2027)$

$$N = \frac{\ln\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{prévisible}}\right)}{\ln(1 + \tau)}$$

$$\Rightarrow N = \frac{\ln\left(\frac{4500}{2469}\right)}{\ln(1 + 0.01)} = 60.32 \approx 61 \text{ ans}$$

Donc la route sera saturée après 61 ans de service (2088).

La synthèse des résultats des calculs est représentée dans le tableau suivant :

TJMA <sub>2023</sub> (v/j)	TJMA <sub>2027</sub> (v/j)	TJMA <sub>2047</sub> (v/j)	T <sub>eff</sub> 2047 (uvp/j)	Q <sub>2047</sub> (uvp/h)	N <sub>br</sub> de voies	Année de saturation
15 204	15 822	19 305	25 097	3012	2x2	2088 (Après 61 ans)

**Tableau 3.5 :** Récapitulatif des résultats de l’étude de trafic

# CHAPITRE 4

## TRACÉ EN PLAN

## 4.1 Introduction

Le but de cette partie est de faire une étude d'Avant-Projet Détaillé (APD) de la variante de l'axe retenue dans la phase APS. Pour ce faire, nous allons un premier temps définir les caractéristiques géométriques à rechercher pour cette nouvelle liaison routière. Par la suite, la conception du tracé doit tenir en compte des aspects topographiques, géologiques, fonctionnels et environnementaux ainsi que les contraintes du site.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort des usagers qui vont traverser ce nouveau axe routier. Ce tracé assure les échanges avec les routes existantes ainsi que la perméabilité de la nouvelle route et l'accessibilité aux propriétés voisines. Pour cela, nous présentons dans ce chapitre l'opération d'élaboration du tracé en plan du projet étudié.

## 4.2 Définition du tracé en plan

Le tracé en plan est une projection de la route sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. Il est constitué d'une succession de droites, raccordés par d'arc de cercle. Il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

## 4.3 Règles à respecter dans un tracé en plan

Pour concevoir un tracé en plan selon les normes, on doit respecter certaines recommandations :

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter terrassements importants.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Appliquer les normes du B40.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer s'éviter les ouvrages biais.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la pente maximale et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

Ces recommandations s'appliquent à tout projet de route express interurbaine, qu'il s'agisse de la réalisation d'infrastructures nouvelles ou de l'aménagement du réseau existant. Ce type de

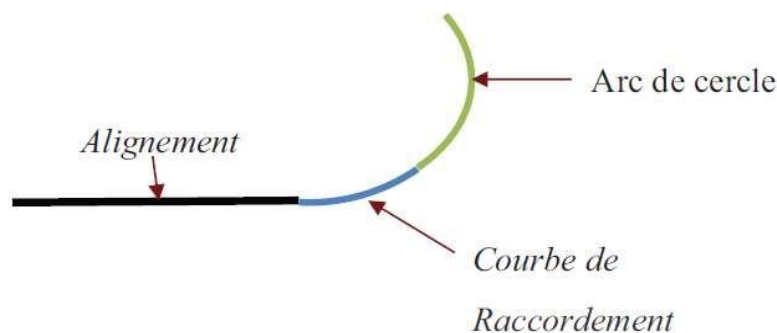
routes sont à chaussées séparées comportant chacune au moins deux voies en section courante, isolées de leur environnement et dont les carrefours sont en générale dénivelés.

#### 4.4 Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est conçu en utilisant des alignements droits et des courbes raccordées pour assurer aux usagers un trajet confortable et une bonne qualité de service. Il est caractérisé par la vitesse maximale qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide de clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route. Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Alignements (des droites) ;
- Des arcs de cercle ;
- Des courbes de raccordement.



**Figure 4-1** : Les éléments du tracé en plan.

##### 4.4.1 Les alignements

La droite est l'élément géométrique le plus simple et le plus utilisé, mais les grands alignements droits sont très déconseillés pour les tracés routiers car elles présentent des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares ;
- Difficulté de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou malaises chez le conducteur ;
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage, il n'y a pas d'harmonie avec l'aspect des reliefs.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées ;

- Dans des vallées étroites ;
- Pour donner la possibilité de dépassement ;
- Bonne visibilité ;
- Economie de temps et du carburant.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne ;
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement ;
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

### ***Règles concernant la longueur des alignements***

La longueur des alignements dépend de la durée du parcours rectiligne, ainsi :

- ❖ La longueur minimale c'est le chemin parcouru en **t = 5 sec** a une vitesse de base **V<sub>B</sub>=80km/h** donc **L<sub>min</sub> = (5 × V<sub>B</sub>)/(3,6) ≈ 112 m**
- ❖ La longueur maximale c'est le chemin parcouru en **t = 1 min** a une vitesse de base **V<sub>B</sub>=80km/h** donc **L<sub>max</sub> = (60 × V<sub>B</sub>)/(3,6) ≈ 1334 m,**

On adopte le tableau suivant :

<b>Vitesse de base</b>	V <sub>B</sub> (km/h)	80
<b>La longueur minimale</b>	L <sub>min</sub> (m)	112
<b>La longueur maximale</b>	L <sub>max</sub> (m)	1334

**Tableau 4-1 :** Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan

## **4.4.2 Les Arcs de cercle**

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- La stabilité des véhicules en courbe ;
- La visibilité en courbe ;
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible (surlargeur).

### **4.4.2.1 La stabilité en courbe**

En passant un virage, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge, c'est la raison pour laquelle on incline la chaussée vers l'intérieur d'une pente exprimée par sa tangente. On définit les rayons du tracé en plan suivants :

#### ❖ **Rayon horizontal minimale absolu (RHm)**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, et il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il définit comme étant le rayon de devers maximale.

$$RHM = \frac{V_B^2}{127 (ft + d_{max})}$$

**ft**: coefficient de frottement transversal

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

Avec :

**dmax** = 7% en catégorie 1 - 2

**dmax** = 8% en catégorie 3 - 4

**dmin** = 9% en catégorie 5

#### ❖ Rayon minimal normal (RHn)

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre des véhicules dépassant 20 km/h de rouler en sécurité :

$$RHn = \frac{(V_B + 20)^2}{127(ft + d)}$$

Avec : **d** = (**dmax** - 2%) en catégorie 1 - 2 - 3 - 4

**d** = (**dmax** - 3%) en catégorie 5

#### ❖ Rayon au devers minimal (RHd)

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

Dévers associé :

**d<sub>min</sub>** = 2.5% en catégorie 1 - 2

**d<sub>min</sub>** = 3% en catégorie 3 - 4 - 5

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

#### ❖ Rayon minimal non déversé (RHnd)

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

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



$$RHnd = \frac{VB^2}{127(f' - dmin)}$$

cat 3-4-5

**4.4.2.2 Règles pour l'utilisation des rayons en plan**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant de valeurs de rayon ≥ 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 dmax et d(RHm)

Si RHm < R < RHn :

$$\frac{d(R) - d(RHn)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHn}} = \frac{d(RHm) - d(RHn)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}}$$

Entre d(Rhn) et dmin si Rhn < R < RHd :

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHd) - d(RHn)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

- les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin
- 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 RHn.

Pour notre projet, la route projetée est une déviation de la RN 80 située dans un environnement E1, et classé en catégorie (C1) avec une vitesse de base variable entre 60 et 80 km/h, donc à partir du règlement B40 on a le tableau suivant qui définit les valeurs retenues pour notre tracé :

Paramètres	Symboles	Valeurs	Valeurs normalisée
Vitesse (Km/h)	V	80	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	252	250 m
Rayon horizontal normal (m)	RHn (5%)	437	450m
Rayon horizontal diverse (m)	RHd (2.5%)	1008	1000m
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (2.5%)	1440	1400m

**Tableau 4-2 : Valeurs des rayons RHm, RHn, RHd et RHnd selon B40**

**4.4.2.3 Surlargeur**

Un long véhicule à deux (02) essieux, circulant dans un virage, balaie en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond de son propre gabarit, et ceci généralement pour un rayon inférieur à 200m.

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.

$$S=L^2/2R$$

**L** : longueur de véhicule (valeur moyenne  $L=10m$ )

**R** : rayon de l'axe de la route.

#### 4.4.3 Les courbes de raccordement

Un tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle liés entre eux, par des tronçons de raccordement à courbure progressif, passant de la courbure ( $R = \text{infini } \infty$ ) à l'extrémité de l'alignement à la courbure  $1/R$  au début du cercle du virage.

##### 4.4.3.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

- Stabilité transversale du véhicule ;
- Confort des passagers du véhicule ;
- Transition de la forme de la chaussée (dévers) ;
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

##### 4.4.3.2 Types de courbe de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous présentons les trois courbes suivantes :

- Clothoïde qui la forme la plus utilisée pour les tracés routiers ;
- Parabole cubique ;
- Lemniscate qui est une courbe plane ayant la forme d'un 8. Elle possède deux axes de symétrie perpendiculaires. Ceux-ci se coupent en un point double de la courbe, également son centre de symétrie.

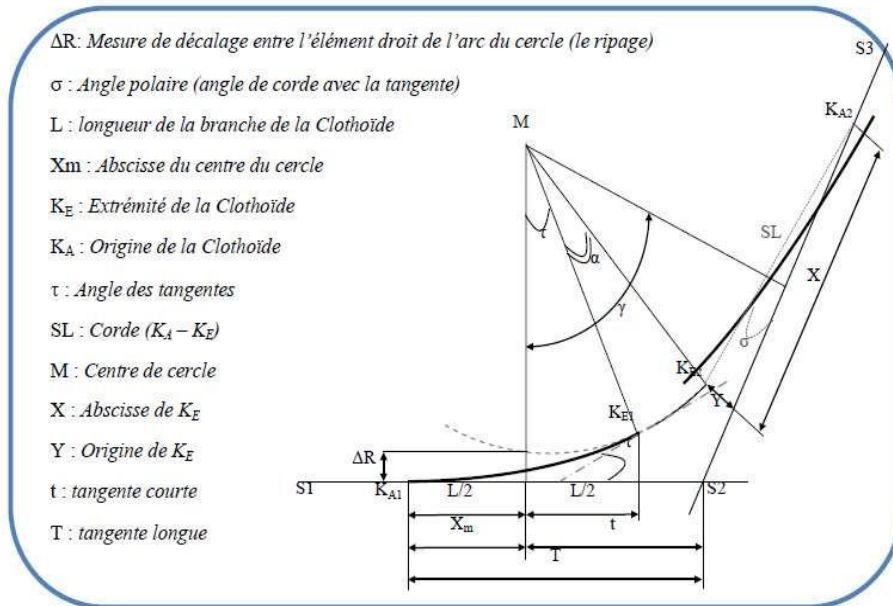
##### ❖ Clothoïde

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à  $1,5 R_{nd}$  est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité. Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $1,5 \cdot R_{nd}$  devront raccorder avec les alignements par des raccords progressifs (clothoïdes) qui doivent assurer les trois conditions suivantes :

- La condition de confort optique  $\Delta\delta$  ;
- La condition de gauchissement ;
- La condition du confort dynamique.

### a) *Eléments de la Clothoïde*



**Figure 4-2 :** Eléments de la Clothoïde.

### b) *Expression de la clothoïde*

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq 5 \times \Delta d \times V_B^3$$

Il faut d'après que la longueur de clothoïde soit au moins égale ou supérieure de la valeur :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta\delta \times V_B$$

$\Delta\delta$  (en %) : la différence des pentes transversales des éléments du tracé raccordés.

### c) *Conditions de raccordements*

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

#### ✓ Condition de confort optique :

C'est une condition 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  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

#### Règle générale (B40) :

$$R \leq 1500 \quad \Delta R = 1\text{m (éventuellement 0.5m)} \quad \rightarrow \quad L = \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R} \quad 0.5 \leq \Delta R \leq 1\text{m}$$

$$1500 \leq R \leq 2000\text{m} \quad \rightarrow \quad L = R/9 \quad 1.00 \leq \Delta R \leq 1.75\text{m}$$

$$1500 \leq R \leq 5000\text{m} \rightarrow L = R/9 \quad 1.75 \leq \Delta R \leq 2.5\text{m}$$

$$R > 5000\text{m} \rightarrow L = 7.75\sqrt{R} \quad \Delta R = 2.5\text{m}$$

✓ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours ( $\Delta R$ ) d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L = \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \times R} \times \Delta d \right)$$

$V_B$  : vitesse de référence en km/h

$R$  : rayon en m

$\Delta d$  : variation de dévers ( $\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$ ) (%)

✓ **Condition de gauchissement :**

Cette condition dépend aux soucis de ne pas empreindre un mouvement brutal de balancement et de véhicule reposant sur un plan incliné par fois à 2 % dans un sens et que se trouve ensuite sur un plan incliné pouvant atteindre 16 % dans l'autre sens.

$$L = \Delta d \times V_r \times l$$

$L$ : longueur de raccordement (m)

$l$ : largeur de la chaussée (m)

$\Delta d$  : variation de dévers (%)

Et finalement on prend la longueur de Clothoïde :  $L = \max(L1, L2, L3)$

Il faut vérifier les conditions suivantes :  $A^2 = R \times L$

Calcul de ripage :  $\Delta R = \frac{L^2}{24R}$  (m)

Calcul de la tangente :  $\tau = \frac{L}{2R} \frac{200}{\pi}$

Vérification de non chevauchement :  $\tau = \frac{\gamma}{2}$  (*grad*)

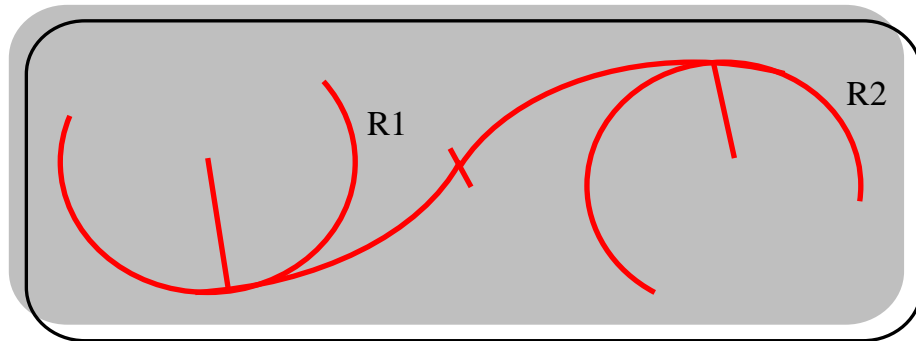
**NOTA :** la vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2% ( $L \geq 5 \times \Delta d \times V_B/36$ ).

## 4.5 Combinaison des éléments de trace en plan

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

**4.5.1 Courbe en S**

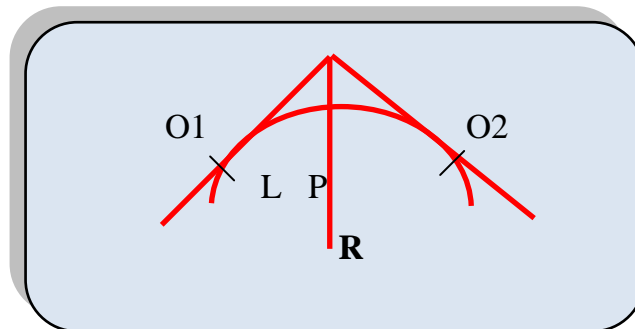
Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



**Figure 4-3 :** Courbe en S

**4.5.2 Courbe à sommet**

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



**Figure 4-4 :** courbe à sommet

**4.5.3 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 a l'autre.

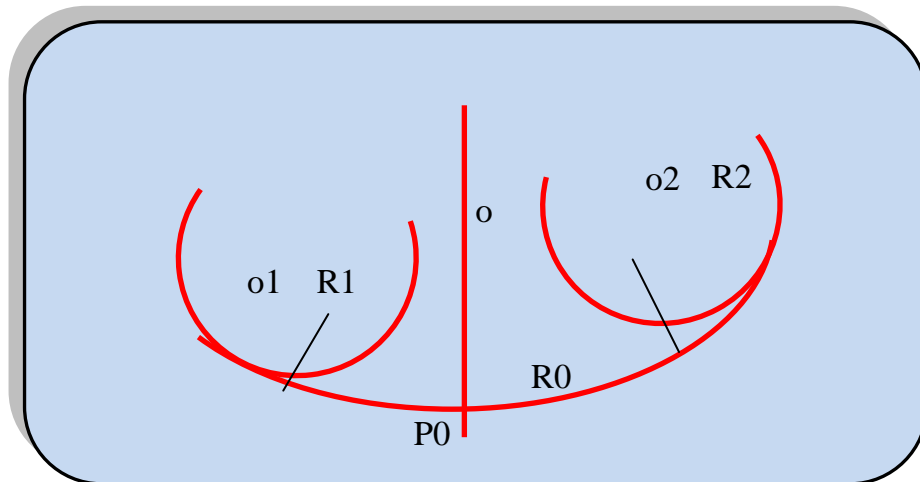


Figure 4-5 : courbe en C

#### 4.5.4 Courbe en Ove

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

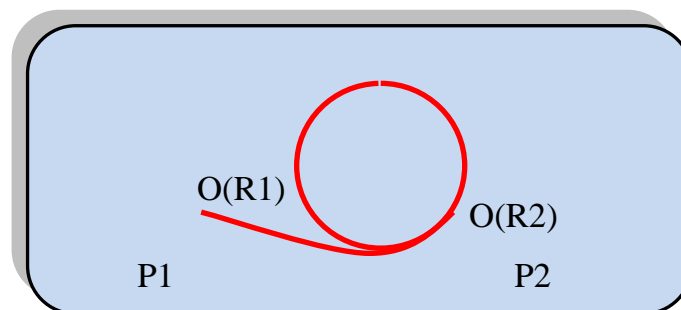


Figure 4-6: Courbe en ove

### 4.6 Notion de devers

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

#### 4.6.1. Dévers en alignement

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à :  $d_{\min} = 2.5\%$

#### 4.6.2 Dévers en courbe

Le devers en courbe permet :

- d'assurer un bon écoulement des eaux superficielles ;

- de compenser une partie de la force centrifuge et assurer ainsi la stabilité dynamique des véhicules.
- d'améliorer le guidage optique.

### 4.6.3 Rayon de courbure

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente ; d'où le rayon de courbure.

### 4.6.4 Calcul des devers

Dans les alignements droits et dans les courbes de rayon  $\geq R_{Hnd}$  le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon  $R < R_{Hnd}$  un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en «1/R ».

$$R_{Hm} < R < R_{Hn} \quad \text{on a :} \quad \frac{d - d_{RHN}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d_{RHm} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

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

$$\text{Lorsque} \quad R_{Hn} < R < R_{Hd} \quad \text{on a :} \quad \frac{d - d_{RHd}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d_{RHn} - d_{RHd}}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

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

Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont au devers minimal mais les rayons supérieurs à  $R_{Hnd}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

### 4.6.5 Raccordement de devers

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes.

Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.

Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance  $D_{\min}$  appelée longueur de gauchissement :

$$D_{\min} = \frac{5}{3.6} V_r \Delta d$$

Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion. Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

## 4.7 La visibilité

### 4.7.1 Définition

La visibilité est le caractère de ce qui est perceptible par la vue. Dans le domaine routier, la visibilité est la qualité d'une route à donner la possibilité physique de se voir entre usagers ou pour un usager donné de voir une information utile au confort et à la sécurité de son déplacement un obstacle, la signalisation, les îlots ...

### 4.7.2 Objectif et méthode

Le conducteur conduit en fonction de ce qu'il voit. Le code de la route fixe les règles de comportement du conducteur dans les cas où les conditions de visibilité ne sont pas satisfaisantes. Il peut s'agir soit de conditions météorologiques défavorables (pluie, brouillard) soit de configurations physiques particulières (sommets de côte, intersections, virages).

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

Une des tâches du concepteur routier est de rechercher un juste équilibre entre les besoins en visibilité et les contraintes spécifiques au projet. Ces exigences dépendent de la vitesse pratiquée, du temps de réaction et de la distance nécessaire à la manœuvre visée.

### 4.7.3 La distance d'arrêt

Elle est égale à la distance parcourue pendant le temps de réaction + la distance de freinage.

Pour les vitesses moyennes, la distance d'arrêt peut se calculer facilement, en multipliant par lui-même le chiffre des dizaines de la vitesse.

En courbe, si  $R$  est inférieur à  $5V$  (km/h), la distance de freinage augmentée est majorée de la distance d'arrêt en fonction de  $V_{80}$  donnée par le tableau suivant :

$d_3$  : distance d'arrêt en courbe.

$d_1$  : distance d'arrêt en alignement droit.

$d_0(m)$  : distance de freinage.



V (km/h)		40	60	<b>80</b>	100	120
Catégorie 1-2	d0 (m)	14	34	<b>60</b>	111	175
	d1 (m)	36	67	<b>105</b>	161	235
	d3 (m)	40	72	<b>120</b>	181	273

**Tableau 4-3 :** Variations des distances de freinage, d'arrêt en alignement droit (d1) et en courbe (d3) selon B40

Dans notre cas la distance d'arrêt et estimée :

La vitesse de base est 80 km/h :

$$d0 = \frac{v^2}{260xf} = \frac{80^2}{260 \times 0.4} = 61.54 \text{ m}$$

**En alignement :**

$$d1 = d0 + 0.55V \rightarrow V < 100 \text{ km/h}$$

$$d1 = 61.54 + 0.55 \times 80 = 105.54 \text{ m}$$

**En courbe :**

$$d2 = d1 + 0.25 d0 \rightarrow d2 = 105.54 + 0.25 \times 61.54 = 120.92 \text{ m} \approx 121 \text{ m}$$

### 4.7.4 La distance de freinage

C'est la distance parcourue par le véhicule pendant l'action effective de freinage Jusqu'à l'annulation de sa vitesse initiale.

Elle est fonction de

- la vitesse ;
- l'état du véhicule (système de freinage, pneumatiques, suspension...);
- l'état de la route (revêtement...);
- la pente
- coefficient d'adhérence de la chaussée (temps sec, humidité, pluie battante, neige ou verglas...).

La vitesse est proportionnelle au carré de la vitesse : quand la vitesse double, la distance de freinage est multipliée par 4.

Sur route mouillée, la distance de freinage est multipliée par 2.

$$df = \frac{v^2}{2g (cf \pm p)}$$

**V** : vitesse en m/s.

**g** : 9,81 m/s<sup>2</sup> (accélération de la pesanteur).

**cfl** : coefficient de frottement longitudinal.

**p** : déclivité du profil en long (en m/m).

### 4.7.5 La visibilité sur un virage

La distance nécessaire peut être estimée à la distance parcourue en 3 secondes à la vitesse V85 (n m/s) et mesurée entre le point d'observation : l'œil du conducteur (hauteur 1 m, 2 m du bord droit de la chaussée) et le point observé (hauteur 0 m sur l'axe de la chaussée au début de la partie circulaire du virage).

### 4.7.6 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre

Selon la norme B40 on distingue deux distances de visibilité de dépassement servant de base aux calculs de la géométrie des routes à voies de dépassements.

### 4.7.7 Distance de visibilité de dépassement minimale « D<sub>dmin</sub> »

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement.

**Selon B40 :**

Les différentes valeurs de « D<sub>dmin</sub> » sont données dans le tableau suivant :

Vitesse (km/h )	40	60	<b>80</b>	100	120
D <sub>dmin</sub> (m)	150	250	<b>325</b>	425	550

**Tableau 4-4 :** Variations des « D<sub>dmin</sub> » en fonction de la vitesse

### 4.7.8 Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet.

Vitesse (km/h )	40	60	<b>80</b>	100	120
D <sub>md</sub> (m)	70	120	<b>200</b>	300	425

**Tableau 4-5 :** selon B40 les valeurs de « D<sub>md</sub> » en mètre en fonction de la vitesse

### 4.7.9 Distances de sécurité entre deux véhicules (Ds)

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicules circulent dans le même sens, sur la même voie et la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où la première action les freins au maximum :

Vitesse (km/h)			40	60	<b>80</b>	100	120
En Algérie	Cat 1et 2	E1 et E2	30	41	<b>52</b>	58	68

<b>Ds</b>		E3	28	38	48	58	68
	Cat 3 et 4 et 5		30	38	48	58	58

**Tableau 4-6 :** Valeurs de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (km/h )

## 4.8 Paramètres fondamentaux

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C1 avec aussi une vitesse de base de 80 km/h on définit les paramètres suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	112
Longueur maximale (m)	Lmax	1334
Devers minimal (%)	dmin	2.5
Devers maximal (%)	dmax	7
Temps de perception réaction	t <sub>1</sub>	2
Frottement longitudinal	f <sub>L</sub>	0.39
Frottement transversal	f <sub>t</sub>	0.13
Distance de freinage (m)	d <sub>0</sub>	65
Distance d'arrêt (m)	d <sub>1</sub>	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d <sub>m</sub>	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d <sub>n</sub>	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	200
Distance de sécurité	ds	52

**Tableau 4-7 :** Paramètres fondamentaux de la route

## 4.9 Description du tracé

Le tracé réalisé sur le logiciel de calcul Covadis en utilisant le module Autopiste, se décompose en plusieurs sections distinctes comportant chacune des spécifications particulières. Le linéaire du projet est d'une longueur de 5,427 km.

Le tracé se développe sur un site dense de terrain agricole peu vallonné du point de vue topographique.

4.9.1 Premier tronçon (deux branches de raccordement avec RN20)

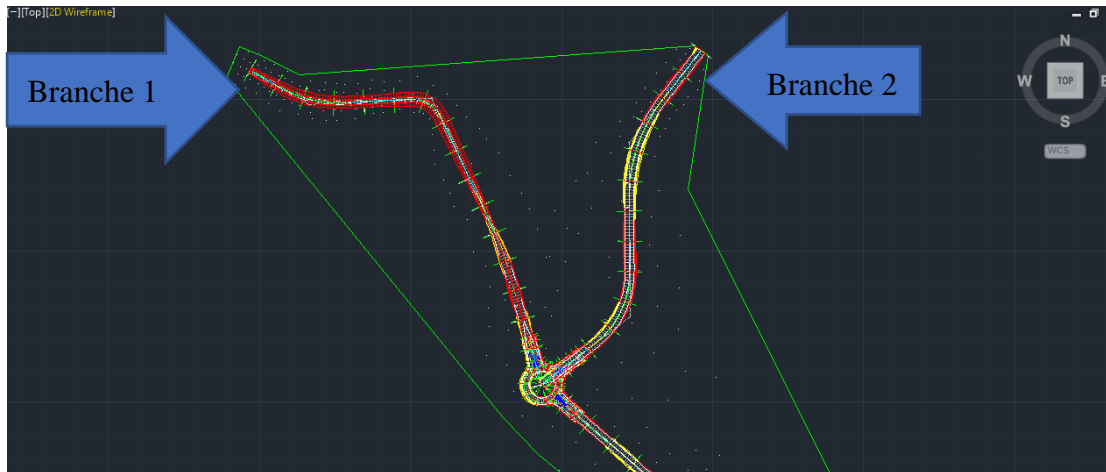


Figure 4-7: Premier tronçon (deux branches de raccordement avec RN20)

Elt's Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	133.6342 g	42.886	0.000	360984.71 1	4036798.6 85
Clothoïde 1	Paramètre	63.246	20.000	42.886	361021.75 0	4036777.0 66
Arc 1	Rayon	200.000 m	95.968	62.886	361039.18 6	4036767.2 75
	Centre X	361131.245 m				
	Centre Y	4036944.829 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-63.246	20.000	158.854	361131.54 8	4036744.8 29
Droite 2	Gisement	96.7205 g	89.510	178.854	361151.53 3	4036745.5 26
Clothoïde 3	Paramètre	-31.855	20.000	268.364	361240.92 5	4036750.1 35
Arc 2	Rayon	-50.738 m	39.918	288.364	361260.88 8	4036749.8 52
	Centre X	361253.528 m				
	Centre Y	4036699.650 m				
Clothoïde 4	Paramètre	31.855	20.000	328.282	361294.27 1	4036729.8 89

Droite 3	Gisement	171.9003 g	125.076	348.282	361303.96 7	4036712.4 36
Clothoïde 5	Paramètre	-203.970	40.000	473.358	361357.39 8	4036599.3 47
Arc 3	Rayon	-1040.094 m	122.373	513.358	361374.25 4	4036563.0 73
	Centre X	360425.473 m				
	Centre Y	4036136.914 m				
Clothoïde 6	Paramètre	203.970	40.000	635.731	361417.71 9	4036448.7 54
Droite 4	Gisement	181.8389 g	137.086	675.731	361429.22 1	4036410.4 44
				812.817	361467.80 0	4036278.8 99
Longueur totale de l'axe 812.817 mètre(s)						

**Tableau 4-8** : Axe en plan de la branche 1

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	242.4240 g	85.591	0.000	361730.96 8	4036831.1 37
Clothoïde 1	Paramètre	100.000	40.000	85.591	361678.05 9	4036763.8 58
Arc 1	Rayon	250.000 m	128.249	125.591	361654.18 7	4036731.7 77
	Centre X	361862.422 m				
	Centre Y	4036593.437 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-100.000	40.000	253.839	361613.09 5	4036611.7 70
Droite 2	Gisement	199.5799 g	90.703	293.839	361612.29 3	4036571.7 90
Clothoïde 3	Paramètre	-67.082	30.000	384.542	361612.89 2	4036481.0 89
Arc 2	Rayon	-150.000 m	107.935	414.542	361612.09 0	4036451.1 13
	Centre X	361462.744 m				
	Centre Y	4036465.103				

		m				
Clothoïde 4	Paramètre	67.082	30.000	522.477	361565.84	4036356.1
					6	53
Droite 3	Gisement	258.1214 g	94.704	552.477	361542.74	4036337.0
					1	39
				647.181	361467.79	4036279.1
					9	37
Longueur totale de l'axe 647.181 mètre(s)						

Tableau 4-9 : Axe en plan de la branche2

4.9.2 Deuxième 2eme tronçon



Figure 4-8: Deuxième 2eme tronçon

Els Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	145.4303 g	669.431	0.000	361467.80	4036278.8
					0	99
Clothoïde 1	Paramètre	-111.426	30.000	669.431	361973.88	4035840.7
					9	08
Arc 1	Rayon	-413.862 m	282.216	699.431	361996.32	4035820.8
					9	00
	Centre X	361714.267 m				
	Centre Y	4035517.942 m				
Clothoïde 2	Paramètre	111.426	30.000	981.647	362124.13	4035575.2
					5	95

Droite 2	Gisement	193.4567 g	291.700	1011.647	362127.57 3	4035545.4 94
Clothoïde 3	Paramètre	-141.586	40.000	1303.347	362157.50 2	4035255.3 33
Arc 2	Rayon	-501.166 m	416.414	1343.347	362161.07 6	4035215.4 96
	Centre X	361660.901 m				
	Centre Y	4035184.006 m				
Clothoïde 4	Paramètre	141.586	40.000	1759.762	362021.38 4	4034835.8 41
Droite 3	Gisement	251.4340 g	923.475	1799.762	361992.84 2	4034807.8 21
Clothoïde 5	Paramètre	-145.680	50.000	2723.236	361325.30 5	4034169.6 99
Arc 3	Rayon	-424.453 m	324.092	2773.236	361288.49 7	4034135.8 71
	Centre X	361013.769 m				
	Centre Y	4034459.421 m				
Clothoïde 6	Paramètre	145.680	50.000	3097.329	360988.49 5	4034035.7 21
Droite 4	Gisement	307.5426 g	582.430	3147.329	360938.74 7	4034040.6 55
				3729.758	360360.40 0	4034109.4 99
Longueur totale de l'axe 3729.758 mètre(s)						

**Tableau 4-9** : Axe en plan de la branche3

### 4.10 Exemple de calcul

#### a) Détermination de A :

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

$$R \geq \frac{v^2}{g(f_t+d)} \Rightarrow R \geq \frac{80^2}{127(0.13+0.05)} \Rightarrow R \geq 280\text{m}$$

On prend :  $R = 300\text{m}$

#### b) Détermination de L :

➤ Condition de confort optique :  $L_{r1} = \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R}$

$$\frac{R}{3} \leq A_{min} \leq R \Rightarrow \frac{300}{3} \leq A_{min} \leq 300 \Rightarrow 100 \leq A_{min} \leq 300$$

$$L_{r1} = \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R} \quad \text{soit : } R=300\text{m} < 1500 \text{ m} \Rightarrow \Delta R = 1$$

$$L_{r1} = \sqrt{24 \cdot 300 \cdot 1} = 84.85\text{m}$$

➤ Condition de confort dynamique :  $L_{r2} \geq \frac{v^2}{18} \left( \frac{v^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$

$$\Delta d = 8.75\%$$

$$R = 300\text{m}, RH_m = 250\text{m}, RH_n = 450\text{m}$$

$$\Rightarrow RH_m < R < RH_n : \frac{d - d_{RHn}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHn}} = \frac{d_{RHm} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}}$$

$$\Rightarrow d = d_{RHn} + \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHn}\right)(d_{RHm} - d_{RHn})}{\left(\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}\right)} = 0.0625$$

$$d = 6.25\%$$

$$\Delta d = 6.25 - (-2.5) = 8.75\%$$

$$L_{r2} \geq \frac{v^2}{18} \left( \frac{v^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right) \Rightarrow L_{r2} \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127 \cdot 300} - 0.0875 \right)$$

$$\Rightarrow L_{r2} = 28.61\text{m}$$

➤ Condition de gauchissement :  $L_{r3} \geq (I \cdot \Delta d \cdot V)$

$$L_{r3} \geq (7,6 \cdot 0,0875 \cdot 80) \Rightarrow L_{r3} \geq 53.2\text{m}$$

De ( $L_{r1}$ ) ( $L_{r2}$ ) ( $L_{r3}$ ) on aura :  $L = 85\text{m}$

$$\text{Donc } L = \frac{A^2}{R} \Rightarrow A^2 = L \cdot R \Rightarrow A = \sqrt{L \cdot R} \Rightarrow A = 159.7\text{m}$$



On prend :  $A = 160\text{m}$

$$\Rightarrow L = \frac{160^2}{300} = 85.33\text{m}$$

**c) Calcul de  $\Delta R$  :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{85^2}{24 \times 300} = 1\text{m}$$

**d) Calcul des gisements :**

P1 (360984,71 ; 4036798,685)

P2 (361196,229 ; 4036747,83)

P3 (361330,680 ; 4036655,89)

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

$$P_1P_2 = \begin{cases} |\Delta X| = |XP_2 - XP_1| = 211,52 \\ |\Delta Y| = |YP_2 - YP_1| = 50,855 \end{cases}$$

$$P_2P_3 = \begin{cases} |\Delta X_1| = |XP_3 - XP_2| = 134,45 \\ |\Delta Y_1| = |YP_3 - YP_2| = 91,940 \end{cases}$$

$$G_1^2 = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = 84,97\text{grad}$$

$$G_2^3 = \arctg \frac{\Delta X_1}{\Delta Y_1} = 61,81\text{grad}$$

**e) Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{s0}^1 - G_{s1}^2| = 23,15\text{grad}$$

**f) Calcul de L'angle  $\tau$  :**

$$\text{L'angle } \tau \quad \tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi}$$

$$\tau = \frac{85}{2.300} \times \frac{200}{3.14}$$

$$\tau = 9.02 \text{ grad}$$

**g) Vérification de non chevauchement :**

$$\frac{\gamma}{2} = 11,57\text{grad}$$

**h) Calcule de l'abscisse du centre du cercle :**

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = \frac{85}{2} = 42.5\text{m}$$

**i) Abscisse de  $K_E$  :**

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40.L^2}\right) = 85 \left(1 - \frac{85}{40.85^2}\right) = 84.91 \text{ m}$$

**j) Origine de  $K_E$  :**

$$y = \frac{L^2}{6.R} = \frac{85^2}{6.300} = 4.014 \text{ m}$$

**k) Calcul de la tangente T :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \cdot \text{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

$$\text{On a : } \frac{L}{R} = 0.28$$

$$T = 42.5 + (300+1) \cdot \text{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 97,81\text{m}$$

# CHAPITRE 5

## PROFIL EN LONG

## 5.1 Introduction

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.

Après détermination du tracé en plan on va présenter dans ce chapitre le profil en long. c'est quoi un profil en long ? Comment on le détermine ? Et quelle est la relation entre le profil en long et le tracé en plan ?

## 5.2 Définition du profil en long

C'est une coupe longitudinale de la route suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. L'échelle des longueurs (l'abscisse) est en général celle du plan de situation, tandis que l'échelle des hauteurs (l'ordonnée) est 10 fois plus grande pour bien voir les déclivités qui sans cela seraient presque imperceptibles.

Le profil en long indique d'une part le profil longitudinal du terrain naturel (le niveau avant terrassement) et d'autre part le profil en long du projet (le niveau après travaux). Il est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des courbes paraboliques ou circulaire. Par convention, la ligne de référence du profil en long d'une route est l'axe de la plateforme si le terre plein central (T.P.C) est revêtu ou sinon, celui du bord gauche des chaussées.

Sauf difficulté d'insertion dans le site, un profil en long en remblai, adapté à la réalisation des terrassements, des chaussées et au maintien des écoulements naturels, est préférable à un profil en long rasant.

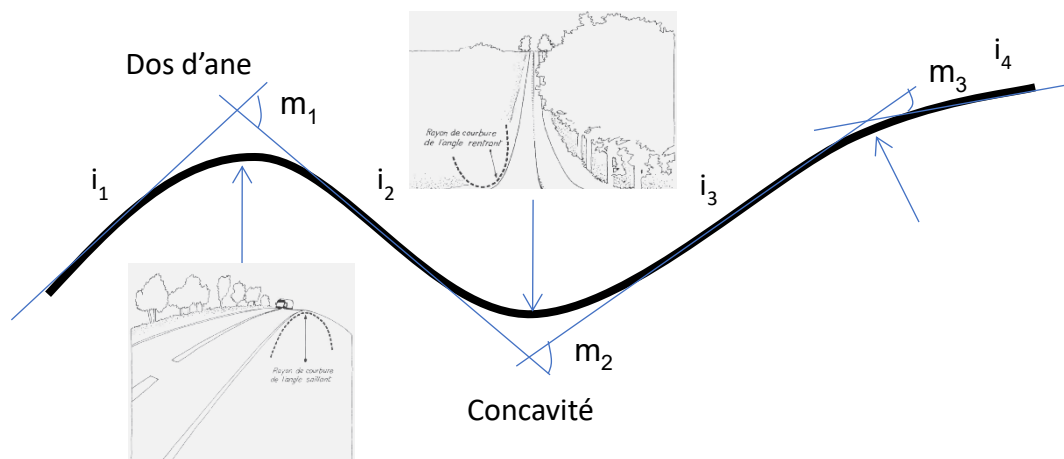


Figure 5-1 : Eléments géométriques du profil en long

### 5.3 Établissement du profil en long

A partir d'une carte topographique, les points du profil en long sont choisis à l'intersection de l'axe du tracé en plan avec les courbes de niveau. Pour la représentation graphique comme nous l'avons dit précédemment on prend deux échelles différentes :

- Une échelle pour les longueurs (par exemple 1/100) ou la même échelle que le tracé en plan ;
- Et une échelle plus grande pour les hauteurs (5, 10 ou 20 fois plus grande que l'échelle des longueurs), le facteur 10 étant celui qu'est presque toujours adopté.

L'horizontale de référence est aussi dénommé plan de comparaison dont la cote ronde écrit sur elle, Au-dessous de l'horizontale de référence, le profil en long comporte les nominations suivantes :

- Numéros des profils en travers ;
- Altitudes des points du terrain naturel ;
- Altitudes du projet de ce même point (ligne rouge) ;
- Distances partielles c.-à-d. entre deux points successifs ;
- Distances cumulées depuis l'origine du profil en long jusqu'à chaque point ;
- Déclivité du projet (pentes et rampes) ;
- Les longueurs des alignements droits et pour les courbes : rayon et longueur.

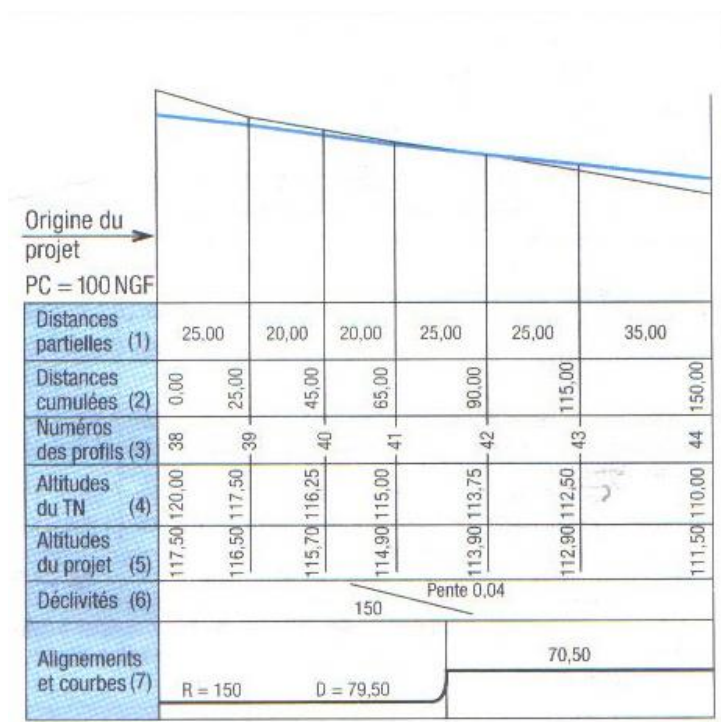


Figure 5-2 : Représentation graphique et nominations des éléments du profil en long

### 5.4 Indication du profil en long

Toutes les indications relatives au projet s'inscrivent en rouge (la ligne du projet, les côtes du projet, les déclivités du projet et enfin les alignements et les courbes). Pour des dessins sur calque servant à la reproduction, la ligne rouge sera liguée en trait plus épais que le trait naturel.

On indique par une teinte jaune les parties en déblai et par une teinte carmin (rouge foncée) les parties en remblai. Ces teintes sont remplacées sur le calque par des hachures de sens inverse :

- On appelle un point haut un sommet formé par des déclivités successives de sens contraire, et inversement les points bas sont des creux ;
- On appelle profil fictif, le profil situé au point d'intersection de la ligne de terrain naturel et la ligne du projet, son emplacement ayant une influence dans le volume des terrassements (déblais, remblai).

### 5.5 Règles à respecter et les principaux paramètres de choix d'un profil en long

Le tracé de la ligne rouge (ligne de projet) qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut tenir en compte - sauf dans des cas exceptionnels - lors de la conception du profil en long, parmi ces conditions il y a lieu :

- De respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur ;
- D'adapter le profil proposé au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux ;
- Tenir compte des contraintes de sites (intersections avec les autres routes et les réseaux divers : eau, gaz, assainissement, électriques,...)
- De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- De ne pas dépasser la pente maximale préconisée par les règlements ;
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance ;
- D'éviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais qui risque de créer de contraintes à savoir : Celles qui sont liées aux difficultés de terrassement et à l'évacuation des eaux pluviales. Le remède est soit de relever ce point au-dessus du terrain naturel soit d'atténuer les déclivités arrivant de chaque côté de ce point bas.

- D'éviter les hauteurs excessives de remblais ;
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement. Pour assurer un bon écoulement des eaux on placera les zones de dévers nul dans une pente du profil en long ;
- Prévoir le raccordement avec les réseaux routiers existants ;
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques ;
- D'assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment :
  - Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures ;
  - Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique ;
  - Adapter le profil en long aux grandes lignes du relief ;
- Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possibles aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.

## 5.6 Déclivités

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

### 5.6.1 Déclivité Minimum

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

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

### 5.6.2 Déclivité Maximum

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

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

Donc, la déclivité maximale dépend de :

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

<b>V<sub>B</sub> (km/h)</b>	40	60	<b>80</b>	100	120	140
<b>I<sub>max</sub> (%)</b>	8	7	<b>6</b>	5	4	4

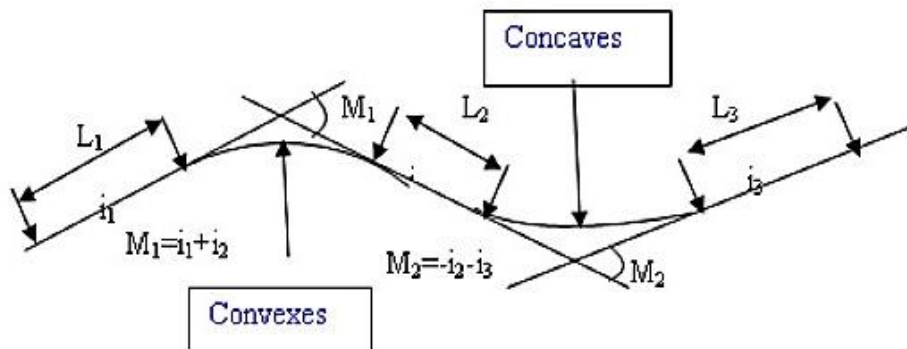
**Tableau 5-1** : Déclivité maximale selon le B40

Pour notre cas la vitesse **V<sub>B</sub> = 80 km/h**

Donc la pente maximale **I<sub>max</sub> = 6%**

### 5.7 Raccordements en profil en long

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



**Figure 5-3** : les éléments de profil en long



### 5.7.1 Raccordement convexe (angle saillant)

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

#### a) 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) ;
- $g/30$  (Cat 3-4-5).

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g/40 \quad (\text{Cat 1-2})$$

$$v^2/R_v < g/30 \quad (\text{Cat 3-4-5})$$

Avec

$$g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ et } v = V/3.6$$

D'où :

$$R_{v_{\min}} \geq 0,30 V_B^2 \quad (\text{Cat 1-2}).$$

$$R_{v_{\min}} \geq 0,23 V_B^2 \quad (\text{Cat 3-4-5}).$$

Tel que

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m) et  $V_B$  : vitesse de base (km/h)

#### b) Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort. Il faut deux véhicules circuler en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R'_v \geq (d^2/2(h_0+h_1+2 \cdot h_0 \cdot h_1)) \approx 0,27 d$$

$d$  : Distance d'arrêt (m)

$h_0$  : Hauteur de l'œil (m)

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

Dans le cas d'une route bidirectionnelle :  $h_0 = 1.1 \text{ m}$ ,  $h_1 = 0.15 \text{ m}$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie de la route.

**5.7.2 Raccordement concave (angle rentrant)**

**a) Le confort dynamique**

En angle rentrant, le problème de visibilité ne se pose pas, mais il y a apparition d'une accélération importante (accélération centrifuge) qui influence sur le confort des véhicules.

**b) La visibilité nocturne**

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte.

$$R_v' = d_1^2 / (1.5 + 0.035 \times d_1)$$

**c) Condition esthétique :**

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale (**L > 120m**) pour des devers **d < 10%**.

<b>Catégorie</b>		<b>C1</b>
<b>Environnement</b>		<b>E1</b>
<b>Vitesses de base (km/h)</b>		<b>80</b>
<b>Rayon en angle saillant R<sub>v</sub></b>	<b>Route unidirectionnelle</b>	<b>2*2 voies</b>
	<b>R<sub>vm</sub> (minimal absolu) en m</b>	<b>4500</b>
	<b>R<sub>vn</sub> (minimal normal) en m</b>	<b>10000</b>
<b>Rayon en angle rentrant R'<sub>v</sub></b>	<b>Route unidirectionnelle</b>	<b>2*2 voies</b>
	<b>R'<sub>vm</sub> (minimal absolu) en m</b>	<b>2400</b>
	<b>R'<sub>vn</sub> (minimal normal) en m</b>	<b>3000</b>

**Tableau 5-2 :** Les rayons verticaux concaves et convexes du profil en long

### 5.8 Descriptions du Profil en long de la route

Le profil en long de notre axe routier a été réalisé sur Covadis (Autopiste). Nous présentons ci-dessous la ligne rouge (ligne projet) du profil en long de notre route.

#### 5.8.1 Entre le PK 0+000 et le PK 0+812m : 1<sup>ère</sup> branche

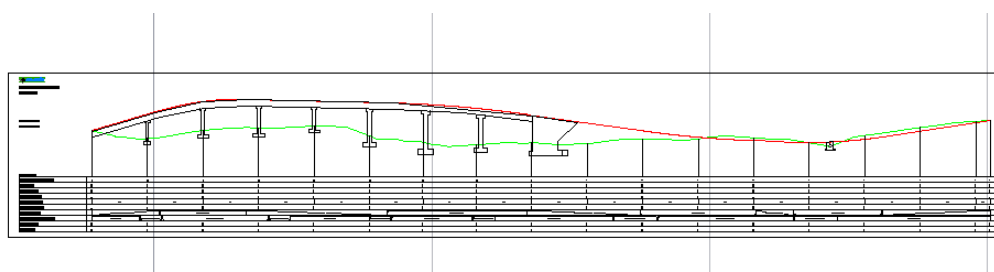


Figure 5-4 :profil en long du 1<sup>ère</sup> branche

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 6.11 %	72.118	0.000	240.213
Parabole 1	Rayon -869.518 m	57.986	72.118	244.616
	Sommet 125.210 m			
	Absc. m			
	Sommet Alt. 246.237 m			
Pente 2	Pente -0.56 %	196.880	130.104	246.223
Parabole 2	Rayon -1882.707 m	55.204	326.984	245.115
	Sommet 316.387 m			
	Absc. m			
	Sommet Alt. 245.145 m			
Pente 3	Pente -3.49 %	77.695	382.188	243.995
Parabole 3	Rayon 4080.326 m	155.763	459.883	241.280
	Sommet 602.490 m			
	Absc. m			
	Sommet Alt. 238.787 m			
Pente 4	Pente 0.32 %	32.142	615.646	238.809
Parabole 4	Rayon 4066.971 m	84.735	647.788	238.912

	Sommet	634.675			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	238.891			
		m			
Pente 5	Pente	2.41 %	80.292	732.523	240.068
				812.815	242.000
Longueur totale de l'axe 812.815 mètre(s)					

Tableaux 5-3 : calcul de l'axe en long du 1<sup>ère</sup> branche

5.8.2 Entre le PK 0+000 et le PK 0+647m : 2<sup>ème</sup> branche

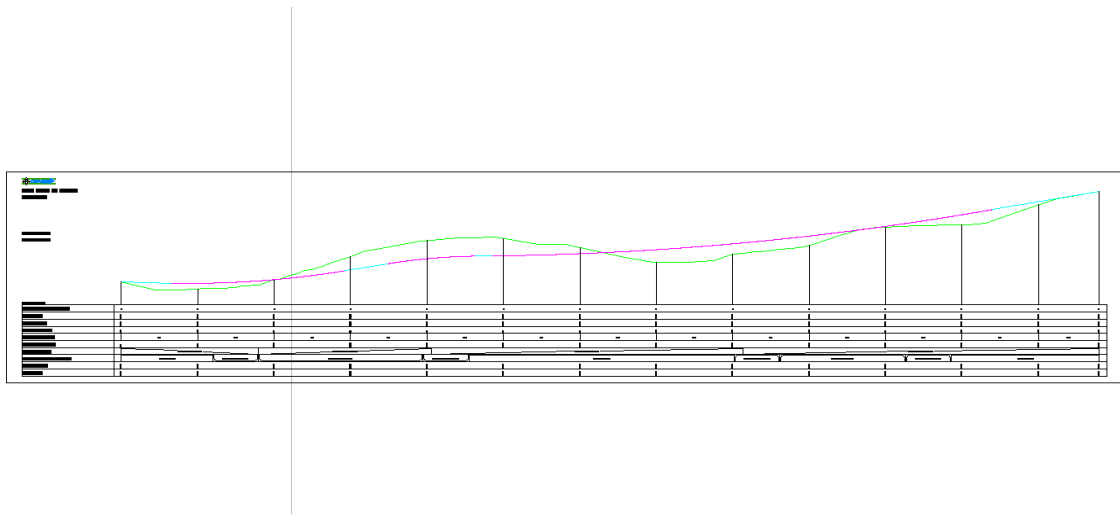


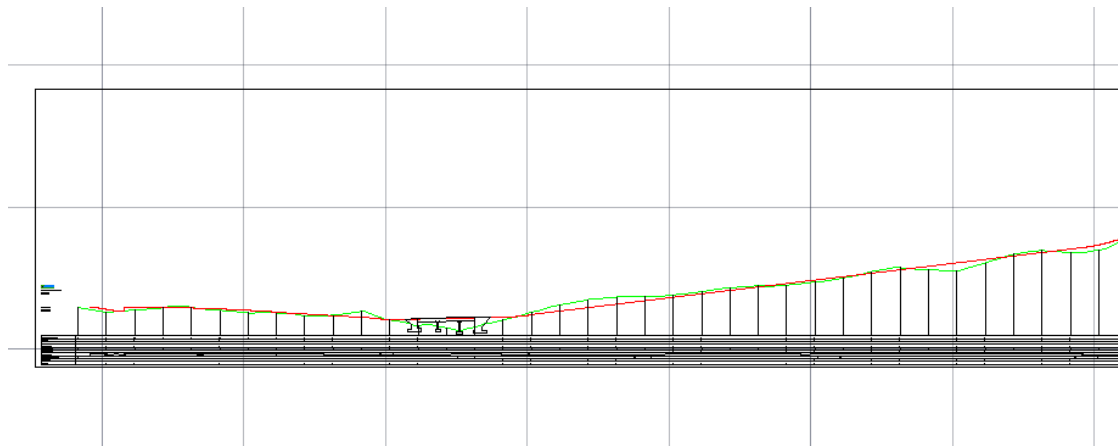
Figure 5-5 :profil en long du 2<sup>ème</sup> branche

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 2.19 %	72.192	0.000	229.018
Parabole 1	Rayon -	255.616	72.192	230.600
	13489.247 m			
	Sommet 367.749 m			
	Sommet Alt. 233.837 m			
Pente 2	Pente 0.30 %	57.508	327.808	233.778
Parabole 2	Rayon 3759.479 m	143.971	385.316	233.949
	Sommet 374.185			

	Absc.	m			
	Sommet Alt.	233.932			
		m			
Pente 3	Pente	4.13 %	117.893	529.288	237.132
				647.181	241.995
Longueur totale de l'axe 647.181 mètre(s)					

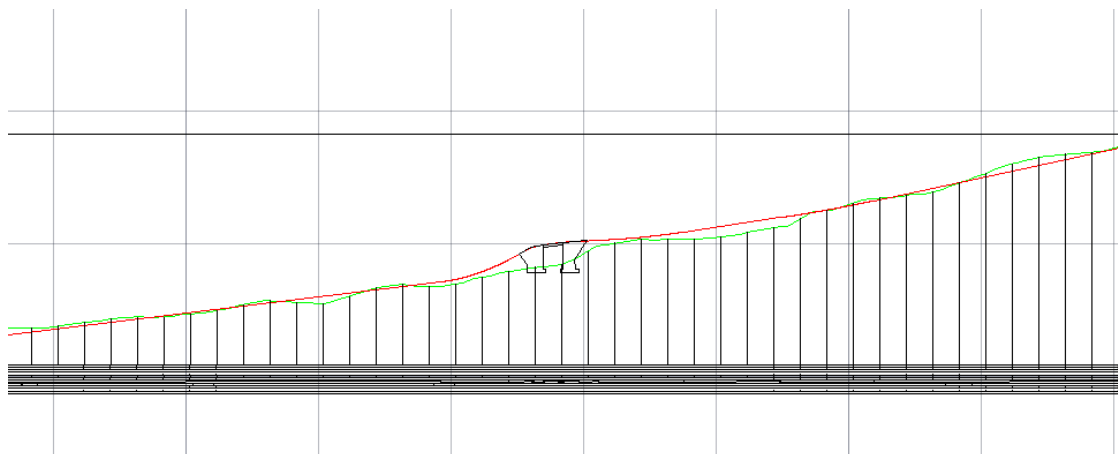
**Tableaux 5-4** : calcul de l'axe en long du 2<sup>ème</sup> branche

**5.8.3 Entre le PK 0+812 et le PK 2+062m : 3<sup>ème</sup> AXE**



**Figure 5-6** :profil en long du 1<sup>ère</sup> tronçon de 3<sup>ème</sup> AXE

**5.8.4 Entre le PK 2+062m et le PK 3+662m : 3<sup>ème</sup> AXE**



**Figure 5-7** :profil en long du 2<sup>ème</sup> tronçon de 3<sup>ème</sup> AXE

5.8.5 Entre le PK 3+662m et le PK 4+592m : 3<sup>ème</sup> AXE

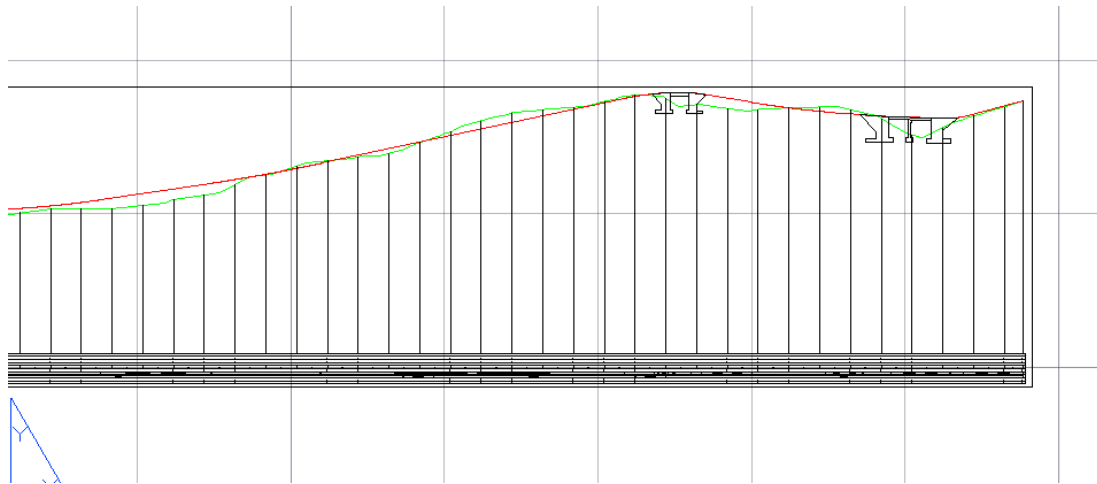


Figure 5-8 :profil en long du 3<sup>ème</sup> tronçon de 3<sup>ème</sup> AXE

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Cubique 1	Sommet 76.693 m	60.546	22.000	242.149
	Absc. Sommet Alt. 240.649 m			
Pente 1	Pente - 99999900 .00 %	0.000	82.546	240.699
Parabole 1	Rayon - 20039.71 7 m	268.257	82.546	242.154
	Sommet 84.232 m Absc. Sommet Alt. 242.154 m			
Pente 2	Pente -1.33 %	182.293	350.804	240.381
Parabole 2	Rayon 1321.887 m	22.360	533.097	237.956
	Sommet 550.681 m Absc. Sommet Alt. 237.839 m			
Pente 3	Pente 0.36 %	190.415	555.456	237.848
Parabole 3	Rayon 2381.244 m	49.638	745.871	238.536

	Sommet	737.269			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	238.520			
		m			
Pente 4	Pente	2.45 %	975.270	795.509	239.232
Parabole 4	Rayon	1596.599	129.545	1770.779	263.086
		m			
	Sommet	1731.729			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	262.608			
		m			
Pente 5	Pente	10.56 %	43.222	1900.323	271.509
Parabole 5	Rayon	-64.586 m	4.577	1943.545	276.074
	Sommet	1950.365			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	276.434			
		m			
Pente 6	Pente	3.47 %	17.775	1948.123	276.395
Parabole 6	Rayon	-2586.618	66.651	1965.897	277.012
		m			
	Sommet	2055.711			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	278.571			
		m			
Pente 7	Pente	0.90 %	36.616	2032.548	278.467
Parabole 7	Rayon	7743.459	161.670	2069.165	278.795
		m			
	Sommet	1999.824			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	278.485			
		m			
Pente 8	Pente	2.98 %	179.821	2230.835	281.931
Parabole 8	Rayon	13689.55	178.688	2410.656	287.295
		9 m			
	Sommet	2002.254			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	281.203			
		m			
Pente 9	Pente	4.29 %	492.418	2589.344	293.792
Parabole 9	Rayon	-1876.241	49.686	3081.761	314.910
		m			

	Sommet	3162.226			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	316.636			
		m			
Pente 10	Pente	1.64 %	12.692	3131.448	316.383
Parabole 10	Rayon	-582.053	9.548	3144.140	316.591
		m			
	Sommet	3153.688			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	316.670			
		m			
Pente 11	Pente	0.00 %	36.853	3153.688	316.670
Parabole 11	Rayon	-533.563	17.991	3190.540	316.670
		m			
	Sommet	3190.540			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	316.670			
		m			
Pente 12	Pente	-3.37 %	81.098	3208.532	316.366
Parabole 12	Rayon	7221.226	120.740	3289.630	313.632
		m			
	Sommet	3533.122			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	309.527			
		m			
Pente 13	Pente	-1.70 %	59.348	3410.370	310.570
Parabole 13	Rayon	4009.256	46.465	3469.718	309.561
		m			
	Sommet	3537.871			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	308.982			
		m			
Pente 14	Pente	-0.54 %	95.453	3516.183	309.040
Parabole 14	Rayon	369.966	22.172	3611.636	308.524
		m			
	Sommet	3613.637			
	Absc.	m			
	Sommet Alt.	308.519			
		m			

Tableaux 5-4 : calcul de l'axe en long du 3<sup>ème</sup> Axe



# CHAPITRE 6

## PROFIL EN TRAVERS

## 6.1 Introduction

Après l'élaboration du tracé en plan et du profil en long, il s'agit maintenant de définir un 3ème élément du projet qui est le profil en travers. Ce profil en travers est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances.

## 6.2 Définition

Les profils en travers sont des coupes transversales selon des plans verticaux passant par l'axe du tracé, ces plans sont perpendiculaires à l'axe de la route projeté.

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, accotements, système d'évacuation des eaux...etc.).

Les profils en travers permettent de calculer les paramètres suivants :

- La position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements ;
- L'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel ;
- Les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

## 6.3 Détermination des profils en travers

Il faut faire apparaître des profils en travers :

- à chaque changement de déclivité (profil en long) ;
- à chaque changement de direction (tracé en plan) ;
- à chaque point caractéristique de la ligne rouge ;
- des profils complémentaire au moins chaque 50 m (pour assurer un bon compactage).

## 6.4 Classification du profil en travers

Ils existent deux types de classification de profil en travers :

### 6.4.1 Le profil en travers type

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement des routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais, en alignement et en courbe). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

## 6.4.2 Le profil en travers courant

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20, 25 m...) qui dépend du terrain naturel (accidenté ou plat) et qui servent à calculer les cubatures. Il existe trois configurations possibles des profils en travers courant :

- Profil en remblai ;
- Profil en déblai ;
- Profil en mixte.

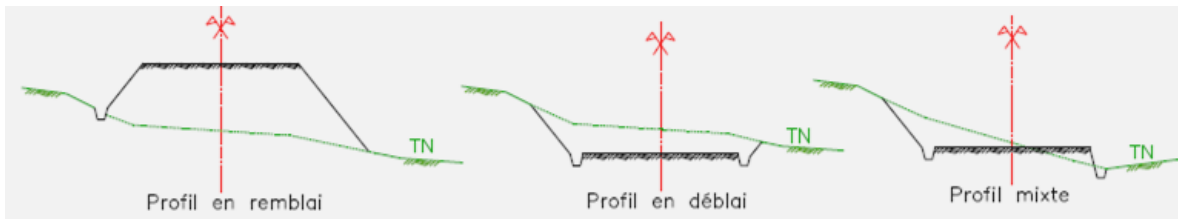


Figure 6-1 : Différents types de profil en travers courant

## 6.5 Les éléments du profil en travers

### 6.5.1 Eléments du profil en travers type

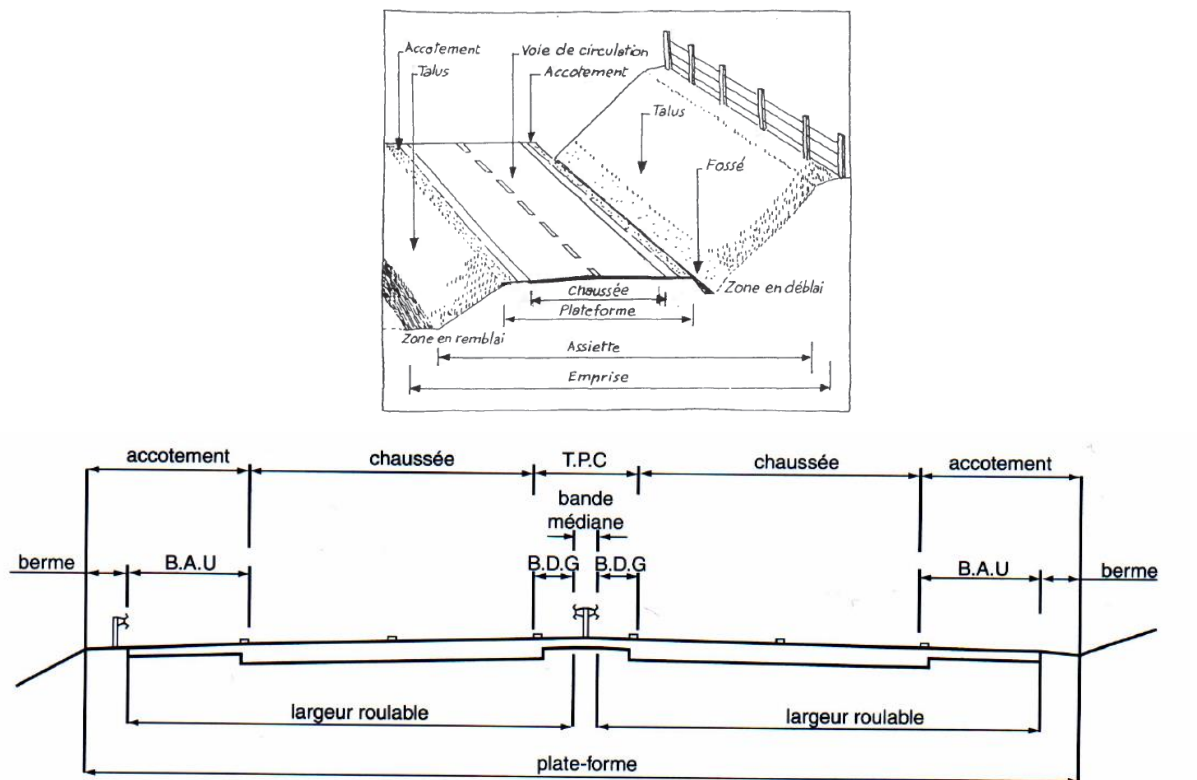


Figure 6-1 : Les éléments constitutifs du profil en travers type

## 6.5.1.1 Chaussée

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules, La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central. Chaque chaussée comporte de 2 à 4 voies de circulation larges de 3,50 m.

Pour notre projet nous avons 2×2 voies donc la largeur de notre chaussée et de **7,00m** de chaque côté.

## 6.5.1.2 La largeur roulable

Elle comprend les sur largeurs de la chaussée : la chaussée et les bandes d'arrêt.

## 6.5.1.3 Plate-forme

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, elle comprend : la chaussée, les accotements et éventuellement le terre-plein centre.

## 6.5.1.4 Assiette

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

## 6.5.1.5 Emprise

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

## 6.5.1.6 Terre plein central (T.P.C.)

Le T.P.C. s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur résulte de celle de ses constituants : sur largeurs de chaussée (les deux bandes dérasées de gauche) et la partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue (la bande médiane).

### a) Bande dérasée de gauche (B.D.G.)

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité. La B.D.G est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation, sa largeur est de **1,00 m**.

### b) Bande médiane

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements c'est le cas échéant (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et

d'évacuation des eaux), des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers, sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Si elle est inférieure ou égale à 3 m, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien. Sinon, elle peut être engazonnée et plantée d'arbustes, à moins que sa largeur et la topographie du site ne permettent la conservation du terrain naturel et de la végétation existante.

Dans ce cas pour notre projet, une berme de **1,00 m** est maintenue en bordure de la B.D.G.

### c) Interruption du terre plein central T.P.C. (I.T.P.C.)

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

### 6.5.1.7 Accotement

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés. Ils comportent généralement une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieur d'une berme.

#### a) Zone de sécurité

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m pour la catégorie L1, et de 8,50 m pour la catégorie L2. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m. La zone de sécurité de notre route égale à **10,00 m** et d'une hauteur de **3,00 m**.

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

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

#### b) La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)

La B.A.U facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation, qui porte le marquage en rive, puis d'une partie

dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

Sa largeur est de 2,50 m ou de 3,00 m lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus). On a prêté pour notre projet la BAU égale à : **2,50 m**.

### c) La berme

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale. Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %. On a prêté une berme de **1,00 m**.

### 6.5.1.8 Le fossé

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie. Il est en général de forme trapézoïdale.

## 6.5.2 Profils en travers au droit des ouvrages d'arts courants

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

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 4,75 m en tout point de la largeur roulable de la route. En outre, une revanche habituellement de 0,10 m est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0,50 m.

Pour notre projet on a pris **5,05 m** de hauteur pour les passages supérieurs et les passerelles piétonnes s'il est nécessaire et aussi que pour les portiques de signalisation, et on a ajouté **0,75 m** au de largeur au BAU dessous des passages.

## 6.5.3 Pentés transversales

Les courbes de rayon inférieur à  $R_{nd}$  sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

### 6.5.3.1. En alignement et en courbe non déversée

- La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur ;
- La pente d'une B.A.U. (ou d'une B.D.D), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de la surlargeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques ;

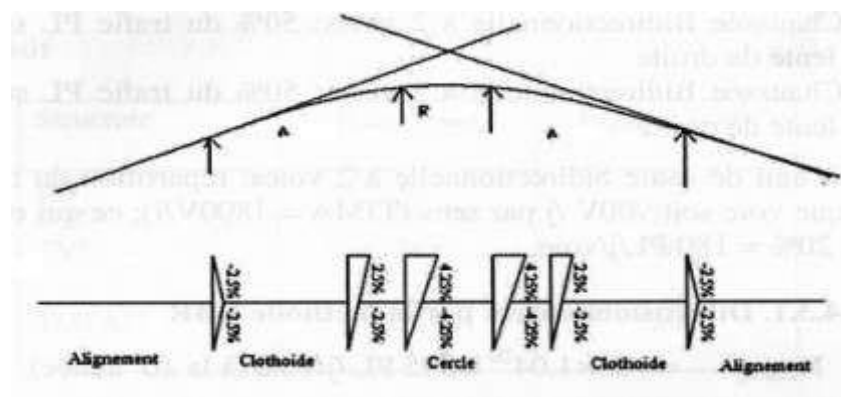
- Les pentes des B.D.G. et du versant en toit d'un T.P.C. revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente ;
- La berme extérieure présente une pente transversale de 8 % qui peut être portée jusqu'à 25 % dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

### 6.5.3.2. En courbe déversée

- La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de  $1/R$  entre 2,5 % pour  $R_{nd}$  et 7 % pour  $R_m$  ;
- La pente de la B.A.U (ou la B.D.D) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente ;
- La pente de la B.A.U extérieure (ou la B.D.D) reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %, hormis la surlargeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée ;
- Les dispositions relatives aux autres composantes de la plate-forme restent les mêmes qu'en alignement et en courbe non déversée.

### 6.5.3.3. Changement de dévers

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



**Figure 6-2 :** Schématisation des différentes variations le long de l'axe en plan.

#### a) Point de rotation des dévers

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

### b) Evacuation des eaux de ruissellement

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

Dans la zone de basculement du dévers, l'évacuation des eaux de ruissellement sur la chaussée requiert une pente résultante de 0,5 % en tout point de la chaussée. En courbe déversée, le T.P.C. est équipé de façon à évacuer les eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

## 6.6 Application au projet

Les caractéristiques du profil en travers type de la pénétrante se présente comme suit :

- Chaussée unidirectionnel (2×2) voies :  $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00$  m.
- Une terre – plein centrale de 2.00 m.
- Accotements de :
  - ❖ Deux bermes de 1 m :  $2 \times 1 = 2$ m.
  - ❖ Une B.A.U de 2.5 m pour chaque côté. :  $2 \times 2.5 = 5.00$  m.
- Fossé 0.3m/0.5m/0.3m
- Pente des talus de remblais : 2/3.
- Pentes des talus de déblais : 2/3.

Donc notre route est d'une largeur de 23 m.

## 6.7 Conclusion

Le travail a été effectué à l'aide du logiciel Covadis (AutoPiste). Dans ce qui suit des exemples des profils en travers de section courante du projet.





Profil dessiné par AutoPISTE

Profil en long : AXE 2

- Remblai : 4,01 m<sup>3</sup>
- Déblai : 3,69 m<sup>3</sup>
- CdF. (2) : 10,31 m<sup>2</sup>

**Profil n°: 9**

Abscisse : 404.89 m

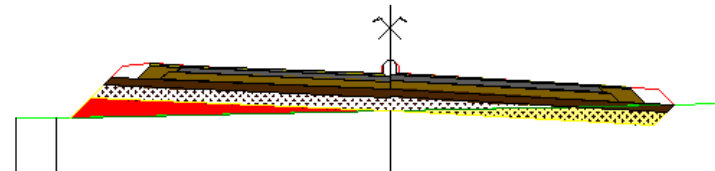
Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

P11 <= Profils types => P11

Dévers Gauche -4.32 %  
 Dévers Droite -5.73 %  
 X= 361606.96  
 Y= 4036470.57  
 Gisement : 296.92 gr

RG : 229.00 m



Altitudes TN		232.40	232.40		232.65		232.91							
Distances à l'axe TN		-13.69	-12.22		-0.00		12.38							
Distances partielles TN		1.47		12.22			12.38							
Altitudes Projet			232.41	234.30	234.30	234.51	234.01	233.61	233.50	233.53	233.45	232.96		
Distances à l'axe Projet			-11.69	-0.00	-0.00	-7.00	-7.30	0.30	0.30	7.30	7.80	7.80	9.80	10.30
Distances partielles Projet			1.89	1.00	1.00	0.90	7.00	0.30	0.30	7.00	0.50	1.00	1.00	0.50

Date : 05/06/2023

Dossier : RN80 UTM

Figure 6-3 : Profil en travers mixte



Profil dessiné par AutoPISTE

Profil en long : AXE 3

Remblai : 49.59 m<sup>2</sup>

**Profil n°: 66**

Abscisse : 3253.46 m

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

P11 <= Profils types => P11

Dévers Gauche 2.50 %  
 Dévers Droite -2.50 %  
 X= 360837.15  
 Y= 4034049.65  
 Gisement : 7.95 gr

PC : 303.00 m

Altitudes TN		313.12		311.69		309.97							
Distances à l'axe TN		-13.57		0.00		16.30							
Distances partielles TN			13.57		16.30								
Altitudes Projet		312.91	314.66	314.76	314.76	314.66	310.18						
Distances à l'axe Projet		-11.57	-8.80	-8.80	-7.30	-7.30	14.30						
Distances partielles Projet			1.77	1.00	1.00	0.90	7.00	0.00	7.30	0.90	1.00	1.00	4.50

Date : 05/08/2023

Projet : RN80 UTM

Figure 6-4 : Profil en travers remblai



Profil dessiné par AutoPISTE

Profil en long : AXE 2

**Profil n°: 6**

Abscisse : 252.84 m

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

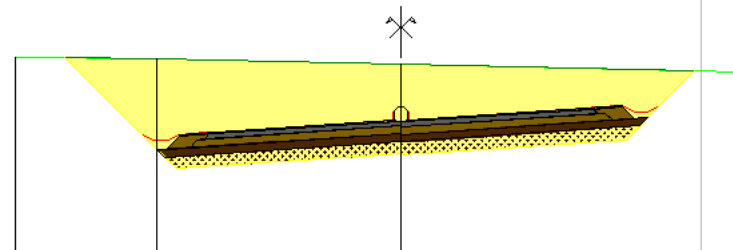
P11 <= Profils types => P11

■ Déblai : 77.28 m<sup>2</sup>

▨ CdF. (2) : 9.19 m<sup>2</sup>

Dévers Gauche 6.71 %  
 Dévers Droite 6.71 %  
 X= 361599.27  
 Y= 4036622.19  
 Gisement : 307.15 gr

■ RG : 228.00 m



Altitudes TN		-205.62		-205.77		-205.85		-205.23
Distances à l'axe TN		-15.34		-0.70		0.00		13.67
Distances partielles TN			5.64		9.70		13.67	
Altitudes Projet		235.81	235.77	235.62	235.52	235.47	235.34	235.28
Distances à l'axe Projet		-13.34	16.00	4.90	3.32	2.80	0.00	11.67
Distances partielles Projet			3.04	1.00	0.36	7.30	7.00	1.37

Date : 05/06/2023

Dossier : RN80 UTM

Figure 6-5 : Profil en travers déblai

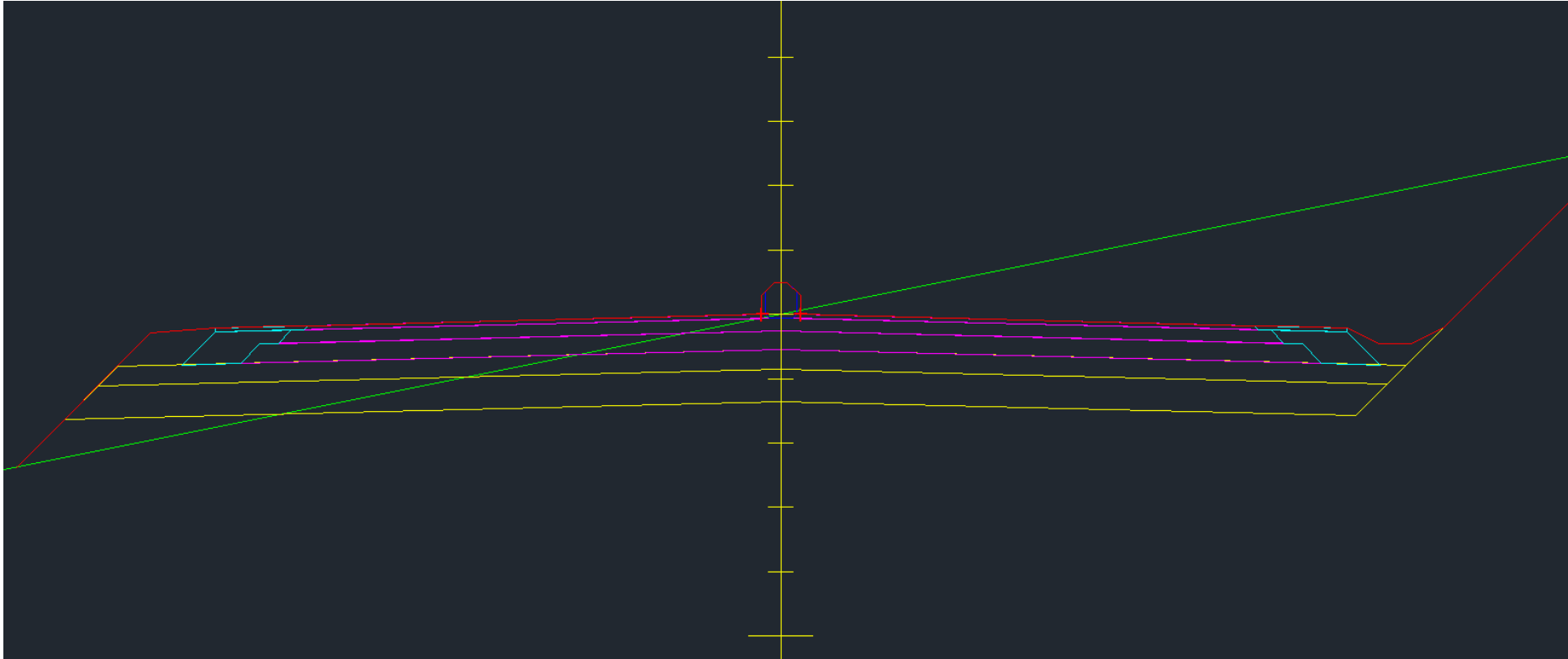


Figure 6-6 : Profil en travers type

# CHAPITRE 7

## DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

## 7.1 Introduction

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et profil en long. En effet une fois réalisée la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds. La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape nécessaire ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

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

## 7.2 Principe de la constitution des chaussées

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules ;
- Des chocs ;
- Des intempéries ;
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

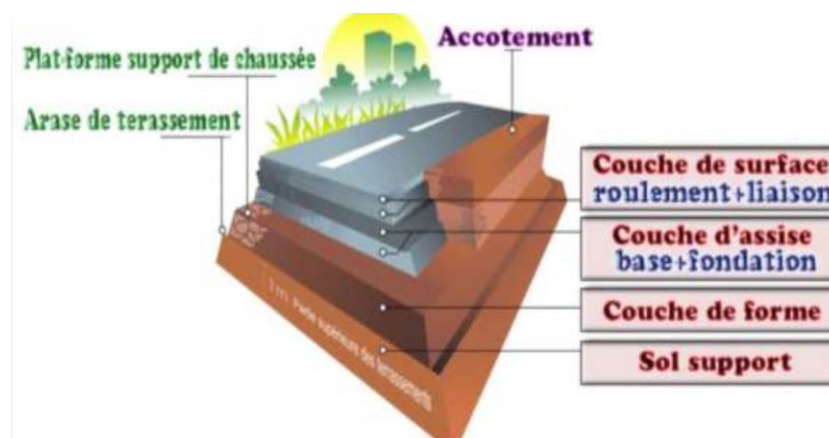


Figure 7-1 : Les éléments de la chaussée

## 7.3 Différents types des chaussées

Au sens géométrique la chaussée est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Au sens structurel la chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées

de façon à permettre la reprise des charges. Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussées souples ;
- Chaussées semi-rigides ;
- Chaussées rigides.

### 7.3.1 Chaussées souples

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.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 4 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.

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 du 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.

### 7.3.2 Chaussées semi-rigides

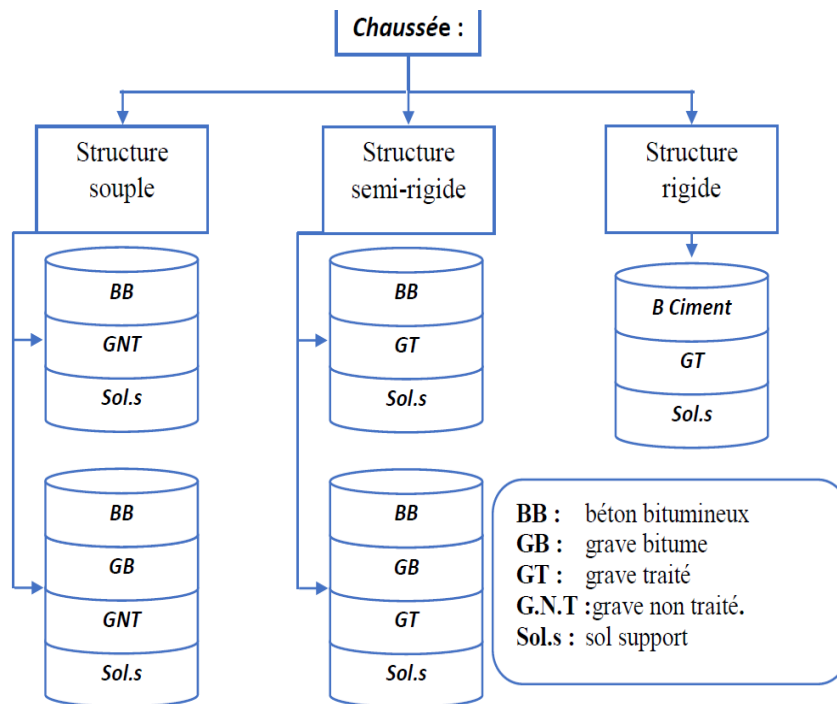
On distingue :

- 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 cm. 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.

### 7.3.3 Chaussées rigides

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 stabilisée 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).



**Figure 7-2 :** Schéma récapitulatif des différents types de chaussée



## 7.4 Facteurs de dimensionnement de la chaussée

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

### 7.4.1 Trafic

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieurs à 3,5 tonnes). 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 nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- De trafic poids lourds 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 :

$$N = T.A.C$$

Avec : 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.

### 7.4.2 Environnement

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

### 7.4.3 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.

### 7.4.4 Matériaux

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

## 7.5 Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées ;
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes de dimensionnement des corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de C.B.R (California Bearing Ratio);
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) ;
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) qui est utilisée en Algérie.

## 7.6 Méthode CBR (California Bearing Ratio)

### 7.6.1 Description de la méthode

C'est une méthode semi empirique qui est basée sur l'essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm. Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieur à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{ICBR + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule est la suivante :

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

e : épaisseur équivalente.

N : désigne le nombre moyen de plus de camion 1500 kg à vide ;

P : charge par roue égale à 6.5 t (essieu 13 t) ;

ICBR : indice portant C.B.R.

Log : logarithme décimal.

## 7.6.2 Notion de l'épaisseur équivalente

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

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$$E_q = \sum e (\text{réelle}) \times a$$

- **a1 × e1** : couche de roulement;
- **a2 × e2** : couche de base;
- **a3 × e3** : couche de fondation.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence « a »
Béton bitumineux ou Enrobe dense	2.00
Grave ciment – Grave laitier	1.50
Grave bitume	1.2 à 1.70
Grave concassée ou Gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

**Tableau 7-1** : Coefficient d'équivalence pour chaque matériau

## 7.6.3 Application au projet (Méthode CBR)

### ➤ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2023.
- TJMA2023=15 204 v/j
- Mise en service : 2027
- TJMA2027=15 822 v/j

- Année horizon :2047
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4\%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 15\%$

➤ **Répartition de trafic :**

- TJMA2027= 15 822 (V/j).
- TJMA2027= 7911 (V/j/sens)
- TPL2027= 0, 15× 7911 = 1186 PL/j/sens
- TPL2047=  $(1 + \tau)^{20}$ . TPL2027=  $(1+0,04)^{20} \times 1186 = 2373$ (PL/j/sens)

➤ **Après l'amélioration du sol support :**

On a un : **C.B.R=10**

$$e = \frac{100+(\sqrt{p})(75+50\log\frac{N}{10})}{ICBR+5} = \frac{100+(\sqrt{6.5})(75+50\log\frac{2497}{10})}{10+5} = e = \mathbf{29.84cm}$$

Donc : **e total = 30 cm**

➤ **Epaisseur équivalente :**

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

$$e \text{ équivalent} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

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

- Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$ .
- Couche de base en grave bitume (G.B) :  $a_2 \times e_2 = 10 \times 1.5 = 15 \text{ cm}$ .
- L'épaisseur de la couche fondation en Grave concassée ( $a_3=1$ ) :  $30 \times 1 = 30 \text{ cm}$

C'est-à-dire l'épaisseur réelles est de : **12 (BB) + 15 (GB) + 30 (GNT) = 57cm**

Couches	$a_i$	$e_{eq}$ (cm)	Épaisseur réelle (cm)
BB	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
GB	<b>1.5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
GNT	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Total	//	<b>46</b>	<b>57</b>

**Tableau 7-2 : épaisseurs réelles et équivalentes de la chaussée**

## 7.8 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CCTP)

Les données de bases pour le dimensionnement de chaussée sont :

- Les données climatiques ;
- Le trafic ;
- La durée de vie ;
- Le sol support de chaussée ;
- Le risque de calcul considéré ;
- Les caractéristiques des matériaux.

### 7.8.1 Démarche du catalogue

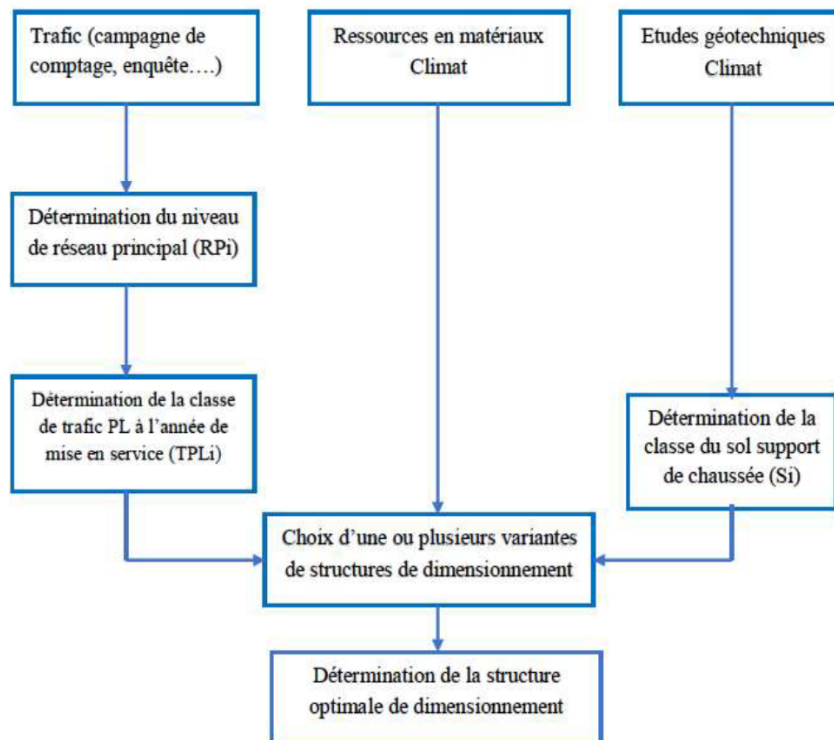


Figure 7-3 : la démarche du catalogue

### 7.8.2 Les données climatiques

Le dimensionnement du corps de chaussée s'effectue avec une température équivalente  $\theta_{eq}$ , en tenant compte du cycle de variation de température de chaque année. La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site.

D'après le « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CCTP) », le site du projet est classé en **zone I**.

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

**Tableau 7-3 : Zones climatiques de pluviométrie**

Donc on prend une température équivalente égale à 20°C, comme montré dans le tableau suivant :

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

**Tableau 7-4 : Choix des températures équivalentes**

### 7.8.3 Le trafic

D'après le catalogue, on a la classification suivante :

Réseau principal	Trafic (V/j)
<b>RP1</b>	> 1500 V/J
<b>RP2</b>	< 1500V/J

**Tableau 7-5 : Classes des réseaux principaux**

Pour notre projet : l'année de mise en service est: 2027

$$TJMA_{2027} = 15\ 822 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)}.$$

Donc : le réseau principal est **RP1**.

➤ **Détermination de la classe du trafic (TPLi)**

Le trafic sera calculé et classifié avec les recommandations du « Catalogue Algérien de Dimensionnement Des Chaussées Neuves (2001) ». Le trafic évalué a été considéré comme équilibré (identique) dans les deux sens, soit 0.5×le trafic par sens unique. L'évaluation du trafic sur notre section s'exprime sous la forme suivante :

On a :

- Le Pourcentage du poids lourds :  $Z = 15\%$  ;
- $TJMA_{2023} = 15\ 204 \text{ v/j}$ ;
- $TPL_{2023} = 0,15 \times 15204 = \mathbf{2280 \text{ PL/j}}$ .
- Taux d'accroissement :  $\tau = 1 \%$

- TJMA2027 = 15 822 v/j
- Durée de vie : 20 ans
- TPL2027 =  $(1 + \tau)^4 \cdot \text{PL2023} = (1+0,01)^4 \cdot 2\,280 = \mathbf{2373 \text{ (PL/j)}}$ .

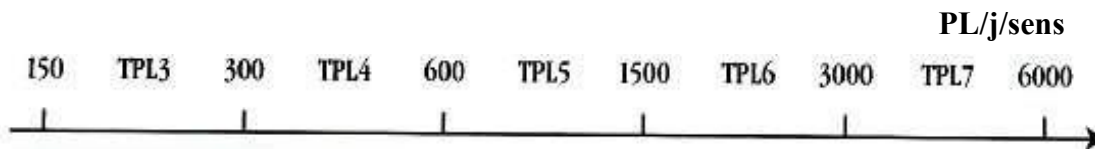
➤ **Répartition transversale du trafic**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 2x2 voies. D’après le Catalogue de Dimensionnement Algérien : la répartition du poids lourd est de **50%** sur la voie de droite la plus chargée. Donc, le calcul du trafic, selon la répartition transversale de la chaussée est :

$$\text{TPL}_{2027} = 2373 \times 0.5 = \mathbf{1186 \text{ (PL/j/sens)}}.$$

➤ **La classe du trafic**

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



**Schéma 1** : Schéma représentatif Classe TPLi pour RP1 (fascicule N° 1)

**TPL = 1186 (PL/j/voie).** Donc : la classe de trafic est **TPL5**.

➤ **Le trafic cumulé de poids lourd (TCi)**

Le TCi est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vue) est donnée par la formule suivante :

$$\text{TCi} = \text{TPL} \times [(1+0,04)^n - 1] / \tau \times 365$$

$$\text{TCi} = 1186 \times 365 \times [(1+0.04)^{20} - 1] / 0.04 = \mathbf{12.89 \times 10^6 \text{ PL/j/sens}}$$

$\tau$  : taux d’accroissement géométrique (pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement), ce taux de 4% résulte d’une enquête nationale de trafic réalisée dans le cadre de l’étude du schéma directeur routier national.

n : durée de vie considérée.

➤ **Le trafic cumulé équivalent (TCEi)**

Il correspond au nombre cumulé d’essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

$$\text{TCEi} = \text{TCi} \times A$$

A : coefficient d'agressivité du poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes, donné en fonction du réseau principal RPi.

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/Tuf, GB/GC	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydraulique : GL/GL, BCg / GC	1

Tableau 7-6: Valeur du coefficient d'agressivité A

D'après le tableau du « catalogue de dimensionnement Algérien », le coefficient

$$A = 0.6 \dots\dots \text{cas 1}$$

$$A = 1 \dots\dots \text{cas 2}$$

Donc :  $TCE_i = 0,6 \times 12.89 \times 10^6 = 7,73 \times 10^6 \text{ PL/J/sens } \dots\dots \text{cas 1}$

$TCE_i = 1 \times 12.89 \times 10^6 = 12.89 \times 10^6 \text{ PL/J/sens } \dots\dots \text{cas 2}$

### 7.8.4 La durée de vie

Les durées de vie fixées par niveau de réseau principal (RP 1, RP2) et par matériaux types sont synthétisées dans le tableau 4 ci-dessous :

Niveau de réseau principal (RP)	Types de matériaux	Types de structures	Durée de vie (années)
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GB ,GB/GNT, GB/TUF ,GB/SG	20
	MTLH (matériaux traités aux liants hydraulique )	GL/GL	20
		BCG	25
RP2	MNT(matériaux non traités)	GNT/ GNT , TUF/TUF,SG/SG,AG/AG	15
	MTB(matériaux traités au bitume)	SB/SG	15

Tableau 7-7 : Durées de vie adoptées (fascicule N° 2 -CCTP )

RP1  $\theta_{eq} = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Dans le cadre de notre projet, nous avons deux possibilités :



- **Cas 1 : Structure MTB** (matériaux traités au bitume) de type : GB/GNT
- **Cas 2 : Structure MTLH** (matériaux traités aux liants hydraulique) de type :GL/GL

**7.8.5 Détermination de la portance du sol-support de chaussée**

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S0 à S5. Cette classification sera également utilisée pour les sols-supports de chaussée.

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

**Tableau 7-8 :** Présentation des classes de portance des sols

- **Caractéristiques du sol support**

D'après les données géotechniques, le sol est de type argileux de faible portance avec un indice **CBR** variant entre [5-10], donc la portance du sol support est de classe **S3**. Dans ce cas, on doit prévoir de mettre en place une couche de forme pour améliorer la portance du sol support.

- **Amélioration de la portance du sol support :**

Selon le catalogue CCTP, il est recommandé de mettre en place une couche de forme de 40 cm d'épaisseur (réalisée en 2 deux couches de 20 cm chacune) sous la couche de fondation afin d'obtenir la **classe S2** ce qui permet d'avoir une plateforme convenable à recevoir des structures de type GB/GNT ou GL/GL.

Classe de portance de sol tassée	Matériau de couche de forme (*)	Epaisseur de matériau couche de forme	Classe de portance de sol support visée
> S4	Matériaux non traite	50 cm en 2 couches	S3
S4		35 cm	S3
S4		60 cm (en 2 couches)	S2
S3		40 (en 2 couches)	S2
S3		70 (en 2 couch0	S1

**Tableau 7-9 :** Sur-classement avec couche de forme en matériau non traité

**7.8.6 Le risque de calcul**

D'après le catalogue de dimensionnement Algérien, nous avons un risque de :

- 10%.....cas1
- 5%.....cas2

	Classe de trafic	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2

Tableau 7-10 : Risque adopté pour le réseau RP1

**7.8.7 Choix des différentes couches constituantes de la chaussée**

**Cas I : Matériaux traités au Bitume (MTB) : Structure GB/GNT**

- Couche de roulement en BB « béton bitumineux »
- Couche de base en GB « Grave Bitume »
- Couche de fondation en GNT « Grave non traitée »

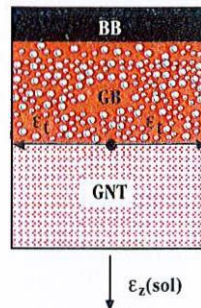
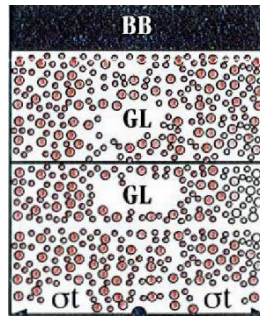


Figure 7-4 : Matériaux traités au bitume (MTB) (fascicule 02 – CCTP)

**Cas II : Matériaux traités aux liants hydrauliques (MTLH) : Structure GL/GL**

- Couche de roulement en BB « Béton Bitumineux »
- Couche de base en GL « Grave Laitier »
- Couche de fondation en GL « Grave Laitier »



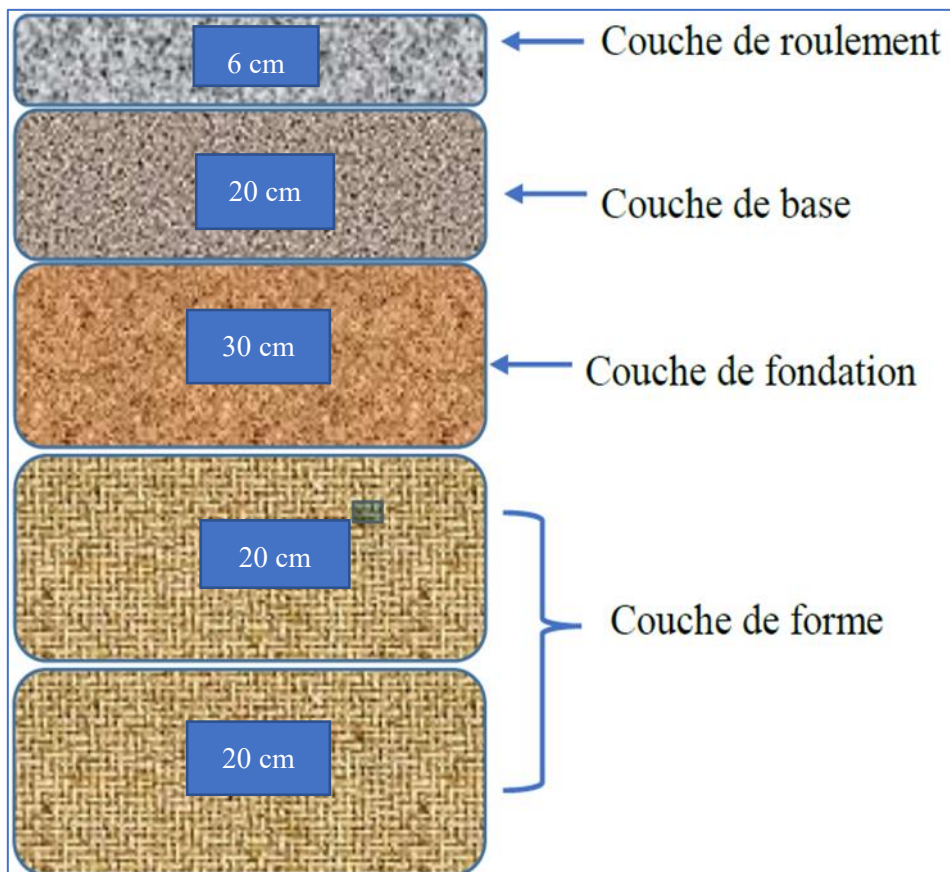
**Figure7- 5:** Matériaux traités au liants hydraulique(MTLH) ) (fascicule 02).

**Choix de dimensionnement**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, taux d'accroissement moyen (4%), portance du sol (S2) et une classe de trafic (TPL5).

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

**Cas1 : GB/GNT**



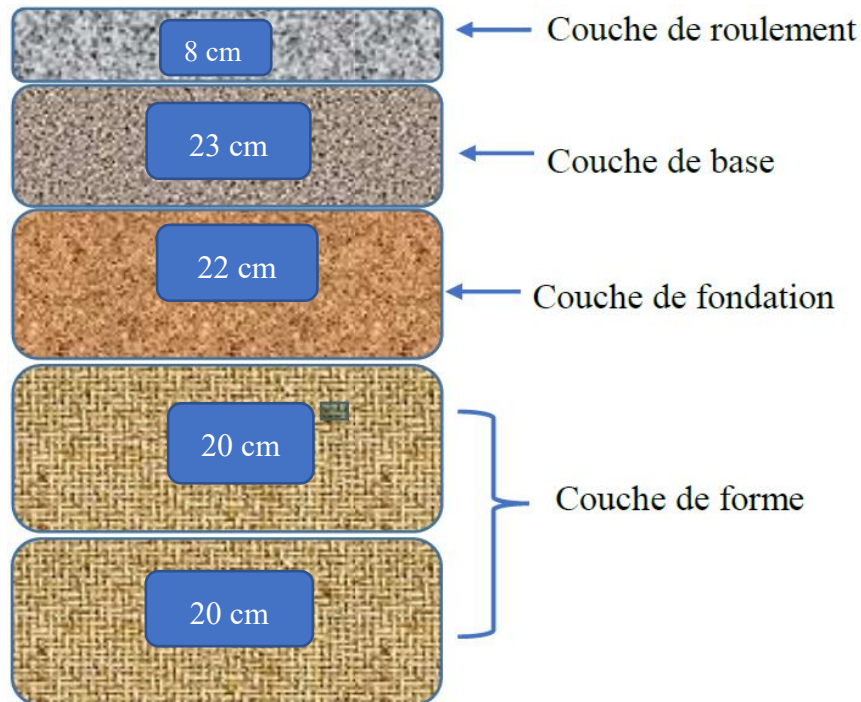
**Figure 7-6 :** Les épaisseurs des couches de la structure GL/GL

- Couche de roulement : BB « béton bitumineux » = 6 cm
- Couche de base : GB « grave bitume » =20 cm ;

- Couche de fondation : GNT « grave non traité (grave concassé) » = 30 cm.
- Avec une couche de forme de 40cm de tout venant de carrière (TVC)

Donc notre chaussé et constitue de : 6 cm BB +20 cm GB +30 cm GNT + 40 cm TVC

### Cas 2 : GL/GL



**Figure 7-7** : Les épaisseurs des couches de la structure GL/GL

- Couche de roulement : BB « béton bitumineux » = 8 cm
- Couche de base : GL « grave laitier » =23 cm ;
- Couche de fondation : GL « grave laitier » = 22 cm.
- Avec une couche de forme de 40cm.

Donc notre chaussé et constitue de : **8cm BB +23 cm GL +22 cm GL+ 40 cm TVC**

# CHAPITRE 8

## LES CUBATURES

## 8.1 Introduction

La construction d'une route exige la mise en forme de l'assise et de la plateforme qui vont recevoir le corps de chaussée et les équipements y afférents, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les ondulations du relief du terrain.

La modification de la forme du terrain naturel appelé « Terrassement », par définition, il consiste à modifier la topographie d'un site conformément aux indications prescrites par des plans. Ces modifications peuvent être modestes (excavation requise pour installer les fondations superficielles d'un bâtiment), linéaires (aménagement d'une structure routière, construction d'une digue) ou complexes (construction des approches d'un échangeur routier multiple).

On distingue deux opérations majeures dans les activités de terrassement, la première il s'agit d'ajouter des terres (remblai) qui consiste à transporter à partir du site du projet ou de l'extérieur de ce dernier (gite d'emprunt), des matériaux conformes à l'usage et aux spécifications techniques et dans la deuxième il s'agit d'enlever des terres (déblai) qui consiste à retirer et à transporter sur le site du projet ou à l'extérieur de celui-ci (dépôt), des sols décapés ou excavés. Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle les cubatures des terrassements. On présente dans ce chapitre les méthodes de calcul des cubatures de remblais et de déblais.

## 8.2 Définition des cubatures

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Le profil en long ;
- Les profils en travers ;
- Les distances entre les profils.

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

## 8.3 Méthodes de calcul des cubatures

Les méthodes de calcul des cubatures se basent sur le principe de découper les figures qui se présentent sur les profils en travers en figures géométriques calculables, ensuite calculer les surfaces par la longueur d'application de chaque profil afin d'avoir le volume suivant le type du profil en déblai ou en remblai ou mixte. Ensuite, on les soustrait pour trouver la section pour notre projet en tenant compte à la couche de terre végétale ainsi que le corps de chaussée.

Les cubatures sont difficiles à évaluer, mais pour calculer un volume il y a plusieurs méthodes qui simplifient le calcul.

## 8.3.1 Méthode de GULDEN

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

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

## 8.3.2 Méthode linéaire

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

## 8.3.3 Méthode de la moyenne des aires

La méthode de la moyenne des aires ou bien la méthode SARRAUS est une méthode très simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs. Mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

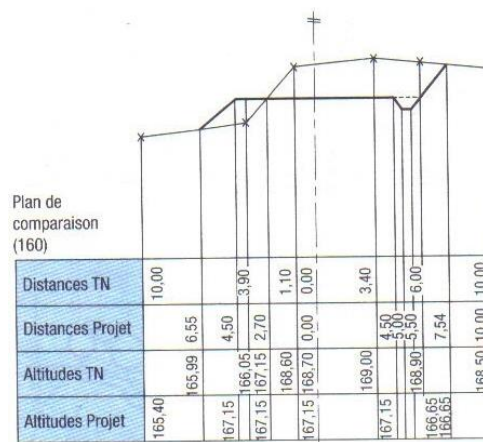


Figure 7-1 : Eléments d'un profil en travers

Le principe de la méthode est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

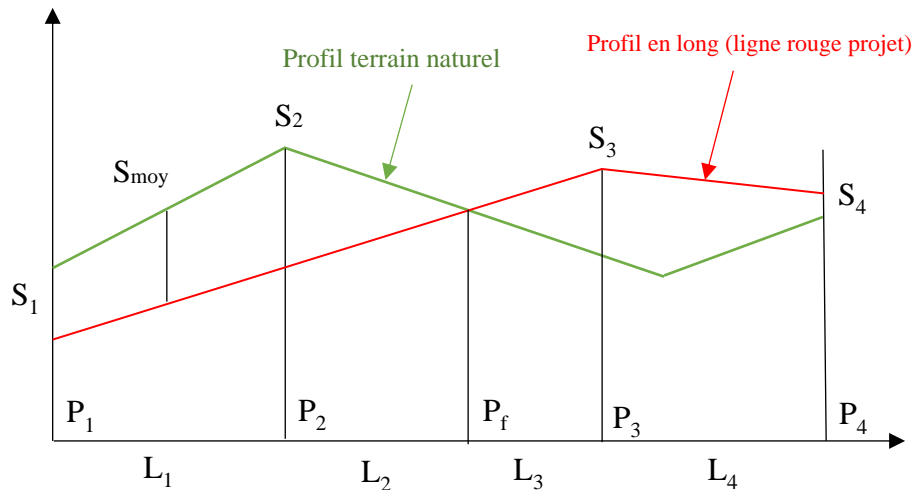
$$V = \frac{hm}{6} * (S1 + S2 + 4.S_{moy})$$

hm : distance entre deux profils ;

$S_1, S_2$  : les surfaces verticales des profils en travers  $P_1$  et  $P_2$  ;

$S_{moy}$  : Surface limitée à mi-distances des profils.

À la figure ci-dessous, on adopte pour des profils en long d'un tracé donné :



**Figure 8-2** : profil en long du tracé routier

$P_f$  : profil fictif, surface nulle ;  $S_i$  : surface de profil en travers  $P_i$  ;

$L_i$  : distance entre ces deux profils ;  $S_{moy}$  : surface intermédiaire (surface à mi-distance  $L_i$ )

Le volume compris entre les deux profils en travers  $P_1$  et  $P_2$  de section  $S_1$  et  $S_2$  sera égale à :

$$V = \frac{H}{6} * (S_1 + S_2 + 4.S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule, en considérant comme très voisines les deux expressions :

$$S_{moy} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$D'où : V_i = \frac{L_i}{2}(S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{L_1}{2}(S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F : V_2 = \frac{L_2}{2}(S_2 + 0)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 : V_3 = \frac{L_3}{2}(0 + S_3)$$

$$\text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_4 = \frac{L_4}{2}(S_3 + S_4)$$

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



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

On voit l'utilité de placer les profils P<sub>2</sub> puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

## 8.4 Calcul

Le calcul a été effectué à l'aide du logiciel Autopiste. Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

### 8.4.1 exemple de calcul de branche 2

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
1	0.000	25.00	22.28	0.00	557.027	0.000	557	0
2	50.000	50.00	0.00	16.57	0.000	828.406	557	828
3	100.000	50.00	0.00	12.52	0.000	628.650	557	1457
4	150.000	50.00	31.79	0.00	1577.190	0.000	2134	1457
5	200.000	50.00	60.66	0.00	3016.172	0.000	5150	1457
6	250.000	50.00	66.80	0.00	3330.780	0.000	8481	1457
7	300.000	50.00	26.47	0.00	1322.869	0.000	9804	1457
8	350.000	50.00	0.00	13.63	0.000	681.273	9804	2138
9	400.000	50.00	2.28	4.07	111.694	208.095	9916	2346
10	450.000	50.00	7.14	1.45	346.995	76.342	10263	2423
11	500.000	50.00	30.32	0.00	1489.851	0.000	11753	2423
12	550.000	50.00	4.87	1.51	241.716	76.485	11994	2499
13	600.000	48.59	11.08	0.00	538.335	0.000	12533	2499
14	647.181	23.59	19.86	0.00	468.475	0.000	<b>13001</b>	<b>2499</b>

**Tableau 8-1 : Volume de Déblai Remblai axe 2**

# CHAPITRE 9

## ASSAINISSEMENT

## 9.1. Introduction

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires. L'eau est le pire ennemi de la route car il 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 dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les études hydrauliques inventorient 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.

## 9.2. Objectifs de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

## 9.3. Les ouvrages d'assainissement

### 9.3.1. Bassin versant

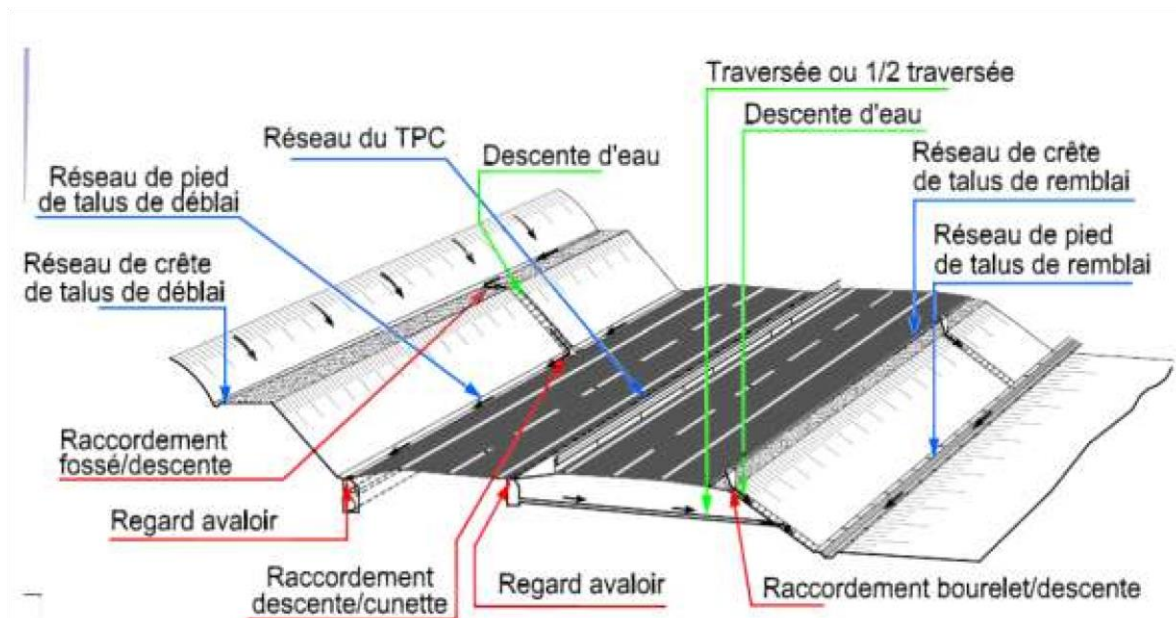
C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

### 9.3.2. Assainissement de la plate-forme

La configuration d'un réseau d'assainissement de la plate-forme se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire entre un point haut et un point bas par combinaison de dispositifs élémentaires linéaire soient-ils, ponctuels, enterrés ou superficiels.

Les réseaux d'assainissement de la plate-forme sont dans leur majorité des réseaux linéaires parallèles à l'axe de l'autoroute que nous pouvons retrouver hors et/ou à l'intérieur de la plate-forme. Dans ce contexte, le réseau d'assainissement peut être divisé en plusieurs parties, notamment :

- Le réseau d'assainissement longitudinal ;
- Les ouvrages d'assainissement transversaux.



**Figure 9-1** : Réseaux d'assainissement d'une chaussée routière.

### 9.3.2.1. Les réseaux d'assainissement longitudinaux

Ce sont l'ensemble des ouvrages d'assainissement qui longe le tracé de la route :

#### a) Réseau de crête de talus de déblai

Le rôle du réseau de crête de talus de déblai est d'éviter l'érosion du talus et d'alimenter en écoulement le réseau de pied de talus.

#### b) Réseau de pied de talus de déblai

Ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme.

#### c) Réseau de crête de talus de remblai

Cette partie du réseau longitudinal a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissellement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai.

Il protège donc le talus routier contre toute altération (ravinement, érosion et en état limite, la rupture).

**d) Réseau de pied de talus de remblai**

Situé au niveau du terrain naturel, ce réseau doit collecter toutes les eaux de l'impluvium routier, gravitairement, pour les diriger vers l'exutoire ; sans préjudice pour les fonds inférieurs. Sur certains tracés, ce réseau intercepte également les eaux de ruissellement d'un bassin versant naturel pour les diriger vers des ouvrages de traversé.

**e) Réseau du Terre-Plein Central (TPC)**

Le réseau du TPC a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée. On prévoit des fossés de forme trapézoïdale à parois en béton. Ces ouvrages sont dimensionnés pour des périodes de retour de 10 ans.

**9.3.2.2. Les ouvrages d'assainissement transversaux**

Ce sont l'ensemble des ouvrages d'assainissement qui traverse l'axe de l'autoroute, afin de permettre la traverse des eaux récoltées par les différents réseaux d'assainissement longitudinales et le rétablissement des écoulements naturels.

- Les dalots ;
- Les passages busés ;
- Les ponts ;
- Les passages mixtes.

**9.3.2.3. Ouvrages de raccordement**

Il s'agit des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal ; de leur bonne exécution dépend le bon fonctionnement du système d'assainissement et de sa pérennité. Le plus souvent, ces ouvrages sont préfabriqués et plus rarement coulés en place. Il s'agit des :

- regards de visite : nécessaires pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés ;
- regards avaloirs : servant à l'engouffrement des eaux ;
- têtes de buse : pour l'entonnement des eaux et le maintien des terres ; □ divers raccordements (bourelets /descentes, descentes/fossés, ...)

**9.4. Dimensionnement des réseaux d'assainissement**

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels superficiels ou enterrés.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière, il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance coupé par la route.

**9.4.1 Données hydrauliques**

Voici les données hydrologiques de la zone d'étude :

- les précipitations moyennes de 24h :  $P_{24} = P_j = 50.78$
- le coefficient de variation de la région considérée  $C_v = 0.36$
- l'exposant climatique de la région  $b = 0.30$

**9.4.2. Dimensionnement des ouvrages d'évacuation**

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

$$Q_a = Q_s$$

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

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

**9.4.2.1. Débit d'apport**

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

$$Q_a = K.C.I_t.A$$

Avec :

**K** : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s) **k=2,778 ;**

**I<sub>t</sub>** : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm / h) ;

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

**C** : coefficient de ruissellement.

**9.4.2.2. Coefficient de ruissellement (C)**

C'est le rapport du volume d'eau qui ruisselle sur une surface au volume d'eau tombant sur elle. Il dépend de la nature du sol, la forme et la pente du terrain, ainsi la couverture végétale.

Type de chaussée	C	Valeurs prises
<b>Chaussée revêtue en enrobés</b>	0,80 à 0,95	<b>0,95</b>
<b>Accotement ou sol légèrement perméable</b>	0,15 à 0,40	<b>0,40</b>
<b>Talus</b>	0,10 à 0,30	<b>0,30</b>

Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20
-----------------	-------------	------

Tableau 9-1 : Coefficients de ruissellement

**9.4.2.3. L'intensité de la pluie**

L'intensité de la pluie est donnée par la formule suivant :

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

Avec

$$\beta = b - 1$$

I : intensité de l'averse pour une durée de 1 h (mm / h)

t<sub>c</sub> : Temps de concentration (heure).

**9.4.2.4. L'intensité horaire**

L'intensité horaire est donnée par la formule suivante :

$$I = \frac{P_j}{24}$$

P<sub>j</sub> : hauteur de la pluie de durée t<sub>c</sub> (mm).

**9.4.2.5. La précipitation journalière**

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

Avec :

P<sub>j</sub> : pluie moyenne journalier ;

C<sub>v</sub>: coefficient de variation climatique ;

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

<b>Fréquence (%)</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Période de retour (ans)</b>	2	5	10	40	100
<b>Variable de Gauss (U)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,84</b>	<b>1,28</b>	<b>2,05</b>	<b>2,372</b>

Tableau 9-2 : la variable de Gauss

Remarque :

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

#### 9.4.2.6. Temps de concentration

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

Le temps de concentration est estimé respectivement d'après la formule des PETITS BASSINS, PASSINI, GIANDOTH comme suit :

$$\checkmark t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} \Rightarrow \text{Si } A < 5\text{km}^2, \text{ selon VENTURA.}$$

$$\checkmark t_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}} \Rightarrow \text{Si } 5\text{km}^2 \leq A < 25\text{km}^2, \text{ selon GIANDOTTI.}$$

$$\checkmark t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H}} \Rightarrow \text{Si } 25\text{km}^2 \leq A < 200\text{km}^2, \text{ selon PASSINI.}$$

Où :

A : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>) ;

P : Pente moyenne du bassin versant ;

L : Longueur de bassin versant (km) ;

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

#### 9.4.3. Le débit de saturation

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

$$Q_S = S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2}$$

Avec :

**K<sub>s</sub>** : coefficient de STRICKLER.

**K<sub>ST</sub>** = 70 pour les dalots.

**K<sub>ST</sub>** = 80 pour les buses.

**S** : section mouillée.

**R<sub>h</sub>**: rayon hydraulique (m). **R<sub>H</sub>**= S / P



**J**: la pente moyenne de l'ouvrage.

### 9.4.4. Dimensionnement des buses

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que  $Q_a$  soit inférieur à  $Q_s$ , donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition.

$$Q_s = S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

$S_m$ : section mouillée  $S_m = 0.5 \pi R^2$

$R_H$ : rayon hydraulique  $R_h = R/2$

**J**: la pente de pose égale la pente de profil en travers

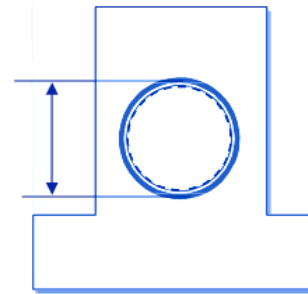


Figure 9-2 : Schéma d'une buse.

$$Q_s = Q_a \implies R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$

Une fois le rayon  $R$  est déterminé on prend le diamètre de la buse  $D = 2R$ .

Et une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel : Ø400, Ø500, Ø800, Ø1000, Ø1200, Ø1500 ...etc.

### 9.4.5 Dimensionnement des fossés

Les fossés récupèrent les eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et de talus. Pour ce projet on adopte des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux du sol support.

Pour le dimensionnement, on fixe la base du fossé à ( $b = 50 \text{ cm}$ ) et la pente du talus à ( $1/n = 1/1 = 1$ ) d'où la possibilité de calculer le rayon hydraulique en fonction de la hauteur  $h$ .

**Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = b \cdot h + 2 \cdot \frac{e \cdot h}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$$

$$e = n \cdot h$$

$$S_m = b \cdot h + n \cdot h^2 = h \cdot (b + n \cdot h)$$

$$S_m = h \cdot (b + n \cdot h)$$

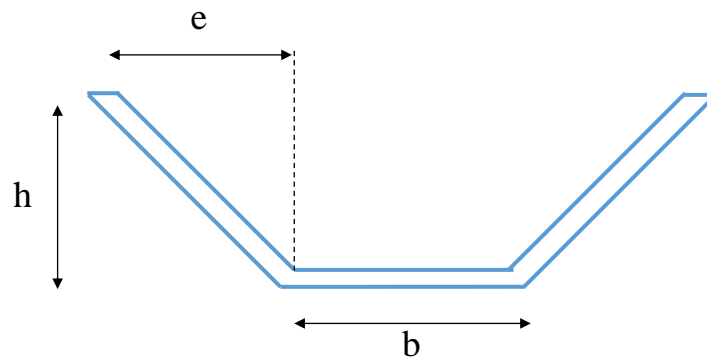


Figure 9-3 : Schéma d'un fossé

**Calcul du périmètre mouille :**

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{Avec } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

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

**Calcul du rayon hydraulique :**

$$R_h = S_m / P_m = \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivante

$$Q_a = Q_s K \cdot I \cdot C \cdot A = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

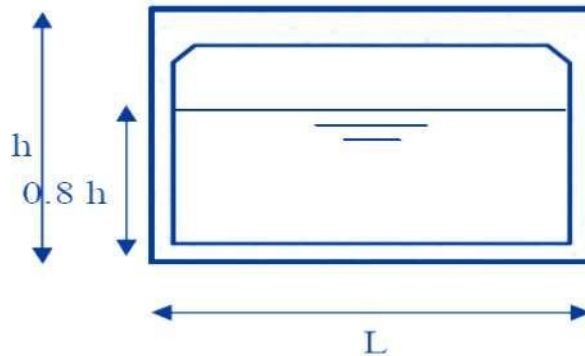
$$Q_a = K_{ST} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[ \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

### 9.4.5 Dimensionnement des dalots

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

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

La section du dalot est calculée comme pour le fossé ; seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.



**Figure 9-4 : Schéma d'un dalot**

$$Q_s = k_{ST} \cdot S \cdot R^{h^{2/3}} \cdot J^{1/3}$$

$$Q_s = K_{ST} \times J^{1/2} \times 0.8 \times h \times L \times \left[ \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + L} \right]^{2/3}$$

$K_{ST} = 70$  (dalot en béton) ;  $J$  : pente du dalot.

Le débit rapporté par le bassin versant, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_s = Q_a$$

$$Q_s = K_{ST} \times J^{1/2} \times 0.8 \times h \times L \times \left[ \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + L} \right]^{2/3} \cdot 0.8 \times h \times L$$

On tire la valeur de  $h$  qui vérifie cette inégalité, par itération.

## 9.5 Application au projet

### 9.5.1. Dimensionnement des fossés

A partir des résultats obtenus précédemment:

$$Q_a = K_{ST} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[ \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$J = 3.35\% \quad K_{ST} = 70$$

On prend  $b = 0.5\text{m}$

$$0.209 = 70 \cdot h \cdot (0.5 + 1 \cdot h) \cdot \left[ \frac{h \cdot (0.5 + 1 \cdot h)}{0.5 + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + 1^2}} \right]^{2/3} \cdot (0.0335)^{1/2}$$

Par calcul itérative, on obtien:  $h=0,25$ , donc on propose  **$h=0,30\text{m}$**

### 9.5.2. Dimensionnement des buses

Pour dimensionner les buses on prend  $Q_a = Q_s$  :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$\text{Nous avons :} \quad Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Avec :

$S_m$ : surface mouillée =  $1/2 \times \tau \times R^2$  (pour une hauteur de remplissage égale à  $0.5 \phi$ ) ;

$R_h$  : rayon hydraulique =  $R/2$  ;

$K_{ST}$  : 80 (pour les buses) ;

$J$ : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à  $4\text{m/s}$ . pour notre cas  $J= 2.5\%$ .

Nous avons :

$$Q_a = K.C.I.A = 0.204 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$J = 2,5\%$$

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

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$

$$R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times 0.204}{80 \times \pi \times \sqrt{0,025}} \quad \Rightarrow R = 0,21361 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } D = 2 \cdot R = 2 \times 0,21361 = 0,42723 \text{ m} = 427,23 \text{ mm}$$

D'où le diamètre de la buse est  $\phi = 600 \text{ mm}$ .

**CHAPITRE 10**

**AMENAGEMENT DU**

**CARREFOURS**

## 10.1 Définition

Le carrefour est un espace situé à l'intersection des routes permettant de passer d'une route à l'autre. L'aménagement des carrefours tend à permettre aux véhicules de :

- se croiser sans risque de collision (réduire cette insécurité).
- réduire au minimum la gêne de circulation (freinage, accélération, perte de temps, etc).

La conception du type d'aménagement à retenir repose sur une démarche qui comporte les deux étapes suivantes :

- détermination d'une **gamme d'aménagements** possibles compte tenu des objectifs d'aménagement de l'axe, en fonction notamment du **type de route** ;
- choix du **type de carrefour** à l'intérieur de cette gamme, en fonction des caractéristiques du site (trafic, topographie, sécurité, environnement, etc.) au moyen d'une **analyse multicritère** prenant en compte la sécurité, le temps de passage, le coût financier,...



Figure 10-1 : Photo du Carrefour du pont Salah Bay (Constantine)

## 10.2 Différents types des carrefours

Il existe deux grandes familles de carrefours :

- Les **carrefours plans** ou carrefours à **niveau** qui regroupent dans un même plan l'ensemble des échanges entre les routes concernées (ordinaires, giratoires).
- Les **carrefours dénivelés** ou **échangeurs** dont les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux.

Les principaux critères de choix entre ces différents carrefours sont :

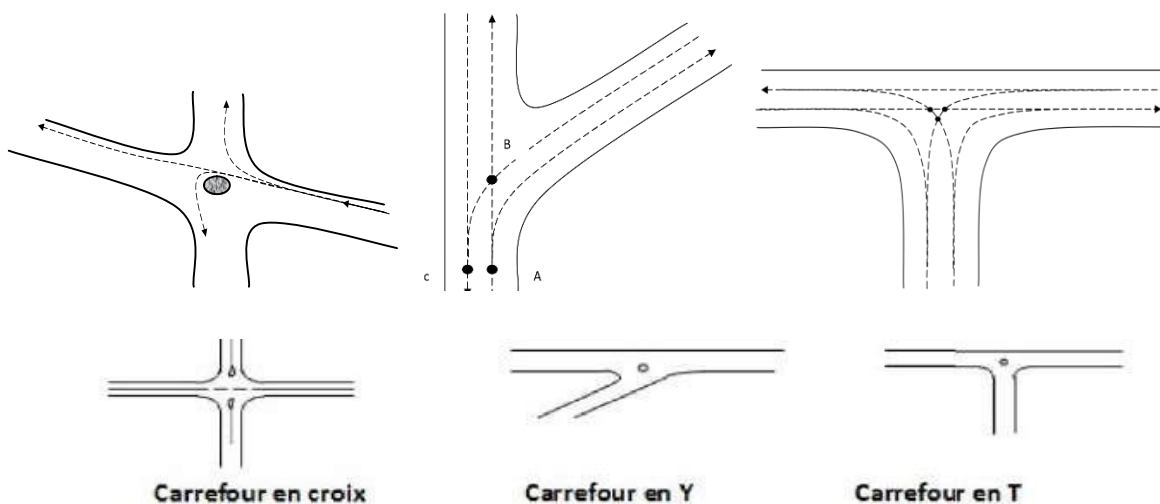
- **la sécurité** : les carrefours dénivelés offrent la meilleure sécurité. Le giratoire présente toujours un meilleur niveau de sécurité qu'un carrefour plan ordinaire.
- **le coût** : les carrefours plans ordinaires sont les moins cher que les carrefours giratoires. Les carrefours dénivelés sont plus coûteux que les carrefours plans.

- **Temps perdus** : Ce critère est important sur les axes où circule un trafic de longue ou moyenne distance (retard lié au trafic, retard géométrique).
- **Cohérence globale des aménagements le long de l'axe** : fréquence excessive de giratoires sur un même itinéraire peut devenir gênante pour les routes importantes.

## 10.2.1 Carrefours plans ordinaires

Ce sont des carrefours simples, offrent un niveau de sécurité en moyenne peut élever par rapport à d'autres types de carrefours (Dénivelé, giratoire). Les types fréquemment utilisés sont :

- **Carrefour en croix** : relie quatre branches qui se croisent formant un X ;
- **Carrefours en Y** : le trafic virant dans un angle aigu est nul ou insignifiant.
- **Carrefours en T** : dans ce type de carrefours le courant direct domine, et les autres courants peuvent être aussi importants ;



**Figure 10-2** : Différents types de carrefours plans ordinaires (formes X, Y, T)

### 10.2.1.1 Conditions d'implantation des carrefours plans ordinaires

#### a) Triangle de visibilité

Un triangle de visibilité peut être associé à chaque 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.

On peut distinguer deux natures de visibilité :

- La distance de visibilité nécessaire aux conducteurs pour voir l'aménagement qu'ils abordent (îlots nécessaires de la voie principale ou de la voie secondaire), est appelée distance de visibilité d'approche à vide.

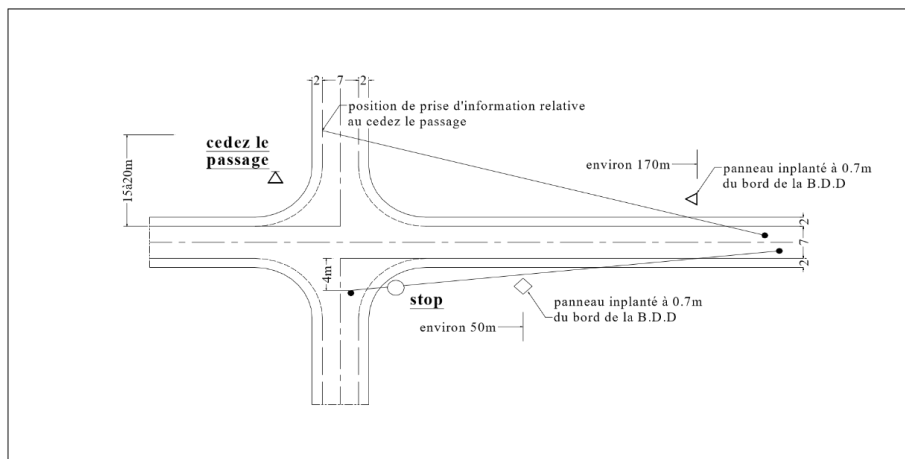


- La distance de visibilité nécessaire au conducteur du véhicule non prioritaire pour franchir la voie principale.

La mesure de cette distance est appréciée en considérant que le point d'observation et le point observe répondent aux conditions suivantes :

- Pour la situation d'arrêt (panneau stop), le point d'observation est situé en retrait de 2,5m par rapport à la ligne d'arrêt.
- Pour la situation de « cédez le passage » le point d'observation est situé en retrait de 15 à 20m par rapport à la ligne de « cédez le passage ». Le point observé est déterminé de la même façon que dans la situation d'arrêt.

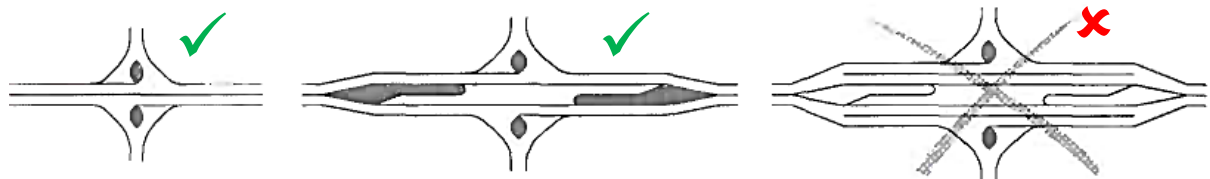
Le dessin ci-après montre comment se construisent les triangles de visibilité à partir des éléments précises ci-dessous. Lorsqu'il s'agit d'un carrefour en croix, et que la route principale est bidirectionnelle, on construit naturellement quatre triangles de visibilité suivant les modalités correspondes aux régimes de priorité envisagés.



**Figure 10-3 :** Triangle de visibilité des carrefours plans ordinaires

b) *Tracé en plan de la branche principale*

Au droit des carrefours et pour des raisons de sécurité, il faut limiter le nombre de voies directes par sens de la branche principale. Dans le cas d'une route à 2 voies, on ne doit maintenir qu'une seule filante pour chaque sens de circulation.



**Figure 10-4 :** Principe d'aménagement des carrefours sur une route à 2 voies

Dans le cas d'une route à 3 voies, le maintien de celle-ci au droit des carrefours plans ordinaires est fortement déconseillé. Dans ces conditions, on doit procéder en amont de tous les carrefours, à des rabattements à une voie pour chacun des sens de circulation.

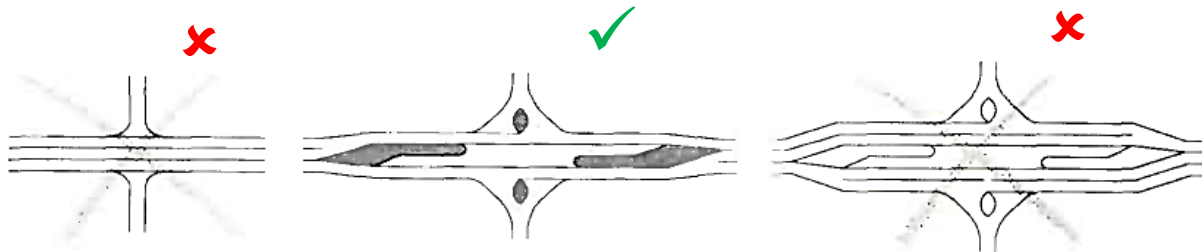


Figure 10-5 : Principe d'aménagement des carrefours sur les routes à 3 voies

### 10.2.2 Carrefours plans giratoires

Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité s'il est bien conçu et correctement dimensionné. Il ordonne une circulation à sens unique, disposé autour d'un îlot central. Il peut avoir de 3 à 6 branches réparties régulièrement autour de l'anneau afin d'améliorer la lisibilité. Les principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire sont présentés dans la figure ci-dessous.

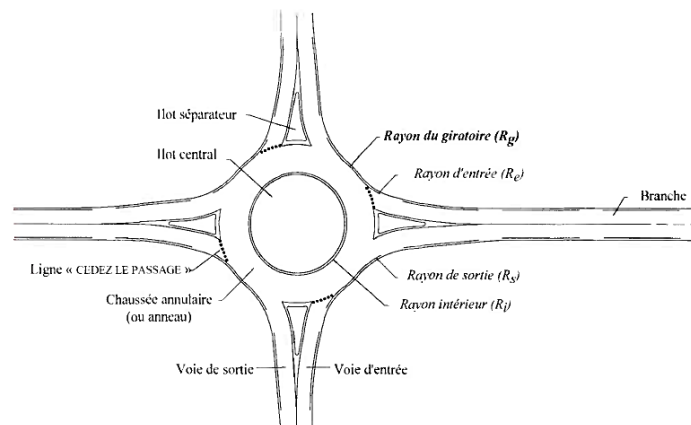
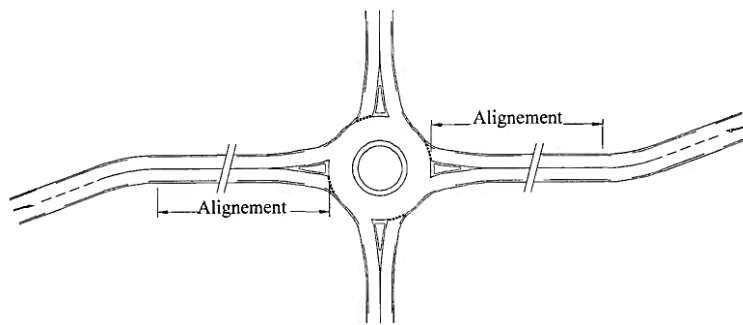


Figure 10-6 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire

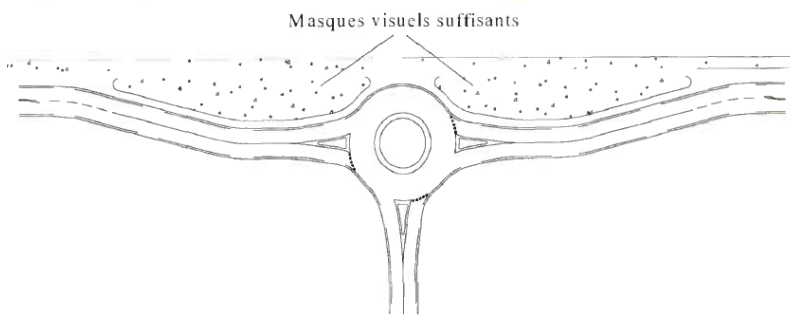
#### a) Configuration géométrique générale

La position de l'îlot central est optimale lorsque tous les axes des branches passent par le centre du giratoire. Le giratoire doit avoir un alignement radial sur une longueur de 150 à 250 m environ pour une route bidirectionnelle et de 250 à 350 m dans le cas d'une entrée à 2x2 voies.

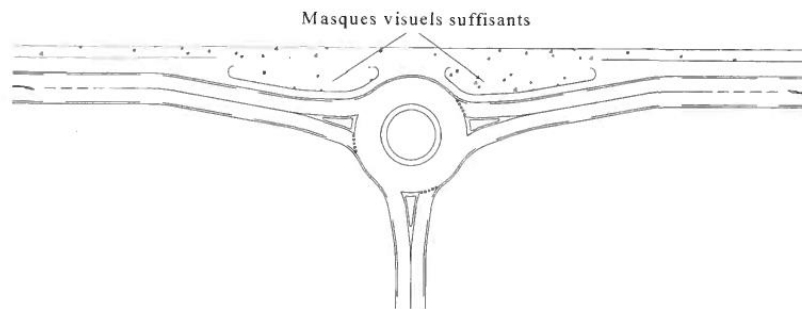


**Figure 10-7 :** Alignement radial des branches

Pour un carrefour à 3 branches le carrefour doit être transformé « en té décalé » ou « en Y ».



**Figure 10-8 :** Configuration des branches d'un giratoire en Té décalé



**Figure 10-9 :** Configuration des branches d'un giratoire en Y

### b) *Dimensions générales*

Les dimensions générales du giratoire dépendent principalement du nombre de voies de la route, nature du trafic et le nombre de branches :

#### ❖ Route bidirectionnelle :

Le rayon extérieur d'anneau ( $R_g$ ) doit être compris entre 15 et 25 m. La limite supérieure peut passer à 20 m dans le cas des routes à fort trafic de poids lourd et à 25 m dans le cas d'un giratoire avec un nombre de branche supérieure à 4. Il est déconseillé de choisir un  $R_g < 12$  m.

### ❖ Route à deux chaussées :

Un rayon ( $R_g$ ) de 25 m est généralement à conseiller. Dans tous les cas, la largeur de la chaussée annulaire ne peut être inférieure à 6 m.

### ❖ Déclivités :

Route avec déclivité *inférieure à 3%* → **pas de problème** d'implantation du giratoire.

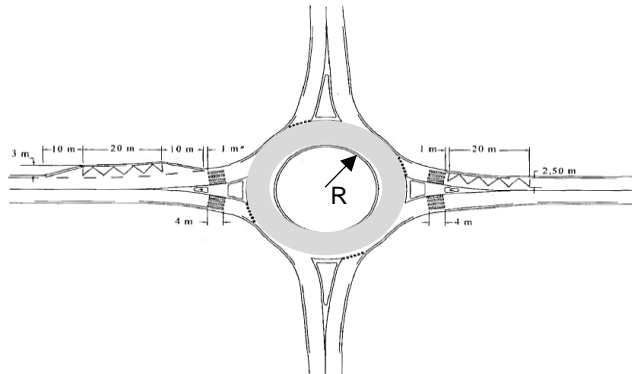
Entre 3% et 6% → diminution la stabilité des poids lourds (insécurité).

Supérieures à 6% → des problèmes importants (giratoire à exclure et à remplacer par un autre type de carrefour).

### ❖ L'îlot central

Il doit être circulaire, il doit avoir un rayon interne entre 6 et 10 m. La largeur de *l'anneau* du giratoire doit avoir une largeur entre **6 et 9 m**. La chaussée annulaire doit présenter un *dévers* uniforme de **1,5 à 2%** dirigé vers *l'extérieur* du carrefour pour améliorer la perception de la chaussée annulaire, et faciliter la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

Le giratoire peut comporter des aménagements pour les *piétons* et les *transports en commun*.



**Figure 10-10 :** Aménagement des passages piétons et des arrêts des transports en commun dans les carrefours giratoires

A titre complémentaire, le tableau ci-dessous donne le rayon du bord droit de la chaussée annulaire ( $R_g$ ) :

Type de giratoire	Rayon de giratoire $R_g$ (m)	Domaine d'application	Vitesse d'entrée (Km/h)
Mini giratoire	6 à 12	Urbain	25
Petit giratoire	12 à 15	Urbain	25
Moyen giratoire	15 à 20	Urbain Rural	30

	17 à 25		40
Grand giratoire	20 à 27	Urbain Rural	40
	25 à 30		<b>50</b>

**Tableau 10-1** : Valeur du rayon de giratoire

### 10.2.3 Carrefours dénivelés (échangeurs)

Les carrefours dénivelés, ou *échangeurs*, sont des dispositifs de raccordement entre plusieurs voies de circulation. Ils sont plus *coûteux* que les carrefours plans, mais ils offrent de bien meilleures conditions de sécurité. Ils sont utilisés généralement sur les autoroutes. Dans ce type de carrefours les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux, pour limiter aux maximums des conflits. On peut citer comme exemple :

- Les échangeurs supérieurs.
- Les passages sous terrains.

#### 10.2.3.1 Rôle d'un échangeur

L'échangeur permettant de s'engager sur une autoroute ou de la quitter soit pour prendre une autre autoroute ou pour emprunter le réseau routier ordinaire. Il a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.

#### 10.2.3.2 Différents types d'échangeurs

La conception d'un échangeur est toujours influencée par plusieurs facteurs comme la catégorie de la route, le caractère et la composition du trafic, la vitesse désignée et le degré de maîtrise d'accès. Ces contrôles demandent plus d'exigences économiques, de terrains, de droit de passage et doit requière d'une grande importance lors de la conception adaptée à la capacité du trafic, offrant une grande sécurité.

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs, cependant, les types de base ne sont pas nombreux et chaque type peut varier de forme et d'étendue, il y a également de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent des formes plus complexes.

Un important élément de conception d'échangeur est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désignent la forme de bretelle à considérer. Selon l'importance des routes à raccorder, nous avons déterminé les principaux types d'échangeurs :

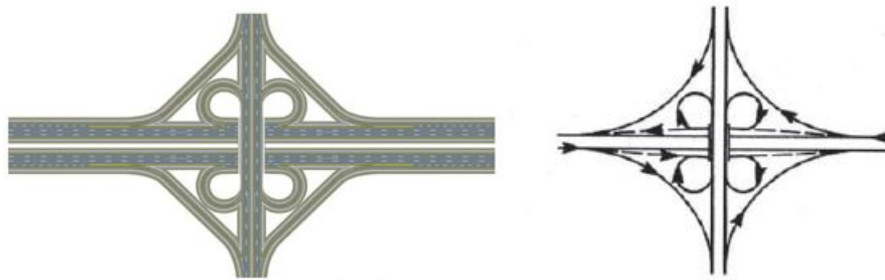
- Echangeur majeur ;
- Echangeur mineur.

## A. Échangeur majeur

L'échangeur majeur raccorde deux routes ou autoroutes de niveau de service élevé, les cisaillements ne sont pas tolérés dans ce cas. Ce sont les configurations suivantes :

### ❖ Trèfle complet

Pour des raccordements à quatre branches : c'est un échangeur massif, demandant une très grande emprise et justifié par un trafic important équilibré. Les quatre cadrans de l'échangeur sont utilisés, il comporte quatre boucles, quatre diagonales. Ce type assure toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art en général droit.



**Figure 10-11 :** Echangeur de forme trèfle complet

### ❖ Bifurcation « Y »

Pour les raccordements à trois branches : la branche qui présente le trafic à dévier se détache par la droite de l'axe principal pour rejoindre l'axe à emprunter. Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continues.

Pour le raccordement plus que quatre branches on a recours soit :

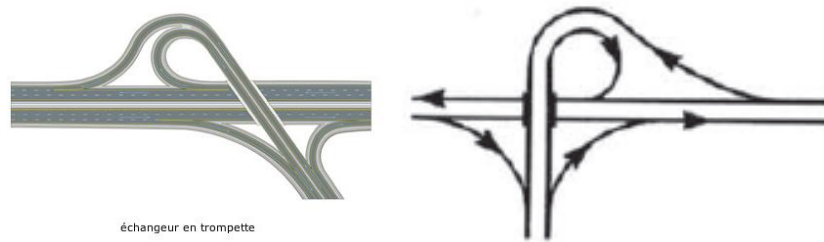
- Au giratoire qui comporte ou moins un ouvrage d'art ;
- Au directionnel qui comporte beaucoup d'ouvrage d'art.

## B. Echangeur mineur

Ce type d'appellation s'adresse lorsqu'il s'agit de raccorder une route principale (autoroute) à une route secondaire. La configuration ainsi retenue est de type :

### ❖ Trompette ou T

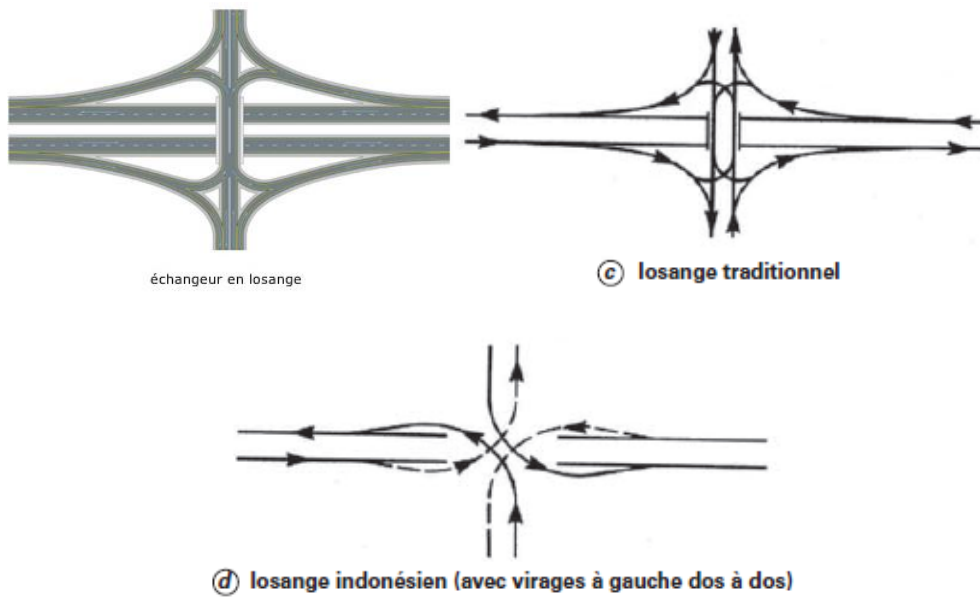
Pour les raccordements à trois branches, il est utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches et comporte : alignement droit commun à toutes les bretelles, une boucle « entrée ou sortie », une diagonale de sortie.



**Figure 10-12 :** Echangeur de forme trompette

❖ Losange

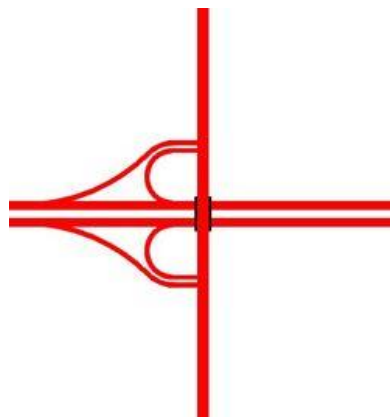
Il est composé de quatre diagonales unidirectionnelles symétriques entre elles par rapport à l'axe de l'autoroute et un carrefour à niveau sur la route secondaire. Il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.



**Figure 10-13 :** Echangeur de forme losange (traditionnel et indonésien)

❖ Demi-trèfle (à quadrants contigus ou opposés)

Il comporte deux boucles, deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire.



**Figure 10-14 :** Echangeur de forme de demi-trèfle

### 10.2.3.3 Règles de conception des échangeurs

La conception est l'étape la plus importante puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme et pour diminuer son prix de revient. Une bonne conception d'échangeur nécessite :

- La détermination du tracé ;
- La projection de plusieurs variantes d'échangeurs ;
- L'analyse et le choix.

Le type de franchissement supérieur ou inférieur est à priori évident, dépendant naturellement de la topographie du site, mais dans le cas contraire il y a lieu de privilégier le passage supérieur pour les considérations suivantes :

- Offre une meilleure perception de la position du carrefour par l'utilisateur de la route principale ;
- La voie de décélération est située en rampe tandis que les voies d'accélération sont sur des pentes ;
- Meilleures possibilités de drainage et d'assainissement.

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale. Le site d'implantation doit permettre la possibilité d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès et les contraintes de visibilité et pour cela il faut éviter de placer des échangeurs dans les sections :

- En courbe de faible rayon en tracé en plan ;
- En point haut en profile en long ;
- Dans les zones de grands déblais (terrassements importants) ;
- Dans les sections en forte déclivité (ce qui impliquerait un allongement des bretelles avales ou amont suivant que le franchissement est effectué en passage supérieur ou inférieur).

Aussi tout en évitant :

- Passage sur terrain agricole ;
- Passage au voisinage des habitations et des maisons publiques ;
- Passages sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement ;
- Les longs alignements droits.



## 10.2.3.4 Les avantages et les inconvénients des échangeurs

Les échangeurs permettent notamment de :

- Faciliter aux usagers un déplacement dans de bonnes conditions de confort et de Sécurité ;
- Éviter les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents ;
- Éviter les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables (problèmes d'encombres bouchons) ;
- Éviter les contraintes d'arrêt et de reprise ;
- Assurer la continuité du réseau autoroutier.

Nous pouvons résumer les inconvénients dus à l'aménagement d'un échangeur comme suit :

- Coût financier volumineux ;
- La non prise en charge, en générale, des traversées des piétons ;
- L'entretien coûteux ;
- L'éclairage indispensable ce qui implique en plus un cout d'exploitation.

## 10.2.3.4 Constituant d'un échangeur

Tout échangeur quel que soit son importance, sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

- Carrefour (s) plan (s) (présentés dans le paragraphe précédent);
- Ouvrage d'art (passage inférieur (trémie) ou supérieur (pont)) ;
- Bretelles (rampe d'entrée et rampe de sortie).

### *a) Ouvrages d'arts*

Pour assurer un passage supérieur ou inférieur, on peut déterminer le nombre des ouvrages en fonctions des paramètres suivants :

- Le type d'échangeur à implanter ;
- Les contraintes du site d'implantation ;
- Les conditions de coordinations profil en long et tracé en plan ;
- Les conditions de réglementations et de conception.

### *b) Bretelles*

Les bretelles sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croissent. Chaque bretelle se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

Il existe trois types de bretelles dont la combinaison entre elles donnent plusieurs types d'échangeurs et leurs utilisations est en fonctions du débit qu'elles vont écouler.

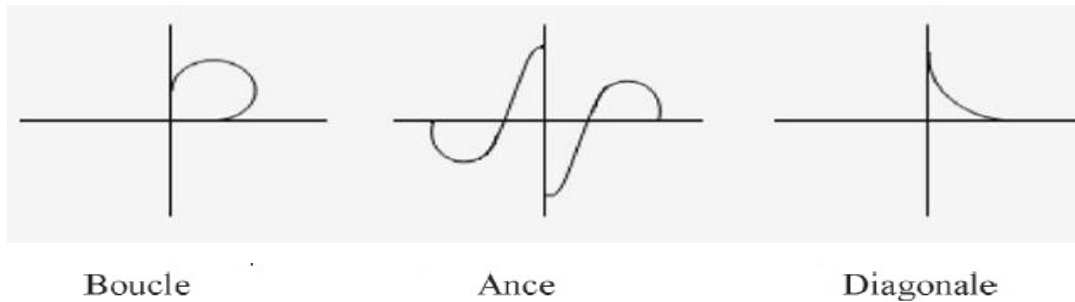


Figure 10-15 : Différents types de bretelles

Bretelle	Boucle	Anse	Diagonal
Débit de point (V/h)	1500	1000 - 2000	500 - 1000

Tableau 10-2 : Choix entre les différents types des bretelles

a) Les couloirs d'entrée et de sortie

A l'approche d'un carrefour, les courants issus d'une direction sont répartis sur des couloirs groupant un certain nombre de voies, de longueur égale à : 4 m en entrée et 5 m en sortie.

b) Les voies de décélération de type parallèle

Les voies de décélération de type parallèle sont utilisées principalement pour les tournes à gauche de sortie.

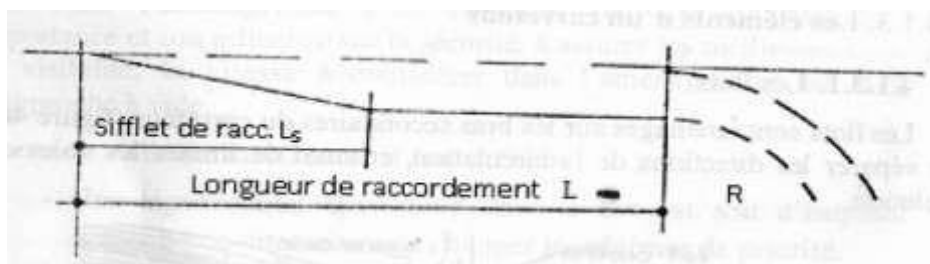


Figure 10-16 : Voies de décélération de type parallèle

c) Les voies de décélération de type diagonal

L'usage de voies de décélération de type diagonal est recommandé pour les tournes à droite de sortie. Elles comportent un biseau de sortie rectiligne, un raccordement à courbure progressive parcouru à décélération constante et un arc de cercle.

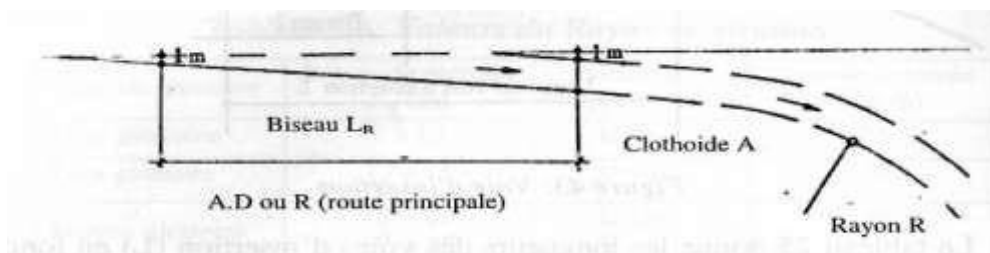


Figure 10-17 : Voies de décélération type diagonal

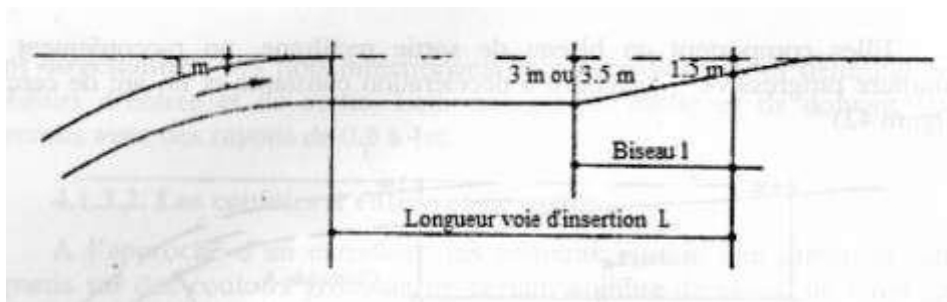
D'après le B40 nous avons :

Vitesse d'approche à vide $V_0$ km/h	Vitesse à l'entrée du biseau $V_S=0.75V_0$	Vitesse au nez de sortie $V_E$ (km/h)	Longueur du biseau (m)
<b>80 – 90</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>80</b>
100 – 110	75	50	110
> 120	90	72	110

**Tableau 10-3 :** Caractéristiques géométriques des voies de décélération diagonal

d) Les voies d'insertion

Les voies d'insertion sont du type parallèle et comportent une voie d'accélération parallèle à la route principale et un biseau de raccordement.



**Figure 10-18 :** Voies d'insertion parallèle

D'après le B40 on a :

$V_0$ ( $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ) à vide	60	<b>80</b>	90	100	110	120
Longueur totale L (m)	140	<b>180</b>	210	240	270	320
Longueur biseau L (m)	40	<b>50</b>	60	70	75	80

**Tableau 10-4 :** Caractéristiques géométriques des voies d'insertion parallèle

### 10.3 Application au projet

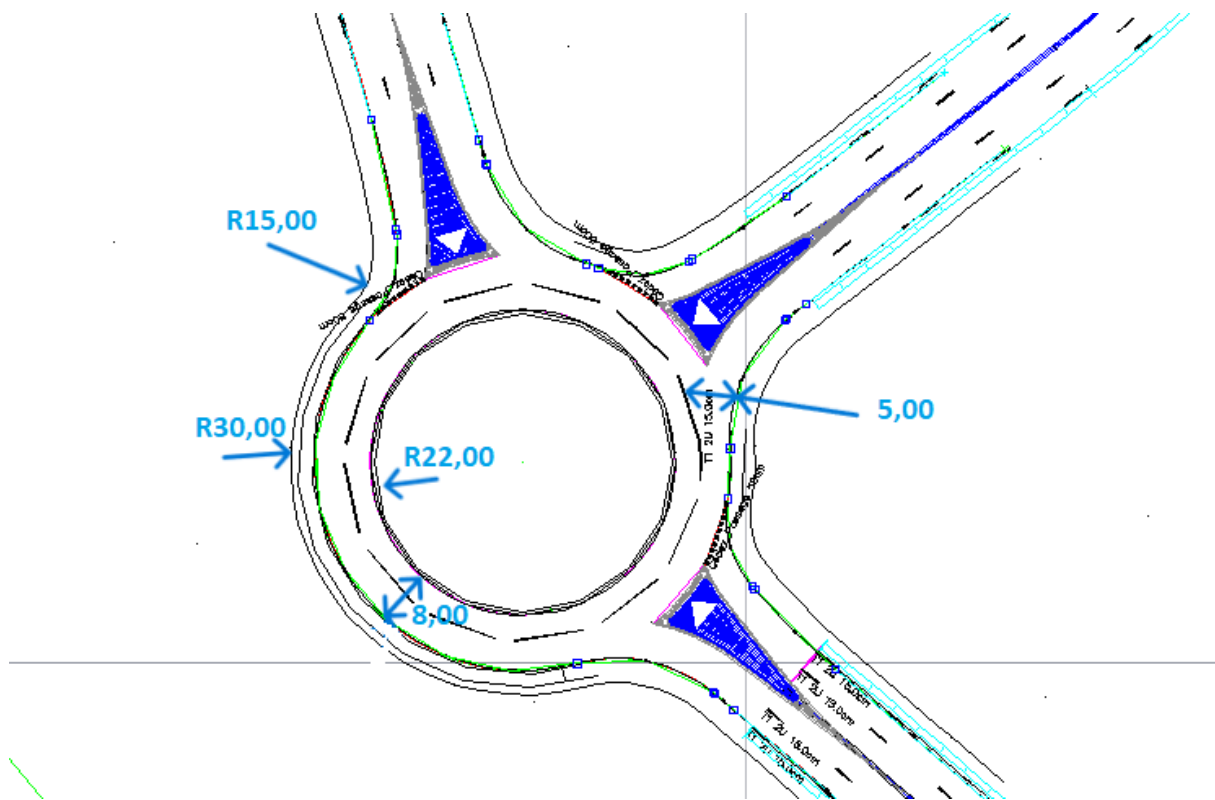
On a utilisé le logiciel COVADIS pour dessiner le carrefour giratoire qui relie les deux premières branches du tracé routier ainsi que les deux échangeurs (RN80 et CW123).

#### 10.3.1 Carrefour giratoire

Les caractéristiques géométriques du giratoire sont choisis en fonction des données du projet :

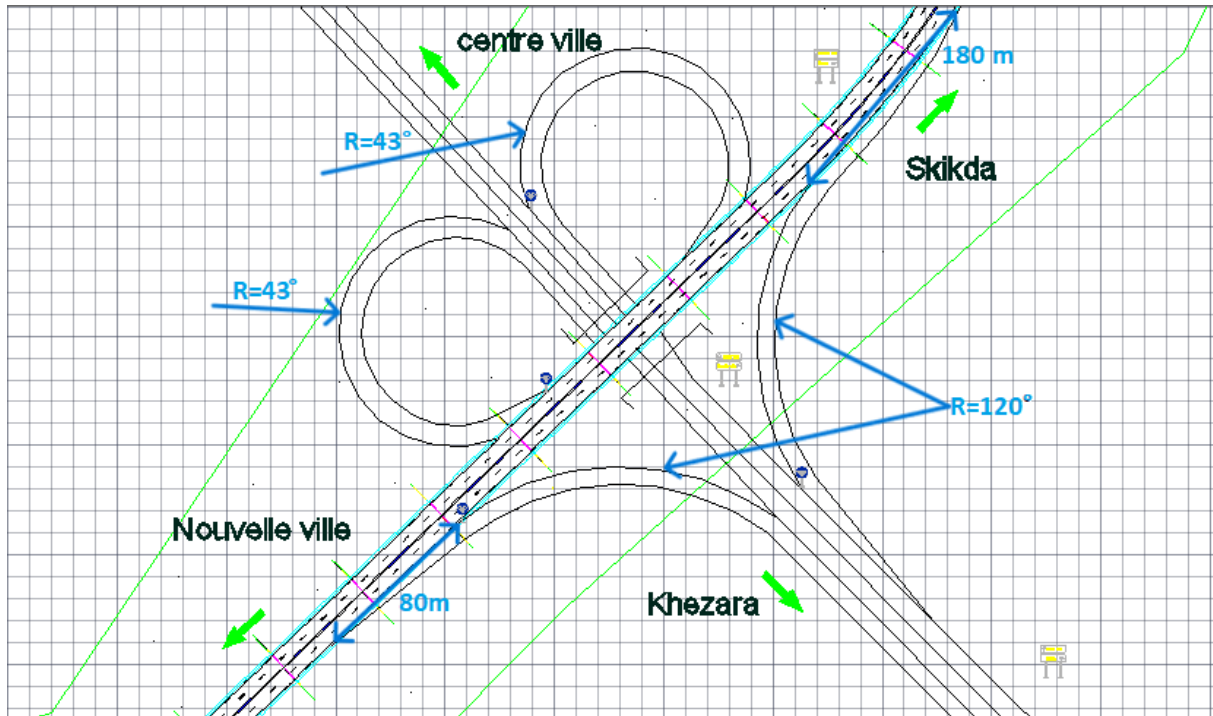
- Rayon extérieur ( $R_g$ ) = 30,00 m
- Rayon intérieur ( $R_i$ ) = 22,00 m.
- Largeur d'anneau ( $L_a$ ) = 8,00 m.

Refaire le dessin avec les cotations



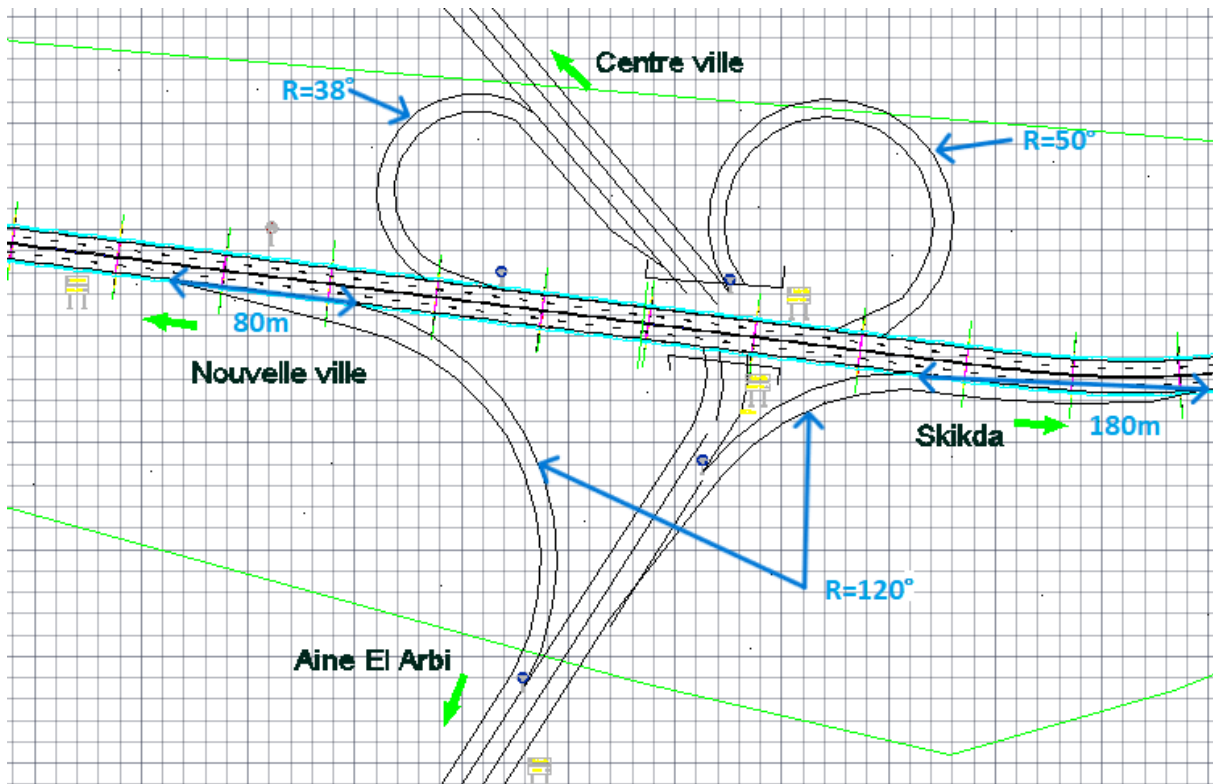
#### 10.3.2 Echangeur RN80 (direction Sedrata → Tebessa)

Rajouter les données géométriques de l'échangeur + le dessin



**10.3.3 Echangeur CW123 (Direction Ain Arbi)**

Rajouter les données géométriques de l'échangeur + le dessin



# CHAPITRE 11

## SIGNALISATION ET ÉCLAIRAGE

## 1.Signalisation

### 1.1 Introduction :

La signalisation routière enquière une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que la circulation se développe et que la vitesse des véhicules augmente.

Le but de la signalisation est de rendre plus sur et facile la circulation et d'assurer aux usagers la sécurité totale.

Le gabarit réduit ainsi que les caractéristiques du profil en long nécessitent une signalisation particulière.

Les problèmes que cette signalisation doit résoudre sont les suivants :

- ✓ Annoncer la proximité du passage souterrain et de son gabarit réduit, et indiquer clairement quelle file de circulation y mène.
- ✓ Faire ralentir (éventuellement) les véhicules qui sont engagés dans la file menant au souterrain.

### 1.2 L'objectif de la signalisation routière :

Le rôle premier de la signalisation est de la signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité routière car elle contribue à la lisibilité de la route et réduire les causes d'accidents et de faciliter la circulation aux usagers de la route qui ne sont pas forcément accoutumés à l'environnement dans lequel ils se trouvent. Un des grands principes de la signalisation routière réside dans l'homogénéité des informations transmises à l'utilisateur, elle a pour objectif :

- De rendre plus sûre la circulation routière ;
- De faciliter cette circulation ;
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police et du code de la route ;
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

### 1.3 Principes de la signalisation routière :

La signalisation routière ne peut être efficace que si l'on respecte certains principes :

- **Principe de valorisation** : La multiplication des signaux nuit à leur efficacité.

Il ne faut pas donc en placer que s'ils sont indispensables ;

- **Principe de concentration** : Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, il faut absolument les implanter de façon que

l'usage puisse les apercevoir d'un seul coup d'oeil de nuit comme de jour ;

- **Principe de visibilité** : Il ne faut pas demander au conducteur un effort de lecture, on devra donc réduire et simplifier les indications au maximum.

### 1.4 Règles à respecter pour la signalisation :

Fondamentalement, les critères principaux nécessaires à une circulation saine et efficace sont :

- L'uniformité ;
- L'homogénéité : cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation ;
- La simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur ;
- Cohérence avec les règles de circulation ;
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale ;
- Simplicité ;
- Eviter la publicité irrégulière.

Afin de remplir ces critères, il faudrait prévoir des moyens strictement efficaces pour répondre parfaitement à l'objectif principal du mouvement du trafic, moyens qui consistent en une signalisation horizontale et verticale adéquates.

La route développée dans ce projet, atteint les caractéristiques d'une autoroute :

- Chaussées séparées ;
- Echangeurs dénivelés ;
- Accès limités aux échangeurs ;
- Terre-plein central (T.P.C) ;



- Bandes d'arrêt d'urgence ;
- Signalisation spécifique ;
- Services particuliers.

### **1.5 Catégories de signalisation :**

On distingue :

- La signalisation par panneaux ;
- La signalisation par feux ;
- La signalisation par marquage des chaussées (traçage de la route) ;

La signalisation par balisage ;

- La signalisation par bornage.

### **1.6 LES TYPES DE SIGNALISATION :**

#### **1.6.1 LES SIGNALISATIONS VERTICALES :**

Elle se fait à l' aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- a) **Signaux de danger** : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

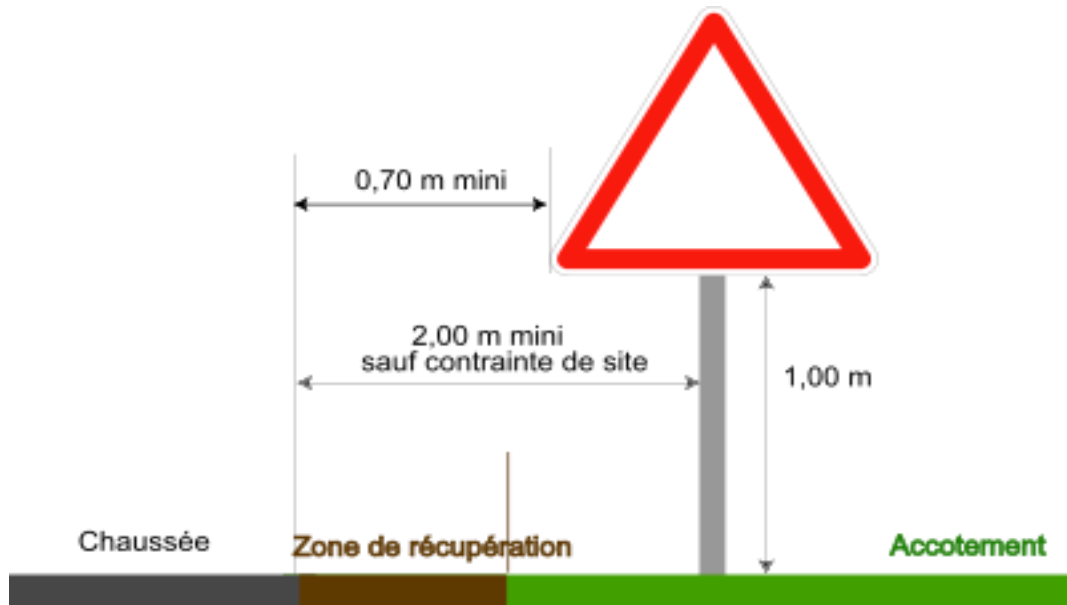


Figure 11.1 : Panneaux verticaux triangulaire

**b)- Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

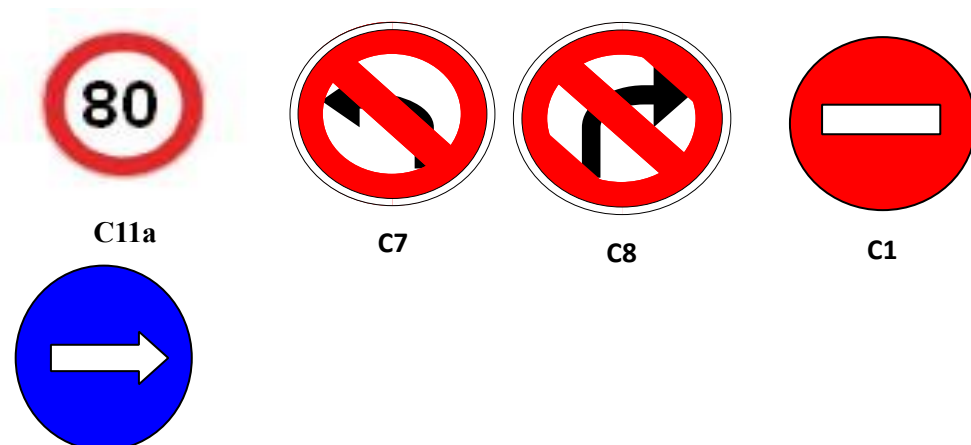


Figure 11.2 : Panneaux de forme circulaire.

**c)- Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

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

**d)- Signaux de position des dangers :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d' un emploi peu fréquent en milieu urbain



**Figure 11.3 :** Signaux de position des dangers.

**Signalisation horizontale :**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

**a)- Marquage longitudinal :**

- ✓ **Lignes continue :** les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement



Figure 1.11 : Signaux de position des dangers.

Ces lignes utilisées sont marquées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

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



Figure 2.11 : Ligne discontinue

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 1.11 : modulation des lignes

Type de Modulation	Longueur du Trait (en mètres)	Intervalle entre Deux traits Successifs (mètres)	Rapport Plein vide
T1	3.00	10.00	Environ 1/3
T'1	1.50	5.00	
T2	3.00	3.50	Environ 1
T'2	0.50	0.50	
T'3	3.00	1.33	Environ 3
T'3	20.00	6.00	

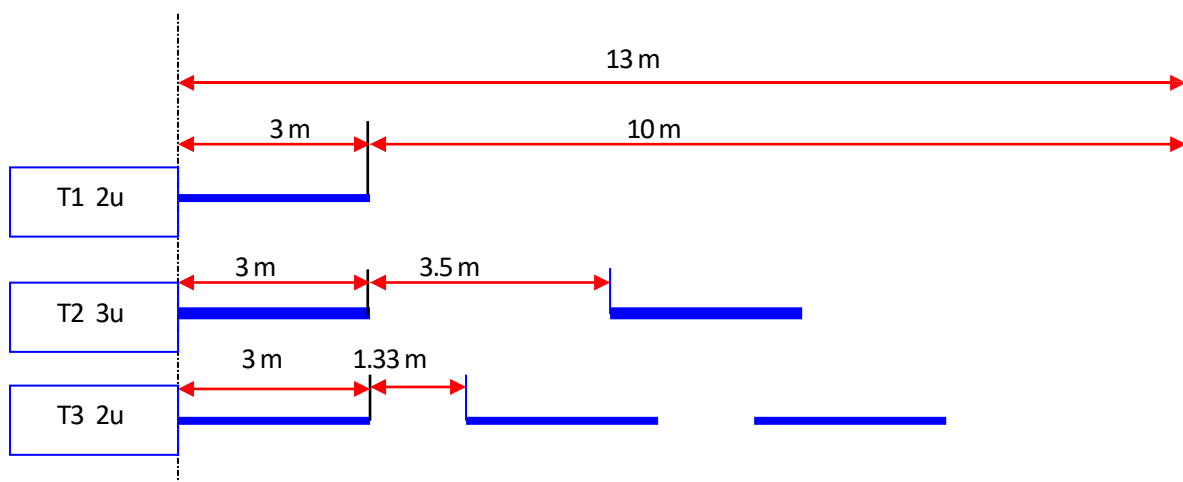


Figure 3.11 : Types de modulation

- T1 2u : ligne axiale ou délimitation des voies.
- T2 3u : ligne de rive
- T3 2u : ligne de délimitation des voies décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

**b)- Marquage transversal :**

- Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue
- Ligne « cédez le passage » (T1, 5U).
- Ligne « effet des signaux » (T2, 3U).

**c)-Autre marquage :**

- ✓ **Flèche de rabattement** : une flèche un peu incurvée signalant aux usagers la direction ou la voie qu'ils doivent emprunter.



Figure 4.11 : flèche de rabattement.

- ✓ **Flèches de section** : flèches situées au milieu d' une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



Figure 5.11 : Flèche de section.

✓ **Les hachurages ou zébras :**

Ils délimitent les zones de chaussée, encadrées d'une ligne continue ou discontinue, qui signifient que les véhicules ne doivent pénétrer dans cette zone, leur marquage est matérialisé par des traits obliques parallèles.



*Figure 6.11 : marquage par hachure.*

## 1.7 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MARQUES :

- ✓ Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- ✓ Suivant le type de route la largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité

« U » différente, à savoir :

- $U = 7.5\text{cm}$  sur les autoroutes et voies rapides urbain
- $U = 6\text{cm}$  sur les routes et voies urbaines.
- $U = 5\text{cm}$  pour les autres routes.

1.8 APPLICATION AU PROJET :

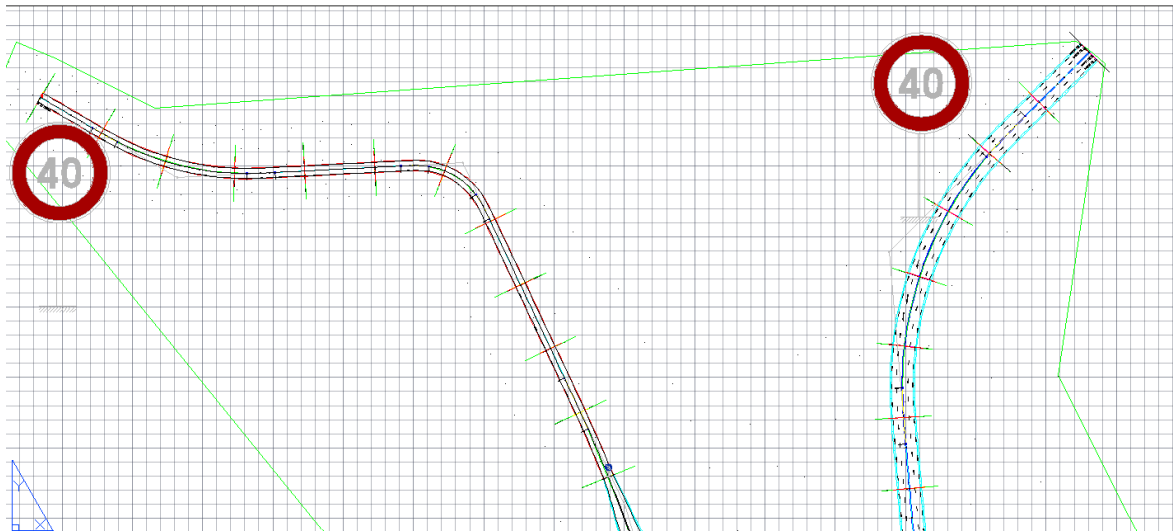


Figure 11.10 : signalisation du projet (Covadis)

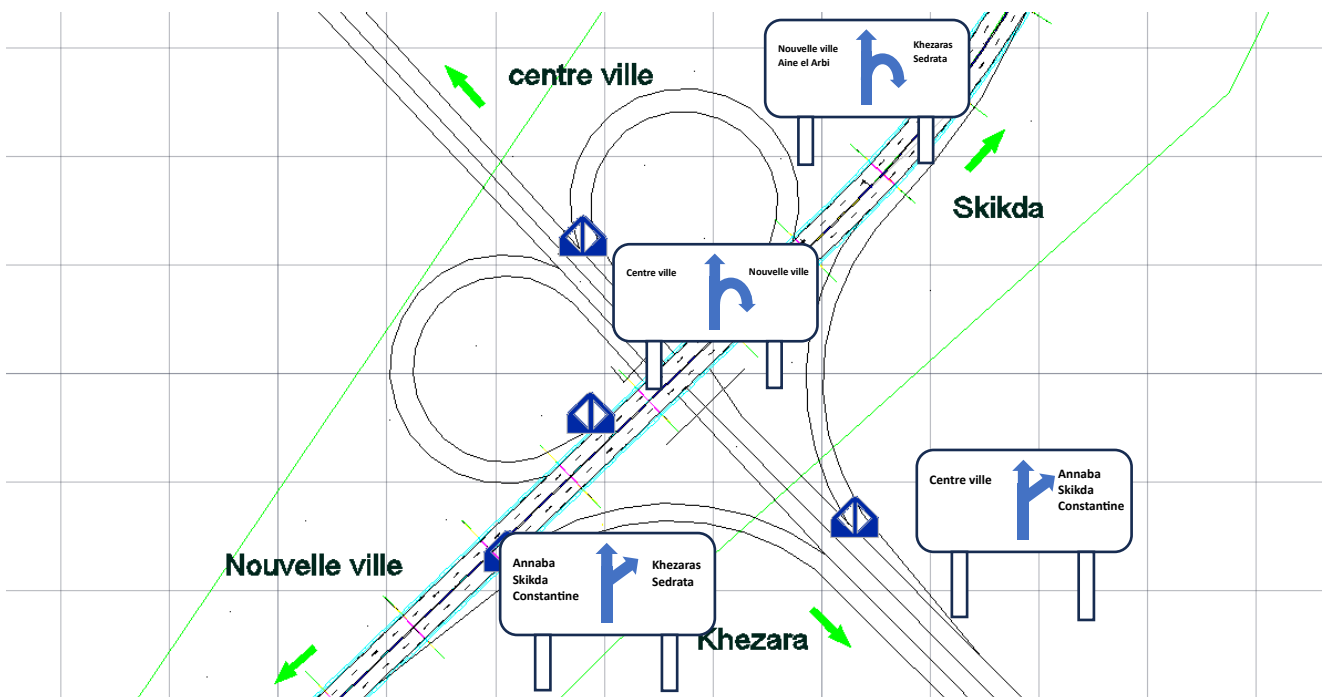


Figure 7.11 : signalisation du projet (Covadis)



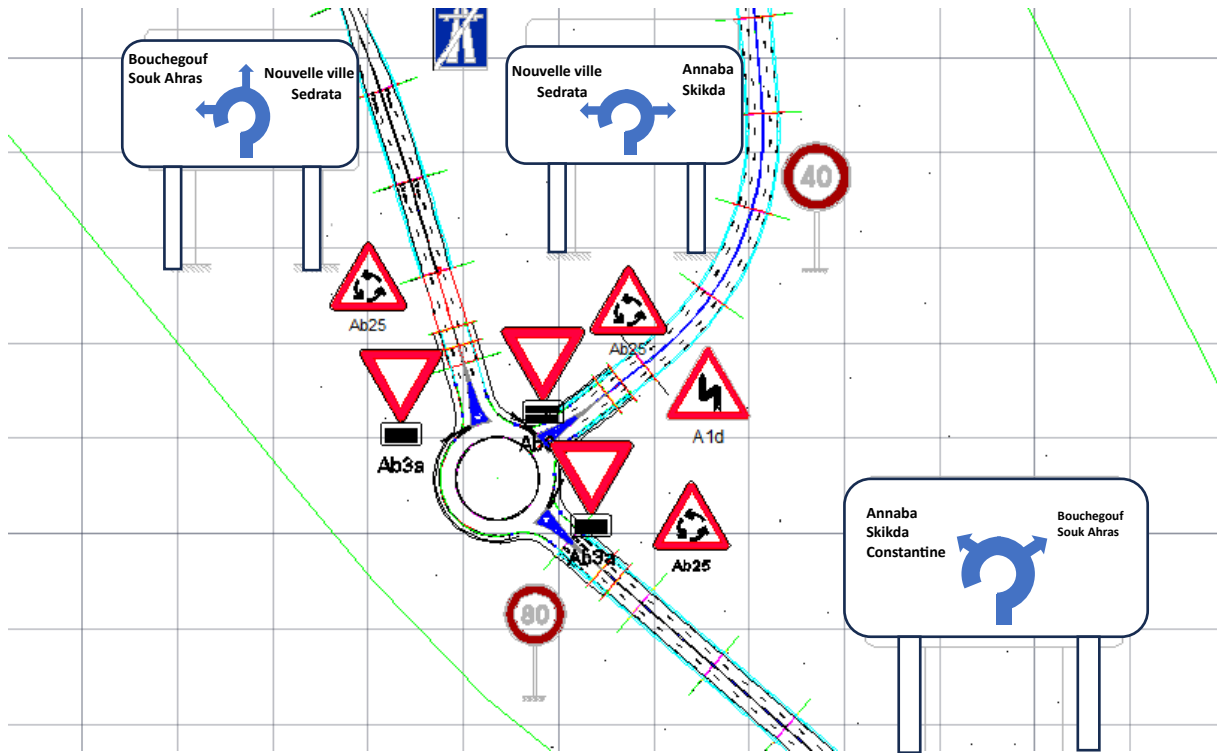


Figure 11.12 : signalisation du projet (Covadis)

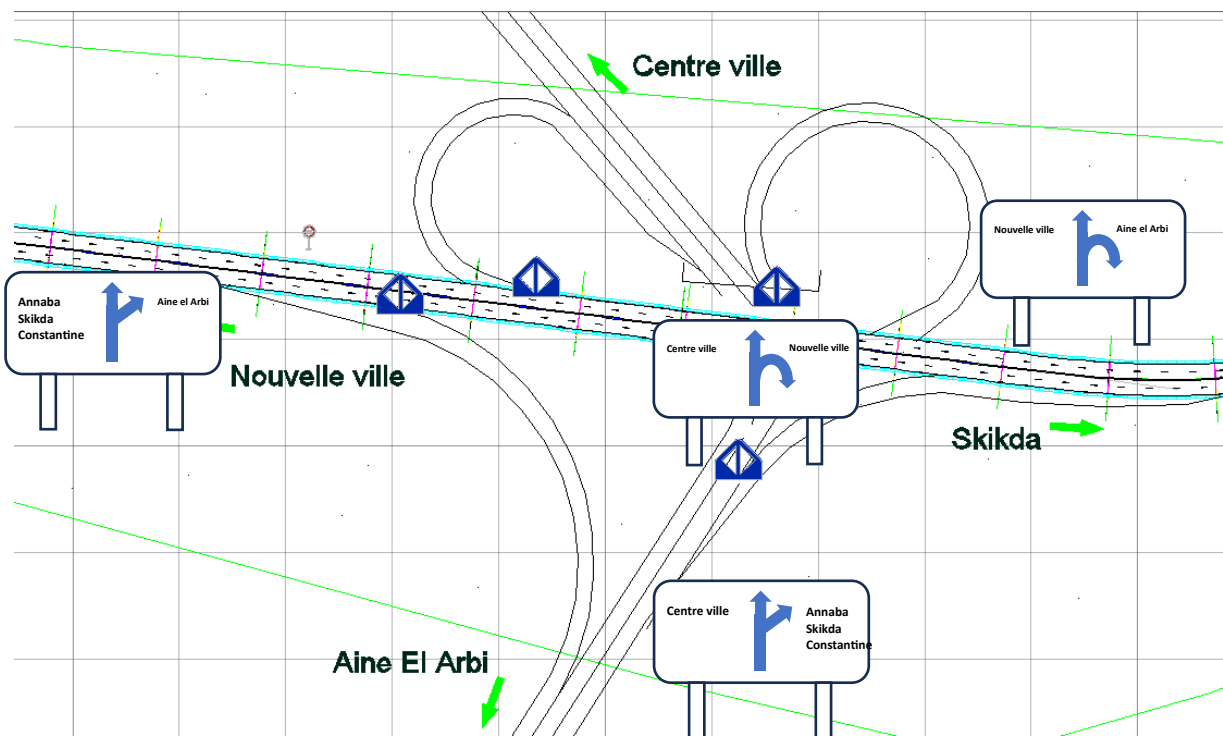


Figure 11.13 : signalisation du projet (Covadis)

## **2. ECLAIRAGE :**

### **2.1. INTRODUCTION :**

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

### **2.2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE :**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

Dans notre projet, on utilise une nouvelle technologie d'éclairages :

### **2.3. L'éclairage public solaire :**

#### **2.3.1. Système d'éclairage public :**

L'éclairage public solaire n'utilise pas l'éclairage du réseau électrique, seulement il utilise l'énergie électrique produite naturellement par la conversion des rayons du soleil en courant électrique à partir du module photovoltaïque, cette énergie stockée dans les batteries solaire puis restituée la nuit pour assurer l'éclairage, l'option de l'éclairage par solaire offre des coûts d'entretien et de maintenance faible, et ne nécessite pas une grande expertise. Cette technologie est non polluante, silencieuse, renouvelable, génère une énergie propre.



Figure 8.11 : exemple de système d'éclairage solaire

### 2.3.2. Les différents composants du système d'éclairage

#### solaire :

Le système d'éclairage solaire photovoltaïque avec batterie peut être comparé à une charge alimentée par une batterie qui est chargée par un générateur.

Le système comprend généralement les composants de base suivantes :

- **Le panneau photovoltaïque** : un ou deux modules dont la puissance totale est calculée spécifiquement en fonction de :
  - ✓ L'irradiation solaire.
  - ✓ Le nombre d'heure de fonctionnement.
  - ✓ Le nombre de fonctionnement (automatique, pleine puissance, réduction de flux, etc. ...)
- **La batterie** : alimente la charge (luminaire) et assure un stockage de l'énergie électrique issue de la conversion de l'énergie solaire.
- **Le régulateur de charge** : protège la batterie contre la surcharge de l'énergie.
- **Un dispositif électronique** : pour la gestion d'alimentation des LED.
- **Les câbles** : un kit complet comprenant tous les câbles nécessaires au raccordement des différents composants du système.
- **Le luminaire** : est un appareil qui assure l'éclairage des lieux cibles.
- **Le poteau ou le mat** : est une longue pièce rigide plantée des composants énumérés ci-dessus.

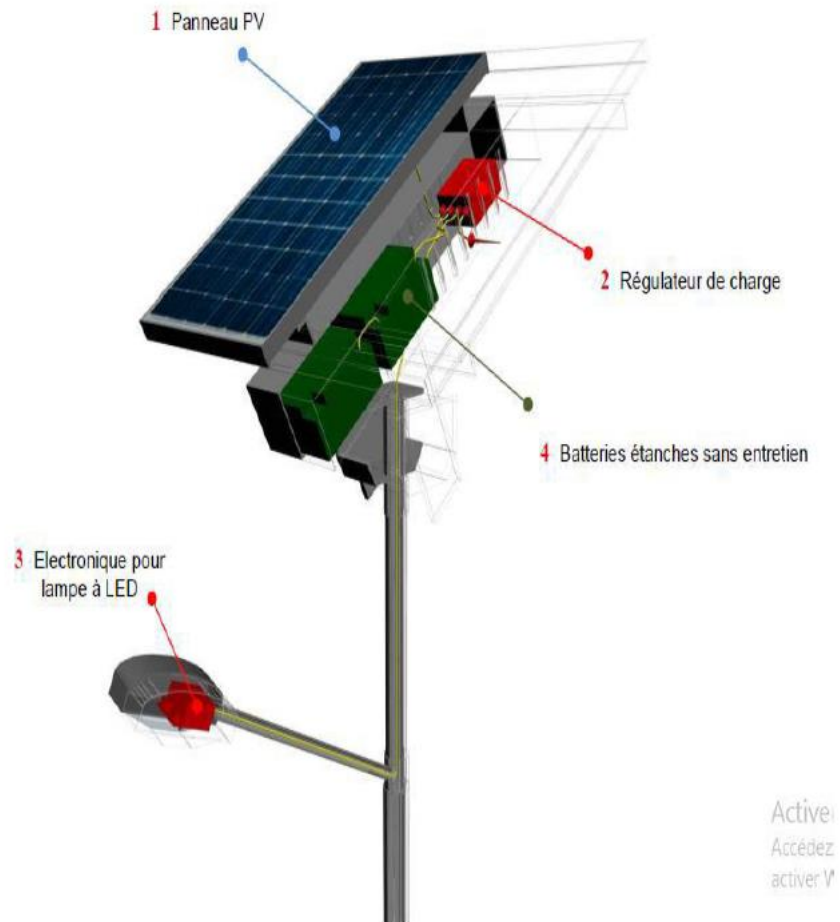


Figure 9.11 : les composants de système d'éclairage public.

## 2.4 Conclusion

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sûre aux usagers. L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible

# ESTIMATION DU PROJET

## Estimation du projet

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Installation du chantier et terrassement</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	3,000,000.00	3,000,000.00
2	abattage et arrachage des arbres situés dans l'assiette de la route	U	10	5,000.00	50,000.00
3	décapage de la terre végétale sur 30 cm, enlèvement des racines des arbres de diamètre inférieur ou égal à 20 cm et mis en dépôt	M <sup>3</sup>	21000	580.00	12,180,000.00
4	déblais en sols meuble et mis en dépôt	M <sup>3</sup>	80821	690.00	55,766,490.00
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	0.00
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	58981	2,500.00	147,452,500.00
7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	0.00
<b>II- Construction du corps de chaussée</b>					
8	couche de forme en sol en place non traité	M <sup>2</sup>	0	500.00	0.00
9	couche de forme en sol en place traité avec reactif adapté	M <sup>2</sup>	0	1,000.00	0.00
10	Couche de forme en provenance d'une zone d'emprunt TVC 0/60, TVO, autres (carrière, gisement, ..) sur 40 cm d'épaisseur	M <sup>3</sup>	40568	1,500.00	60,852,000.00
11	couche de fondation en grave concassée 0/31,5 sur 30 cm d'épaisseur	M <sup>3</sup>	27660	1,150.00	
12	Arrosage de la surface de la couche de fondation par du bitume fluidifié (cut-back 0/1) dosé à 1 kg/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	92200	100.00	9,220,000.00
13	couche de base en grave bitume sur 15 cm	T	24894	4,100.00	102,065,400.00
14	couche d'accrochage en émulsion dosé à 0,3 kg/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	92200	100.00	9,220,000.00
15	couche de roulement en BB sur 6 cm d'épaisseur	T	15972	7,000.00	111,804,000.00
<b>III- Accotements (berme)</b>					

## Estimation du projet

16	rechargement des accotements en 1ere couche sur une épaisseur de 30cm en TVC	M <sup>3</sup>	1383	1,000.00	1,383,000.00
17	rechargement des accotements en 2eme couche sur une épaisseur de 20 cm en grave concassée	M <sup>3</sup>	922	2,000.00	1,844,000.00
18	imprégnation sablée en cut-back dosé à 1 kg/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	4610	500.00	2,305,000.00
19	couche de roulement en BB sur 6 cm d'épaisseur	T	608.52	7,000.00	4,259,640.00
<b>IV- Assainissement</b>					
20	realisation de fossé trapézoidale 1,5*0,5*1,5 m en béton légèrement armé	ML	4000	2,300.00	9,200,000.00
21	fossé de forme triangulaire en terre	ML	500	60.00	30,000.00
22	Buses □1000, ouverture du tranchée, hérissonnage en pierres, béton dosé à 350kg/m <sup>3</sup> , béton de propreté, radier, enrobage des parois, puisard et les tetes en béton armé	ML	0	25,000.00	0.00
23	Buses □□00, ouverture du tranchée, hérissonnage en pierres, béton dosé à 350kg/m <sup>3</sup> , béton de propreté, radier, enrobage des parois, puisard et les tetes en béton armé	ML	2	18,000.00	36,000.00
24	béton armé pour dalots dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	0	35,000.00	0.00
25	remblaiement autour des buses et dalots	M <sup>3</sup>	30	650.00	19,500.00
26	gabion en pierre	M <sup>3</sup>	0	3,200.00	0.00
<b>V- Divers</b>					
27	séparateur double en béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> , 15 cm en tête, 60 cm de base et 80 cm de hauteur	ML	0	4,300.00	0.00
28	séparateur simple en béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> , 15 cm en tête, 40 cm de base et 50 cm de hauteur	ML	5500	2,300.00	12,650,000.00
29	glissières de sécurité	ML	1000	4,000.00	4,000,000.00
30	bordure de trottoirs	ML	700	750.00	525,000.00
31	terre végétale en giratoires et les îlots des carrefours	M <sup>2</sup>	1520	300.00	456,000.00
32	plantation des talus par des arbustes	U	100	800.00	80,000.00



## Estimation du projet

33	plantation du gazon naturel dans les giratoires et les ilots de séparation	M <sup>2</sup>	2000	500.00	1,000,000.00
<b>VI- Signalisation</b>					
34	panneaux de danger type A	U	10	20,000.00	200,000.00
35	panneaux d'intersection et de priorité type B	U	3	20,000.00	60,000.00
36	panneaux d'intersection type C	U	8	20,000.00	160,000.00
37	panneaux d'obligation type D	U	7	20,000.00	140,000.00
38	panneaux d'identification des routes type E	U	11	20,000.00	220,000.00
39	marquages longitudinaux continus type 3U	ML	12000	92.00	1,104,000.00
40	marquages longitudinaux discontinus type T1-2U	ML	12000	86.00	1,032,000.00
41	marquages longitudinaux discontinus type T2-3U	ML	11000	92.00	1,012,000.00
<b>VII- Eclairages</b>					
42	eclairages extérieurs autonomes à énergie solaire (espacement des poteaux 30 m)	U	200	300,000.00	60,000,000.00
<b>Montant total HT</b>					<b>613,326,530.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>116532040.7</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>729,858,570.70</b>

Tableau 12.1 : estimation de projet de route

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Etudes, installation de chantier et épreuve</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	4,000,000.00	4,000,000.00
2	études d'exécution	U	1	2,800,000.00	2,800,000.00
3	épreuve générale de l'ouvrage après réalisation	U	1	2,000,000.00	2,000,000.00
<b>II- Terrassements</b>					
4	déblais en sols ordinaire	M <sup>3</sup>	1344	750.00	1,008,000.00
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	-
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	56	2,500.00	140,000.00

## Estimation du projet

7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	-
<b>III- Pieux</b>					
8	pieux verticaux □ 1,2m en sol meuble	ML	1470	48,000.00	70,560,000.00
9	pieux verticaux □ 1,2m en sol rocheux	ML	0	56,000.00	-
10	recepape des pieux	U	48	10,000.00	480,000.00
<b>IV- Béton armé</b>					
11	béton de propreté épaisseur 10 cm	M <sup>3</sup>	122.5	8,500.00	1,041,250.00
12	béton pour les elements du pont	M <sup>3</sup>	2982	12,800.00	38,169,600.00
13	acier à haute adhérence	T	446.6	120,000.00	53,592,000.00
<b>V- Poutres et corniches</b>					
14	poutres en béton précontraint 50 m	U	42	1,400,000.00	58,800,000.00
15	corniche en béton armé	ML	700	7,000.00	4,900,000.00
<b>VI- Equipements</b>					
16	appareils d'appuis, élastomère fretté	U	96	40,000.00	3,840,000.00
17	trottoirs sur ouvrage	ML	700	14,000.00	9,800,000.00
18	chape d'étanchéité sur ouvrage	M <sup>2</sup>	1300	2,800.00	3,640,000.00
19	garde-corps S8	ML	84	16,000.00	1,344,000.00
20	glissières de sécurité	ML	84	6,000.00	504,000.00
21	joint de chaussée W80	ML	140	55,000.00	7,700,000.00
22	gargouilles □ 150mm	U	64	9,000.00	576,000.00
23	gaine en pvc □ 100mm	ML	2100	1,000.00	2,100,000.00
24	badigeonnage des parties enterrés	M <sup>2</sup>	3115	500.00	1,557,500.00
<b>Montant total HT</b>					<b>268,552,350.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>51,024,946.50</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>319,577,296.50</b>

**Tableau 12.2 : estimation du premier pont**

## Estimation du projet

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Etudes, installation de chantier et épreuve</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	4,000,000.00	4,000,000.00
2	études d'exécution	U	1	2,800,000.00	2,800,000.00
3	épreuve générale de l'ouvrage après réalisation	U	1	2,000,000.00	2,000,000.00
<b>II- Terrassements</b>					
4	déblais en sols ordinaire	M <sup>3</sup>	448	750.00	336,000.00
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	-
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	56	2,500.00	140,000.00
7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	-
<b>III- Pieux</b>					
8	pieux verticaux □ 1,2m en sol meuble	ML	1156	48,000.00	55,488,000.00
9	pieux verticaux □ 1,2m en sol rocheux	ML	0	56,000.00	-
10	recepape des pieux	U	32	10,000.00	320,000.00
<b>IV- Béton armé</b>					
11	béton de propreté épaisseur 10 cm	M <sup>3</sup>	70	8,500.00	595,000.00
12	béton pour les éléments du pont	M <sup>3</sup>	1704	12,800.00	21,811,200.00
13	acier à haute adhérence	T	254	120,000.00	30,480,000.00
<b>V- Poutres et corniches</b>					
14	poutres en béton précontraint 33,4 m	U	72	1,400,000.00	100,800,000.00
15	corniche en béton armé	ML	400	7,000.00	2,800,000.00
<b>VI- Equipements</b>					
16	appareils d'appuis, élastomère fretté	U	84	40,000.00	3,360,000.00
17	trottoirs sur ouvrage	ML	200	14,000.00	2,800,000.00

## Estimation du projet

18	chape d'étanchéité sur ouvrage	M <sup>2</sup>	1260	2,800.00	3,528,000.00
19	garde-corps S8	ML	400	16,000.00	6,400,000.00
20	glissières de sécurité	ML	200	6,000.00	1,200,000.00
21	joint de chaussée W80	ML	80	55,000.00	4,400,000.00
22	gargouilles □150mm	U	64	9,000.00	576,000.00
23	gaine en pvc □100mm	ML	120	1,000.00	120,000.00
24	badigeonnage des parties enterrés	M <sup>2</sup>	1780	500.00	890,000.00
<b>Montant total HT</b>					<b>244,844,200.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>46,520,398.00</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>291,364,598.00</b>

**Tableau 12.3** : estimation du deuxième pont

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Etudes, installation de chantier et épreuve</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	4,000,000.00	4,000,000.00
2	études d'exécution	U	1	2,800,000.00	2,800,000.00
3	epreuve générale de l'ouvrage après réalisation	U	1	2,000,000.00	2,000,000.00
<b>II- Terrassements</b>					
4	déblais en sols ordinaire	M <sup>3</sup>	0	750.00	-
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	-
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	0	2,500.00	-
7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	-
<b>III- Pieux</b>					

## Estimation du projet

8	pieux verticaux □ 1,2m en sol meuble	ML	0	48,000.00	-
9	pieux verticaux □ 1,2m en sol rocheux	ML	0	56,000.00	-
10	recepape des pieux	U	0	10,000.00	-
<b>IV- Béton armé</b>					
11	béton de propreté épaisseur 10 cm	M <sup>3</sup>	23.1	8,500.00	196,350.00
12	béton pour les elements du pont	M <sup>3</sup>	562.32	12,800.00	7,197,696.00
13	acier à haute adhérence	T	76.56	120,000.00	9,187,200.00
<b>V- Poutres et corniches</b>					
14	poutres en béton précontraint 33,4 m	U	12	1,400,000.00	16,800,000.00
15	corniche en béton armé	ML	132	7,000.00	924,000.00
<b>VI- Equipements</b>					
16	appareils d'appuis, élastomère fretté	U	24	40,000.00	960,000.00
17	trottoirs sur ouvrage	ML	66	14,000.00	924,000.00
18	chape d'étanchéité sur ouvrage	M <sup>2</sup>	415.8	2,800.00	1,164,240.00
19	garde-corps S8	ML	132	16,000.00	2,112,000.00
20	glissières de sécurité	ML	66	6,000.00	396,000.00
21	joint de chaussée W80	ML	26.4	55,000.00	1,452,000.00
22	gargouilles □ 150mm	U	22	9,000.00	198,000.00
23	gaine en pvc □ 100mm	ML	396	1,000.00	396,000.00
24	badigeonnage des parties enterrés	M <sup>2</sup>	587.4	500.00	293,700.00
<b>Montant total HT</b>					<b>51,001,186.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>9,690,225.34</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>60,691,411.34</b>

**Tableau 12.4 : estimation du troisième pont**

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Etudes, installation de chantier et épreuve</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	4,000,000.00	4,000,000.00
2	études d'exécution	U	1	2,800,000.00	2,800,000.00
3	épreuve générale de l'ouvrage après réalisation	U	1	2,000,000.00	2,000,000.00
<b>II- Terrassements</b>					
4	déblais en sols ordinaire	M <sup>3</sup>	0	750.00	-
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	-
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	0	2,500.00	-
7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	-
<b>III- Pieux</b>					
8	pieux verticaux □ 1,2m en sol meuble	ML	0	48,000.00	-
9	pieux verticaux □ 1,2m en sol rocheux	ML	0	56,000.00	-
10	recepape des pieux	U	0	10,000.00	-
<b>IV- Béton armé</b>					
11	béton de propreté épaisseur 10 cm	M <sup>3</sup>	23.1	8,500.00	196,350.00
12	béton pour les éléments du pont	M <sup>3</sup>	562.32	12,800.00	7,197,696.00
13	acier à haute adhérence	T	76.56	120,000.00	9,187,200.00
<b>V- Poutres et corniches</b>					
14	poutres en béton précontraint 33,4 m	U	12	1,400,000.00	16,800,000.00
15	corniche en béton armé	ML	132	7,000.00	924,000.00
<b>VI- Equipements</b>					
16	appareils d'appuis, élastomère fretté	U	24	40,000.00	960,000.00
17	trottoirs sur ouvrage	ML	66	14,000.00	924,000.00

## Estimation du projet

18	chape d'étanchéité sur ouvrage	M <sup>2</sup>	415.8	2,800.00	1,164,240.00
19	garde-corps S8	ML	132	16,000.00	2,112,000.00
20	glissières de sécurité	ML	66	6,000.00	396,000.00
21	joint de chaussée W80	ML	26.4	55,000.00	1,452,000.00
22	gargouilles □150mm	U	22	9,000.00	198,000.00
23	gaine en pvc □100mm	ML	396	1,000.00	396,000.00
24	badigeonnage des parties enterrés	M <sup>2</sup>	587.4	500.00	293,700.00
<b>Montant total HT</b>					<b>51,001,186.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>9,690,225.34</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>60,691,411.34</b>

**Tableau 12.5** : estimation du quatrième pont

N° d'opération	désignation des travaux	unité	quantité	prix unitaire	montant
<b>I- Etudes, installation de chantier et épreuve</b>					
1	installation globale du chantier	F	1	4,000,000.00	4,000,000.00
2	études d'exécution	U	1	2,800,000.00	2,800,000.00
3	épreuve générale de l'ouvrage après réalisation	U	1	2,000,000.00	2,000,000.00
<b>II- Terrassements</b>					
4	déblais en sols ordinaire	M <sup>3</sup>	0	750.00	-
5	déblais en sols rocheux	M <sup>3</sup>	0	3,500.00	-
6	remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt située au maximum à 20 km du chantier	M <sup>3</sup>	0	2,500.00	-
7	Remblais en sols de déblai traités par un réactif adapté (chaux, ciment, LHR,...)	M <sup>3</sup>	0	1,800.00	-
<b>III- Pieux</b>					
8	pieux verticaux □1,2m en sol meuble	ML	360	48,000.00	17,280,000.00

## Estimation du projet

9	pieux verticaux □ 1,2m en sol rocheux	ML	0	56,000.00	-
10	recepape des pieux	U	12	10,000.00	120,000.00
<b>IV- Béton armé</b>					
11	béton de propreté épaisseur 10 cm	M <sup>3</sup>	84	8,500.00	714,000.00
12	béton pour les elements du pont	M <sup>3</sup>	1022.4	12,800.00	13,086,720.00
13	acier à haute adhérence	T	153.12	120,000.00	18,374,400.00
<b>V- Poutres et corniches</b>					
14	poutres en béton précontraint 33,4 m	U	24	1,400,000.00	33,600,000.00
15	corniche en béton armé	ML	132	7,000.00	924,000.00
<b>VI- Equipements</b>					
16	appareils d'appuis, élastomère fretté	U	48	40,000.00	1,920,000.00
17	trottoirs sur ouvrage	ML	132	14,000.00	1,848,000.00
18	chape d'étanchéité sur ouvrage	M <sup>2</sup>	831.6	2,800.00	2,328,480.00
19	garde-corps S8	ML	264	16,000.00	4,224,000.00
20	glissières de sécurité	ML	132	6,000.00	792,000.00
21	joint de chaussée W80	ML	48	55,000.00	2,640,000.00
22	gargouilles □ 150mm	U	40	9,000.00	360,000.00
23	gaine en pvc □ 100mm	ML	720	1,000.00	720,000.00
24	badigeonnage des parties enterrés	M <sup>2</sup>	1068	500.00	534,000.00
<b>Montant total HT</b>					<b>108,265,600.00</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>20,570,464.00</b>
<b>Montant total taxes comprises</b>					<b>128,836,064.00</b>

**Tableau 12.6 : estimation du cinquième pont**



## Estimation du projet

# CONCLUSION GÉNÉRALE

## Conclusion Générale

A travers les différentes études réalisées dans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous avons montré la faisabilité de la résolution du problème de circulation routière des véhicules sur le tronçon de la RN80 entre le grand carrefour giratoire de la cité Amir Abdelkader et l'intersection avec la route de Belkheir. La solution proposée va améliorer la qualité de déplacement des usagers de la route, réduire les nuisances et favorise une circulation fluide et sûre dans cette zone.

Le tracé de la nouvelle liaison (2x2 voies) est composé de 3 branches (813 m + 648 m + 3730 m de long). Les deux premières branches débutent au niveau des deux giratoires de la cité Amir Abdelkader et elles fusionnent dans la branche 3. Cette dernière branche bifurque à droite et suit le tracé du chemin de fer puis elle traverse Oued Maiz et continue tout droit en longeant les terres agricoles et croise la RN 80 puis la CW 123 pour arriver enfin à se raccorder avec le grand boulevard de la nouvelle ville de Guelma.

Néanmoins, le point de l'expropriation des terres agricoles n'a pas été traité et le coût du projet s'avère élevé mais il est possible de le réduire en diminuant le nombre d'ouvrages d'art par le remplacement des échangeurs par des carrefours giratoires. Il est également possible de se limiter à une seule branche d'accès à la nouvelle liaison.

La réalisation future de ce nouveau axe contribue à l'amélioration et au développement économique et sociale de la ville de Guelma.

# BIBLIOGRAPHIE

- ❖ **B40** Normes techniques d'aménagement des routes.
  - ❖ catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**CTTP**).
  - ❖ Cours de routes 1<sup>ère</sup> année master.
  - ❖ Cours géotechnique routier 2<sup>ème</sup> année master.
  - ❖ Cours hydraulique 2<sup>ème</sup> année master.
  - ❖ GTR (Guide de Terrassement Routière)
  - ❖ documentation SETRA (aménagement des carrefours).
  - ❖ Les mémoires des années précédentes.
  - ❖ Code routier.
-

# BIBLIOGRAPHIE