

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER en Travaux publics**

**Option : Voies et Ouvrages d'Arts**

**Intitulé :**

**Etude technique et étude managériale d'un projet routier : Cas pratique « Tronçon Routier sur un 1 KM Reliant Ogulel Sendel et Tousmouline ». Wilaya D'EL Bayadh**

Présenté par :

**Ali Abdoulaye Mohamed**

**Moutari Bello Moubarak**

**Soutenu le 19/06/ 2022 devant le jury composé de :**

**M.CHERIF BENMOUSSA Med YAZID**

**Président**

**M.BEZZAR ABDELILLAH**

**Examineur**

**M.HAMZAOUI FETHI**

**Encadreur**

**M.GHENNANI BOUBEKEUR**

**Encadreur**

**Année universitaire : 2021 / 2022**

# REMERCIEMENT

*Au début nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage et aussi la patience de faire et d'entreprendre nos projets.*

*En second lieu, nous adressons nos vifs et chaleureux remerciements à nos encadreurs **Mr. HAMZAOUI FETHI** et **Mr GHENNANI BOUBEKEUR** pour la qualité de leurs enseignements, conseils et intérêts incontestables qu'ils portent aux étudiants.*

*Nous tenons à remercier le jury **Mr. BEZZAR ABDELILLAH** qui a accepté de siéger cette soutenance afin d'examiner notre travail et de l'évaluer également **Mr. CHERIF BENMOUSSA Med YAZID** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce travail.*

*Nous remercions vivement les membres de la SEROR pour leur accueil spécialement à **Mr CHIALI Nadir**.*

*Nous remercions **Mr SENOUSI Mohammed** pour sa présence et sa collaboration à l'enrichissement de notre travail.*

*Enfin nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail*

# Dédicaces

*Avec l'aide d'ALLAH le plus puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :*

*A mon très cher père ALI ABDOULAYE, qui m'a donné tant d'amour inconditionnel, de m'avoir accompagné durant tout mon cursus, malgré cette longue distance, pour ses précieux conseils, bénédiction et surtout ses prières.*

*A ma très chère mère FATI BOUBACAR, qui m'a donné tant d'amour inconditionnel, qui a ménagé tous les efforts afin que je puisse atteindre ce moment attendu, pour sa confiance, ses encouragements et surtout ses sacrifices et ses prières tous les jours malgré la distance qui nous sépare.*

*Mention spéciale à mes mentors à savoir Mr Souleymane Abdoulaye, Mr Hassane Babbo Abdourahamane et Mr Nuhu Abdoulaye, qui sont toujours présents pour les bons conseils malgré la distance qui nous sépare, leurs affections et leurs soutiens m'ont été d'un grand secours certainement tout au long de ma vie. Veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts.*

*A toute ma famille : mes grands-pères, mes grandes mères, mes oncles, mes tantes, mes frères, mes sœurs, mes cousins et mes cousines sans exception, pour leur soutien inconditionnel. Trouvez ici ma profonde reconnaissance.*

*A mon binôme, mon collègue, qui a fait preuve d'esprit d'équipe indéniable, pour son sérieux et sa motivation durant ce parcours, à toute sa famille.*

*A tous les professeurs qui m'ont enseigné.*

*A mes amis de près ou de loin, pour leurs encouragements.*

*A toute la promotion MASTER VOA 2022.*

*A tous les étudiants que j'ai rencontré en Algérie, surtout les étudiants Nigériens de Tlemcen, qui m'ont rendu la vie agréable et m'ont fait sentir en famille.*

**ALI ABDOULAYE MOHAMED**

# Dédicaces

*Le prophète (S.A.W) a dit : **Tout celui qui ne remercie pas les Hommes, ne peut pas remercier Allah.***

***Je dédie ce travail à ....***

***A ma très chère mère** KALTOUMA ASSOUMANE, une femme honorable, vertueuse, aimable, patiente : vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières et vos bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études en particulier et ma vie en générale.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorde longue vie pieuse, une meilleure santé et enfin le bonheur de son immense paradis.*

***A mon très cher père** MOUTARI BELLO : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous, vous êtes comme un exemple pour moi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.*

***A la grande famille Bello, petits et grands et A mes proches** : C'est un devoir moral qui s'impose à moi de vous réitérer mes sincères remerciements, merci pour les valeurs morales et principes que vous m'avez inculqué, Qu'Allah le tout puissant rentre dans vos différentes situations et vous récompense de son immense paradis.*

***A toutes ses âmes généreuses** qui sont intervenus et Investi en ma faveur, qui ont contribué d'une manière ou d'une autre dans ma vie à savoir Mr Idrissa Bello, Mme Aichatou Moumouni Chaibou, la grande famille Barké, Dr Faradji. N, pour ne citer que cela, merci du fond du cœur pour le soutien moral et financier, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

***Mention spéciale à mes mentors** à savoir Oumarou Assirou, à mon ami de longue date Ali Djibo, Dr Anivali, à ma très chère cousine Safia, à ma grande sœur Mari, ma frangine Rahama. Vous avez toujours été présents pour les bons conseils, votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts.*

***A mes très chers amis** à savoir mon ami d'enfance Taher, ma bande d'amis, Rahila Isabelle, Smoke the money, Ousseini, Harissou, Lil AZ, Yousoufou, Lamine Barké pour ne citer que cela certes on a souvent eu des différends, des hauts et des bas sachez que vous avez été là dans les bons moments tout comme dans les mauvais moments, merci pour tous vos conseils.*

*A l'ensemble de ma promotion Voie et Ouvrage d'Art et le pays qui m'a favorablement accueilli, merci pour l'accueil chaleureux.*

***A ma deuxième famille, ma base de Tlemcen**, ça sera ingrat de ma part de ne pas vous mettre dans mes dédicaces, sans oublier le futur Ingénieur Amadou Issaka Ibrahim qui est un Homme dévoué qui m'a fait preuve de ses compétences en informatique et **mon binôme** qui est un Homme très actif et dynamique.*

*A tous, Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.*

**MOUTARI BELLO MOUBARAK**

## Résumé

L'étude de ce projet est classée dans le domaine des infrastructures routières qui comporte une étude technique et une étude managériale détaillée. Ce projet routier qui est une déviation qui relie le village d'Ogulel Sendel à la commune de Tousmouline sur 1Km dans la wilaya d'El Bayadh.

L'étude technique consiste à déterminer les caractéristiques géométriques de la route selon les normes et règlements Algériens et Français. Les valeurs obtenues étaient des données d'entrée pour concevoir le tracé en plan, le profil en long, profil en travers ainsi que le dimensionnement du corps de chaussée qui a été utilisé pour compléter le travail de la route à l'aide du logiciel **Civil 3D**.

L'étude managériale concerne la planification du projet, le management des couts et le management des délais . Avec le logiciel **Mindview 8.0**, nous avons conçu une structure de découpage du projet (**WBS**).

Nous avons également réalisé un planning de **GANTT** avec le logiciel **Ms Project**.

Mot clés : Route, déviation, Civil 3D, MS Project, management.

## Abstract

The study of this project is classified in the field of road infrastructure which includes a technical study and a detailed managerial study. This road project which is a deviation that connects the village of Ogulel Sendel to the commune of Tousmouline by a distance of 1Km in the wilaya of El Bayadh.

The technical study consists in determining the geometric characteristics of the road according to Algerian and French standards and regulations. The values obtained were input data to design the plan layout, the long profile, cross profile as well as the sizing of the road body which was used to complete the work using the Civil 3D software.

The managerial study concerns project planning, cost management and deadline management. With Mindview 8.0 software, we designed a Project Slicing Structure (WBS).

We also carried out a GANTT schedule with the Ms Project software.

Keywords: Road, deviation, Civil 3D, Ms Project, management.

## المخلص

تصنف دراسة هذا المشروع في مجال البنية التحتية للطرق، والتي تشمل دراسة فنية ودراسة إدارية مفصلة، مشروع الطريق هذا هو منعرج يربط قرية أوجيل سيندل ببلدية توسمولين على بعد كيلومتر واحد في ولاية البيض.

تتكون الدراسة الفنية من تحديد الخصائص الهندسية للطريق وفقا للمعايير واللوائح الجزائرية والفرنسية. القيم التي تم الحصول عليها هي بيانات الإدخال لتصميم مخطط الخطة كما أن الملف الشخصي المتقاطع هو تصميم الطريق على شكل مجسم ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج CIVIL 3D.

تتعلق الدراسة الإدارية بتخطيط المشاريع وإدارة التكاليف وإدارة الوقت، مع برنامج MindView 8.0 , قمنا بتصميم هيكل قطع المشروع (WBS).

كما وضعنا جدولا زمنيا ل GANTT مع برنامج Ms Project.

الكلمات المفتاحية: الطريق، التحويل، 3D المدني، مشروع MS، الإدارة.

## SOMMAIRE

Résumé.....	IV
Abstract .....	IV
المخلص .....	V
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : présentation du projet et étude du trafic .....	1
1    Présentation du projet.....	2
1.1    Généralité.....	2
1.1.1    Composition géographique et administrative du projet.....	2
1.1.2    Le réseau routier .....	3
1.2    Cadre du projet.....	3
1.3    Objectif de l'étude.....	4
1.4    Les normes utilisées .....	4
1.5    Classification des routes selon la norme Algérienne (B40).....	4
1.5.1    Catégorie.....	4
1.6    Environnement de la route .....	5
1.6.1    La dénivelée cumulée $h/l$ .....	5
1.6.2    La sinuosité moyenne $\sigma = Ls/L$ .....	6
1.7    Application au projet.....	7
1.7.1    Catégorie.....	7
1.7.2    La dénivelée cumulée moyenne $h/l$ .....	7
1.7.3    Sinuosité .....	7
1.7.4    Environnement.....	7
2    Etude du trafic .....	7
2.1    Introduction.....	7
2.2    Terminologie.....	7
2.3    Analyse des trafics existant.....	8
2.4    Le comptage.....	8
2.4.1    Les comptages manuels ou visuels .....	8
2.4.2    Les comptages automatiques .....	8
2.5    Les enquêtes.....	8
2.5.1    Les enquêtes simplifiées .....	8
2.5.2    Les enquêtes complètes .....	8
2.6    Différents types de trafics .....	8
2.7    Calcul de la capacité .....	9
2.7.1    Définition de la capacité .....	9

2.7.2	La procédure de détermination du nombre des voies .....	9
2.7.3	Projection future du trafic .....	9
2.7.4	Le trafic effectif .....	9
2.7.5	Débit de pointe horaire normale .....	10
2.7.6	Débit de pointe admissible .....	10
2.8	Détermination du nombre du voies .....	11
2.9	Application au projet .....	11
2.9.1	Les données de trafic .....	11
2.9.2	Projection future du trafic .....	12
2.9.3	Calcul du trafic effectif .....	12
2.9.4	Débit de pointe horaire normale .....	12
2.9.5	Débit admissible .....	12
2.9.6	Nombre de voies du profil en travers .....	12
3	Conclusion .....	13
Chapitre 2 : géométrie de la route .....		14
1	Introduction .....	15
2	Le tracé en plan .....	15
2.1	Définition .....	15
2.2	Règles à respecter dans le tracé en plan .....	15
2.3	Vitesse de référence .....	15
2.4	Paramètre cinématique .....	16
2.4.1	Temps de perception- réactions .....	16
2.4.2	Distance minimale de freinage <b>d0</b> .....	16
2.4.3	Distance d'arrêt <b>d1</b> .....	16
2.5	Visibilité .....	17
2.5.1	Distance de visibilité de dépassement d .....	17
2.5.2	Distance de sécurité entre deux véhicules <b>ds</b> .....	18
2.6	Application au projet .....	18
2.6.1	Vitesse de référence .....	18
2.6.2	Temps de perception – réaction .....	18
2.6.3	Distance minimale de freinage .....	18
2.6.4	Distance d'arrêt .....	18
2.6.5	Distance de visibilité de dépassement minimale <b>dm</b> .....	18
2.6.6	Distance de visibilité de dépassement normale <b>dN</b> .....	19
2.6.7	Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement <b>dMd</b> .....	19
2.6.8	Distance de sécurité <b>ds</b> .....	19
2.7	Tableau récapitulatif : .....	19

3	Les éléments d'un tracé en plan .....	20
3.1	Alignements droits .....	20
3.1.1	Longueur minimale d'un alignement droit .....	20
3.1.2	Longueur maximale d'un alignement droit .....	20
3.1.3	Devers en alignement droit .....	21
3.2	Arcs de cercle .....	21
3.2.1	Stabilité en courbe .....	21
3.2.2	Valeurs des rayons minimaux .....	21
3.2.3	Choix de devers .....	23
3.2.4	Application au projet .....	23
3.2.5	Valeurs retenues par la norme Algérienne B40 et les résultats des calculs obtenus 24	
3.3	Courbe à raccordement progressif .....	24
3.3.1	Nécessite de la clothoïde .....	25
3.3.2	Longueur minimale du raccordement progressif .....	26
3.3.3	Détermination des paramètres de la clothoïde (A) .....	27
3.3.4	Calcul d'un raccordement a courbe progressive .....	27
3.3.5	Éléments d'un raccordement à courbe progressive .....	28
4	Le profil en long .....	30
4.1	Règles à respecter dans la structure du profil en long .....	31
4.2	Éléments géométriques du profil en long .....	31
4.2.1	Déclivités .....	31
4.2.2	Rayon de courbures du profil en long .....	32
4.2.3	Exemple de calcul .....	34
4.2.4	Coordination tracée en plan – profil en long .....	35
5	Profil en travers .....	36
5.1	Différents types de profils en travers .....	36
5.1.1	Profil en travers type .....	36
5.1.2	Profil en travers courant .....	36
5.2	Les éléments constitutifs du profil en travers .....	36
5.2.1	L'emprise .....	37
5.2.2	L'assiette .....	37
5.2.3	La plate-forme .....	37
5.2.4	La chaussée .....	37
5.2.5	Les accotements .....	37
5.3	Application au projet .....	37
6	Conclusion .....	39

Chapitre 3 : Terrassement et dimensionnement de chaussée .....	40
1 Introduction .....	41
2 Terrassement .....	41
2.1 Classifications des sols .....	41
2.1.1 Paramètres de nature.....	41
2.1.2 Paramètres de comportement mécanique .....	41
2.1.3 Paramètres d'état hydrique .....	42
2.2 Conditions d'utilisations des matériaux en remblai.....	42
2.2.1 Définition de la couche de forme .....	42
2.2.2 Fonction de la couche de forme.....	43
2.2.3 Dimensionnement de la couche de forme.....	43
3 La chaussée .....	44
3.1 Couche d'assise.....	44
3.1.1 Couche de base .....	45
3.1.2 Couche de fondation.....	45
3.2 La couche de surface.....	45
3.3 Différentes familles de structure de chaussée .....	45
3.3.1 Les chaussées en béton ciment (chaussés rigide) .....	45
3.3.2 Les chaussées semi-rigides .....	46
3.3.3 Chaussée souple.....	46
4 Les principales méthodes de dimensionnement .....	46
4.1 La méthode CBR (California-Bearing-Retio).....	47
4.2 La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée neuves (C. T.T.P) ...	48
4.2.1 Les paramètres utilisés.....	49
5 Application au projet.....	51
5.1 Dimensionnement de chaussée .....	51
5.1.1 Méthode de CBR .....	51
5.1.2 Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) ..	53
6 Conclusion.....	54
Chapitre 4 : Signalisation Routière .....	55
1 Introduction .....	56
2 Fonction de la signalisation routière .....	56
3 Principe de base de la signalisation.....	56
3.1 Principe de valorisation.....	56
3.2 Principe de concentration.....	57
3.3 Principe de lisibilité .....	57
3.4 Principe d'adaptation .....	57

3.5	Principe de cohérence .....	57
4	Type de signalisation.....	57
4.1	La signalisation selon les usagers [17].....	57
4.2	La signalisation selon la nature.....	57
4.2.1	Signalisation verticale.....	57
4.2.2	Signalisation horizontale .....	61
5	Application sur notre projet.....	63
5.1	Signalisation horizontale.....	63
5.2	Signalisation verticale .....	64
6	Conclusion.....	65
Chapitre 5 : Management de projet .....		66
1	Introduction .....	67
2	Le réseau routier en Algérie .....	67
2.1	Les schémas directeurs autoroutiers .....	68
3	Présentation du projet.....	69
3.1	Définition d'un projet .....	70
4	Définition du Management de projet .....	70
4.1	Cycle de vie d'un projet .....	70
4.2	Les acteurs du projet routier .....	71
4.2.2	La matrice R.A.C.I .....	72
5	Planification du projet .....	73
5.1	Work break-down structure (WBS).....	74
5.2	Management des délais .....	75
5.3	Management des coûts.....	76
5.4	Ordonnancement des ressources dans notre projet .....	76
5.5	Résultats obtenus .....	77
6	Conclusion.....	78
Conclusion générale .....		79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		80
Annexe A.....		83
Annexe B.....		91

## LISTES DES FIGURES

### Chapitre 1 : présentation du projet et étude du trafic

Figure 1.1: Situation géographique de la wilaya d'El Bayadh .[1].....	2
Figure 1.2: Réseau routier de la wilaya d'el bayadh . [2].....	3
Figure 1.3: Plan de situation de la route.....	4
Figure 1.4: Catégories des routes selon la norme Algérienne B40 .....	5
Figure 1.5: Variation longitudinale du relief. [17].....	5
Figure 1.6: La sinuosité moyenne selon la norme Algérienne B40.[3].....	6

### Chapitre 2: géométrie de la route

Figure 2.1: La distance d'arrêt d'un véhicule. [15].....	17
Figure 2.2: éléments de tracé en plan. [6] .....	20
Figure 2.3: Forces agissant sur un véhicule dans un virage [16] .....	21
Figure 2.4: Eléments d'une courbe à raccordement progressif. [17] .....	25
Figure 2.5: Variation de la forme superficielle de la chaussée. [16].....	26
Figure 2.6: Eléments géométriques du profil en long .....	31
Figure 2.7 : Raccordement en rayon saillant.....	34
Figure 2.8: Les éléments constitutifs d'une chaussée .....	37
Figure 2.9: Profil en travers en déblais .....	38
Figure 2.10: Profil en travers en remblais .....	38

### Chapitre 3: Terrassement et dimensionnement de chaussée

Figure 3.1: Schéma de la structure de la plate-forme support de chaussée (PFSC). [16] .....	42
Figure 3.2: Structure type d'une chaussée rigide. [17] .....	45
Figure 3.3: Structure type d'une chaussée semi-rigide. [17].....	46
Figure 3.4: Structure type d'une chaussée souple. [16] .....	46
Figure 3.5: La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. [17] .....	49
Figure 3.6: classification du trafic TP Li.....	50
Figure 3.7:Classification des sols supports selon l'indice CBR. [21].....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 3.8: Composante de notre structure par la méthode CBR.....	53

### Chapitre 4: Signalisation routière

Figure 4.1: Types des signalisations verticales et horizontales.....	56
Figure 4.2: Signaux d'avertissement de danger type A. [26].....	58
Figure 4.3: Signaux de priorité type B. [26] .....	58
Figure 4.4: Signaux d'interdiction type C. [26] .....	58
Figure 4.5: Signaux d'obligation type D. [26] .....	59
Figure 4.6: Signaux d'identification des routes type E. [26] .....	59
Figure 4.7: Signaux de présignalisations type E. [26].....	59
Figure 4.8: Signaux de direction type E. [26] .....	60
Figure 4.9: Signaux de localisation type E. [26].....	60
Figure 4.10: Signaux de confirmation type E. [26].....	60
Figure 4.11: Autres signaux type E. [25] .....	61
Figure 4.12: Autres signaux type F. [25] .....	61

Figure 4.13: Les lignes longitudinales axiales et les lignes de rives.[27] .....	63
Figure 4.14:Les lignes transversales.[27].....	63
Figure 4.15: Marquages horizontaux à l'échelle 1/100. [17] .....	64

## **Chapitre 5: Management de projet**

Figure 5.1: Les schémas directeurs routier et autoroutier 2005-2025 [6] .....	68
Figure 5.2 : plan de situation du tronçon routier .....	70
Figure 5.3 : Cycle de vie d'un projet routier. [5] .....	71
Figure 5.4: les acteurs d'un projet routier .....	71
Figure 5.5 : Les intervenants dans notre projet routier .....	72
Figure 5.6 : Schémas du WBS de notre projet .....	74
Figure 5.7: Diagramme de GANTT du projet.....	75
Figure 5.8: les différentes méthodes d'estimations des coûts [9] .....	76

## Listes des tableaux

### Chapitre 1 : présentation du projet et étude du trafic

Tableau 1.1 : Classification du relief en fonction de la dénivelée.[3].....	6
Tableau 1.2 : Classification de la sinuosité moyenne selon la norme Algérienne B40. ....	6
Tableau 1.3: Environnement en fonction du relief et de la sinuosité.....	6
Tableau 1.4: Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd.[3].....	10
Tableau 1.5: Coefficient de réduction de la capacité de la route(k1). [3].....	10
Tableau 1.6 : Coefficient de réduction de la capacité de la route(k2). [3].....	11
Tableau 1.7: Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). [12].....	11
Tableau 1.8: Récapitulatif des calculs de trafic effectués. ....	13

### Chapitre 2: géométrie de la route

Tableau 2.1: valeur de la vitesse de référence (Vr). [13].....	15
Tableau 2.2: Valeurs de temps de perception tp. ....	16
Tableau 2.3: Valeurs des coefficients de frottement longitudinal. [13].....	16
Tableau 2.4: Valeurs de la distance de la manœuvre de dépassement. [13].....	18
Tableau 2.5: Résumé des résultats de la Norme B40 et des résultats calculés .....	19
Tableau 2.6: valeurs des coefficients de frottement transversal. [3].....	22
Tableau 2.7: Valeurs du devers – norme B40. [14] .....	22
Tableau 2.8: Résume des valeurs données par la norme B40 et résultats après calculs .....	24
Tableau 2.9: Coordonnées relatives à notre projet d'étude.....	28
Tableau 2.10: coordonnées des points de la clothoïde.....	30
Tableau 2.11: valeurs des déclivités maximales - Normes B40.....	32
Tableau 2.12: Résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40 .....	34
Tableau 2.13: Données du raccordement convexe.....	34

### Chapitre 3: Terrassement et dimensionnement de chaussée

Tableau 3.1: Les valeurs des coefficients d'équivalence. [17].....	48
Tableau 3.2: Classification des sols supports selon l'indice CBR. [21].....	50
Tableau 3.3: Classification des sols supports. [23].....	51
Tableau 3.4: Les zones climatiques en Algérie. [23].....	51
Tableau 3.5: Récapitulatif des résultats calculés par la méthode CBR.....	52
Tableau 3.6: Sur classement avec couche de forme en matériau non traité. [23].....	54
Tableau 3.7: Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement.....	54

### Chapitre 4: Signalisation routière

Tableau 4.1: Modulations des Lignes discontinues.[27].....	63
Tableau 4.2: Dimension de marquage horizontal.....	64
Tableau 4.3: Signalisation verticale .....	64

### Chapitre 5: management de projet

Tableau 5.1: Le réseau routier National .....	68
---	----

Tableau 5.2: Matrice de responsabilité .....	73
Tableau 5.3: Ressources utilisée dans notre projet .....	77
Tableau 5.4: Récapitulatif des coûts en fonction des méthodes.....	78

## Notation

**A** : Paramètre de la clothoïde.  
**ARi** : l'arase de terrassement.  
**PFi** : Plate-forme.  
**Tci** : classe du trafic.  
**B0** : Largeur de référence.  
**Vr** : la vitesse de référence.  
**c** : capacité de la route.  
**Qadm** : Débit horaire admissible  
**Q** : Débit horaire normal  
**d1** : Distance d'arrêt.  
**d0** : Distance minimale de freinage.  
**dm** : Distance de visibilité de dépassement minimale.  
**Dmax** : Dévers maximal.  
**dMd** : Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement.  
**dmin** : Dévers minimal  
**dN** : Distance de visibilité de dépassement normale.  
**ds** : Distance de sécurité entre deux véhicules.  
**e** : épaisseur équivalente.  
**Ce** : coefficient d'équivalence.  
**E** : Module de portance du sol.  
**Fc** : Force centrifuge.  
**fl** : coefficient de frottement longitudinal.  
**ft** : Coefficient de frottement transversal.  
**g** : la pesanteur.  
**ICBR** : Indice CBR du sol support.  
**KA** : début de la clothoïde.  
**KE** : fin de la clothoïde.  
**k1, k2** : Coefficient de réduction de la capacité de la route.  
**L** : longueur de la branche de la clothoïde.  
**L** : la longueur totale de l'itinéraire.  
**Lmax** : Longueur maximale d'un alignement.  
**Lmin** : Longueur minimale d'un alignement.  
**Ls** : la longueur cumulée des courbes de Rayon  $\leq 200$  m.  
**N** : nombre de voies.  
**p** : coefficient d'équivalence pour le poids lourd  
**P** : déclivité  
**PST** : Partie supérieure des Terrassements.  
**R** : rayon de courbure.  
**R'vm** : Rayon minimum absolu en angle rentrant.  
**RP** : Réseau principal.  
**Rv** : Rayon de courbure en angle saillant.  
**Rvm** : Rayon minimum absolu en angle saillant.  
**R'vn** : Rayon minimal normal.

## Notation

**RHd** : Rayon au dévers minimal.  
**RHm** : Rayon minimal absolu.  
**RHN** : Rayon minimal normal.  
**RHnd** : Rayon non déversé.  
**Si** : classe du sol selon sa portance.  
**T** : Tangente.  
**TJMA** : Trafic moyen journalier.  
**TPLi** : Trafic poids lourds.  
**TTC** : toutes taxes comprises.  
**TVA** : taxe sur la valeur ajoutée.  
**Tc** : Trafic cumulé des poids lourds  
**Teff** : Trafic effectif à l'année horizon.  
**Th** : Trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.  
**tp** : Temps de perception-réaction.  
**BB** : Béton bitumineux.  
**GB** : Grave bitume.  
**GC** : Grave concassé.  
**Vr** : Vitesse de référence.  
**WBS** : work breakdown structure.  
**Xm** : Abscisse du centre de cercle.  
**Z** : pourcentage de poids lourds.  
 **$\Delta d$**  : variation de dévers  
 **$\Delta R$**  : Décalage entre l'élément droit et arc de cercle.  
**m** : masse du véhicule.  
 **$\sigma$**  : sinuosité moyenne.  
 **$\tau$**  : Angle des tangentes.  
 **$\tau$**  : Taux d'accroissement du trafic.  
 **$\emptyset$**  : Angle de frottement.  
**Re** : Rayon d'entrée.  
**Rs** : Rayon de sortie.  
**Rr** : Rayon de raccordement.  
**DZD** : Dinar algérien.

## Introduction générale

Dans un pays, les infrastructures de transports sont en particulier les routes qui doivent présenter une efficacité économique et sociale pour un meilleur développement. Le premier objectif recherché par tout ingénieur chargé de la conception d'un projet routier est d'élaborer un tracé rationnel et économique, destiné à relier différents points géométriques fixés préalablement.

L'Algérie fait face à une évolution croissante avec plusieurs projets dans ce domaine inscrit dans le programme de développement du réseau routier et autoroutier.

La cause des problèmes qui est à la base des projets d'infrastructure de transport est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant qui pousse à la création de nouvelle liaison pour assurer la fluidité du trafic.

Nous réalisons une étude technique et managériale d'un tronçon routier reliant le village d'Ogulel Sendel à la commune de Tousmouline dans la wilaya d'El bayadh.

Dans ce contexte la problématique posée est :

- Comment élaborer un tracé avec des bonnes caractéristiques géométriques en tenant compte des contraintes existantes ?
- Comment établir une planification du projet en tenant compte du délai et du budget alloué ?

Notre objectif est, plus particulièrement, de maîtriser les différentes étapes d'une étude technico-managériale d'un tracé routier. Ceci en essayant d'optimiser les ressources humaines, matérielles et matériaux en augmentant les caractéristiques afin d'atteindre les objectifs de cout et de délais.

Pour cela l'étude sera divisée en deux parties qui sont comme suit :

La première partie qui concerne l'étude technique va inclure : la présentation du projet et l'étude du trafic, la géométrie de la route, le terrassement et le dimensionnement du corps de chaussée et un aperçu sur les équipements routiers.

La deuxième partie qui traitera l'étude managériale, englobera un historique du réseau routier en Algérie, l'étude des outils d'estimation de coût et la planification du projet.

# **Chapitre 1 : présentation du projet et étude du trafic**

# 1 Présentation du projet

## 1.1 Généralité

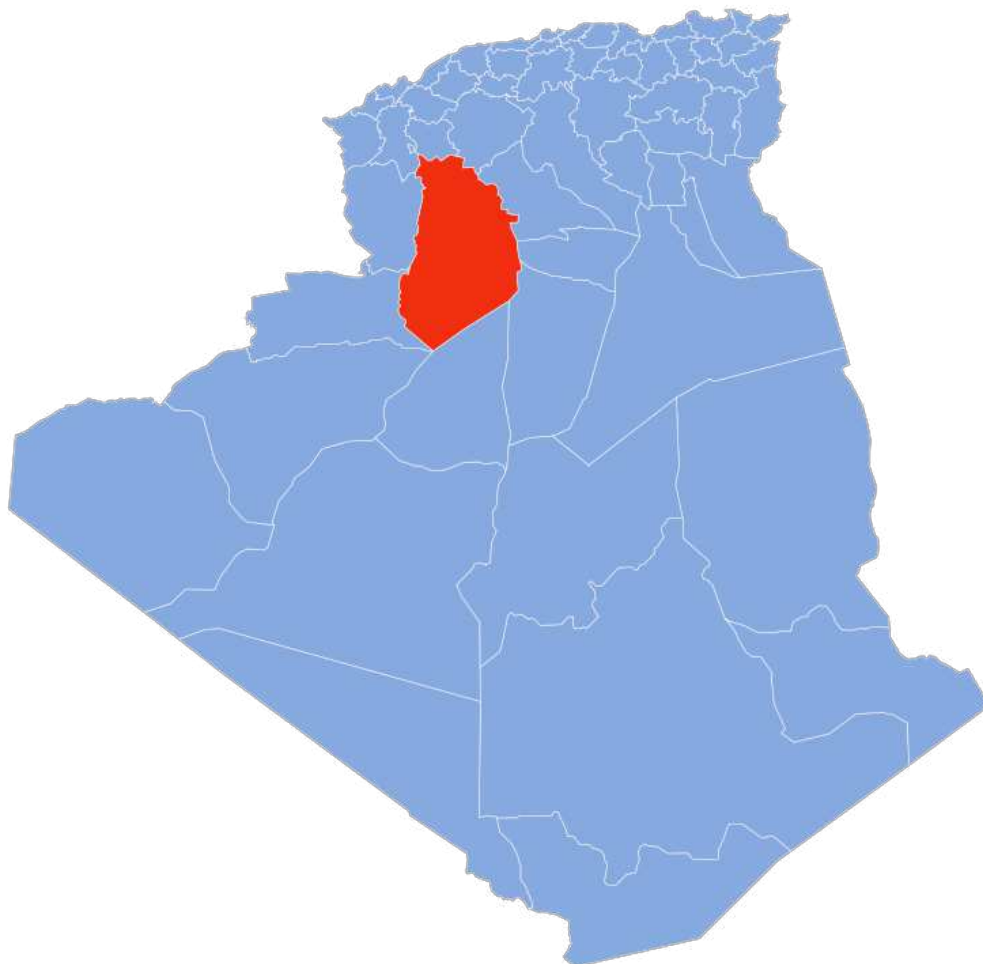
### 1.1.1 Composition géographique et administrative du projet

La wilaya d'El Bayadh est une wilaya Algérienne située à l'Ouest du pays. La wilaya fait partie intégrante de la région des Hautes Plaines steppiques.[1]

Le territoire de la wilaya couvre une superficie de 71 697 km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

- Au nord, par les wilayas de [Saïda](#) et de [Tiaret](#) ;
- À l'est, par les wilayas de [Laghouat](#) et de [Ghardaïa](#) ;
- Au sud-est, par la wilaya d'[Adrar](#) ;
- Au sud-ouest, par la wilaya de [Béchar](#) ;
- À l'ouest, par la wilaya de [Naama](#) ;
- Au nord-ouest, par la wilaya de [Sidi Bel Abbés](#)

Elle regroupe juridiquement et administrativement 08 daïras et 22 communes. [1]



**Figure 1.1: Situation géographique de la wilaya d'El Bayadh .[1]**

### 1.1.2 Le réseau routier

Le réseau routier de la wilaya d'El Bayadh totalise un linéaire de **2461 KM** de routes se répartissant comme suit :

- 844 Km des routes nationales;
- 62 Km de chemins de wilaya;
- 1555 Km de routes communales.

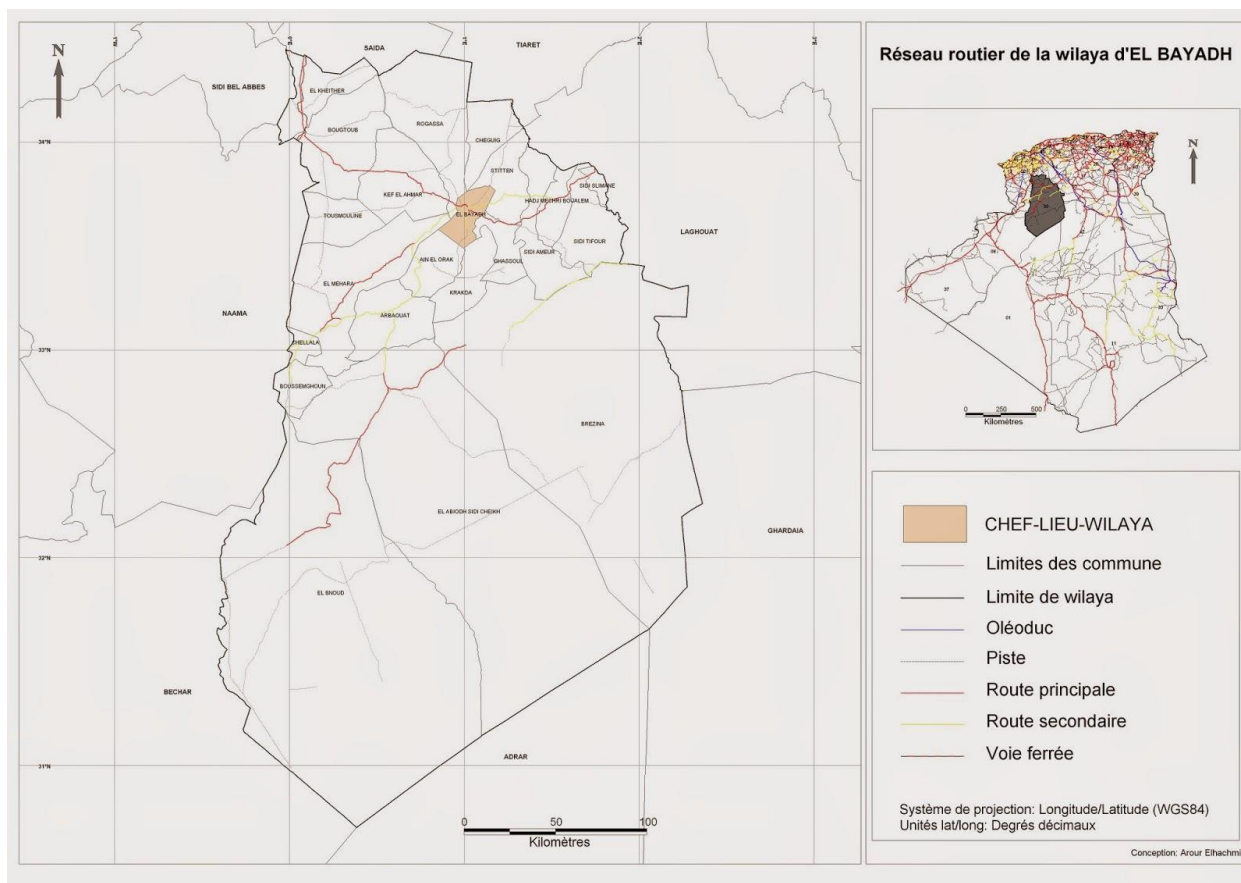


Figure 1.2: Réseau routier de la wilaya d'el bayadh . [2]

### 1.2 Cadre du projet

Notre projet consiste à réaliser un tronçon routier reliant le village d' **Ogulel Sendel** et la commune de **Toussmoulène** dans la wilaya d'El Bayad via une route secondaire passant au-dessus d'une voie ferrée à travers un ouvrage de franchissement en l'occurrence le pont (**PK de rétablissement 0+451.3, PK voie ferrée 7+678.67**).

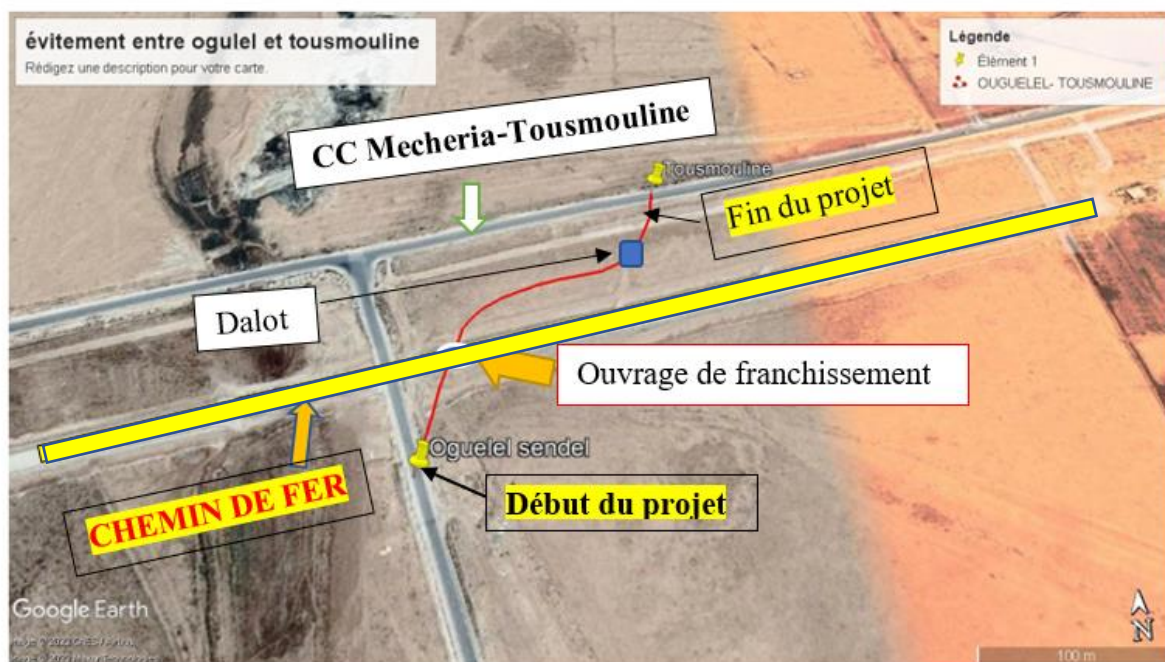


Figure 1.3: Plan de situation de la route.

### 1.3 Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une part du trafic de la voie secondaire, et d'autre part la mise en voie normale des deux localités afin de permettre aux habitants d'effectuer leurs déplacements en toute sécurité.

Pour atteindre l'objectif visé, il faut :

- Améliorer le niveau de service de la route.
- Améliorer les conditions de circulations.
- Améliorer la sécurité.

### 1.4 Les normes utilisées

Les règlements utilisés pour notre étude sont :

- Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique Fascicule 1, 2 et 3 ;
- B40, Normes techniques d'aménagement des routes en Algérie.

### 1.5 Classification des routes selon la norme Algérienne (B40)

#### 1.5.1 Catégorie

Les routes Algériennes sont classées en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives des itinéraires considérés.

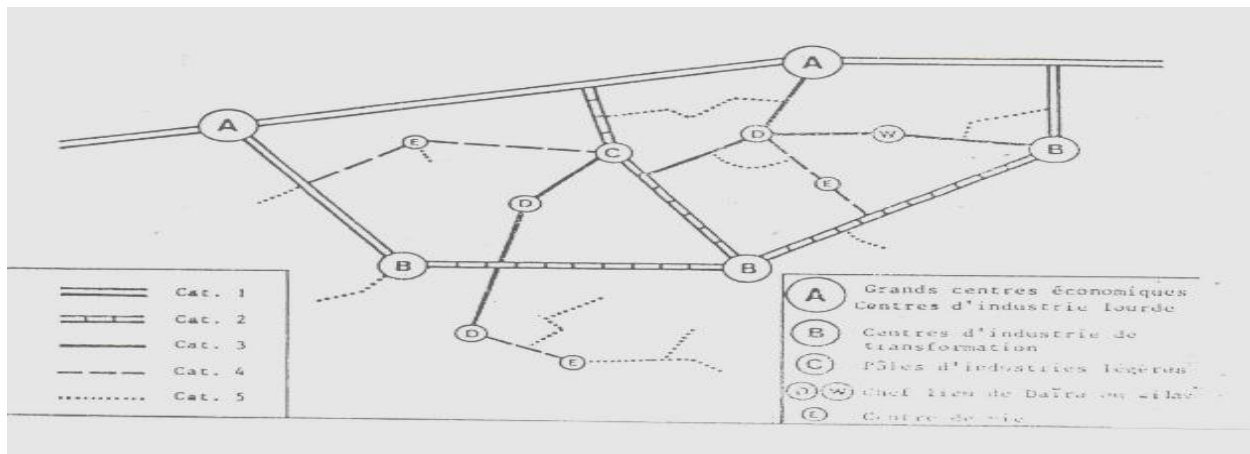


Figure 1.4: Catégories des routes selon la norme Algérienne B40

### 1.6 Environnement de la route

L'environnement d'une route désigne l'état du type de relief existant dans une zone selon la norme Algérienne B40. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe sont : [3]

#### 1.6.1 La dénivelée cumulée $h/l$

C'est la somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportées à la longueur de cet itinéraire. Elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

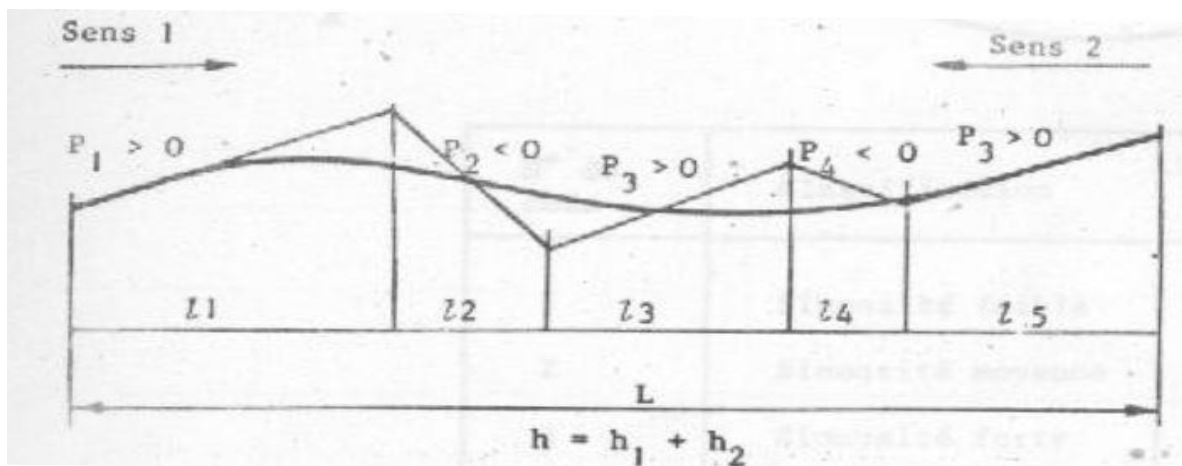


Figure 1.5: Variation longitudinale du relief. [17]

$$h_1 = \text{dénivelée cumulée sens 1} : h_1 = \sum_{p_i > 0} p_i \times l_i$$

$$h_2 = \text{dénivelée cumulée sens 2} : h_2 = - \sum_{p_i < 0} p_i \times l_i$$

$$\text{Et : } h = |h_1| + |h_2|$$

$$\frac{h}{l} = \frac{\text{dénivelée cumulée totale}}{\text{longueur de l'itinéraire}}$$

C'est le rapport qui permet d'estimer la variation du relief.

**Tableau 1.1 : Classification du relief en fonction de la dénivelée.[3]**

N° de code	Classification	Dénivelée cumulée moyenne
1	Terrain plat	$h/l \leq 1,5 \%$
2	Terrain vallonné	$1,5 \% < h/l \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4 < h/l$

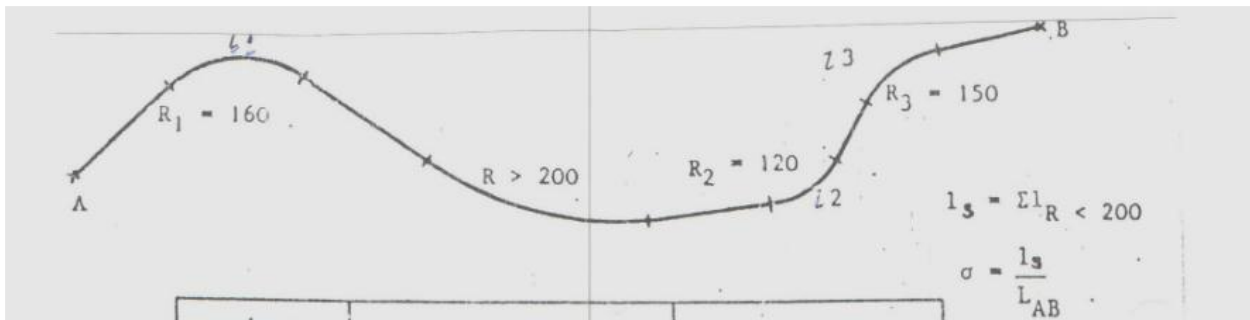
**1.6.2 La sinuosité moyenne  $\sigma = L_s/L$**

La sinuosité moyenne  $\sigma$  est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire.

Avec :

$L_s$  : la longueur cumulée des courbes de Rayon  $\leq 200m$ .  $L_s = \sum LR \leq 200m$

$L$  : La longueur totale de l'itinéraire



**Figure 1.6: La sinuosité moyenne selon la norme Algérienne B40.[3]**

**Tableau 1.2 : Classification de la sinuosité moyenne selon la norme Algérienne B40.**

N° de code	Classification	Sinuosité moyenne
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.1 < \sigma \leq 0.3$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.3$

La combinaison des deux paramètres (dénivelée cumulée et sinuosité moyenne) nous permet d'effectuer une déduction du type d'environnement à travers le tableau suivant.

**Tableau 1.3: Environnement en fonction du relief et de la sinuosité**

Relief		Sinuosité		
		Faible	Moyenne	Forte
	Plat	E1	E2	/
	Vallonné	E2	E2	E3
	Montagneux	/	E3	E3

## 1.7 Application au projet

### 1.7.1 Catégorie

Notre projet possède la même caractéristique de catégorie que le chemin communal Mècheria Tousmouline , selon la B40 cette liaison est classée dans la **catégorie 4**.

### 1.7.2 La dénivelée cumulée moyenne h/l

Après le tracé on obtient un résultat qui est le suivant :

$$h = |-0,00204| + |0,000348| = 0,001692 \rightarrow \frac{h}{l} = \frac{0,001692}{1000} = 1,69210^{-4}\%$$

D'après la norme Algérienne **B40** nous avons une dénivelée cumulée moyenne inférieure à 1,5%, donc nous avons un **terrain plat**.

### 1.7.3 Sinuosité

Nous n'avons pas de rayon de raccordement inférieure à 200m donc  $L_s=0$ .

On obtient :  $\sigma \leq 0.1$  : sinuosité faible.

### 1.7.4 Environnement

A partir du **Tableau 1.3** et puisque nous avons un terrain plat avec une sinuosité faible, donc on peut dire que l'environnement est de type 2 (**E2**).

## 2 Etude du trafic

### 2.1 Introduction

L'étude du trafic constitue l'élément essentiel au préalable des projets de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure routière. [4]

Cette étude nous permettra de définir par la suite le type d'aménagement à réaliser (nombre de voies, type d'échange et aussi le dimensionnement de la chaussée). [4]

### 2.2 Terminologie

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés. [5]

- **Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudié (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- **Trafic d'échange** : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échanges).
- **Trafic local** : trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- **Trafic moyen journalier annuel (T.M.J.A)** : il est égal au trafic total de l'année divisé par 365 jours.
- **Unité de véhicule particulier (U.V.P)** : exprimer par jour ou par heure, les poids lourds en leur affectant un multiplicateur.
- **Les trafics aux heures de pointe** avec les heures de pointe du matin (**HPM**), et les heures de pointe du soir (**HPS**).
- **Le trafic journalier moyen d'été** : important pour les régions estivales.

### 2.3 Analyse des trafics existant

Afin de connaître le nombre de véhicules (le volume) et leurs natures (véhicules légers ou lourds) en un point et à un instant donné, il est fondamental de procéder à un comptage tout en nécessitant une organisation appropriée.

Pour cela, nous utiliserons plusieurs procédés : [6]

- Comptages manuels ou visuels.
- Comptages automatiques.
- Les enquêtes qui permettent d'obtenir des informations qualitatives.

### 2.4 Le comptage

C'est le paramètre fondamental pour l'étude du trafic, qui se compose en deux types :

#### 2.4.1 Les comptages manuels ou visuels

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. [6]

#### 2.4.2 Les comptages automatiques

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. En ce qui concerne les comptages permanents, ils sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense. [6]

### 2.5 Les enquêtes

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux. Il existe plusieurs types d'enquêtes : [6]

#### 2.5.1 Les enquêtes simplifiées

- Les enquêtes par relevé minéralogique ;
- Enquêtes par carte ;
- Enquêtes papillons ;

#### 2.5.2 Les enquêtes complètes

- Les enquêtes par interview le long de la route ;
- Enquêtes par interview à domicile ou enquêtes ménages.

### 2.6 Différents types de trafics

On distingue quatre types de trafics qui sont comme suit :

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte d'un nouveau projet. [7]
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination. [7]

- **Trafic induit** : Le trafic induit est composé de différents termes qui correspondent chacun à un changement de comportement des usagers. On distingue généralement les modifications de comportement à court et à long terme. [8]
- **Trafic totale** : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie. [7]

## 2.7 Calcul de la capacité

### 2.7.1 Définition de la capacité

La capacité d'une route est le flux horaire maximum de véhicules qui peut passer en un point ou s'écoule sur une section de route uniforme pendant un temps donné (en général 1/4heure). [9]

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- De type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité.
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée.

### 2.7.2 La procédure de détermination du nombre des voies

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est-à-dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation. [10]

### 2.7.3 Projection future du trafic

La formule qui donne le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon est : [11]

$$TJMA_h = TMJA_0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :

**TMJA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon.

**TMJA<sub>0</sub>** : le trafic à l'année de référence.

**n** : nombre d'année.

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

### 2.7.4 Le trafic effectif

C'est le trafic évalué en unité de véhicules particuliers (UVP), en fonction du type de route et de l'environnement.

Pour cela on adopte des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (UVP).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1 - z) + p \times z] \times TMJA_h$$

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 lourd. Il dépend de la nature de la route et de la classe de l'environnement.

**Tableau 1.4: Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd.[3]**

Routes		Environnement		
		E1	E2	E3
	<b>2 Voies</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
	<b>3 Voies</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
	<b>4 Voies et plus</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

### 2.7.5 Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon. Il est donné par la formule : [3]

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{eff}$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire (UVP)

$\frac{1}{n}$  : coefficient de pointe prise égale à 0,12 en général

### 2.7.6 Débit de pointe admissible

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule : [3]

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

Avec :

**Q<sub>adm</sub>**: Débit horaire maximal accepté par voie, compte tenu du niveau de service visé.

**K1** : Coefficient lié à l'environnement.

**K2** : Coefficient lié à la catégorie de la route et de son environnement.

**C<sub>th</sub>** : Capacité effective (théorique) par voie, en U.V.P/h qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les coefficients **K1** et **K2** dépendent de l'environnement, de la largeur initiale de chaussée et de la valeur du temps.

#### ➤ Valeurs de K1

**Tableau 1.5: Coefficient de réduction de la capacité de la route (k1). [3]**

Environnement	E1	E2	E3
k1	0,75	<b>0,85</b>	0,90 à 0,95

#### ➤ Valeurs de K2

**Tableau 1.6 : Coefficient de réduction de la capacité de la route (k2).** [3]

K2		Catégorie de la route				
		1	2	3	4	5
Environnement	E1	1	1	1	1	1
	E2	0,99	0,99	0,99	<b>0,98</b>	0,98
	E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

➤ Valeurs de  $C_{th}$

**Tableau 1.7: Valeurs théoriques de la capacité de la route (C).** [12]

Nombre des voies de la routes	Capacité théorique (uvp /h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5m	2400 à 3200
Route à 4 voies de 3,5m	3000 à 3400
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

## 2.8 Détermination du nombre du voies

Le choix du nombre de voies s'écoule de la comparaison entre le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. [3]

$$Q \leq Q_{adm}$$

Le nombre de voie N est tel que :

➤ Cas d'une chaussée bidirectionnelle [3]

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

➤ Cas de deux chaussées unidirectionnelles [3]

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

Avec :

**S** : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

**Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie.

## 2.9 Application au projet

### 2.9.1 Les données de trafic

Pour remédier au manque de données du trafic, nous avons pris des données du trafic sur des routes qui ont les mêmes conditions adéquates à notre projet, et qui ont fait l'objet de l'étude de trafic par les comptages et les enquêtes.

- ❖ Le trafic de l'année 2020  $TMJA_{2020} = 1200 \text{ v/j}$
- ❖ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$
- ❖ Le pourcentage de poids lourds  $Z = 20\%$
- ❖ L'année de mise en service sera en **2025**
- ❖ La durée de vie estimée est de **20 ans**
- ❖ Catégorie **C4**
- ❖ Environnement **E2**
- ❖ Coefficient d'équivalence de poids lourds **P=6%**

### 2.9.2 Projection future du trafic

$$TMJA_{2025} = TMJA_{2020} \times (1 + \tau)^n \Rightarrow TMJA_{2025} = 1200 \times (1 + 0,04)^5$$

$$TMJA_{2025} = 1460 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2045} = 1460 \times (1 + 0,04)^{20} = 3199 \text{ v/j}$$

### 2.9.3 Calcul du trafic effectif

$$T_{\text{eff}} = [(1 - z) + p \times z] \times TMJA_h$$

$$T_{\text{eff}_{2025}} = [(1 - 0,2) + 6 \times 0,2] \times 1460 = 2920 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{eff}_{2045}} = [(1 - 0,2) + 6 \times 0,2] \times 3199 = 6398 \text{ uvp/j}$$

### 2.9.4 Débit de pointe horaire normale

- ✓ Débit de pointe à l'année 2025

$$Q_{2025} = 0,12 \times 2920 = 350 \text{ uvp/h}$$

- ✓ Débit de pointe à l'année 2045

$$Q_{2045} = 0,12 \times 6398 = 768 \text{ uvp/h}$$

### 2.9.5 Débit admissible

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

Avec : C4, E2

$$K1 = 0,85$$

$$K2 = 0,98$$

$$C_{th} = 2000 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,98 \times 2000 = 1666 \text{ uvp/h}$$

### 2.9.6 Nombre de voies du profil en travers

$$N = \frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \Rightarrow N = \frac{768}{1666} = 0,46$$

$$N = 1 \text{ Voie/Sens}$$

### 3 Conclusion

Après les calculs que nous avons effectués selon la norme B40, le projet est classé en catégorie 4 et se trouve dans un environnement 1.

Le profil en travers retenue pour notre projet est défini comme suit :

**Chaussée bidirectionnelle 2×1 voies de 3,5 m de largeur et des accotements de 1.5 m**

Le résultat de calcul est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 1.8: Récapitulatif des calculs de trafic effectués.**

<b>TMJA<sub>2025</sub>(v/j)</b>	<b>1460</b>
<b>TMJA<sub>2045</sub>(v/j)</b>	<b>3199</b>
<b>Teff<sub>2025</sub>(uvp/j)</b>	<b>2920</b>
<b>Teff<sub>2045</sub>(uvp/j)</b>	<b>6398</b>
<b>Q<sub>2045</sub>(uvp/h)</b>	<b>768</b>
<b>Qadm(uvp/h)</b>	<b>1666</b>

# **Chapitre 2 : géométrie de la route**

## 1 Introduction

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain. De plus la surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont : [13]

- Tracé de son axe en situation (trace en plan) ;
- Tracé de son axe en élévation (profil en long) ;
- Tracer de son axe transversal (profil en travers).

## 2 Le tracé en plan

### 2.1 Définition

Le tracé en situation ou en plan est une projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace. La route étant destinée à se rendre d'un point A à un point B. Le tracé de l'axe de la route est composé de lignes droites raccordées par des cercles, correspondant à sa catégorie de son environnement et de sa vitesse de base. [13]

### 2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan

Pour obtenir un bon tracé en plan suivant les normes on doit respecter certaines recommandations dans la mesure du possible : [14]

- ❖ Eviter de passer sur les terrains agricoles.
- ❖ Eviter le passage de très près des zones urbaines.
- ❖ Eviter le tracé sur les oueds afin d'éviter la construction d'ouvrages.
- ❖ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géotechniques.
- ❖ Respecter l'environnement.
- ❖ Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.
- ❖ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ❖ Introduire des sur largeurs pour les poids lourds.
- ❖ Dans le cas des terrains plats, l'axe sera placé le plus près possible des points hauts de façon à utiliser les possibilités de drainage naturel.

### 2.3 Vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence est fait en fonction de la catégorie et l'environnement de la route. Ce choix doit assurer la sécurité et le confort des usagers compte tenu des contraintes (topographie, terrains, obstacles, climats, etc.)

**Tableau 2.1: valeur de la vitesse de référence (V). [13]**

	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	<b>Catégorie 4</b>	Catégorie 5
E1	120-100-80	120-100-80	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>E2</b>	100-80-60	100-80-60	100-80-60	<b>80-60</b>	60-40
E3	80-60-40	80-60-40	80-60-40	60-40	40

## 2.4 Paramètre cinématique

Cette étude cinématique vise à déterminer le comportement de la voiture sur la route et les facteurs qui l'affectent, y compris le comportement physiologique et psychologique du conducteur.

### 2.4.1 Temps de perception- réactions

C'est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage, lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement. [13]

**Tableau 2.2: Valeurs de temps de perception tp.**

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
1-2	1,8s pour V > 80Km /h 2s pour V ≤ 80Km /h	1,8s pour V> 80Km/h 2s pour V≤ 80Km/h	1,8s ∀ V
3-4-5	1,8s pour V > 60Km /h 2s pour V ≤ 60Km /h	<b>1,8s pour V&gt; 60Km/h</b> 2s pour V ≤ 60Km /h	1,8s pour V> 60Km /h 2s pour V ≤ 60Km /h

### 2.4.2 Distance minimale de freinage d<sub>0</sub>

La distance minimale de freinage est la longueur parcourue par la voiture pendant l'action de freinage. [11]

$$d_0 = \frac{v^2}{254 \times f_l}$$

Avec :

V : vitesse de véhicule (Km/h)

f<sub>l</sub>: coefficient de frottement longitudinal.

Le coefficient de frottement longitudinal varie suivant la vitesse comme l'indique le tableau suivant :

**Tableau 2.3: Valeurs des coefficients de frottement longitudinal. [13]**

V (Km /h) Catégorie	120	100	<b>80</b>	60	40
1-2	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46
3-4-5	0,36	0,40	<b>0,43</b>	0,46	0,49

### 2.4.3 Distance d'arrêt d<sub>1</sub>

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête. Elle est calculée en rajoutant la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction à la distance de freinage d<sub>0</sub>. [13]

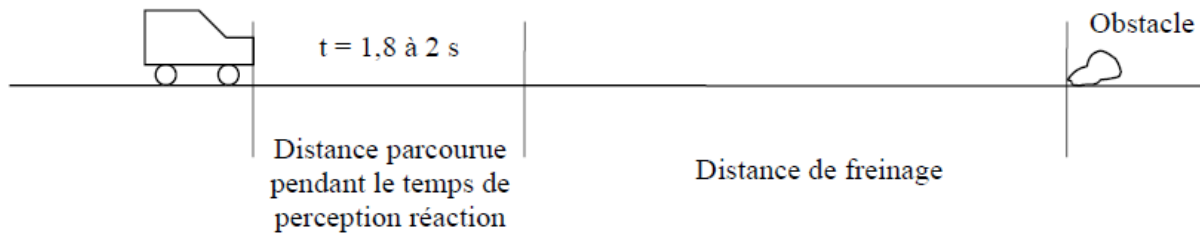


Figure 2.1: La distance d'arrêt d'un véhicule. [15]

La distance d'arrêt est exprimée par la relation suivante :

$$d_1 = d_0 + V_r \times t_p$$

Avec :

$t_p$  : temps de perception-réaction.

$d_0$  : distance de freinage en (m)

$V$  : vitesse de référence.

## 2.5 Visibilité

### 2.5.1 Distance de visibilité de dépassement $d$

Cette distance est la longueur parcourue par le véhicule dépassant à la vitesse ( $V$ ) pendant la durée nécessaire pour exécuter le dépassement. La réglementation (B40) parle du dépassement court et du dépassement normal qui conduisent à deux distances de visibilité de dépassement : [13]

#### a Distance de visibilité de dépassement minimale $d_m$

Elle correspond à une manœuvre qui dure 7 à 9 secondes effectuée par des véhicules rapides. [13]

$$d_m = 4V \text{ Pour } V \leq 90 \text{ Km/h}$$

Avec :

$V$  : vitesse de référence (Km/h)

#### b Distance de visibilité de dépassement normale $d_N$

Elle est correspondante à une manœuvre courante de dépassement qui dure 11 à 12s. [13]

$$d_N = 6V \text{ Pour } V \leq 90 \text{ Km/h}$$

#### c Distance de visibilité de manœuvre de dépassement $d_{Md}$

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine. [13]

Le tableau suivant nous permet de déterminer la valeur de la distance  $d_{Md}$  en fonction de la vitesse.

**Tableau 2.4: Valeurs de la distance de la manœuvre de dépassement. [13]**

V (Km /h)	120	100	<b>80</b>	60	40
$d_{Md}$ (m)	425	300	<b>200</b>	120	70

**2.5.2 Distance de sécurité entre deux véhicules  $d_s$**

C'est l'espace entre deux voitures qui circulent dans le même sens, sur la même voie et avec la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où la première prend une action de freinage. Elle est donnée par la formule suivante. [11]

$$d_s = \frac{V}{3,6} \times t_p + L$$

Avec :

V : vitesse. (Km/h)

$t_p$  : Temps de perception-réaction.

L : Longueur de véhicule en moyenne (10 m).

**2.6 Application au projet**

**2.6.1 Vitesse de référence**

Selon la norme **B40** et dans le **tableau 2.1**

Catégorie 4, environnement 1 →  $V_r = 80$  Km/h

**2.6.2 Temps de perception – réaction**

A partir du **tableau 2.2**

Catégorie 4, environnement 2, pour  $V > 60$  Km/h, on a →  $t_p = 1,8$ s

**2.6.3 Distance minimale de freinage**

$$d_0 = \frac{v_r^2}{254 \times f_l}$$

Avec :  $V_r = 80$  Km/h

Selon le **tableau 2.3** :  $f_l = 0,43$

Donc on a :

$$d_0 = \frac{80^2}{254 \times 0,43} = 58,59 \text{ m} \Rightarrow d_0 = 58,59 \text{ m}$$

donc on prend  $d_0 = 60$  m

**2.6.4 Distance d'arrêt**

$$d_1 = d_0 + V_r \times t_p = 60 + \frac{80}{3,6} \times 1,8 = 100 \text{ m} \Rightarrow d_1 = 100 \text{ m}$$

**2.6.5 Distance de visibilité de dépassement minimale  $d_m$**

$$d_m = 4V \text{ Pour } V \leq 90 \text{ Km/h}$$

Pour  $V_r = 80$  Km/h, donc on a :  $d_m = 4 \times 80 = 320 \text{ m}$

**2.6.6 Distance de visibilité de dépassement normale  $d_N$**

$$d_N = 6V \text{ Pour } V \leq 90 \text{Km/h}$$

Pour  $V_r = 80 \text{Km/h}$ , donc on a :  $d_N = 6 \times 80 = 480 \text{m}$

**2.6.7 Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement  $d_{Md}$**

D'après le **tableau 2.4**, et  $V_r = 80 \text{Km/h}$ , on a :  $d_{Md} = 200 \text{m}$

**2.6.8 Distance de sécurité  $d_s$**

$$d_s = \frac{V}{3,6} \times t_p + L \Rightarrow d_s = \frac{80}{3,6} \times 1,8 + 10$$

$$d_s = 50 \text{m}$$

Avec :

V : vitesse. (Km/h)

$t_p$  : Temps de perception-réaction = 1,8s

L : Longueur de véhicule en moyenne (10m).

**2.7 Tableau récapitulatif :**

Ci-dessous nous avons les résumés des résultats dans le **tableau 2.5** suivants :

**Tableau 2.5: Résumé des résultats de la Norme B40 et des résultats calculés**

		B40	Calculées
Vitesse de référence	$V_r$ (Km/h)	80	-
Temps de perception - réaction	$t_p$ (s)	1,8	-
Coefficient de frottement Longitudinal	$f_l$	0,43	-
Distance de freinage minimale	$d_0$ (m)	59	60
Distance d'arrêt	$d_1$ (m)	100	100
Distance de visibilité de dépassement minimale	$d_m$ (m)	320	320
Distance de visibilité de dépassement normale	$d_N$ (m)	480	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	$d_{Md}$ (m)	200	200
Distance de sécurité	$d_s$ (m)	-	50

On remarque que les valeurs calculées se rapprochent aux valeurs données par le règlement Algérien, donc elles peuvent être appliquées lors de la réalisation.

### 3 Les éléments d'un tracé en plan

En première approximation, le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement entre les précédents. [13]

Les éléments géométriques du tracé en plan sont donc

- Alignements droits ;
- Arcs de cercles ;
- Courbe de raccordement (CR) de courbures progressives.

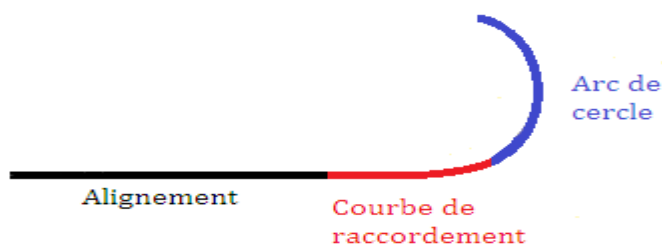


Figure 2.2: éléments de tracé en plan. [6]

#### 3.1 Alignements droits

Les courbes sur un tracé en plan doivent être séparées par des alignements droits d'une longueur comprise entre  $L_{min}$  et  $L_{max}$ . [11]

##### 3.1.1 Longueur minimale d'un alignement droit

La longueur minimale d'un alignement droit est égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse de référence. [13]

$$L_{min} = V \times t$$

Avec :

$t$  : temps = 5 s

$V_r$  : Vitesse de référence (m/s)

$$L_{min} = \frac{80}{3,6} \times 5 \Rightarrow L_{min} = 111,11m$$

##### 3.1.2 Longueur maximale d'un alignement droit

La longueur maximale est celle qui corresponde au chemin parcouru pendant 1 minute à la vitesse de référence. [13]

$$L_{max} = V \times t$$

Avec :

$t$  : temps = 60 s

$V_r$  : Vitesse de référence (m/s)

$$L_{max} = \frac{80}{3,6} \times 60 \Rightarrow L_{max} = 1333,33m$$

### 3.1.3 Devers en alignement droit

En alignement droit le dévers est destiné à l'évacuation des eaux sur la chaussée. Sa valeur maximale est de 2,5% dans les bonnes conditions d'exécution et de 3% quand il y a risque de tassement ou des difficultés d'exécution. [11]

Dans notre cas le dévers choisi est de : **d=3%**

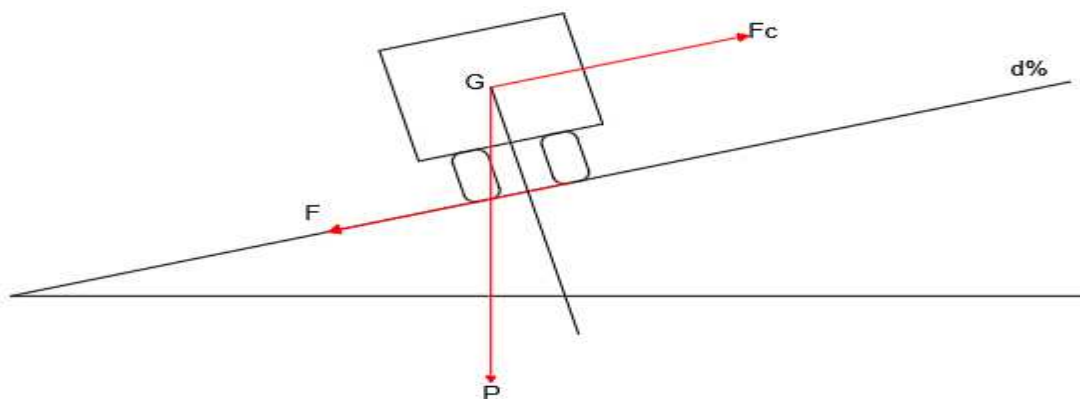
## 3.2 Arcs de cercle

### 3.2.1 Stabilité en courbe

Dans un virage de rayon R, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système. Afin de réduire l'effet de la force centrifuge, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur de la courbe (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente. [13]

$F_c$ : Force centrifuge  $F_c = m \times \frac{V_r}{R}$

P : poids du véhicule  $P = m \times g$



**Figure 2.3: Forces agissant sur un véhicule dans un virage [16]**

Avec :

m : masse du véhicule

$V_r$  : Vitesse de référence

P : poids du véhicule

g : la pesanteur

### 3.2.2 Valeurs des rayons minimaux

Ainsi pour chaque vitesse de référence, on définit une série de couples (R, d) :

**a Rayon minimal absolu  $RH_{min} = R(V_r, d_{max})$**

Pour une catégorie donnée, le rayon minimum absolu en plan est défini par la formule suivante : [3]

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

Avec :

$V_r$  : Vitesse de référence (80Km/h)

$d_{max}$  : devers maximal (6%)

$f_t$  : coefficient de frottement transversal

La valeur du coefficient de frottement transversal est tirée du tableau qui est donné par la norme Algérienne B40 en fonction de la vitesse de référence.

**Tableau 2.6:valeurs des coefficients de frottement transversal. [3]**

V(Km/h)	120	100	80	60	40
Catégorie					
Cat 1-2	0,10	0,11	0,13	0,16	0,20
Cat 3-4-5	0,11	0,125	<b>0,15</b>	0,18	0,22

**b Rayon minimal normal  $RH_N = R(V_r + 20, d_{moy})$**

Le rayon minimal normal et le rayon qui doit permettre à des véhicules dépassant  $V_r$  de 20km/h de rouler en sécurité. Il est calculé par la formule suivant [14] :

$$RH_N = RH_{min}(V_r + 20)$$

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

Le devers associé  $d_{moy} = d_{max} - 2\%$  pour les cats 1 à 4

= 6% pour le cat 5

**Tableau 2.7: Valeurs du devers – norme B40. [14]**

Catégorie	Environnement	Dévers %	
		Maximum	associé
1-2	1-2-3	7	5
3-4	3	7	5
<b>3-4</b>	<b>1-2</b>	<b>8</b>	6
5	1-2-3	9	6

**c Rayon au dévers minimal  $RH_d = R(V_r, d_{min})$**

Au dévers minimum ( $d_{min}$ ) correspond le rayon au dévers minimal donnée par la formule : [13]

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

Avec :

$$d_{min} = 2,5\% \quad \text{cat 1-2}$$

$$= 3\% \quad \text{cat 3-4-5}$$

**d Rayon non déversé  $RH_{nd} = R(V_r, -d_{min})$**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est alors négatif pour l'un des sens de circulation. Le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon non déversé. Il est donné par : [13]

Pour les cats 1-2 
$$RH_{nd} = \frac{V_r^2}{127 \times 0,035}$$

Pour les cats 3-4-5 
$$RH_{nd} = \frac{V_r^2}{127(f''-0,03)}$$

$f'' = 0,07$  cat 3

$f'' = 0,075$  cat 4-5

**3.2.3 Choix de devers**

Pour une route de catégorie donnée : [13]

- Les dévers de rayons compris entre le rayon minimal absolu  $RH_{min}$  et rayon au dévers minimal  $RH_d$  sont obtenus par interpolation linéaire.
- Tous les rayons déversés inférieure au rayon non déversé  $RH_{nd}$  sont munis des courbes de raccordement progressif. Les rayons supérieurs au rayon non déversé  $RH_{nd}$  peuvent être munis de courbe de raccordement progressif.

**3.2.4 Application au projet**

**a Rayon minimal absolu  $RH_{min}$**

$$RH_{min} = \frac{V_r^2}{127(d_{max}+f_t)} = \frac{80^2}{127(0,08+0,15)} = 219,10m ; RH_{min} \cong 220$$

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence (80 km/h)

$D_{max}$  : Dévers maximal (8%)

$f_t$  : Coefficient de frottement transversal (0,15)

**b Rayon minimal normal  $RH_N$**

$$RH_N = \frac{(V_r + 20)^2}{127(d_{moy} + f_t)} = \frac{(80 + 20)^2}{127(0,06 + 0,15)} = 374,95m$$

$$RH_N \cong 375m$$

Avec  $d_{moy} = 6\%$  (Catégorie 4, Environnement 1)

**c Rayon au devers minimal  $RH_d$**

$$RH_d = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}} = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0,03} = 839,89m$$

$$RH_d \cong 840m$$

Avec  $d_{moy}$  : devers minimal(3%)

**d Rayon non déversé  $RH_{nd}$**

$$RH_{nd} = \frac{V_r^2}{127(f'' - 0,03)} = \frac{80^2}{127(0,075 - 0,03)} = 1119,86m$$

$$RH_{nd} \cong 1120m$$

Puisque nous avons catégorie 4, d'après la norme B40

### 3.2.5 Valeurs retenues par la norme Algérienne B40 et les résultats des calculs obtenus

**Tableau 2.8: Résumé des valeurs données par la norme B40 et résultats après calculs**

		B40	Calculs
Rayon minimal absolu	$RH_{min}(m)$	220	220
Rayon minimal normal	$RH_N(m)$	375	375
Rayon au devers minimal	$RH_d(m)$	800	840
Rayon non déversé	$RH_{nd}(m)$	1100	1120
Dévers minimal	$d_{min}(\%)$	3%	-
Dévers maximal	$Dmax(\%)$	8%	-

### 3.3 Courbe à raccordement progressif

Les raccordements à courbes progressives se trouvent entre deux courbes circulaires ou une courbe circulaire et un alignement droit afin de maintenir l'accélération transversale pour assurer le confort et la sécurité des conducteurs. [11]

Définition de la courbure :  $K = \frac{1}{R} = C \times L$  (**R : rayon de l'axe du virage**) [14]

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 0 (R= infini) à l'extrémité de l'alignement à la courbure  $\frac{1}{R}$  au début du cercle du virage. [13]



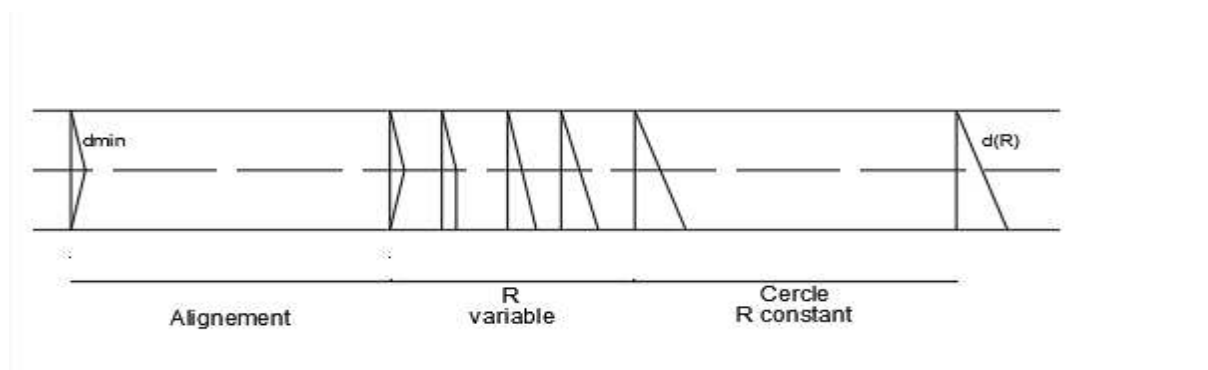


Figure 2.5: Variation de la forme superficielle de la chaussée. [16]

### 3.3.2 Longueur minimale du raccordement progressif

Le raccordement entre deux courbes circulaires ou une courbe et un alignement, doit satisfaire les trois conditions suivantes :

#### a Condition optique

Le raccordement permet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route, en les informant suffisamment à l'avance du tracé de la route, de façon à obtenir la plus grande sécurité de conduite [13].

De façon général, on adopte la formule suivante :

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

Avec :

L : longueur de la clothoïde

R : rayon de courbure

$\Delta R$  : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon :

$R \leq 1500m$  on adopte  $\Delta R = 0,5$  à  $1m$

$1500 < R \leq 5000m$  on adopte  $\Delta R = 1$  à  $2.5m$

$R > 5000m$  on adopte  $\Delta R = 2,5m$

#### b Condition de gauchissement

Cette condition a pour objectif d'assurer à la route un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers  $\Delta d$ . A cet effet, on limite la pente relative du profil en long du bord de la chaussée et de son axe, de telle sorte que la variation du dévers ne dépasse pas 2% par seconde. [13]

L'équation utilisée est :

$$L \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50}$$

Avec :

l : la distance entre axes de rotation et le bord de la chaussée

$\Delta d$  : Variation de dévers.  $\Delta d = d_{final} - d_{initial}$

$V_r$  : Vitesse de référence

**c Condition dynamique**

Cette condition doit assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon à respecter la stabilité et le confort dynamique, en limitant par l'unité de temps, la variation de l'accélération transversale. [13]

La formule utilisée est :

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

Avec :

$\Delta d$  : Variation de devers.  $\Delta d = d_{final} - d_{initial}$

$V_r$  : Vitesse de base

$R$  : rayon de courbure

**3.3.3 Détermination des paramètres de la clothoïde (A)**

A partir des valeurs conformes aux conditions précédentes, on peut déterminer la longueur minimale de la clothoïde :

$$L = \max (L_{condition\ optique}, L_{condition\ de\ gauchissement}, L_{condition\ dynamique})$$

Ainsi la formule pour déterminer le paramètre de la clothoïde est défini comme suit :

$$A = \sqrt{R \times L}$$

**3.3.4 Calcul d'un raccordement a courbe progressive**

Sur un axe en plan, une importance est accordée dans les calculs aux courbures. L'emploi d'un raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes : [16]

- ✚ Stabilité transversale du véhicule.
- ✚ Confort des passages du véhicule.
- ✚ Transition de la forme de la chaussée.
- ✚ Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

**Calcul pour le rayon R = 220 m**

**a Condition optique**

$$L = \sqrt{24 \times 220 \times 1} \quad ; \quad L = 73 \text{ m}$$

Avec :

$L$  : longueur de la clothoïde

$R$  : rayon de courbure (220 m)

$\Delta R$  : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon (1 m).

**b Condition de gauchissement**

$$L \geq \frac{7 \times 11 \times 80}{50} = 123,2 \text{ m} \quad ; \quad L = 123,2 \text{ m}$$

Avec :

l : la distance entre axes de rotation et le bord de la chaussée (l=7m)  
 $\Delta d$  : Variation de devers.  $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 8\% - (-3\%) = 11\%$   
 $V_r$  : Vitesse de base(80Km/h)

**c Condition dynamique**

$$L \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127 \times 220} - 0,11 \right) = 42,33 \text{ m} ; L = 42,33 \text{ m}$$

Avec :

$\Delta d$  : Variation de devers.  $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 11\%$   
 $V_r$  : Vitesse de base = 80Km/h  
 R : rayon de courbure = 220 m

Ainsi la longueur de la clothoïde est :

$$L = \max (L_{condition\ optique}, L_{condition\ de\ gauchissement}, L_{condition\ dynamique})$$

$$L = \max (73 \text{ m}, 123,2 \text{ m}, 42,33 \text{ m})$$

Donc **L = 123,2 m**

**Paramètre de la Clothilde :**

$$A = \sqrt{220 \times 123,2} = 164,63 \text{ m}$$

**3.3.5 Eléments d’un raccordement à courbe progressive**

Afin de bien enrichir notre travail, nous avons décidé de détailler un cas d’étude d’une courbe à raccordement progressif.

**Tableau 2.9: Coordonnées relatives à notre projet d’étude**

	X(m)	Y(m)
<b>S0</b>	205614,5549	3718288,9631
<b>S1</b>	205713,2772	3717840,0999
<b>S2</b>	206266,8759	3718409,932
<b>Rayon</b>	220 m	
<b>Vitesse</b>	80 Km/h	

**a Calcul des gisements**

Un gisement est l’angle que forme une ligne avec celle du nord. Il se calcule par la formule suivante :

$$gis = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

Avec les conditions suivantes :

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ GIS} = gis$$

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0 \text{ GIS} = 200 - gis \text{ (avec } gis < 0)$$

$$\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y < 0 \text{ GIS} = 200 + \text{gis (avec gis} > 0)$$

$$\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ GIS} = 400 - \text{gis (avec gis} < 0)$$

$$\Delta X_1 = X_{s_1} - X_{s_0} = 98,2773 \text{ m}$$

$$\Delta Y_1 = Y_{s_1} - Y_{s_0} = -448,864 \text{ m}$$

$$\Delta X_2 = X_{s_2} - X_{s_0} = 652,321 \text{ m}$$

$$\Delta Y_2 = Y_{s_2} - Y_{s_0} = 120,9689 \text{ m}$$

$$G_{s_1}^{s_0} = 200 - \left| \text{arctg} \left( \frac{98,2773}{-448,8631} \right) \right|$$

$$G_{s_1}^{s_0} = \mathbf{186,2779 \text{ grades}}$$

$$G_{s_2}^{s_0} = \text{Gis} = \left| \text{arctg} \left( \frac{652,321}{120,9689} \right) \right|$$

$$G_{s_2}^{s_0} = \mathbf{88,3268 \text{ grades}}$$

$$\gamma = |G_{s_1}^{s_0} - G_{s_2}^{s_0}| = |186,2779 - 88,3268|$$

$$\gamma = \mathbf{97,9511 \text{ grades}}$$

**b Calcul des distances**

$$S_1 S_0 = \sqrt{(\Delta X_1)^2 + (\Delta Y_1)^2} = \sqrt{(98,2773)^2 + (-448,8631)^2}$$

$$S_1 S_0 = \mathbf{460 \text{ m}}$$

$$S_0 S_2 = \sqrt{(\Delta X_2)^2 + (\Delta Y_2)^2} = \sqrt{(652,321)^2 + (120,9689)^2}$$

$$S_0 S_2 = \mathbf{663,443 \text{ m}}$$

**c Calcule de l'angle  $\tau$**

$$\tau = \frac{L}{2 \times R} \times \frac{200}{\pi} \Rightarrow \tau = \frac{101}{2 \times 220} \times \frac{200}{\pi}$$

$$\tau = \mathbf{14,621 \text{ grades}}$$

**d Vérification de non chevauchement**

$$\tau = \mathbf{14,621 \text{ grades}}$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{97,9511 \text{ grades}}{2} = \mathbf{48,9755 \text{ grades} > 14,621 \text{ grades}}$$

Donc il n'y a pas de chevauchement.

**e Calcul de l'abscisse du centre du cercle Xm**

$$Xm = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{L}{2} = \frac{101}{2} = 50,5 \text{ m}$$

$$Xm \cong \mathbf{51 \text{ m}}$$

**f Calcul de la tangente T**

$$T = R \times tg\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 220 \times tg(48,9755)$$

$$T = 213 \text{ m}$$

**g Calcul de l'angle**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 97,9511 - 2 \times 14,621$$

$$\alpha = 68,7091 \text{ grades}$$

**h Calcul de la longueur de l'arc**

$$KE_1KE_2 = R \times \alpha = 220 \times 68,7091 \times \frac{\pi}{200}$$

$$KE_1KE_2 = 237,3212 \text{ m}$$

**i Coordonnées des points de la clothoïde**

$$S = \frac{L}{A} = \frac{101}{150} \Rightarrow S = 0,67 \text{ m}$$

**Tableau 2.10: coordonnées des points de la clothoïde**

	x	y	X = (x×A)	Y = (y×A)
<b>S = 0,67 m</b>	0,666833	0,049947	100	7,49

Ainsi les coordonnées du point  $K_E$  sont :

$$X = 100 \text{ m}$$

$$Y = 7,50 \text{ m}$$

**j Calcul des coordonnées SL**

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} \Rightarrow S_L = \sqrt{(100)^2 + (7,50)^2} = 100,30 \text{ m}$$

**k Calcul de  $\sigma$**

$$\sigma = \text{arctg}\left(\frac{Y}{X}\right) \Rightarrow \sigma = \text{arctg}\left(\frac{7,5}{100}\right)$$

$$\sigma = 4,8 \text{ grades}$$

**l Calcul des distances cumulées**

$$S_1KA_1 = S_1S_0 - T = 247 \text{ m}$$

$$S_1KE_1 = S_1KA_1 + L = 348 \text{ m}$$

$$S_1KE_2 = S_1KE_1 + KE_1KE_2 = 585,3212 \text{ m}$$

$$S_1KA_2 = S_1KE_2 + L = 686,3212 \text{ m}$$

$$S_1S_2 = S_1KA_2 + (S_0S_2 - T) = 1136,7642 \text{ m}$$

## 4 Le profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle. L'échelle des longueurs (en abscisse) est en général celle du

plan de situation, tandis que l'échelle des hauteurs (en ordonnées) est 10 fois plus grande pour accuser les déclivités qui, sans cela, serait presque imperceptibles. Le profil en long est donc une représentation déformée. [13]

#### 4.1 Règles à respecter dans la structure du profil en long

Nous allons citer dans cette brochure les règles qui doivent obligatoirement être respectées, excepté dans certains cas exceptionnels, lors de la conception du profil en long. La création de la ligne rouge sera basée sur les règles suivantes : [17]

- Éviter les angles entrants en déblai,
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long,
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- Limité la déclivité pour une catégorie donnée ( $i \leq i_{max}$ )

#### 4.2 Eléments géométriques du profil en long

- Les lignes droites (déclivités).
- Les arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées rampes et celles descendantes pentes. Rampes et pentes constituent les déclivités, exprimées en pourcentage avec signe positif (rampes) et avec signe négatif (pentes). [13]

Le changement de déclivité, est la différence de deux déclivités successives munis de leur signe. Les changements de déclivités sont en réalité très faibles.

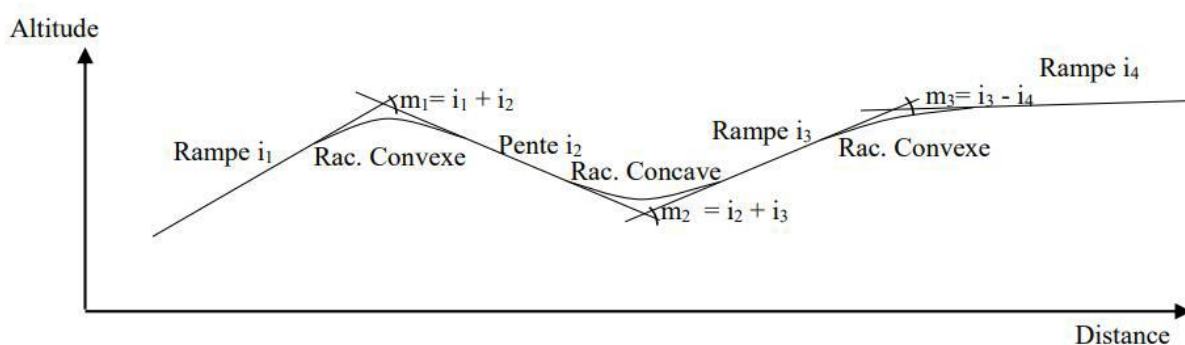


Figure 2.6: Eléments géométriques du profil en long

##### 4.2.1 Déclivités

###### a Déclivité minimum

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits en palier sont si possibles à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit

pas, il faut que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. [13]

Déclivité minimum :  $i_{\min} = 0,5\%$ , de préférence  $1\%$

**b Déclivité maximum**

Du point de vue technique, la déclivité maximum dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème d'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses se sont les camions (poids lourds PL) qui sont déterminants, car la plupart des véhicules particuliers (VP) ont une grande réserve de puissance. [13]

Le **tableau 2.11** ci-dessous contient des valeurs maximales de déclivité pour chaque catégorie et environnement comme proposé par les normes Algériennes B40.

**Tableau 2.11: valeurs des déclivités maximales - Normes B40**

Environnement Catégorie	Facile E1	Moyen E2	Difficile E3
Cat 1-2	4%	5%	6%
Cat 3	5%	6%	6%
Cat 4-5	6%	7%	8%

**4.2.2 Rayon de courbures du profil en long**

Les changements de déclivités se font par l'intermédiaire d'un raccordement circulaire de grand rayon, tangent aux déclivités de part et d'autre. On distingue les raccordements verticaux convexes et concaves. [13]

**a Raccordement convexes (angle saillant)**

Le rayon  $R_v$  doit satisfaire deux conditions qui sont les suivantes : [13]

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

❖ **Condition de confort (accélération verticale)**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule est soumis à une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers. Pour cela, la norme Algérienne B40 indique les valeur limites d'accélération verticale selon la catégorie. [17]

On détermine les valeurs seuils des rayons sur la base de la limitation de l'accélération verticale ( $\frac{V^2}{R_v}$ ) La norme algérienne B40 indique les valeurs d'accélération verticale les plus confortables : [13]

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{pour catégorie 1 et 2} \rightarrow g/40 \\ \text{Pour catégorie 3 - 4 - 5} \rightarrow g/30 \end{array} \right.$$

On obtient :  $\frac{g}{30} > \frac{V^2}{R_V} \rightarrow R_V > V^2 \times \frac{30}{g}$

Avec :  $V = V_r/3,6$  (km/h)

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

$$R_{Vmin} = 0,3 \times V_r^2 \quad \text{Cat 1-2}$$

$$R_{Vmin} = 0,23 \times V_r^2 \quad \text{Cat 3-4-5}$$

Pour notre projet nous avons une catégorie 4 donc :

$$R_{Vmin} = 0,23 \times V_r^2 = 0,23 \times 80^2$$

$$R_{Vmin} = 1472 \text{ m}$$

❖ **Condition de visibilité (hauteur de l'œil et des obstacles)**

Un conducteur dont le rayon visuel rase le dos-d'âne doit voir, de l'autre côté, soit un obstacle soit un véhicule, et cela assez tôt pour disposer d'une distance suffisante, soit pour s'arrêter, soit pour dépasser. [13]

Ce rayon est déterminé à partir de la connaissance de la position de l'œil et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part. Les valeurs adoptées sont données par la relation suivante [3] :

$$R_V = a \times d_1^2$$

Avec

$d_1$  : distance d'arrêt.  $d_1 = 100\text{m}$

$a = 0,24$  pour catégories 1 et 2

$a = 0,22$  pour catégories 3,4 et 5

Pour notre projet nous avons un **Cat 4**

$$R_V = 0,22 \times 100^2, \text{ donc } R_V = 2200 \text{ m}$$

**b Raccordement concaves (angle entrant)**

Dans ce cas il n'y a pas de problème de confort et de condition de visibilité de jour ; en revanche : problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées. Le principe est que les phares du véhicule doivent éclairer un tronçon de longueur telle que le conducteur aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt. [13]

❖ **Rayon minimum absolu**

Ce rayon est déterminé à partir de la condition de confort selon la vitesse et la catégorie. [3]

Pour  $V > 60 \text{ Km/h}$  (cat 3-4-5)

On obtient :

$$R'v_m = 0,30 \times V_r^2 \quad \text{cat 1 - 2}$$

$$R'v_m = 0,23 \times V_r^2 \quad \text{cat 3 - 4 - 6}$$

Pour notre projet on a un cat 4, donc nous avons :

$$R'v_m = 0,23 \times 80^2 \quad ; \quad R'v_m = 1472 \text{ m}$$

❖ **Rayon minimal normal**

Le rayon minimal normal en angle rentrant est obtenu par l'application de :

$$R'V_N(V_r) = R'V_m(V_r + 20)$$

❖ **Valeurs retenues**

Le **Tableau 2.12** ci-dessous résume l'ensemble des valeurs obtenues.

**Tableau 2.12: Résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40**

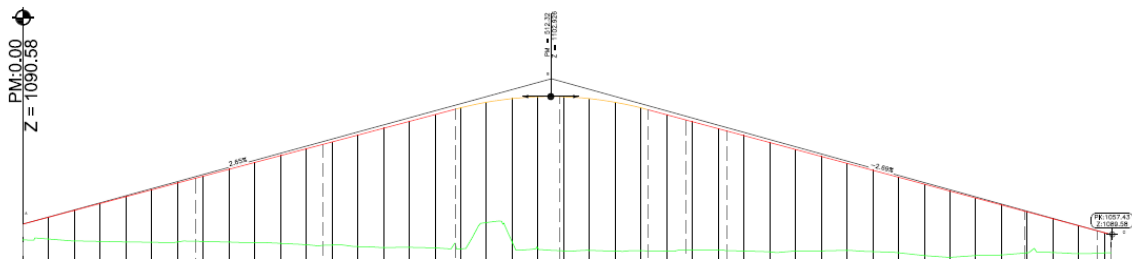
		Symbole	Valeur calculée	Valeur donnée par B40
	Déclivité maximale	P max (%)	-	8%
<b>Angle saillant</b>	Rayon minimum Absolu	Rvm (m)	2200	3500
	Rayon minimum Normal	Rvn (m)	-	8000
<b>Angle Entrant</b>	Rayon minimum Absolu	R'vm (m)	1472	1600
	Rayon minimum normal	R'vn (m)	-	2100

Les valeurs calculées peuvent être prises lors de la réalisation dans le cas où les valeurs données par B40 ne conviennent pas.

**4.2.3 Exemple de calcul**

Cas d'un raccordement convexe (R= 3500 m)

Les données sont présentées dans le tableau ci-dessous



**Figure 2.7: Raccordement en rayon sortant.**

**Tableau 2.13: Données du raccordement convexe.**

Point	PK X (m)	Altitude Z (m)
A	0	1089,03
B	512,18	1102,624
C	1058,09	1087,89

**a Calculs des pentes**

Nous avons :

$$P_1 = \frac{Z_B - Z_A}{X_B - X_A} \times 100 = \frac{1102,624 - 1089,03}{512,18 - 0} \times 100$$

$$P_1 = 2,65\% \text{ (Rampe)}$$

$$P_2 = \frac{Z_C - Z_B}{X_C - X_B} \times 100 = \frac{1087,89 - 1102,624}{1058,09 - 512,18} \times 100$$

$$P_2 = -2,69\% \text{ (Pente)}$$

**b Calcul de la tangente**

$$\frac{T}{R} = \frac{m}{2} \rightarrow T = \frac{m}{2} \times R$$

Avec :  $m = |P_1 + P_2| = |2,65 + 2,69|$

$$m = 5,34\%$$

$$T = \frac{5,34}{2 \times 100} \times 3500$$

$$T = 93,45 \text{ m}$$

**c Calcul de la flèche**

$$F = \frac{T^2}{2 \times R} = \frac{(93,45)^2}{2 \times 3500}$$

$$F = 1,25 \text{ m}$$

**d Calcul des coordonnées des points de la tangente**

Point M :

$$X_M = PK_S - T = 512,18 - 93,45 = 418,73 \text{ m}$$

$$Z_M = Z_S - T \times P_1 = 1102,624 - 93,45 \times 0,0265 = 1100,15 \text{ m}$$

Point N :

$$X_N = PK_S + T = 512,18 + 93,45 = 605,63 \text{ m}$$

$$Z_N = Z_S - T \times P_2 = 1102,624 + 93,45 \times 0,0269 = 1105,14 \text{ m}$$

**4.2.4 Coordination tracée en plan – profil en long**

Le respect de bonnes conditions de visibilité et la garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire par l'utilisateur imposent de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long. C'est la combinaison des deux éléments qui conditionnent l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le paramètre déterminant vis-à-vis de son comportement. [18]

Outre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vise également en termes de sécurité à assurer pour l'utilisateur. [18]

- La protection des points singuliers de l'itinéraire.
- La prévision anticipée des évolutions du tracé.
- L'appréciation de l'adaptation au terrain sans être abusé par des trompe l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités.

L'expérience acquise dans ce domaine permet d'édicter quelques règles simples à respecter : [18]

- D'essayer de faire coïncider les courbes de tracé en plan avec les courbes de profil en long en essayant de respecter une proportion entre le rayon en plan et le rayon en profil en long. Par exemple, ( $R_{Vertical} > 6 \times R_{Horizontal}$ )
- Evite qu'un début de courbe faible (< 300m) se situe en point haut de profil en long, car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.

## **5 Profil en travers**

Le profil en travers définit le troisième élément d'un projet routier. Il est levé perpendiculairement à l'axe de la route et il contient tous les éléments constitutifs de la future route dans toutes les situations (talus, fossés, déblais, remblais, trottoirs, corps de chaussée, terrain naturel). [13]

### **5.1 Différents types de profils en travers**

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent, on établit deux types de profils.

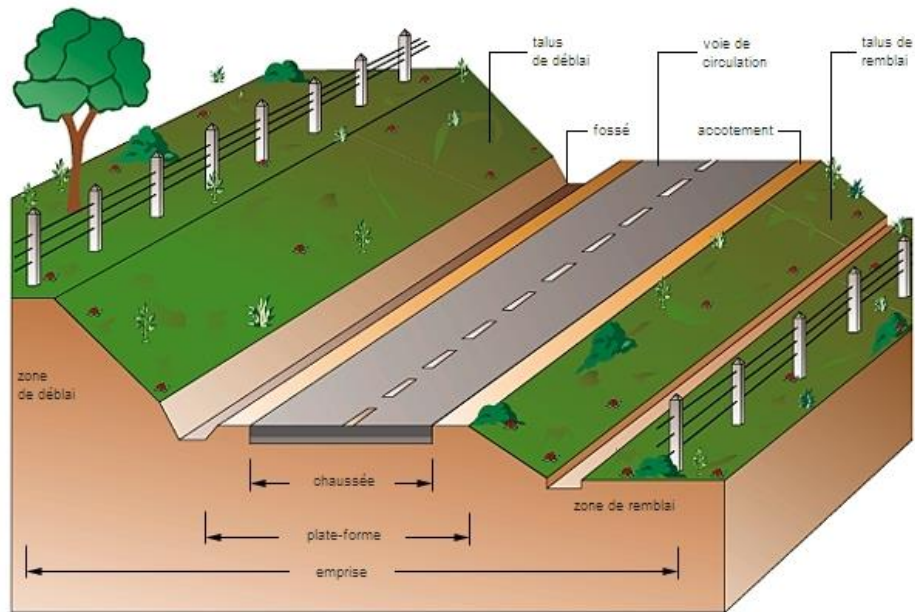
#### **5.1.1 Profil en travers type**

Celui-ci contient toutes les dimensions et tous les détails constructifs (en remblais, en déblais, en alignement et en courbe)

#### **5.1.2 Profil en travers courant**

Ces sont des profils dessinés à des distances régulières ne contenant généralement comme indications chiffrées que l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

### **5.2 Les éléments constitutifs du profil en travers**



**Figure 2.8: Les éléments constitutifs d'une chaussée**

### 5.2.1 L'emprise

L'emprise de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public. [13]

### 5.2.2 L'assiette

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route (y compris les talus), c'est à dire dans la limite des terrassements. [13]

### 5.2.3 La plate-forme

La plate-forme entre fossés ou crêtes des talus en remblai, comprend la chaussée, plus les accotements (éventuellement y compris terre-pleins et voies auxiliaires).

### 5.2.4 La chaussée

La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules. [13]

### 5.2.5 Les accotements

Les accotements sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés. [13]

## 5.3 Application au projet

En général il existe trois types de profil en travers :

- Profil en déblai
- Profil en remblai
- Profil mixe

Mais exceptionnellement dans notre projet la majorité des profils trouver sont en remblai et un déblai au niveau (zéro) parce que tout simplement notre projet passe au-dessus d'une voie ferrée par l'intermédiaire d'un dalot de dimension  $(3 \times 1,5) m^2$  au PK0+887

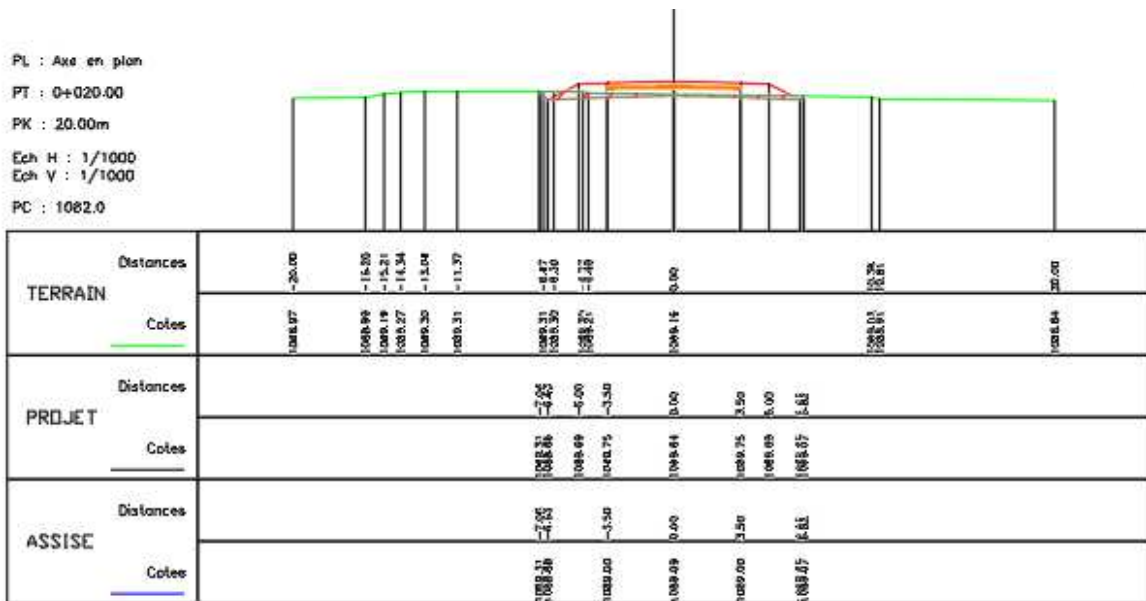


Figure 2.9: Profil en travers en déblais

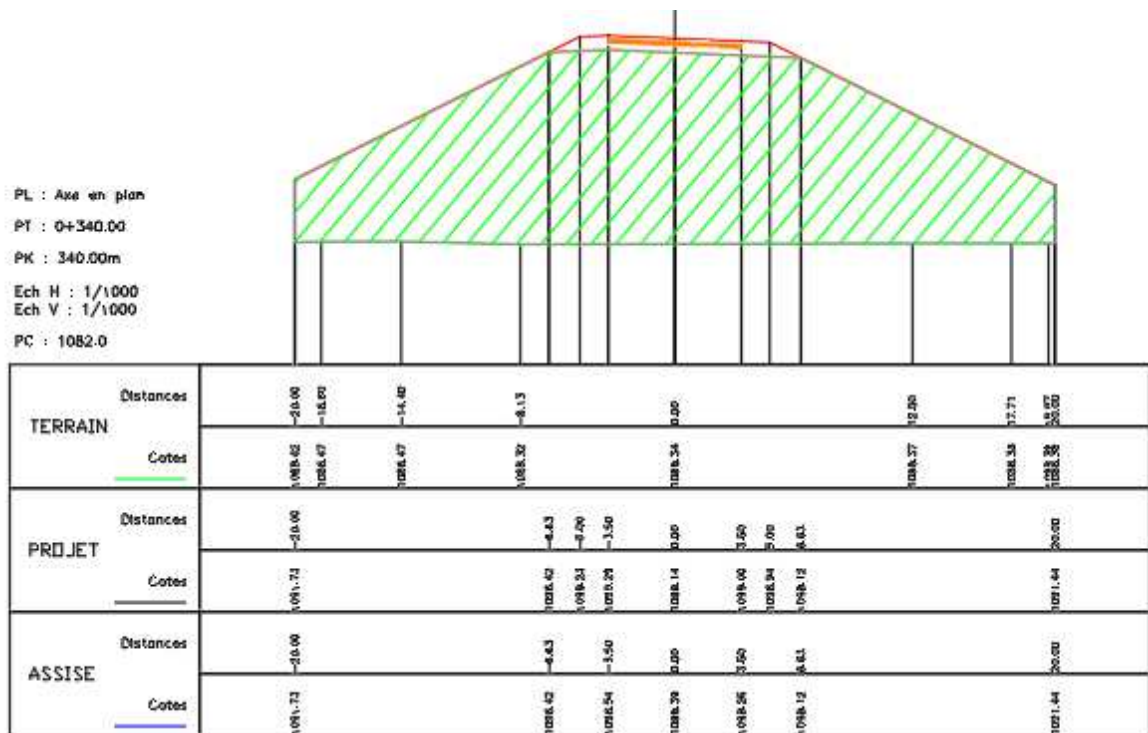


Figure 2.10: Profil en travers en remblais

## 6 Conclusion

En définitive, il est nécessaire de mentionner que l'élaboration d'un projet d'infrastructure routière devient une activité complexe basé sur des critères de sécurité et de confort. Le projecteur aura une responsabilité de respect des normes relatives à la catégorie et l'environnement de la zone d'implantation ceci afin d'atteindre l'objectif de l'étude.

Néanmoins, l'étude et la conception d'un projet routier sont devenues très complexes du fait des évolutions et des développements dans le domaine d'infrastructure. En ce qui concerne le tracé en plan et le profil en long, il doit y avoir une coordination entre eux afin d'augmenter la sécurité et le confort des passagers et des conducteurs.

D'après les résultats de l'étude des éléments géométriques (le tracé en plan, le profil longitudinal, le profil transversal), on peut donner le résumé suivant :

- ❖ L'alignement droit : minimum  $L_{min} = 111,11 \text{ m}$  et maximum  $L_{max} = 1333,33 \text{ m}$  ;
- ❖ Un seul raccordement en plan avec un rayon de 220m avec un devers de 8% ;
- ❖ Un raccordement parabolique en profil en long avec un rayon sortant de 3500m ;
- ❖ Nous avons deux types de profil en travers (remblai et déblai) ;
- ❖ Une chaussée de deux voies de 3,5m :  $(2 \times 3,5) = 7 \text{ m}$  ;
- ❖ Un accotement de 1,5m pour chaque direction :  $(2 \times 1,5) = 3 \text{ m}$ .
- ❖ Une pente maximale de  $5,34\% < 8\%$

# **Chapitre 3 : Terrassement et dimensionnement du corps de chaussée**

## 1 Introduction

Des millions de conducteurs roulent chaque jour sur une chaussée qui n'est pour eux qu'un simple ruban de bitume. Or cette couche de surface doit assurer sécurité et confort (adhérence des véhicules, limitation du bruit de roulement) dans les meilleures conditions économiques entre autres la durabilité de la structure pour en limiter les coûts d'entretien et de réhabilitation.

Pour cela, une chaussée doit reposer sur une assise, qui est la face cachée de la route et avoir un revêtement propre apte à résister à des sollicitations géotechniques, climatique (gel, infiltration des eaux), la nature et l'intensité du trafic à supporter.

On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous à amener à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type des véhicules empruntant cette route.

[19]

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois paramètres, qui sont les suivantes :

[19]

- ❖ Le trafic (l'importance de la circulation est surtout l'intensité du trafic poids lourd)
- ❖ La portance du sol support designer par son indice CBR
- ❖ La durée du service

Dans ce chapitre nous traiterons les différentes notions concernant le terrassement et le dimensionnement de la structure de chaussée en fonction des données géotechniques du trafic, des types de matériaux utilisés et des conditions climatiques de la zone étudiée.

## 2 Terrassement

On appelle terrassement l'ensemble des opérations qui ont pour objet de rendre le sol naturel conforme aux profils prévus pour un projet apte à recevoir un ouvrage.

Les ouvrages de terrassement regroupent principalement l'exécution des travaux suivant :

- Les fouilles
- Les déblais, remblais
- Les talutages, etc.

### 2.1 **Classifications des sols**

Cette classification des sols et des matériaux rocheux est basée sur des paramètres permettant d'identifier les divers problèmes qui peuvent être posés par les matériaux qui forment les remblais et les couches de forme : [20]

Les paramètres retenus pour la classification des sols se distinguent comme suit :

#### 2.1.1 **Paramètres de nature**

Ils se rapportent à des caractéristiques intrinsèques, c'est-à-dire qui ne varient pas ou peu, ni dans le temps ni au cours des différentes manipulations que subit le sol au cours de sa mise en œuvre. Il s'agit de :

- **Granularité.**
- **Argilosité.**

#### 2.1.2 **Paramètres de comportement mécanique**

Ces paramètres ne sont pris en considération que pour juger de l'utilisation possible des sols en couche de forme. On distingue :

- Le coefficient de Los Angeles (LA) ;
- Micro Déval en présence d'eau (MDE).

### 2.1.3 Paramètres d'état hydrique

Ce sont des éléments nécessaires pour distinguer l'état hydrique du matériau. Ces états sont principalement : très humide, état d'humidité moyenne, sec, très sec.

## 2.2 Conditions d'utilisations des matériaux en remblai

Ces conditions d'utilisation des sols, des matériaux rocheux et des sous-produits industriels sont celles qu'il y a lieu de respecter pour autoriser l'utilisation en remblai des différentes classes et sous-classes de matériaux retenues dans la classification des sols. [20]

Ces conditions sont définies en double but : [17]

- D'une part, de visé le juste niveau de qualité technique nécessaire compte tenu des possibilités des matériels d'exécution actuels et des pratiques habituelles.
- D'autre part, de tenir compte des couts moyens des différents techniques et méthodes utilisées.

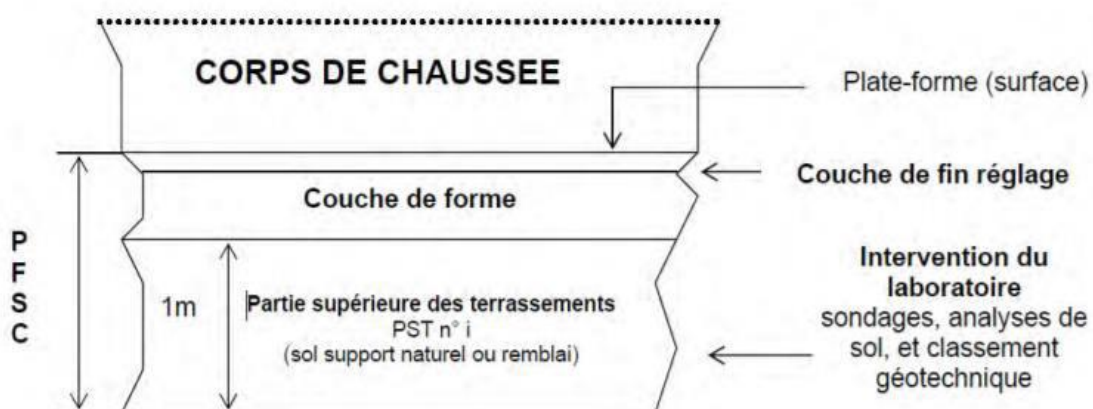
Les conditions d'utilisation en remblai se regroupent en sept rubriques : [20]

- Extraction des déblais,
- Action sur la granularité,
- Action sur la teneur en eau,
- Traitement avec la chaux,
- Réglage des couches élémentaires,
- Compactages,
- Hauteur des remblais.

### 2.2.1 Définition de la couche de forme

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe permettant d'adapter les caractéristiques des matériaux de remblai ou du terrain en place, aux caractéristiques mécaniques, géométriques, hydrauliques et thermiques prises comme hypothèses dans la conception de la chaussée. [20]

La surface supérieure de cette structure d'adaptation constitue la plate-forme support de chaussée (PF). **Figure 3.1** [20]



**Figure 3.1:**Schéma de la structure de la plate-forme support de chaussée (PFSC). [16]

On désigne par partie supérieure des terrassements ou (PST) la zone supérieure (environ un mètre d'épaisseur) des terrains en place (cas des profils en déblai) ou des matériaux rapportés (cas des profils en remblai). La plate-forme de la PST est l'arase de terrassement. **Figure 3.1** [20]

### 2.2.2 Fonction de la couche de forme

Avec la couche de forme, on cherche à assurer certaines fonctions. [20]

#### a A court terme

- ❖ Un nivellement de la plate-forme support de chaussée permettant de réaliser la couche de fondation dans les tolérances des épaisseurs fixées.
- ❖ Une portance suffisante, compte tenu en particulier des aléas météorologiques, pour une exécution correcte du compactage des couches des chaussées et l'obtention d'une bonne uni.
- ❖ Une protection du sol support vis-à-vis des intempéries.

#### b A long terme

- ❖ L'homogénéisation de la portance du support pour recevoir des chaussées d'épaisseur constante.
- ❖ Une contribution du drainage de la chaussée.
- ❖ Une amélioration de la portance de la plate-forme pour optimiser le coût l'ensemble de couche de forme-structure de chaussée.

### 2.2.3 Dimensionnement de la couche de forme

L'épaisseur de la couche de forme est déterminée au terme de la démarche suivante. [20]

- La classification géotechnique des sols et les conditions hydriques intéressant le mètre supérieur supportant la couche de forme, zone appelée Partie Supérieure des Terrassements (PST).
- A chaque PST est associée une ou deux classe (s) de portance à long terme de l'arase de terrassement, notées (Ari).
- Pour chaque cas de PST et pour les différents matériaux de couche de forme, il est alors préconisé une épaisseur de couche de forme.

On peut donner un résumé de la démarche par l'organigramme suivant :

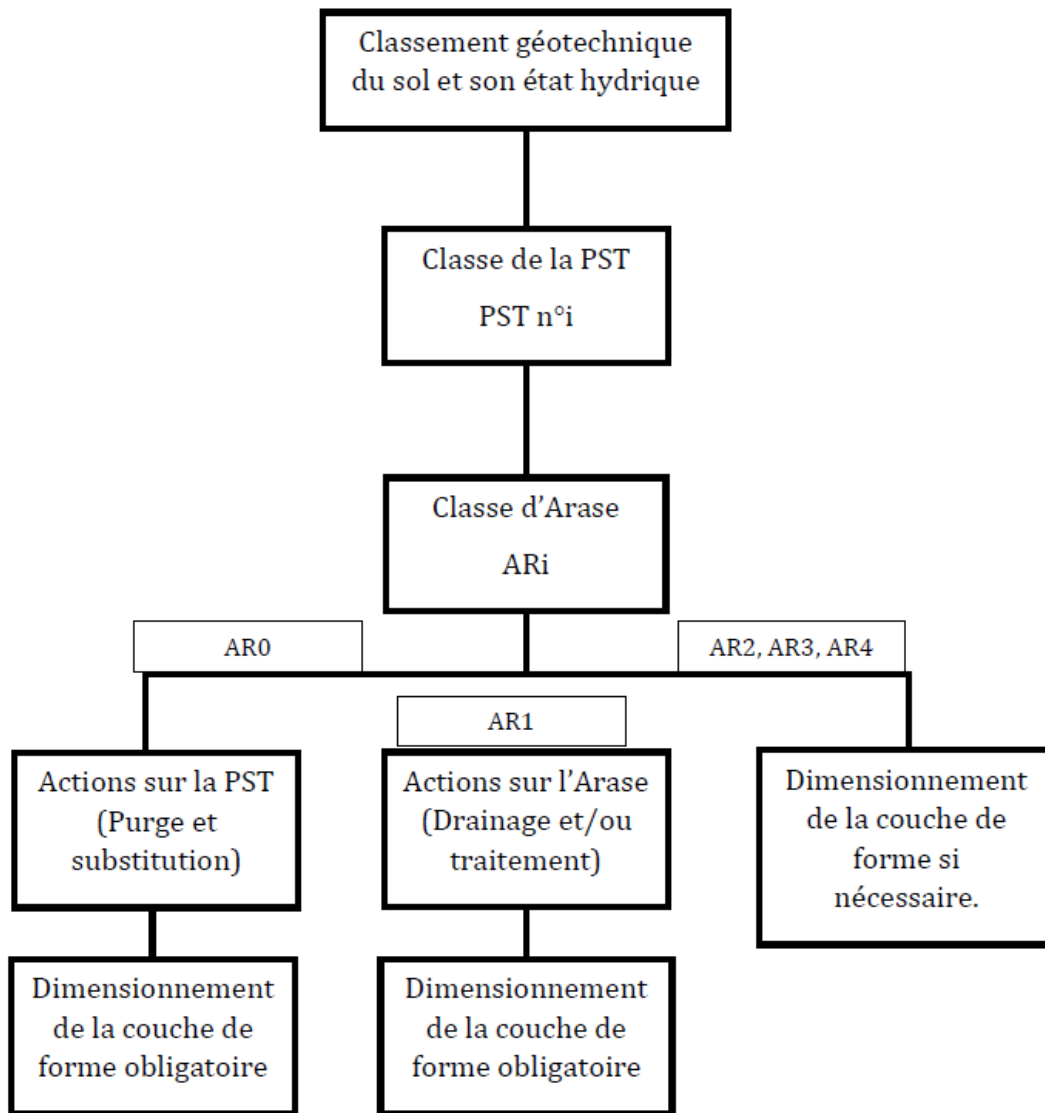


Figure 2 : Le processus conduisant à la mise en œuvre ou non de la couche de forme. [16]

### 3 La chaussée

- ❖ Au sens géométrique : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules. [21]
- ❖ Au sens structural : c'est l'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges. [21]

#### 3.1 Couche d'assise

L'assise de chaussée est généralement constituée de deux couches, la couche de fondation surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés (le plus souvent liés pour les chaussées à trafic élevé) apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles étendent les pressions sur la plate-forme support afin de maintenir les déformations à ce niveau dans des limites admissibles. [17]

### 3.1.1 Couche de base

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

### 3.1.2 Couche de fondation

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

## 3.2 La couche de surface

La couche de surface est constituée : [17]

- ❖ D'une couche de roulement qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- ❖ Et le cas échéant d'une couche de liaison entre les couches d'assises et la couche de roulement.

### a Couche de roulement

C'est la seule couche perçue par les usagers. Elle assure :

- L'imperméabilité de la surface de la chaussée ;
- La sécurité et le confort des usagers (allègement des bruits)

### b Couche de liaison

Cette couche est indispensable lorsque le trafic de la route est important, elle a pour rôle :

- De reprendre les contraintes superficielles et garantir une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

## 3.3 Différentes familles de structure de chaussée

Le réseau routier algérien présente une grande diversité de types de structures de chaussée, que l'on peut classer et caractériser comme suit :

### 3.3.1 Les chaussées en béton ciment (chaussés rigide)

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40 cm d'épaisseur qui sert de couche de roulement éventuellement recouverte d'une couche mince en matériaux bitumineux. Cette couche repose sur une couche de fondation en matériau traité (aux liants hydrauliques, en béton de ciment) ou sur plusieurs sous couches en béton bitumineux reposant directement sur le support de chaussée. [16]

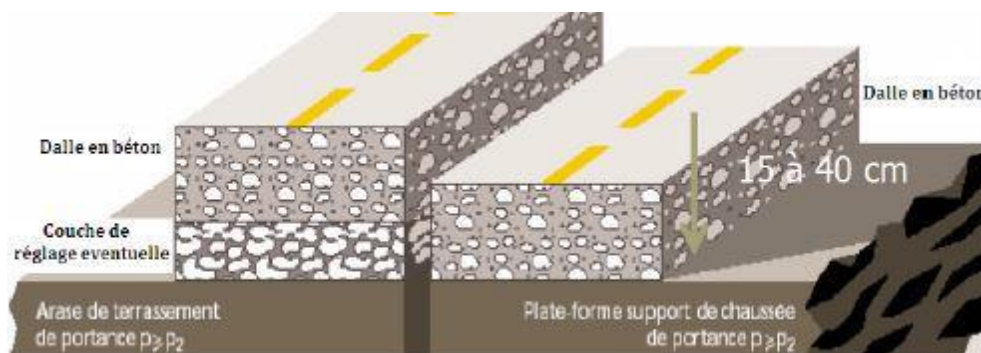


Figure 3.3: Structure type d'une chaussée rigide. [17]

### 3.3.2 Les chaussées semi-rigides

Ces structures comportent une couche de surface et une couche de base (10 à 20 cm) en matériaux bitumineux (en général du grave bitume) sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydraulique (20 à 40 cm). [17]

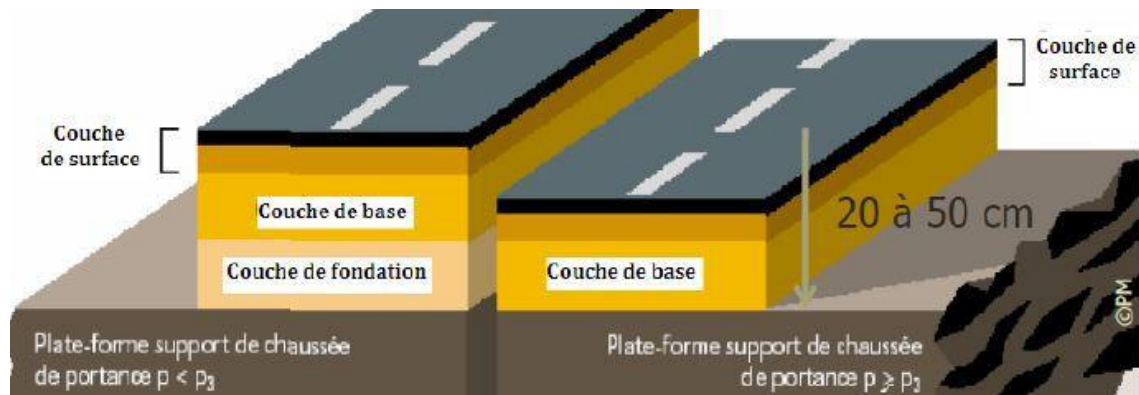


Figure 3.4: Structure type d'une chaussée semi-rigide. [17]

### 3.3.3 Chaussée souple

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée.

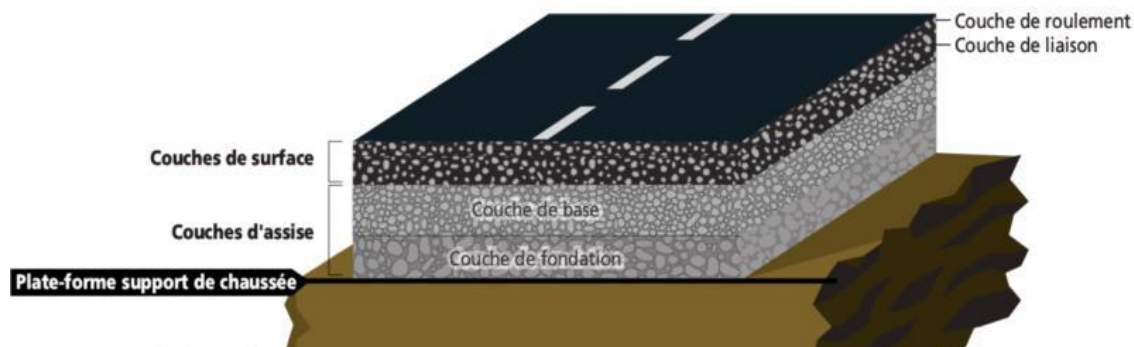


Figure 3.5: Structure type d'une chaussée souple. [16]

## 4 Les principales méthodes de dimensionnement

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. Parmi les méthodes, on distingue deux familles de méthodes qui sont :

- Les méthodes empiriques dérivées des recherches expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes rationnelles basé sur l'étude théorique sur le comportement de la chaussée.

Ces méthodes s'appuient sur trois paramètres : [4]

- La force portante : obtenue par les différents essais de reconnaissance géotechnique.
- Le trafic : charge par voie, pression de gonflage, et répétition des charges pour l'appréciation du trafic existant ;
- Les caractéristiques mécaniques des différents matériaux constituant les couches.

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

- La méthode du catalogue des structures ;
- La méthode L.C.P.C (laboratoire centrale de pont et de chaussée) ;
- La méthode C.B.R (California-Baring-Retio) ;
- La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée (C.T.T.P).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée de notre projet, nous allons utiliser deux méthodes qui sont : **la méthode CBR et la méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée neuves (C. T.T.P)**

#### 4.1 La méthode CBR (California-Bearing-Retio)

Cette méthode semi-empirique, elle se base sur la résistance au poinçonnement du sol support et la transmission des charges selon le modèle de Boussinesq. Cette méthode utilise des abaques qui en fonction du CBR donnent l'épaisseur totale de la chaussée à réaliser est obtenu par la formule ci-après : [22]

- Pour un trafic en voiture particulière :  $TJMA \times 365 \times 1,5t < 100000t/ans$  .

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

- Pour un trafic en voiture particulière :  $TJMA \times 365 \times 1,5t \geq 100000t/ans$  .

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

Avec :

e : épaisseur équivalente

$I_{CBR}$  : indice de CBR du sol support

P : charge par route P = 6,5 t (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal.

N : nombre journalier de camions de plus de 1500kg à vide

$$N = Th \times Z$$

Th : Trafic prévus pour une durée de vie de 20 ans.

Z : pourcentage du poids lourd.

$$Th = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m$$

Avec :

$T_0$  : trafics actuels (v/j)

m : année de prévision

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

Avec :

$c_1 \times e_1$  : couche de roulement.

$c_2 \times e_2$  : couche de base.

$c_3 \times e_3$  : couche de fondation.

$c_1, c_2, c_3$  : couche d'équivalence.

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles de couches.

**Tableau 3.1: Les valeurs des coefficients d'équivalence. [17]**

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave ciment	1,50
Grave bitume	1,50-1,70
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulé- grave sableuse TVO	0,75
Sable-ciment	1.00-1,20
Sable	0,50
Tuf	0,60

#### 4.2 La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée neuves (C. T.T.P)

L'utilisation du catalogue de dimensionnement recourt aux mêmes paramètres que ceux utilisés dans les autres méthodes de conception des chaussées :

- Trafic
- Matériaux
- Sol support
- Environnement

En utilisant ces paramètres, le choix de la structure résultante est dicté selon deux approches :

- ❖ Une approche théorique
- ❖ Une approche empirique

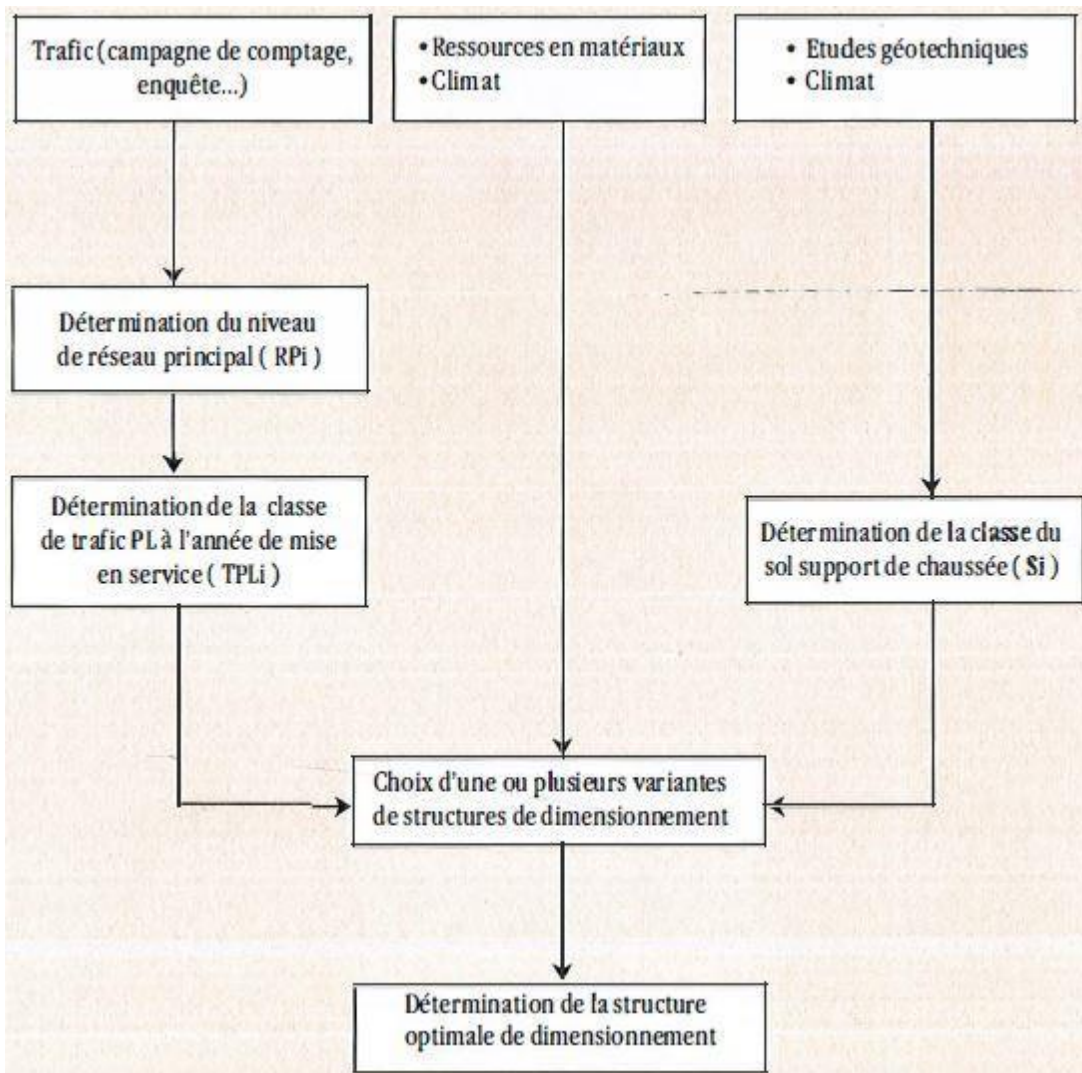


Figure 3.6: La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. [17]

#### 4.2.1 Les paramètres utilisés

##### a Trafic

Le catalogue spécifie de choisir le niveau du réseau routier principal en fonction de la situation du trafic à l'année d'horizon. Le réseau principal se répartit en deux niveaux :

- Le réseau principal du niveau 1 (RP1) ;
- Le réseau principal du niveau 2 (RP2).

##### ❖ Le réseau principal du niveau 1 (RP1)

Il comprend des : [23]

- Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules /jour ;
- Liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya ;
- Liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique.

Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

❖ Réseau principal du niveau 2 (RP2)

Il est constitué de liaisons supportant un **trafic inférieur à 1500 véhicules/jours**. Ce réseau est composé de routes nationales (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains. [24]

▪ **Répartition transversale du trafic**

En l'absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera les valeurs suivantes : [21]

- Chaussées unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite,
- Chaussées unidirectionnelles à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite,
- Chaussées bidirectionnelles à 2 voies : 50% PL,
- Chaussées bidirectionnelles à 3 voies : 50% PL.

▪ **Détermination de la classe du trafic (TP Li)**

Les classes de trafic (TP Li) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service. [23]

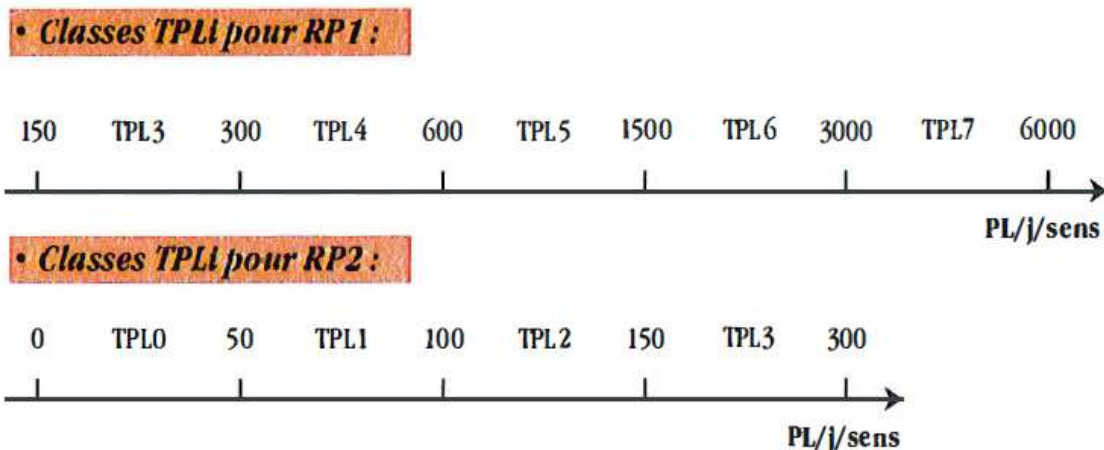


Figure 3.7: classification du trafic TP Li

b Sol support de chaussée

• **Les classes de portance des sols**

La classification des sols support a été faite selon le système universel USCS

Tableau 3.2: Classification des sols supports selon l'indice CBR. [21]

Classe du sol	S0	S1	S2	S3	S4
Indice de CBR	>40	25-40	10-25	5-10	<5

• **Les classes de portance des sols terrassés**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de portance de sols supports à savoir : S3, S2, S1 et S0.

Les valeurs des modules indiquées sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante : [23]

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

**Tableau 3.3: Classification des sols supports. [23]**

<b>Classe du sol</b>	S3	S2	S1	S0
<b>Module (MPa)</b>	25-50	50-125	125-200	>200

**c Zone climatique**

Les zones climatiques de l’Algérie sont regroupées en fonction de la pluviométrie et de la région.

Les données relatives à la classification son mentionné dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 3.4: Les zones climatiques en Algérie. [23]**

<b>Zone climatique</b>	<b>Pluviométrie (mm/an)</b>	<b>Région</b>	<b>Climat</b>
1	>600	Très humide	Nord
2	350-600	Humide	Nord, hauts- plateaux
<b>3</b>	<b>100-350</b>	<b>Semi-aride</b>	<b>Hauts-plateaux</b>
4	100	Aride	Sud

**5 Application au projet**

Par défaut d’absence des données géotechniques concernant notre cas d’étude, nous nous intéresserons au spécifiquement au dimensionnement du corps de chaussée.

**5.1 Dimensionnement de chaussée**

**5.1.1 Méthode de CBR**

**a Les données**

Par manque des données géotechniques nous allons utiliser un indice de CBR :  $I_{CBR} = 8$

Ce sol appartient donc à la classe de sol S3

$$TMJA_{2025} = 1460 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2045} = 3199 \text{ v/j}$$

$$Z = 20\%$$

$$\tau = 4\%$$

Pour un trafic en voiture particulière :  $TJMA_{2045} \times 365 \times 1,5t = 3199 \times 365 \times 1,5 = 1751453 \text{ t/an} \geq 100000t/ans$  .

Donc nous avons :

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

Avec :

$$I_{CBR} = 8$$

$$P = 6,5t \text{ (essieu 13t)}$$

$$Z = 20\%$$

$$\tau = 4\%$$

$$N = Th \times Z$$

N : nombre journalier de camions de plus de 1500kg à vide.

$$Th = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m$$

$$Th = \frac{3199}{2} (1 + 0,04)$$

$$\mathbf{Th = 1664 \text{ v/J/sens}}$$

$$N = Th \times Z$$

$$N = 1664 \times 0,20$$

$$\mathbf{N = 333 \text{ Pl/J/sens}}$$

$$E_{\text{eq}} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \times (75 + 50 \times \log_{10} \frac{333}{10})}{8 + 5}$$

$$\mathbf{E_{\text{eq}} = 37,32 \text{ cm}}$$

On prend :  $E_{\text{eq}} = 40 \text{ cm}$

Afin d'obtenir la structure finale, on fixe les épaisseurs  $e_1$  et  $e_2$  et on essayera de déterminer  $e_3$ .

Donc :

$$e_1 = 6 \text{ cm en béton butimieux (BB)} \quad c_1 = 2$$

$$e_2 = 12 \text{ cm en grave butime (GB)} \quad c_2 = 1,5$$

$$e_3 = \text{épaisseur en grave concacé (GC)} \quad c_3 = 1$$

$$e_3 = \frac{E_{\text{eq}} - (e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2)}{c_3} = \frac{40 - (6 \times 2 + 12 \times 1,5)}{1} = 13 \text{ cm}$$

Donc on prend :  $e_3 = 15 \text{ cm}$

**Tableau 3.5: Récapitulatif des résultats calculés par la méthode CBR**

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur d'équivalence
<b>BB</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>GB</b>	<b>12</b>	<b>1,5</b>	<b>18</b>
<b>GC</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>22</b>
<b>Total</b>	<b>40</b>		<b>52</b>

Nous obtenons une structure composée de : **6BB+12GB+22GC**



**Figure 3.8: Composante de notre structure par la méthode CBR**

### 5.1.2 Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

#### a Le réseau routier principal

Nous avons :

$$TMJA_{2045} = 3199 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j} \text{ donc notre route est classée dans le réseau routier } \mathbf{RP1}.$$

#### b La classe du trafic (TP Li)

Puisque nous avons une route bidirectionnelle à 2 voies, nous adaptons 50% PL.

$$TPL = TMJA_{2045} \times Z \times 50\%$$

$$TPL = 3199 \times 0,20 \times 0,5$$

$$\mathbf{TPL = 320 \text{ v/J/sens}}$$

Le trafic de notre itinéraire est de classe : **TPL4**

#### c La classe du sol support

Nous avons les deux paramètres suivants :

$$5 < I_{CBR} < 10$$

$$E = 5 \times I_{CBR} = 40 \text{ MPA} \rightarrow \mathbf{Classe S3}$$

La capacité portante du sol support est de classe S3 ( $25 \leq S3 \leq 50$ ) conformément au **tableau 3.2** et **tableau 3.3**.

#### d La zone climatique

D'après le **tableau 3.4**, concernant les zones climatiques en Algérie, notre projet se situe dans la **zone climatique 3**.

#### e Structure de la chaussée

Selon le fascicule n° 3 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

$$\begin{cases} TPL4 \\ S3 \end{cases} \rightarrow \text{aucune configuration}$$

D'après le **Tableau 5** suivants on procèdera à une amélioration de la portance du sol. [21]

**Tableau 3.6: Sur classement avec couche de forme en matériau non traité. [23]**

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de Matériau de couche De forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
<S4	Matériaux non Traités (*)	50 cm (En 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (En 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (En 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (En 2 couches)	S1

Pour avoir une portance de classe S2, on utilise une couche de forme en **Tuf de 40cm (en 2 couches)**.

La configuration retenue d’après le catalogue CTTTP est la suivante :

**6 BB+12 GB+ 22 GC + 40 Tuf** (couche de forme)

## **6 Conclusion**

Le dimensionnement du corps de chaussée est une tâche fondamentale pour assurer l’intégrité des routes face aux différentes contraintes existantes.

L’utilisation de plusieurs méthodes permet d’avoir une large gamme de choix pour les variantes à utiliser pour la structure de la chaussée.

On a essayé d’utiliser deux méthodes pour le dimensionnement de chaussée.

Les résultats sont inscrits dans le tableau ci-après :

**Tableau 3.7: Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement**

Méthodes	CBR	Catalogue des chaussées Neuves (CTTP)
Structures	6BB+12GB+22GC	6BB+12GB+22GC+40 Tuf

On remarque que la méthode CBR est privilégiée pour notre projet. La méthode CTTTP ne donne pas une configuration pour des sols de faible portance, donc ce qui nous conduit à une amélioration de cette dernière pour obtenir une nouvelle structure. Le choix de la structure finale se fera aussi par rapport au coût de réalisation.

# **Chapitre 4 : Signalisation Routière**

## 1 Introduction

Le phénomène des accidents de la circulation routière constitue un fléau social qui exige la mobilisation des pouvoirs publics en vue d'en atténuer les conséquences.[24]

La lutte contre l'insécurité routière doit revêtir un caractère prioritaire, animé par une détermination sans faille pour espérer la réduction du nombre des accidents et des victimes de la route, une modification des comportements délictueux, et l'émergence d'une nouvelle culture en matière de sécurité.[24]

Pour cela, la signalisation routière n'a et ne saurait avoir, le caractère d'une garantie assurée par la puissance publique aux usagers de la route contre les risques et dangers de la circulation.

Elle comprend deux grands ensembles ; la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les feux de signalisation et la signalisation horizontale, constituée des marquages au sol et des plots.[16]

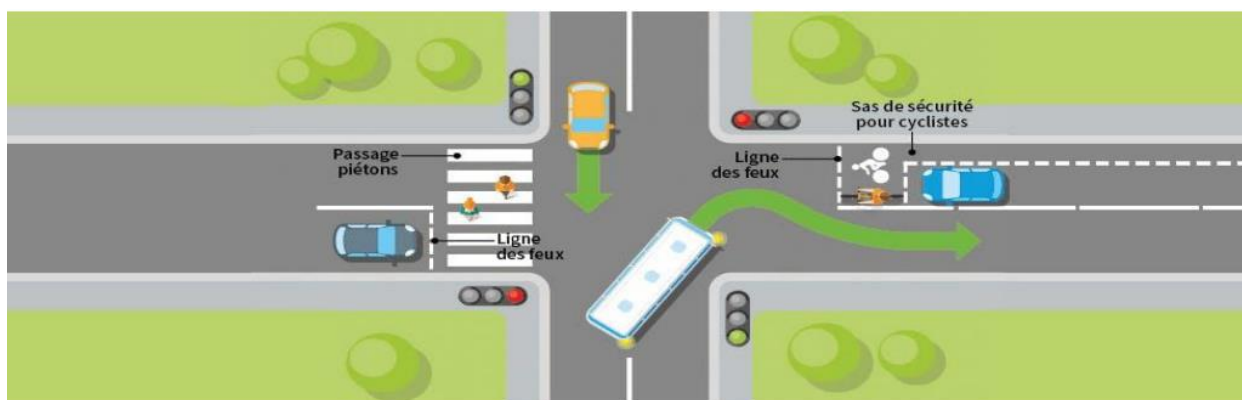


Figure 4.1: Types des signalisations verticales et horizontales.

## 2 Fonction de la signalisation routière

La signalisation routière acquiert une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que se développe la circulation et que la vitesse des véhicules augmente. [25]

- Les panneaux de danger, rendre plus sûre la circulation routière en informant les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer.
- Les panneaux directionnels facilitent cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre.
- Les panneaux de prescription ou d'obligation indiquent ou rappellent diverses prescriptions particulières de police.
- Les panneaux d'indication donnent des informations relatives à l'usage de la route.

## 3 Principe de base de la signalisation

Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit jamais perdre de vue les conditions de sa perception par l'utilisateur qui se déplace souvent à grande vitesse et dont l'attention est sollicitée par les exigences de la conduite.

Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des cinq principes suivants : [25]

### 3.1 Principe de valorisation

L'inflation des signaux nuit à leur efficacité. Il ne faut donc en placer que s'ils sont jugés utiles.

### 3.2 Principe de concentration

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, on doit les implanter de façon que l'utilisateur puisse les percevoir d'un seul coup d'œil, de nuit comme de jour. Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportent au même point.

### 3.3 Principe de lisibilité

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif. On doit donc réduire et simplifier les indications au maximum et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

### 3.4 Principe d'adaptation

La signalisation temporaire ou dynamique doit être adaptée aux circonstances pour lesquelles elle est mise en œuvre (par exemple accident ou travaux de maintenance), afin d'assurer la sécurité des usagers et du personnel.

### 3.5 Principe de cohérence

La signalisation temporaire ou dynamique peut donner des indications différentes de celles de la signalisation permanente déjà en place. Sauf cas particulier, les panneaux de signalisation permanente concernés doivent alors être masqués provisoirement, pour éviter une contradiction susceptible de créer un trouble à la circulation.

## 4 Type de signalisation

### 4.1 La signalisation selon les usagers [17]

- Signalisation routière
- Signalisation autoroutière
- Signalisation cycliste
- Signalisation piétonne

### 4.2 La signalisation selon la nature

#### 4.2.1 Signalisation verticale

La signalisation verticale est un moyen de communication routière indispensable pour transmettre un message visuel afin d'alerter des dangers, annoncer les interdictions et informer les usagers par des panneaux qui sont groupés par leur type, forme, couleur et leur emplacement. Les différentes signalisations se répartissent en trois catégories : [27]

#### a Signaux d'avertissement de danger (type A)

Les différents signaux d'avertissement de danger imposent aux usagers de la route une vigilance spéciale avec ralentissement adapté à la nature du danger signalé. Ils annoncent les dangers comme ; virages (A 1a, A 1b, A 1c), descente dangereuse(A2), montée à forte inclinaison(A3), Chaussée rétrécie (A4), etc... [27]



Figure 4.2: Signaux d'avertissement de danger type A. [26]

**b Signaux de réglementation (type B,C et D)**

Les différents signaux de réglementation se subdivisent en :

➤ Signaux de priorité de (type B)

Ils réglementent le régime de priorité aux intersections de routes, et de voies ferrées. Exemples : cédez le passage(B1), arrêt obligatoire(B2), indication du caractère prioritaire d'une route à grande circulation(B3), perte de priorité d'une route à grande circulation(B4), etc... [16]



Figure 4.3: Signaux de priorité type B. [26]

➤ Signaux d'intersection ou de restriction (type C)

Ils portent à la connaissance des usagers de la route les interdictions ou restrictions. Exemples : accès interdit à tout véhicule(C1), accès interdit à tous véhicules à moteur de plus de deux roues(C2a), accès interdit aux motos(C2b), etc... [16]



Figure 4.4: Signaux d'interdiction type C. [26]

➤ Signaux d'obligation de (type D)

Ils portent à la connaissance des usagers de la route les obligations. Exemples : direction obligatoire(D1), contournement obligatoire(D2), intersection à sens giratoire(D3), vitesse minimale obligatoire(D5), etc... [16]

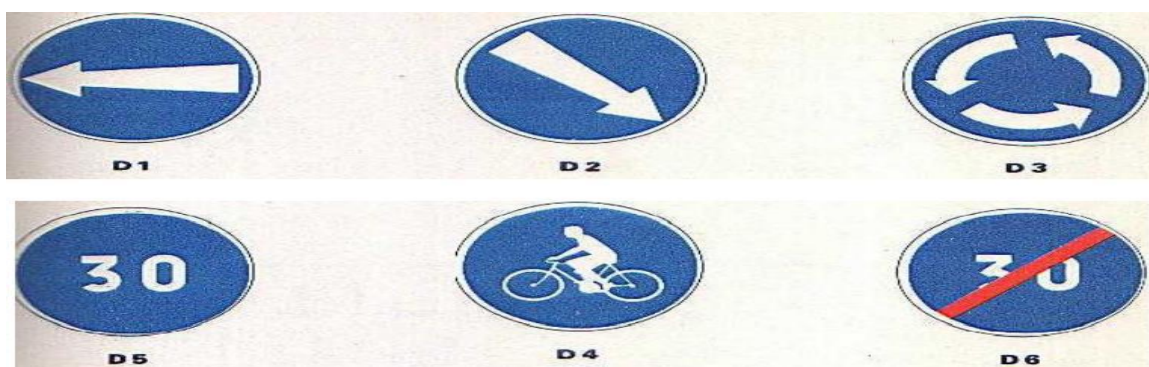


Figure 4.5: Signaux d'obligation type D. [26]

**c Signaux d'indication de (type E et F)**

Les signaux donnent des indications utiles aux usagers de la route. Ils se divisent en :

- Signaux d'identification des routes de (type E)

Ils sont destinés à identifier les routes par leur numéro. Ils sont de quatre types suivant l'importance et la nature de la route. (Figure 4.2.5) [16]

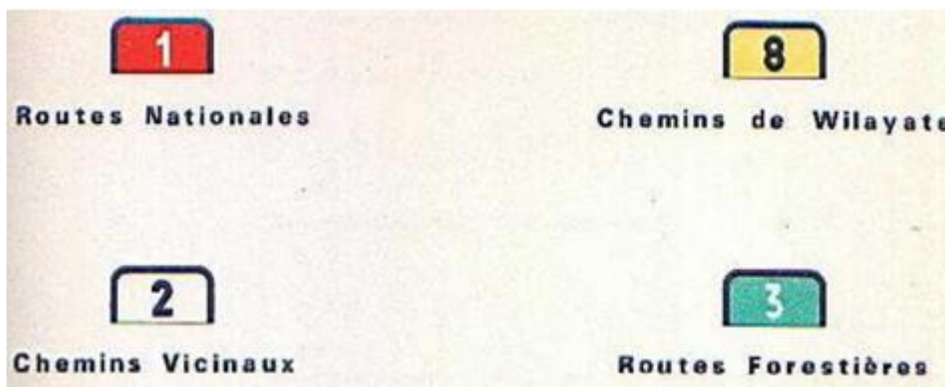


Figure 4.6: Signaux d'identification des routes type E. [26]

- Signaux de pré signalisation de (type E)

Ils représentent un schéma clair de la disposition du carrefour tel qu'il apparaît à l'utilisateur qui l'aborde. Exemple signal E1 (figure 4.7) [16]



Figure 4.7: Signaux de présignalisations type E. [26]

- Signaux de direction (type E)

Exemples : la direction de localités (E2), direction complémentaire (E3), jalonnement d'un itinéraire (E4), etc... [16]



Figure 4.8: Signaux de direction type E. [26]

➤ Signaux de localisation (type E)

Exemples : entrée d'agglomération (E6), fin d'agglomération (E7), indication d'un lieu (E8), indication un cours d'eau ou une forêt (E9). [16]



Figure 4.9: Signaux de localisation type E. [26]

➤ Signaux de confirmation (type E)

Exemple : confirmation une ou plusieurs directions routières. (Figure 4.10)



Figure 4.10: Signaux de confirmation type E. [26]

➤ Autres signaux donnant des indications utiles pour les conduites des véhicules (type E)

Exemples :

- E11 – Hôpital
- E12 – Voie à sens unique
- E13 – Route sans issue
- E14 – Autoroute
- E15 – Fin d'autoroute, etc.

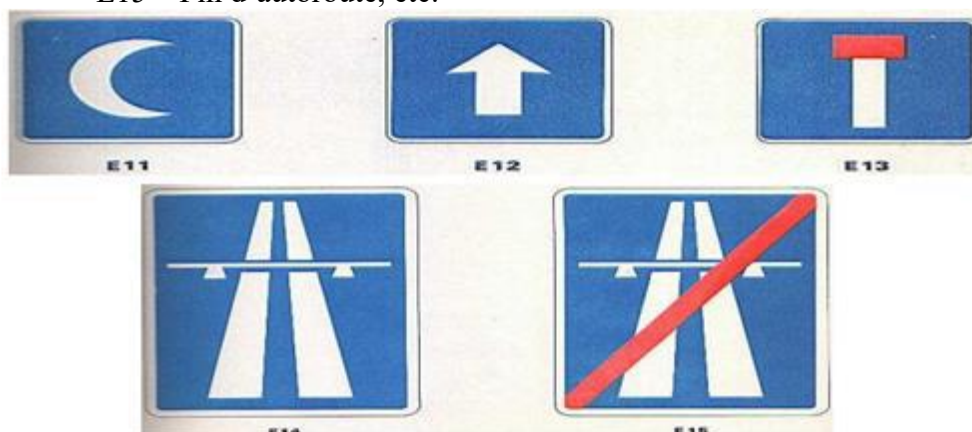


Figure 4.1: Autres signaux type E. [25]

- Autres signaux indiquant des installations qui peuvent être utiles aux usagers de la route (type F)

Exemples :

- F1 – Poste de secours
- F2 – Poste d'appel téléphone
- F3 – Poste à essence
- F4 – Arrêt d'autocar
- F5 – Station de taxi, etc.

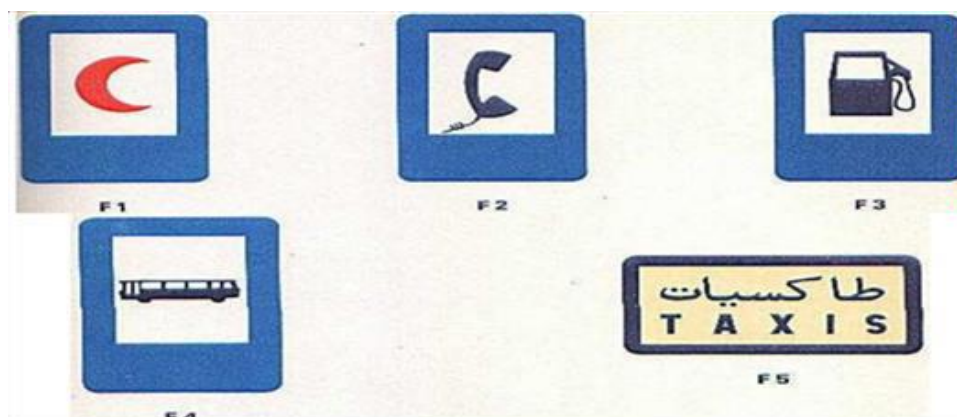


Figure 4.2: Autres signaux type F. [25]

#### 4.2.2 Signalisation horizontale

La signalisation horizontale aussi appelée les marques sur chaussée ont pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers. [16]

## I Catégories de marque

On distingue :

### a Marquage longitudinale

Ce sont des lignes marquées sur la chaussée parallèlement à l'axe de route (**Figure 4.13**). Pour le marquage longitudinal, on cite des lignes : [16]

- Continue infranchissables
- Discontinues de délimitation de voies (forte prédominance des vides sur les pleins)
- Discontinues d'avertissement (forte prédominance des pleins sur les vides)
- Discontinues de guidage (vides et pleins approximativement équilibrés)
- Mixtes (ligne discontinue accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies que si, au début de la manœuvre, la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule et à condition que cette manœuvre soit terminée avant la fin de la ligne discontinue.

### b Marquage transversale

Ces sont des lignes marquées perpendiculairement à l'axe de la route. Pour le marquage transversal, on cite : [16]

- Ligne "STOP"
- Ligne "cédez le passage"
- Ligne d'effet des signaux

### c Autre marquage

D'autres marques sur chaussées sont [27]

- Passage pour piétons
- Passage pour cyclistes
- Flèches de rabattement
- Flèches de sélection
- Ligne obliques
- Marquages relatifs au stationnement
- Marquages spéciaux

## II Caractéristiques générales des marques

Les caractéristiques générales des marques sont :

### a Couleurs de marques

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées. Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs en tenant compte les conditions nécessaires. Les produits employés pour les marques sur chaussées sont soumis à homologation. [27]

### b Modulation des lignes discontinues

Pour assurer un bon marquage, trois types de modulation ont été retenus, se différenciant par le rapport des pleins aux vides. Ces modulations sont des multiples ou sous multiples de 13 mètres. [27]

Tableau 4.1: Modulations des Lignes discontinues.[27]

Type de marquage	Type de Modulation	Largeur de trait (En m)	Intervalle entre 2 Traits successifs (m)	Rapports pleins/vides
Ligne longitudinale Axiale	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Ligne longitudinale De rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
Ligne transversale	T'2	0,5	0,5	1

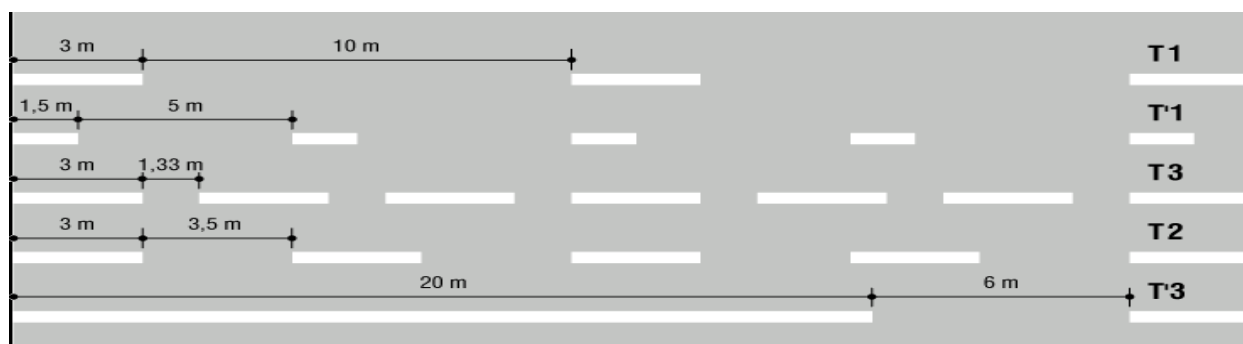


Figure 4.3: Les lignes longitudinales axiales et les lignes de rives.[27]

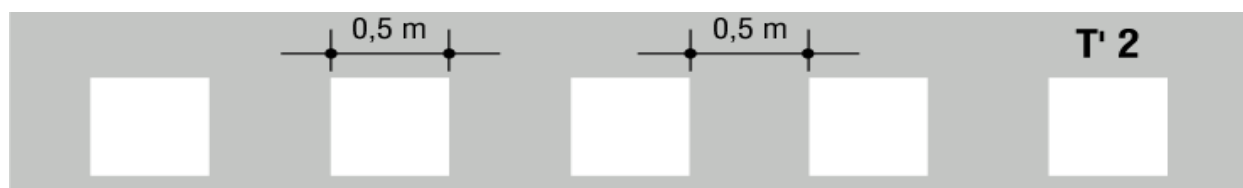


Figure 4.4: Les lignes transversales.[27]

**c Largeurs des lignes**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ U ” différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ U ”.

- U = 7,5 cm sur autoroutes et voies rapides
- U = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grandes circulations
- U = 5 cm sur les autres routes

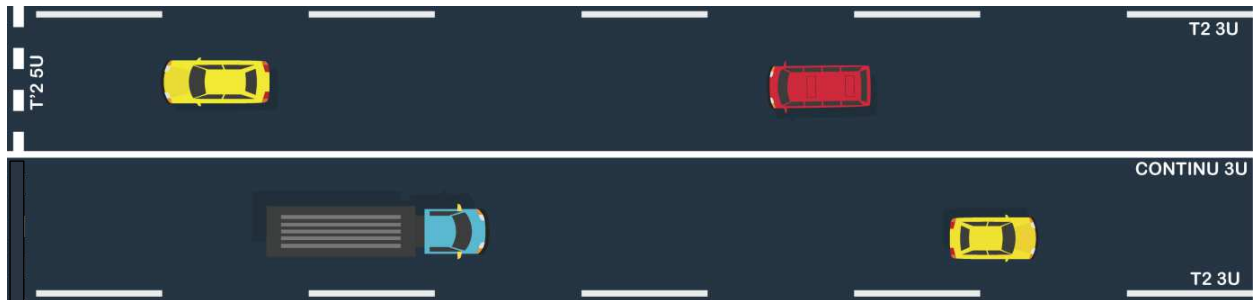
**5 Application sur notre projet**

**5.1 Signalisation horizontale**

Le tableau et la figure résumant la signalisation horizontale (marquage sur chaussée) pour notre projet.

**Tableau 4.2: Dimension de marquage horizontal.**

Type de marquage	Type de Modulation	Largeur des lignes (U) U = 5cm	Largeur de Trait (m)	Intervalle entre 2 Traits successifs (m)
Ligne longitudinale Axiale (guidage)	Continue	3U	/	/
Ligne longitudinale De rive	T2	3U	3	3,5
Ligne transversale (Cédez le passage)	T'2	5U	0,5	0,5



**Figure 4.15: Marquages horizontaux à l'échelle 1/100. [17]**

## 5.2 Signalisation verticale

La signalisation verticale appliquée à notre projet est résumée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4.3: Signalisation verticale**

Noms des panneaux	Schémas
Circulation dans les deux sens	
Virage à droite	
Limitation de vitesse	
Interdiction au poids lourds de dépasser	
Cédez le passage à l'intersection	
Virage à gauche	
Indication de la route	
Jalonnement d'un itinéraire	

## **6 Conclusion**

En définitive on peut dire que la signalisation routière joue un rôle capital dans la réalisation d'une route car elle réduit les accidents ainsi que la gravité des dégâts dans le cas d'un accident. Il est aussi impératif pour les usagers de la route de bien maîtriser les différents signaux et les respecter afin d'assurer une bonne circulation du trafic sur la route (sécurité et confort).

# **Chapitre 5 : Management de projet**

## 1 Introduction

Il est admis que le transport est une fonction horizontale qui affecte toutes les activités d'un pays parce qu'il joue un rôle moteur dans le développement économique et social à l'échelle régionale et mondiale, la performance du système de transport est, de nos jours, devenue déterminante dans les échanges commerciaux. [19]

La réalisation des projets routiers fait appel à un ensemble d'activités de plus en plus nombreuses et complexes qui demandent des efforts importants et soutenus en matière de gestion de projet, notamment de la maîtrise du contenu, des délais, des coûts et de la qualité.

C'est dans cette suite logique qu'on va définir notre projet routier.

Le réseau routier est un ensemble de route (**route national, autoroute, ...**) permettant le passage des personnes et des marchandises.

Le management de projet est devenu une fonction majeure dans les entreprises soumises aux turbulences d'un environnement très concurrentiel. [16]

Dans la présente partie du travail, nous évoquerons l'histoire du réseau routier en Algérie, puis nous nous intéresserons au management de projet, l'objectif de l'étude est la planification de notre réseau routier.

## 2 Le réseau routier en Algérie

Au lendemain de l'indépendance, le réseau routier était concentré dans la partie Nord du pays avec des pénétrantes Nord-Sud qui se terminait à la porte du Grand Sud.

Jusqu'à la fin des années 70, les actions d'aménagement ont porté sur le désenclavement (**Dont la route transsaharienne**) et l'évitement de quelques agglomérations.

Dans les années 80, où le réseau a connu sa plus forte croissance, ont été consacrés essentiellement au désengorgement des grandes villes, à la modernisation et à l'extension de plusieurs sections et autres pénétrantes Nord-Sud ainsi que la réalisation de route à grandes circulation.

Ces dernières années, un intérêt plus marqué, est accordé à la valorisation, l'entretien, la modernisation et le renforcement du réseau existant, ainsi qu'à la relance du programme autoroutier.

La voie de communication Algérienne, assure à elle seule près de 90 % du volume des échanges, dont le plus important est enregistré sur le réseau économique de base (**routes nationales, chemins de wilaya et autoroutes**).

D'une part, Son rôle est appelé à renforcer à court et à moyen termes, la nouvelle dynamique enregistrée dans l'activité économique nationale et, d'autre part, de la position géographique du pays. Ce qui lui permettra de prendre place sur la scène internationale dans le cadre des échanges entre l'Europe, le Maghreb et l'Afrique.

L'édification des infrastructures de communication et de transport a permis, en effet, aux nations de se développer et de tisser des liens entre elles [13].

Selon le ministre des Travaux publics, le réseau routier algérien compte en 2019 un linéaire de plus de 124 107 km qui se présente comme suit (**tableau 5.1**).

Tableau 5.1: Le réseau routier National

Catégorie de route	(Km)
Routes Nationale(RN)	29573
Chemins Wilaya(CW)	24109
Chemins Communaux(CC)	60420
Routes express	3348
Autoroute	1096

### 2.1 Les schémas directeurs autoroutiers

Selon le ministère des travaux publics, le schéma directeur routier et autoroutier 2005 à 2025 est le référentiel de développement à court, moyen et long terme des infrastructures routières et autoroutières découlant d'une vision globale et d'une planification stratégique à l'horizon 2025, répartie sur quatre principales phases : [4]

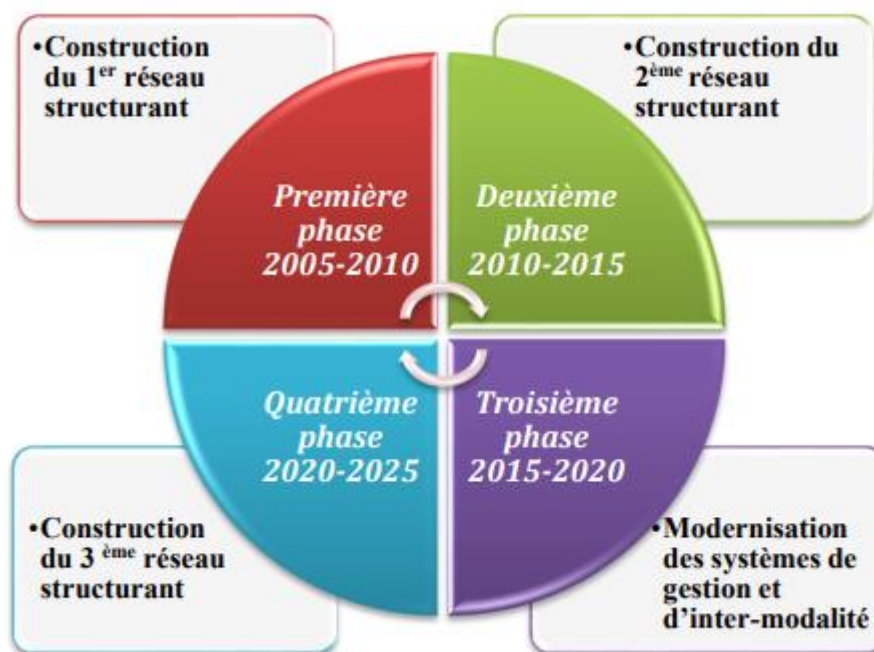


Figure 5.1: Les schémas directeurs routier et autoroutier 2005-2025 [6]

#### I Première phase 2005-2010 : Construction du 1er réseau structurant [4]

a. Engagement du 1er réseau structurant :

- Autoroute Est-Ouest,
- 2ème rocade autoroutière d'Alger,
- Route transsaharienne.

- b. Engagement de la mise à niveau aux normes internationales des infrastructures de base (**conception, études et réalisations**).
- c. Parachèvement, construction et développement des infrastructures.
- d. Engagement des actions principales d'inter modalité (**Route/Rail/Aéroport/Port**).

## II Deuxième phase 2010-2015 : Construction du 2ème réseau structurant [4]

- a. Engagement du 2ème réseau structurant :
  - Autoroute des hauts plateaux,
  - Liaisons autoroutières reliant aux principaux centres urbains des wilayas ainsi que les aéroports et ports,
  - Pénétrantes Nord-Sud,
  - Transformation d'une partie de la transsaharienne en autoroute.
- b. Mise à niveau du réseau existant.
- c. Poursuite du programme de développement de 1er réseau structurant et consolidation et préservation du patrimoine.
- d. Engagement des systèmes d'exploitation et de péage.
- e. Maîtrise du système d'inter modalité.

## III Troisième phase 2015-2020 : Modernisation des systèmes de gestion et d'inter modalité [4]

- a. Préservation des 1er et 2ème réseaux structurants.
- b. Modernisation des systèmes de gestion et d'exploitation.
- c. Développement des systèmes d'intermodalité.

## IV Quatrième phase 2015-2025 : Construction du 3ème réseau structurant [4]

- a. Engagement du 3ème réseau structurant.
- b. Parachèvement du maillage prévu par le schéma directeur à l'horizon 2025.
- c. Préparation des conditions au lancement du futur programme projeté à l'horizon 2050.

## 3 Présentation du projet

Le projet que nous traitons concerne l'étude d'un tronçon routier qui se situe dans la wilaya de D'El Bayadh, l'assiette du tronçon se trouve à environ 7 Km à l'est de la ville de Mécherai, le terrain dans son ensemble se présente avec une topographie relativement plate, à titre indicatif le but est de relier **le village ongulel sendel** à la commune de **Tousmouline**. Ce dernier est un évitement définitif de forme sinueuse, long d'un kilomètre (**PK +1**), passant au-dessus l'ouvrage de franchissement de la ligne ferroviaire en l'occurrence le pont.

**(PK de rétablissement 0+451.3, PK voie ferrée 7+678.67)**

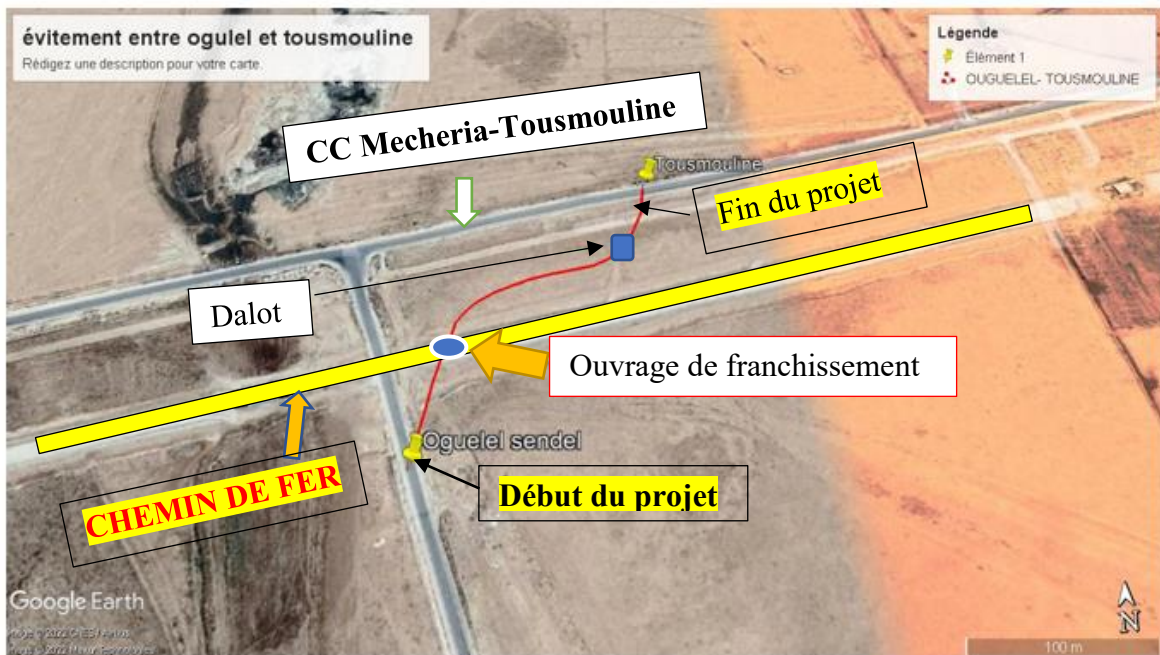


Figure 5.2 : plan de situation du tronçon routier

### 3.1 Définition d'un projet

Un projet est un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, telles que les contraintes de délais, de coûts et de ressources. [2]

## 4 Définition du Management de projet

Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences. Il s'effectue en appliquant et en intégrant, de manière appropriée, les processus de management de projet identifiés pour le projet. De plus, il permet aux organisations d'exécuter des projets de manière efficace. [2]

### 4.1 Cycle de vie d'un projet

Un projet se démarque par son cycle de vie, qui est généralement présenté comme étant constitué de phases. Les nombres de phases ainsi que leurs appellations peuvent varier d'une application à une autre, d'un domaine d'application à un autre et d'un auteur à un autre. On appelle « **cycle de vie du projet** » l'enchaînement dans le temps des étapes et des validations entre l'émergence du besoin et la livraison du produit.

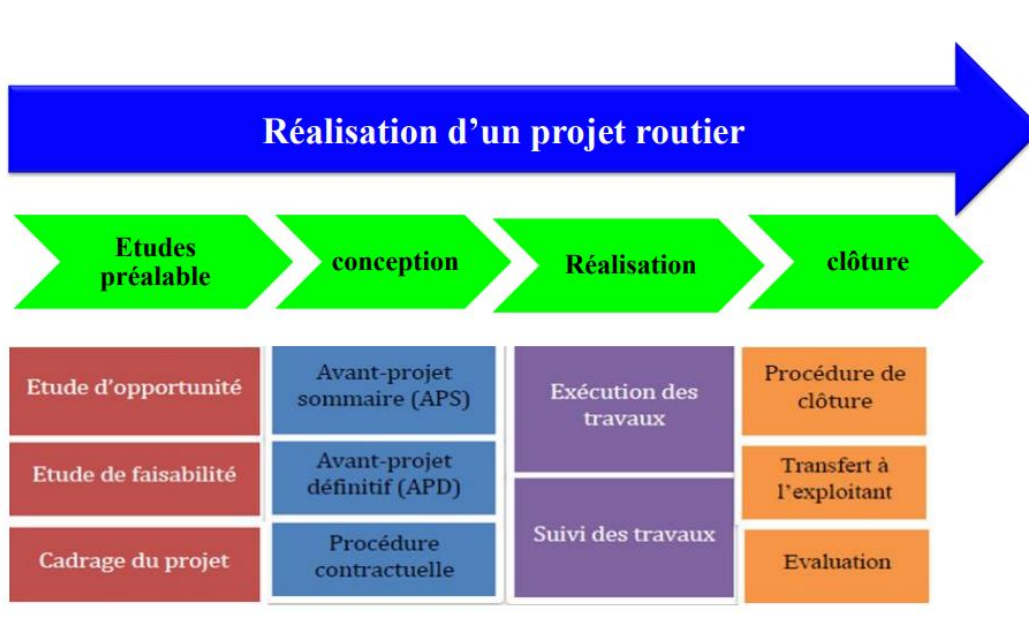
Une route doit être considérée sur un cycle de vie, elle est :

- ✓ Planifiée
- ✓ Conçue
- ✓ Construite
- ✓ Utilisée
- ✓ Exploitée
- ✓ Entretienue

Le cycle de vie d'un projet routier passe par quatre phases : «**Etudes préalables** », «**Conception** », «**Réalisation**» et «**Clôture** ».[3]

Pratiquement toutes ces phases sont scindées en deux ou trois étapes.

La **Figure 5.3** présente les grandes lignes de ce cycle explicité ci-dessous



**Figure 5.3 : Cycle de vie d'un projet routier. [5]**

#### 4.2 Les acteurs du projet routier

Le terme « acteur d'un projet » concerne l'ensemble des individus, des collectivités, et des personnes morales privées ou publiques qui participent à l'élaboration du projet (Tille M., 2001).

Un projet associe un ensemble d'acteurs directement ou indirectement concernés, ils pourront être moteurs, décideurs, mais aussi opposants.

Les acteurs et leurs fonctions, identifiés dans un projet routier sont présenté par la **Figure 5.4**.



**Figure 5.4:les acteurs d'un projet routier**

**a Le maître d’ouvrage :**

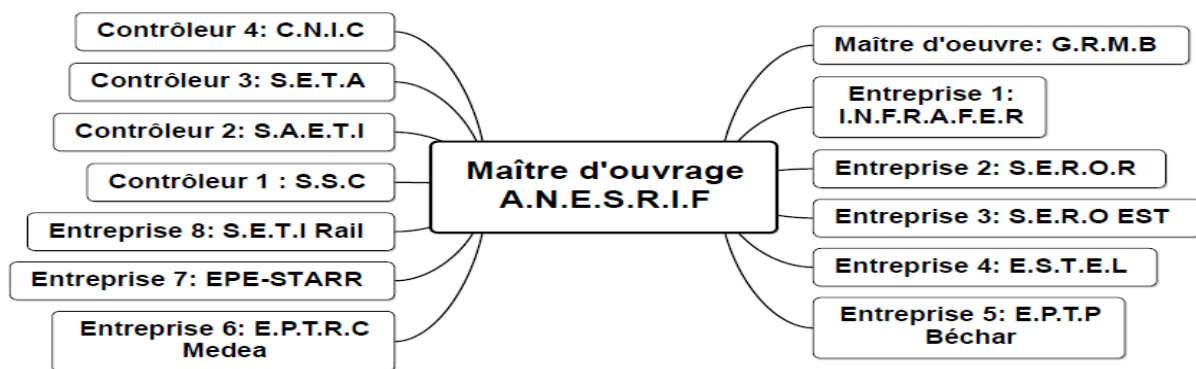
Cette fonction est remplie par une personne physique ou morale qui sera le propriétaire de l’ouvrage. Pour notre projet le maître de l’ouvrage est l’agence nationale d’étude et de suivi de la réalisation des investissements ferroviaire (ANESRIF).

**b Le maître d’œuvre**

Cette fonction est remplie par une personne physique ou morale qui reçoit sa mission du maître de l’ouvrage pour assurer la conception, la réalisation et le contrôle d’un ouvrage conformément au programme de réalisation du projet. Pour notre projet le maître d’œuvre est le groupement de réalisation Mécheria Bayard (G.R.M.B).

**c Le contrôleur**

Il est chargé de la maîtrise et la suivit des travaux tout au long du projet. Dans notre cas nous avons plusieurs intervenants comme le montre la **Figure 5.5**.



**Figure 5.5 : Les intervenants dans notre projet routier**

**4.2.2 La matrice R.A.C.I**

La matrice **RACI** définit les rôles et responsabilités dans un projet.

Elle permet à la fois d’éviter les doublons ou les trous de responsabilité et, elle informe en temps réel.

Cet acronyme **RACI** signifie :

**R (Réalise)** : C’est la ressource qui réalise le travail.

**A (Autorité)** : l’autorité pour approuver le travail de R.

**C (Consulté)** : Est consulté par R.

**I (Informé)** : Est uniquement informé par les travaux de R.

Pour déterminer le rôle de chacun dans le projet, il est essentiel qu’on se pose les questions suivantes :

**R : Qui est chargé de mener à bien ce projet ?**

**A : Qui valide ?**

**C : Qui peut aider, apporter son expertise ou son avis ?**

**I : Qui doit être tenu informé de l’avancée du projet ?**

Tableau 5.2: Matrice de responsabilité

	<i>Maître d'ouvrage</i>	<i>Maître d'œuvre (Étude)</i>	<i>Maître d'œuvre (Réalisation)</i>	<i>Contrôleur</i>
<i>Etude préliminaire</i>	<i>A</i>	<i>R, I</i>	<i>I</i>	<i>A</i>
<i>Conception de projet</i>	<i>A</i>	<i>R, I</i>	<i>I</i>	<i>A, C</i>
<i>Choix d'entreprise</i>	<i>R</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	
<i>Planning de projet</i>	<i>A, I</i>	<i>R, C, I</i>	<i>C, I</i>	<i>A</i>
<i>L'exécution de projet</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>R, C</i>	<i>A</i>
<i>Suivi de l'avancement de projet</i>	<i>A</i>	<i>A, I</i>	<i>A, I</i>	<i>R, A, C, I</i>
<i>Clôture</i>	<i>R, A, I</i>			

## 5 Planification du projet

On peut difficilement manager un projet sans planification. Ce thème dépasse largement le simple fait de créer un planning sous un outil quelconque.

Planifier optimise les chances de réussite d'un projet en améliorant la productivité grâce à une meilleure maîtrise de la qualité.

Elle permet notamment :

- D'organiser le processus projet ;
- De définir les livrables à produire ;
- D'estimer les charges et durées nécessaires ;
- D'affecter les moyens ;
- D'identifier les risques et planifier les réponses ;
- De prévoir le plan de communication.

Le déroulement de la planification du projet est axé sur plusieurs dimensions de la gestion du projet :

- Le WBS, pour définir le contenu du projet sous forme de livrables et de lots de travail. La planification par vagues pour définir précisément ce qui va bientôt se passer, et définir macroscopiquement le futur éloigné.
- La méthode du chemin critique pour identifier les activités qui peuvent mettre en péril la durée du projet.

- La méthode de la chaîne critique pour planifier en prenant en compte les contraintes des ressources pour respecter le délai d'un projet.
- Le lissage et le nivellement des ressources pour prendre en compte les contraintes de ressources. [7]

### 5.1 Work break-down structure (WBS)

C'est le processus qui consiste à subdiviser les livrables et le travail du projet en composants plus petits et plus faciles à maîtriser.

L'intérêt principal de ce processus est qu'il fournit un cadre de ce qui doit être livré.

Il sert aussi d'établir un calendrier des travaux et de déterminer le budget ce qui sont utile pour coordonner les activités de projet et le suivi de l'avancement des travaux. [2]

Pour la réalisation de WBS de notre projet, nous avons utilisé le logiciel **MindView 8.0**, comme le montre dans la **figure 5.6**.

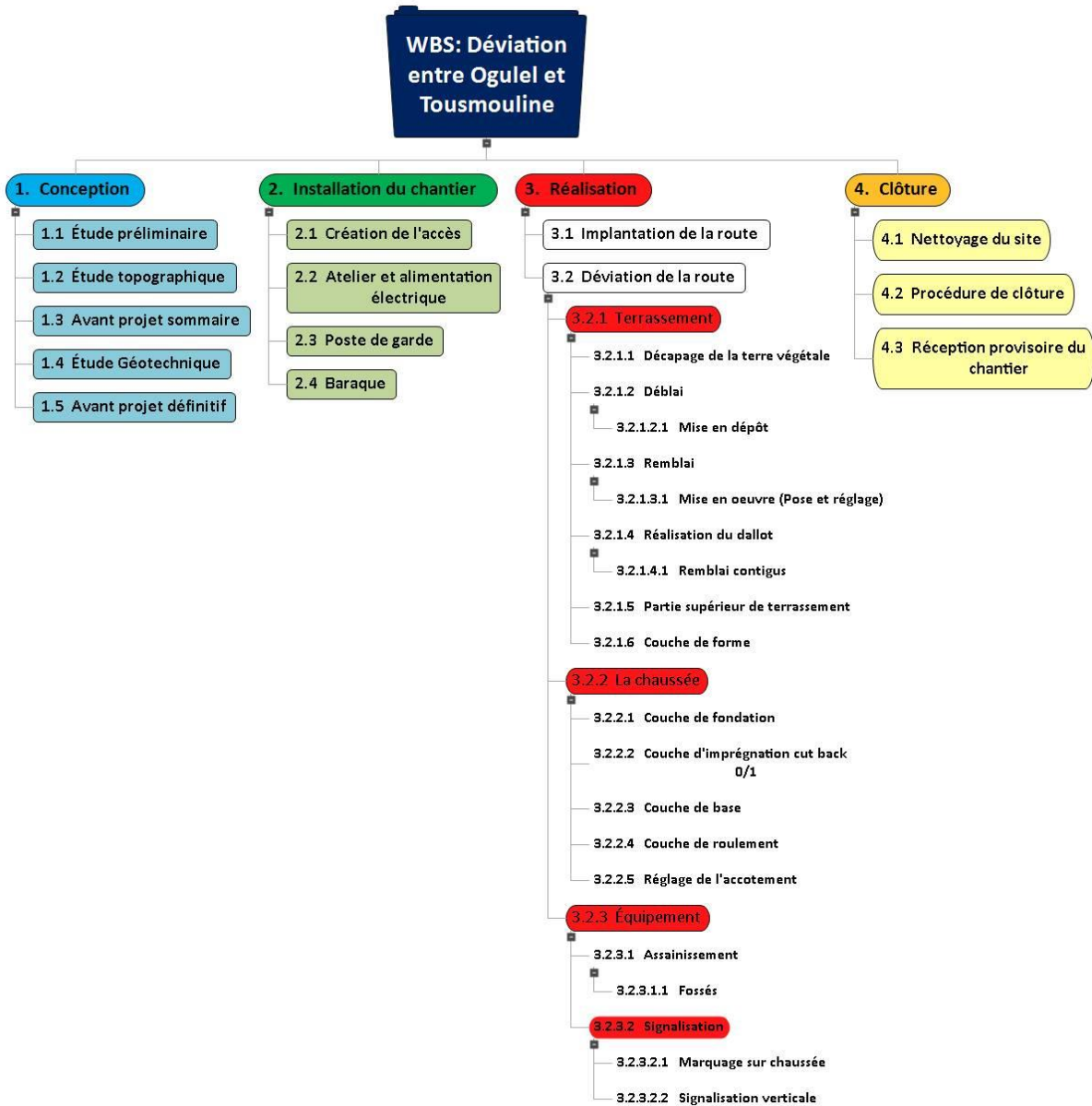


Figure 5.6 : Schémas du WBS de notre projet

### 5.2 Management des délais

Le management des délais du projet comprend les processus permettant de gérer l'achèvement du projet dans le temps voulu. Il est constitué des phases suivantes : [2]

Identification des activités ;

- Organiser le séquençement des activités ;
- Estimation des ressources nécessaires et de la durée des activités ;
- Elaboration de l'échéancier ;
- Maîtrise de l'échéancier.

Pour représenter visuellement, graphiquement et chronologiquement le planning et l'état d'avancement des différentes activités qui constituent un projet, on utilise le diagramme de GANTT. Dans le cadre du planning, les tâches sont reliées entre elles par des relations de dépendance.

**Liaison fin-début.** Le démarrage de l'activité successeur dépend de l'achèvement de l'activité antécédente.

**Liaison début-début.** Le démarrage de l'activité successeur dépend de celui de l'activité antécédente.

N. B. L'estimation de la durée de chaque tâche devra être raisonnable. En effet, une durée trop courte entraînera l'impossibilité de la respecter, tandis qu'une durée trop longue entraînera un coût supplémentaire pour le projet. [4]

Pour la réalisation du diagramme de Gantt nous avons utilisé le logiciel **MS Project**, nous avons élaborer un brainstorming pour affecter les ressources aux tâches comme le montre la **figure 5.7**.

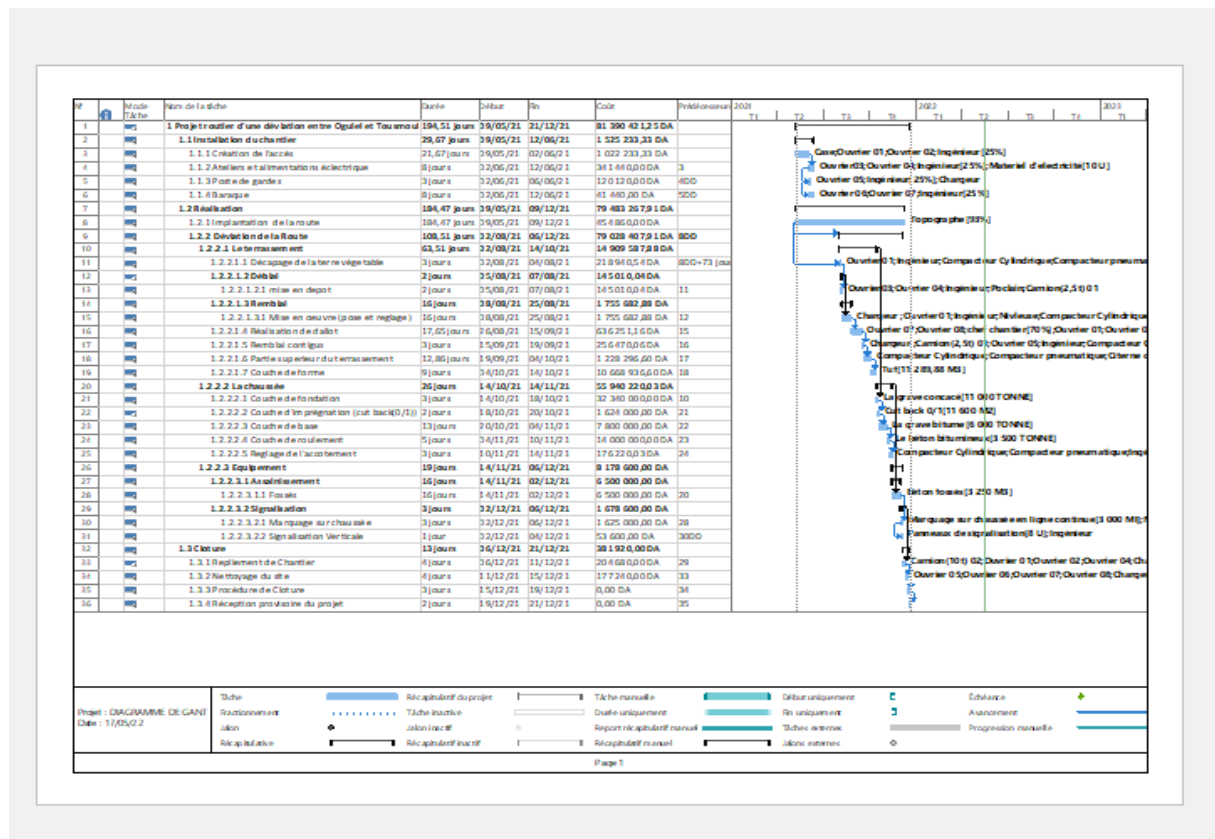


Figure 5.7: Diagramme de GANTT du projet

### 5.3 Management des coûts

Le management des coûts du projet inclut les processus relatifs à la planification, à l'estimation, à l'établissement du budget, au financement, au provisionnement, à la gestion et à la maîtrise des coûts, afin que le projet soit achevé dans les limites du budget approuvé. Pour les méthodes d'estimation paramétriques ou analogiques, ce sont des macro estimations qui permettent de prendre la meilleure décision de faire ou ne pas faire. Cependant, pour une bonne planification, il est indispensable d'aller dans le détail, en définissant le taux de coût des ressources, ou en effectuant une estimation ascendante.

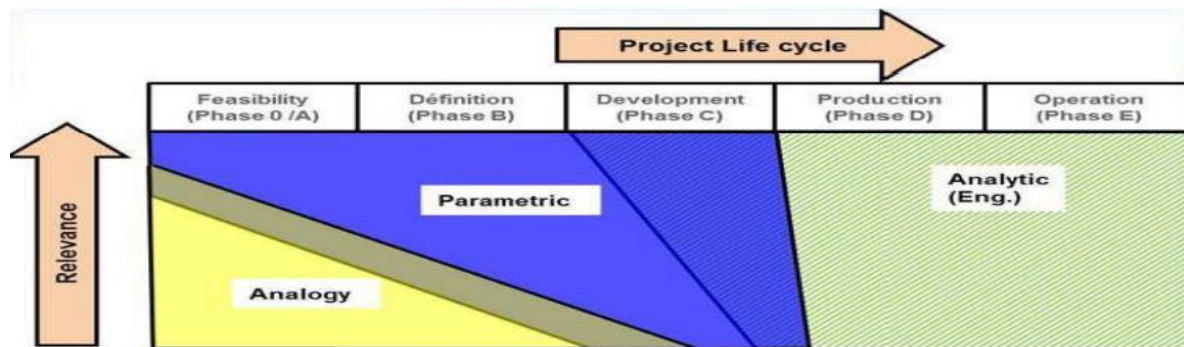


Figure 5.8: les différentes méthodes d'estimations des coûts [9]

#### a Méthode Analytique (Bottom-up)

Estimation du coût au niveau de détail le plus bas, le coût et la fiabilité de l'estimation ascendante du coût sont typiquement fonction de l'importance et de la complexité de chaque activité de l'échéancier. [8]

C'est la plus ancienne, la plus classique et la plus répandue parmi toutes les méthodes rationnelles d'estimation des coûts. Il faut connaître la structure exacte du projet et la description détaillée des travaux (WBS). [17]

#### b Méthode analogique

Cette méthode s'appuie sur des coûts constatés par des méthodes connues, c'est-à-dire le retour d'expérience des experts.

#### c Méthodes paramétriques

Cette estimation est une technique partant d'une relation statistique entre les données historique et d'autre variable de performance du projet. Elle aussi est fondée sur le retour d'expérience.

### 5.4 Ordonnancement des ressources dans notre projet

L'ordonnancement des différentes ressources a une grande incidence sur la planification. Il ne suffit pas en fait de consacrer une ressource à une tâche, il faut également prendre en considération son utilisation et sa disponibilité. Les restrictions en matière de ressources peuvent influencer de façon directe sur le déroulement du projet.

#### a Définition de ressource dans notre projet

Après la répartition des tâches, il convient d'allouer à chacune d'elles une ou plusieurs ressources correspondantes. Après investigation élaborée par l'équipe du projet, nous avons conçu dans le tableau les ressources suivantes :

**Tableau 5.3: Ressources utilisée dans notre projet**

Ressources humaines	Ressources matérielles	Ressources matériaux
Ingénieurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grave concassé (0/20)</li> <li>✓ Grave bitume (0/14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Niveleuse</li> <li>✓ Niveleuse</li> </ul>
Topographe	Implantation	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Appareil théodolite</li> <li>✓ Picquet</li> <li>✓ Ficelles</li> </ul>
Ouvriers	/	Equipement de protection individuel (E.P.I)
Technicien sup de labo	Tuf	
Chauffeur du Camion	Imprégnation	Camion
Chauffeur du Compacteur	/	Rouleau compresseur (Compacteur)
<b>Equipement</b>		
Panneaux de signalisation		
Matériel électrique		
Marquage sur chaussée		
Chargeur		

### 5.5 Résultats obtenus

En fonction des données recueilli pour l'estimation du coût du projet, nous proposons des coûts en utilisant les méthodes paramétriques, analogiques et ascendantes.

#### a Méthode paramétrique

Le paramètre de coût correspondant au prix de réalisation d'un kilomètre de route est fourni par la DTP qui est :

$$X/Km = 100\,000\,000,00 \text{ DZD/Km}$$

Ce qui correspond à la valeur de notre tronçon routier.

#### b Méthode analogique

Pour cela nous utiliserons le coût de réalisation de la route pour le projet de la déviation RN 06 du pk 0+281 au pk 1+951.[16]

Coût de la déviation : **163.696.989 DZD (sur 1,67 Km)**

Nous obtenons par équivalence : le coût pour 1Km de **98.022.149,1 DZD**

#### c Méthode analytique

Nous utiliserons l'outil MS PROJECT pour affecter les tâches correspondantes de notre projet, les ressources affectées ainsi que les prix unitaires des différentes tâches pour obtenir le coût global du projet.

Nous obtenons un coût global de :

Tableau 5.4:Récapitulatif des coûts en fonction des méthodes

Estimation du délai du projet	
Début du projet	09/05/2021
Fin du projet	21/12/2021
Durée totale du projet	194,51 jours
Estimation du coût du projet	
Coût (paramétrique) DZD	100.000.000,00 DZD
Coût (Analogique) DZD	98.022.149,1 DZD
Coût du logiciel (MS Project) DZD	81.390.421,25 DZD
TVA 19%	15.464.180,04 DZD
TTC	96.854.421,29 DZD

Le coût total de notre projet est de quatre-vingt-seize millions huit cent cinquante-quatre milles quatre cent vingt un virgule vingt-neuf en toutes taxes comprises (96.854.421,29 DZD).

## 6 Conclusion

La planification n'a pas de sens si elle n'est pas mise à jour régulièrement, la discipline de planification de projet est un moyen technique efficace qui aide les spécialistes en la matière à maîtriser la gestion de projet suivant des normes scientifiques qui permettent d'atteindre les objectifs prédéfinis.

Les différentes méthodes évoquées dans ce chapitre nous ont permis d'élargir notre vision sur les estimations de délai et de coût du projet.

L'outil informatique **MS PROJECT**, nous a franchement aidé à la réalisation du diagramme de GANTT, qui génère les estimations de la durée et du coût de projet et la coordination entre les travaux en respectant le budget et le délai approuvés.

Quant aux résultats que nous avons obtenus par le logiciel, ils sont réalistes et acceptables par rapport à des projets similaires calculés par les méthodes analytiques. Nous avons également utilisé de l'ingénierie simultanée pour optimiser et minimiser les délais du projet par les relations début-début avec ou sans décalage afin d'optimiser les objectifs du projet.

Par comparaison des résultats du logiciel avec les méthodes empiriques, on peut affirmer que les estimations sont réalistes et pourvoir utiliser la moyenne des différents coûts comme montant global du projet.

La méthode informatique donne un coût plus exact par rapport aux méthodes qui est caractérisé par des informations plus raffinées sur le planning des différentes activités.

La méthode paramétrique reste une référence lors des études préliminaires pour avoir une idée du budget à allouer.

## Conclusion générale

Ce modeste travail de fin d'études nous a offert l'opportunité d'exercer et de mettre en réalité d'une part nos connaissances techniques acquises au cours de notre cursus de formation afin de pouvoir prendre en charge tous les problèmes techniques qui peuvent subvenir dans un projet routier. Et d'autre part, ce travail nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques assimilées pendant le cycle de formation concernant l'importance de la mise en œuvre du management de projet dans tous les projets de construction en général, et particulièrement pour les projets routiers.

L'étude du trafic nous a donné une route bidirectionnelle **2 x 1** voies qu'on a jugé bien suffisante pour le débit du trafic estimé de **350** véhicules/h à **768** véhicules/h sur une durée de **20 ans** répondant ainsi à l'objectif fixé ainsi qu'une bonne solution aux problèmes posés.

Ce travail nous a rapproché de la vie professionnelle en permettant d'appréhender les problèmes qui se posent dans l'étude et la réalisation des infrastructures routières, tout en nous amenant à gagner l'expérience pour notre avenir professionnel.

Ce travail nous a rapproché de la vie professionnelle en permettant d'appréhender les problèmes qui se posent dans l'étude et la réalisation des infrastructures routières, tout en nous amenant à gagner l'expérience pour notre avenir professionnel.

L'étude a été faite en 2 parties c'est-à-dire l'étude technique et l'étude managériale.

L'objectif premier de l'étude technique d'une route est de garantir aux usagers les meilleures conditions de confort et de sécurité tout en optimisant le minimum que possible le coût de la réalisation. Cette dernière est basée sur le calcul, la vérification et le dessin de la géométrie de la route à l'aide du logiciel **Civil 3D**, qui nous a donné un rayon horizontal minimal de **220 m** et un rayon vertical minimal en angle saillant **3500 m**.

La partie managériale nous a permis de se former sur les logiciels **Ms Projet** et **Mindview 8.0**, afin de calculer le coût et le délai du projet qui sont respectivement **81.390.421,25 DA** et **195 jours** et de les comparer à d'autres estimations faites par les méthodes paramétriques, et analogiques.

En combinant les deux études, on obtient une étude complète d'une route à réaliser qui satisfait les besoins des usagers, qui est esthétique et aussi d'un prix abordable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### Partie technique

- [1] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_d%27El\\_Bayadh](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_d%27El_Bayadh) consulté le 02 /03/2022 à 23h10
- [2] : TRANSPORT - Office National des Statistiques, Annuaire Statistique de l'Algérie n° 34 Chapitre XIV: Transport ... Tableau 1: Consistance du réseau routier national de 2014 ... El-Bayad P367
- [3] : « B40.Normes Techniques d'aménagement des routes, » Algérie, Octobre 1977.
- [4] : CHABANE, A.& SOUAB, N. (2015). Etude technique et managériale d'un projet Raccordement routier. Tlemcen, Département de Génie civil, Alegria
- [5]: Michel, Faure. Route les cours de L'ENTPE. Tome1. Lyon: ELEAS, 1997. Pp35-221 P258.
- [6] : Y. DERFOUF et I. E. BERRAHOU, « Etude technique et Etude managériale d'un projet routier. Evitement de la RN7-A- du Pk50+300 jusqu'à Marsa Ben M'hidi sur 5 Km, » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2016.
- [7] : N. abdelouahab et S.O. Missipsa « Etude D'aménagement En Axe Autoroutier De La Rn12 En (2×3) Voies Sur Un Linéaire De 5km Du Pk 9+000 (tamda) Au Pk 14+000 (chaib) »
- [8] : SETRA. (2012). L'induction de trafic. France.
- [9] : Azou Ali et Hamel Katia « EVITEMENT DE LA VILLE DE MAKOUDA PAR AIT FARES SUR UN LINIAIRE DE PK00 A PK03 ».
- [10] : A. FODIL et F. MOSTEFAL, « Etude d'un tronçon de dédoublement de la RN101 sur 10 Km avec aménagement de carrefours, » Tlemcen, 2013.
- [11] : F. Z. HAMMOU TANI et M. DINEDANE, « Etude technico-managériale d'un raccordement routier au droit du dalot N4. Accès Boudjlida-Oudjlida sur une longueur de 500 ml., » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2019.
- [12] : Nehaoua Abdel « cours de route, les études de circulation et de trafic ». Département de génie civil, faculté de technologie-U.F.A.S.
- [13] : F. Z. K. RAHAL, Cours de Routes Conception des Tracés Routiers Normes, Alger: Office des Publications Universitaires, 2014.
- [14] : <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=memoire+de+route+bouri+et+tidjedit>, consulter le 20/03/2022 à 01h 30
- [15] : M. BEZZAR A, cours de routes, généralité et rappels
- [16] : Masikala & Djire, Etude technique et étude managériale d'un projet routier : Cas pratique « Déviation de la RN 06 du PK 0+281 au PK 1+951 ». Wilaya de Naama, faculté technologie, Tlemcen, juillet 2021
- [17] : M. SENOUSSE et C. E. RAHMOUN, « Etude technique et managériale d'un projet routier: cas de l'aménagement du parc industriel à Ouled Bendamou-Maghnia sur le

raccordement ouvrage d'art N°01. Wilaya de Tlemcen, » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2020.

[18] : Stéra. Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes.

Collection « Les rapports » — Stéra. Janvier 2006.p21.

[19] : CNES, « Le développement de l'infrastructure routière : Nécessité de choix économiques et de meilleure sécurité des transports. » Ministère des Travaux publics et des Transports de l'Algérie, 2004

[20] : LCPC ; SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique Fascicule 1et2. 2ème édition. Paris : Bagneux, juillet 2000.p 102.

[21] : FODIL A.et MOSTEFAI F. Etude dédoublement de la RN101 entre SIDI BEL ABBES Et AIN TEMOUCHENT sur une longueur de 10 Km., Mémoire de Master soutenue en-2013 Université Tlemcen. Algérie p20

[22] : M. Youcef & Z.A. Abdelhafid, « étude technique d'un tronçon d'une route, évitement de la ville SFISEF SUR 7 KM » faculté de technologie, Tlemcen.

[23] : CTTTP, Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. Fascicule 1,2 et 3, CTTTP.Ministère des travaux publics de Algérie, Novembre 2001.

[24] : <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp1/ECE-TRANS-WP1-SEPT-2017-Presentation-14e.pdf>, consulter le 04/05/2022.

[25] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière du 22 octobre 1963 1re partie :généralités.

[26] : A.BEZZAR « SIGNALISATION ROUTIERE : SIGNALISATION VERTICALE ET & MARQUES SUR CHAUSSEE » faculté de technologie, Tlemcen, 2018-2019.

[27] : M. d. c. d. transports, Signalisation routière, Alger: Arrêté et instruction interministériels, Juillet 1974.

## **Partie managériale**

[1] : Bureau d'étude **SEROR**

[2] : Guide des corpus des connaissances en management de projet 6<sup>ème</sup> édition.

[3] : FELLAHI WASSIM « Caractérisation et résilience des risques géotechniques dans un projet routier » Université de Tlemcen (Algérie) ,2012.

[4] : Cours Mr.Hamzaoui Fethi , « voie et ouvrage d'art, 2021. »

[5] : Cours Mr.Hamzoui Fethi , « projet de fin de cycle, 2018. »

[6] : Y. DERFOUF et I. E. BERRAHOU, « Etude technique et Etude managériale d'un projet routier. Evitement de la RN7-A- du Pk50+300 jusqu'à Marsa Ben M'hidi sur 5 Km, » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2016.

[7] : pratiques de management de projet 46 outils et techniques pour prendre la bonne décision

[8] : Cours Mme BENACHENHOU KAMILA AMEL, « le Management des coûts du projet ».

[9] : Cours Mr.Hamzaoui Fethi, «estimation paramétrique de coût »

[13] : F. Z. K. RAHAL, Cours de Routes Conception des Tracés Routiers Normes, Alger: Office des Publications Universitaires, 2014.

[16] : MASIKALA Marjorie Dianah & DJIRE Sidi « Etude technique et étude managériale d'un projet routier » Université de Tlemcen (Algérie) ,2021.

[17] : M. SENOUSSE et C. E. RAHMOUN, « Etude technique et managériale d'un projet routier: cas de l'aménagement du parc industriel à Ouled Bendamou-Maghnia sur le raccordement ouvrage d'art N°01.Wilaya de Tlemcen, » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2020.

[19] : CNES, « Le développement de l'infrastructure routière : Nécessité de choix économiques et de meilleure sécurité des transports. » Ministère des Travaux publics et des Transports de l'Algérie, 2004.

# **Annexe A**

# Your Company Name

123 Main Street

Suite #321

City, State 01234

---

## Alignment Curve Report

Client:

Nom du projet:

Description du projet:

C:\Users\Ali\Desktop\PFE 2022.dwg

Date du rapport: 25/06/2022 13:13:49

Préparé par: PREPARER : ALI ABDOULAYE MOHAMED  
ET MOUTARI BELLO MOUBARAK

---

### Alignment: Axe\_en\_plan

#### Description:

---

<u>Tangent Data</u>			
Length:	167.779	Course:	N 12° 24' 14.6256" W

---

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	123.196	L Tan:	82.470
Radius:	220.000	S Tan:	41.374
Theta:	16° 02' 32.0935"	P:	2.866
X:	122.233	K:	61.437
Y:	11.434	A:	164.630
Chord:	122.767	Course:	N 07° 03' 36.7279" W

---

<u>Circular Curve Data</u>			
Delta:	59° 48' 49.5140"	Type:	RIGHT
Radius:	220.000		
Length:	229.668	Tangent:	126.541
Mid-Ord:	29.296	External:	33.796
Chord:	219.380	Course:	N 33° 32' 42.2250" E

---

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	123.196	L Tan:	82.470
Radius:	220.000	S Tan:	41.374
Theta:	16° 02' 32.0935"	P:	2.866
X:	122.233	K:	61.437
Y:	11.434	A:	164.630
Chord:	122.767	Course:	N 74° 09' 01.1778" E

---

<u>Tangent Data</u>			
Length:	39.909	Course:	N 79° 29' 39.0755" E

---

<u>Tangent Data</u>			
Length:	289.091	Course:	N 79° 29' 39.0755" E

---

<u>Circular Curve Data</u>			
Delta:	80° 54' 05.8216"	Type:	LEFT
Radius:	50.000		
Length:	70.600	Tangent:	42.630
Mid-Ord:	11.952	External:	15.706
Chord:	64.879	Course:	N 39° 02' 36.1647" E

---

<u>Tangent Data</u>			
Length:	12.948	Course:	N 01° 24' 26.7461" W

---

Rapport sur l'axe horizontal

\*\*\*\*\*

File: C:\Users\Ali\Downloads\Dessin2 - impression (1).dwg

Report Date: 25/06/2022 15:39:22

Nom de l'axe : Axe en plan

Intervalle d'abscisses curvilignes: Début: 0+000,00, Fin: 1+058,18

Description:

\*\*\*\*\*

Begin Axe end plan

N 3 717 840,0999 E 205 713,2773 0+000.00

Line (1)

N12° 24' 15"O 179,774m

N 3 718 015,6776 E 205 674,6609 0+179.77

Line (1)

Curve Group (2)

\*\*\*\*\*Spiral-In \*\*\*\*\*

SI N 3 718 015,6776 E 205 674,6609

Long Tangent 67,520m

Short Tangent 33,837m

Long Chord 100,764m

Spiral Length 101,000m

Spiral Angle 14,6134 (g)

Xs 100,469m

Ys 7,699m

p 1,928m

k 50,412m

k' 1,928m

\*\*\*\*\* Curve \*\*\*\*\*

CC N 3 718 112,5837 E 205 880,5802

PI N 3 718 257,208m E 205 662,450m

TAN 141,765m

Distance 238,333m Bearing N56° 27' 18"E

External Distance 41,720m

Middle Ordinate 35,069m

Radius 220,000m

DEG 97,8908 (g)

DELTA 72,8824 (g)

LENGTH 251,864m'

\*\*\*\*\*Spiral-Out \*\*\*\*\*

SI N 3 718 314,0945 E 205 792,3000

Long Tangent 67,520m

Short Tangent 33,837m

Long Chord 100,764m

Spiral Length 101,000m

Spiral Angle 14,6134 (g)

Xs 100,469m

Ys 7,699m

p 1,928m

k 50,412m

k' 1,928m

Line (3)

N79° 29' 39"E 51,904m

N 3 718 349,4475 E 205 940,7154 0+685.54

Line (3)  
 Line (4)  
 N79° 29' 39"E 289,091m  
 N 3 718 402,1591 E 206 224,9607 0+974.63  
 Line (4)  
 Curve (5)  
 BC N 3 718 402,1591 E 206 224,9607 0+974.63  
 CTR N 3 718 451,3209 E 206 215,8439  
 PI N 3 718 409,9320 E 206 266,8759  
 Direction Back N79° 29' 39"E  
 Radius 50,000m  
 Delta 89,8907 (g)(LT)  
 Length 70,600m  
 Tangent 93,450m  
 Chorde Direction N39° 02' 36"E Distance 64,879m  
 Direction Ahead N1° 24' 27"O  
 EC N 3 718 452,5490 E 206 265,8288 1+045.23  
 Curve (5)  
 Line (6)  
 N1° 24' 27"O 12,948m  
 N 3 718 465,4927 E 206 265,5108 1+058.18  
 Line (6)  
 N 3 718 465,4927 E 206 265,5108 1+058.18  
 End Axe end plan  
 \*\*\*\*\*  
 Alignment Length: 1 058,182m  
 \*\*\*\*\*

# Rapport sur la courbe verticale de la ligne de profil en long

**Client :**

client : faculte de technologie  
universite de tlemcen

Address 1

Date : 25/06/2022 14:46:57

**Préparé par :**

PREPARER : ALI ABDOULAYE MOHAMED ET MOUTARI  
BELLO MOUBARAK

Your Company Name

123 Main Street

Axe vertical : ligne rouge

Description :

Intervalle d'abscisses curvilignes : Départ : 0+000.00, Extrémité : 105+914.00

Informations sur la courbe verticale : (courbe à point haut)			
Abscisse curviligne du point de courbe verticale :	0+419.60	Altitude :	1,101.698m
Abscisse curviligne du PIV :	0+513.02	Altitude :	1,104.174m
Abscisse curviligne du point de tangente verticale :	0+606.43	Altitude :	1,101.661m
Point élevé :	0+512.32	Altitude :	1,102.926m
Pente d'entrée:	2.65%	Pente de sortie:	-2.69%
Modifier	5.34%	K :	
Longueur de la courbe :	186.833m	Rayon de la courbe	3500
Distance de dépassement :		Distance d'arrêt :	

# Rapport sur les volumes

**Client :**

client : faculte de technologie  
universite de tlemcen

**Préparé par :**

PREPARER : ALI ABDOULAYE MOHAMED ET MOUTARI  
BELLO MOUBARAK

Your Company Name

Address 1

123 Main Street

Date : 20/05/2022 15:30:16

Axe Axe en plan:

Groupe de tabulations: Groupe de tabulations - 3

Abscisse curviligne de départ: 0+000.00

Abscisse curviligne de fin: 1+058.09

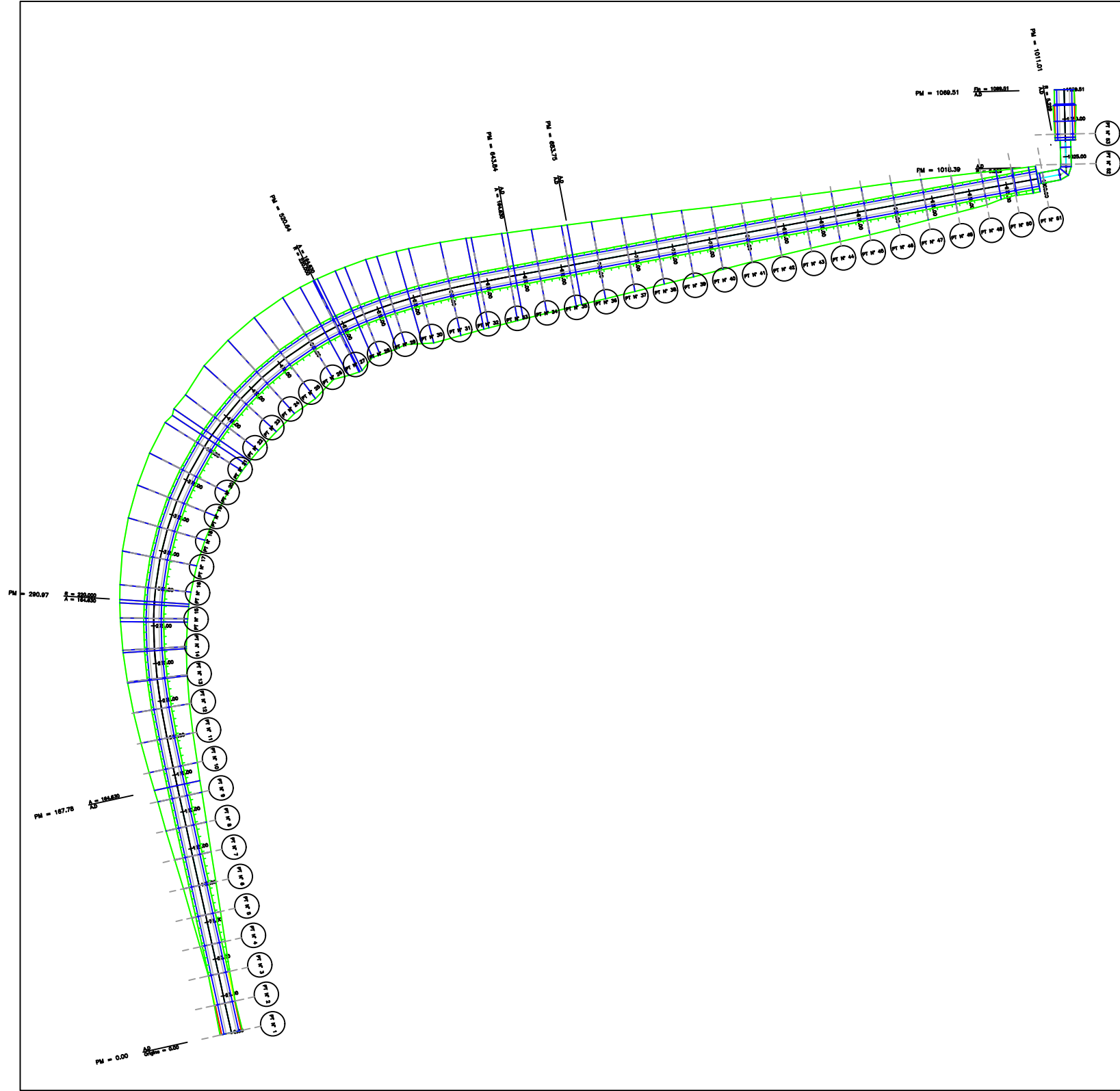
Abscisse curviligne	Surface de déblai (m <sup>2</sup> )	Volume de déblai (m <sup>3</sup> )	Volume réutilisable (m <sup>3</sup> )	Surface de remblai (m <sup>2</sup> )	Volume de remblai (m <sup>3</sup> )	Vol. déblai cum. (m <sup>3</sup> )	Vol. réutilisable cum. (m <sup>3</sup> )	Vol. remblai cum. (m <sup>3</sup> )	Vol. net cum. (m <sup>3</sup> )
0+000.00	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	2.37	114.11	114.11	0.00	0.00	114.11	0.00	0.00	114.11
0+040.00	0.00	23.69	23.69	7.41	74.14	137.81	74.14	74.14	63.66
0+060.00	0.00	0.00	0.00	17.57	249.81	137.81	323.95	323.95	-186.14
0+080.00	0.00	0.00	0.00	28.86	464.29	137.81	788.24	788.24	-650.43
0+100.00	0.00	0.00	0.00	41.31	701.72	137.81	1,489.96	1,489.96	-1,352.16
0+120.00	0.00	0.00	0.00	55.75	970.64	137.81	2,460.60	2,460.60	-2,322.80
0+140.00	0.00	0.00	0.00	72.14	1,278.93	137.81	3,739.54	3,739.54	-3,601.73
0+160.00	0.00	0.00	0.00	88.96	1,610.98	137.81	5,350.52	5,350.52	-5,212.71
0+180.00	0.00	0.00	0.00	108.87	1,978.26	137.81	7,328.78	7,328.78	-7,190.97
0+200.00	0.00	0.00	0.00	130.06	2,389.29	137.81	9,718.07	9,718.07	-9,580.26
0+220.00	0.00	0.00	0.00	151.90	2,818.68	137.81	12,536.75	12,536.75	-12,398.94
0+240.00	0.00	0.00	0.00	175.50	3,272.28	137.81	15,809.04	15,809.04	-15,671.23
0+260.00	0.00	0.00	0.00	201.74	3,769.96	137.81	19,579.00	19,579.00	-19,441.19
0+280.00	0.00	0.00	0.00	228.23	4,297.79	137.81	23,876.79	23,876.79	-23,738.99
0+300.00	0.00	0.00	0.00	255.52	4,838.52	137.81	28,715.31	28,715.31	-28,577.50
0+320.00	0.00	0.00	0.00	281.44	5,373.31	137.81	34,088.62	34,088.62	-33,950.82
0+340.00	0.00	0.00	0.00	307.60	5,894.86	137.81	39,983.49	39,983.49	-39,845.68
0+360.00	0.00	0.00	0.00	334.48	6,426.69	137.81	46,410.18	46,410.18	-46,272.37
0+380.00	0.00	0.00	0.00	357.87	6,930.79	137.81	53,340.97	53,340.97	-53,203.16
0+400.00	0.00	0.00	0.00	381.97	7,405.07	137.81	60,746.05	60,746.05	-60,608.24
0+420.00	0.00	0.00	0.00	380.82	7,620.40	137.81	68,366.44	68,366.44	-68,228.63
0+440.00	0.00	0.00	0.00	374.10	7,544.83	137.81	75,911.27	75,911.27	-75,773.47
0+460.00	0.00	0.00	0.00	395.65	7,712.03	137.81	83,623.30	83,623.30	-83,485.49
0+480.00	0.00	0.00	0.00	419.65	8,183.12	137.81	91,806.42	91,806.42	-91,668.61
0+500.00	0.00	0.00	0.00	434.42	8,579.54	137.81	100,385.96	100,385.96	-100,248.16
0+520.00	0.00	0.00	0.00	456.83	8,935.68	137.81	109,321.65	109,321.65	-109,183.84
0+540.00	0.00	0.00	0.00	458.81	9,163.97	137.81	118,485.61	118,485.61	-118,347.81

0+560.00	0.00	0.00	0.00	438.42	8,980.47	137.81	127,466.08	127,466.08	-127,328.27
0+580.00	0.00	0.00	0.00	429.25	8,683.97	137.81	136,150.05	136,150.05	-136,012.25
0+600.00	0.00	0.00	0.00	415.27	8,446.70	137.81	144,596.75	144,596.75	-144,458.95
0+620.00	0.00	0.00	0.00	393.57	8,088.56	137.81	152,685.31	152,685.31	-152,547.51
0+640.00	0.00	0.00	0.00	367.33	7,608.98	137.81	160,294.29	160,294.29	-160,156.49
0+660.00	0.00	0.00	0.00	342.79	7,101.18	137.81	167,395.47	167,395.47	-167,257.66
0+680.00	0.00	0.00	0.00	318.81	6,616.00	137.81	174,011.47	174,011.47	-173,873.66
0+700.00	0.00	0.00	0.00	298.17	6,169.87	137.81	180,181.33	180,181.33	-180,043.53
0+720.00	0.00	0.00	0.00	275.95	5,741.24	137.81	185,922.58	185,922.58	-185,784.77
0+740.00	0.00	0.00	0.00	253.29	5,292.45	137.81	191,215.03	191,215.03	-191,077.22
0+760.00	0.00	0.00	0.00	226.30	4,795.95	137.81	196,010.98	196,010.98	-195,873.17
0+780.00	0.00	0.00	0.00	200.43	4,267.36	137.81	200,278.33	200,278.33	-200,140.53
0+800.00	0.00	0.00	0.00	174.27	3,747.01	137.81	204,025.34	204,025.34	-203,887.54
0+820.00	0.00	0.00	0.00	156.40	3,306.64	137.81	207,331.98	207,331.98	-207,194.17
0+840.00	0.00	0.00	0.00	136.60	2,929.97	137.81	210,261.95	210,261.95	-210,124.14
0+860.00	0.00	0.00	0.00	121.22	2,578.27	137.81	212,840.22	212,840.22	-212,702.41
0+880.00	0.00	0.00	0.00	108.18	2,294.06	137.81	215,134.28	215,134.28	-214,996.47
0+900.00	0.00	0.00	0.00	93.40	2,015.82	137.81	217,150.10	217,150.10	-217,012.29
0+920.00	0.00	0.00	0.00	73.27	1,666.75	137.81	218,816.85	218,816.85	-218,679.04
0+940.00	0.00	0.00	0.00	56.16	1,294.32	137.81	220,111.17	220,111.17	-219,973.37
0+960.00	0.00	0.00	0.00	41.10	972.55	137.81	221,083.72	221,083.72	-220,945.91
0+980.00	0.00	0.00	0.00	19.49	605.70	137.81	221,689.42	221,689.42	-221,551.62
1+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.78	137.81	221,881.20	221,881.20	-221,743.40
1+020.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.81	221,881.20	221,881.20	-221,743.40
1+040.00	2.14	19.97	19.97	0.08	0.88	157.78	221,882.08	221,882.08	-221,724.30

Courbe du dévers	Abscisse cu...	Abscisse c...	Longu...	Cheva...	Left Outside Should...	Left Outside Lane	Right Outside Lane	Right Outside Shou...
Curve.1								
Zone de transition entrante	0+229.27m	0+280.77...	51.500m					
Déversement jusqu'à l'horizontale	0+229.27m	0+250.59...	21.311m					
Fin de la chaussée en toit normalisée	0+229.27m				-4.00%	-3.00%	-3.00%	-4.00%
Dévers de niveau	0+250.59m				-4.00%	0.00%	-3.00%	-4.00%
Déversement	0+250.59m	0+280.77...	30.189m					
Dévers de niveau	0+250.59m				-4.00%	0.00%	-3.00%	-4.00%
Chaussée à dévers inversé	0+271.90m				-4.00%	3.00%	-3.00%	-4.00%
Correspondance de l'accotement inférieur	0+279.00m				-4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%
Début du dévers maximum	0+280.77m				-4.00%	4.25%	-4.25%	-4.25%
Début de la courbe	0+280.77m							
Zone de transition sortante	0+532.64m	0+584.14...	51.500m					
Déversement	0+532.64m	0+562.83...	30.189m					
Fin du dévers maximum	0+532.64m				-4.00%	4.25%	-4.25%	-4.25%
Fin de la courbe	0+532.64m							
Correspondance de l'accotement inférieur	0+534.41m				-4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%
Chaussée à dévers inversé	0+541.52m				-4.00%	3.00%	-3.00%	-4.00%
Dévers de niveau	0+562.83m				-4.00%	0.00%	-3.00%	-4.00%
Déversement jusqu'à l'horizontale	0+562.83m	0+584.14...	21.311m					
Dévers de niveau	0+562.83m				-4.00%	0.00%	-3.00%	-4.00%
Début de la chaussée en toit normalisée	0+584.14m				-4.00%	-3.00%	-3.00%	-4.00%
Curve.2								
Zone de transition entrante	0+933.63m	0+974.63...	41.000m					
Déversement jusqu'à l'horizontale	0+933.63m	0+945.93...	12.300m					
Fin de la chaussée en toit normalisée	0+933.63m				-4.00%	-3.00%	-3.00%	-4.00%
Dévers de niveau	0+945.93m				-4.00%	-3.00%	0.00%	-4.00%
Déversement	0+945.93m	0+974.63...	28.700m					
Dévers de niveau	0+945.93m				-4.00%	-3.00%	0.00%	-4.00%
Chaussée à dévers inversé	0+958.23m				-4.00%	-3.00%	3.00%	-4.00%
Correspondance de l'accotement inférieur	0+962.33m				-4.00%	-4.00%	4.00%	-4.00%
Début du dévers maximum	0+974.63m				-8.00%	-8.00%	8.00%	-4.00%
Début de la courbe	0+974.63m							
Zone de transition sortante	1+045.23m	1+086.23...	41.000m					

Début de la courbe	0+974.63m							
Zone de transition sortante	1+045.23m	1+086.23...	41.000m					
Déversement	1+045.23m	1+073.93...	28.700m					
Fin du dévers maximum	1+045.23m				-8.00%	-8.00%	8.00%	-4.00%
Fin de la courbe	1+045.23m							
Correspondance de l'accotement inférieur	1+057.53m				-4.00%	-4.00%	4.00%	-4.00%
Chaussée à dévers inversé	1+061.63m				-4.00%	-3.00%	3.00%	-4.00%
Dévers de niveau	1+073.93m				-4.00%	-3.00%	0.00%	-4.00%
Déversement jusqu'à l'horizontale	1+073.93m	1+086.23...	12.300m					
Dévers de niveau	1+073.93m				-4.00%	-3.00%	0.00%	-4.00%
Début de la chaussée en toit normalisée	1+086.23m				-4.00%	-3.00%	-3.00%	-4.00%

# **Annexe B**



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE AÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

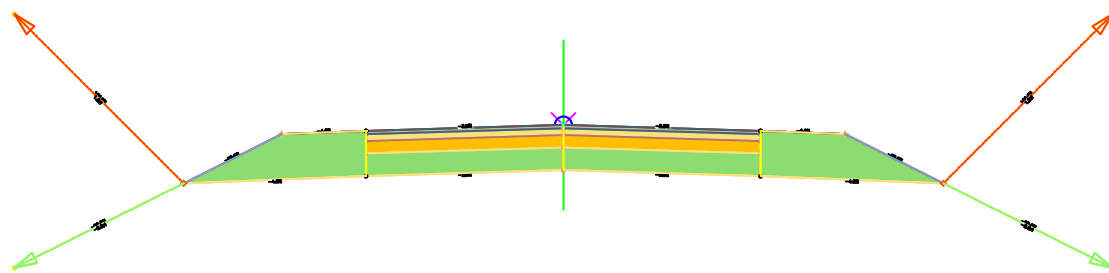
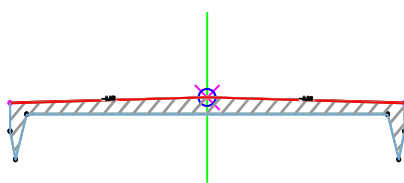
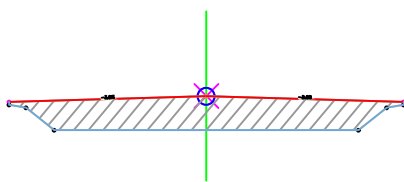
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

WILAYA DE TLEMCCEN

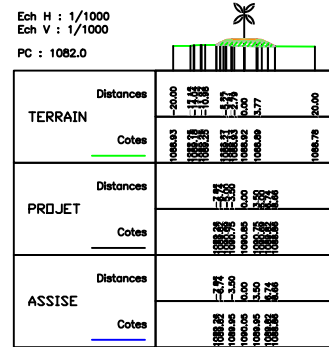
PROJET :	Etude d'un projet routier de déviation entre Oguel Sendel vers Tousmouline sur une Longueur de 1KM		
INTITULE :	TRACER EN PLAN		
ENCADREURS	HAMZAOUI. F et GHENNANI. B	Echelle	1 / 1000
ETUDIANTS	ALI.A.M et MOUTARI. B.M	Master	VOA
		L'année universitaire :	2021/2022

UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID TLEMCCEN  
DÉPARTEMENT DU GÉNIE CIVIL





PL : Axe en plan  
 PT : 0+060.00  
 PK : 60.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



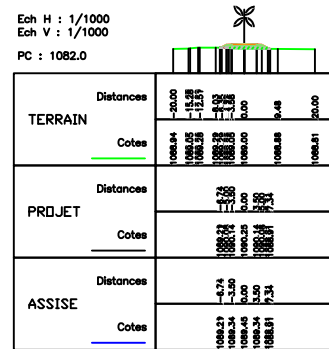
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 0+60.00

Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	25
Base	0.84	17	50
Fondation	1.54	31	92
Forme	6.59	132	395

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 60.000

Zone de déblai	0.00
Zone de remblai	14.15
Vol déblai	1
Vol remblai	182
Vol déblai cumulé	285
Vol remblai cumulé	223
Vol net	41.86

PL : Axe en plan  
 PT : 0+040.00  
 PK : 40.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



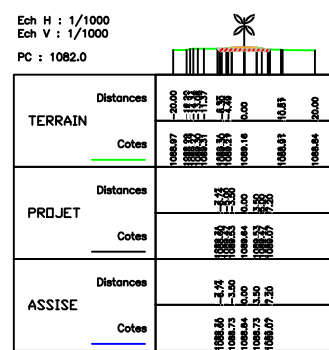
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 0+40.00

Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	17
Base	0.84	17	34
Fondation	1.54	31	62
Forme	6.59	132	284

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 40.000

Zone de déblai	0.07
Zone de remblai	4.09
Vol déblai	63
Vol remblai	41
Vol déblai cumulé	284
Vol remblai cumulé	41
Vol net	223.60

PL : Axe en plan  
 PT : 0+020.00  
 PK : 20.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



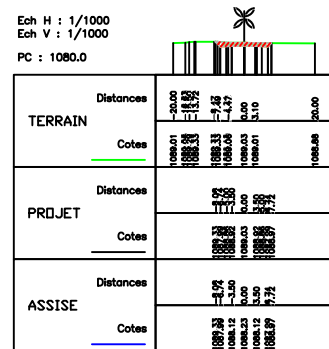
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 0+20.00

Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	8
Base	0.84	17	17
Fondation	1.54	31	31
Forme	6.59	132	132

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 20.000

Zone de déblai	6.28
Zone de remblai	0.00
Vol déblai	201
Vol remblai	0
Vol déblai cumulé	201
Vol remblai cumulé	0
Vol net	200.98

PL : Axe en plan  
 PT : 0+000.00  
 PK : 0.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1080.0



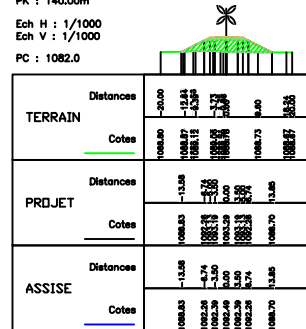
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 0+00.00

Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	0	0
Base	0.84	0	0
Fondation	1.54	0	0
Forme	6.59	0	0

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 0.000

Zone de déblai	13.81
Zone de remblai	0.00
Vol déblai	0
Vol remblai	0
Vol déblai cumulé	0
Vol remblai cumulé	0
Vol net	0.00

PL : Axe en plan  
 PT : 0+140.00  
 PK : 140.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



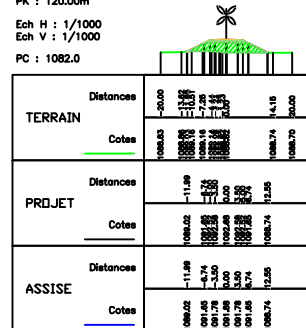
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 1+40,00

Nom du matériau	Ala	Volume	Volume cumulé
Routement	0,42	8	8
Besse	0,84	17	118
Fondation	1,54	31	216
Forme	6,58	132	853

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 140,000

Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	60,89
Voi déblai	0
Voi remblai	1231
Voi déblai cumulé	288
Voi remblai cumulé	3403
Voi net	-3137,81

PL : Axe en plan  
 PT : 0+120.00  
 PK : 120.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



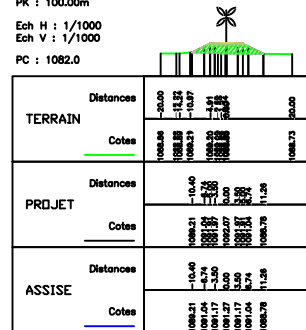
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 1+20,00

Nom du matériau	Ala	Volume	Volume cumulé
Routement	0,42	8	80
Besse	0,84	17	101
Fondation	1,54	31	185
Forme	6,58	132	791

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 120,000

Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	53,08
Voi déblai	0
Voi remblai	914
Voi déblai cumulé	288
Voi remblai cumulé	2172
Voi net	-1907,20

PL : Axe en plan  
 PT : 0+100.00  
 PK : 100.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



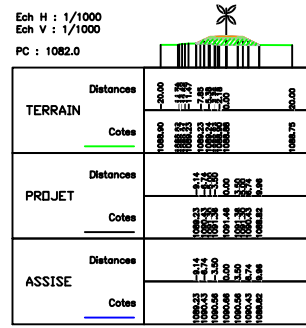
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 1+00,00

Nom du matériau	Ala	Volume	Volume cumulé
Routement	0,42	8	42
Besse	0,84	17	84
Fondation	1,54	31	154
Forme	6,58	132	650

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 100,000

Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	38,27
Voi déblai	0
Voi remblai	638
Voi déblai cumulé	288
Voi remblai cumulé	1259
Voi net	-953,89

PL : Axe en plan  
 PT : 0+080.00  
 PK : 80.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



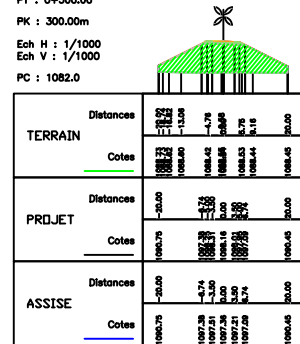
Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 0+80,00

Nom du matériau	Ala	Volume	Volume cumulé
Routement	0,42	8	34
Besse	0,84	17	67
Fondation	1,54	31	123
Forme	6,58	132	827

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 80,000

Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	25,57
Voi déblai	0
Voi remblai	397
Voi déblai cumulé	288
Voi remblai cumulé	690
Voi net	-368,34

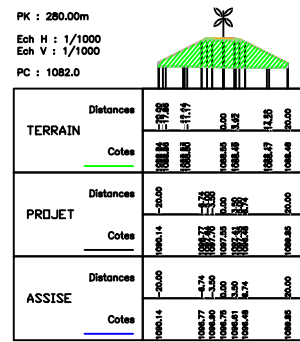
PL : Axe en plan  
 PT : 0+300.00  
 PK : 300.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	128
Base	0.84	17	282
Fondation	1.24	31	462
Forme	6.09	132	1877

Zone de déblai	0.00
Zone de remblai	262.15
Voi déblai	0
Voi remblai	4890
Voi déblai cumulé	268
Voi remblai cumulé	2893
Voi net	-3387.57

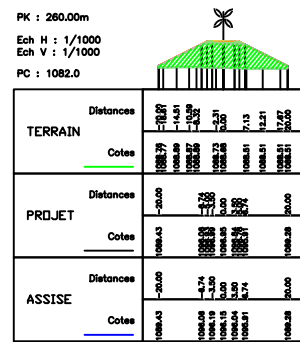
PL : Axe en plan  
 PT : 0+280.00  
 PK : 280.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	118
Base	0.84	17	235
Fondation	1.24	31	431
Forme	6.09	132	1848

Zone de déblai	0.00
Zone de remblai	233.78
Voi déblai	0
Voi remblai	4383
Voi déblai cumulé	285
Voi remblai cumulé	33703
Voi net	-33427.22

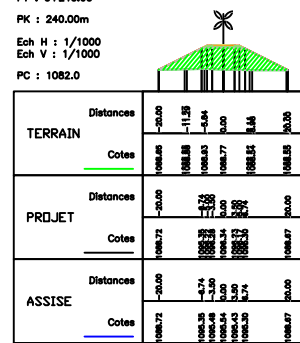
PL : Axe en plan  
 PT : 0+260.00  
 PK : 260.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	109
Base	0.84	17	218
Fondation	1.24	31	400
Forme	6.09	132	1714

Zone de déblai	0.00
Zone de remblai	205.70
Voi déblai	0
Voi remblai	3837
Voi déblai cumulé	285
Voi remblai cumulé	19310
Voi net	-18044.68

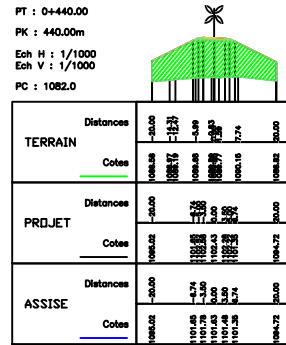
PL : Axe en plan  
 PT : 0+240.00  
 PK : 240.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0.42	8	101
Base	0.84	17	202
Fondation	1.24	31	370
Forme	6.09	132	1582

Zone de déblai	0.00
Zone de remblai	178.24
Voi déblai	0
Voi remblai	3314
Voi déblai cumulé	285
Voi remblai cumulé	15473
Voi net	-15207.54

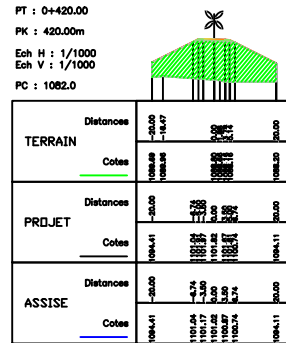
PL : Axe en plan  
 PT : 0+440.00  
 PK : 440.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 4+40,00			
Nom du matériau	Alte	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,42	8	188
Baie	0,84	17	370
Fondation	1,04	31	678
Forme	6,89	132	2900

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 440,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	383,72
Vol déblai	0
Vol remblai	7680
Vol déblai cumulé	268
Vol remblai cumulé	77383
Vol net	-77127,78

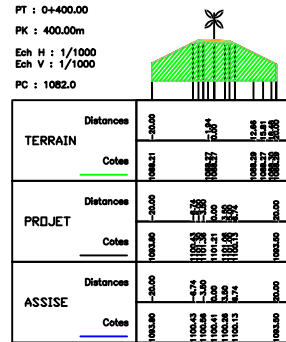
PL : Axe en plan  
 PT : 0+420.00  
 PK : 420.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 4+20,00			
Nom du matériau	Alte	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,42	8	178
Baie	0,84	17	363
Fondation	1,04	31	647
Forme	6,89	132	2789

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 420,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	394,69
Vol déblai	0
Vol remblai	7681
Vol déblai cumulé	268
Vol remblai cumulé	8053
Vol net	-8026,31

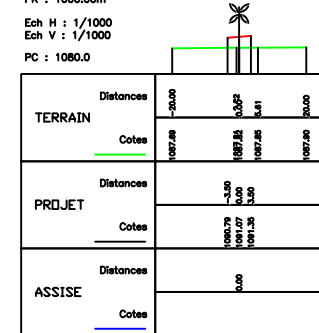
PL : Axe en plan  
 PT : 0+400.00  
 PK : 400.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1082.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 4+00,00			
Nom du matériau	Alte	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,42	8	168
Baie	0,84	17	338
Fondation	1,04	31	616
Forme	6,89	132	2637

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 400,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	394,12
Vol déblai	0
Vol remblai	7627
Vol déblai cumulé	268
Vol remblai cumulé	81633
Vol net	-81367,88

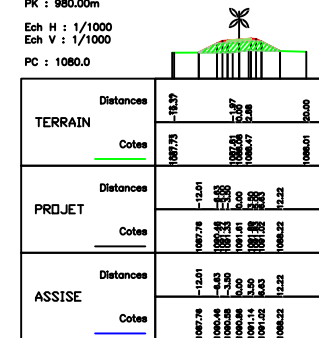
PL : Axe en plan  
 PT : 1+000.00  
 PK : 1000.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1080.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 10+00,00			
Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,00	0	554
Bese	0,00	10	1029
Fondation	0,00	10	1029
Forme	0,00	0	832

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 1000,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	0,00
Vol déblai	0
Vol remblai	808
Vol déblai cumulé	0
Vol remblai cumulé	24484
Vol net	-24484,14

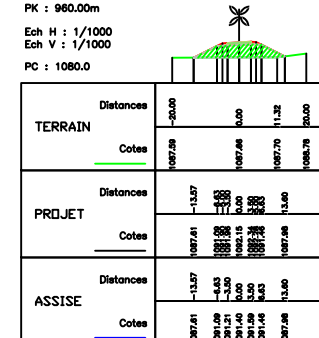
PL : Axe en plan  
 PT : 0+980.00  
 PK : 980.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1080.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 9+80,00			
Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,58	11	549
Bese	1,08	21	1029
Fondation	1,08	21	1029
Forme	0,84	17	823

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 980,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	50,82
Vol déblai	0
Vol remblai	1280
Vol déblai cumulé	0
Vol remblai cumulé	24476
Vol net	-24475,87

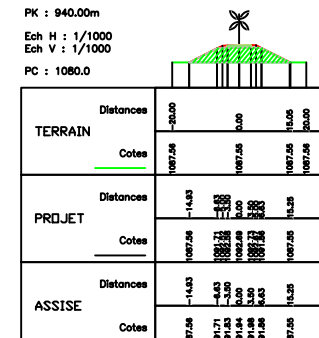
PL : Axe en plan  
 PT : 0+960.00  
 PK : 960.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1080.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 9+60,00			
Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,58	11	538
Bese	1,08	21	1008
Fondation	1,08	21	1008
Forme	0,84	17	808

Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 960,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	75,00
Vol déblai	0
Vol remblai	1683
Vol déblai cumulé	0
Vol remblai cumulé	242816
Vol net	-242815,91

PL : Axe en plan  
 PT : 0+940.00  
 PK : 940.00m  
 Ech H : 1/1000  
 Ech V : 1/1000  
 PC : 1080.0



Matériau(x) au niveau de l'abscisse curviligne 9+40,00			
Nom du matériau	Aire	Volume	Volume cumulé
Roulement	0,58	11	528
Bese	1,08	21	887
Fondation	1,08	21	887
Forme	0,84	17	790

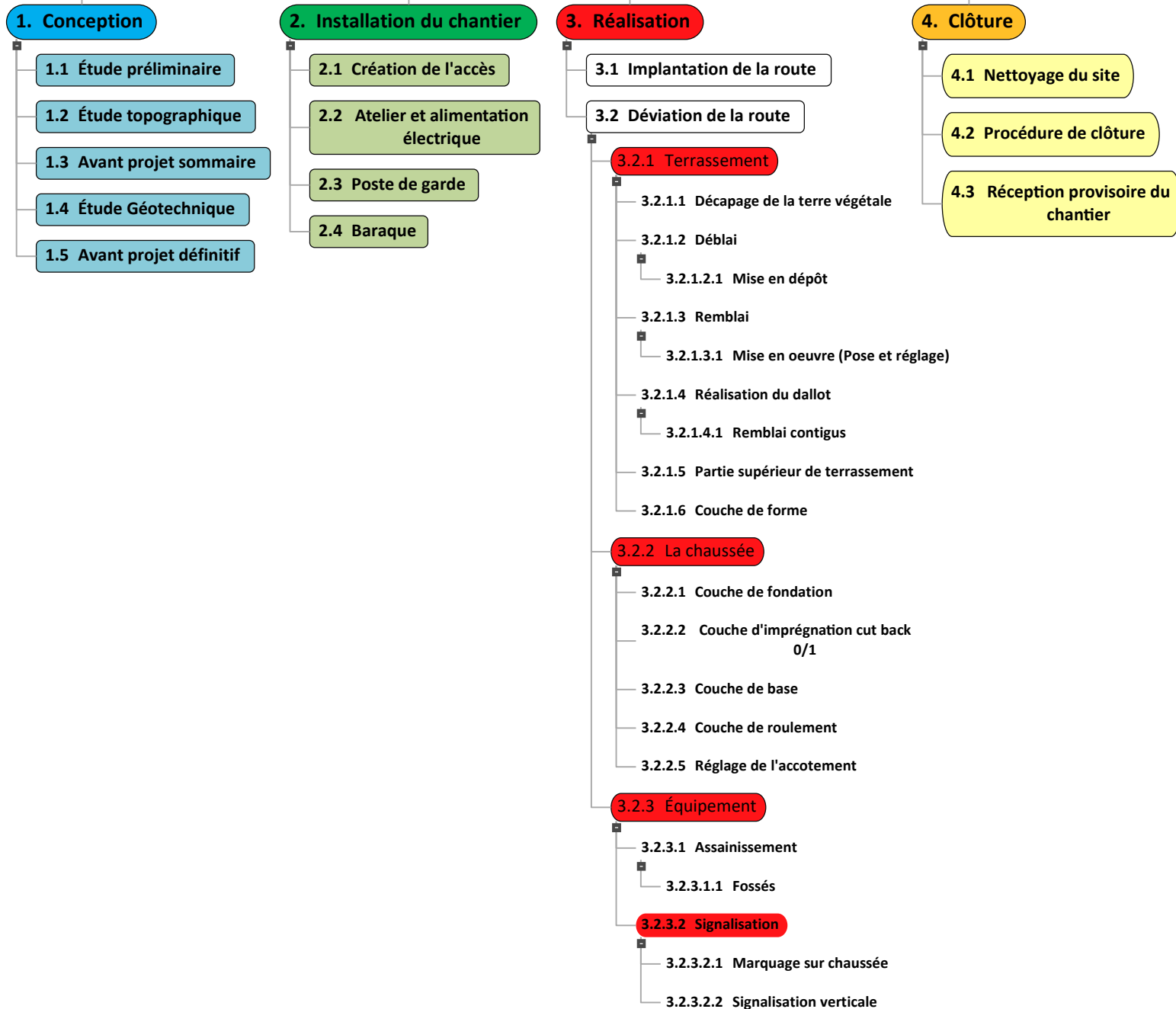
Volume total au niveau de l'abscisse curviligne 940,000	
Zone de déblai	0,00
Zone de remblai	83,28
Vol déblai	0
Vol remblai	2035
Vol déblai cumulé	0
Vol remblai cumulé	241133
Vol net	-241133,09

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 UNIVERSITER ABOU BEKR BELKAID  
 WILAYA DE TLEMCCEN

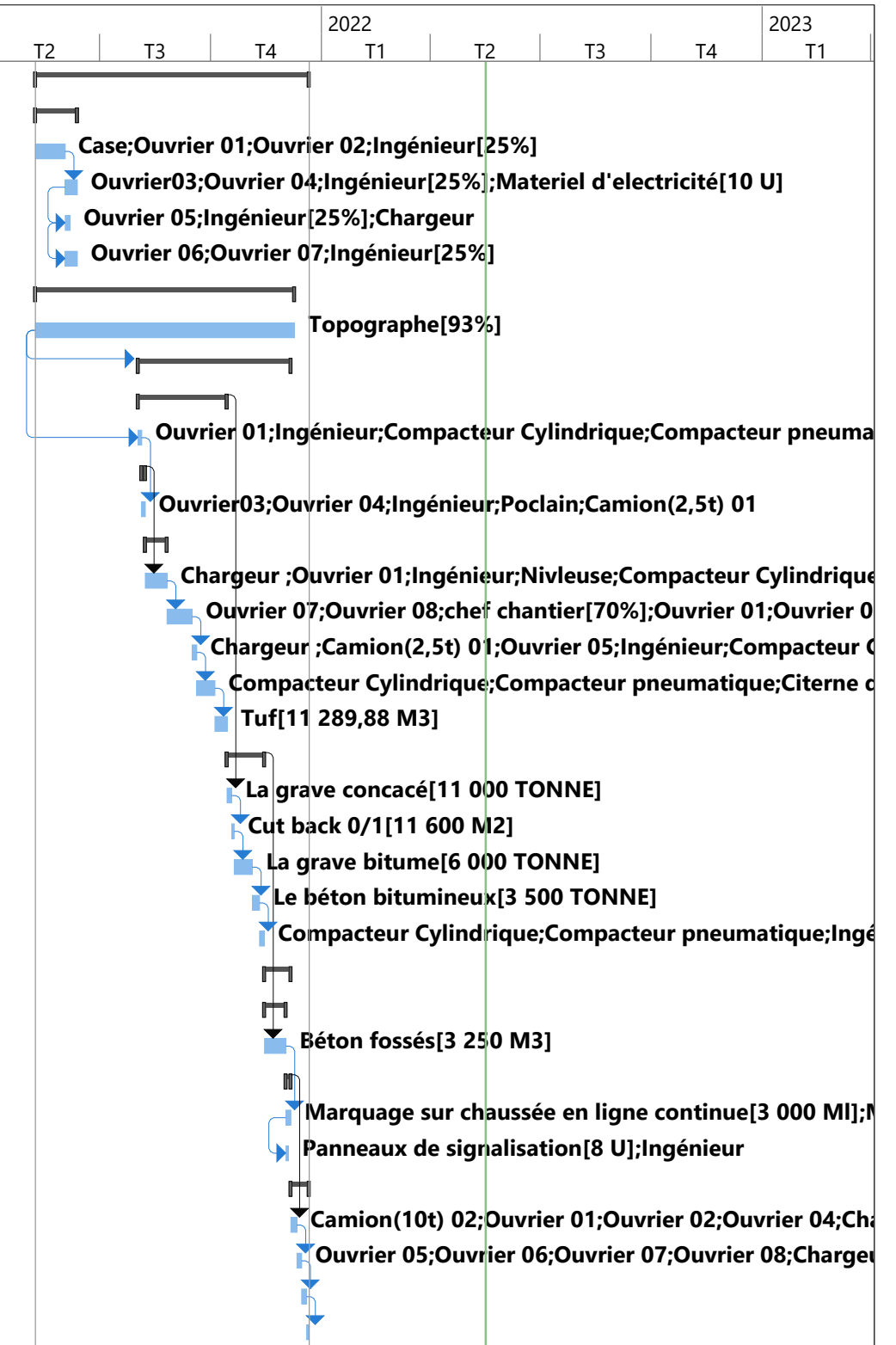
PROJET :	ETUDE D'UN PROJET DEVIATION ENTRE OGULEL SENDEL VERS TOUSMOULINE SUR UN LONGUEUR DE 1KM
INTITULE:	PROFIL EN TRAVERS
ENCADREURS:	HAMZAOUI.F ET GHENNANI.B
ETUDIANTS:	ALI.A.M ET MOUARI.B.M
ECHELLE:	1/1000
MASTER:	VOA

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

# WBS: Déviation entre Ogulel et Tousmouline



















N°	Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Coût	Prédécesseurs	2021				2022				2023
								T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1
1		<b>1 Projet routier d'une déviation entre Ogulel et Tousmoul</b>	<b>194,51 jours</b>	<b>09/05/21</b>	<b>21/12/21</b>	<b>81 390 421,25 DA</b>										
2		<b>1.1 Installation du chantier</b>	<b>29,67 jours</b>	<b>09/05/21</b>	<b>12/06/21</b>	<b>1 525 233,33 DA</b>										
3		1.1.1 Création de l'accès	21,67 jours	09/05/21	02/06/21	1 022 233,33 DA										
4		1.1.2 Ateliers et alimentations électrique	8 jours	02/06/21	12/06/21	341 440,00 DA	3									
5		1.1.3 Poste de gardes	3 jours	02/06/21	06/06/21	120 120,00 DA	4DD									
6		1.1.4 Baraque	8 jours	02/06/21	12/06/21	41 440,00 DA	5DD									
7		<b>1.2 Réalisation</b>	<b>184,47 jours</b>	<b>09/05/21</b>	<b>09/12/21</b>	<b>79 483 267,91 DA</b>										
8		1.2.1 Implantation de la route	184,47 jours	09/05/21	09/12/21	454 860,00 DA										
9		<b>1.2.2 Déviation de la Route</b>	<b>108,51 jours</b>	<b>02/08/21</b>	<b>06/12/21</b>	<b>79 028 407,91 DA</b>	<b>8DD</b>									
10		<b>1.2.2.1 Le terrassement</b>	<b>63,51 jours</b>	<b>02/08/21</b>	<b>14/10/21</b>	<b>14 909 587,88 DA</b>										
11		1.2.2.1.1 Décapage de la terre végétale	3 jours	02/08/21	04/08/21	218 940,54 DA	8DD+73 jour									
12		<b>1.2.2.1.2 Déblai</b>	<b>2 jours</b>	<b>05/08/21</b>	<b>07/08/21</b>	<b>145 010,04 DA</b>										
13		1.2.2.1.2.1 mise en depot	2 jours	05/08/21	07/08/21	145 010,04 DA	11									
14		<b>1.2.2.1.3 Remblai</b>	<b>16 jours</b>	<b>08/08/21</b>	<b>25/08/21</b>	<b>1 755 682,88 DA</b>										
15		1.2.2.1.3.1 Mise en oeuvre (pose et réglage)	16 jours	08/08/21	25/08/21	1 755 682,88 DA	12									
16		1.2.2.1.4 Réalisation de dallot	17,65 jours	26/08/21	15/09/21	636 251,16 DA	15									
17		1.2.2.1.5 Remblai contigus	3 jours	15/09/21	19/09/21	256 470,06 DA	16									
18		1.2.2.1.6 Partie superieur du terrassement	12,86 jours	19/09/21	04/10/21	1 228 296,60 DA	17									
19		1.2.2.1.7 Couche de forme	9 jours	04/10/21	14/10/21	10 668 936,60 DA	18									
20		<b>1.2.2.2 La chaussée</b>	<b>26 jours</b>	<b>14/10/21</b>	<b>14/11/21</b>	<b>55 940 220,03 DA</b>										
21		1.2.2.2.1 Couche de fondation	3 jours	14/10/21	18/10/21	32 340 000,00 DA	10									
22		1.2.2.2.2 Couche d'imprégnation (cut back(0/1))	2 jours	18/10/21	20/10/21	1 624 000,00 DA	21									
23		1.2.2.2.3 Couche de base	13 jours	20/10/21	04/11/21	7 800 000,00 DA	22									
24		1.2.2.2.4 Couche de roulement	5 jours	04/11/21	10/11/21	14 000 000,00 DA	23									
25		1.2.2.2.5 Reglage de l'accotement	3 jours	10/11/21	14/11/21	176 220,03 DA	24									
26		<b>1.2.2.3 Equipement</b>	<b>19 jours</b>	<b>14/11/21</b>	<b>06/12/21</b>	<b>8 178 600,00 DA</b>										
27		<b>1.2.2.3.1 Assainissement</b>	<b>16 jours</b>	<b>14/11/21</b>	<b>02/12/21</b>	<b>6 500 000,00 DA</b>										
28		1.2.2.3.1.1 Fossés	16 jours	14/11/21	02/12/21	6 500 000,00 DA	20									
29		<b>1.2.2.3.2 Signalisation</b>	<b>3 jours</b>	<b>02/12/21</b>	<b>06/12/21</b>	<b>1 678 600,00 DA</b>										
30		1.2.2.3.2.1 Marquage sur chaussée	3 jours	02/12/21	06/12/21	1 625 000,00 DA	28									
31		1.2.2.3.2.2 Signalisation Verticale	1 jour	02/12/21	04/12/21	53 600,00 DA	30DD									
32		<b>1.3 Cloture</b>	<b>13 jours</b>	<b>06/12/21</b>	<b>21/12/21</b>	<b>381 920,00 DA</b>										
33		1.3.1 Replieement de Chantier	4 jours	06/12/21	11/12/21	204 680,00 DA	29									
34		1.3.2 Nettoyage du site	4 jours	11/12/21	15/12/21	177 240,00 DA	33									
35		1.3.3 Procédure de Cloture	3 jours	15/12/21	19/12/21	0,00 DA	34									
36		1.3.4 Réception provisoire du projet	2 jours	19/12/21	21/12/21	0,00 DA	35									



Projet : DIAGRAMME DE GANT Date : 17/05/22	Tâche		Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Début uniquement		Échéance	
	Fractionnement		Tâche inactive		Durée uniquement		Fin uniquement		Avancement	
	Jalon		Jalon inactif		Report récapitulatif manuel		Tâches externes		Progression manuelle	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Récapitulatif manuel		Jalons externes			

TABLEAU DES RESSOURCES

N°		Nom de la ressource	Coût
1		Ouvrier 01	123 451,38 DA
2		Ouvrier 02	81 871,38 DA
3		Ouvrier03	52 261,38 DA
4		Ouvrier 04	59 821,38 DA
5		Ouvrier 05	52 261,26 DA
6		Ouvrier 06	22 680,00 DA
7		Ouvrier 07	56 041,38 DA
8		Ouvrier 08	40 921,38 DA
9		Ouvrier 09	43 246,24 DA
10		Ouvrier 10	43 246,24 DA
11		chef chantier	64 869,36 DA
12		Ingénieur	285 733,33 DA
13		Topographe	454 860,00 DA
14		Ingenieur de laboratoire	72 000,00 DA
15		Technisien superieur de laboratoire	63 000,00 DA
16		Camion (10t) 01	0,00 DA
17		Camion(10t) 02	35 000,00 DA
18		Camion(2,5t) 01	75 000,10 DA
19		Camion(2,5t) 02	0,00 DA
20		Chargeur	1 102 500,00 DA
21		Poclair	96 250,00 DA
22		Citerne d'eau	179 280,00 DA
23		Compacteur pneumatique	871 428,92 DA
24		Compacteur Cylindrique	993 750,00 DA
25		Nivleuse	705 010,90 DA
26		Finisseur	0,00 DA
27		Case	910 000,00 DA
28		Tuf	10 668 936,60 DA
29		La grave concacé	32 340 000,00 DA
30		La grave bitume	7 800 000,00 DA
31		Le béton bitumineux	14 000 000,00 DA
32		Marquage sur chaussée en ligne continue	975 000,00 DA
33		Marquage sur chaussée en ligne discontinue	650 000,00 DA
34		Panneaux de signalisation	48 000,00 DA
35		Materiel d'electricité	300 000,00 DA
36		Cut back 0/1	1 624 000,00 DA
37		Béton fossés	6 500 000,00 DA