



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et Architecture



N° d'ordre : M...../GCA/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux publics
Spécialité : Voies et Ouvrages d'art (VOA)

Thème :

**Etude de modernisation d'un tronçon de la route
nationale RN 07 reliant la wilaya de Relizane à la Wilaya
de Mascara du PK 0+000 au PK 3+815**

Présenté par :

1. M^{me} : MHAMED Nadia
2. M^r : BELBACHIR Abdel Malik

Soutenu le 01/07/ 2021 devant le jury composé de :

Président : M^{me} EI MASCRI Setti .

Examineur : M^r ROUAM SERIK Mohamed.

Encadreur : M. TALIA Ahmed

Année Universitaire : 2020 / 2021

2.5	DEVERS	19
2.6	LE CHOIX DES RAYONS.....	20
2.7	POURCENTAGE ALIGNEMENT DROIT	20
2.8	APPLICATION AU PROJET	20
2.9	COORDONNEES DES POINTS DE SOMMET DE LA ROUTE EXISTANTE	20
2.10	DETERMINATION DES RAYONS EN PLAN	20
2.11	CALCUL DE GISEMENTS, DE DISTANCE ET D'ANGLES AU CENTRE DE LA ROUTE EXISTANTE	21
2.12	CALCULS DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS DE LA ROUTE EXISTANTE.....	21
2.12.1	LA LONGUEUR TOTALE DES ALIGNEMENTS DROITS : L_{AD}	22
2.12.2	LA LONGUEUR TOTALE DES ARCS DE CERCLES : LC	22
2.12.3	La longueur totale de Tracé	22
2.12.4	POURCENTAGE D'ALIGNEMENT DROIT	22
2.12.5	POURCENTAGE COURBE	23
2.13	ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE	23
2.14	CALCUL DE LA SINUOSITE.....	25
2.15	ENVIRONNEMENT	26
2.16	LA VITESSE EST DONC EN FONCTION DE :	26
2.17	LES RAYONS EN PLAN	27
2.18	LE CHOIX DES RAYONS.....	27
	CONCLUSION.....	28
	CHAPITRE III : MODERNISATION DU TRACE	29
3	MODERNISATION DU TRACE EN PLAN	29
3.1	ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE	29
3.2	DENIVELEE CUMULEE MOYENNE	29
3.3	DENIVELEE CUMULEE.....	32

3.4	SINUOSITE	32
3.5	RAYON EN PLAN NORME B40	33
3.6	LES COORDONNEES DES SOMMETS	33
3.7	LES CALCULS DE GISEMENTS ET DES ANGLES AU CENTRE	33
3.8	COURBE DE RACCORDEMENT	38
3.9	ROLE ET NECESSITE.....	39
3.10	TYPE DE COURBE DE RACCORDEMENT	39
3.11	RACCORDEMENT PROGRESSIF	39
3.12	APPLICATION A NOTRE PROJET	44
3.13	DETERMINATION DES DEVERS AUX RAYONS EN PLAN.....	47
3.14	APPLICATION AU PROJET	48
3.15	VARIATION DU DEVERS DANS LA CLOTHOÏDE	49
	CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG :	54
4	INTRODUCTION	54
4.1	MODERNISATION DU PROFIL EN LONG.....	54
4.2	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG	55
4.3	ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG	55
4.4	LES TYPES DE RAYONS	55
4.5	DECLIVITES DU PROFIL EN LONG	56
4.6	RACCORDEMENT CONCAVE (ANGLE RENTRANT).....	58
4.7	RACCORDEMENT PARABOLIQUE	58
4.8	APPLICATION AU PROJET	60
	CHAPITRE V : PARAMETRES CINEMATIQUE	62
5	DEFINITION :.....	62
5.1	DISTANCE MINIMALE DE FREINAGE « d0 » :.....	62
5.2	DISTANCE D'ARRET :.....	63
5.3	DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSEMENT ET DE MANŒUVRE	65

CHAPITRE VI :ETUDE DU TRAFIC	66
6 INTRODUCTION	66
6.1 ANALYSE DE TRAFIC.....	66
6.2 MODELES DE PROJECTION DU TRAFIC	66
CALCUL DE LA CAPACITE	67
6.3 CALCUL DU NOMBRE DE VOIES	70
6.4 APPLICATION DU PROJET	70
DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	73
6.5 METHODE DE DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	74
CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS	78
7 DEFINITION	78
7.1 MODERNISATION DU PROFIL EN TRAVERS :	78
7.2 TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :	79
7.3 LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:	80
7.4 CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS	81
7.5 APPLICATION AU PROJET	81
CHAPITRE VIII : IMPLANTATION	86
8 IMPLANTATION	86
8.1 PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES	86
8.2 APPLICATION AU PROJET	88
CHAPITRE IX : CUBATURES	102
9 CUBATURE.....	102
9.1 CUBATURE DES TERRASSEMENTS	102
9.2 METHODES DE CALCUL DE CUBATURE	103
CHAPITRE X : LA SIGNALISATION ROUTIERE	106
10 INTRODUCTION	106
10.1 ROLE DE LA SIGNALISATION	106

10.2	CATEGORIES DE SIGNALISATION	106
10.3	TYPE DE SIGNALISATION	106
	CHAPITRE XI :DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	110
11	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	110
11.1	DEVIS ESTIMATIF	110
11.2	DEVIS QUANTITATIF	110
	CONCLUSION	111
	BIBLIOGRAPHIE	112

Liste des Figures

FIGURE 1:LE TRACEE DE LA RN07.....	2
FIGURE 2:WILAYA DE RELIZANE	3
FIGURE 3:WILAYA DE MASCARA	3
FIGURE 4: PHOTO SATELLITE ILLUSTRANT LA SECTION DU PROJET	6
FIGURE 5: PHOTO SATELLITE ILLUSTRANT LA TOPOGRAPHIE DU SITE.....	6
FIGURE 6 : LEVE TOPOGRAPHIQUE ROUTE EXISTANTE	8
FIGURE 7:LOGICIEL DE DESSIN AUTOCAD.....	10
FIGURE 8:LOGICIEL DE CONCEPTION TOPOGRAPHIQUE COVADIS	11
FIGURE 9: DETERMINATION DE L'ANGLE AU CENTRE.....	14
FIGURE 10:LES ELEMENTS D'UN RACCORDEMENT CIRCULAIRE	15
FIGURE 11: TRACE MODERNISATION	29
FIGURE 12: CLOTHOÏDE.....	40
FIGURE 13: ELEMENTS D'UN CLOTHOÏDE.....	40
FIGURE 14: CONDITION DE GAUCHISSEMENT	43
FIGURE 15: PROFIL EN LONG DE LA VARIANTE CHOISI.....	54
FIGURE 16: ELEMENT GEOMETRIQUE DU PROFIL EN LONG.....	55
FIGURE 17: LA COURBE DU PROFIL EN LONG.....	59
FIGURE 18: RACCORDEMENT PARABOLIQUE	59
FIGURE 19: DISTANCE DE FREINAGE.....	62
FIGURE 20: DISTANCE D'ARRET EN ALIGNEMENT DROIT.....	63
FIGURE 21: CORPS DE CHAUSSEE "MATERIAUX ET EPAISSEURS"	77
FIGURE 22: PROFIL EN TRAVERS.....	78
FIGURE 23:PROFIL EN TRAVERS TYPE.....	79
FIGURE 24: ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS	81
FIGURE 25:: NOTRE PROFIL EN TRAVERS TYPE DE LA VARIANTE CHOISIE EN ALIGNEMENT DROIT ET EN COURBE.....	83
FIGURE 26 : PROFIL EN TRAVERS EN DEBLAI.....	84
FIGURE 27: PROFIL EN TRAVERS TYPE MIXTE.....	85
FIGURE 28: PROFIL EN TRAVERS TYPE EN REMBLAI	85
FIGURE 29: IMPLANTATION PARTIE CIRCULAIRE	87
FIGURE 30: METHODE D'IMPLANTATION.....	30
FIGURE 31: DESCRIPTION DES SECTIONS DEBLAIS ET REMBLAIS.....	105
FIGURE 33: LIGNE DISCONTINUE	107
FIGURE 34: LIGNE D'AVERTISSEMENT	107
FIGURE 32: LIGNE CONTINUE	107
FIGURE 35: FLECHE DE RABATTEMENT	108
FIGURE 36: LIGNE DE RIVE TRAIT	108
FIGURE 37: FLECHE DIRECTIONNELLES	108

Liste des Tableaux

TABLEAU 1:FORMULES DE CALCULS DES ELEMENTS DE RACCORDEMENT CIRCULAIRE.....	16
TABLEAU 2:ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE	16
TABLEAU 3:TYPE DE TOPOGRAPHIE	17
TABLEAU 4:SINUOSITE.....	17
TABLEAU 5:VITESSE DE REFERENCE.....	18
TABLEAU 6:DEVERS	19
TABLEAU 7:VALEUR DU COEFFICIENT FT	19
TABLEAU 8:VALEUR DU COEFFICIENT "F"	19
TABLEAU 9:COORDONNEES DES SOMMETS DE L'AXE DE LA ROUTE EXISTANTE.....	20
TABLEAU 10:GISEMENT, DISTANCE DE LA ROUTE EXISTANTE.....	21
TABLEAU 11 :ELEMENTS DES RACCORDEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE.....	22
TABLEAU 12:ALIGNEMENT DROIT ET COURBES	22
TABLEAU 13: POURCENTAGE D'ALIGNEMENTS DROITS ET DE COURBE ROUTE EXISTANTE.....	23
TABLEAU 14:DENIVELEE CUMULEE MOYENNE.....	25
TABLEAU 15: L'ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EN FONCTION DU DENIVELE MOYENNEE LA SINUSITE	26
TABLEAU 16: VITESSE DE REFERENCE.....	26
TABLEAU 17:RECAPITULATIF DES PARAMETRES CINEMATQUES	27
TABLEAU 18: DES DEVERS DMAX ET DMIN POUR LES RAYONS HORIZONTAL.....	27
TABLEAU 19:TABLEAU RECAPITULATIF DES PARAMETRES CINEMATQUES	27
TABLEAU 20: LES RAYONS EN PLAN	27
TABLEAU 21: DENIVELEE CUMULEE.....	31
TABLEAU 21:CHOIX DES RAYONS	33
TABLEAU 22;COORDONNEES DES SOMMETS VARIANTE CHOISIE	33
TABLEAU 23: VALEURS DES GISEMENTS, DISTANCE ET ANGLES AU CENTRE	34
TABLEAU 24: ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES DE LA VARIANTE CHOISIE	34
TABLEAU 25 :LA LONGUEUR TOTALE DES ALIGNEMENTS DROITS LAD	35
TABLEAU 26: POURCENTAGE ALIGNEMENTS DROITS ET DE COURBE VARIANTE CHOISIE.....	36
TABLEAU 27:RAYONS EN PLAN.....	37
TABLEAU 28:RAYONS CHOISIS	38
TABLEAU 29:DEVERS ASSOCIE AU RAYON	38
TABLEAU 30: LES PARAMETRES DE LA CLOTHOIDE.....	41
TABLEAU 31:NON CHEVAUCHEMENT.....	43
TABLEAU 32:: VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT.....	44
TABLEAU 33: LES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE DE LA VARIANTE CHOISIE.....	45
TABLEAU 34:DEVERS EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT	47
TABLEAU 35:DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS DE LA VARIANTE CHOISI.....	49
TABLEAU 36:DEVERS EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT	49
TABLEAU 37:VARIATION DU DEVERS EN FONCTION DU RAYON.....	50

Suite de la liste des tableaux

TABLEAU 38: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 2	50
TABLEAU 39: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 3	51
TABLEAU 40: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 4	51
TABLEAU 41: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 7	52
TABLEAU 42: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 8	52
TABLEAU 43: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 10	52
TABLEAU 44: DEVERS EXTERIEUR ET INTERIEUR DU VIRAGE 14	53
TABLEAU 45: RAYON ,DECLIVITES	56
TABLEAU 46:: DECLIVITE MAXIMALE (B40).	57
TABLEAU 47: RAYONS EN ANGLE SAILLANT (B40)	58
TABLEAU 48: RAYONS EN ANGLE RENTRANT	58
TABLEAU 49: VALEUR DE FL	63
TABLEAU 50: TABLEAU RECAPITULATIF.....	65
TABLEAU 51: DISTANCE DE VISIBILITE DE MANGÈVRE DE DEPASSEMENT (B40).....	65
TABLEAU 52: P COEFFICIENT D'EQUIVALENCE POUR LE POIDS LOURDS, IL DEPEND DE LA NATURE DE LA ROUTE.	68
TABLEAU 53:: LES VALEURS DU COEFFICIENT K1 EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT	63
TABLEAU 54: LES VALEURS DU COEFFICIENT K2	63
TABLEAU 55: LES VALEURS DU COEFFICIENT K2	69
TABLEAU 56: LES DONNEES DE TRAFIC	70
TABLEAU 57: TRAFIC A L'ANNEE (2044) POUR UNE DUREE DE VIE 20 ANS.....	71
TABLEAU 58: RECAPITULATIFS DES RESULTATS	72
TABLEAU 59 : MATERIAUX ET COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE.....	73
TABLEAU 60: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE N 1	76
TABLEAU 62: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE N2.....	89
TABLEAU 63: : LES ELEMENTS D'IMPLANTATION CLOTHOÏDE « 02 »	91
TABLEAU 64: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 06	94
TABLEAU 65: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 07	95
TABLEAU 66: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 8	96
TABLEAU 67: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 10	97
TABLEAU 69: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 11	98
TABLEAU 70: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 12	99
TABLEAU 71: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 13	100
TABLEAU 72: ABSCISSES ET ORDONNEES SUR LA TANGENTE 14	101
TABLEAU 73: VOLUME DEBLAIS ET REMBLAIS.....	105
TABLEAU 74:: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	110



Dédicaces

Au nom d'Allah, le tout miséricordieux, le très miséricordieux.
Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné
le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce
modeste travail que je le dédie à :
Mes très chers parents, a mon frère qui m'ont soutenu et encouragé
durant toute ma vie.

Mes sœurs, Mes enfants et Mon marié

M. Kamel Nehar , M. Cherif mourad , M. Bouhaloufa, M. Kalil et M. Bensoula

Tous mes amis,
Tous mes collègues sans exception.
A vous ...merci

Nadia



Dédicaces

Je dédie le fruit de mon travail

A mes très chère parents ,

A ma femme ,

A mes enfants Sofiane ,Abdelerrahmen et la petite Nermine ,

A toute ma famille ,sans exception

A mon ami Chaida Mohamed ,

Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage d'art

Anssi qu'a toute la promotion du génie civil.

Mr Belbachir Abdel Malik

Remerciement

Nous tenons tous d'abord à remercier en premier lieu notre bon DIEU

pour son soutien total durant notre vie.

Un remerciement particulier va à Mr TALIA AHMED qui nous a fait l'honneur de nous encadrer grâce à sa compétence, à sa bonne volonté et pour ses conseils avisés tout au long de la réalisation de notre travail. Sans son assistance, ce travail n'aurait jamais vu ce jour.

Un remerciement va à tous les enseignants de génie civil qui ont contribué de près ou loin à notre formation durant notre cursus universitaire.

Enfin, nous remercions les gens de DTP de wilaya de Mostaganem.

*Mme MHAMED Nadia
Mr BELBACHIR Abd*

ملخص

يأتي مشروعنا الحالي في إطار التحضير لنيل شهادة الماجستير VOA .

الموضوع المختار هو "تحديث الطريق الوطني رقم 07 "RN07".

عملنا مقسم إلى جزئين:

الجزء الأول: نهتم بدراسة الطريق الحالي لمعرفة أسباب التحديث مع ملاحظة الخصائص الهندسية التي لا تلي معايير B40.

الجزء الثاني تطرقنا إلى تحديث الطريق الوطني رقم "RN07"07 مع إعطاء الطريق خصائص الطريق الوطني .

Résumé

Notre présent projet rentre dans le cadre de la préparation du diplôme de Mastère option VOA.

Le thème choisi s'intitule « Modernisation d'un tronçon de la route notionnel RN07 ».

Notre travail est divisé en deux parties :

La première : nous nous intéressons à l'étude de la route existante afin de connaître les causes de la modernisation tout en relevant les caractéristique géométrique ne répondant pas aux normes du B40.

Alors on entamera dans la deuxième (2^{ème}) parties la modernisation de la RN07 tout en donnant à la route les caractéristique d'une route Notionnel.

summary

Our present project comes within the framework of the preparation of the Master's degree option VOA.

The chosen theme is "Modernization of a notional section of the RN07 road".

Our work is divided into two parts:

The first: we are interested in the study of the existing road in order to know the causes of the modernization while noting the geometric characteristics that do not meet the B40 standards.

Then we will begin in the second (2nd) parts the modernization of the RN07 while giving the road the

INTRODUCTION GENERALE

Etant donné que les voies de communications sont aujourd'hui les sources même du développement d'un pays, les recherches et les études sur les tracés linéaires (routes, autoroutes,...) ont pris une importance considérable à travers le monde.

En Algérie, l'évolution démographique et la forte urbanisation ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

Le réseau routier Algérien occupe une place stratégique dans notre système de transport, puisqu'il supporte plus de 85% du volume de transport de marchandise et de voyageurs, c'est par conséquent, un élément essentiel et fondamental dans le processus de développement du pays.

En vue de préserver ce patrimoine routier, l'état alloue annuellement des sommes qui, certes sont considérables mais restent toujours insuffisantes au vu de l'état actuel du réseau, pour s'en moderniser, lequel accuse des dégradations subies par l'ancienneté des routes et les techniques de construction utilisées.

Les structures de chaussées en place non renouvelées à ce jour représentent une grande majorité du réseau qui supporte l'intense trafic actuel, c'est ce qui a poussé à mener des études de renouvellement des chaussées dégradées selon l'intensité du trafic supporté ; pour celles menées sur quelques sections de route dont le trafic est inférieur à 3000 véhicules par jour ont montré que le taux de rentabilité pour les types de renforcement lourd est faible, d'autres part l'état de dégradation avancée de ces sections faisait que les travaux d'entretien classique ne soient plus suffisants.

C'est précisément, ce type de route qu'il a été intéressant d'intégrer dans le cadre de la recherche d'une solution intermédiaire qui est *la technique de Modernisation*.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

1 Présentation du projet :

Le projet dans sa globalité porte sur l'étude de modernisation de la RN07 reliant la wilaya de Mascara à la wilaya de Relizane sur un linéaire d'environ 35 Km.

Cette section passe par la commune d' Elbordj .

Nous nous intéressant dans le présent mémoire à la modernisation d'un tronçon du projet global qui est d'une longueur d'environ **3.883** km, il prend son origine PK 0+000 pour prendre fin PK 3+883.

La RN 07 sa géométrie est constituée de plusieurs virages à faibles rayons.



Figure 1: le tracée de la RN07

1.1 Aperçu sur la wilaya de Relizane

La wilaya de Relizane se situe au nord-ouest du pays.

Elle est délimitée :

- au nord, par la wilaya de Mostaganem .
- à l'ouest, par la wilaya de Mascara .
- à l'est, par la wilaya de Chlef .
- au sud, par les wilayas de Tiaret et Tissemsilt.

Superficie : 4 870 km²

Population : 726 180 hab. (2008)

Communes : 38

Code wilaya : 48.

Wilayas limitrophes de la **wilaya de Relizane**

[Wilaya de Mostaganem](#)

[Wilaya de Chlef](#)



[Wilaya de Mascara](#)

[Wilaya de Tiaret](#)

[Wilaya de Tissemsilt](#)

1.1.1 Dairas de la wilaya de Relizane

La wilaya de Relizane compte 13 dairas.

1.1.2 Communes de la wilaya de Relizane

La wilaya de Relizane compte 38 communes



Figure 2:wilaya de Relizane

Aperçu sur la wilaya de Mascara :

1.1.3 Localisation

Mascara se trouve au nord-ouest de l'Algérie à 361 km de la capitale du pays, car il relie les différents états de l'ouest et du sud-ouest de manière à pouvoir être atteint par voie terrestre, aérienne et ferroviaire par la route d'Alger via Relizane (route nationale N°04 et route nationale N° 07 , Ain Fares)), depuis Oran via Siq (RN04), depuis Sidi Bel Abbès via Bouhanifiya (route nationale N°17), depuis Mostaganem via Mohammedia (route nationale N°17), depuis Saïda via (route nationale N° 07).

Elle occupe ainsi une excellente situation stratégique, économiquement et commercialement.

Elle est bordée à l'Est par la wilaya de Tiaret et la wilaya de Relizane, à l'Ouest par Sidi Bel Abbès, et par le Nord de la wilaya d'Oran et la wilaya de Mostaganem, et du Sud par l'état de Saïda ,se constituée de 47 communes réparties sur 16 Daïras.

Notre projet traversé la commune d' El Bordj qui est située à la limite de la wilaya de Relizane à l'extrême nord de la plaine de Ghriss au pied du massif des Monts des Beni-Chougrane à 13 km au nord de la ville de Tighennif.

Wilayas limitrophes de la wilaya de Mascara

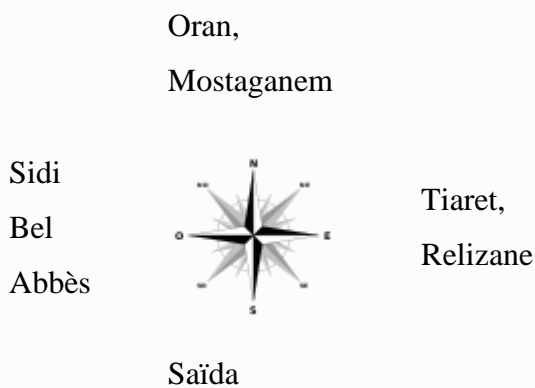


Figure 3:wilaya de Mascara

1.1.4 Climat

La wilaya a deux climats différents et est dominée par le climat méditerranéen chaud en été et un autre climat continental, chaud semi-aride qui est le climat du chef-lieu .

1.1.5 Démographie

Selon le recensement de 2008, la population de la wilaya de Mascara est de 784 073 habitants contre 407 663 en 1977, 5 communes dépassaient alors la barre des 25 000 habitants.

Dairas de la wilaya de Mascara

La wilaya de Mascara compte 16 dairas.

Communes de la wilaya de Mascara

La wilaya de Mascara compte 47 communes.

1.1.6 Le réseau routier

La commune est traversée par quatre routes nationales, RN6, RN7, RN04 et RN17A de sept directions différentes.

Une pénétrante autoroutière de 43 km est en construction de 2014 pour relier la ville à l'autoroute Est-Ouest au niveau de Sig

1.1.7 Relief de la wilaya :

La wilaya de Mascara fait partie intégrante de la région du Tell.

Sur le plan physique, elle présente quatre grandes zones distinctes:

- les plaines de Sig et de Habra au nord, couvrent 25 % du territoire de la Wilaya.
- les monts des Beni-Chougrane en amont, couvrent 32 % du territoire de la Wilaya.
- la plaine de Ghriss au centre, couvre 27 % du territoire de la Wilaya.
- les monts de Saïda au sud, couvrent 16 % du territoire de la Wilaya.

1.2 Description de projet :

A l'issue des visites effectuées sur le site du projet, il a été noté les remarques suivantes.

- le projet se situe sur un site à topographie plat.
- la largeur de la chaussée varie entre six mètres et sept mètres sur la majorité de la section.
- la route est caractérisée par une sinuosité et une pente moyenne.
- l'emprise du projet ne peut pas répondre aux besoins de trafic qui ne cesse d'augmenter d'année en année.

- la qualité de la chaussée qui est dégradée dans presque sa majorité ne répond pas aux exigences des caractéristiques d'une route nationale.
- une bonne partie des désordres sont dus essentiellement à un mauvais drainage des eaux de ruissellement et l'absence du système d'assainissement par endroit.
- absence de signalisation qui doit être réalisée dans sa totalité.



Figure 4: Photo satellite illustrant la section du projet

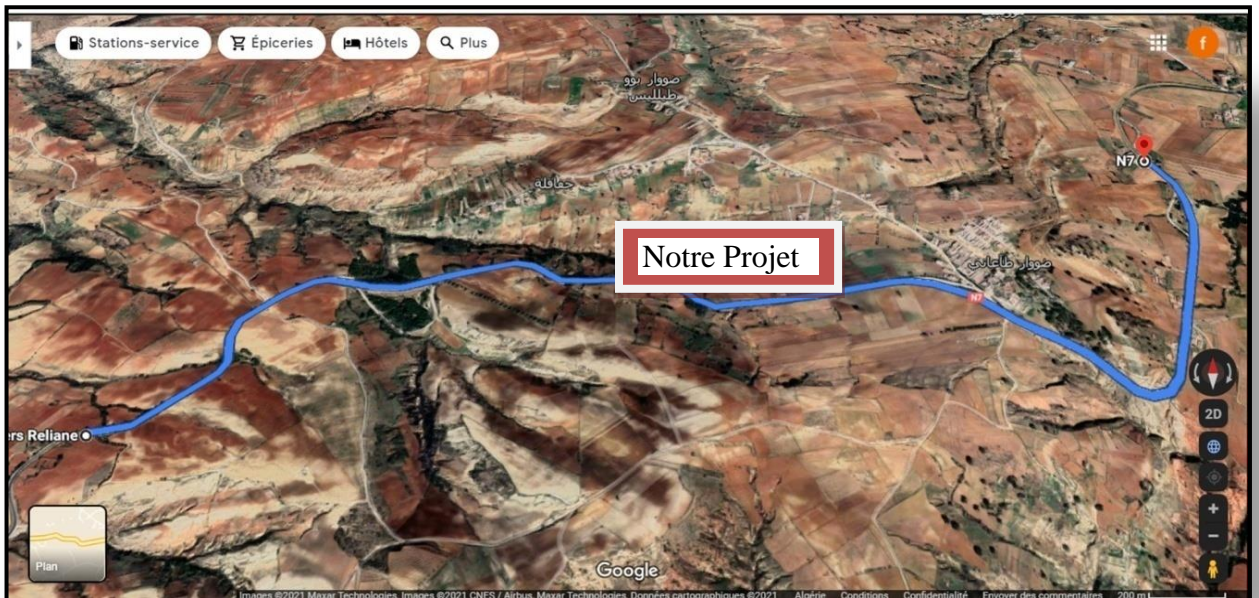


Figure 6: Photo satellite illustrant la topographie du site

1.3 Objectif du projet :

- ✓ L'objectif dans notre étude est la modernisation d'un tronçon de la RN07.
- ✓ Dans notre étude nous feront une analyse détaillée des caractéristiques géométriques existantes de la section de route en question et proposeront une amélioration en conséquence de toutes les valeurs planimétrique et altimétrique qui ne répondent pas aux normes d'une route nationale.
- ✓ On choisira un tracé en plan qui répondant au mieux à notre projet tenant compte des aspects topographique, physique et fonctionnels de la route.
- ✓ Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.
- ✓ D'accroître la sécurité routière des usagers.
- ✓ L'amélioration du niveau de service de la route .
- ✓ Soutenir les objectifs de développement économique de la wilaya, et de la région en générale.

1.4 DONNEES DE BASE

1.4.1 Plan topographique

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique.

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

Pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

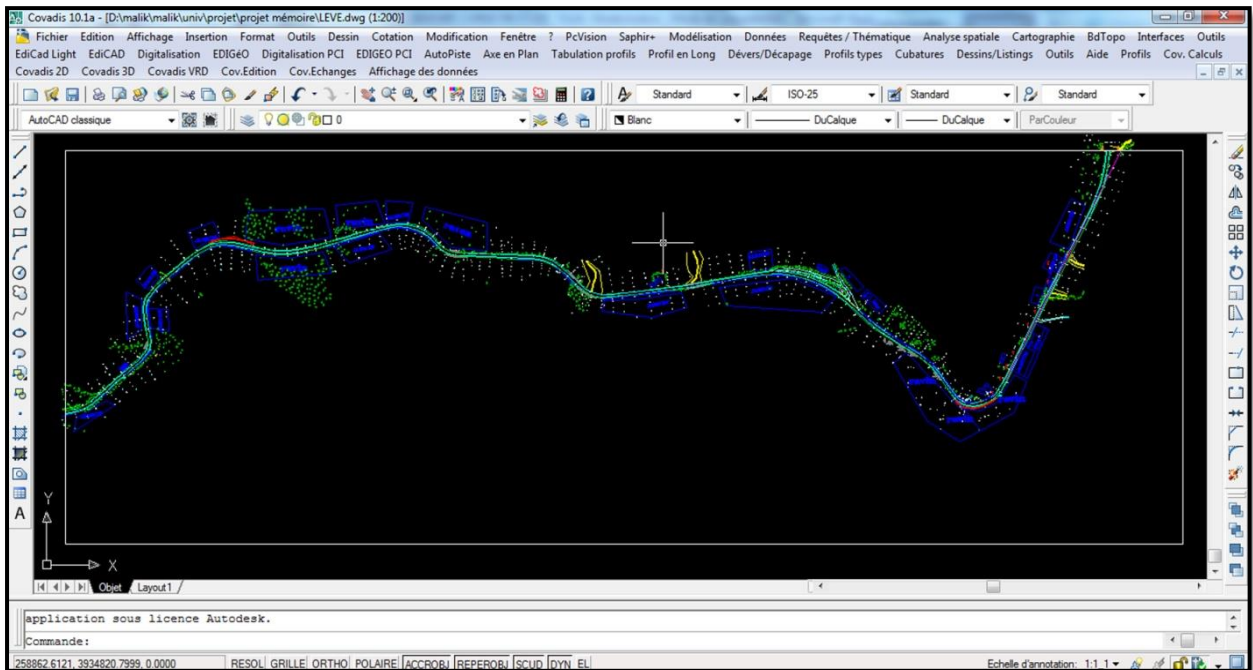


Figure 7 : levé topographique route existante

1.4.2 Trafic

- TMJA = **1787 V/J**
- Pourcentage de poids lourds : **10%**
- Taux d'accroissement = **6%**
- Durée d'étude et d'exécution : **03 ans**
- Durée de vie : **20 ans**
- Année de comptage : **2014.**

1.4.3 Indice CBR :

$$I = 7$$

1.4.4 Catégorie de la route

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route.

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.

Catégorie 2 : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

Catégorie 3 : Liaison des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2

Catégorie 4 : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

Catégorie 5 : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes

La catégorie de notre route : catégorie 1

1.5 Le Model Numérique du terrain (Voir Figure 8)

1.5.1 Environnement de travail

L'outil informatique est jugé indispensable pour ce genre d'étude, c'est l'occasion pour nous d'essayer de d'utiliser les logiciels comme AUTOCAD et COVADIS afin d'être à jour une fois recruté dans le monde professionnel.

1.5.2 Présentation des logiciels utilisés

1.5.2.1 AUTOCAD

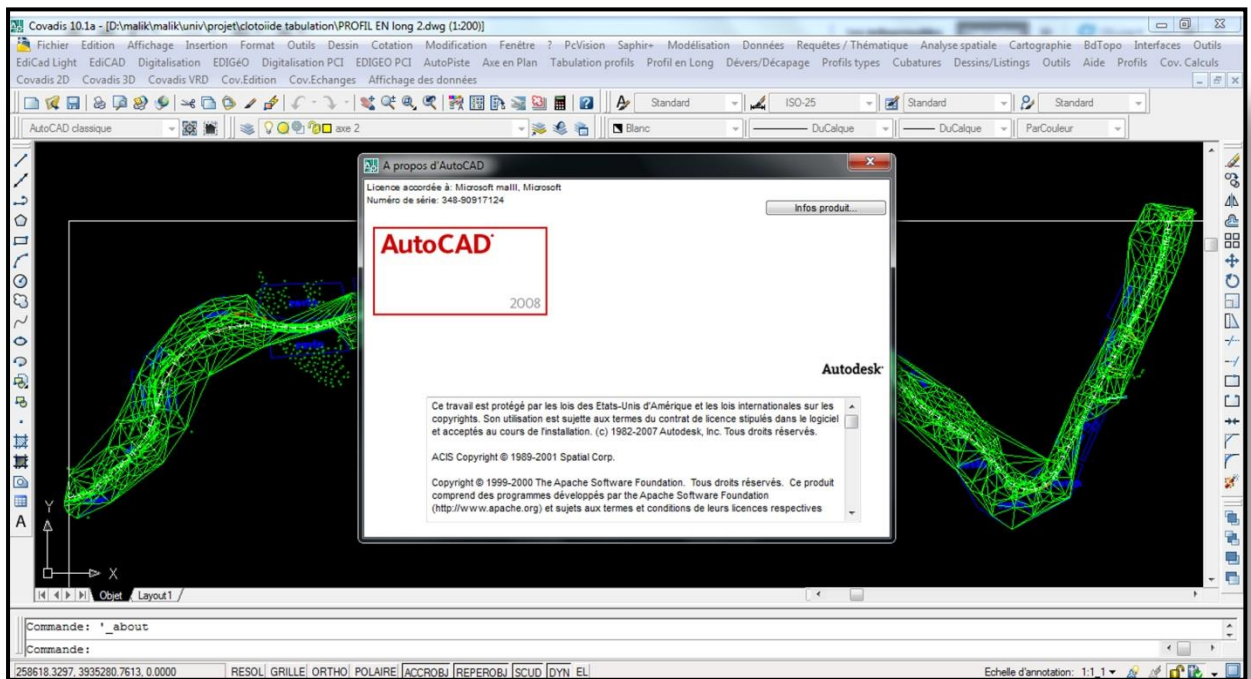


Figure 9:Logiciel de dessin AUTOCAD

Autocad est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur.

Le logiciel est édité par la société AutoDesk.

Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique, il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers.

C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- Industrie
- Cartographie et Topographie
- Électronique

- Architecture et Urbanisme
- Mécanique

1.5.2.2 COVADIS :

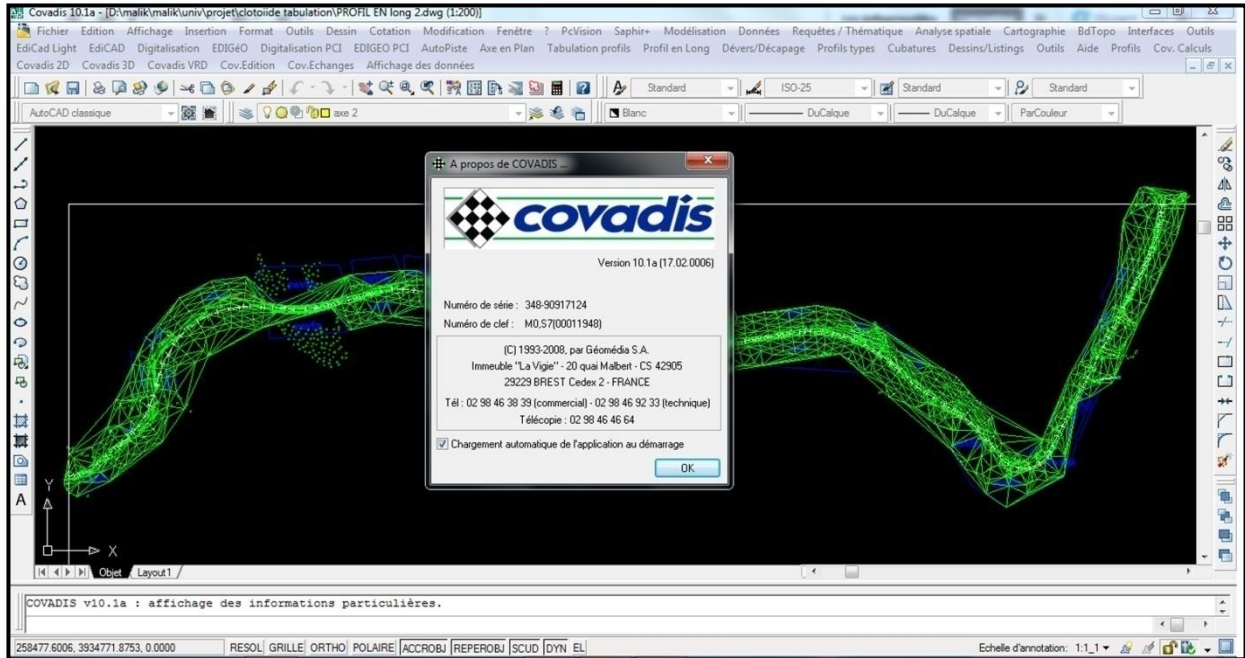


Figure 10:Logiciel de conception topographique COVADIS

COVADIS est un logiciel , simple et interactif de topographie et de conception VRD.

Il garanti une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plates-formes dynamiques et ses métrés automatiques, le temps consacré à nos études est réduit considérablement.

Toute modification d'un projet a posteriori régénère automatiquement le calcul et les métrés.

De l'avant-projet aux plans d'exécution, COVADIS nous permet d'optimiser, grâce à son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception.

Le logiciel COVADIS nous permet notamment de réaliser nos calculs tonométriques, nos plans topographiques, en plus nos projets.

Son utilisation reste toujours très simple pour des géomètres ou des projeteurs.

Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivantes :

- Topographie
- Dessin assisté
- Projets de lotissements
- Modèle Numérique de terrain
- Conception 3D
- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route)
- Réseaux d'assainissement
- Réseaux divers
- Giratoires et épures de giration
- Métrés et bordereaux
- Rendu 3D

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ROUTES

2 Introduction

L'étude de la route existante nous mènera sans doute à connaître les causes qui nous ont poussé à opter pour une modernisation de la route national RN07.

Pour cela nous essayerons de faire ressortir tous les paramètres ne respectant les normes du B40.

Notre tronçon est d'une longueur d'environ 3km 883 et se compose de 15 virages qui représentent une sinuosité moyenne.

La largeur de la chaussée est entre 6,00 m et 7.00 m.

Notre étude est axée sur les différentes étapes suivantes :

2.1 Les différentes étapes :

- ❖ Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route
- ❖ Mesure des longueurs des tangentes
- ❖ Détermination des rayons des parties circulaires
- ❖ Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- ❖ L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée
 - Sinuosité
- ❖ Vitesse de référence V_r
- ❖ Calcul des rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd}
- ❖ Conclusion

2.2 Calcul de l'axe

2.2.1 Détermination des coordonnées des sommets

Dans cette partie on relèvera à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centres de chaque raccordements ainsi que les longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétrique des virages de la route existante.

2.2.2 Calcul de gisements de distance et des angles au centre

2.2.2.1 Gisement

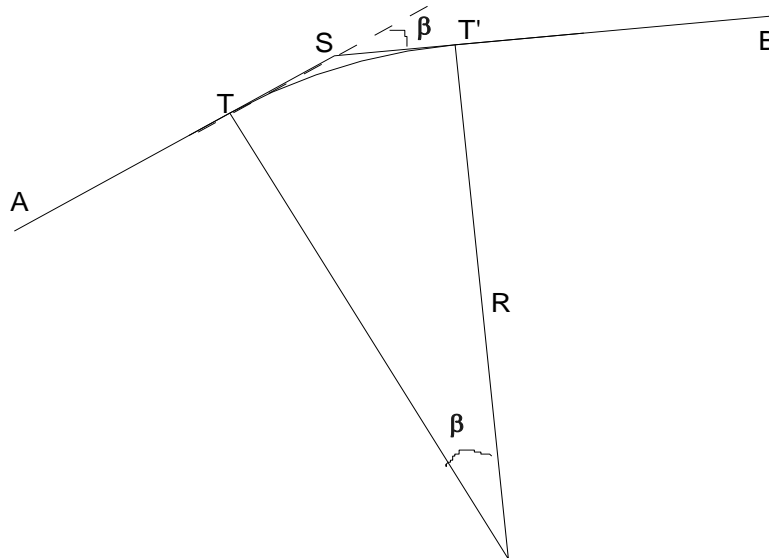


Figure 11: Détermination de l'angle au centre

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S_1S_2

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

2.2.2.2 Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

2.2.2.3 L'angle au centre D'après le cas de figure 9 :

L'angle au centre β est donné par $\beta = \text{GSB} - \text{GAS}$

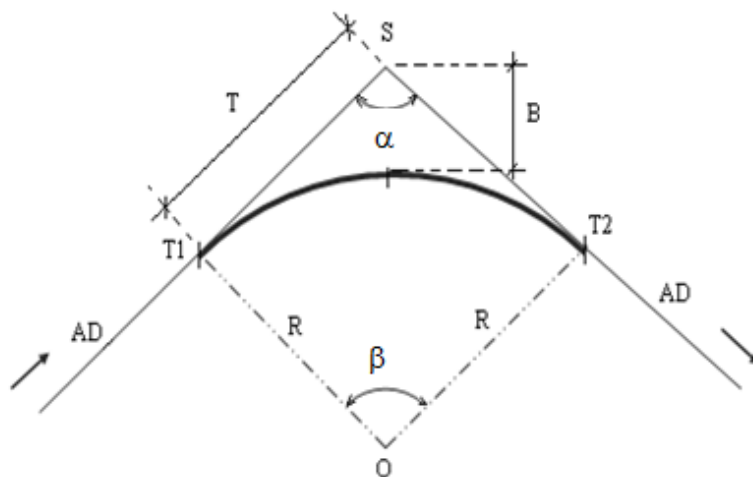
2.2.3 Tracé en plan

Il met en évidence les longueurs des sections rectilignes, tracé et la valeur des rayons de courbure dans les virages.

Le tracé en plan est composé de :

- ✓ Alignements droits,
- ✓ Arcs de cercle,
- ✓ Courbes à courbures progressives (clothoïde) .

2.2.4 Détermination des éléments des Raccordements



Les éléments d'un raccordement circulaire

- α = angle au sommet
- R = rayon
- T = tangente
- B = bissectrice
- D = développement

Figure 12:les éléments d'un raccordement circulaire

2.2.4.1 Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

La tangente	$ST = ST' = R.tg \frac{\beta}{2}$
Bissectrice	$Biss = R. \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$
La développée	$D = \frac{\pi.\beta^{deg}.R}{180} = \frac{\pi.\beta^{Grad}.R}{200} = R\beta^{rd}$
La flèche	$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

Tableau 1:Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

2.3 Environnement de la route

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d’environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

Environnement :			
Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 2:Environnement de la route existante

2.3.1 Dénivelée cumulée moyenne

La somme des dénivelées cumulées, le long de l’itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief (B40).

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie

Dénivelé cumulée		
N°	Classification du terrain	Dénivelé Cumulée
1	Plat	$D_c < 1.5\%$
2-a	Plat mais inondable	$D_c = 1.5\%$
2-b	Terrain Vallonné	$1.5\% < D_c < 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

Tableau 3: Type de topographie

2.3.2 Sinuosité

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

Sinuosité :		
N°	Classification	Sinuosité
1	faible	$\sigma \leq 0.10$
2	moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	forte	$\sigma > 0.30$

Tableau 4: Sinuosité

2.3.3 Vitesse de référence

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes.

Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques.

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement
- Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer la vitesse de référence.

Vitesse de Référence Vr :		
Env/ Cat	E1	E2
Cat 1	120-100-80	100-80-60
Cat 2	120-100-80	100-80-60
Cat 3	120-100-80	100-80-60
Cat 4	100-80-60	80-60-40
Cat 5	80-60-40	60-40

Tableau 5: Vitesse de référence

2.4 Courbes en plan

2.4.1 Le rayon minimal absolu RHm

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

2.4.2 Le rayon minimal normal RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure.

Il lui est associé un dévers égal à $d_{max} - 2\%$ pour les catégories 1-2-3 et 4.

Ce dévers est réduit à 6% (= $d_{max} - 3\%$) pour la catégorie 5.

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d)}$$

2.4.3 Le rayon au devers minimal RHd

RHd est le rayon au delà du quel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : - d min %)

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot dmin)}$$

2.4.4 Le rayon non déversé RHnd

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse $V = Vr$ et présente un dévers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

2.5 Des dévers dmax et dmin

Tableau des dévers des dévers max pour les rayons horizontal			
Dévers	C1	C2	C3
dmin	-2,5%	-2,5%	-3,0%
dmax	7,0%	7,0%	8,0%

Tableau 6: Dévers

2.5.1 Détermination du coefficient transversal ft

Détermination du coefficient transversal ft						
Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,220	0,160	0,130	0,110	0,100	0,090
CAT 3-4-5	0,220	0,180	0,150	0,125	0,110	/

Tableau 7: Valeur du coefficient ft

2.5.2 Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie

Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie					
Catégorie	1	2	3	4	5
F''	0,060	0,060	0,070	0,075	0,075

Tableau 8: Valeur du coefficient "F"

2.6 Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm.

On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

2.7 Pourcentage Alignement Droit

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est le plus court, mais ce tracé représente des inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons.

Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route.

Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 et 60 %

2.8 APPLICATION AU PROJET

2.9 Coordonnées des points de sommet de la route existante

Sommets	X (m)	Y (m)	Sommets	X (m)	Y (m)
A	257167,87	3934344,58	S9	258665,17	3934665,01
S1	257218,17	3934350,88	S10	258944,41	3934700,04
S2	257410,04	3934518,00	S11	259268,82	3934756,33
S3	257384,30	3934661,35	S12	259470,56	3934580,84
S4	257577,54	3934831,15	S13	259612,82	3934487,17
S5	257792,54	3934785,30	S14	259763,63	3934296,22
S6	258156,93	3934886,68	S15	260112,20	3934982,20
S7	258248,97	3934790,72	B	260125,04	3935080,44
S8	258542,69	3934778,01			

Tableau 9: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

2.10 Détermination des rayons en plan

Le tracé de la route existante est composé de quinze virage (15) virages.

Les valeurs des rayons relevés à partir des éléments graphiques sont :

$$ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \Leftrightarrow R = \frac{ST}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}$$

2.11 Calcul de Gisements, de distance et d'angles au centre de la route existante

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	50,2988	6,3020	92,0651			50,69
S1-S2	191,8691	167,1207	54,3819	β_1	37,6832	254,45
S2-S3	-25,7412	143,3435	388,6883	β_2	65,6936	145,64
S2-S4	193,2445	169,8023	54,1050	β_3	65,4167	257,25
S4-S5	215,0005	-45,8542	113,3771	β_4	59,2721	219,84
S5-S6	364,3888	101,3850	82,7241	β_5	30,6530	378,23
S6-S7	92,0411	-95,9570	151,3259	β_6	68,6018	132,96
S7-S8	293,7133	-12,7119	102,7536	β_7	48,5723	293,99
S8-S9	122,4878	-113,0001	147,4365	β_8	44,6829	166,65
S9-S10	279,2339	35,0311	92,0548	β_9	55,3817	281,42
S10-S11	324,4123	56,2896	89,0627	β_{10}	2,9921	329,26
S11-S12	201,7366	-175,4917	145,5780	β_{11}	56,5153	267,39
S12-S13	142,2625	-93,6667	137,0680	β_{12}	8,5100	170,33
S13-S14	150,8105	-190,9505	157,4430	β_{13}	20,3750	243,32
S14-S15	348,5740	685,9798	29,9300	β_{14}	127,5130	769,46
S15-B	12,8363	98,2342	8,2719	β_{15}	21,6581	99,07

Tableau 10: gisement, distance de la route existante

2.12 Calculs des éléments des raccordements de la route existante

Rayon (m)	β ($\gamma\rho$)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	flèche (m)
150	37,6832	45,74	88,79	6,82	6,52
70	65,6936	39,70	72,23	10,48	9,11
80	65,4167	45,15	82,21	11,86	10,33
150	59,2721	75,35	139,66	17,86	15,96
300	30,6530	73,65	144,45	8,91	8,65
130	68,6018	77,71	140,09	21,46	18,42
100	48,5723	40,11	76,30	7,75	7,19
100	44,6829	36,61	70,19	6,49	6,09
100	55,3817	46,46	86,99	10,27	9,31
800	2,9921	18,80	37,60	0,22	0,22
300	56,5153	142,66	266,32	32,19	29,07

600	8,5100	40,16	80,20	1,34	1,34
160	20,3750	25,82	51,21	2,07	2,04
85	127,5130	132,81	170,25	72,68	39,18
500	21,6581	85,88	170,10	7,32	7,22
Σ		926,61	1676,59		

Tableau 11 : éléments des raccordement de la route existante

Alignement droit (m)		Courbes (m)
AT₁	4.9542	
T'₁T₂	169.0045	88.7889
T'₂T₃	60.7855	72.2338
T'₃T₄	136.7491	82.2050
T'₄T₅	70.8311	139.6566
T'₅T₆	226.8638	144.4490
T'₆T₇	15.1365	140.0873
T'₇T₈	217.2653	76.2972
T'₈T₉	83.5763	70.1877
T'₉T₁₀	216.1548	86.9933
T'₁₀T₁₁	167.8012	37.5999
T'₁₁T₁₂	84.5686	266.3218
T'₁₂T₁₃	104.3425	80.2044
T'₁₃T₁₄	84.6846	51.2080
T'₁₄T₁₅	550.7680	170.2525
T'₁₅B	13.1883	170.1023
Σ	2206,6743m	1676,5877m

Tableau 12:Alignement droit et Courbes

2.12.1 La longueur totale des alignements droits : L_{AD}

$$L_{AD} = 2206,6743m$$

2.12.2 La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$L_C = 1676,5877m$$

2.12.3 La longueur totale de tracé :

$$L_t = 2206,73 m + 1676,59 m = 3883,32 m$$

2.12.4 Pourcentage d'alignement droit :

$$(\%) \text{ alignement Droit} = 56,83\%$$

2.12.5 Pourcentage courbe :

(%) Courbe = 43,17%

Longueur des alignements droits	2206,73 m
Longueur des courbes	1676,59 m
Longueur totale	3883,32 m
Pourcentage Alignement droit	56,83%
Pourcentage Courbe	43,17%

Longueur Totale	Pourcentage des Alignements Droit	Pourcentage des Courbes
3883,27	56,83% %	43,17 %

Tableau 13: pourcentage d'alignements droits et de courbe route existante

2.13 Environnement de la route

2.13.1 Dénivelée cumulée moyenne :

$$Dc = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

N°Profil	Distances entre profil	Altitudes	Dn
1	0.0000	814,46	
2	50.0000	818,17	3,71
3	50.0000	820,70	2,53
4	50.0000	823,08	2,37
5	50.0000	824,78	1,71
6	50.0000	824,84	0,06
7	50.0000	824,47	-0,37
8	50.0000	824,63	0,15
9	50.0000	824,67	0,05
10	50.0000	824,61	-0,06
11	50.0000	824,62	0,02
12	50.0000	823,84	-0,79
13	50.0000	821,63	-2,21
14	50.0000	819,44	-2,19
15	50.0000	817,05	-2,39
16	50.0000	814,97	-2,08
17	50.0000	812,33	-2,64
18	50.0000	808,72	-3,61
19	50.0000	809,31	0,59

20	50.0000	809,25	-0,05
21	50.0000	809,89	0,64
22	50.0000	811,29	1,40
23	50.0000	811,85	0,56
24	50.0000	812,25	0,40
25	50.0000	812,77	0,52
26	50.0000	814,45	1,69
27	50.0000	817,03	2,57
28	50.0000	820,82	3,79
29	50.0000	822,48	1,67
30	50.0000	825,32	2,84
31	50.0000	827,62	2,29
32	50.0000	830,07	2,46
33	50.0000	831,92	1,85
34	50.0000	833,25	1,33
35	50.0000	834,32	1,07
36	50.0000	835,79	1,47
37	50.0000	836,97	1,17
38	50.0000	838,21	1,24
39	50.0000	840,34	2,14
40	50.0000	841,88	1,54
41	50.0000	844,19	2,31
42	50.0000	844,55	0,36
43	50.0000	846,11	1,56
44	50.0000	847,68	1,57
45	50.0000	849,34	1,66
46	50.0000	851,06	1,72
47	50.0000	852,59	1,53
48	50.0000	854,54	1,95
49	50.0000	855,68	1,14
50	50.0000	856,67	0,99
51	50.0000	856,95	0,27
52	50.0000	856,46	-0,49
53	50.0000	855,30	-1,16
54	50.0000	853,37	-1,93
55	50.0000	850,99	-2,37
56	50.0000	848,33	-2,66
57	50.0000	846,39	-1,95
58	50.0000	843,40	-2,98
59	50.0000	840,91	-2,49
60	50.0000	838,56	-2,35
61	50.0000	835,77	-2,79
62	50.0000	832,37	-3,40
63	50.0000	830,20	-2,18
64	50.0000	827,83	-2,37
65	50.0000	825,40	-2,43

66	50.0000	823,11	-2,29
67	50.0000	820,81	-2,30
68	50.0000	819,63	-1,18
69	50.0000	815,32	-4,31
70	50.0000	812,74	-2,58
71	50.0000	812,08	-0,66
72	50.0000	808,66	-3,42
73	50.0000	806,26	-2,40
74	50.0000	803,80	-2,46
75	50.0000	801,59	-2,21
76	50.0000	799,47	-2,13
77	50.0000	797,08	-2,38
78	50.0000	793,58	-3,50
79	33.2687	793,34	-0,24
	3883,27	Σ	21,13
		DC =	0,54 %

Tableau 14:Dénivelée cumulée moyenne

DC = 0,54 %

Le terrain est donc : **Terrain Plat**

2.14 Calcul de la sinuosité

$$\sigma = \frac{Ls}{L}$$

Avec :

Ls : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m

L : la longueur total de la route

$Ls = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$

Ls	977,92 m
$\sigma =$	0,25

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{977,92}{3883,27} = 0,25 \rightarrow \sigma = 0,25$$

$0.10 < \sigma \leq 0.30 \rightarrow$ **Sinuosité moyenne**

L'environnement est déterminé à partir de la sinuosité et le dénivelé cumulé moyenne d'après le tableau suivant:

2.15 Environnement :

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 15: L'environnement de la route en fonction du dénivelé moyennée la sinuosité

Dans notre cas nous avons :

Terrain est: **Plat**
 Sinuosité : **moyenne**

} ⇒ Ce qui nous donne un environnement **E2**

L'environnement de la route existante est : **E2**

2.16 La vitesse est donc en fonction de :

- ✓ La catégorie.
- ✓ L'environnement.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse de référence :

Vitesse de Référence Vr :		
Env/ Cat	<u>E1</u>	<u>E2</u>
Cat 1	120-100-80	100-80-60
Cat 2	120-100-80	100-80-60
Cat 3	120-100-80	100-80-60
Cat 4	100-80-60	80-60-40
Cat 5	80-60-40	60-40
CAT 1	Vr	80 km/h
Env E2		

Tableau 16: Vitesse de référence

2.16.1 Vitesse de référence :

La catégorie : **1**
 L'environnement : **E2** } **Vitesse Vr = 80 km/h**

2.17 Les rayons en plan :

2.17.1 Récapitulatif des paramètres cinématiques :

Détermination du coefficient transversal ft						
Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,220	0,160	0,130	0,110	0,100	0,090
CAT 3-4-5	0,220	0,180	0,150	0,125	0,110	/

Tableau 17:récapitulatif des paramètres cinématiques

2.17.2 Détermination des dévers dmax et dmin

Tableau des dévers des dévers max pour les rayons horizontal			
Dévers	C1	C2	C3
<i>dmin</i>	-2,5%	-2,5%	-3,0%
<i>dmax</i>	7,0%	7,0%	8,0%

Tableau 18: des dévers dmax et dmin pour les rayons horizontal

Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie					
Catégorie	1	2	3	4	5
F''	0,060	0,060	0,070	0,075	0,075

dmax	Dmin	Ft	F''
7,0%	-2,5%	0,130	0,060

Tableau 19:Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

2.18 Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm.

On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

Rayons	Calculé	Normes B40
RHm =	251,97 m	250 m
RHN =	437,45 m	450 m
RHd =	1007,87 m	1000 m
RHnd =	1439,82 m	1400 m

Tableau 20: les rayons en plan

Conclusion

L'étude de la route existante présente certaines caractéristiques ne répondant pas aux normes B40.

On a relevé à partir de l'étude de l'existant ce qui suit :

Les rayons :

Pour une route de catégorie donnée, aucun rayon ne doit être inférieur au rayon minimal absolu R_{hm} on doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égales au rayon minimal normal R_{HN} .

- ✓ **On a 15 virage dont dix virage (10) d'entre eux ou les rayons sont inférieur au rayon minimal absolu R_{HM} .**

Alignement droit et courbes :

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

$L_{min} \geq 5 \cdot V_r$ (vitesse de référence)

- ✓ **$L_{min1} = 136,74m \leq 5 \cdot V_r$ condition non vérifié .**

- ✓ **l'état de dégradation avancée des sections faisait que les travaux d'entretien classique ne soient plus suffisants.**

Pourcentage Alignement droit 56,83%.

Pourcentage Courbe 43,17% .

A cet effet pour assurer la sécurité, le confort, respecter les normes B40 et donner à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter, diminuer le temps du déplacement garantir une meilleure fluidité de la circulation ,il faut modifier le tracé dans les parties dangereuse et recalculer l'épaisseur pour adopter au trafic actuel et l'augmentation des rayons en plan dont la mesure du possible car il existe des ravins dans les deux coté du tançons ainsi que les domaines privée ; c'est la solution qui nous proposons pour résoudre tout ces problèmes.

Chapitre III : Modernisation du tracé

3 Modernisation du tracé en plan :

Le tracé existant est caractérisé par des successions d'alignements et courbes de faibles rayons qui varient entre $R = 70$ m et $R = 80$ m , des virage successive de même sens qui ne respect pas les normes de B40, une chaussé dégradé sur le long du tracé .

la modernisation tracé en plan consistent à l'amélioration du tracé en augmentant les rayons des virages, respecté les condition d'alignement droit, tout ceci pour garantir une vitesse de référence de 80km/h .

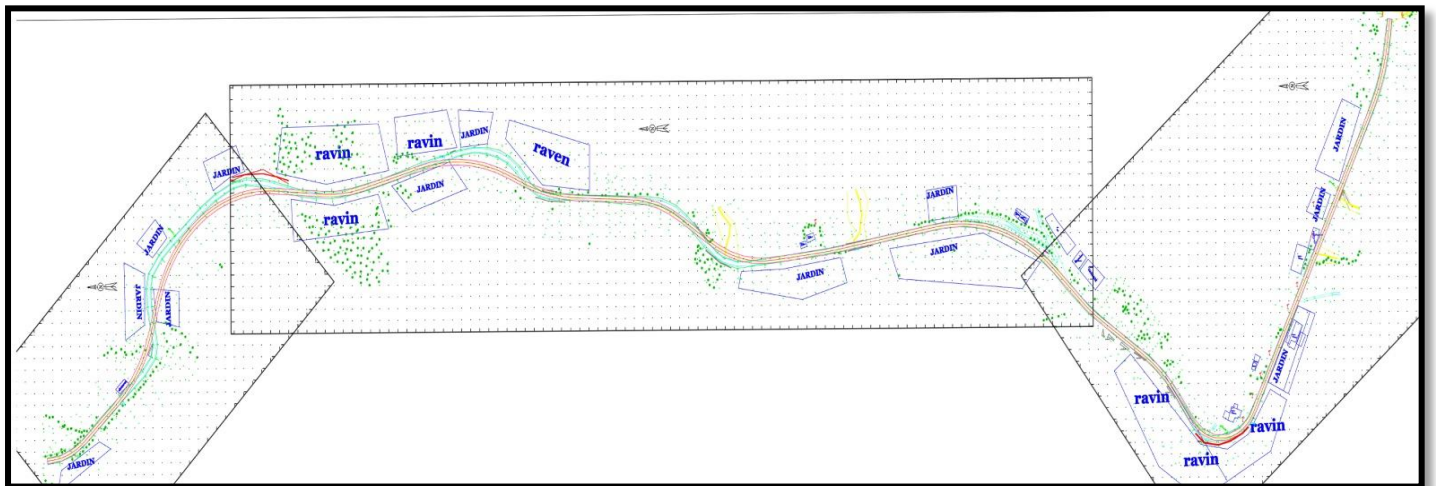


Figure 13: Tracé modernisation

3.1 Environnement de la route

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

3.2 Dénivelée cumulée moyenne :

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L}$$

N° Profil	Distance partielle	Distance cumulée	Z TN	Dn
1	0,00	0,00	814,49	
2	50,00	50,00	818,30	3,81
3	50,00	100,00	820,67	2,37
4	50,00	150,00	823,06	2,38
5	50,00	200,00	824,71	1,66
6	50,00	250,00	823,83	-0,88
7	50,00	300,00	821,01	-2,82
8	50,00	350,00	824,69	3,68
9	50,00	400,00	827,48	2,79
10	50,00	450,00	827,77	0,29
11	50,00	500,00	825,29	-2,49
12	50,00	550,00	824,39	-0,89
13	50,00	600,00	823,30	-1,10
14	50,00	650,00	821,70	-1,60
15	50,00	700,00	819,70	-2,00
16	50,00	750,00	812,49	-7,20
17	50,00	800,00	809,59	-2,90
18	50,00	850,00	808,58	-1,01
19	50,00	900,00	809,19	0,61
20	50,00	950,00	809,78	0,58
21	50,00	1000,00	811,05	1,27
22	50,00	1050,00	811,75	0,70
23	50,00	1100,00	812,25	0,50
24	50,00	1150,00	815,75	3,50
25	50,00	1200,00	819,64	3,89
26	50,00	1250,00	824,36	4,72
27	50,00	1300,00	821,28	-3,08
28	50,00	1350,00	822,79	1,50
29	50,00	1400,00	825,72	2,94
30	50,00	1450,00	828,18	2,46
31	50,00	1500,00	830,53	2,34
32	50,00	1550,00	832,29	1,76

33	50,00	1600,00	832,75	0,46
34	50,00	1650,00	834,67	1,92
35	50,00	1700,00	835,78	1,11
36	50,00	1750,00	832,60	-3,18
37	50,00	1800,00	838,20	5,60
38	50,00	1850,00	840,97	2,77
39	50,00	1900,00	842,67	1,70
40	50,00	1950,00	844,94	2,27
41	50,00	2000,00	845,46	0,52
42	50,00	2050,00	846,55	1,09
43	50,00	2100,00	849,11	2,56
44	50,00	2150,00	850,14	1,03
45	50,00	2200,00	851,76	1,62
46	50,00	2250,00	853,30	1,54
47	50,00	2300,00	854,79	1,50
48	50,00	2350,00	856,14	1,34
49	50,00	2400,00	856,90	0,77
50	50,00	2450,00	856,84	-0,06
51	50,00	2500,00	856,44	-0,40
52	50,00	2550,00	854,61	-1,83
53	50,00	2600,00	852,39	-2,22
54	50,00	2650,00	849,87	-2,52
55	50,00	2700,00	847,26	-2,61
56	50,00	2750,00	844,78	-2,47
57	50,00	2800,00	842,81	-1,97
58	50,00	2850,00	841,46	-1,35
59	50,00	2900,00	838,14	-3,32
60	50,00	2950,00	834,55	-3,58
61	50,00	3000,00	831,62	-2,93
62	50,00	3050,00	829,80	-1,82
63	50,00	3100,00	826,99	-2,81
64	50,00	3150,00	824,84	-2,15
65	50,00	3200,00	822,23	-2,62
66	50,00	3250,00	819,94	-2,28
67	50,00	3300,00	818,28	-1,67
68	50,00	3350,00	814,56	-3,72
69	50,00	3400,00	812,87	-1,69
70	50,00	3450,00	810,39	-2,48
71	50,00	3500,00	807,68	-2,71
72	50,00	3550,00	805,33	-2,35
73	50,00	3600,00	802,77	-2,56

74	50,00	3650,00	800,87	-1,90
75	50,00	3700,00	798,57	-2,30
76	50,00	3750,00	795,49	-3,08
77	50,00	3800,00	792,65	-2,84
78	14,88	3814,88	793,34	0,70
			Σ	21,15m
			DC	0,55%

Tableau 21: Dénivelée cumulée

3.3 Dénivelée cumulée

$$Dh = 21,15m \text{ m}$$

$$LT = 3814,88 \text{ m}$$

$$DC = 0,55\%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie (Voir tableau 4 de la page 17)

Terrain est: **Terrain Plat** .

3.4 Sinuosité :

$$\sigma = \frac{Ls}{LT}$$

$$Ls = 474,7761 \text{ m}$$

$$LT = 3814,88m$$

$$\sigma = \frac{474,7761}{3814.88} = 0,12$$

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité. (Voir tableau 4 de la page 17)

Sinuosité : **moyenne**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

Notre variante est de catégorie 1 et environnement 2

Dans notre cas nous avons :

Terrain **plat**

Sinuosité **moyen**

Vitesse de référence (voir tableau 5 de la page 18)

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

3.5 Rayon en plan Norme B40

Rayon Minimal Absolu : **RHm = 250.00 m**

Rayon Minimal Normal : **RHN = 450.00 m**

Rayon Minimal Déversé : **RHd = 1000.00 m**

Rayon Non Déversé : **RHnd = 1400.00 m**

3.5.1 Le choix des rayons

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁
120 m	250 m	250 m	250m	300 m	350m	200m	200m	800m	300m	300

R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄
300 m	80 m	350 m

Tableau 22: choix des rayons

3.6 Les coordonnées des sommets

Sommet	X (m)	Y (m)
A	257167,8720	3934344,4542
S1	257219,4025	3934350,8840
S2	257377,9368	3934491,3505
S3	257467,2960	3934815,1998
S4	257821,1394	3934794,0236
S5	258091,4357	3934866,5003
S6	258272,5883	3934788,6729
S7	258513,4906	3934780,8030
S8	258692,3035	3934668,6547
S9	258888,1900	3934691,0736
S10	259274,1346	3934757,4393
S11	259465,2687	3934583,1624

S12	259621,7746	3934483,1774
S13	259762,3527	3934294,8821
S14	260112,4164	3934982,2887
B	260125,0812	3935080,4383

Tableau 23; Coordonnées des sommets variante choisie

3.7 Les calculs de gisements et des angles au centre :

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Formules Utilisées : Voir page 14 et 15

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	51,53	6,43	92,0973			51,93
S1-S2	158,53	140,47	53,8422	β_1	38,2551	211,81
S2-S3	89,36	323,85	17,1397	β_2	36,7025	335,95
S2-S4	353,84	-21,18	103,8054	β_3	86,6657	354,48
S4-S5	270,30	72,48	83,3221	β_4	20,4833	279,84
S5-S6	181,15	-77,83	125,8328	β_5	42,5107	197,16
S6-S7	240,90	-7,87	102,0790	β_6	23,7538	241,03
S7-S8	178,81	-112,15	135,6613	β_7	33,5823	211,07
S8-S9	195,89	22,42	92,7456	β_8	42,9157	197,17
S9-S10	385,94	66,37	89,1589	β_9	3,5867	391,61
S10-S11	191,13	-174,28	147,0652	β_{10}	57,9063	258,66
S11-S12	156,51	-99,98	136,1920	β_{11}	10,8732	185,72
S12-S13	140,58	-188,30	159,1729	β_{12}	22,9809	234,98
S13-S14	350,06	687,41	29,9862	β_{13}	129,1867	771,41
S14-B	12,66	98,15	8,1695	β_{14}	21,8167	98,96
Σ						4021,78 m

Tableau 24: Valeurs des gisements, distance et angles au centre

3.7.1 Détermination des éléments des Raccordements circulaire

Tableau des résultats (Formules Utilisées : Voir la page 16)

Rayons Choisis (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
120	37,18	72,11	5,63	5,38
250	74,13	144,13	10,76	10,32
250	202,44	340,34	71,69	55,71
250	40,57	80,44	3,27	3,23
300	104,06	200,33	17,53	16,57
350	66,06	130,59	6,18	6,07
200	54,01	105,50	7,16	6,92
200	70,09	134,82	11,92	11,25

800	22,54	45,07	0,32	0,32
300	146,69	272,88	33,95	30,49
300	25,68	51,24	1,10	1,09
300	54,74	108,29	4,95	4,87
80	128,70	162,34	71,53	37,77
350	60,57	119,94	5,20	5,13
Σ	1087,46 m	1968,02 m		

Tableau 25: Eléments des raccordements circulaires de la variante choisie

3.7.2 La longueur totale des alignements droits : LAD

La longueur totale des alignements droits : L_{AD}

A-T1	14,7499	T'5-T6	27,0395	T'10-T11	86,2826
T'1-T2	100,5009	T'6-T7	120,9567	T'11-T12	105,2925
T'2-T3	59,3784	T'7-T8	86,976	T'12-T13	51,5448
T'3-T4	111,4641	T'8-T9	104,5375	T'13-T14	582,1482
T'4-T5	135,2161	T'9-T10	222,3729	T'14-B	38,3977

Tableau 26 :La longueur totale des alignements droits LAD

$$LAD = AT1+ T'1T2+ T'2-T3+ T'3-T4+ T'4-T5+ T'4-T5+ T'5-T6+ T'6-T7+ T'7-T8+ T'8-T9+ T'9-T10+ T'10-T11+ T'11-T12+ T'12-T13+ T'13-T14+ T'14-B T'2B$$

$$LAD = 14,7499+100,5009+59,3784+111,4641+135,2161+27,0395+120,9567+86,976$$

$$+104,5375+222,3729+86,2826+51,5448+582,1482+38,3977$$

$$L_{AD} = 1846,8578m$$

3.7.3 La longueur totale des arcs de cercles : LC

La longueur totale des arcs de cercles : L_C

$$LC = D_1 + D_2 + \dots + D_n$$

$$LC = 72,1092 + 144,1307 + 340,3356 + 80,4376 + 200,3266 + 130,5931 + 105,5021 + 134,824 + 45,0707 + 272,877 + 51,239 + 108,2951 + 162,3408 + 119,9435$$

$$L_C = 1968,025m$$

3.7.4 La longueur totale du tronçon : LT

La longueur totale du tronçon : L_T

$$L_T = L_{AD} + L_C = 1846,8578m + 1968,025m$$

$$L_T = 3814,88m$$

3.7.5 Pourcentage Alignement droit

% alignement Droit = 48.4 1%.....20 % ≤ 48.41% ≤ 60 %

3.7.6 Pourcentage Courbe

% courbe = 51.60 %.....40 % ≤ 51.59% ≤ 60 %

LT =	3814,88 m	
Ls	474,77 m	
$\bar{\sigma}$	0,12	Moyenne
Dc	0,55	Plat
Environnement		E2
Vitesse		80 km/h

Longueur Totale	3814,88m
Pourcentage Alignement droit	48,41%
Pourcentage Courbe	51,59%

Tableau 27: pourcentage alignements droits et de courbe variante choisie

3.7.7 Calcul des rayons en plan

3.7.7.1 Le rayon minimal absolu RHm

<i>dmin</i>	-2,5%
<i>dmax</i>	7,0%
<i>ft</i>	0,130
<i>F''</i>	0,060

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence

$$RHm = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127(d + ft)}$$

$$RHm = 251,97 m$$

$$\text{devers associé : } d(RHm) = 7 \%,$$

3.7.7.2 Le rayon minimal normal RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à $d_{max} - 2\%$ pour les catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à 6% ($= d_{max} - 3\%$) pour la catégorie 5.

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

$$RHN = 437,45 \text{ m}$$

$$d(RHN) = 5 \%$$

3.7.7.3 Le rayon au dévers minimal RHd

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (dévers : $- d_{min} \%$)

$$RHd = \frac{V_r^2}{127(2 \cdot d_{min})}$$

$$RHd = 1007,87 \text{ m}$$

$$d(RHd) = 2.5 \%$$

3.7.7.4 Le rayon non déversé RHnd

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse $V = V_r$ et présente un dévers vers l'extérieur.

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

$$RHnd = 1439,82 \text{ m}$$

$$d(RHnd) = -2.5 \%$$

R₂ = R₃ = R₄ = 250 m	⇒	. R = RHm
R₅ = 300 m	⇒	.RHm < R < RHn
R₆ = 350 m	⇒	.RHm < R < RHn
R₉ = 800 m	⇒	.RHn < R < RHd
R₁₀ = R₁₁ = R₁₂ = 300 m	⇒	RHm < R < RHn .
R₁₄ = 350 m	⇒	.RHm < R < RHn

Tableau 28: rayons en plan

3.7.8 Rayons choisis

Rayons choisis			
R1	R2	R3	R4
120 m	250 m	250 m	250 m
R5	R6	R7	R8
300 m	350 m	200 m	200 m
R9	R10	R11	R12
800 m	300 m	300 m	300 m
R13	R14		
80 m	350 m		

Tableau 29: Rayons choisis

3.7.9 Calcul des dévers associé au rayon

Rayons	calculé	Normes B40	Dévers
RHm =	251,97	250	7,00%
RHN =	437,45	450	5,00%
RHd =	1007,87	550	2,50%
RHnd =	1439,82	1400	-2,50%

Tableau 30: dévers associé au rayon

3.8 Courbe de raccordement

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R . Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

3.9 Rôle et nécessité

1. Stabilité transversale des véhicules.
2. Confort des passages en véhicules.
3. Transition de la forme de la chaussée.
4. Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

3.10 Type de courbe de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

3.10.1 Parabole cubique

L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).

3.10.2 Lemniscate

Courbe utilisé pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

3.10.3 Clothoïde

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

3.11 Raccordement progressif

3.11.1 Introduction

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle

La courbe la plus utilisée est la clothoïde

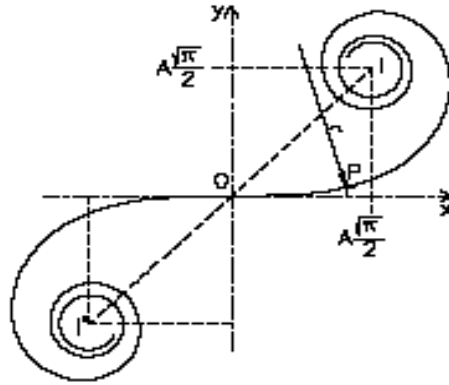


Figure 14: Clothoïde

3.11.2 Clothoïde :

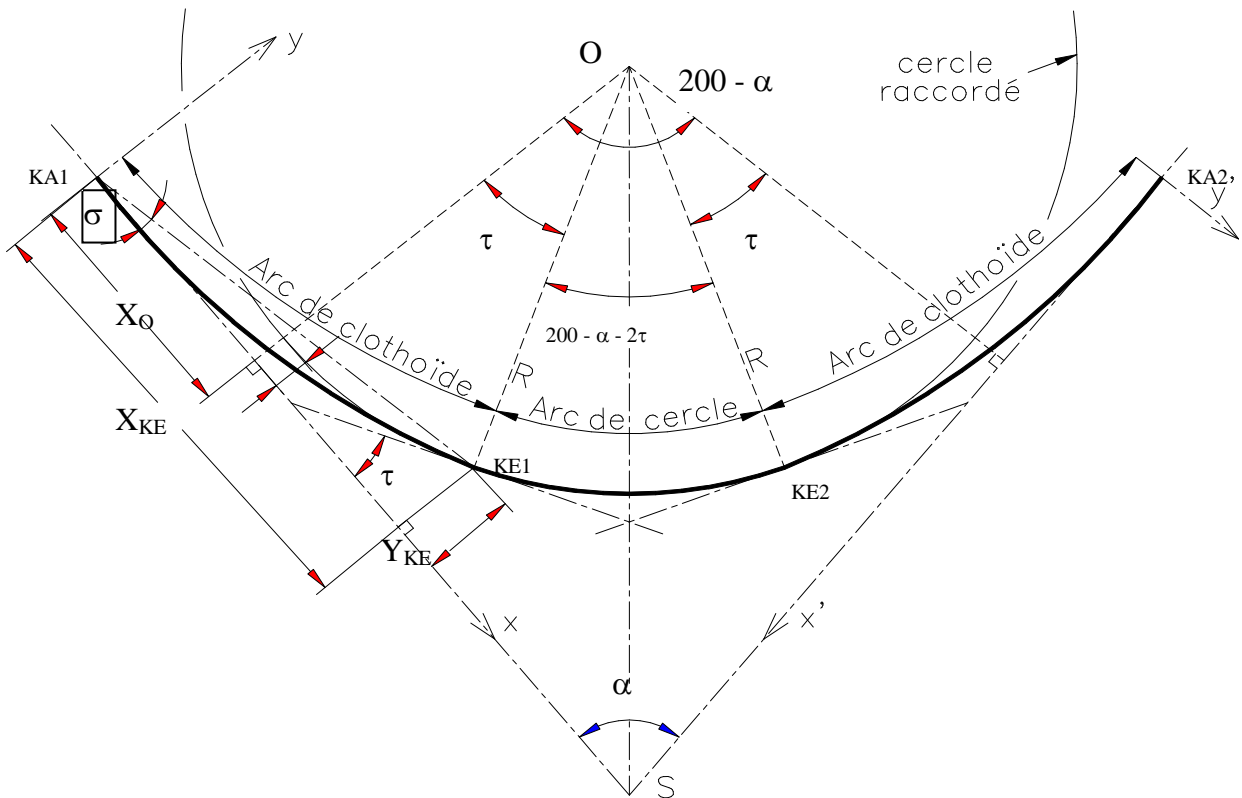


Figure 15: éléments d'un clothoïde

Paramètre de la Clothoïde		
R	Rayon	
L	Longueur de la Clothoïde	
A	Paramètre de la Clothoïde	$A = \sqrt{R \times L}$
β	Angle au sommet	
α	Angle au centre	$\alpha = 200 - \beta$
τ	Angle des tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$
γ	Angle au centre partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
XKE	Abscisse de l'extrémité de la cloïde	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
YKE	ordonnée de l'extrémité de la cloïde	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R^4}$
σ	Angle polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
L cercle	Longueur de la partie circulaire	$D = \frac{\pi R \theta}{200}$
SL	Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
X ₀	Abscisse du centre	$X_0 = X_{KE} - R \sin \tau$
Y ₀	Ordonnées du centre	$Y_0 = Y_{KE} - R \cos \tau$
KA-O	Distance KA-centre	$KAO = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}$
DR	Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
DT	Développée totale	DT = 2L + D cercle
T	Distance S-KA	$T = X_0 + (R + \Delta R) \cotag(\alpha/2)$
TK	Courte tangente	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$
TL	Longue tangente	$TL = X_{KE} - \left(\frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$
T		$T = t + X_m = \tan(\gamma/2) \times (R + \Delta R) + X_m$
Biss	Bissectrice	$\tau = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

Tableau 31: les paramètres de la clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

3.11.3 Longueur de raccordements

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes: parmi ces conditions les trois principales sont:

3.11.3.1 La condition de confort dynamique

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right)$$

3.11.3.2 La condition Optique

Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 .R. \Delta R}$$

3.11.3.3 Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers.

Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long

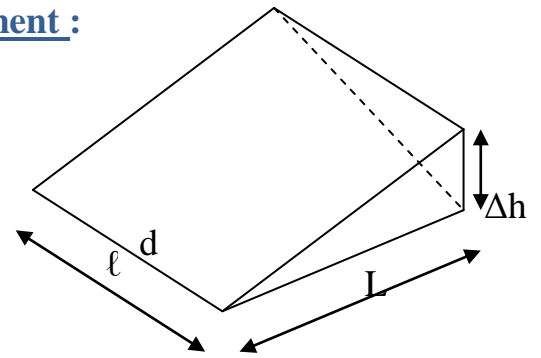


Figure 16: condition de gauchissement

$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

3.11.3.4 Vérification de non chevauchement

Les cas	le schéma	Clothoïde
$\tau = \frac{\beta}{2}$		Clothoïde sans arc de cercle
$\tau < \frac{\beta}{2}$		Clothoïde avec arc de cercle
$\tau > \frac{\beta}{2}$		Clothoïde impossible

Tableau 32: Condition de non chevauchement

3.12 Application à notre projet :

3.12.1 Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :

N° Virages	Conditions				Lmax (m)	L choisie (m)	$\beta_i/2$ (gr)	
	Gauchi- ssement L1 (m)	Confort dynamique L2 (m)	Optique L3 (m)	Chevau- chement τ (γp)				
1	53,20	115,54	37,95	30,6471	115,54	116	19,1276	chevauchement
2	53,20	37,89	54,77	6,9738	54,77	55	18,3513	pas de chevauchement
3	53,20	37,89	54,77	6,9738	54,77	55	43,3329	pas de chevauchement
4	53,20	37,89	54,77	6,9738	54,77	55	10,2417	pas de chevauchement
5	49,00	28,61	60,00	6,3662	60,00	60	21,2554	pas de chevauchement
6	46,00	21,99	64,81	5,8940	64,81	65	11,8769	pas de chevauchement
7	53,20	55,81	48,99	8,8826	55,81	56	16,7912	pas de chevauchement
8	53,20	55,81	48,99	8,8826	55,81	56	21,4579	pas de chevauchement
9	40,23	-3,15	97,98	3,8985	97,98	98	1,7934	chevauchement
10	49,00	28,61	60,00	6,3662	60,00	60	28,9532	pas de chevauchement
11	49,00	28,61	60,00	6,3662	60,00	60	5,4366	chevauchement
12	49,00	28,61	60,00	6,3662	60,00	60	11,4905	pas de chevauchement
13	53,20	190,19	30,98	75,6759	190,19	191	64,5934	chevauchement
14	46,00	21,99	64,81	5,8940	64,81	65	10,9084	pas de chevauchement

Tableau 33: vérification de non chevauchement

3.12.2 Paramètres des clothoïde

Paramètre de la clothoïde		Virage 2	Virage 3	Virage 4	Virage 7	Virage 8	Virage 10	Virage 14
R	Rayon (m)	250	250	250	200	200	300	350
L	Longueur de la clothoïde (m)	55	55	55	56	56	60	65
A	Paramètre de la clothoïde (m)	117,26	117,26	117,26	105,83	105,83	134,16	150,83
β	angle au sommet (gr)	163,298	113,334	179,517	166,418	157,084	142,0937	178,1833
α	angle au centre (gr)	36,7025	86,6657	20,4833	33,5823	42,9157	57,9063	21,8167
τ	angle des tangentes (gr)	7,003	7,003	7,003	8,913	8,913	6,366	5,911
γ	angle au centre Partie circulaire (gr)	22,6965	72,6597	6,4773	15,7563	25,0897	45,1743	9,9947
XKE	abscisse de l'extrémité de la clothoïde (m)	55,00	55,00	55,00	56,00	56,00	60,00	65,00
YKE	ordonnée de l'extrémité de la clothoïde (m)	2,02	2,02	2,02	2,61	2,61	2,00	2,01
σ	angle Polaire	2,3332	2,3332	2,3332	2,9687	2,9687	2,1213	1,9699
Lcercle	Long, de la partie circulaire (m)	89,13	285,33	25,44	49,5	78,82	212,88	54,95
SL	longueur de la corde KA-KE (m)	55,04	55,04	55,04	56,06	56,06	60,03	65,03
Xo	abscisse du centre (m)	27,55	27,55	27,55	28,09	28,09	30,05	32,55
Yo	ordonnées du centre (m)	250,51	250,51	250,51	200,66	200,66	300,5	350,5
KA-O	distance Ka-centre (m)	252,02	252,02	252,02	202,62	202,62	302	352,01
ΔR	Ripage (m)	1	1	1	1	1	1	1
DT	Developpée totale (m)	199,13	395,33	135,44	161,50	190,82	332,88	184,95
T	distance S-KA (m)	101,98	230,80	68,28	82,37	98,53	177,23	93,29
TK	tangente courte (m)	18,37	18,37	18,37	18,73	18,73	20,03	21,70
TL	tangente Longue (m)	52,97	52,97	52,97	53,36	53,36	57,99	62,98
B	Bissectrice	11,80	72,97	4,28	8,20	12,98	35,06	6,22

Tableau 34: les éléments de la clothoïde de la variante choisie

3.12.3 Devers

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accident gène explicatif important.

La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

- Une mauvaise trajectoire des véhicules
- Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe

3.12.3.1 Devers en alignement

En alignement droit le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie

3.12.3.2 Devers minimal :

$$d_{\min} = 2.5 \%$$

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil).

Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

3.12.3.3 Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers permet de :

- ✓ assurer un bon écoulement des eaux superficielles
- ✓ compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules

- ✓ améliorer le guidage optique.

3.12.4 Le dévers minimal :

Nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

3.12.5 Le dévers maximal :

admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau des dévers des dévers max pour les rayons horizontal			
Dévers	C1	C2	C3
<i>d_{min}</i>	-2,5%	-2,5%	-3,0%
<i>d_{max}</i>	7,0%	7,0%	8,0%

Tableau 35: Dévers en fonction de l'environnement

3.13 Détermination des dévers aux rayons en plan

3.13.1 Application à notre projet :

1er cas :

Le rayon choisi : $R \geq R_{HNd}$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

2ème cas :

Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd}$ → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3ème cas :

Si $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

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

4ème cas :

Si $RHm < R < RHN$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

3.14 Application au projet

$R_5 = R_{10} = R_{11} = R_{12} = 300 \text{ m}$, $R_6 = R_{14} = 350 \text{ m}$

* $RHm \leq R_1 \leq RHN \Rightarrow$ Interpolation entre devers RHm et celui de RHN

Le rayon choisi : $RHm < R < RHN \rightarrow$ la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

Le rayon choisi : $RHm < R < RHN \rightarrow$ la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

$R_9 = 800 \text{ m}$

* $RHN \leq R \leq RHd \Rightarrow$ le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \Rightarrow d(R) = \left[\frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) + d(RHd)$$

3.14.1 Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisi

Rayons	RHm	RHN	RHd	RHnd
calculé	251,97 m	437,45 m	1007,87 m	1439,82 m
Normes B40	250 m	450 m	550 m	1400 m
Dévers	7.0%	5.0%	-2.50%	-2.50%

Tableau 36:dévers associés aux rayons de la variante choisi

Rayons (m)		dévers associés
R1	120	7,00%
R2	250	7,00%
R3	250	7,00%
R4	250	7,00%
R5	300	6,25%
R6	350	5,71%
R7	200	7,00%
R8	200	7,00%
R9	800	4,68%
R10	300	6,25%
R11	300	6,25%
R12	300	6,25%
R13	80	7,00%
R14	350	5,71%

Tableau 37:Devers en fonction de l'environnement

3.15 Variation du dévers dans la clothoïde

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde

3.15.1 Méthode de calcul des dévers en clothoïde

Cette méthode consiste à déterminer la distance (x) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

Devers : on calcule pour les deux bords

3.15.1.1 Intérieure :

Si $0 < x < 6L/\Delta d$ → $d_{int} = - 2,5\%$

Si $x > 6L/\Delta d$ → $d_{int} = d_{ext} \bullet$

3.15.1.2 extérieur :

$$d_{ext} = (\Delta d/L \times x) - d_{min}$$

$\Delta d(R1)$	9,50%	$\Delta d(R4)$	9,50%	$\Delta d(R7)$	9,50%	$\Delta d(R10)$	8,75%	$\Delta d(R13)$	9,50%
$\Delta d(R2)$	9,50%	$\Delta d(R5)$	8,75%	$\Delta d(R8)$	9,50%	$\Delta d(R11)$	8,75%	$\Delta d(R14)$	8,214%
$\Delta d(R3)$	9,50%	$\Delta d(R6)$	8,21%	$\Delta d(R9)$	5,51%	$\Delta d(R12)$	8,75%		

Tableau 38: variation du dévers en fonction des rayons

Virage 2

$$x = 6L/\Delta d$$

Rayon	250 m	
Longueur de la clothoïde	55 m	
Paramètre de la clothoïde	117,26 m	
L = 55,00 m		x = 34,74 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-0,77%	2,50%
P2	20	0,95%	2,50%
P3	30	2,68%	2,50%
P4	40	4,41%	4,41%
P5	50	6,14%	6,14%
KE	55,00 m	7,00%	7,00%

Tableau 39: dévers extérieur et intérieur du virage 2

Virage 3

Rayon	250 m		
Longueur de la clothoïde	55 m		
Paramètre de la clothoïde	117,26 m		
L = 55,00m		x = 34,74	
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-0,77%	2,50%
P2	20	0,95%	2,50%
P3	30	2,68%	2,50%
P4	40	4,41%	4,41%
P5	50	6,14%	6,14%
KE	55,00 m	7,00%	7,00%

Tableau 40 : dévers extérieur et intérieur du virage 3

Virage 4

Rayon	250 m
Longueur de la clothoïde	55 m
Paramètre de la clothoïde	117,26 m

L = 55,00 m		x = 34,74 m	
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-0,77%	2,50%
P2	20	0,95%	2,50%
P3	30	2,68%	2,50%
P4	40	4,41%	4,41%
P5	50	6,14%	6,14%
KE	55,00 m	7,00%	7,00%

Tableau 41 : dévers extérieur et intérieur du virage 4

Virage 7

Rayon	200 m
Longueur de la clothoïde	56 m
Paramètre de la clothoïde	105,83 m

L = 56,00 m		x = 35,37 m	
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-0,80%	2,50%
P2	20	0,89%	2,50%

P3	30	2,59%	2,50%
P4	40	4,29%	4,29%
P5	50	5,98%	5,98%
P6	60	7,68%	7,68%
KE	56,00 m	7,00%	7,00%

Tableau42 : dévers extérieur et intérieur du virage 7

Virage 8

Rayon	200 m
Longueur de la clothoïde	56 m
Paramètre de la clothoïde	105,83 m

L = 56,00 m		x = 35,37 m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-0,80%	2,50%
P2	20	0,89%	2,50%
P3	30	2,59%	2,50%
P4	40	4,29%	4,29%
P5	50	5,98%	5,98%
KE	56,00 m	7,00%	7,00%

Tableau 43: dévers extérieur et intérieur du virage 8

Virage 10

Rayon	300 m
Longueur de la clothoïde	60 m
Paramètre de la clothoïde	134,16 m

L =	60,00 m	x =	41,14 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-1,04%	2,50%
P2	20	0,42%	2,50%
P3	30	1,88%	2,50%
P4	40	3,33%	2,50%
P5	50	4,79%	4,79%
KE	60,00 m	6,25%	6,25%

Tableau 44 : dévers extérieur et intérieur du virage 10

Virage 14

Rayon	350 m
Longueur de la clothoïde	65 m
Paramètre de la clothoïde	150,83 m

L =	65,00 m	x =	47,48 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	2,50%
P1	10	-1,24%	2,50%
P2	20	0,03%	2,50%
P3	30	1,29%	2,50%
P4	40	2,55%	2,50%
P5	50	3,82%	3,82%
P6	60	5,08%	5,08%
KE	65,00 m	5,71%	5,71%

Tableau 45 dévers extérieur et intérieur du virage 14

Chapitre VI : PROFIL EN LONG :

4 Introduction

C'est la projection de l'axe de la route projetée sur un plan vertical, il indique la valeur des pentes et des rampes, ainsi que des rayons des sommets des côtes et des points bas.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- . L'altitude du terrain naturel
- . L'altitude du projet
- . La déclivité du projet

Afin d'éviter des terrassements importants une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions technique d'aménagements des routes.

4.1 Modernisation du profil en long :

La route à l'état actuel comporte des déclivités moyennes localisées dans le major parti du tracé.

La modernisation du profil en long comportera, donc à adopter des déclivités régulières et à éliminer des éventuels sommets de cotes.

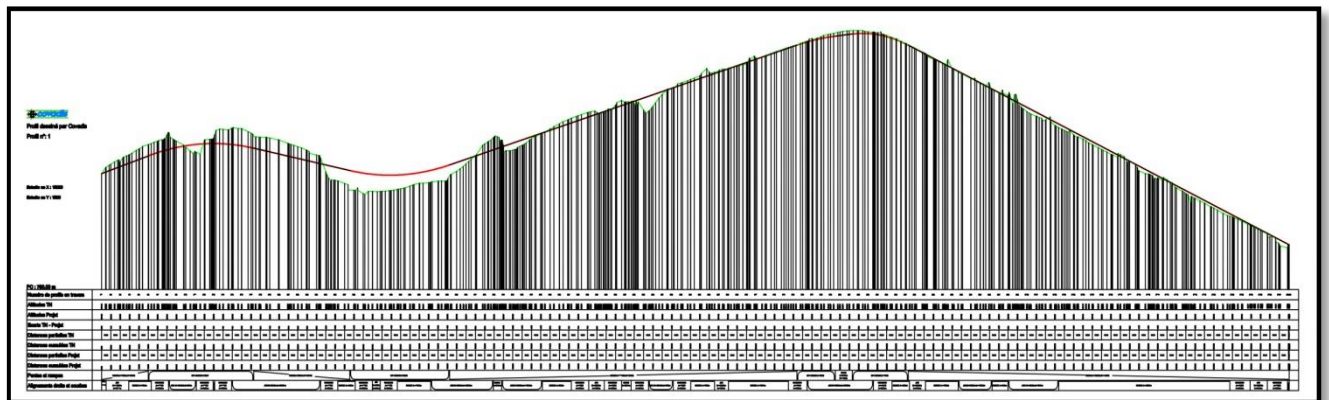


Figure 17: Profil en long de la variante choisi

4.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Le tracé de la ligne rouge doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales pour cela il faut :

- ✚ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✚ Eviter les angles rentrant en déblais, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✚ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✚ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ✚ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles.
- ✚ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ✚ Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de la vitesse minimum du profil en long ainsi que des conditions d'adhésions sans oublier les conditions économiques.

4.3 Éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet. etc....

4.4 Les types de rayons :

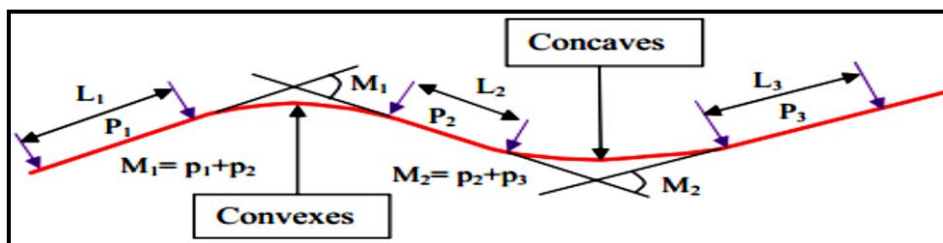


Figure 16 :Élément géométrique du profil en long

❖ Les rayons en angle rentrants (concaves).

❖ Les rayons en angle saillant (convexes).

4.5 Déclivités du profil en long :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale.

Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

Rampe =	3.499 %
Rayon =	6000 m
Pente =	-2,150%
Rayon =	6000 m
Rampe =	3.193 %
Rayon =	6000
Rampe =	3.193 %
Rayon =	6000
Rampe =	1.149 %
Rayon =	3000
Pente =	-4.848 %

Tableau 46: Rayon ,Déclivités

4.5.1 Déclivité minimale :

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

4.5.2 Déclivité maximale :

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminant, car la plus part des véhicules légers ont une grande puissance.

2.7. RAMPES DU PROFIL EN LONG

2.7.1. Homogénéité des caractéristiques.

Nous recommandons de limiter les rampes à des valeurs maximales associées au niveau de service conformément au tableau ci-après :

p. max	Environnement		
	Facile	Moyen	Difficile
Cat. 1 - 2	4 %	5 %	6 %
Cat. 3	5 %	6 %	7 %
Cat. 4 - 5	6 %	7 %	8 %

Tableau 47: Déclivité maximale (B40).

Pour notre cas on a la pente maximale $I_{max} = 5\%$

4.5.3 Ligne rouge :

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants:

- Passages aux points obligés
- Équilibre entre remblais et déblais
- Respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement
- Assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

4.5.4 Rayons de raccordement :

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

- Condition de visibilité (déclivités formant un angle saillant)
- Condition de confort (déclivités formant un angle rentrant).

4.5.5 Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons assurant la condition de visibilité sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour choix bidirectionnelle, pour une vitesse de base VB de 80 km/h, la catégorie CAT1 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans un tableau.

Saillant						
Rayon RV	Symbole	V_{vl}				
		120	100	80	60	40
<u>CATEGORIES 1 - 2</u>						
<u>unidirectionnel</u>						
. min. absolu	RV m 1	12.000	6.000	2.500	1.000	300
. min. absolu	RV N 1	18.000	12.000	6.000	2.500	1.000
<u>bidirectionnel</u>						
. min. absolu	RV m 2	(20.000)	10.000	4.500	1.500	500
. min. normal	RV N 2	(20.000)	20.000	10.000	4.500	1.500
. dépassement	RV D	(30.000)	20.000	11.000	6.000	2.500

RV m 2	4500
RV N 2	10000
RV D	11000

Tableau 48:: Rayons en angle saillant (B40)

4.6 Raccordement concave (angle rentrant) :

Les rayons assurent la condition de confort sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour une vitesse de base VB de 80 km/h, la catégorie CAT1 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Rentrant						
Le tableau ci-après récapitule les valeurs des rayons en angle rentrant R'V à prendre en compte pour les différentes vitesses de référence et selon la catégorie de la liaison.						
Rayon R'V	Symbole	V_{vl}				
		120	100	80	60	40
<u>CATEGORIES 1 - 2</u>						
. min. absolu	R'Vm	4.200	3.000	2.400	1.200	500
. min. normal	R'VN	6.000	4.200	3.000	2.400	1.200

R'Vm	2400
R'VN	3000

Tableau 49: Rayons en angle rentrant

4.7 Raccordement parabolique :

En pratique l'arc de cercle est assimilé à une branche de parabole ayant pour équation :

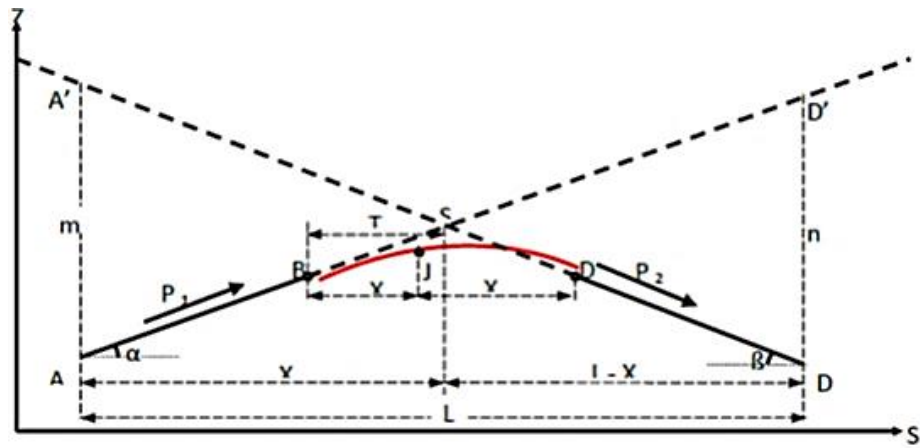


Figure 18: la courbe du profil en long

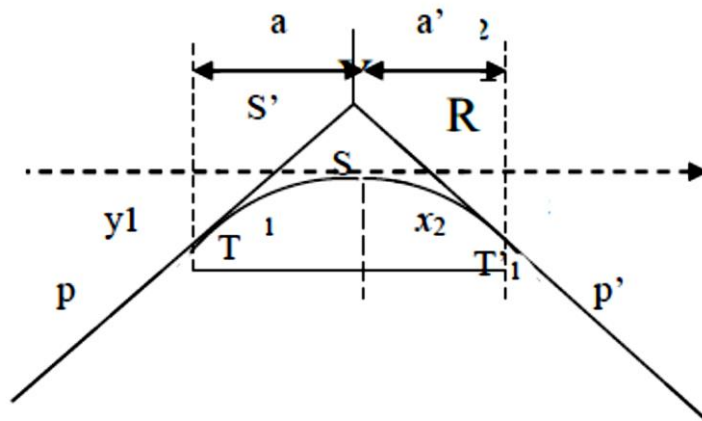


Figure 19: Raccordement parabolique

L'équation de la tangente en un point quelconque d'abscisse X s'écrit sous la forme :

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T', Y représente la pente ou la rampe. Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtiennent:

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2 R}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2 R}{2} \end{cases}$$

Les positions de T et T' sont données par rapport à l'intersection des pentes.

Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = T' = \frac{R}{2} (P + P')$$

Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = T = \frac{R}{2} (P-P')$$

La flèche est donnée par :

$$F = (T)^2/2 * R$$

Où p et p' sont en valeur absolue.

4.8 Application au projet :

✚ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

4.8.1 Calcul des tangentes :

$$T = T = \frac{R}{2} (P+P')$$

Rampe = 3.499 %

Pente = -2,150%

Rayon = 6000 m

$$T = T' = (6000/2) (0,03499 + 0,0215) = \mathbf{169.47m}$$

4.8.2 calcul de la flèche :

$$F = (T)^2/2 * R$$

$$F = (169,47)^2 / (2 * 6000) = 4.79$$

✚ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

4.8.3 Calcul des tangentes :

$$T = T = \frac{R}{2} (P-P')$$

Rampe = 3.193 %.

Pente = 1.149 %.

Rayon = 6000 m

$$T = T' = (6000/2)(0,03193 - 0,01145) = \mathbf{61,47m}$$

4.8.4 calcul de la flèche :

$$\mathbf{F' = 0.31m}$$

Chapitre V : Paramètres cinématique

5 Définition :

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

Le frottement du pneumatique sur la chaussée dépendant de la route se caractérise par 3 états

- Etat de la chaussée ;
- Etat atmosphérique ;
- Etat des pneus du véhicule.

Pour l'importance du coefficient de frottement « fL » des chaussées, on pourrait admettre les valeurs suivantes :

- Chaussée sèche, pneu en bon état : $fL = 0,8$ à $0,9$
- Chaussée mouillée, pneu usé : $fL = 0,3$ à $0,4$
- Chaussée lisse mouillée, pneu usé : $fL = 0,1$ à $0,2$
- Verglas et boue : $fL = 0,05$ à $0,1$. [2]

5.1 Distance minimale de freinage « d_0 » :

La distance de freinage « d_0 » représente une distance nécessaire pour permettre à une roue roulante avec une vitesse v , de s'arrêter sur une chaussée mouillée. Autrement dit c'est la longueur que parcourt le conducteur pendant le freinage qui annule totalement la vitesse.

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 (\text{km/h})}{g(fl \pm i)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence $V_r = 80 \text{Km/h}$

g : accélération de la pesanteur
 $= 10 \text{ m/s}^2$

fl : coefficient de frottement

i : rampe ou pente.

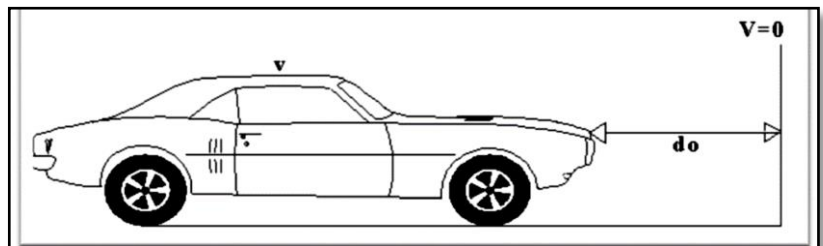


Figure 20: Distance de freinage

$$\text{Palier} \Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f \ell}$$

$$\text{Pente} \Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell - i)}$$

$$\text{Rampe} \Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell + i)}$$

Le tableau suivant donne la valeur de (fℓ) retenues pour l’Algérie d’après B40.

CAT \ Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
CAT 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.036	/

Tableau 50: Valeur de Fl

Catégorie	1
Vr =	80 km/h
fℓ =	0,39
g	10

5.2 Distance d’arrêt :

La distance parcourue par le véhicule entre le moment dans lequel l’œil du conducteur perçoit l’obstacle et l’arrêt effectif du véhicule est appelée distance d’arrêt « d1 ».

Elle est obtenue en ajoutant à la distance de freinage « d0 » l’espace parcouru durant le temps de perception-réaction « t ».

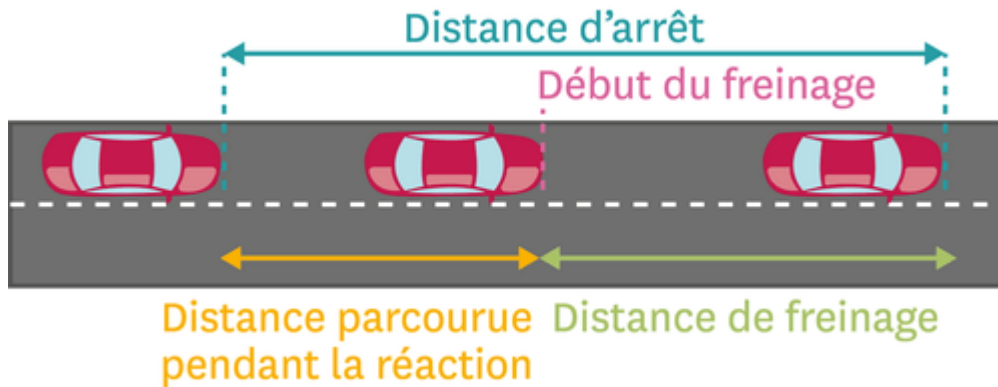


Figure 21: Distance d’arrêt en alignement droit

$$V_r \leq 80(\text{Km/h}) \longrightarrow t = 2\text{s}$$

$$d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$d_2 = 1,25 d_0 + 0.56 V_r$$

5.2.1 En Rampe :

$$\text{Rampe P1} = 3,499 \% \quad d_0 = 0,04 * ((80)^2 / (10(0,39 + 0,03499)))$$

$$d_0 = 60,31 \text{ m}$$

$$d_1 = d_0 + 0,5 V_r \longrightarrow d_1 = 60,31 + 0,5 (80)$$

$$d_1 = 105,11 \text{ m}$$

$$d_2 = 1,25 d_0 + 0.56 V_r \longrightarrow d_2 = 1,25 (60.31) + 0.56 (80)$$

$$d_2 = 120,19 \text{ m}$$

5.2.2 En pente :

$$P2 = -2,15 \%$$

$$d_0 = 0,04 * ((80)^2 / (10(0,39 - 0,0215)))$$

$$d_0 = 69,47 \text{ m}$$

$$d_1 = 114,27 \text{ m} \quad d_2 = 131,64 \text{ m}$$

5.2.3 En Rampe :

$$\text{Rampe P1} = 3,193 \%$$

$$d_0 = 0,04 * ((80)^2 / (10(0,39 + 0,03193)))$$

$$d_0 = 60,67 \text{ m}$$

$$d_1 = 105,47 \text{ m} \quad d_2 = 120,64 \text{ m}$$

5.2.4 En Rampe :

$$\text{Rampe P1} = 1,149 \%$$

$$d_0 = 0,04 * ((80)^2 / (10(0,39 + 0,01149)))$$

$$d_0 = 63,76 \text{ m}$$

$$d_1 = 108,56 \text{ m} \quad d_2 = 124,50 \text{ m}$$

5.2.5 En pente :

$$P2 = -4,848 \%$$

$$d_0 = 0,04 * ((80)^2 / (10(0,39 - 0,04848)))$$

$$d_0 = 74,95 \text{ m}$$

$$d_1 = 119,76 \text{ m} \quad d_2 = 138,50 \text{ m}$$

	Déclivité		d_0 (m)	d_1 (m)	d_2 (m)
1	Rampe	3,449 %	60,31	105,11	120,19
2	Pente	-2,150 %	69,47	114,27	131,64
3	Rampe	3,193 %	60,67	105,47	120,64
4	Rampe	1,149 %	63,76	108,56	124,50
5	Pente	-4,848 %	74,96	119,76	138,50

Tableau 51: Tableau récapitulatif

5.3 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

V_r (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Distance de visibilité et de dépassement Minimale (m)	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
Distance de visibilité et de dépassement Normale(m)	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	70	120	200	300	425	/

Tableau 52: Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (B40)

Application :

$$V_r = 80 \text{ Km/h}$$

$$d_{vdm} = 320 \text{ m}$$

$$d_{vdN} = 480 \text{ m}$$

$$d_{md} = 200 \text{ m}$$

CHAPITRE VI :ETUDE DU TRAFIC

5.4 Introduction

Une étude de trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont d'un projet routier.

Elle permet de déterminer l'intensité du trafic (poids lourds).

Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

5.5 Analyse de trafic

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

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

- Recensement général du trafic (20 ans).
- Comptages sur section des routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation.
- Caméras, bandes magnétiques, compteur de débit, radar de vitesse,...

5.6 Modèles de projection du trafic

Dans l'étude des projections du trafic, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de circulation qui constitue un ensemble homogène, en matière d'évolution ou d'affectation.

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

- Projection de l'évolution passée.
- Corrélation entre les paramètres du trafic débits, densités et vitesses.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

- On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel. Le trafic T_n à l'année n sera :

$$TMJA_h = TMJA_o (1+\tau)^n$$

Calcul de la capacité

5.6.1 Définition de la capacité

La capacité et le nombre de véhicule qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui est propre durant une période bien déterminer, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

5.6.2 La procédure de détermination de nombre de voies

Le choix de nombre de voies 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'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la dixième année d'exploitation.

5.6.3 Calcul de TJMA Horizon

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

$$TMJA_h = TMJA_o (1+\tau)^n$$

Avec:

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA_o : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

TMJA_o, τ , n : sont définies précédemment.

5.6.4 Calcule des trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de : type de route et de l'environnement :

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les poids lourds PL en (U.V.P).

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_h$$

Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

P : coefficient d'équivalence qui dépend des nombres de voies et de l'environnement Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

P : coefficient d'équivalence qui dépend des nombres de voies et de l'environnement

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

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

Tableau 53: P coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

5.6.5 Débit point horaire normale :

Exprimé en unité de véhicule particulier (UVP) et donné par la formule suivante :

$$Q = (1/n)T_{eff}$$

Q : Débit de pointe horaire, est exprimé en UVP/h.

n : Nombre d'heure, (en général n=8 heures).

T_{eff} : trafic effectif.

1/n : Coefficient de pointe prise égale à 0,12 selon le B40 .

5.6.6 Débit horaire admissible

C'est le débit admissible accepté par voie est déterminé par application de la formule :

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1.K_2.C_{th}$$

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement.

Cth : La capacité théorique.

K1 : Coefficient qui dépend de l'environnement.

K2 : Coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

Les valeurs du coefficient k1

Coefficient K1			
Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 54: les valeurs du coefficient k1 en fonction de l'environnement

✚ Valeurs de **K₂**:

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau55: les valeurs du coefficient k2

✚ Valeurs de **C_{th}** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 56: les valeurs du coefficient k2

5.7 Calcul du nombre de voies :

5.7.1 Chausse bidirectionnelle :

On compare Q à Qadm et on prend le profil permettant d'avoir: $Q \leq Q_{adm}$

5.7.2 Chausse unidirectionnelle :

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

$$N = (S \times Q) / Q_{adm}$$

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

Qadm : débit admissible par voie.

5.8 Application du projet :

On se basant sur les résultats des comptages , et des prévisions en 2014 par le service concerné , pour estimer le trafic a l'horizon on fait une projection jusqu'à l'an 2044, tout en sachant que la durée de vie de notre projet estimer a 20 ans, et sa mise en service est prévue pour l'année 2018.

5.8.1 Données de trafics et hypothèses de calcul :

L'affectation du trafic est effectuée sur la base de la campagne de comptage de 2014 réalisé par les services de la DTP, et compte tenu des aménagements existants au alentour de, notre projet nous considérons que le trafic affecté a notre tracé est calculé comme suit :

TMJA 2014	1787
Année de comptage	2014
Année de mise en service	2025
Le % Poids lourds	10%
Taux d'accroissement	6%
La durée de vie	20
n =	3
Indice CBR	7

Tableau 57: Les données de trafic

5.8.2 Projection future du projet :

L'année de mise en service (2014).

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

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2021.)

$TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2014).

5.8.3 Le trafic à l'année horizon

$$TJMA_{2021} = 1787(1 + 0,06)^7 = 2687 \text{ (v /j)}.$$

5.8.4 Trafic a l'année (2024) l'année de mise en service .

$$TJMA_{2024} = 2687 (1 + 0,06)^3 = 3200 \text{ (v /j)}.$$

$$TJMA_{2024} = 3200 \text{ (v /j)}.$$

5.8.5 Trafic a l'année (2044) pour une durée de vie 20 ans.

$$TJMA_{2044} = 3200 (1+0,06)^{20} = 10\ 264 \text{ (v /j)}.$$

$$TJMA_{2044} = 10\ 264 \text{ (v /j)}.$$

$T_{2014} =$	1787
$T_{2021} =$	2687
$T_{2024} =$	3200
$T_{2044} =$	10264

Tableau 58: Trafic a l'année (2044) pour une durée de vie 20 ans

5.8.6 Calcul du trafic effectif :

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

P: coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement **E2**, on a **P=4**

Z : pourcentage de poids lourds est égale 10 (%).

$$T_{eff} = [(1 - 0,1) + 4 \times 0,1].10\ 264 \text{ (uvp /j)}.$$

Donc :

$$T_{eff} = 13\ 343 \text{ (uvp /j)}.$$

P =	4
Teff	13343 UVP/j

5.8.7 Débit de pointe horaire normale :

$$Q = (1/n) \cdot Teff$$

Avec :

(1/n) : coefficient de pointe horaire pris est égale à 0,125

$$Q = 0,12 \times 13\,342 = (\text{uvp/h}).$$

Donc : **Q = 1 601 (uvp/h).**

1/n =	0,12
Q =	1601 UVP/h

5.8.8 Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K1.K2. Cth$$

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0,85 pour E2.

K2 : coefficient correcteur pris égal à 0,99 pour environnement (E2) et catégorie (C1).

Cth : capacité effective par voie.

D'après **(B40)** on prend:

$$Cth = 1800 (\text{uvp/h})$$

$$Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = \mathbf{1\,515 (\text{uvp/h}).}$$

Donc:

$$Q_{adm} = \mathbf{1\,515(\text{uvp/h}).}$$

5.8.9 Nombre de voies :

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

$$N = (2 / 3) \times (1\ 602 / 1\ 515) = 0,7 \approx 1.$$

Donc: **N= 1 voie / sens**

K1 =	0,85
K2 =	0,99
Cth	1800
Qadm	1515

	TMJA 2014 (v/j)	TMJA 2021 (v/j)	TMJA 2024 (v/j)	TMJA 2044 (v/j)	Teeff (uvp/j)	Q (uvp/j)	Qadm (uvp/j)	N
Valeurs	1 787	2 687	3 200	10 264	13 343	1 601	1 515	1

Tableau 59: Récapitulatifs des résultats .

5.8.10 Conclusion:

Le calcul de la capacité de la route nous donne le profil en travers suivant :

- ✓ Largeur utile est 7m (2voies de 3.5m).
- ✓ Chassée bidirectionnelle

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Principe :

Il consiste à déterminer une épaisseur de chaussée suffisante pour que le terrain naturel d'assise ne se poinçonne pas sous l'effet des charges de circulation.

5.8.11 Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement du corps de chaussée :

Résistance du terrain naturel : Elle est exprimée par l'indice de CBR (ICBR) « lorsque ICBR est grand, e est petit et inversement.

5.8.12 Nature du matériau :

Le corps de chaussée sera exprimé par le coefficient d'équivalence par un matériau de référence qui est une grave bien propre ou bien graduée.

5.8.13 Le trafic :

Considérez par le nombre moyen journalier « TMJA » des véhicules de plus de 1,5 t à vide.

Le poids de la roue la plus chargée en route ; $P = 13 / 2 = 6,5$ t.

5.8.14 Remarque générale :

On distingue 3 groupes de méthodes :

- ✓ Méthodes théoriques : sont des méthodes utilisées pour une recherche théorique.
- ✓ Méthodes empiriques : elles se bornent à une classification des sols et des types de chaussées (expérimentalement).
- ✓ Méthodes semi-empirique : elles combinent entre les résultats théoriques et les essais de laboratoires.

Ces méthodes sont les plus répondues.

5.9 Méthode de dimensionnement du corps de chaussée :

5.9.1 Méthode C.B.R :

C'est une méthode semi empirique qui tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai CBR du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « Boussinesque » pour la répartition ou profondeur des pressions verticales dans un massif homogène semi-infini.

Cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance du poinçonnement « I » du sol données par l'essai CBR.

Avec:

- ✓ e: épaisseur équivalente
- ✓ I: indice CBR (sol support)
- ✓ n: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- ✓ P: charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t)
- ✓ Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

5.9.1.1 Epaisseur de chaque couche constituante :

La structure de chaussée est composée de plusieurs couches de matériaux différents et d'épaisseurs successives e_1 , e_2 et e_3 (épaisseurs réelles).

Chaque matériau est défini par son coefficient d'équivalence (a_1 , a_2 et a_3).

L'épaisseur totale équivalente sera donc :

$$e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

5.9.1.2 Coefficient d'équivalence :

L'épaisseur de la couche telle quelle est calculée, l'utilisation de matériaux autres que la grave propre ou graduée, permet de réduire l'épaisseur ou bien de l'augmenter.

Dans ce cas, l'épaisseur se déduit de celle qui sera calculée en divisant cette dernière par le coefficient d'équivalence.

Remarque : Dans ce projet nous allons utiliser cette méthode.

5.9.2 Calcul de l'épaisseur théorique

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

- ✓ e: épaisseur équivalente
- ✓ I: indice CBR (sol support)
- ✓ n: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- ✓ P: charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t)
- ✓ Log: logarithme décimal

$$e = [100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log(1026,4/10))] / (7 + 5)$$

$$e = 46 \text{ cm}$$

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

L'épaisseur totale équivalente sera : $e_{\text{équi}} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3$

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

Tableau 60: matériaux et coefficients d'équivalence

5.9.3 Epaisseur équivalente :

E : équivalent $e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$.

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante : $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 46 \text{ cm}$.

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

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

❖ **Couche de base en grave bitume** (G.B) : $a_2 \times e_2 = 10 \times 1,2 = 12 \text{ cm}$.

• **Couche fondation en tuf** : $a_4 = 0.60$

$$e = (a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3)$$

$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 10 \times 1,2 + 0,6 \times e_3 = 46 \text{ cm}$$

$$e_3 = 36,67 \text{ cm} \quad E_4 = 45,82 \text{ cm}$$

5.9.4 conclusion :

Structure de la chaussée avec la méthode CBR :

6(BB) + 10 (GB) + 30 (Tuf) .

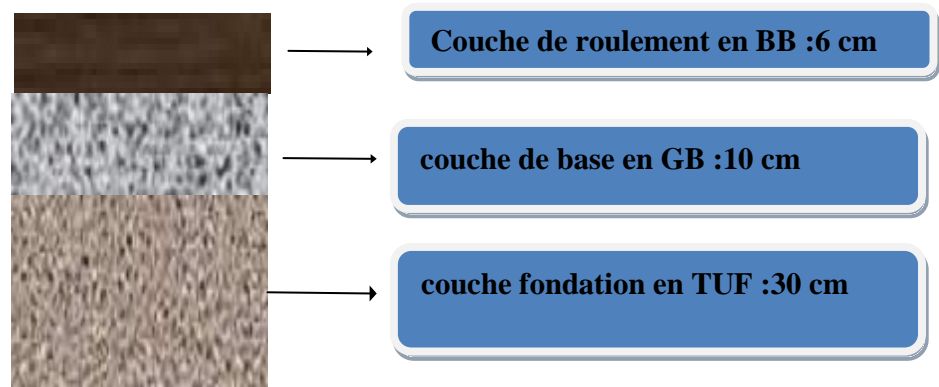


Figure 22: corps de chaussée "matériaux et épaisseurs"

Chapitre VIII : PROFIL EN TRAVERS

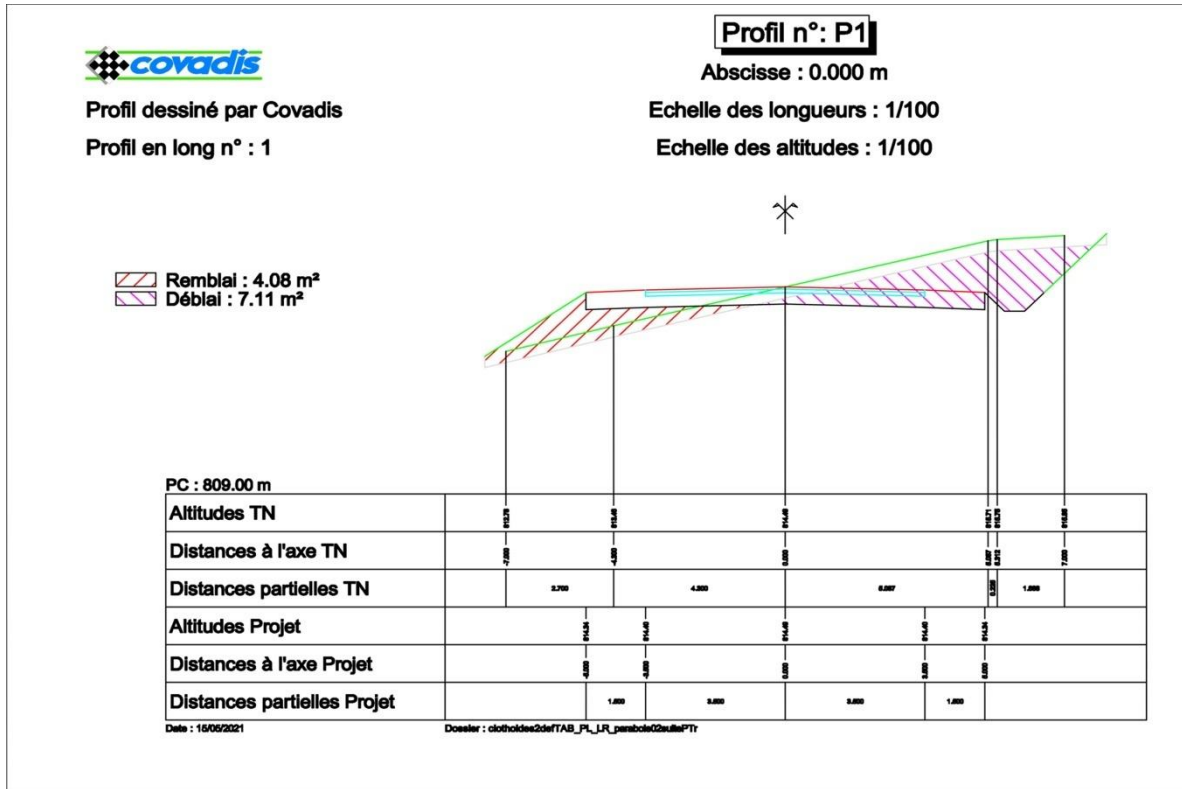


Figure 23: Profil en travers

6 Définition :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

6.1 MODERNISATION DU PROFIL EN TRAVERS :

La route existante présente un profil en travers caractérisé par une chaussée de largeur variable.

En effet la sortie sur site nous a permis, en premier de relevé que la largeur de la chaussée existante n'est pas fixe le long de la tracé (varie entre 7,00 m et 6,00m), en second lieu de constater une insuffisance des accotements et leurs absences au niveau de certaines sections de la route.

6.2 TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :

On distingue deux types de profils : type et courant.

6.2.1 Le profil en travers type :

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

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

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

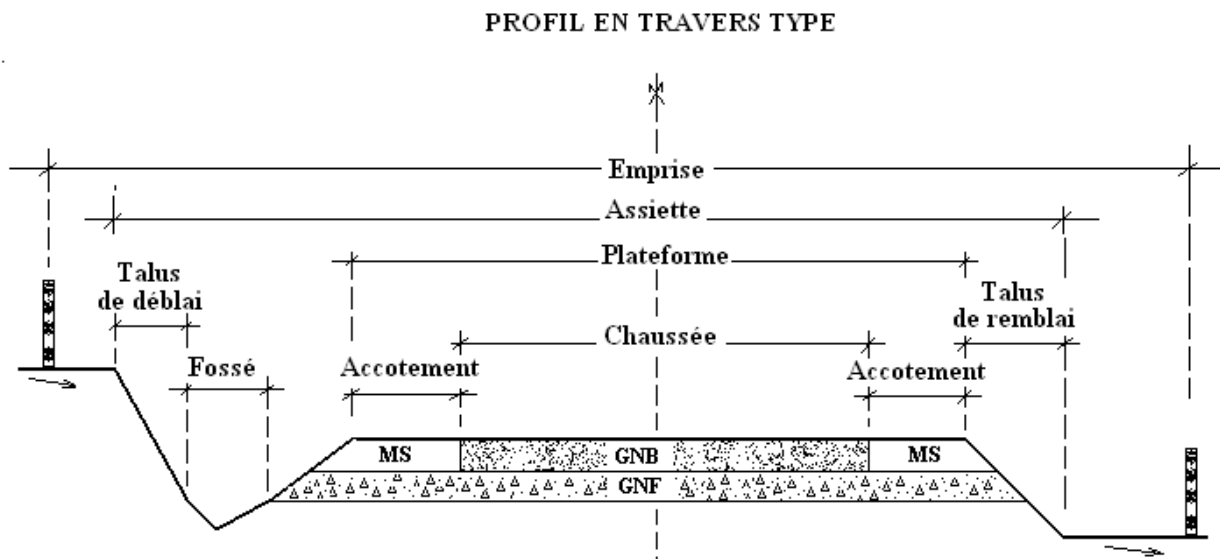


Figure 24: Profil en travers type

6.2.2 Le profil en travers courant :

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

6.3 LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:

6.3.1 La chaussée :

C est la partie affectée à la circulation des véhicules.

6.3.2 La largeur roulable :

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

6.3.3 La plate forme :

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

6.3.4 L'assiette :




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

6.3.5 L'emprise :

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

6.3.6 Les accotements :

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

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

6.3.7 Le terre-plein central :

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

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

6.3.8Le fossé :

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

6.4 Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

6.4.1 Le profil en travers type :

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

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

6.4.2 Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 20,25,30m).qui servent à calculer les cubatures.

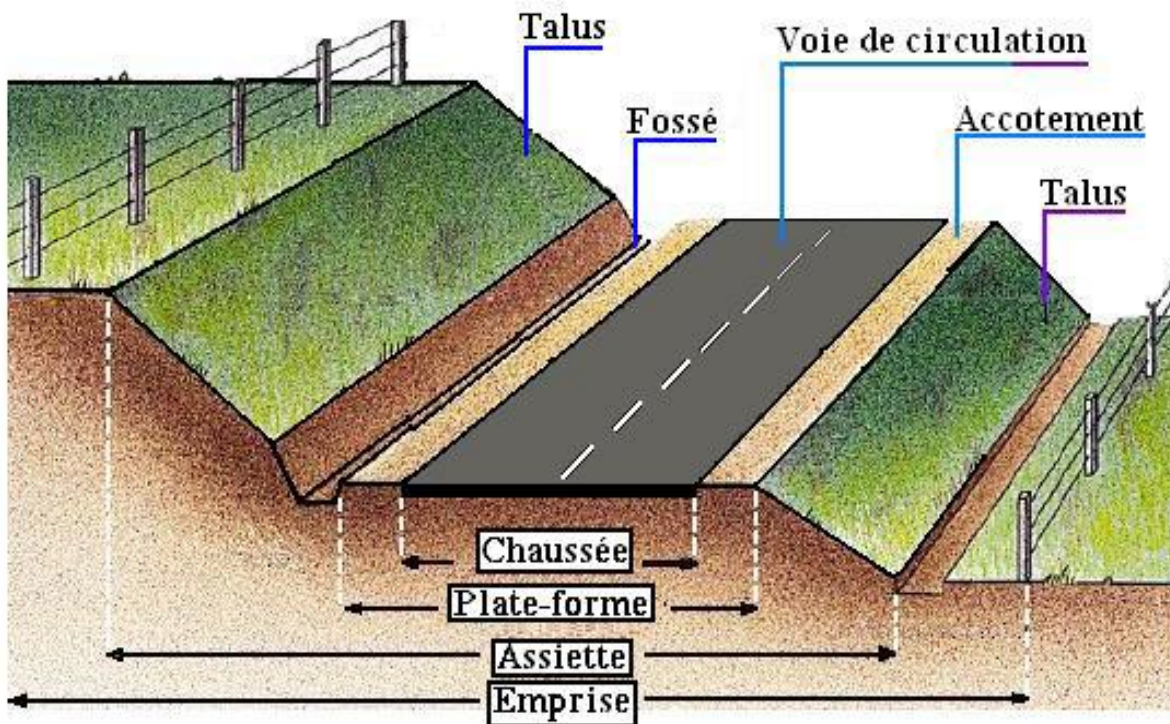


Figure 25: Eléments du profil en travers

6.5 Application au projet :

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✚ Chaussée : $3.50 \times 2 = 7.00$ m .
- ✚ Accotement $1,50 \times 2 = 3,00$ m.
- ✚ Fossé : $1.50 \times 2 = 3,00$ m.

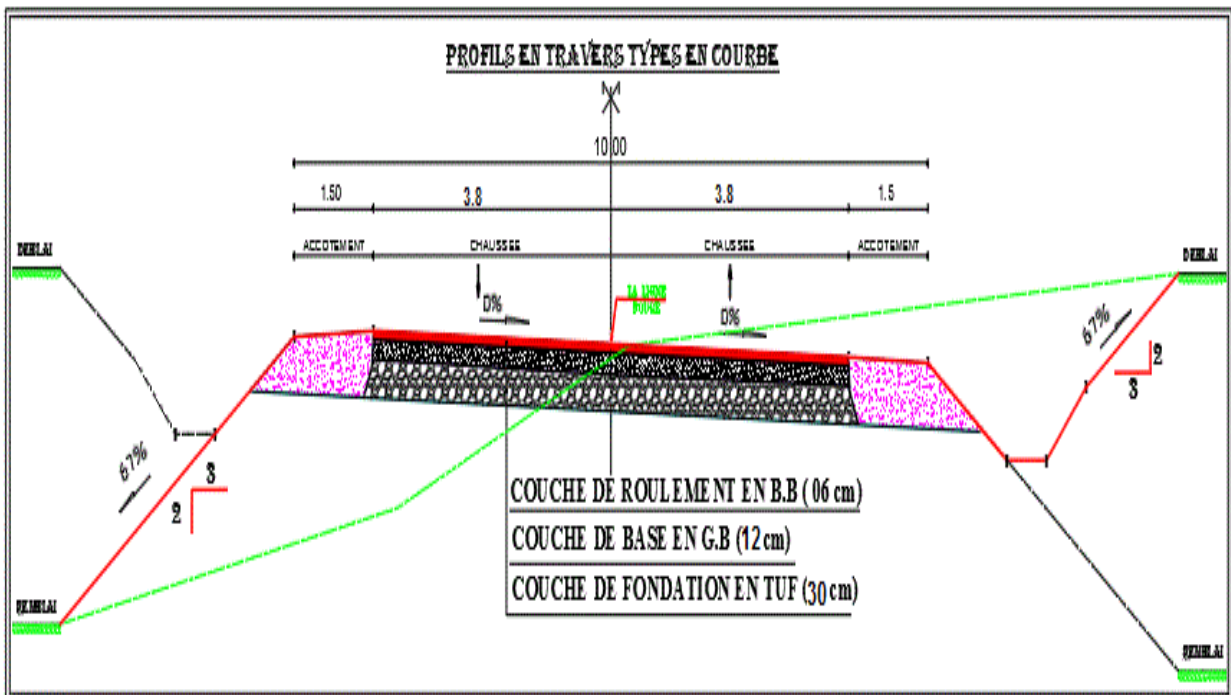
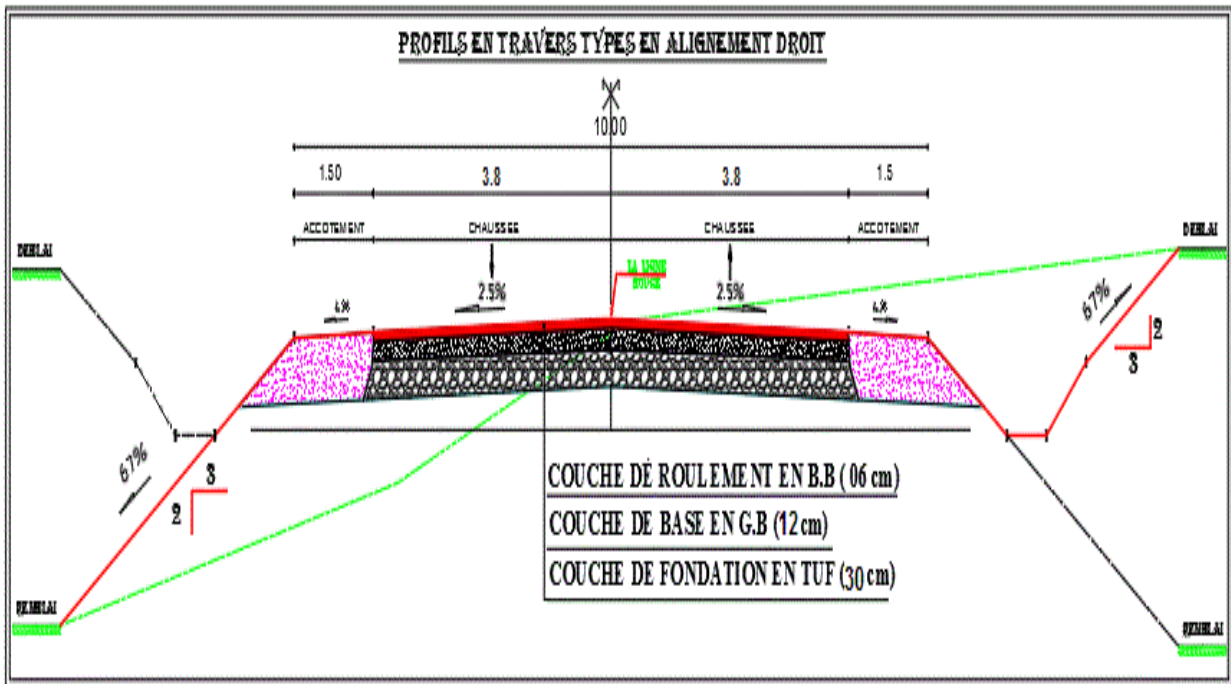


Figure 26:: Notre Profil En Travers type de la variante choisie en alignement droit et en courbe

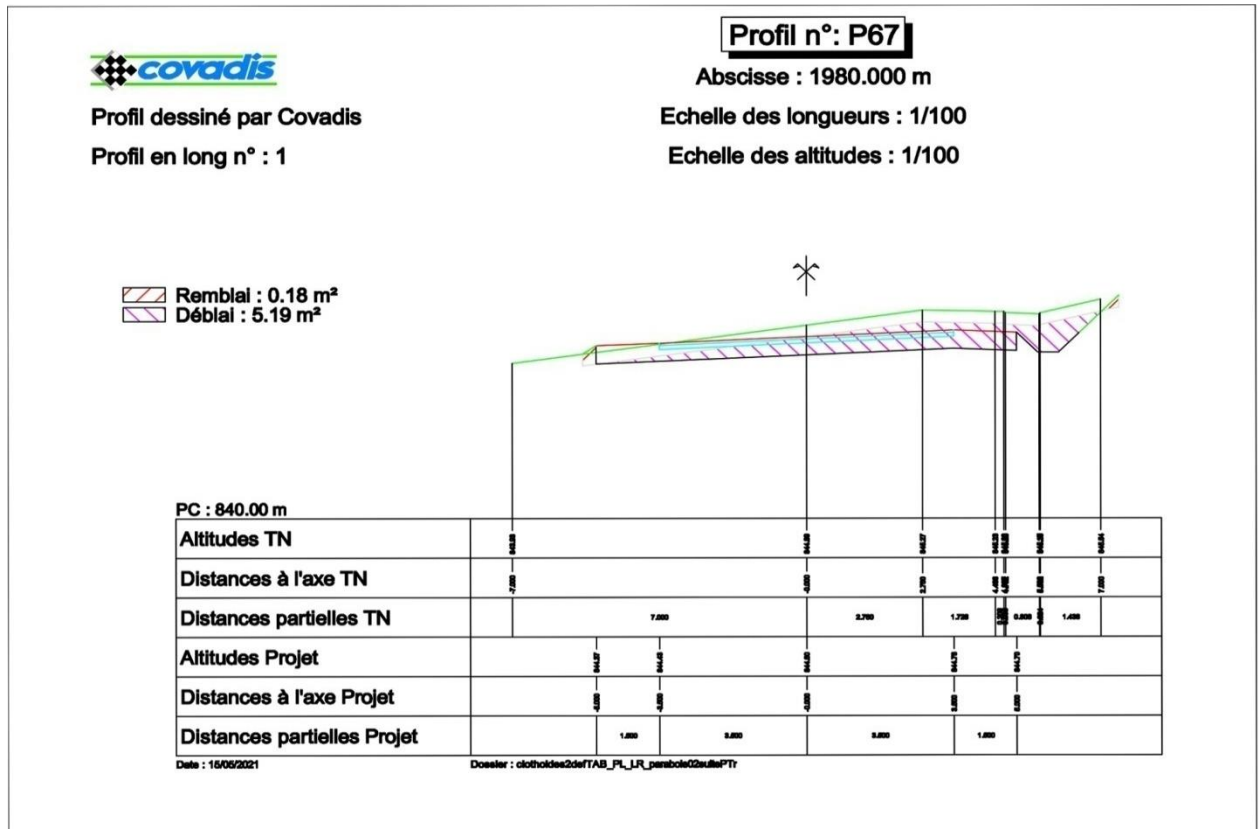


Figure 27 : profil en travers en déblai

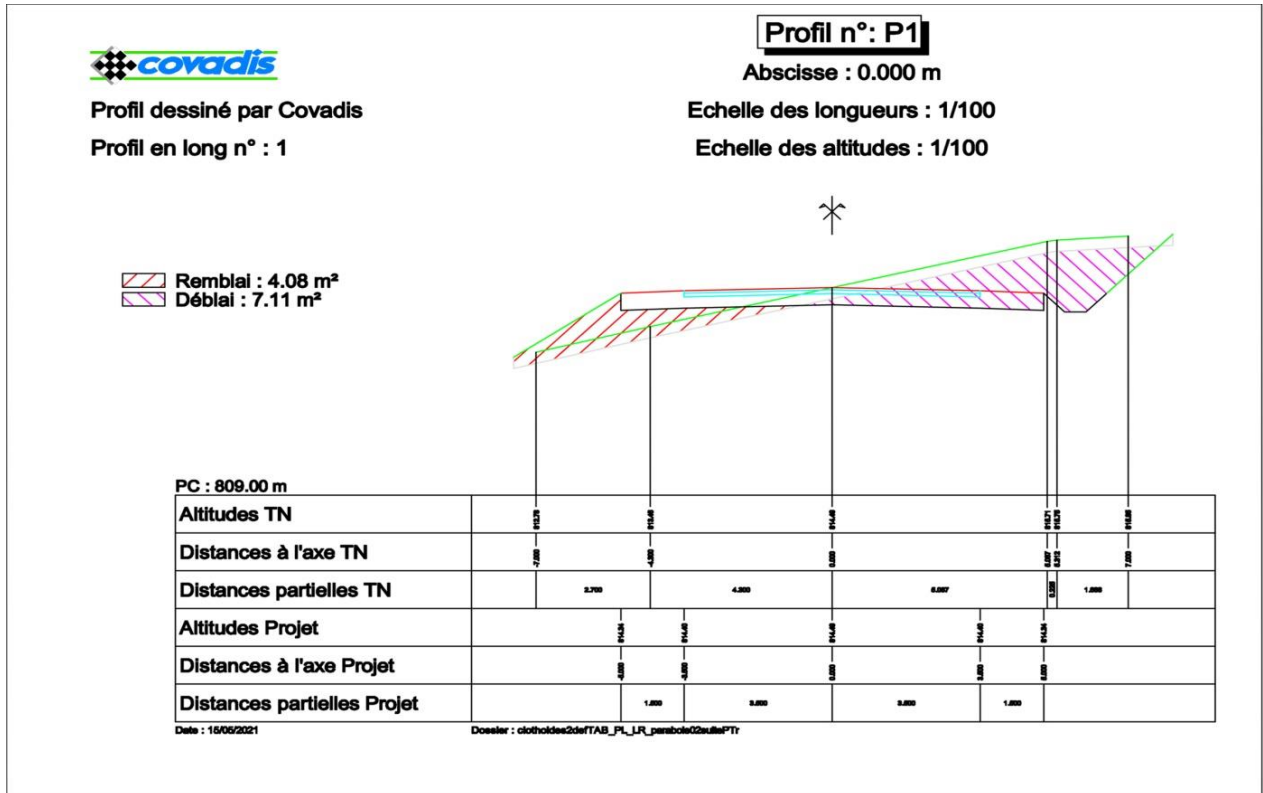


Figure 28: profil en travers type mixte

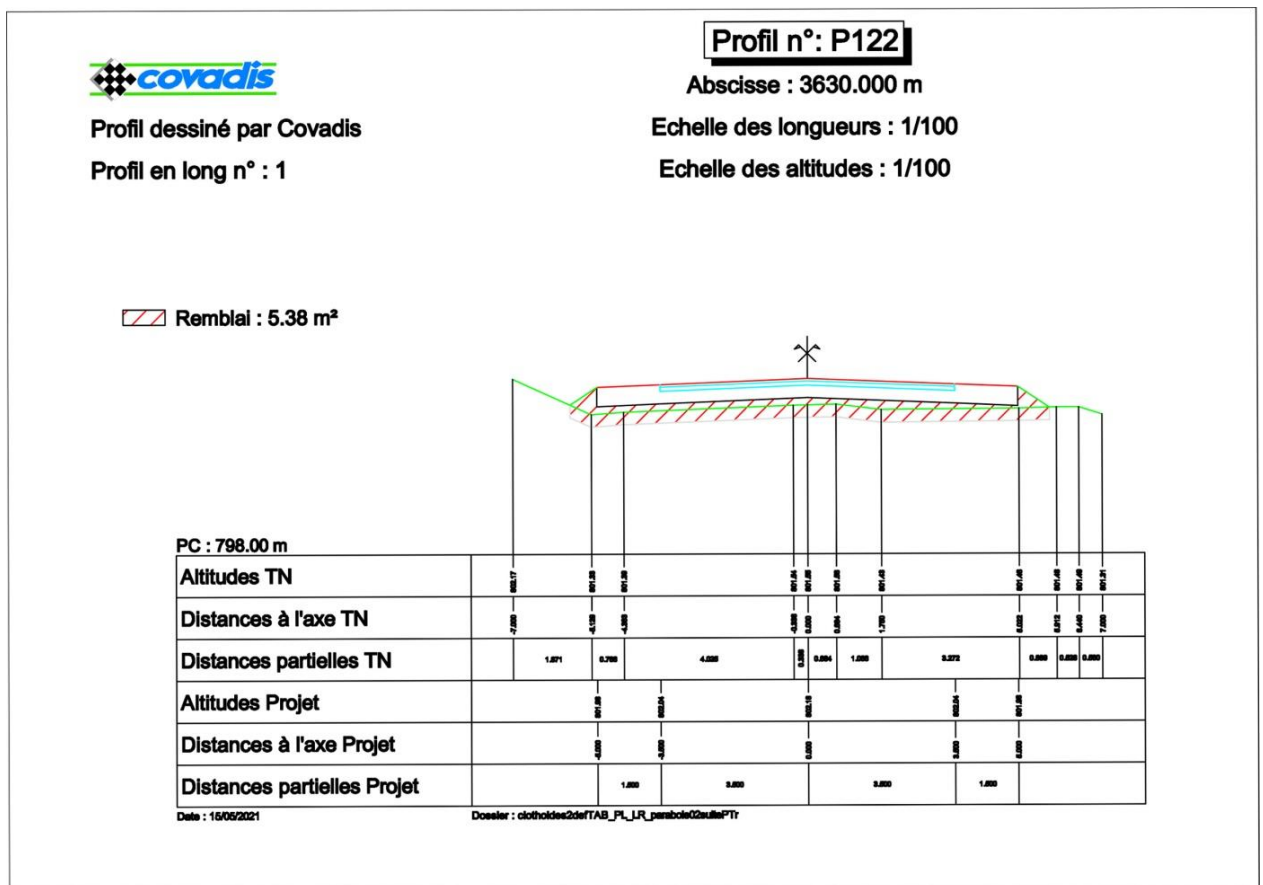


Figure 29: profil en travers type en remblai

Chapitre VIII :Implantation

7 Implantation :

L'implantation est une opération topographique dont le but de déterminer la position exacte de tous points en coordonnées et en altitude, celle-ci s'effectue sur le terrain à l'aide d'un théodolite à partir de la coordonnée rectangulaire déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain.

Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

Le piquetage « l'implantation » est donc le report du projet étudié sur le terrain naturel.

7.1 Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

7.1.1 Implantation planimétrique des sommets des alignements :

7.1.1.1 Par rayonnement :

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

7.1.1.2 Par intersection :

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

7.1.1.3 Par coordonnées polaires :

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

7.1.2 Implantation de courbes :

7.1.2.1 Raccordement circulaire :

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacent et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T , T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S .

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

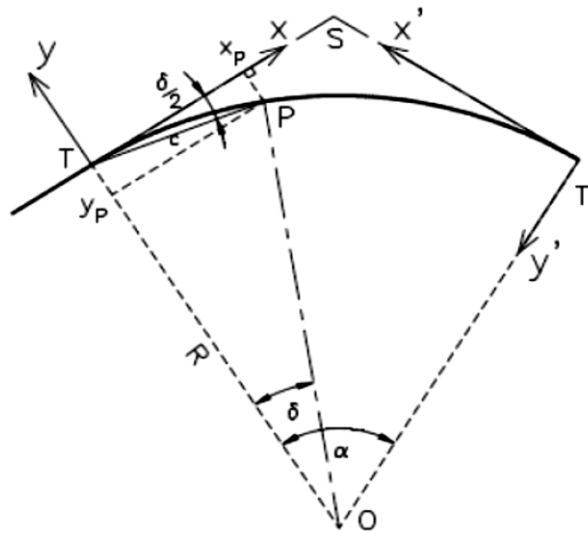


Figure 30: Implantation partie circulaire

7.1.2.2 Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

La figure suivante montre la méthode d'implantation :

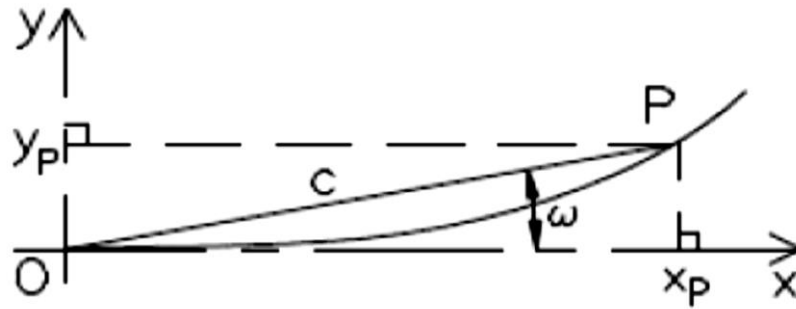


Figure 31: Méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires :

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \qquad W_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

7.2 Application au projet :

7.2.1 Calcul d'implantation pour les deux clothoïdes :

- Raccordement progressif (Forme symétrique)

Virage N°01 : Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	600 m
β =	3,4333 gr
β / 2 =	1,7167 gr
n =	3 pts
δ =	0,5720 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	0,5720	5,39	0,02
2	1,1440	10,78	0,10
M	1,7167	16,18	0,22

Tableau 61: Abscisses et ordonnées sur la tangente

Virage 2 : Implantation de clothoïde

Données

R =	600 m
L =	120 m
A =	268 m
ΔL =	10 m
n =	12

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : (ΔL =10m).

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde N° 02 :

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
<i>KA</i>	0	0,00	0,00
<i>1</i>	10	10,00	0,00
<i>2</i>	20	20,00	0,02
<i>3</i>	30	30,00	0,06
<i>4</i>	40	40,00	0,15
<i>5</i>	50	50,00	0,29
<i>6</i>	60	60,00	0,50
<i>7</i>	70	69,99	0,79
<i>8</i>	80	79,98	1,19
<i>9</i>	90	89,97	1,69
<i>10</i>	100	99,95	2,31
<i>11</i>	110	109,92	3,08
<i>KE</i>	120	119,88	4,00

Tableau62: Abscisses et ordonnées sur la tangente N2

Partie circulaire : Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	600 m
γ =	2,0300 gr
γ/2 =	1,0150 gr
n =	1 pts
δ =	1,0150 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,0150	9,57	0,08
M	1,0150	9,57	0,08

Virage 3 Implantation de clothoïde

Données

R =	350 m
L =	92 m
A =	179 m
L =	10 m
n =	9

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10\text{m}$).

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde n° 02:

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,01
2	20	20,00	0,04
3	30	30,00	0,14
4	40	40,00	0,33
5	50	49,99	0,65
6	60	59,98	1,12
7	70	69,96	1,77
8	80	79,92	2,65
9	90	89,86	3,77
KE	92	91,84	4,03

Tableau 63 : les éléments d'implantation clothoïde « 02 »

Partie circulaire :

Implantation de l'arc de cercle

Données :

R =	350 m
γ =	46,6851 gr
γ/2 =	23,3426 gr
n =	10 pts
δ =	2,3340 gr

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	350 m
$\beta =$	90,9958 gr
$\beta / 2 =$	45,4979 gr
n =	10 pts
$\delta =$	4,5500 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Tableau 38: Abscisses et ordonnées sur la tangente:

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
<i>T</i>	0,0000	0,00	0,00
1	4,5500	24,99	0,89
2	9,1000	49,86	3,57
3	13,6500	74,47	8,01
4	18,2000	98,70	14,21
5	22,7500	122,43	22,11
6	27,3000	145,53	31,69
7	31,8500	167,89	42,90
8	36,4000	189,39	55,67
9	40,9500	209,93	69,95
<i>M</i>	45,4979	229,38	85,65

Virage 5

Implantation de clothoïde

<u>Données</u>	
R =	350 m
L =	92 m
A =	179 m
$\Delta L =$	10 m
n =	9

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	20	20,00	0,04
2	30	30,00	0,14
3	30	30,00	0,14
4	40	40,00	0,33
5	50	49,99	0,65
6	60	59,98	1,12
7	70	69,96	1,77
8	80	79,92	2,65
9	90	89,86	3,77
KE	92	91,84	4,03

Partie circulaire :

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	350 m
γ =	10,2472 gr
$\gamma/2$ =	5,1236 gr
n =	10 pts
δ =	0,5120 gr

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	0,5120	2,81	0,01
2	1,0240	5,63	0,05
3	1,5360	8,44	0,10
4	2,0480	11,26	0,18
5	2,5600	14,07	0,28
6	3,0720	16,88	0,41
7	3,5840	19,69	0,55
8	4,0960	22,50	0,72
9	4,6080	25,31	0,92
M	5,1236	28,14	1,13

Virage 6

Implantation de clothoïde

Données

R =	350 m
L =	92 m
A =	179 m
$\square L =$	10 m
n =	9

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,01
2	20	20,00	0,04
3	30	30,00	0,14
4	40	40,00	0,33
5	50	49,99	0,65
6	60	59,98	1,12
7	70	69,96	1,77
8	80	79,92	2,65
9	90	89,86	3,77
KE	92	91,84	4,03

Tableau 64:Abscisses et ordonnées sur la tangente 06

 **Partie circulaire :**

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	350 m
$\gamma =$	34,7583 gr
$\gamma/2 =$	17,3791 gr
n =	10 pts
$\delta =$	1,7380 gr

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,7380	9,55	0,13
2	3,4760	19,10	0,52
3	5,2140	28,63	1,17
4	6,9520	38,14	2,08
5	8,6900	47,63	3,26
6	10,4280	57,07	4,68
7	12,1660	66,48	6,37
8	13,9040	75,83	8,31
9	15,6420	85,13	10,51
M	17,3791	94,37	12,96

Virage 7

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	350 m
β =	36,5521 gr
$\beta / 2$	18,2761 gr
n =	10 pts
δ =	1,8280 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,8280	10,05	0,14
2	3,6560	20,09	0,58
3	5,4840	30,11	1,30
4	7,3120	40,11	2,31
5	9,1400	50,08	3,60
6	10,9680	60,00	5,18
7	12,7960	69,88	7,05
8	14,6240	79,69	9,19
9	16,4520	89,45	11,62
M	18,2800	99,10	14,32

Tableau 65 :Abscisses et ordonnées sur la tangente7

Virage 8

Implantation de clothoïde

Données

R =	650 m
L =	125 m
A =	285 m
$\Delta L =$	10 m
n =	12

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,02
3	30	30,00	0,06
4	40	40,00	0,13
5	50	50,00	0,26
6	60	60,00	0,44
7	70	69,99	0,70
8	80	79,99	1,05
9	90	89,98	1,50
10	100	99,96	2,05
11	110	109,94	2,73
12	120	119,91	3,54
KE	125	124,88	4,00

Tableau 66 :Abscisses et ordonnées sur la tangente8

Partie circulaire :

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	650 m
$\gamma =$	9,6273 gr
$\gamma/2 =$	4,8137 gr
n =	10 pts
$\delta =$	0,4810 gr

Méthode d'implantation

1- Abcisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	0,4810	4,91	0,02
2	0,9620	9,82	0,07
3	1,4430	14,73	0,17
4	1,9240	19,64	0,30
5	2,4050	24,55	0,46
6	2,8860	29,46	0,67
7	3,3670	34,36	0,91
8	3,8480	39,26	1,19
9	4,3290	44,17	1,50
M	4,8137	49,10	1,86

Virage 9

Arc de cercle

Données

R =	800 m
β =	3,5867 gr
β/2 =	1,7934 gr
n=	5 pts
δ =	0,3590 gr

Méthode d'implantation

1- Abcisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ (m)	Yi= R(1 - cos (iδ)) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,3590 gr	4,511 m	0,013 m
2	0,7180 gr	9,022 m	0,051 m
3	1,0770 gr	13,533 m	0,114 m
4	1,4360 gr	18,044 m	0,204 m
M	1,7934 gr	22,533 m	0,317 m

Tableau 67:Abcisses et ordonnées sur la tangente9

Virage 10 :

Clothoïde

Données

R =	300 m
L =	60 m
A =	134,16 m
$\Delta L =$	10 m
n =	6

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,009 m
2	20 m	20,000 m	0,074 m
3	30 m	29,998 m	0,250 m
4	40 m	39,992 m	0,593 m
5	50 m	49,976 m	1,157 m
KE	60 m	59,940 m	1,999 m

Données

R =	300 m
$\gamma =$	45,1743 gr
$\gamma/2 =$	22,5872 gr
n =	8 pts
$\delta =$	2,8230 gr

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	i δ	$X_i = R \cdot \sin$ i δ (m)	$Y_i = R(1 - \cos (i\delta))$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,8230 gr	13,299 m	0,295 m
2	5,6460 gr	26,571 m	1,179 m
3	8,4690 gr	39,792 m	2,651 m
4	11,2920 gr	52,934 m	4,707 m
5	14,1150 gr	65,972 m	7,344 m
6	16,9380 gr	78,880 m	10,556 m
7	19,7610 gr	91,633 m	14,337 m
8	22,5840 gr	104,206 m	18,680 m
M	22,5872 gr	104,220 m	18,685 m

Tableau 68 :Abscisses et ordonnées sur la tangente10

Virage 11
Arc de cercle

Données

R =	300 m
β =	10,8732 gr
$\beta/2$ =	5,4366 gr
n =	5 pts
δ =	1,0870 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	i δ	Xi = R . sin i δ (m)	Yi= R(1 - cos (i δ)) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,0870 gr	5,122 m	0,044 m
2	2,1740 gr	10,243 m	0,175 m
3	3,2610 gr	15,360 m	0,393 m
4	4,3480 gr	20,474 m	0,699 m
5	5,4350 gr	25,581 m	1,093 m
M	5,4366 gr	25,588 m	1,093 m

Tableau 69:Abscisses et ordonnées sur la tangente11

Virage 12

Arc de cercle

Données

R =	300 m
β =	22,9809 gr
$\beta/2$ =	11,4905 gr
n =	7 pts
δ =	1,6410 gr

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	i δ	Xi = R . sin i δ (m)	Yi= R(1- cos (i δ)) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,6410 gr	7,732 m	0,100 m
2	3,2820 gr	15,459 m	0,399 m
3	4,9230 gr	23,176 m	0,897 m
4	6,5640 gr	30,877 m	1,593 m
5	8,2050 gr	38,558 m	2,488 m
6	9,8460 gr	46,213 m	3,581 m
7	11,4870 gr	53,838 m	4,870 m
M	11,4905 gr	53,854 m	4,873 m

Tableau 70 :Abscisses et ordonnées sur la tangente12

Virage 13

Arc de cercle

Données

R =	80 m
β =	129,1867 gr
β/2 =	64,5934 gr
n =	10 pts
δ =	6,4590 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ(m)	Yi= R(1 - cos (iδ))(m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	6,4590 gr	8,103 m	0,411 m
2	12,9180 gr	16,122 m	1,641 m
3	19,3770 gr	23,976 m	3,677 m
4	25,8360 gr	31,583 m	6,498 m
5	32,2950 gr	38,865 m	10,075 m
6	38,7540 gr	45,747 m	14,371 m
7	45,2130 gr	52,159 m	19,342 m
8	51,6720 gr	58,035 m	24,936 m
9	58,1310 gr	63,313 m	31,098 m
10	64,5900 gr	67,941 m	37,762 m
M	64,5934 gr	67,943 m	37,765 m

Tableau 71:Abscisses et ordonnées sur la tangente13

Virage 14

Clothoïde

Données

R =	350 m
L =	65 m
A =	150,83 m
ΔL =	10 m
n=	6

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,007 m
2	20 m	20,000 m	0,059 m
3	30 m	29,999 m	0,198 m
4	40 m	39,995 m	0,469 m
5	50 m	49,985 m	0,916 m
6	60 m	59,962 m	1,582 m
7	70 m	69,919 m	2,511 m
8	80 m	79,842 m	3,746 m

KE	65 m	64,944 m	2,011 m
-----------	------	----------	---------

virage 14

Arc de cercle

Données

R =	350 m
γ =	9,9947 gr
γ/2 =	4,9974 gr
n =	5 pts
δ =	0,9990 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ (m)	Yi= R(1 - cos (iδ)) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,9990 gr	5,492 m	0,043 m
2	1,9980 gr	10,983 m	0,172 m
3	2,9970 gr	16,471 m	0,388 m
4	3,9960 gr	21,955 m	0,689 m
M	4,9974 gr	27,446 m	1,078 m

Tableau 72:Abscisses et ordonnées sur la tangente14

Chapitre IX : Cubatures

8 Cubature:

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

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

trois types de terrain

- Sol meuble.
- Sol meuble rocheux.
- Sol rocheux.

8.1 Cubature des terrassements :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- ✓ Les profils en long
- ✓ Les profils en travers
- ✓ Les distances entre les profils

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

8.2 Méthodes de calcul de cubature :

Les cubatures sont les calculs effectuées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet, les cubatures sont fastidieuses mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste à calculer les surfaces SD (surface déblai) et SR (surface remblai) pour chaque profil en travers.

Profil N°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	15,00	0,06	7,05	7,11	106,67	106,67	4,03	0,05	4,08	61,21	61,21
P2	30,00	30,00	11,09	15,60	26,69	800,81	907,49	0,04	0,05	0,09	2,57	63,78
P3	60,00	30,00	7,35	16,60	23,95	718,36	1625,85	0,04	0,06	0,09	2,85	66,62
P4	90,00	30,00	16,51	23,17	39,68	1190,42	2816,27	0,02	0,05	0,07	2,22	68,84
P5	120,00	30,00	21,33	30,55	51,88	1556,34	4372,60	0,04	0,05	0,09	2,64	71,49
P6	150,00	30,00	26,16	38,11	64,27	1928,14	6300,74	0,04	0,05	0,09	2,72	74,20
P7	180,00	30,00	29,12	35,52	64,64	1939,15	8239,90	0,04	0,06	0,09	2,81	77,01
P8	210,00	30,00	33,18	49,96	83,14	2494,16	10734,05	0,04	0,05	0,09	2,66	79,68
P9	240,00	30,00	14,35	17,49	31,84	955,30	11689,36	0,04	0,05	0,08	2,50	82,17
P10	270,00	30,00	0,00	5,44	5,44	163,05	11852,41	2,98	0,17	3,15	94,65	176,82
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11852,41	20,31	14,23	34,55	1036,45	1213,27
P12	330,00	30,00	4,87	10,71	15,57	467,13	12319,54	0,04	0,05	0,09	2,67	1215,94
P13	360,00	30,00	10,34	33,03	43,37	1301,18	13620,72	0,04	0,05	0,09	2,83	1218,76
P14	390,00	30,00	34,27	45,62	79,89	2396,65	16017,37	0,03	0,05	0,08	2,31	1221,08
P15	420,00	30,00	34,81	55,86	90,67	2720,11	18737,48	0,04	0,05	0,09	2,81	1223,89
P16	450,00	30,00	37,34	56,53	93,87	2815,97	21553,45	0,04	0,05	0,09	2,76	1226,65
P17	480,00	30,00	28,12	43,75	71,87	2156,20	23709,66	0,05	0,05	0,10	2,87	1229,53
P18	510,00	30,00	22,74	39,34	62,07	1862,24	25571,90	0,04	0,05	0,09	2,85	1232,37
P19	540,00	30,00	18,81	43,38	62,19	1865,66	27437,56	0,05	0,05	0,10	2,97	1235,35
P20	570,00	30,00	13,58	48,91	62,49	1874,64	29312,20	0,05	0,05	0,10	3,00	1238,34
P21	600,00	30,00	17,17	42,69	59,86	1795,83	31108,03	0,02	0,05	0,08	2,33	1240,67
P22	630,00	30,00	19,48	40,01	59,49	1784,70	32892,73	0,04	0,05	0,09	2,73	1243,40
P23	660,00	30,00	15,56	37,03	52,59	1577,62	34470,35	0,04	0,05	0,09	2,76	1246,16
P24	690,00	30,00	7,75	29,50	37,24	1117,30	35587,65	0,04	0,05	0,09	2,70	1248,86
P25	720,00	30,00	0,00	10,46	10,46	313,67	35901,32	23,18	2,46	25,63	768,97	2017,83
P26	750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	31,11	20,93	52,04	1561,19	3579,02
P27	780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	59,49	37,61	97,10	2913,06	6492,09
P28	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	75,36	57,75	133,11	3993,15	10485,24
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	85,26	67,63	152,89	4586,76	15071,99
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	84,37	59,88	144,25	4327,44	19399,43
P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	80,59	56,96	137,55	4126,62	23526,05
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	66,76	42,41	109,17	3275,20	26801,25
P33	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	53,14	37,48	90,62	2718,68	29519,92
P34	990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	33,88	26,43	60,31	1809,43	31329,35
P35	1020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	25,51	23,05	48,56	1456,81	32786,16
P36	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	26,77	23,14	49,90	1497,02	34283,18
P37	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	36,84	20,76	57,60	1728,06	36011,24
P38	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	41,73	16,05	57,78	1733,45	37744,68
P39	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	34,31	11,40	45,71	1371,17	39115,85
P40	1170,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35901,32	16,86	3,74	20,60	617,98	39733,83
P41	1200,00	30,00	0,09	8,86	8,95	268,60	36169,92	3,05	0,06	3,12	93,50	39827,33
P42	1230,00	30,00	14,02	33,59	47,61	1428,31	37598,24	0,04	0,07	0,11	3,17	39830,49
P43	1260,00	30,00	20,68	51,93	72,61	2178,21	39776,45	0,02	0,07	0,09	2,69	39833,18
P44	1290,00	30,00	2,39	0,01	2,40	72,07	39848,52	0,33	2,69	3,01	90,34	39923,52

Etude de modernisation de la route nationale RN 07

P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39848,52	55,83	11,33	67,16	2014,78	41938,30
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39848,52	48,37	9,62	57,99	1739,74	43678,04
P47	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39848,52	20,56	2,58	23,14	694,21	44372,25
P48	1410,00	30,00	0,81	0,01	0,82	24,51	39873,03	1,26	1,08	2,35	70,35	44442,60
P49	1440,00	30,00	3,23	9,31	12,55	376,41	40249,44	0,02	0,03	0,06	1,77	44444,37
P50	1470,00	30,00	7,62	13,28	20,91	627,16	40876,59	0,03	0,08	0,11	3,40	44447,77
P51	1500,00	30,00	10,50	9,58	20,08	602,41	41479,01	0,03	0,05	0,08	2,33	44450,10
P52	1530,00	30,00	12,07	10,28	22,35	670,37	42149,37	0,04	0,04	0,08	2,34	44452,44
P53	1560,00	30,00	11,91	13,09	24,99	749,83	42899,20	0,04	0,09	0,13	3,88	44456,32
P54	1590,00	30,00	7,05	34,68	41,73	1251,77	44150,97	0,05	0,05	0,10	2,96	44459,28
P55	1620,00	30,00	1,44	51,52	52,96	1588,66	45739,63	0,22	0,05	0,27	8,05	44467,32
P56	1650,00	30,00	6,57	32,03	38,60	1157,99	46897,62	0,05	0,06	0,10	3,13	44470,45
P57	1680,00	30,00	5,70	6,21	11,90	357,14	47254,76	0,04	0,04	0,08	2,44	44472,89
P58	1710,00	30,00	0,00	2,88	2,88	86,40	47341,16	32,66	0,24	32,90	986,90	45459,80
P59	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47341,16	29,59	17,96	47,55	1426,52	46886,31
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47341,16	34,84	18,79	53,63	1608,97	48495,28
P61	1800,00	30,00	0,00	1,46	1,46	43,94	47385,09	10,81	0,60	11,41	342,40	48837,68
P62	1830,00	30,00	0,05	3,31	3,36	100,76	47485,85	2,11	0,05	2,16	64,71	48902,39
P63	1860,00	30,00	5,06	4,85	9,91	297,37	47783,22	0,03	0,07	0,11	3,16	48905,55
P64	1890,00	30,00	5,07	4,61	9,68	290,36	48073,58	0,04	0,05	0,09	2,68	48908,23
P65	1920,00	30,00	6,15	7,00	13,15	394,46	48468,04	0,04	0,05	0,09	2,68	48910,90
P66	1950,00	30,00	5,66	12,47	18,13	543,93	49011,97	0,07	0,05	0,12	3,63	48914,53
P67	1980,00	30,00	1,12	4,07	5,19	155,63	49167,60	0,12	0,06	0,18	5,47	48920,00
P68	2010,00	30,00	2,09	0,08	2,18	65,30	49232,90	0,15	0,87	1,02	30,67	48950,67
P69	2040,00	30,00	0,84	0,38	1,22	36,70	49269,60	0,08	0,11	0,20	5,89	48956,56
P70	2070,00	30,00	0,22	0,00	0,22	6,59	49276,19	0,21	1,19	1,40	41,87	48998,43
P71	2100,00	30,00	2,80	4,17	6,96	208,93	49485,12	0,03	0,04	0,07	2,15	49000,58
P72	2130,00	30,00	1,75	1,29	3,04	91,15	49576,27	0,08	0,09	0,18	5,30	49005,88
P73	2160,00	30,00	2,74	3,19	5,93	178,04	49754,31	0,04	0,07	0,11	3,23	49009,11
P74	2190,00	30,00	2,93	2,56	5,49	164,76	49919,07	0,04	0,16	0,20	5,99	49015,10
P75	2220,00	30,00	2,72	4,05	6,77	203,20	50122,27	0,05	0,09	0,14	4,14	49019,24
P76	2250,00	30,00	2,53	3,22	5,76	172,75	50295,02	0,04	0,07	0,11	3,35	49022,59
P77	2280,00	30,00	1,55	9,58	11,13	333,78	50628,80	0,00	0,05	0,05	1,52	49024,11
P78	2310,00	30,00	3,84	5,18	9,02	270,72	50899,52	0,05	0,07	0,12	3,64	49027,75
P79	2340,00	30,00	5,79	8,02	13,81	414,31	51313,83	0,04	0,02	0,07	2,05	49029,81
P80	2370,00	30,00	7,84	8,46	16,30	489,05	51802,88	0,04	0,08	0,12	3,51	49033,32
P81	2400,00	30,00	7,66	8,16	15,82	474,58	52277,46	0,04	0,05	0,09	2,63	49035,95
P82	2430,00	30,00	6,11	6,69	12,80	383,94	52661,39	0,04	0,03	0,08	2,25	49038,21
P83	2460,00	30,00	3,63	5,22	8,85	265,57	52926,96	0,05	0,05	0,10	3,05	49041,26
P84	2490,00	30,00	4,15	4,82	8,97	269,13	53196,09	0,05	0,05	0,09	2,78	49044,04
P85	2520,00	30,00	3,29	3,28	6,57	197,11	53393,20	0,05	0,08	0,13	3,77	49047,80
P86	2550,00	30,00	2,16	3,06	5,23	156,81	53550,01	0,01	0,04	0,05	1,52	49049,32
P87	2580,00	30,00	1,21	2,96	4,17	125,02	53675,03	0,24	0,05	0,29	8,76	49058,08
P88	2610,00	30,00	2,16	1,33	3,48	104,47	53779,50	0,06	0,09	0,15	4,45	49062,53
P89	2640,00	30,00	2,37	1,46	3,84	115,09	53894,59	0,13	0,08	0,21	6,19	49068,72
P90	2670,00	30,00	0,00	0,50	0,50	14,86	53909,45	0,39	0,17	0,56	16,74	49085,45
P91	2700,00	30,00	0,43	0,26	0,69	20,68	53930,13	0,14	0,04	0,18	5,37	49090,83
P92	2730,00	30,00	3,76	0,38	4,14	124,27	54054,40	0,06	0,03	0,09	2,79	49093,62
P93	2760,00	30,00	0,00	0,44	0,44	13,29	54067,69	0,26	5,79	6,05	181,52	49275,14
P94	2790,00	30,00	15,08	0,01	15,09	452,83	54520,52	0,06	0,69	0,75	22,50	49297,64
P95	2820,00	30,00	2,00	0,00	2,00	60,02	54580,54	0,23	4,38	4,61	138,33	49435,97
P96	2850,00	30,00	22,24	3,42	25,66	769,88	55350,42	0,10	0,06	0,16	4,84	49440,81
P97	2880,00	30,00	20,15	0,26	20,41	612,18	55962,60	0,06	0,05	0,10	3,12	49443,93
P98	2910,00	30,00	20,97	0,74	21,71	651,41	56614,01	0,06	6,83	6,89	206,59	49650,52
P99	2940,00	30,00	32,30	0,91	33,21	996,32	57610,33	0,08	2,08	2,16	64,75	49715,28
P100	2970,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,33	4,75	6,55	11,30	338,90	50054,18
P101	3000,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,33	5,85	6,59	12,44	373,20	50427,38
P102	3030,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,33	4,14	7,69	11,83	354,84	50782,21
P103	3060,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,33	4,60	14,63	19,23	576,99	51359,21

P104	3090,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,33	4,79	12,11	16,90	506,92	51866,13
P105	3120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57610,34	1,81	5,56	7,37	221,21	52087,34
P106	3150,00	30,00	0,35	0,00	0,35	10,55	57620,89	1,16	5,71	6,87	206,16	52293,50
P107	3180,00	30,00	21,23	0,00	21,23	637,04	58257,93	2,36	5,31	7,66	229,91	52523,42
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58257,93	3,43	5,47	8,90	266,99	52790,41
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58257,93	4,63	4,39	9,02	270,60	53061,01
P110	3270,00	30,00	16,47	0,64	17,11	513,33	58771,26	0,05	2,32	2,38	71,26	53132,27
P111	3300,00	30,00	4,88	0,08	4,97	148,96	58920,22	0,05	2,70	2,74	82,33	53214,60
P112	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58920,22	4,79	12,18	16,97	508,98	53723,58
P113	3360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58920,22	3,33	5,46	8,80	263,92	53987,49
P114	3390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,09	58920,31	1,65	9,69	11,34	340,12	54327,61
P115	3420,00	30,00	8,67	0,52	9,20	275,92	59196,23	0,05	0,98	1,02	30,65	54358,26
P116	3450,00	30,00	2,48	0,00	2,48	74,54	59270,77	1,04	4,16	5,20	155,97	54514,24
P117	3480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	3,50	9,48	12,99	389,57	54903,81
P118	3510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	3,18	9,42	12,60	378,03	55281,83
P119	3540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	2,55	4,70	7,25	217,62	55499,45
P120	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	4,32	4,76	9,07	272,13	55771,58
P121	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	3,83	4,97	8,80	263,91	56035,49
P122	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59270,77	2,72	2,66	5,38	161,52	56197,01
P123	3660,00	30,00	0,00	0,07	0,07	2,11	59272,88	1,01	0,51	1,52	45,54	56242,55
P124	3690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59272,88	0,53	2,99	3,52	105,68	56348,23
P125	3720,00	30,00	0,09	0,00	0,09	2,75	59275,63	1,27	1,22	2,49	74,72	56422,95
P126	3750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59275,63	1,12	11,62	12,74	382,19	56805,14
P127	3780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59275,63	6,03	16,05	22,07	662,19	57467,34
P128	3810,00	16,15	0,23	1,89	2,12	34,21	59309,84	0,25	0,04	0,29	4,75	57472,09
P129	3812,31	1,15	0,41	2,07	2,49	2,87	59312,71	0,16	0,04	0,20	0,23	57472,32

Tableau 73 : volume déblais et remblais

Ce que l'on peut retenir de ces résultats c'est que :

Volume cumulé déblais (m³) : 59.312,71
 Volume cumulé remblais (m³) : 57.472,32
 Excès (m³) : 1.840,39

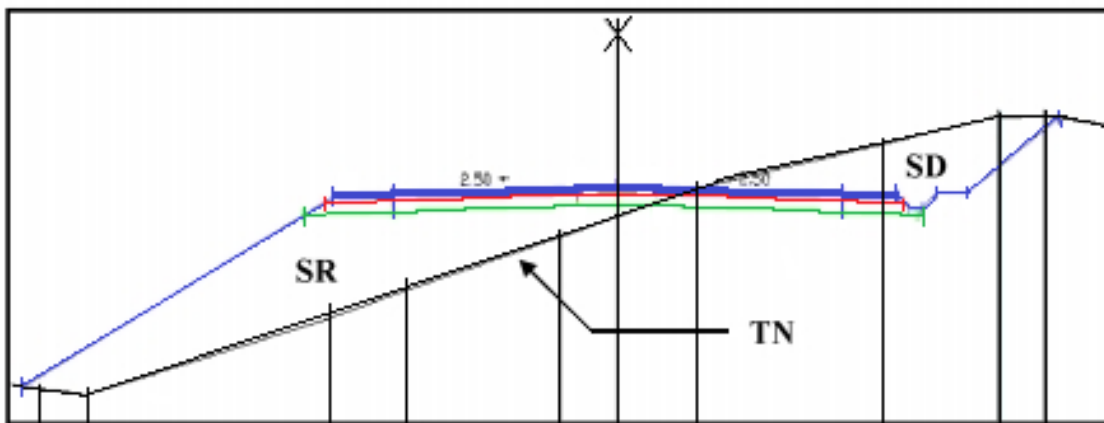


Figure 32: Description des sections déblais et remblais.

TN : terrain naturelle.
 SD : surface déblai.

SR : surface remblai

Chapitre X : La signalisation routière

9 Introduction

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit leur en indique les repères et équipement utiles à leurs déplacements.

9.1 Rôle de la signalisation :

La signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité routière car elle contribue à la lisibilité de la route.

Un des grands principes de la signalisation routière réside dans l'homogénéité des informations transmises à l'utilisateur.

9.2 Catégories de signalisation :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

9.3 Type de signalisation :

Il y a deux types de signalisations : verticale et horizontale.

9.3.1 La signalisation routière horizontale :

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

On distingue plusieurs types de marquage :

9.3.1.1 Ligne continue :

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdit. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).



Figure 32: Ligne continue

9.3.1.2 Ligne discontinue :

Dépassement et changement de voie autoriser

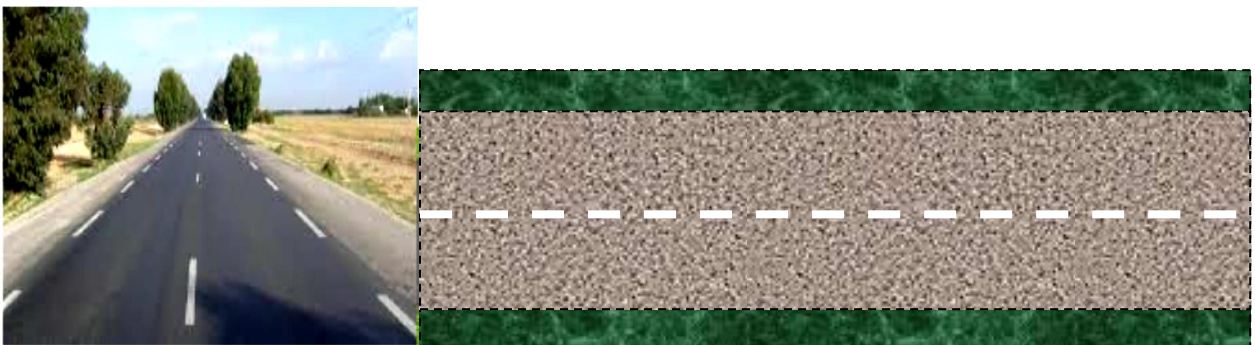


Figure 33: Ligne discontinue

9.3.1.3 Ligne d'avertissement :

Annonce une ligne continue, des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.

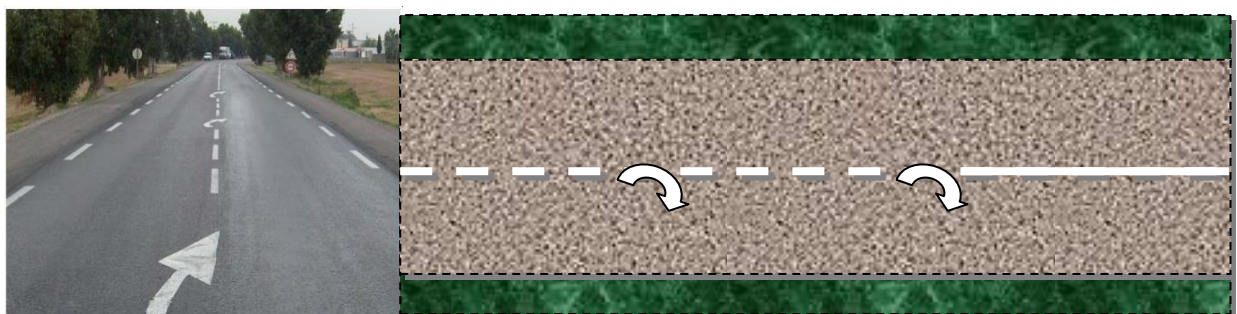


Figure 34: Ligne d'avertissement

9.3.1.4 Flèches de rabattement :

Indiquer la voie dans laquelle il faut se rabattre.

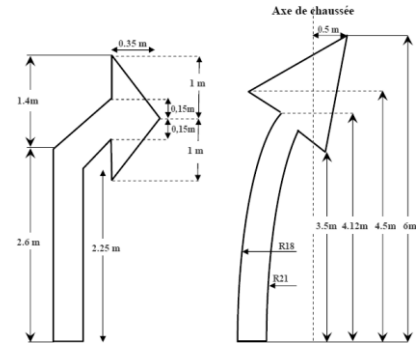


Figure 35: Flèche de rabattement

9.3.1.5 Ligne de rive trait :

Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.

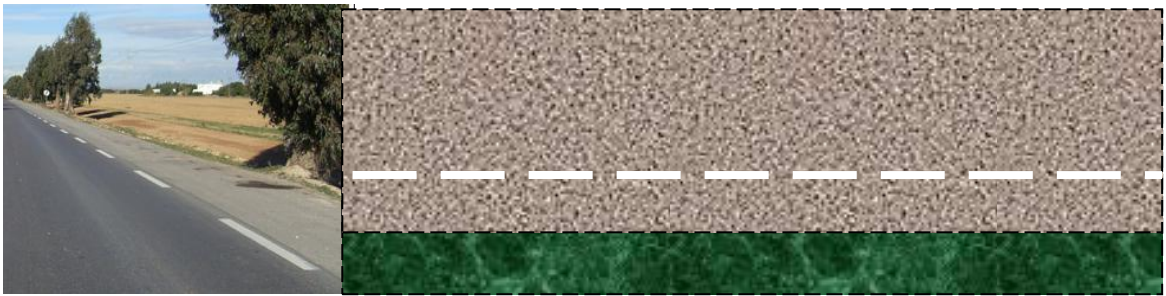


Figure 36: Ligne de rive trait

9.3.1.6 Flèche directionnelles :

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.

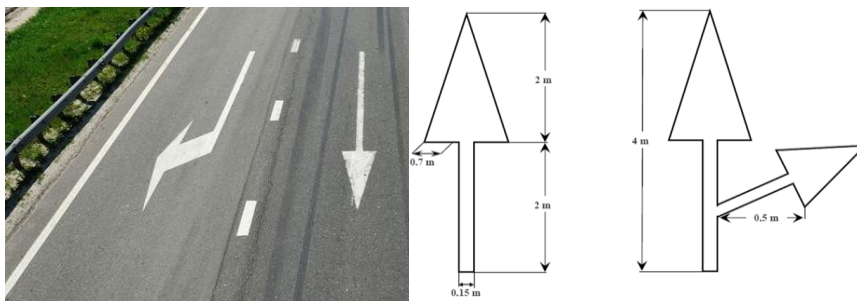






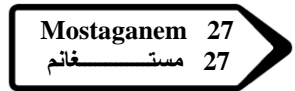


Figure 37: Flèche directionnelles

9.3.2 Signalisation routière verticale :

La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

- Signalisation de danger, de prescription et d'indication.
- Signalisation de direction.

Désignation	Symbole
Indication du caractère prioritaire du dédoublement	
Arrêt à l'intersection, Signal de position	
Arrêt à l'intersection. Signal avancé	
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.	
Virage à droite	
Virage à gauche	
Indication des directions des ville.	

Chapitre XI :Devis quantitatif et estimatif

10 Devis quantitatif et estimatif :

10.1 Devis estimatif :

C'est une pièce technique qui fournit une prévision de dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

10.2 Devis quantitatif :

C'est le classement rationnel et respectif des quantités d'ouvrages de même nature et de qualité défini par l'avant métré.M²

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Quantité.	Prix.Unitaire DA	Montant DA
1	installation de chantier		F	F	F
2	décapage de la terre végétale	M ²	57225	30,00	1716750,00
3	abattage et dessouchage des arbres	U	20,00	2000,00	40000,00
4	Scarification de la route existante	M ²	2109,5235	300,00	632857,05
5	Déblais mise en dépôt	M ³	1840,00	250,00	460000
6	Couche de fondation en tuf 30 cm, y/c le transport la manutention l'étalage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	M ³	17167,50	450,00	7725375,00
7	Couche de base en GB 10 cm	T	6142,15	3100,00	19040665,00
8	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	T	3765,41	4200,00	15814701,00
9	Rechargement des accotements sur y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	M ³	2632,35	450,00	1184557,50
10	Panneaux de signalisation verticale	U	65	8000,00	520000,00
11	Peinture de signalisation horizontale	MI	22890	100,00	2289000,00
12	Ouverture de fossé bétonné	MI	2000,00	1500,00	3000000,00
13	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre ø 1000	MI	144,00	100,00	14.400,00
Montant en H.T					62.511.291,55
TVA 19%					11.877.145,39
Montant en T.T.C					74.388.436,94

Tableau 74 Devis Quantitatif et Estimatif

Le présent devis est arrêté à la somme de : Soixante quatorze millions trois cent quatre vingt huit mille quatre cent trente six dinars et quatre vint quatorze centimes

CONCLUSION

Compte tenu de l'importance de la route existante qui doit supporter, l'intensité du trafic actuel et les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région ainsi que l'état dégradé de la route existante.

Notre objectif était de moderniser la RN07 et de lui doter des caractéristiques d'une route nationale.

Cela s'est concrétisé en moyennant les actions suivantes:

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- réduire le nombre d'accidents au niveau de la RN07
- assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

Le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie

Pour cela nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine

Il était une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier.

Il nous a permet de nous perfectionner dans l'utilisation des logiciels informatique notamment COVADIS et AUTOCAD.

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

- Les travaux Publics R. ALLARD et G. KIENERT
Métré de travaux Publics P. PEYRONNET
Voies de communications Nicolas BOS
Cour de Routes F.Z KALLI
Cour de Routes Hervé BRUNEL
Topographie et topométrie modernes (Tome1) : Techniques de mesure et de représentation Serge Milles et Jean Lagofun
Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs Serge Milles et Jean Lagofun
Cour de tracé routier Université Mohammed 1er Faculté des sciences Oujda Maroc.
- B40 Normes techniques d'aménagement des routes
Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers
✓ Niveaux de service et normes
✓ Manuel d'utilisation
- Mémoires
Etude de modernisation, réhabilitation et de l'impact sur l'environnement de la RN 02 sur 3 km
Mémoire d'ingénieur KADDAR. F
Evitement de la ville de Makouda par Ait Fares sur un liniaire de Pk00 A Pk03.
Mémoire d'ingénieur
Contribution à l'automatisation d'un projet de route (tracé automatique)
Mémoire d'ingénieur A. TALIA
la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES –
SOUR. Mémoire de master Encadré par : M. A.TALIA
Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el Beïda. Mémoire de master Encadré par : M.A.TALIA
Etude de la modernisation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ». Mémoire de master Encadré par : M. A.TALIA
Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest. Mémoire de master Encadré par : M. A.TALIA



CHAPITRE I :
PRESENTATION DE
PROJET



CHAPITRE II :
CARACTERISTIQUES
GEOMETRIQUES DES
ROUTES



CHAPITRE III : MODERNISATION DU TRACE



CHAPITRE IV :

PROFIL EN LONG



CHAPITRE V :
CINEMATIQUE



CHAPITRE VI :

ETUDE DU TRAFIC



CHAPITRE VII :

PROFIL EN TRAVERS



CHAPITRE VIII :

IMPLANTATION



CHAPITRE IX : CUBATURES



CHAPITRE X :
SIGNALISATION



**CHAPITRE XI :
DEVIS QUANTITATIF
ET ESTIMATIF**