



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : MEGHERBI-DJELLOUL

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUE

FILIERE : GENIE CIVIL

OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Thème

**Etude d'un tronçon de dédoublement de
la RN 23 entre pk « 379 » et pk « 385 »**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
DJABALLAH.A	MA A	Président
BELMECHERI OUM H	MA A	Examineur1
MERGHOUB.M	MA A	Rapporteur
RACHID MELLAL	INGENIEUR	Co-rapporteur

Promotion : JUIN- 2018

Dedicace

Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, que dieu le tout puissant les protègent et les gardent

Mes frères ABDE EL KARIM ET ABDE AL BAST

Toute ma famille sur tout: mes oncles: Mohammad et NACEUR

A tous mes amis.

A toute la famille MEGHRBI

A toute la promotion

Sans oublier tout les enseignants qui ont contribué à ma formation.

Djelloul

Remercîments

Je voudrais remercier en premier, tous les enseignants, de l'étape primaire à celle de l'enseignement supérieur.

Cette étude doit beaucoup aux nombreuses personnes qui ont eu la gentillesse de nous recevoir, de communiquer leurs connaissances et nous faire partager leur sensibilité, qu'il soit tous ici chaleureusement remerciés

Je exprime notre grande reconnaissance à notre encadreur MERGHOUB MESSAOUDA et Co encadreur MR RACHID MELLAL pour sa générosité, ses orientations bénéfique et indispensable.

Mes vifs remerciements au membre de jury d'avoir acceptées d'honorer par leur jugement notre travail.

Et grand remerciement de Direction des travaux publics de la wilaya de Laghouat Et Lobo de travaux publics de Laghouat.

Et remerciement vont aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à L'établissement de ce mémoire.

الأطروحة: دراسة ازدواجية الطريق الوطني بين النقطة الكلومترية 379 و 385

المؤطر: مرغوب مسعود

الإسم: جلول

اللقب: مغربي

ملخص

هذا المشروع عبارة عن دراسة ازدواجية الطريق الوطني رقم 23 بين ولاية تيارت و الاغواط على طول 6 كلم على ثلاث مراحل : المرحلة الاولى وصف عام للمشروع مع تقديم تبرير التوسعة المرحلة الثانية اختيار موقع الطريق مع حساب المسقط الافقي والمقطع الطولي المرحلة الثالثة رسم المسقط الأفقي و المقطع الطولي وكذا المقاطع العرضية وحساب حجم التربة وحساب ابعاد الطريق كلمات مفتاحية: الازدواجية -حجم المرور -المحاذاة - الطريق الدائرة المنحنيات- السرعة المرجعي

Thesis : study of the splitting of the RN 23 between pk379 and pk385

Name : megherbi

First name : djelloul

Directed by : mergoub messaouda

Abstract:

This project presents study of unfolding of trunk RN 23 between tiaret and Laghouat by 6 km, study is composed of three parts:

The first: the general description of the project with justification usols for fitting out

Following the long Itinerary.

The second: the choices of trace with alternatives one was devoted calculate of axis the Alignment includes, profile longitudinally and the profile transversely.

The last: make drawing of the alignment includes understands profile longitudinally a profile transversally flows the calculation of cubature, the dimensioning road.

Key words: Duplication, traffic, road alignment, clothoide, devers, low speed.

Thèse: étude du dédoublement de la RN 23 entre pk379 et le pk385

Nom: megherbi

Prénom: djelloul

Encadreur: mergoub messaouda

Résumé :

Ce projet présente une étude d'un dédoublement de la route nationale entre la wilaya

De Tiaret la wilaya Laghouat Sur 6 km ,cette étude se compose de trois parties :

La première: La description générale du projet et justification l'utilité de l'aménagement suivant le long de l'itinéraire.

La deuxième : a été basé sur le choix de tracé avec la variante valable pour le calcul d'axe en plan, profil en long et profil en travers.

La dernière : faire le dessin du tracé en plan, profil en long et profil en travers, ensuit le calcule des cubatures et procéder à un dimensionnement des corps de chaussées neufs,

Mots clés : Dédoublement, trafic, tracé routier, clothoide, devers, vitesse de base.

TABLE DES MATIERES	
INTRODUCTION GENERALE	01
Chapitre I. Présentation de projet	
1. Définition	02
2. Généralité sur la willaya ou existe le projet	03
3. Aperçue géologique	03
4. Climatologie	06
5. Description générale de l'état initial du projet	07
6. Objectif du projet	07
Chapitre II. Etude de trafic	
1. Introduction	08
2. Analyse de trafics	08
3. Différents types de trafics	08
3.1. Trafic normal	08
3.2. Trafic dévié (dérivé)	08
3.3. Trafic induit	08
3.4. Trafic total	08
4. Modèles de présentation de trafic	09
4.1. Prolongation de l'évolution passée	09
4.2. Modèle gravitaire	09
5. Calcul de la capacité	09
5.1. Définition de la capacité	09
5.2. Projection futur du trafic	09
5.3. Calcul de trafic effectif	10
5.4. Débit de pointe horaire normal	10
5.5. Débit horaire admissible	10
5.6. Détermination de nombre des voies	11
6. Application au projet	11
Chapitre III. Tracé en plan	
1. Définition	13
2. Règles à respecter dans le trace en plan	13
3. Éléments du tracé en plan	13
3.1. Les alignements droits	14
3.2. Arcs de cercles	14
3.3. Les raccordements progressifs (CLOTHOIDE)	15
4. Les conditions de raccordement	17
4.1. Condition de confort optique	17
4.2. Condition de confort dynamique	17
4.3. Condition de non gauchissement	18
5. La vitesse de référence (de base)	25

5.1. Choix de la vitesse de référence	25
Chapitre IV. Profil en long	
1. Définition	26
2. Règles à respecter: dans le tracé du profil en long	26
3. Coordination trace en plan et du profil en long	26
4. Déclivités	27
4.1. Déclivité minimum	27
4.2. Déclivité maximum	27
5. Raccordements convexes (angle saillant)	27
5.1. Condition de confort	27
5.2. Condition de visibilité	28
6. Raccordement concave (angle rentrant)	28
7. Différent type de profil en travers	28
7.1. Profil en travers type	28
7.1.1. Profil En Travers Type	28
7.2. Profil en travers courants	29
8. Eléments constitutifs du profil en travers normal	29
Chapitre V. Cubatures	
1. Introduction	31
2. Méthodes utilisées	31
3. Description de la méthode	32
Chapitre VI. Etude géotechnique	
1. Introduction	34
2. Objectifs	34
3. Essais de laboratoire	34
3.1. Essais d'identification.	34
3.1.1. Analyse granulométrique	35
3.1.2. Limites d'Atterberg	35
3.2. Essais de comportement du sol	37
3.2.1. Essai Proctor-CBR	37
3.2.2. L'Essai PROCTOR	37
4. Conclusion	38
Chapitre VII. Dimensionnement du corps de chaussée	
1. introduction	39
2. La chausse	39
3. les différents facteurs pour les études de dimensionnement	40
4. Méthodes de dimensionnement:	40
5. Application de projet	42
Chapitre VIII. Assainissement	
1. Introduction	44
2. Objectif de L'assainissement	44
3. Assainissement de La Chaussées	44
4. Définitions des termes hydraulique	45
Chapitre IX : ouvrage d'art	
1. INTRODUCTION	47
2. Présentation de l'ouvrage	47
3. Choix du type de l'ouvrage	47

3.1. Les ponts en béton armé	48
3.1.1. Les avantage	48
3.1.2. Les inconvénients	48
3.2. Les ponts en béton précontraint	48
3.2.1. Les avantage	49
3.2.2. Les inconvénients	49
4. Les choix de conception d'échangeur	49
5. règle de conception.	50
6. Types de d'échangeurs	51
7. caractéristiques géométriques des échangeurs	52
8. Conclusion	53
Conclusion générale	54
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE	

LISTE DE FIGURE

Figure I. 1 : Localisation du projet	2
Figure III. 1 : Les éléments du tracé en plan	14
Figure III.2 la courbe de raccordement	16
Figure III. 3 : Les éléments de la Clothilde	19
Figure IV .1 : le profil en travers	29
Figure V.1 : profil en long	32
Figure VI.1 : Analyse granulométrique	35
Figure VI.2 : Limites d'Atterberg	36
Figure VI.3 Essai PROCTOR	37
Figure VII.1 : types de chaussées	39
Figure VII.2: La structure de chaussée.	43
Figure VIII. 1 : l'emplacement des ouvrages d'assainissements	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Données climatiques de Laghouat - Algérie	6
Tableau II.1 : Valeur de K1	10
Tableau II.2: valeurs de K2	11
Tableau II .3 : Valeur de la capacité théorique	12
Tableau III.1 : rayons du tracé en plan	17
Tableau III.2 : Paramètres fondamentaux	18
Tableau III.3 : Caractéristiques De La Courbe De Raccordement	19
Tableau III.4 : les différentes valeurs des rayons calculés et ceux donnés par le B40	24
Tableau VI.1 : nature de sol	38
Tableau VII.1 : Les valeurs des coefficients d'équivalence	42
Tableau V III.1 : Les ouvrages d'assainissement existants	46

LISTE DES NOTATIONS

RN : routes nationales

DTP : direction des travaux publics

TJMA : trafic en moyenne journalière annuelle

PL : poids lourd.

MJA : poids lourd journalier moyen poids lourd journalier moyen de la voie la plus chargée, Pendant l'année de mise en service.

T_{eff} : trafic effectif.

Q_{adm} : Débit admissible.

C_{th} : capacité théorique.

R_m : rayon minimal.

R_{nd} : rayon non déversé.

R_{dm} : Rayon au devers minimal.

R_{Vm} : Rayon minimal en angle saillant.

TPC : terre-plein central.

W_{opn} : l'Optimum Proctor Normal.

W_n : la teneur en eau naturelle.

W_L : la limite de liquidité.

W_p : la limite de plasticité.

I_p : Indice de Plasticité.

I_c : l'indice de consistance.

NFP: no **CBR**: Californie Bearing Ratio.

n : le nombre moyen de poids lourds de plus de 3.5 tonnes.

I : indice CBR (sol support).

N le nombre journalier de camion de plus 1500Kg à vide.

P : charge par roue $p = 6.5$ t (essieux équivalents de 13 t).

NPL : nombre de poids lourds pendant la période de comptage.

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence selon le matériau.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

E_{eq} : épaisseur équivalente.

A : L'agressivité d'un essieu sur structure neuve moyen et fort trafic.

MNT : Matériaux non traités.

BB : Béton bitumineux.

GB : Grave bitume.

GNT: Grave non traité.

GC: Grave concassé.

TVO: Tout venant de l'oued.

Introduction générale

Le transport, est un secteur important pour l'économie et le développement d'un pays.

L'Algérie, depuis l'indépendance, a consacré d'énormes efforts pour ce secteur. Elle a essayé de consentir les modes de transport nécessaires selon la nature sociogéographique et économique de chaque région. [2]

Le transport en général et le transport routier en particulier entretiennent des liens multiples avec le développement socio- économique d'une région, ils constituent les piliers indispensables pour la réalisation de l'objectif économique décidé par l'état.[2]

La Route Nationale (RN) numéro 23 débute de la wilaya de Mostaganem en passant par la RN4 à l'ouest de Yellal- RN4 jusqu'à de Relizane – Zemmoura – Mendes – Rahouiya – Tiaret – Sougueur – Ain deheb – Aflou - Laghouat.

La partie appartenant à la Wilaya de Laghouat débute de Hassiane Eddib en passant par Aflou vers Laghouat sur 155 Km.

Vue l'augmentation du Trafic d'une façon vertigineuse, on a enregistré au niveau de ce tronçon plusieurs accidents de circulation, ce qui a incité le ministère des travaux publics à dédoubler cette route à terme. [2]

On a parentage notre travail on 9 chapitre

Chapitre I : montre la présentation de projet et objectif de l'étude

Chapitre II : on étudier ici le calcul du trafic

Chapitre III : on à calcul le tracer en plan avec logiciel pist5.06 et dans le Chapitre IV et le Chapitre Von a fait le calcul détaillée des profils en long et des profils en travers ainsi que la cubature toujours on utilisant le même logiciel

Comme on montre le différent rapport géotechnique du sol dans le chapitre VI

Chapitre VII : montre méthode choisi pour le dimensionnements du corps de la chaussés

Le Chapitre VII : on a met quelques définitions et quelques indications sur l'assainissement d'une façon général et le dernier chapitre on parle sur les ouvrage d'art qui existe dans le projet, finalisant notre travail on a met une conclusion général.

1.définition

La Route Nationale (RN) numéro 23 débute de la wilaya de Mostaganem en passant par la RN4 à l'ouest de Yellal- RN4 jusqu'à l'est de Relizane – Zemmoura – Mendes – Rahouiya – Tiaret – Sougueur – Ain deheb – Aflou - Laghouat.

La partie appartenant à la Wilaya de Laghouat débute de Hassiane Eddib en passant par Aflou vers Laghouat sur 155 Km, soit du PK 243+000 au PK 398+000 (Carrefour à la RN 1).

Notre projet de fin d'étude s'étend sur une longueur de six kilomètres entre pk 379+000 et pk 385+000, entre zone sp5 et zone de milok .

Le tronçon à étudier est situé dans le territoire de la wilaya de Laghouat, sur un axe, stratégique RN23.

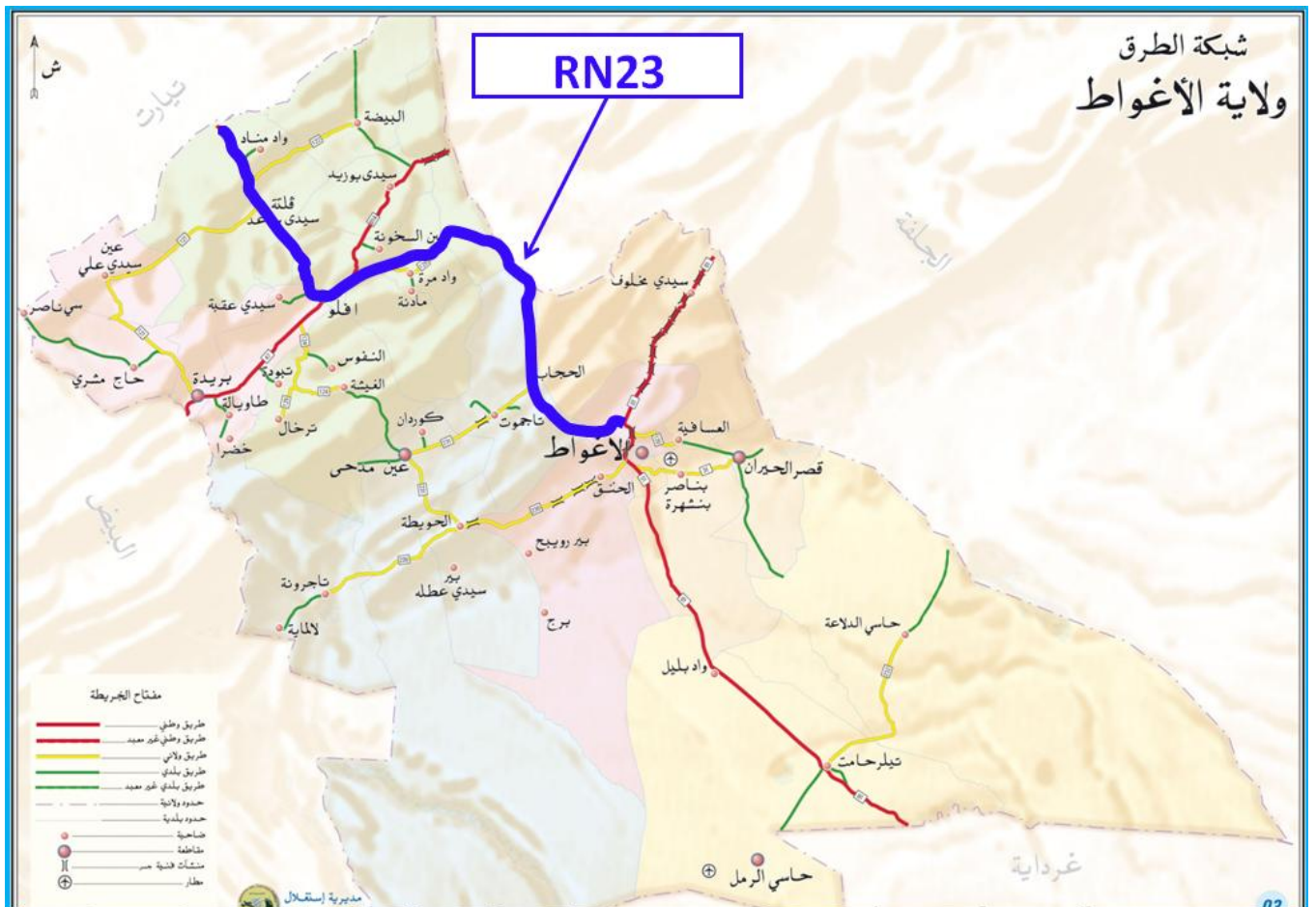


Figure I. 1 : Localisation du projet [2]

1. Généralité sur la wilaya ou existe le projet

Laghouat (arabe : الأغواط), et une ville d'Algérie, chef-lieu de la wilaya du même nom.

Laghouat, El-Aghouat ou El-Arouat selon les transcriptions latines utilisées à différentes époques de l'histoire de la ville, est une appellation poétique qui tire son origine de la nature et de la configuration même de la région.

Laghouat se distingue par la richesse de ses terres agricoles.[1]

2. Aperçue géologique

Laghouat est une ville où la réunion des monts de l'Atlas, le désert, les arêtes rocheuses et la palmeraie forment un paysage d'une beauté sublime, Elle porte fièrement le surnom de la <<porte du désert>>

Le territoire de Laghouat est partagé en deux régions d'inégale superficie, présentant chacune un intérêt particulier.

La première, qui comprend la partie Nord-Ouest de la wilaya, est une région montagneuse, accidentée, à peu près nue et aride, Des chainons rocheux, isolés à pente raide, généralement peu accessibles, y formant les ceintures des grandes vallées, Les dernières pentes de ces montagnes aboutissent à Laghouat.[1]

Cette oasis est partagée en deux parties, Nord et Sud, par une crête rocheuse dont la direction générale est Ouest Est, Au Nord une autre ligne de crête parallèle à la précédente offre deux coupures assez larges, l'un donnant passage à l'Oued M'zi, l'autre formant un col appelé le col des sables.

La deuxième région, situé au Sud de Laghouat est constituée par d'immenses plaines ondulées formant la zone des dayas , Dans le Nord de la wilaya, ce sont les éléments du Crétacé inférieur qui dominent, Ces éléments sont parfois coupés par des faciès marins normaux à récifaux et par des éléments continentaux lagunaires. En descendant vers le Sud, ces formations sont remplacées par des formations du Crétacé supérieur marin et du Crétacé supérieur continental, qui atteignent la latitude de Laghouat, entre mêlées de formations du Pontien(Miocène).

Plus au Sud encore, les formations des Pliocènes continentales composées en particulier des poudings et de calcaires lacustres forment la partie Nord du plateau. Elles dominent presque exclusivement la partie Sud-ouest, tandis que dans la partie Sud Est apparaissent les formations du Pontien (Miocène).

Ces formations allant jusqu'à l'extrême Sud du plateau, ne changent qu'à la pointe Nord de la Chebka du M'zab, ou réapparaît le Crétacé Supérieur marin, prolongé vers le Sud par le Crétacé moyen marin et le Turonien

La série lithologique de la région peut se résumer comme suit :

1-Jurassique supérieur : La mer dépose des calcaires.

2-Crétacé inférieur : Retrait de la mer et dépôt de faciès continentaux en particulier les grès de l'Albien.

2-1-Barrémien : Est constitué par de gros bancs métriques de grès à stratifications entrecroisées avec quelques passages marneux argileux, correspondant à une sédimentation de chenaux fluviaux.

2-2-Aptien : Est marqué par des dépôts d'argiles et de gypses, avec des calcaires à concrétions.

2-3-Albien inférieur : Débute par une série argilo-silteuse avec intercalation de marnes violacées et de grès friables sableux.

2-4-Albien supérieur : Est présenté par des calcaires gréseux à passées marneuses.

3-Crétacé supérieur :

3-1- Cénomaniens : Est constitué de marne gypseuse et des bancs de calcaires dolomitiques.

Turonien : Composé par des dolomies et des calcaires dolomitiques à teinte claire.

Il ressort dans le paysage en forme de corniche à niveau plus tendre et à pente relativement faible.

3-2- Sénonien : Comparativement aux autres étages, il recouvre de faibles surfaces.

Il est constitué de trois ensembles.

- Des marnes ;

- Des gypses ;

- Des calcaires massifs.

4- Le Miocène : Il recouvre en discordance angulaire les terrains sous-jacents du Crétacé supérieur. Il est constitué par :

- Des calcaires à éléments fins ;

- Des poudingues; des sables rouges grésifiés et des marnes.

5- Le Pliocène : Il est formé à la base par des argiles rouges avec des bancs de calcaires et une série détritique conglomératique au sommet et des sables rouges.

6-Le Quaternaire : Est constitué par des formations alluvionnaires épaisses formées de galets, graviers, sable et limons. Ces dépôts généralement peu épais reposant dans le domaine atlasique sur des terrains d'âge secondaire et dans le domaine saharien sur les dépôts détritiques mio-pliocène.

Le Quaternaire se caractérise par le remblaiement des fonds des cuvettes endoréiques et des vallées des Oueds.[2]

Situation

Laghouat est une ville d'Algérie située à 400 km au sud d'Alger à 750 m d'altitude.

La wilaya s'étend sur une superficie de 25 000 km², avec une population qui avoisine 520 188 habitants, soit une densité de 20 habitants par km².

la wilaya comporte 10 daïras et 24 communes ; elle est limitée par la wilaya de Djelfa et Tiaret au Nord, la wilaya d'El Bayadh à l'Ouest, la wilaya de Ghardaïa au Sud et la wilaya de Djelfa en Est. [1]

3. Climatologie

Le climat est continental aride avec des moyennes de 8 °C l'hiver et de plus de 27 °C l'été.

La région d'étude est caractérisée par un climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches, et Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150 mm.[1]

Tableau I.1 : Données climatiques d'Algérie [1]

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
1	>600	Très-humide	20	Nord
2	350-600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
3	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
4	<100	aride	30	sud

- Le site du projet est situé dans un contexte semi aride ayant une pluviométrie allant de 100 à 150mm ; les précipitations surviennent fréquemment sous forme d'orages.
- Sur toute l'année, les températures maximales moyennes mensuelles sont comprises entre 20 et 37°, Les températures minimales moyennes mensuelles sont comprises entre 0° et 15°.
- A la surface de la chaussée et en période estivale, la température peut atteindre 40° et plus.
- En période hivernale, la température peut osciller entre 2° le matin (on peut observer 0° et même en dessous) et 20° entre 12h et 16h.
- Les chocs thermiques sont importants avec des écarts de températures pouvant atteindre 25° et même plus.
- Les vents sont très violents à dominance Nord-Nord-est pour des vitesses allant de 60 à 130km/h.[2]

4. Description générale de l'état initial du projet

Ce projet a été réalisé à l'époque coloniale et avec les moyens traditionnels disponibles à ce moment-là, ce qui a affecté négativement la qualité du service.

Au début des années soixante-dix, il y avait eu certains renouvellements dans certains tronçons, mais cette route posait toujours des problèmes pour la circulation routière.

La route existante est une route bidirectionnelle d'une largeur de chaussée égale à 7m.

Sujette de l'étude du dédoublement entre pk 379 et pk 385 (entre zone SP5 et zone de milok).

La route contient des courbes pointues et séquentielles.

L'existence de canalisations de gaz, conduite d'eau, fibre optique ainsi que la présence de poteaux électriques.

5. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude d'aménagement est de désengorger la Circulation dans la RN-23, est d'assurer une fluidité de la circulation et d'assurer la sécurité des usagers sur ce Tronçon où le trafic est en croissance permanente.

Opté pour un choix, qui sera choisis selon les critères suivants :

Réduction des frais d'exploitations : le dédoublement diminuera et donnera naissance à une économie de carburant.

➤ gains de temps : la réalisation du dédoublement permet de réduire les temps de transports, estimation de gain de temps en fonction du motif du déplacement.

➤ La valeur du temps est liée au revenu de l'utilisateur, aussi le revenu horaire des utilisateurs pour les voyages d'affaires.

➤ Gains de sécurité : représentés par la diminution du nombre de blessés et de morts combiné avec la valeur monétaire attribuée à la vie humaine (décès, blessés graves ou légers), garantir une meilleure fluidité de circulation.

➤ gains de confort des usagers : moins de tension nerveuse liée à l'uni de la route par exemple.

1. Introduction

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier, cette étude permettra de déterminer le volume du trafic, et aussi le type d'aménagement à réaliser, Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).[3]

2. Analyse de trafics

L'analyse de circulation sur les diverses artères des réseaux routiers sont nécessaire pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination de dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales
- Comptages sur routes
- Enquête de circulation [4]

3. Différents types de trafics

3.1. Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.

3.2. Trafic dévié (dérivé):

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination. [3]

3.3. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- De nouveaux déplacements de personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier. [3]

3.4. Trafic total :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie. [3]

4. Modèles de présentation de trafic

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

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

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance. [3]

4.1. Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé.

On établit en général un modèle De croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n \quad (2.1)$$

Ou : T_0 : est le trafic à l'arrivée pour origine.

τ : est le taux de croissance.

4.2. Modèle gravitaire

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il s'interprète mal à la projection. [3]

5. Calcul de la capacité

5.1. Définition de la capacité

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules que doit supportée une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie.

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

5.2. Projection futur du trafic :

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

$$TJMAh = TJMA0 (1 + \tau)^n \quad (2.2)$$

- Avec :
- TJMAh : le trafic à l'année horizon.
 - TJMAo : le trafic à l'année de référence.
 - n : nombre d'année.
 - τ : taux d'accroissement du trafic (%). [4]

5.3. Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction du type de route et de l'environnement.

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

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] TJMAh \tag{2.3}$$

Avec :

- Teff : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- Z : pourcentage de poids lourd.(%)
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

5.4. Débit de pointe horaire normal :

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

$$Q = (1/n).T_{\text{eff}} \tag{2.4}$$

Avec :

- Q : débit de pointe horaire
- n : nombre d'heure, (en général n=8heures)
- Teff : trafic effectif [4]

5.5. Débit horaire admissible :

Débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule:

$$Q_{\text{adm}} = k_1 k_2 C_{\text{th}} \tag{2.5}$$

- K_1 : coefficient lié à l'environnement.
- K_2 : coefficient de réduction de capacité
- C : capacité effective[4]

Tableau II.1 Valeur de K1[4]

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II.2: valeurs de K2[4]

Environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau III .3 :Valeur de la capacité théorique[4]

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

5.6. Détermination nombre des voies :

▪ **Cas d’une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q

▪ **Cas d’une chaussée unidirectionnelle :**

Le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$$S.Q/Q_{adm}$$

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3[4]

6. Application au projet :

DONNEES DE TRAFICS DE DTP LAGHOUAT.

- La pénétrante: TJMA₂₀₁₆=5763v/j.
- Le pourcentage des poids lourds : Z =25%.
- Taux de croissance annuelle de trafic : τ= 4%

Application :

❖ **Calcul de TJMA horizon** formule (2.2)

On a: TJMA₂₀₁₆ = 5763v/j.

$$TJMA_{2021} = (1 + \tau)^5 \cdot TJMA_{2016} = 7011v/j$$

$$TJMA_{2041} = (1 + \tau)^{20} \cdot TJMA_{2021} = 15361v/j$$

❖ **Trafic effectif :** formule (2.3)

$$T_{effe2021} = 7011[(1-0.25) + (3 \times 0.25)] = 10516 \text{ uvp/h}$$

$$T_{effe2041} = 15361[(1-0.25) + (3 \times 0.25)] = 23041 \text{ uvp/h}$$

❖ **Débit du point horaire** : formule (2.4)

$$Q_{2021} = 0.12 \cdot T_{effe} = 0.12 \times 1051 = 126 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2041} = 0.12 \times 23041 = 2764 \text{ uvp/h}$$

❖ **Débit horaire** : formule (2.5)

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 2000 = 1500 \text{ uvp/h}$$

Détermination de nombre des voies

$$Q = 1500 \text{ uv p/h/sens}$$

$$N = (2/3) \times (Q/Q_{adm})$$

$$N = (2/3) \times (1670 / 1500) = 1.2 \approx 2 [4]$$

7. Conclusion

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

Chaussée de 2*2 voie par sens de 3.5mde largeurs.

1. Définition

Le tracé en plan d'une route, avec le profil en travers et le profil en long, ces trois éléments permettent de caractériser la géométrie d'une route, Il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. [5]

2. Règles à respecter dans le trace en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception et dans la réalisation, Dans ce qui suit, on cite certaines exigences.

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts, et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques. [4]

3. Éléments du tracé en plan

La disposition générale du tracé est dans ses grandes lignes déterminée par un ensemble de contraintes identifiées dans le cadre des Études préalables et relevant des domaines de l'environnement, de la topographie, de la géologie ou de l'habitat croisées avec les fonctionnalités attendues de la voie (localités à desservir points de passage obligés pour le tracé, ect).

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liant vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de chaussée (comprenant l'effet des forces centrifuges), Il faut tenir compte également de l'influence des facteurs physiologiques intervenant lors de la conduite et éventuellement des problèmes de visibilité (il faut rendre visible une certaine longueur de trajet pour pouvoir conduire).

Le tracé en plan comporte :

- des alignements droits
- des arcs de cercle

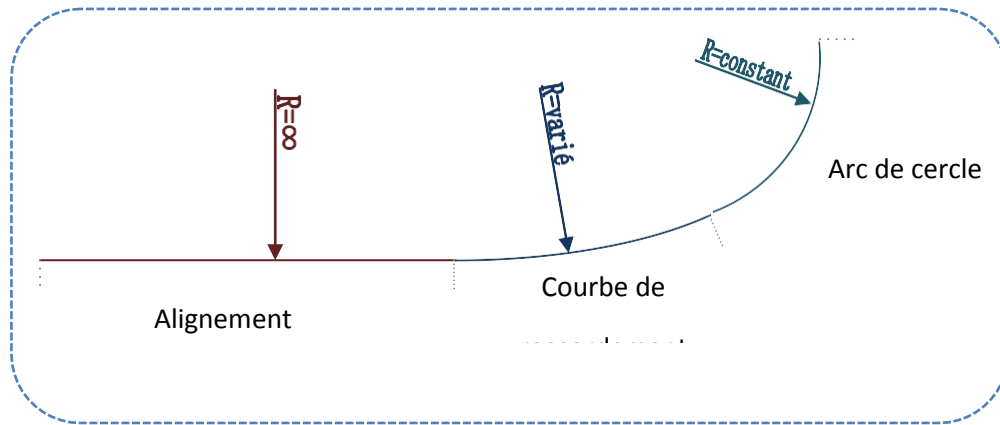


Figure III. 1 : Les éléments du tracé en plan [6]

3.1. Les alignements :

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

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

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

$$L_{\min} = 5V \quad \text{avec } V \text{ en (m/s)} \quad (3.1)$$

$$L_{\max} = 60V \quad \text{avec } V \text{ en (m/s)} \quad (3.2)$$

3.2. Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité en courbes[4]

- **Stabilité en courbe :**

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

- **Rayon horizontal minimal absolu :**

$$RH_{\min} = \frac{Vr^2}{127 (ft + d_{\max})} \quad (3.3)$$

ft : coefficient de frottement transversal.

- **Rayon minimal normal :**

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127 (f + d_{\max})} \quad (3.4)$$

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

- **Rayon au dévers minimal :**

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

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\min}} \quad (3.5)$$

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$

- **Rayon minimal non déversé :**

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(0.035)} \quad [4] \quad (3.6)$$

3.3. Les raccordements progressifs (CLOTHOIDE) :

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

- La stabilité transversale de véhicule
- Le confort des passagers de véhicule
- La transition de la chaussée
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.
- Quelques compositions de courbes sont fréquentes :

Courbe en S : formées de deux arcs de Clothilde, de concavités opposées raccordant 2 cercles.

Courbe à sommet : Deux arcs de Clothilde de même concavité raccordant 2 alignements droits.

Courbe en C : Deux arcs de Clothilde de même concavité raccordant deux cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

Courbe en ove : Un arc de Clothilde de même concavité raccordant deux arcs de cercles, l'un intérieur à l'autre.[6]

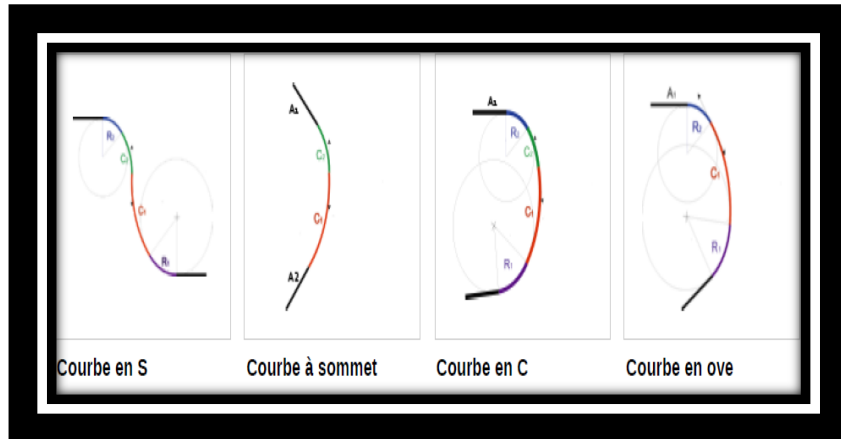


Figure. III-2 courbe de raccordement [6]

Tableau III.1 : rayons du tracé en plan[4]

<i>Paramètres</i>	<i>symboles</i>	<i>valeurs</i>
<i>Vitesse (km/h)</i>	V	120
<i>Rayon horizontal minimal (m)</i>	<i>RHm (7%)</i>	650
<i>Rayon horizontal normal (m)</i>	<i>RHN (5%)</i>	1000
<i>Rayon horizontal déversé (m)</i>	<i>RHd (2.5%)</i>	2200
<i>Rayon horizontal non déversé (m)</i>	<i>RHnd (2.5%)</i>	3200

4. Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer la condition suivante :

4.1. Condition de confort optique :

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

Règle générale (B40):

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

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

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

τ : Angle des tangentes

$$\text{Pour } R < 5000 \Rightarrow \Delta R \text{ limité à } 2.5\text{m soit } L = 7.75(R)^{1/2}$$

4.2. Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcourue Δt du Raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

$$L \text{ (m)} \geq (V_R^2 / 18 (V_R^2 / 127 - \Delta d)) \quad (3.7)$$

V_R : vitesse de base (Km/h)

R : rayon en mètre (m)

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

4.3. Condition de gauchissement

La demi- chaussée extérieure au virage est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte $\Delta p < 0.5/V_R$

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_r \quad (3.8)$$

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers

Tableau III.2 : Paramètres fondamentaux de projet[4]

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	120
Longueur minimale (m)	L _{min}	111
Longueur maximale (m)	L _{max}	1133
Devers minimal (%)	D _{min}	2.5
Devers maximal (%)	D _{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t ₁	1.5
Frottement longitudinal	f _L	0.33
Frottement transversal	f _t	0.10
Distance de freinage (m)	d ₀	175
Distance d'arrêt (m)	d ₁	235
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d _m	550
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d _n	880
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d _{md}	425

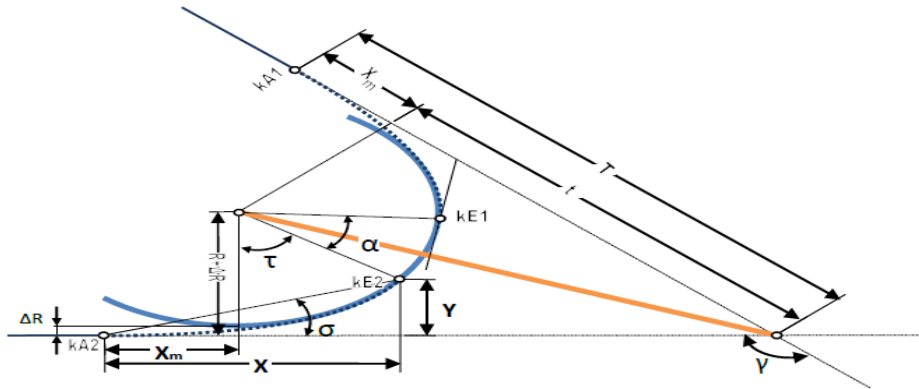


Figure III. 3 : Les éléments de la Clothilde

R: rayon du cercle. **L** : longueur de la branche de Clothoïde.

A: paramètre de Clothoïde. **KA** : origine de la Clothoïde.

τ: angle des tangentes. **TC** : tangente courte.

σ: angle polaire. **M** à partir de **KA**.

X:abscisse de **KE**. **Y** : ordonnée de **KE**

X_m: abscisse du centre du cercle **Y_m** : ordonnée du centre du cercle

Exemple De Calcul D'axe Manuellement

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe.

Tableau III.3 : Caractéristiques De La Courbe De Raccordement

$V_R=120\text{Km/h}$	X (m)	Y (m)	R (m)
S0	787199.0277	3990339.9801	1500
S1	787431.6194	3990330.3623	
S2	788020.5633	3990181.2100	

Caractéristiques De La Courbe De Raccordement

a) Calcul du paramètre Selon le règlement B40 on a :

$$R/3 \leq A \leq R \rightarrow 1500/3 \leq A \leq 1500$$

$$\rightarrow 500 \leq A \leq 1500$$

b) Détermination de la valeur minimale de longueur de la CLOTHOIDE**b-1 Condition optique**

La Clothilde doit aider à la lisibilité de la route on amorçons le virage, la rotation de la tangente doit être $>3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

Règles générales (B40) :

$$R \leq 1500m \quad \Delta R = 1m \text{ éventuellement } 0.5m \quad L = 24.R.\Delta R$$

$$1500 < R \leq 5000m \quad L \geq R / 9$$

$$5000 < R \quad \Delta R = 2.5m \quad L = 7.75 R \quad \boxed{L1= 166 m}$$

b-2 Condition de confort dynamique

Cette condition Consiste à limiter pendant le temps de parcoure Dt du raccordement, la Variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

$$L2 = \frac{v_r^2}{18} \left(\frac{v_r^2}{127R} - \Delta d \right) \quad (3.9)$$

V : Vitesse de référence en (Km/ h).

R : Rayon en (m).

Δd : Variation de dévers.

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

$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \times \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}} \quad (3.10)$$

$$d = 0.025 + \left(\frac{1}{1500} - \frac{1}{2200} \right) \times \frac{0.025 - 0.05}{\frac{1}{2200} - \frac{1}{1000}} = 0.039 = 4 \%$$

$$\Delta d = 4 - (-2.5) = 6.5\%$$

$$L2 = \frac{120^2}{18} \left(\frac{120^2}{127 \times 1500} - 0.065 \right)$$

$$\boxed{L2= 8.47 m}$$

b-3 Condition de gauchissement

$$L \geq 1 \times \Delta d \times V_B \rightarrow L \geq 7 \times 0.065 \times 120 = 54.6m$$

$$L3=54.6 \text{ m}$$

L : Longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée

Δd : Variation de dévers

$$L_R = \max (L1, L2, L3) \quad L_R = L1 = 166 \text{ m}$$

Calcul du paramètre

$$L = \frac{A^2}{R} \quad \Rightarrow A = \sqrt{L \times R} = 500 \text{ m}$$

On prend: A= 500 m

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

$$L = \frac{A^2}{R} = 166 \text{ m}$$

b) Calcul du ΔR

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{166^2}{24 \times 1500} = 0.76 \text{ m}$$

c)calcul des gisements

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

$$S_0 S_1 \begin{cases} |\Delta X| = |X_{S_0} - X_{S_1}| = 232.59m \\ |\Delta Y| = |Y_{S_0} - Y_{S_1}| = 9.618 \text{ m} \end{cases} \quad (3.11)$$

$$S_0 S_2 \begin{cases} |\Delta X| = |X_{S_0} - X_{S_2}| = 821.536m \\ |\Delta Y| = |Y_{S_0} - Y_{S_2}| = 158.77m \end{cases}$$

$$G_{S_1}^{S_0} = \arctg \left(\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} \right) \Rightarrow G_{S_0}^{S_1} = 200 + \arctg \left(\frac{|232.59|}{|9.618|} \right) \quad (3.12)$$

$$G_{S_1}^{S_0} = 297 \text{ grades}$$

$$c = \arctg \left(\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} \right) \Rightarrow G_{S_2}^{S_0} = \arctg \left(\frac{|821.536|}{|158.77|} \right) \quad (3.13)$$

$$G_{S_2}^{S_0} = 87.8 \text{ grades}$$

c-1 Calcul de l'angle γ

$$\gamma = |G_{S1}^{S0} - G_{S2}^{S0}| = 297 - 87.8 \quad (3.14)$$

$$\gamma = 209.2 \text{ grades}$$

c-2 Calcul de l'angle τ

$$\tau = \frac{L_r \times 200}{2 \times R \times \pi} = \frac{166 \times 200}{2 \times 1500 \times \pi} = 3.52 \text{ grade} \quad (3.15)$$

c-3 Vérification de non chevauchement

On a

$$2 \times \tau = 2 \times 3.52 = 7.04 \text{ gr}$$

$$\gamma = 209.2 \text{ grades}$$

Donc $2 \times \tau < \gamma \Rightarrow$ pas de chevauchement.

c-4 Calcul des distances :

$$\overline{S_0 S_1} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{232.59^2 + 9.618^2} = 232.78 \text{ m} \quad (3.16)$$

$$\overline{S_0 S_2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{821.536^2 + 158.77^2} = 836.737 \text{ m} \quad (3.17)$$

d) Calcul de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{L}{2} \quad (3.18)$$

$$X_m = \frac{166^2}{2 \times 1500} = 9 \text{ m} \Rightarrow L = 18 \text{ m}$$

► **Abscisse de KE :**

$$X = L \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2} \right) = 18 \left(1 - \frac{18^2}{40 \times 1500^2} \right) = 17.99 = 18 \text{ m} \quad (3.19)$$

► **Origine de KE :**

$$Y = \frac{L^2}{6 \times R} = \frac{18^2}{6 \times 1500} = 0.036 \text{ m} \quad (3.20)$$

► **Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right) = 9 + (1500 + 0.76) \text{tg} \left(\frac{209.2}{2} \right) = 207.42 \text{ m} \quad (3.21)$$

► **Calcul des coordonnées SL :**

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{18^2 + 0.036^2} = 18m \quad (3.22)$$

► **Calcul de σ :**

$$\sigma = \text{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \text{arctg}\left(\frac{0.036}{18}\right) = 0.12 \text{ gr} \quad (3.23)$$

► **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 209 - 2 \times 3.52 = 201.96 \text{ grades} \quad (3.24)$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R\pi\alpha}{200} = \frac{1500 \times \pi \times 201.96}{200} = 4756.158 \text{ m} \quad (3.25)$$

► **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (\overline{S_0S_1} - T)\cos(300 - G_{S1}^{S0}) \\ Y_{KA1} = Y_{S1} - (\overline{S_0S_1} - T)\sin(300 - G_{S1}^{S0}) \end{cases}$$

(3.27)

$$\begin{cases} X_{KA1} = 787431.6194 - (232.78 - 207.42)\cos(300 - 297) = 787406.29 \text{ m} \\ Y_{KA1} = 3990330.3623 - (232.78 - 207.42)\sin(300 - 297) = 3990329.035 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} - T\cos(300 - G_{S2}^{S0}) \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T\sin(300 - G_{S2}^{S0}) \end{cases} \quad (3.26)$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = 788020.5633 - 207.42\cos(300 - 87.8) = 825265.3527 \text{ m} \\ Y_{KA2} = 3990581.2100 - 207.42\sin(300 - 87.8) = 4014035.506 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - S_L\cos(300 - \sigma - G_{S1}^{S0}) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - S_L\sin(300 - \sigma - G_{S1}^{S0}) \end{cases}$$

(3.29)

$$\begin{cases} X_{KE1} = 787406.29 - 18\cos(300 - 0.12 - 297) = 787388.31 \text{ m} \\ Y_{KE1} = 3990329.035 - 18\sin(300 - 0.12 - 297) = 3990328.131 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L\sin(G_{S2}^{S0} - \sigma - 200) \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L\cos(G_{S2}^{S0} - \sigma - 200) \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = 825265.3527 - 18\sin(87.8 - 0.12 - 200) = 825447.3527 \text{ m} \\ Y_{KE2} = 4014035.506 - 18\cos(87.8 - 0.12 - 200) = 4014042.342 \text{ m} \end{cases}$$

➤ **Application au projet**

$$V_R = 120 \text{ km/h. ; } d_{\max} = 7\% . ; d_{\min} = 2.5\% . ; ft = 0.10$$

• **Rayon minimal absolu Rhm**

$$R_{hm} = \frac{V_f^2}{127(ft + d_{\max})}$$

$$ANR_{hm} = \frac{120^2}{127(0.10+0.07)} = 666.98 \text{ m}$$

- **Rayon minimal normal Rhn**

$$R_{hn} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

$$ANR_{hn} = \frac{(120+20)^2}{127(0.10+0.07)} = 907.82 \text{ m}$$

- **Rayon au dévers minimal Rhd**

$$R_{hd} = \frac{V_r^2}{254 \times d_{min}}$$

$$AN \ R_{hd} = \frac{120^2}{254 \times 0.025} = 2267.72 \text{ m}$$

- **Rayon minimal non déversé Rhnd**

$$R_{hnd} = \frac{V_r^2}{127(f'' - d_{min})}$$

$$AN \ R_{hnd} = \frac{120^2}{127(0.06 - 0.025)} = 3239.6 \text{ m}$$

Tableau III.4 : les différentes valeurs des rayons calculés et ceux donnés par le **B40**

Rayon minimal absolu R _{hm} (m)		Rayon minimal normal R _{hn} (m)		Rayon au dévers minimal R _{hd} (m)		Rayon minimal déversé R _{hnd} (m)	
Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40
666.98	650	908	1000	2267.72	2200	3239.6	3200

5. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc.....).

5.1. Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.
- Vitesse comprise entre 100 et 80 km/h pour les routes nationales.
- Vitesse comprise entre 80 et 60 km/h pour les chemins de wilaya.
- Vitesse comprise entre 60 et 40 km/h pour les chemins ruraux.
- Vitesse inférieure à 40 km/h pour les pistes agricoles.[4]

1. Définition

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

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles.[7]

2. Règles à respecter: dans le tracé du profil en long

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment .
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.[4]

3. Coordination trace en plan et du profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin:

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale ;
- D'envisager de loin l'évolution du tracé ;
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.)

4. Déclivités

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

4.1. Déclivité minimum

Pour des raisons de l'écoulement des eaux, il faut éviter les paliers de grande longueur ayant une pente minimale ($I_{\min}=0.5\%$).

4.2. Déclivité maximum

La déclivité maximum dépend de :

- ❖ Condition de l'adhérence entre pneu et chaussée ;
- ❖ Vitesse minimum de poids lourd « PL » ;
- ❖ Condition économique.

Selon B40 déclivité maximum est : 4%.

5. Raccordements convexes (angle saillant)

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

5.1. Condition de confort

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Limitation de l'accélération verticale :

$$R_v \min = 0.3 V_R^2 \text{ pour } 1.2$$

$$R_v \min = 0.23 V_R^2 \text{ pour } 3.4.5$$

$$\text{Dans notre cas } R_v \min = 0.3 V_r^2$$

Avec : R_v : rayon vertical (m)

V_r : vitesse référence (Km/h).

5.2. Condition de visibilité

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

$$R_v = \frac{D_o^2}{2} (h_o + h_1 + 2\sqrt{h_o h_1}) \quad (4.1)$$

Avec

D_0 : distance d'arrêt (m)

h_0 : hauteur de l'œil (m)

h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

6. Raccordement concave (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation. [4]

$$\text{Avec :} \quad R'V = \frac{d_0^2}{(1.5+0.035 \times d_0)} \quad (4.2)$$

d_0 : distance d'arrêt (m).

7. Différent type de profil en travers :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

7.1. Profil en travers type :

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

7.1.1. Profil En Travers Type

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée bidirectionnelle de 2*2 voies : $2(2 \times 3,5) = 14,0$ m
- Accotement : 3 m de chaque côté
- Largeur de la plate forme 30, m
- Devers minimum : 2,5%
- Devers maximum : 7% pour un rayon minimum
- Pente de talus en remblai : $2/3$
- Pente de talus en déblai : $1/1$

7.2. Profil en travers courants

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

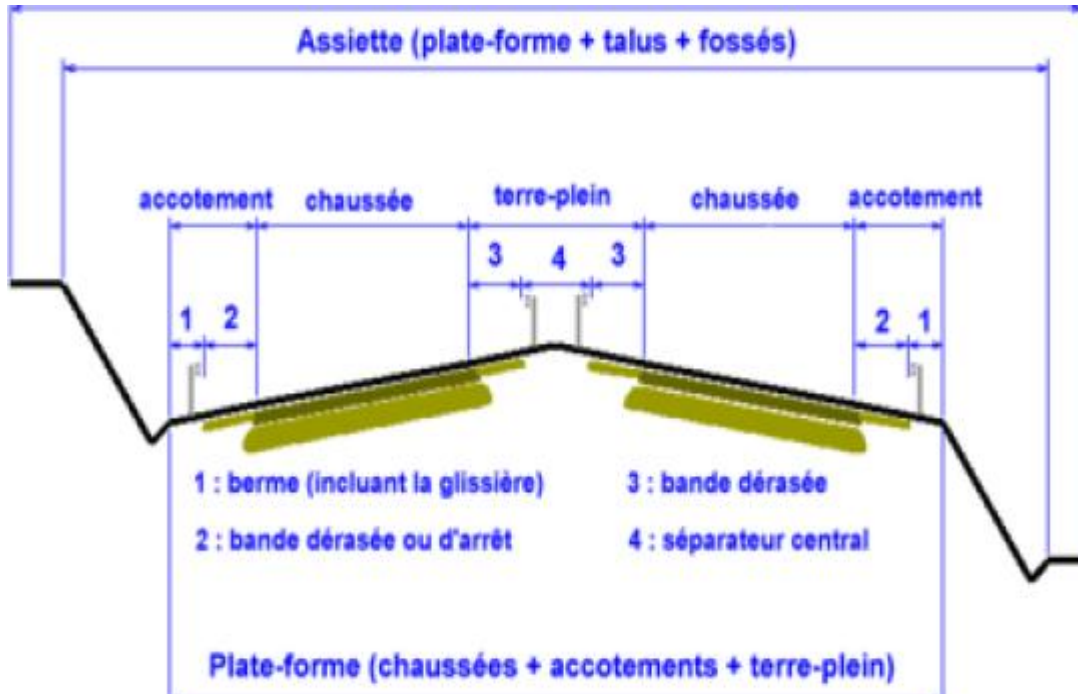


Figure IV 1 : le profil en travers [7]

8. Éléments constitutifs du profil en travers normal

Emprise

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

Assiette

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

Plate forme

C'est la chaussée, elle comprend la ou les deux chaussées, les accotements et éventuellement les terres pleins.

Chaussée

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

Accotement

Se sont les zones latérales de la plate forme que bordent extérieurement la Chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés.

Fossé

Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la Route et des talus (éventuellement les eaux du talus)

Terre plein central

La terre pleine centrale, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (Au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend :

- Les deux sur largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages
- Une partie centrale en gazonnée

Bande Dérasée

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout Obstacle ; elle comporte le marquage en rive.[7]

1. Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont pour objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle ((les cubatures des terrassements))

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

Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente. [9]

2. Méthodes utilisées

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi les quelles il y a Celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple

3. Description de la méthode

la figure ci-dessous présentant les profils en long d'un tracé donnés.

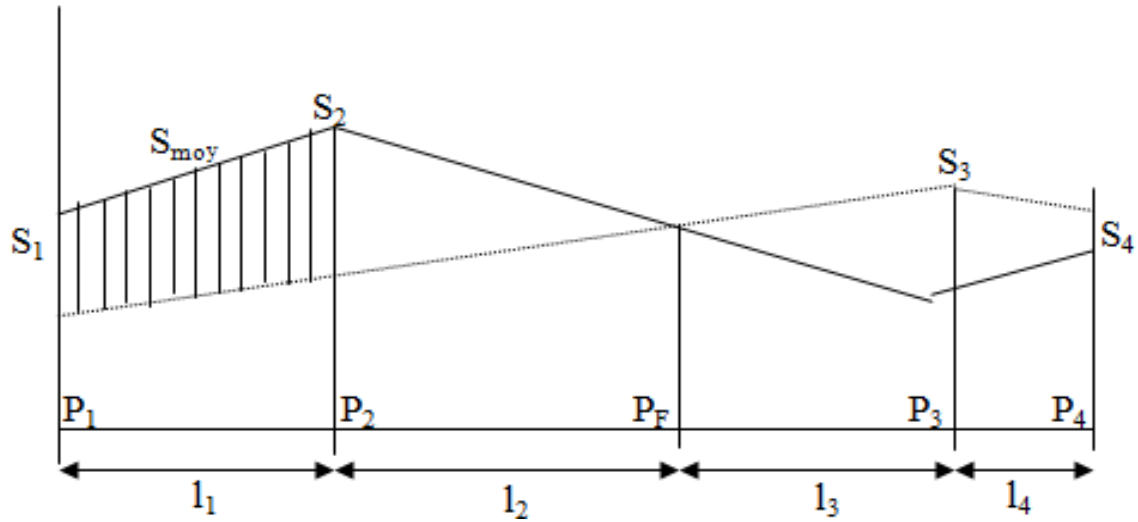


Figure V- 1 : profil en long.

Le volume compris entre les deux profils en travers P₁ et P₂ de section S₁ et S₂ sera égale à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy}) \tag{5.1}$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant Comme très voisines

les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$. (5.2)

Ceci donne :

$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Donc les volumes seront :

Entre P₁ et P₂ $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$ (5.3)

Entre P₂ et P_F $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$ (5.4)

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 \quad V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3) \quad (5.5)$$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4 \quad [10] \quad (5.6)$$

Les résultats de calcul cubature avec logiciel sont joints en annexe.

1. Introduction

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance des terrains traversés, à ce niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique soit :

- Pour le dimensionnement du corps de chaussé et éventuellement les fondations des ouvrages d'arts dans la phase d'étude.
- Pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquates aux travaux de Terrassement dans la phase d'exécution.[11]

2. Objectifs

- Les objectifs d'une étude géotechnique se résument-en :
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus en déblai et en remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses Gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.[11]

Réglementation algérienne en géotechnique :

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

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés au Laboratoire dans le cadre des études géotechniques, par exemple :

- Les essais en place (essais pressiométrique, pénétromètre statique ou Dynamique ...etc.)
- Les essais du laboratoire, essais d'identification et de classification.[11]

3. Essais de laboratoire

3.1. Essais d'identification :

Le problème de l'identification des sols consiste à caractériser les matériaux d'une façon suffisamment nette

Il existe une série d'essais de laboratoire qui permet d'y parvenir avec précision

- Suivant l'expérience de l'identification, il peut savoir visuellement la nature du sol en se basant sur l'élément suivants : sa couleur, son odeur, sa consistance, dimension de grain, nature organique.....etc.

- Propriétés physique des sols ; ils ont pour but de déterminer un ensemble de paramètres physiques qui caractérisent l'importance relative aux éléments constituants du sol. [2]

3.1.1. Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique sert à déterminer la distribution en poids des particules d'un matériau suivant leur dimension

Tous les échantillons prélevés des zones d'emprunt ont été soumis à l'analyse granulométrique.

Les résultats enregistrés nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le pourcentage des fines (< 0.080mm) varie de 09 à 45 %.
- Le pourcentage des éléments supérieurs à 0.2 mm varie de 12 à 62 %.
- Le pourcentage des éléments supérieurs à 02 mm varie de 33à 88 %[2]

But de l'essai

C'est un essai qui a pour objet de déterminer en poids les éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).



Figure VI.1 : Analyse granulométrique[2]

3.1.2. Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg sont des teneurs en eau conventionnelles qui fixe un état de sol on les mesure sur la fraction des terres passant au tamis de 0.5mm, par définition la limite de liquidité ($w_L\%$) est la teneur en eau

Le comportement d'un sol fin est avant tout ; Fondation de sa composition Minéralogique, de sa teneur en eau et de sa structure.

L'eau joue un rôle très important par son influence sur les forces qui S'exercent entre les particules à cause de :

- La quantité d'eau interstitielle que contiennent ses pores.
- L'épaisseur des couches d'eau qui enrobent ses grains seront absorbés.

Selon la valeur de la teneur en eau, les propriétés mécaniques d'un sol fin Variant on site les cas suivant:

- Le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique (limite de liquidité W_L).
- Le passage d'un sol de l'état plastique à l'état solide (limite de plasticité W_p).

L'indice de plasticité I_p est la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité ($I_p=W_L-W_p$); cet indice définit l'étendue du domaine plastique.

Cet essai a pour but de déterminer les limites de liquidité et de plasticité, ainsi que l'indice de plasticité des matériaux.

- Les valeurs des limites de liquidité LL des différents échantillons varient entre 34.32 et 58.19%.
- Les valeurs des limites de plasticité LP des différents échantillons varient du non mesurable à 34.12%.
- Les valeurs des indices de plasticité IP des différents échantillons varient du non mesurable à 24.92%.

Ce qui nous révèle que le matériau du sol support est de sensibilité variable à l'eau.[2]



Figure VI.2 : Limites d'Atterberg.[2]

But de l'essai

Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol

3.2. Essais de comportement du sol :

3.2.1. Essai Proctor-CBR

L'essai Proctor –CBR a pour but d'établir les relations expérimentales existant Dans le cas des sols sensible à l'eau, entrant le paramètre suivant :

L'essai CBR consiste à poinçonner des échantillons de sol préalablement compactés dans un moule standard, la valeur de l'indice CBR moyenne va nous servir de valeur de base de calcul du dimensionnement de notre ouvrage routier, les valeurs de l'indice CBR oscillent entre **10.26** et **16.89** [2]

3.2.2. L'Essai PROCTOR

Cet essai a pour but d'étudier la variation de la densité sèche en fonction de teneur en eau et de l'énergie de compactage pour une énergie donnée, on Compacte des échantillons de sol a diverse teneur en eau, et on trace la Courbe $\gamma_d=f(W)$, qui représente un maximum de densité sèche pour une Teneur en eau optimum.



Figure VI.3 : Essai PROCTOR.[2]

But de l'essai :

L'essai Proctor modifié consiste à compacter le matériau dans un moule standard, avec une dame normalisée, selon un mode opératoire bien déterminé, dans le but de déterminer la teneur en eau optimale correspondant à la densité sèche maximale.

Les teneurs en eau varient entre **7.85** et **9.45 %**.

Les densités sèches maximales obtenues oscillent entre **2** et **2.19 t/m³**[2]

Nature du sol support

Numéro du puits	Désignation	PK	Nature du sol support	Profondeur du puits (cm)
N° 11	P116	379+000	sable graveleux	60 – 90
N° 12	P117	380+000	Sol sableux	40 – 70
N° 13	P118	381+000	Sol fin	80 – 110
N° 14	P119	382+000	Sol graveleux	60 – 130
N° 15	P120	383+000	Sol graveleux sableux	70 – 100
N° 16	P121	384+000	Sable limoneux graveleux	60 – 80
N° 17	P122	385+000	Sol sable graveleux	50 – 70

Tableau VI.1 : nature de sol [2]

4. Conclusion

La portance moyenne (CBR = 10), cette valeur nous servira de base de calcul de dimensionnement du corps de chaussée.

1. INTRODUCTION

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- Le trafic.
- L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- Le sol [12]

2. LA CHAUSSEE

Au sens géométrique: c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens structurel: c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges

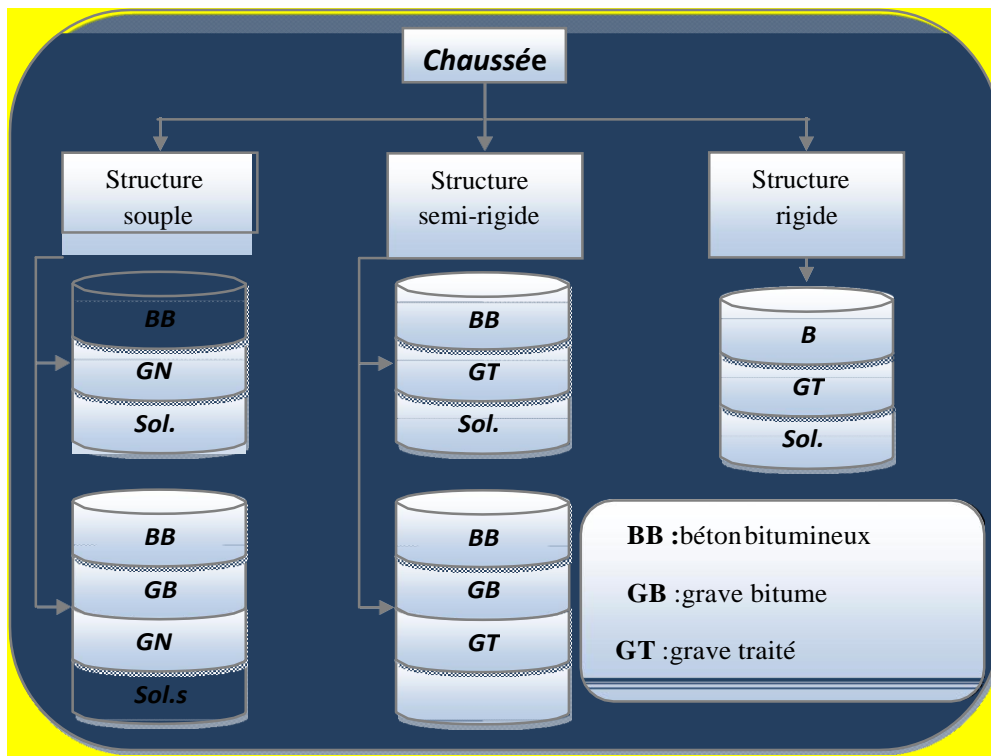


Figure.VII-1 : types de chaussées[11]

3. Les différents facteurs pour les études de dimensionnement

-Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5 tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux qui constitue le corps de chaussée.

-Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux à prendre en compte.

- Le Sol Support :

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

4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

La méthode CBR consiste à déterminer l'épaisseur équivalente de la chaussée à partir de l'indice portant Californien (I_{CBR}) du sol support d'après la formule suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} (100 + 50 \log N / 10)}{I + 5} \quad (7.1)$$

Ou

- ✓ e : épaisseur totale équivalente de la chaussée (cm);
- ✓ p : charge maximale par essieu = 13Tonnes (agressivité du poids lourd);
- ✓ I : indice portant CBR moyen = 10
- ✓ log : logarithme décimal ;
- ✓ N : trafic cumulé.

Calcul du trafic cumulé :

Les classes de trafic considérées pour le dimensionnement des structures sont celles définies à partir du trafic cumulé pour la durée de vie :

$$T_c = 365 \times T_{pl} \times \frac{(1+i)^N - 1}{i} \times A \quad (7.2)$$

- T_c : Trafic cumulé pour la durée de vie ;
- T_{pl} : trafic de poids lourd de la voie de circulation considérée.
- N : Durée de vie en 5, 10, 20 ans ;
- i : Taux de croissance annuel = 4% ;
- A : coefficient d'agressivité : $A = 0.6$

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 e_1 + c_2 e_2 + c_3 e_3$$

(7.3)

Où:

C_1, C_2, C_3 : coefficients
d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles
des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau .VII.1 : Les valeurs des coefficients d'équivalence :[12]

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

5. APPLICATION AU PROJET :

Méthode de l'indice CBR :

1) Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2016 $TJMA_{2016} = 5763$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 25\%$
- L'année de mise en service sera en **2021**
- La durée de vie estimée de **20 ans**

2) Répartition de trafic :

- $TJMA_{2016} = 5763$ (V/j).
- $TJMA_{2021} = 7011$ (V/j/sens)
- $TJMA_{2041} = 15361$ v/j. (Avec poids lourds:25%)
- $N = (TJMA_{2041} \times PL)/2$
- $N = (15361 \times 0.25)/2 = 1920$ PL/j/sens.

Calcul d'épaisseur:

On a

C.B.R= 10

Applique formule (7.1)

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

$$e = 38.32 \approx 40 \text{ cm}$$

Épaisseur équivalente :

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

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante : [13] applique formule (7.3)

$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 40$$

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

- **Couche de roulement** en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 8 \times 2 = 16$ cm.
- **Couche de base** en grave bitume (G.B) : $a_2 \times e_2 = 12 \times 1.5 = 18$ cm.

Donc L'épaisseur de la **couche de fondation** e_3 en (GNT) est de : $a_3 \times e_3 = 20 \times 1 = 20$ cm

$$e_{\text{équivalent}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 8 \times 2 + 12 \times 1.5 + 0.6 \times 20 = 46 \text{ cm}$$

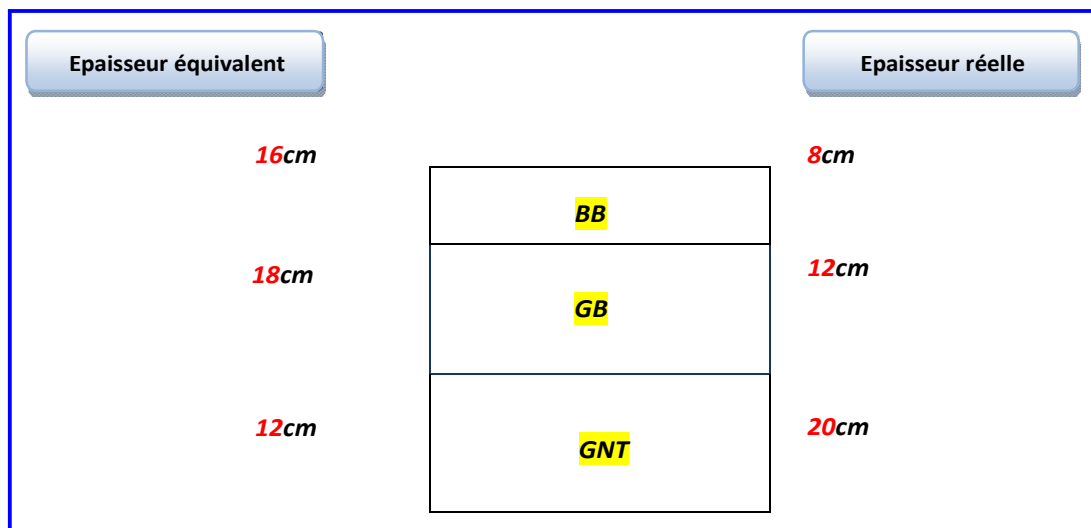


Figure. VII-2 : La structure de chaussée

6. CONCLUSION

Le dimensionnement du corps de chaussée par la méthode CBR, pour des raisons économiques.

1. Introduction

L'assainissement routier comme les chaussées et les ouvrages d'art est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Cette fonction de la route à trop longtemps été sous-estimée, voirie dévalorisée et, en conséquence, négligée en termes d'exploitation.

Aujourd'hui les gestionnaires d'infrastructures ont pris conscience que les réseaux qui souffrent d'une mauvaise conception et d'un déficit d'entretien peuvent les conduire à des situations catastrophiques pouvant mettre en péril la sécurité des usagers, la pérennité des ouvrages et avoir des conséquences non négligeables pour les milieux récepteurs.

Les enjeux sont donc Importants.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.[13]

1. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant Directement sur le revêtement de la chaussée (danger D'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la Dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol Support, entraînant par la suite des variations de portance et Diminue la qualité de la chaussée)

2. Assainissement de la chaussées

L'assainissement des chaussées doit se soumettre aux exigences suivantes :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

- Ces objectifs seraient atteints par une bonne installation (dans la zone en déblai et les points bas) d'ouvrages d'évacuations comme fossé dalots .
- Leurs dimensions seront fonction du débit d'eaux recueillis.[14]

3. DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE

Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré.[14]

Collecteur principal (canalisation) :

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.[14]

Sacs :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.[14]

Fossés de crêtes :

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

Descente d'eau :

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

Les regards :

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.[14]

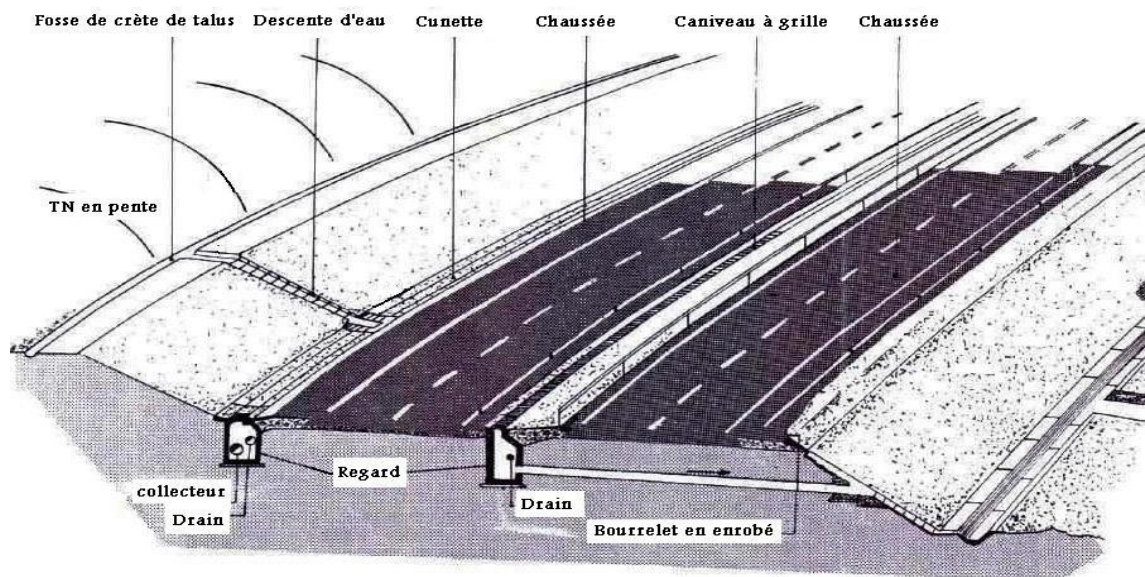


Figure VIII. 1 : l'emplacement des ouvrages d'assainissements [14]

Pour le nouveau projet on propose de garder le même mode d'ouvrage notamment au niveau de la zone traverse par des « Chaabas », et des « Gueltas » et oued
 Les ouvrages d'assainissement existant dans l'ancienne voie

Tableau VIII.1: Les ouvrages d'assainissement existants

<i>PK 384+400</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 384+450</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 379+800</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 380+200</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 380+300</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 384+450</i>	<i>Ouvrage busé</i>
<i>PK 381+300</i>	<i>Pont à poutre Oued Millok</i>
<i>PK 382+700</i>	<i>Pont à poutre Oued Millok</i>

Pour l'assainissement transversal de la nouvelle structure (deux voies séparée) nous avons projeté :

Prolonger les ouvrages existants sous le terre-plein central (TPC) et sous la nouvelle voie sur **30 m** de longueur total, ou doublé l'ouvrage existence.

1. INTRODUCTION

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs sur route pour le rétablissement des voies des communications.

Un ouvrage d'art est constitué d'un tablier reposant sur deux culées avec ou sans appuis intermédiaires (les piles).[14]

2. Présentation de l'ouvrage :

Notre ouvrage d'art est constituée par un ponts presque identiques et sont indépendant l'un de l'autre.

➤ Profil en long :

Le pont est constitué par une travée de longueur de 20 m, cette dernière repose sur deux culées,

➤ Description de l'ouvrage :

L'ouvrage en question est un pont situé dans le tronçon routier de la route nationale RN23 (OUED milok), il se trouve au PK 382+700il comporte les caractéristiques suivante :

- **Gabarit:** en Algérie il est réglementé que le passage sur une voie expresse doit respecter un gabarit de 5.25m
- Largeur rouable : $L_r = 7\text{m}$.
- Nombre de voies : 2 voies
- Largeur total de pont entre garde corps est : 10 m
- Longueur total (portée) : $L=30\text{m}$

3. Choix du type de l'ouvrage:

Notre but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qui imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte. mixte).

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- La nature du sol.
- Le gabarit à respecter.
- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.
- Position possible des appuis.[14]

3.1. Les ponts en béton armé :

On distingue deux catégories de ponts en B.A.

- Pont à poutres en B.A
- Ponts à dalles en B.A[14]

3.1.1. Les avantages :

- Economique du point de vue de consommation des matériaux.
- Portée allant de 10 à 20 m.
- Permet de réemploi des coffrages.
- Coffrage simple.
- Ne nécessite pas une main d'œuvre hautement qualifiée.
- Moins épais que les ponts à poutres en B.A.
- S'adapte mieux pour les ponts biais.

3.1.2. Les inconvénients :

- Complication des coffrages le rend relativement coûteux en main d'œuvre.
- Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.
- Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont à poutres en B.A.
- Portée limité 20 m.
- Echafaudage important
- Déconseillé pour les travées continues[14]

3.2. Les ponts en béton précontraint :

La précontrainte est un traitement mécanique qui consiste à produire dans un matériau, avant sa mise en service, des contraintes par les charges qui les sollicitant.

En béton précontraint, le traitement consiste à précontraint certaines zones du béton pour rendre capable de résister aux charges extérieures (à la traction).

On distingue deux types de pont en B.P.

- Ponts à poutres en B.P
- Ponts à dalles en B.P

3.2.1. Les avantages :

- L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieures limite les déformées.
- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en B.A.
- légèreté rapporté aux tabliers en béton.
- La rapidité et simplicité de mise en œuvre, la pose des poutres est généralement plus simple.
- La simplicité d'usinage des poutres à âmes pleines.
- La possibilité de franchir de grandes portées.[14]

3.2.2. Les inconvénients

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement avec 28j
- la nécessité de disposer d'une personnel qualité pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- l'obligation est d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décinturer ou décoffrer.
- Matériaux très chers
- Surveillance avec visite périodique.
- Risque de déversement des poutres métalliques
- Entretien difficile.[14]

4. Les choix de conception d'échangeur

Le bon fonctionnement d'un échangeur suppose :

- Qu'il soit adapté au site (environnement, etc.), et aux conditions d'utilisation (trafic, etc.),
- Que sa configuration générale et sa conception de détail soient correctes.

L'utilisation d'un échangeur comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée ; cependant certaines situations semblent l'exiger :

- Croisement de deux routes à débits de trafic important, comme Autoroute- Autoroute ou Autoroute- Route.
- Carrefour dont mauvaise capacité insuffisante congestionne une ou toutes les approches.
- Carrefour dont le taux d'accidents graves est disproportionné et pour lequel on ne trouve aucune solution.

➤ Carrefour ou la topographie empêche un aménagement conforme aux normes de tout autre type de carrefour.[15]

5. REGLES DE CONCEPTION :

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme, et pour diminuer son prix de revient on évite :

- Passage sur terrain agricole,
- Passage au voisinage sur des habitations et des maisons publiques,
- Passages sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement,
- Les longs alignements droits,
- Les terrassements importants,
- Les sections à forte déclivité,
- Les sites en courbures à faibles rayons.[15]

Le **but** d'un échangeur est d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.[15]

Le tableau représente les avantages et les inconvénients d'échangeur.

Les avantages de l'échangeur	Les inconvénients de l'échangeur
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assure la continuité du réseau Autoroutier, ✓ Facilité aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort, et de sécurité, ✓ Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, ✓ Evite les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérable « problèmes d'encombrement bouchon », ✓ Evite les contraintes d'arrêt et de reprise. 	<p>L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être totalement justifiée.</p>

6. TYPES D'ECHANGEURS :

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et de détendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent des formes plus complexes.

Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé **deux classes** d'échangeurs :

- **Echangeur majeur** : raccordement Autoroute- Autoroute. (**Trèfle complet, bifurcation « Y »**).
- **Echangeur mineur** : raccordement Autoroute -Route. (**Losange, Demi-trèfle, Trompette**).

On utilise plusieurs types d'échangeurs dans le domaine d'emploi est bien déterminé :

- **la bifurcation** est réservée au traitement des nœuds autoroutiers (jonction entre deux autoroutes).
- l'échangeur du type **losange** est le type d'échangeur le plus classique ;
- Les « **demi-trèfles** » constituent des variantes utilisées lorsqu'il existe des contraintes dans les « quadrants » de l'échangeur, généralement on a deux types de demi-trèfles :
 - Demi-trèfle symétrique « à quadrant contigus »,
 - Demi-trèfle asymétrique « à quadrant opposé ».

- L'échangeur du type « **trompette** » présente la particularité de regrouper l'entrée et la sortie de la voie principale sur une bretelle unique : il est particulièrement adapté aux échangeurs des autoroutes à péage.
- L'échangeur du type **triangle**. [15]

7. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :

Tout échangeur quelque soit son importance sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de **trois** éléments qui sont :

- Pont (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plan(s).
- Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

Pont :

Qui assure un passage supérieur ou inférieur, la détermination de nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

- Le type d'échangeur choisi.
 - Les instructions et réglementation de conception.
 - La condition de coordination profil en long- tracé en plan.
 - Les contraintes du terrain d'implantation.
- **Carrefour plan :**

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements Autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité, commodité et débit. Entre autres, un compromis entre ces conditions doit être recherché.

- **Bretelles :**

Se sont des voies qui se débouclent et se raccordent de/vers l'autoroute « route ordinaire » du côté droite de la chaussée considérée, et qui se terminent à une de ses extrémités par une voie de décélération et à l'autre par des voies d'accélération, comportant une section de manœuvre et une section de décélération proprement dite, dont les caractéristiques découlent principalement de la vitesse d'insertion des véhicules sur l'autoroute . [15]

8. Conclusion

Le fait que la route nationale 2*2 et la route 2*1 donc la solution à adaptée échangeur trompette.

Conclusion générale

Vu la situation socio- économique de la région, il est nécessaire de développer un réseau routier fiable et performant

Aussi un gain du temps pour les usagers qui sont seulement de passage.

Répondre à la demande de trafic et aux besoins en matière de transport, réduire les couts d exploitation des véhicules.

Augmenter la sécurité dans les transports et réduire le cout social induit par l'insécurité routière.

Dans notre démarche d'étude on a essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut négliger et on prend en considération, le confort et la sécurité des usagers.

Ce modeste travail nous a poussés mieux à maîtriser l'outil informatique en l'occurrence le PISTE 5.06 et l'autocad, covadis Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, cet outil nous ont permis de bien exploiter l'espace qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes avec la conception d'un nouveau tracé.

Bibliographie

- [1] LAGHOUAT. wikipedia.org/wiki/
- [2] « RAPPORT » d'étude technique de l'Avant **Projet Sommaire** de la RN23, Laghouat **Direction de Travaux Public**, 2015.
- [3] Article « route » (<http://www.cnrtl.fr/lexicographie/route?>), Centre national de Ressources textuelles et lexicales.
- [4] B40 (Normes techniques d'aménagement des routes). 1977.
- [5] « étude de trafic » Cet article est partiellement ou en totalité issu du site E JM, le texte ayant été placé par l'auteur ou le responsable de publication sous la licence de documentation libre GNU ou une licence compatible.
- [6] « trace en plan », in ETUDE EN APD D'UNE PÉNÉTRANTE RELIANT LA VOIE EXPRESS À L'AUTOROUTE EST-OUEST TRONÇON :, ECOLE NATIONALE DES TRAVAUX PUBLICS, 2007.
- [7] Aménagement des Routes Principales" - Recommandations pour la conception et la géométrie de la route -SETRA - 1994.
- [8] Hervé BRUNEL, COURS DE ROUTE. UNIVERSITE D'ORLEANS I.U.T. DE BOURGES DEPARTEMENT GENIE CIVIL, 2007.
- [9] « COURS ROUTE UPS MASTER 2011 » université paul.sabatier Toulouse.
- [10] cour de master 1 projet routie. Universite amar telidji-laghouat, 2017.
- [11] OULAD SIDI OMAR Abd Ellatif MOUADENE Mohammed, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2016.
- [12] Mathieu Meunier, La structure d'une chaussée. . Présentation technique 2013 – École de technologie supérieur – Novembre 2013
- [13] « structure-de-chaussée ». . P. ANDRAUD (SPRIR) EGLETONS, 30 septembre 2010
- [14] S. HAMZA et. BENHMEIDA MOHAMED, « ÉTUDE DE LA PÉNÉTRANTE DE ROUIBA A PARTIR DE LA DEUXIÈME ROCADE SUD D'ALGER », École Nationale des Travaux Publics.
- [15] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides interurbaines 2003

ANNEXE

PISTE	5.06	---	Licence n°	3725
RN23.PIS				
AXE EN PLAN				
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X Y
		0.000	786588.268	3990330.255
C1	XC=	786710.715		
	YC=	3992827.255		
	R =	2500.000	300.151	
			786888.220	3990333.564
C2	XC=	787101.227		
	YC=	3987341.136		
	R =	-3000.000	259.686	
		559.836	787147.725	3990340.775
D1	ANG =	359.112°	38.434	
A=598.271				
Xc=787186.154				
YC=3990340.180				
	Rf=	-1500.000		
	L =	180.267		
		778.537	787366.278	3990333.777
	XC=	787253.003		
	YC=	3988838.061		
	R =	-1500.000		
	L =	208.134		
		986.671	787572.064	3990303.735
	Rd=	-1500.000		
	A =	520.000		
	L =	180.267	568.667	
		1166.938	787746.500	3990258.374
D2	ANG =	344.276°	144.960	
		1311.898	787886.036	3990219.090
L2	A =	600.000		
	Rf=	1500.000		
	L =	240.000		
		1551.898	788118.640	3990160.249
	XC=	788408.457		
	YC=	3991631.985		
R = 1500.000				
	L =	805.496		

ANNEXE

		2357.394	788912.311	3990219.140
	Rd=	1500.000		
	A =	600.000		
	L =	240.000	1285.496	
		2597.394	789133.684	3990311.666
D3	ANG =	24.211°	649.785	
		3247.179	789726.314	3990578.143
L3	A =	800.000		
	Rf=	-2000.000		
	L =	320.000		
		3567.179	790021.479	3990701.512
	XC=	790693.284		
	YC=	3988817.719		
	R =	-2000.000		
	L =	81.355		
		3648.533	790098.641	3990727.273
	Rd=	-2000.000		
	A =	800.000		
	L =	320.000	721.355	
		3968.533	790408.719	3990805.971
D4	ANG =	12.713°	343.535	
		4312.068	790743.832	3990881.573
C5	XC=	790193.657		
	YC=	3993320.283		
	R =	2500.000	1.783	
		4313.851	790745.571	3990881.966
D6	ANG =	12.754°	582.353	
		4896.204	791313.555	3991010.529
C4	XC=	792196.618		
	YC=	3987109.222		
	R =	-4000.000	16.797	
		4913.001	791329.946	3991014.203
D7	ANG =	12.513°	570.508	
		5483.509	791886.901	3991137.814
C7	XC=	791020.229		
	YC=	3995042.795		
	R =	4000.000	10.024	
		5493.533	791896.684	3991139.998
D8	ANG =	12.657°	506.467	
		6000.000	792390.844	3991250.972
	LONGUEUR DE L'AXE		6000.000	

ANNEXES

PISTE 5.06 --- Licence n° 3725				
PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0,000	1085,390
D1	PENTE= -1,273 %	182,513		
			182,513	1083,067
PA1	S= -72,0694 Z=1084,6871			
	R = -20000,00	184,974		
			367,487	1079,857
D6	PENTE= -2,198 %	345,398		
			712,885	1072,266
PA2	S= 976,6186 Z=1069,3676			
	R = 12000,00	274,230		
			987,115	1069,372
D2	PENTE= 0,087 %	112,978		
			1100,093	1069,471
PA3	S= 1110,5892 Z=1069,4756			
	R = -12000,00	349,814		
			1449,907	1064,678
D4	PENTE= -2,828 %	18,083		
			1467,990	1064,167
PA4	S= 1920,4141 Z=1057,7704			
	R = 16000,00	414,020		
			1882,010	1057,817
D3	PENTE= -0,240 %	457,065		
			2339,075	1056,719
PA5	S= 2307,8713 Z=1056,7569			
	R = -13000,00	221,851		
			2560,925	1054,294
D7	PENTE= -1,947 %	616,774		
			3177,699	1042,288
PA6	S= 3528,0814 Z=1038,8778			
	R = 18000,00	194,602		
				1039,552

ANNEXES

			3372,301	
D8	PENTE= -0,865 %	933,899		
			4306,200	1031,470
PA8	S= 4565,8336 Z=1030,3460			
	R = 30000,00	287,600		
			4593,800	1030,359
D9	PENTE= 0,093 %	191,495		
			4785,296	1030,538
PA7	S= 4841,2291 Z=1030,5637			
	R = -35000,00	717,798		
			5503,094	1026,913
D5	PENTE= -1,103 %	496,906		
			6000,000	1021,432
LONGUEUR DE L'AXE 6000,000				

ANNEXE

VOLUMES CHAUSSEE						
N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	60	44	14	6.7	0.9
2	25	119.9	87.9	28	13.5	1.8
3	50	119.9	87.9	28	13.5	1.8
4	75	119.7	87.9	28	13.5	1.8
5	100	122.3	87.9	28	13.5	1.8
6	125	122	87.9	28	13.5	1.8
7	150	119.7	87.9	28	13.5	1.8
8	175	119.7	87.9	28	13.5	1.8
9	200	120	87.9	28	13.5	1.8
10	225	119.9	87.9	28	13.5	1.8
11	250	122.2	87.9	28	13.5	1.8
12	275	119.5	87.9	28	13.5	1.8
13	300	60.1	44.2	14.1	6.8	0.9
14	300.151	59.8	44	14	6.7	0.9
15	325	119.4	87.7	27.9	13.5	1.8
16	350	119.7	87.9	28	13.5	1.8
17	375	119.9	87.9	28	13.5	1.8
18	400	119.9	87.9	28	13.5	1.8
19	425	119.9	87.9	28	13.5	1.8
20	450	119.9	87.9	28	13.5	1.8
21	475	119.9	87.9	28	13.5	1.8
22	500	119.9	87.9	28	13.5	1.8
23	525	120.8	87.9	28	13.5	1.8
24	550	86.6	61.3	19.5	9.4	1.3
25	559.836	61.4	44	14	6.7	0.9
26	575	94.2	67.6	21.5	10.4	1.4
27	598.271	61.4	44	14	6.7	0.9
28	600	65.2	47	15	7.2	1
29	625	119.9	87.9	28	13.5	1.8
30	650	119.9	87.9	28	13.5	1.8
31	675	119.9	87.9	28	13.5	1.8
32	700	119.9	87.9	28	13.5	1.8
33	725	119.9	88	28	13.5	1.8
34	750	125.2	87.6	28	13.5	1.8
35	775	68.3	50.2	16	7.7	1.1
36	778.537	59.8	44	14	6.8	0.9
37	800	111.1	81.8	26	12.5	1.7
38	825	119.6	88.1	28	13.5	1.8
39	850	120.8	88.1	28	13.5	1.8
40	875	119.8	88.1	28	13.5	1.8
41	900	124.7	88.1	28	13.5	1.8
42	925	119.8	88.1	28	13.5	1.8

ANNEXE

43	950	119.6	88.1	28	13.5	1.8
44	975	89.7	64.6	20.5	9.9	1.4
45	986.671	60	44	14	6.8	0.9
46	1000	92.1	67.4	21.5	10.3	1.4
47	1025	119.9	88	28	13.5	1.8
48	1050	119.9	88	28	13.5	1.8
49	1075	119.9	87.9	28	13.5	1.8
50	1100	119.9	87.9	28	13.5	1.8
51	1125	119.9	87.9	28	13.5	1.8
52	1150	100.6	73.8	23.5	11.3	1.5
53	1166.938	60.7	44	14	6.7	0.9
54	1175	79.2	58.2	18.5	8.9	1.2
55	1200	119.7	87.9	28	13.5	1.8
56	1225	119.5	87.9	28	13.5	1.8
57	1250	119.5	87.9	28	13.5	1.8
58	1275	119.7	87.9	28	13.5	1.8
59	1300	88.2	64.9	20.7	10	1.4
60	1311.898	59.8	44	14	6.7	0.9
61	1325	91.1	67	21.3	10.3	1.4
62	1350	119.5	87.9	28	13.5	1.8
63	1375	119.5	87.9	28	13.5	1.8
64	1400	121.8	87.9	28	13.5	1.8
65	1425	121.3	87.9	28	13.5	1.8
66	1450	122.1	87.9	28	13.5	1.8
67	1475	120.9	87.9	28	13.5	1.8
68	1500	119.8	88	28	13.5	1.8
69	1525	120.8	88.2	28	13.5	1.8
70	1550	64.4	47.4	15.1	7.3	1
71	1551.898	60.6	44	14	6.8	0.9
72	1575	115.4	84.7	26.9	13	1.8
73	1600	119.9	88.1	28	13.5	1.8
74	1625	120	88.1	28	13.5	1.8
75	1650	119.9	88.1	28	13.5	1.8
76	1675	119.9	88.1	28	13.5	1.8
77	1700	119.9	88.1	28	13.5	1.8
78	1725	119.9	88.1	28	13.5	1.8
79	1750	119.9	88.1	28	13.5	1.8
80	1775	119.9	88.1	28	13.5	1.8
81	1800	119.9	88.1	28	13.5	1.8
82	1825	119.8	88.1	28	13.5	1.8
83	1850	119.8	88.1	28	13.5	1.8
84	1875	120.5	88.1	28	13.5	1.8
85	1900	120.2	88.1	28	13.5	1.8
86	1925	122.5	88.1	28	13.5	1.8
87	1950	119.9	88.1	28	13.5	1.8
88	1975	119.9	88.1	28	13.5	1.8

ANNEXE

89	2000	119.9	88.1	28	13.5	1.8
90	2025	119.9	88.1	28	13.5	1.8
91	2050	119.9	88.1	28	13.5	1.8
92	2075	119.9	88.1	28	13.5	1.8
93	2100	119.9	88.1	28	13.5	1.8
94	2125	119.9	88.1	28	13.5	1.8
95	2150	119.9	88.1	28	13.5	1.8
96	2175	119.9	88.1	28	13.5	1.8
97	2200	119.7	88.1	28	13.5	1.8
98	2225	119.9	88.1	28	13.5	1.8
99	2250	119.9	88.1	28	13.5	1.8
100	2275	119.9	88.1	28	13.5	1.8
101	2300	119.9	88.1	28	13.5	1.8
102	2325	119.9	88.1	28	13.5	1.8
103	2350	77.7	57.1	18.1	8.7	1.2
104	2357.394	60	44	14	6.8	0.9
105	2375	103.6	75.1	23.9	11.5	1.6
106	2400	119.7	88	28	13.5	1.8
107	2425	119.5	87.9	28	13.5	1.8
108	2450	119.5	87.9	28	13.5	1.8
109	2475	119.5	87.9	28	13.5	1.8
110	2500	119.5	87.9	28	13.5	1.8
111	2525	119.5	87.9	28	13.5	1.8
112	2550	122.8	87.9	28	13.5	1.8
113	2575	115.1	83.4	26.5	12.8	1.7
114	2597.394	60	44	14	6.7	0.9
115	2600	66.2	48.6	15.5	7.5	1
116	2625	119.9	87.9	28	13.5	1.8
117	2650	119.9	87.9	28	13.5	1.8
118	2675	119.9	87.9	28	13.5	1.8
119	2700	119.9	87.9	28	13.5	1.8
120	2725	119.9	87.9	28	13.5	1.8
121	2750	119.9	87.9	28	13.5	1.8
122	2775	119.9	87.9	28	13.5	1.8
123	2800	119.9	87.9	28	13.5	1.8
124	2825	119.9	87.9	28	13.5	1.8
125	2850	119.9	87.9	28	13.5	1.8
126	2875	119.9	87.9	28	13.5	1.8
127	2900	119.9	87.9	28	13.5	1.8
128	2925	119.9	87.9	28	13.5	1.8
129	2950	119.9	87.9	28	13.5	1.8
130	2975	119.9	87.9	28	13.5	1.8
131	3000	119.9	87.9	28	13.5	1.8
132	3025	119.9	87.9	28	13.5	1.8
133	3050	119.9	87.9	28	13.5	1.8
134	3075	119.9	87.9	28	13.5	1.8

ANNEXE

135	3100	119.9	87.9	28	13.5	1.8
136	3125	119.9	87.9	28	13.5	1.8
137	3150	119.9	87.9	28	13.5	1.8
138	3175	119.9	87.9	28	13.5	1.8
139	3200	119.9	87.9	28	13.5	1.8
140	3225	113.2	83	26.4	12.7	1.7
141	3247.179	60	44	14	6.7	0.9
142	3250	66.7	48.9	15.6	7.5	1
143	3275	119.9	87.9	28	13.5	1.8
144	3300	119.9	87.9	28	13.5	1.8
145	3325	119.9	87.9	28	13.5	1.8
146	3350	119.7	87.9	28	13.5	1.8
147	3375	119.5	87.9	28	13.5	1.8
148	3400	122.9	87.9	28	13.5	1.8
149	3425	121.4	87.9	28	13.5	1.8
150	3450	119.9	87.9	28	13.5	1.8
151	3475	121.1	87.9	28	13.5	1.8
152	3500	123.1	87.9	28	13.5	1.8
153	3525	122.5	88	28	13.5	1.8
154	3550	101.1	74.1	23.6	11.4	1.6
155	3567.179	59.8	44	14	6.8	0.9
156	3575	78.5	57.8	18.4	8.9	1.2
157	3600	119.6	88.1	28	13.5	1.8
158	3625	116	85.5	27.2	13.1	1.8
159	3648.533	59.8	44	14	6.8	0.9
160	3650	63.3	46.6	14.8	7.1	1
161	3675	120.1	87.6	28	13.5	1.8
162	3700	119.7	88	28	13.5	1.8
163	3725	122.2	87.9	28	13.5	1.8
164	3750	119.7	87.9	28	13.5	1.8
165	3775	119.9	87.9	28	13.5	1.8
166	3800	119.9	87.9	28	13.5	1.8
167	3825	119.9	87.9	28	13.5	1.8
168	3850	119.9	87.9	28	13.5	1.8
169	3875	119.9	87.9	28	13.5	1.8
170	3900	119.9	87.9	28	13.5	1.8
171	3925	119.9	87.9	28	13.5	1.8
172	3950	104.4	76.6	24.4	11.8	1.6
173	3968.533	60	44	14	6.7	0.9
174	3975	75.6	55.3	17.6	8.5	1.2
175	4000	120	87.9	28	13.5	1.8
176	4025	121.5	87.9	28	13.5	1.8
177	4050	120.3	87.9	28	13.5	1.8
178	4075	119.7	87.9	28	13.5	1.8
179	4100	119.7	87.9	28	13.5	1.8
180	4125	119.7	87.9	28	13.5	1.8

ANNEXE

181	4150	119.7	87.9	28	13.5	1.8
182	4175	121.7	87.9	28	13.5	1.8
183	4200	119.5	87.9	28	13.5	1.8
184	4225	119.5	87.9	28	13.5	1.8
185	4250	119.5	87.9	28	13.5	1.8
186	4275	119.5	87.9	28	13.5	1.8
187	4300	88.6	65.2	20.8	10	1.4
188	4312.068	33.1	24.4	7.8	3.7	0.5
189	4313.851	30.9	22.7	7.2	3.5	0.5
190	4325	86.4	63.6	20.2	9.8	1.3
191	4350	119.5	87.9	28	13.5	1.8
192	4375	121.6	87.9	28	13.5	1.8
193	4400	119.7	87.9	28	13.5	1.8
194	4425	119.7	87.9	28	13.5	1.8
195	4450	119.7	87.9	28	13.5	1.8
196	4475	119.9	87.9	28	13.5	1.8
197	4500	119.7	87.9	28	13.5	1.8
198	4525	119.5	87.9	28	13.5	1.8
199	4550	119.5	87.9	28	13.5	1.8
200	4575	119.5	87.9	28	13.5	1.8
201	4600	119.5	87.9	28	13.5	1.8
202	4625	119.5	87.9	28	13.5	1.8
203	4650	119.5	87.9	28	13.5	1.8
204	4675	119.5	87.9	28	13.5	1.8
205	4700	119.5	87.9	28	13.5	1.8
206	4725	119.5	87.9	28	13.5	1.8
207	4750	119.5	87.9	28	13.5	1.8
208	4775	119.5	87.9	28	13.5	1.8
209	4800	119.5	87.9	28	13.5	1.8
210	4825	119.5	87.9	28	13.5	1.8
211	4850	121.6	87.9	28	13.5	1.8
212	4875	110.7	81.3	25.9	12.5	1.7
213	4896.204	59.9	44	14	6.7	0.9
214	4900	40.2	29.5	9.4	4.5	0.6
215	4913.001	60.3	44	14	6.7	0.9
216	4925	88.5	65.1	20.7	10	1.4
217	4950	121	87.9	28	13.5	1.8
218	4975	122.8	87.9	28	13.5	1.8
219	5000	119.9	87.9	28	13.5	1.8
220	5025	119.9	87.9	28	13.5	1.8
221	5050	119.9	87.9	28	13.5	1.8
222	5075	119.9	87.9	28	13.5	1.8
223	5100	119.9	87.9	28	13.5	1.8
224	5125	119.9	87.9	28	13.5	1.8
225	5150	119.9	87.9	28	13.5	1.8
226	5175	119.9	87.9	28	13.5	1.8

ANNEXE

227	5200	119.9	87.9	28	13.5	1.8
228	5225	119.9	87.9	28	13.5	1.8
229	5250	119.9	87.9	28	13.5	1.8
230	5275	119.9	87.9	28	13.5	1.8
231	5300	119.9	87.9	28	13.5	1.8
232	5325	119.9	87.9	28	13.5	1.8
233	5350	119.9	87.9	28	13.5	1.8
234	5375	119.9	87.9	28	13.5	1.8
235	5400	119.9	87.9	28	13.5	1.8
236	5425	119.9	87.9	28	13.5	1.8
237	5450	119.9	87.9	28	13.5	1.8
238	5475	80.4	58.9	18.8	9	1.2
239	5483.509	44.5	32.6	10.4	5	0.7
240	5493.533	39.6	29	9.2	4.5	0.6
241	5500	75.5	55.3	17.6	8.5	1.2
242	5525	119.9	87.9	28	13.5	1.8
243	5550	119.9	87.9	28	13.5	1.8
244	5575	121.4	87.9	28	13.5	1.8
245	5600	119.2	87.9	28	13.5	1.8
246	5625	119.8	87.9	28	13.5	1.8
247	5650	119.5	87.9	28	13.5	1.8
248	5675	119.2	87.9	28	13.5	1.8
249	5700	119.5	87.9	28	13.5	1.8
250	5725	119.5	87.9	28	13.5	1.8
251	5750	119.5	87.9	28	13.5	1.8
252	5775	119.5	87.9	28	13.5	1.8
253	5800	119.5	87.9	28	13.5	1.8
254	5825	119.5	87.9	28	13.5	1.8
255	5850	119.5	87.9	28	13.5	1.8
256	5875	119.5	87.9	28	13.5	1.8
257	5900	119.5	87.9	28	13.5	1.8
258	5925	119.5	87.9	28	13.5	1.8
259	5950	119.5	87.9	28	13.5	1.8
260	5975	119.5	87.9	28	13.5	1.8
261	6000	59.9	44	14	6.7	0.9
		28828	21113	6720	3240	442

ANNEXE

VOLUMES TERRASSEMENT			
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME
1	0,000	395,7	12,1
2	25,000	1060,4	24,1
3	50,000	417,3	31,9
4	75,000	0,3	412,9
5	100,000	4,2	435,1
6	125,000	78,8	192,3
7	150,000	177,6	160,1
8	175,000	236,0	54,5
9	200,000	465,2	24,9
10	225,000	471,2	24,7
11	250,000	138,5	26,3
12	275,000	7,2	184,7
13	300,000	0,8	189,6
14	300,151	0,8	189,3
15	325,000	15,0	415,0
16	350,000	304,4	144,9
17	375,000	618,7	22,3
18	400,000	710,1	22,7
19	425,000	567,2	24,4
20	450,000	422,9	59,3
21	475,000	322,1	27,0
22	500,000	267,9	27,8
23	525,000	136,1	24,8
24	550,000	47,6	31,6
25	559,836	69,6	16,0
26	575,000	105,5	33,8
27	598,271	29,9	37,6
28	600,000	11,2	98,5
29	625,000	505,4	24,6
30	650,000	459,9	26,8
31	675,000	446,7	32,6
32	700,000	370,1	73,5
33	725,000	333,6	89,9
34	750,000	19,1	118,1
35	775,000	0,4	164,5
36	778,537	1,3	139,2
37	800,000	4,8	284,9
38	825,000	7,2	241,3
39	850,000	45,6	126,3
40	875,000	201,0	54,2
41	900,000	136,3	26,1
42	925,000	12,4	136,9

ANNEXE

43	950,000	1,4	299,7
44	975,000	95,2	13,1
45	986,671	201,9	12,3
46	1000,000	543,6	18,7
47	1025,000	563,8	26,1
48	1050,000	634,9	26,1
49	1075,000	1267,8	24,1
50	1100,000	1964,1	24,1
51	1125,000	1857,6	29,9
52	1150,000	634,8	26,4
53	1166,938	93,4	15,0
54	1175,000	77,4	46,8
55	1200,000	30,5	221,0
56	1225,000	2,1	365,7
57	1250,000	6,2	312,1
58	1275,000	1956,5	117,9
59	1300,000	8,4	222,3
60	1311,898	2,1	157,0
61	1325,000	24,8	224,8
62	1350,000	0,2	326,8
63	1375,000	43,6	291,0
64	1400,000	47,5	203,4
65	1425,000	63,8	172,8
66	1450,000	130,0	137,7
67	1475,000	85,0	127,6
68	1500,000	83,9	90,5
69	1525,000	64,2	50,2
70	1550,000	75,3	14,2
71	1551,898	73,5	6,5
72	1575,000	210,4	24,2
73	1600,000	377,6	24,9
74	1625,000	319,2	24,1
75	1650,000	385,2	23,9
76	1675,000	594,1	25,6
77	1700,000	831,9	24,9
78	1725,000	745,3	29,6
79	1750,000	1348,4	17,6
80	1775,000	1443,1	18,0
81	1800,000	1645,0	21,1
82	1825,000	684,8	51,9
83	1850,000	69,4	697,4
84	1875,000	0,0	1098,2
85	1900,000	0,3	460,4
86	1925,000	19,8	50,4
87	1950,000	368,9	25,2

ANNEXE

88	1975,000	679,8	25,1
89	2000,000	851,7	25,3
90	2025,000	1127,1	25,1
91	2050,000	1333,3	24,8
92	2075,000	1298,6	24,4
93	2100,000	1008,0	25,1
94	2125,000	782,3	26,1
95	2150,000	1037,3	26,1
96	2175,000	1011,7	26,0
97	2200,000	1057,2	28,3
98	2225,000	1051,0	17,7
99	2250,000	607,8	26,1
100	2275,000	191,9	26,1
101	2300,000	360,9	23,0
102	2325,000	438,5	24,3
103	2350,000	312,9	16,8
104	2357,394	305,6	12,9
105	2375,000	350,6	23,2
106	2400,000	232,5	64,0
107	2425,000	6,1	234,5
108	2450,000	0,0	625,5
109	2475,000	0,0	839,9
110	2500,000	0,0	1066,0
111	2525,000	0,0	776,8
112	2550,000	8,9	287,9
113	2575,000	161,0	24,3
114	2597,394	254,7	12,3
115	2600,000	302,4	13,6
116	2625,000	839,5	25,1
117	2650,000	1205,7	25,2
118	2675,000	1566,4	25,1
119	2700,000	1873,9	24,9
120	2725,000	2125,4	25,4
121	2750,000	2368,2	25,7
122	2775,000	2540,6	25,8
123	2800,000	2636,1	25,8
124	2825,000	2800,5	25,1
125	2850,000	2774,4	25,1
126	2875,000	2735,5	26,5
127	2900,000	2737,2	27,3
128	2925,000	2570,8	27,6
129	2950,000	2392,0	25,8
130	2975,000	2176,5	23,3
131	3000,000	1941,1	22,9
132	3025,000	1855,4	26,1

ANNEXE

133	3050,000	1816,0	26,1
134	3075,000	1761,1	25,6
135	3100,000	1499,9	27,1
136	3125,000	1368,6	27,7
137	3150,000	1372,6	27,6
138	3175,000	1347,6	27,3
139	3200,000	1253,0	29,5
140	3225,000	1110,7	26,1
141	3247,179	535,3	17,2
142	3250,000	596,4	19,4
143	3275,000	1660,4	41,9
144	3300,000	1282,1	55,9
145	3325,000	700,3	58,5
146	3350,000	297,9	235,5
147	3375,000	206,2	596,6
148	3400,000	165,3	341,3
149	3425,000	110,7	67,3
150	3450,000	92,0	29,1
151	3475,000	44,2	42,8
152	3500,000	6,2	142,4
153	3525,000	0,0	421,6
154	3550,000	0,0	618,7
155	3567,179	0,0	447,2
156	3575,000	0,0	567,9
157	3600,000	0,0	1000,1
158	3625,000	0,0	834,9
159	3648,533	0,0	385,5
160	3650,000	0,0	398,2
161	3675,000	13,1	466,0
162	3700,000	45,6	247,1
163	3725,000	45,1	73,0
164	3750,000	170,1	21,8
165	3775,000	344,6	22,6
166	3800,000	461,3	22,8
167	3825,000	545,2	22,8
168	3850,000	582,9	22,8
169	3875,000	601,6	24,8
170	3900,000	631,1	24,4
171	3925,000	543,1	27,0
172	3950,000	363,2	23,9
173	3968,533	177,6	13,3
174	3975,000	211,0	16,7
175	4000,000	320,3	28,8
176	4025,000	307,5	29,7
177	4050,000	224,0	24,4

ANNEXE

178	4075,000	141,8	51,5
179	4100,000	102,4	101,7
180	4125,000	93,3	48,7
181	4150,000	70,5	75,4
182	4175,000	25,5	119,5
183	4200,000	0,7	370,2
184	4225,000	0,0	489,5
185	4250,000	0,0	547,6
186	4275,000	0,0	621,8
187	4300,000	0,0	619,9
188	4312,068	0,0	210,4
189	4313,851	0,0	193,8
190	4325,000	0,0	503,8
191	4350,000	0,0	473,2
192	4375,000	36,3	106,9
193	4400,000	310,1	94,8
194	4425,000	537,0	76,2
195	4450,000	1056,3	44,7
196	4475,000	4618,6	17,5
197	4500,000	404,1	45,3
198	4525,000	13,5	293,4
199	4550,000	0,0	693,9
200	4575,000	0,0	749,9
201	4600,000	0,0	921,6
202	4625,000	0,0	1013,4
203	4650,000	0,0	960,7
204	4675,000	0,0	836,7
205	4700,000	0,0	780,6
206	4725,000	0,0	755,9
207	4750,000	0,0	724,4
208	4775,000	0,0	632,6
209	4800,000	0,0	535,0
210	4825,000	0,0	463,5
211	4850,000	1,5	325,0
212	4875,000	6,8	190,0
213	4896,204	2,9	89,1
214	4900,000	1,7	65,0
215	4913,001	3,3	114,2
216	4925,000	5,7	175,5
217	4950,000	55,5	63,8
218	4975,000	31,1	52,9
219	5000,000	55,2	53,5
220	5025,000	78,2	34,3
221	5050,000	108,3	30,9
222	5075,000	134,5	30,0

ANNEXE

223	5100,000	309,7	26,5
224	5125,000	486,5	24,4
225	5150,000	781,2	13,0
226	5175,000	1347,3	27,3
227	5200,000	1536,5	28,2
228	5225,000	1665,9	35,3
229	5250,000	1673,9	31,9
230	5275,000	1605,0	88,1
231	5300,000	1593,1	42,6
232	5325,000	915,4	32,8
233	5350,000	1174,7	33,9
234	5375,000	1056,1	31,6
235	5400,000	749,2	31,8
236	5425,000	561,5	31,3
237	5450,000	518,1	27,6
238	5475,000	348,9	17,6
239	5483,509	189,0	9,5
240	5493,533	160,4	8,5
241	5500,000	284,0	16,1
242	5525,000	293,5	27,0
243	5550,000	128,6	26,6
244	5575,000	45,2	50,2
245	5600,000	29,7	44,9
246	5625,000	15,5	77,6
247	5650,000	9,1	93,4
248	5675,000	10,2	87,4
249	5700,000	8,2	188,4
250	5725,000	7,5	240,1
251	5750,000	7,1	245,4
252	5775,000	3,0	284,0
253	5800,000	0,3	297,3
254	5825,000	0,0	379,2
255	5850,000	0,0	503,4
256	5875,000	0,0	522,5
257	5900,000	0,0	573,1
258	5925,000	0,0	606,4
259	5950,000	1,7	480,8
260	5975,000	7,2	334,5
261	6000,000	76,6	54,8
		129522	44236